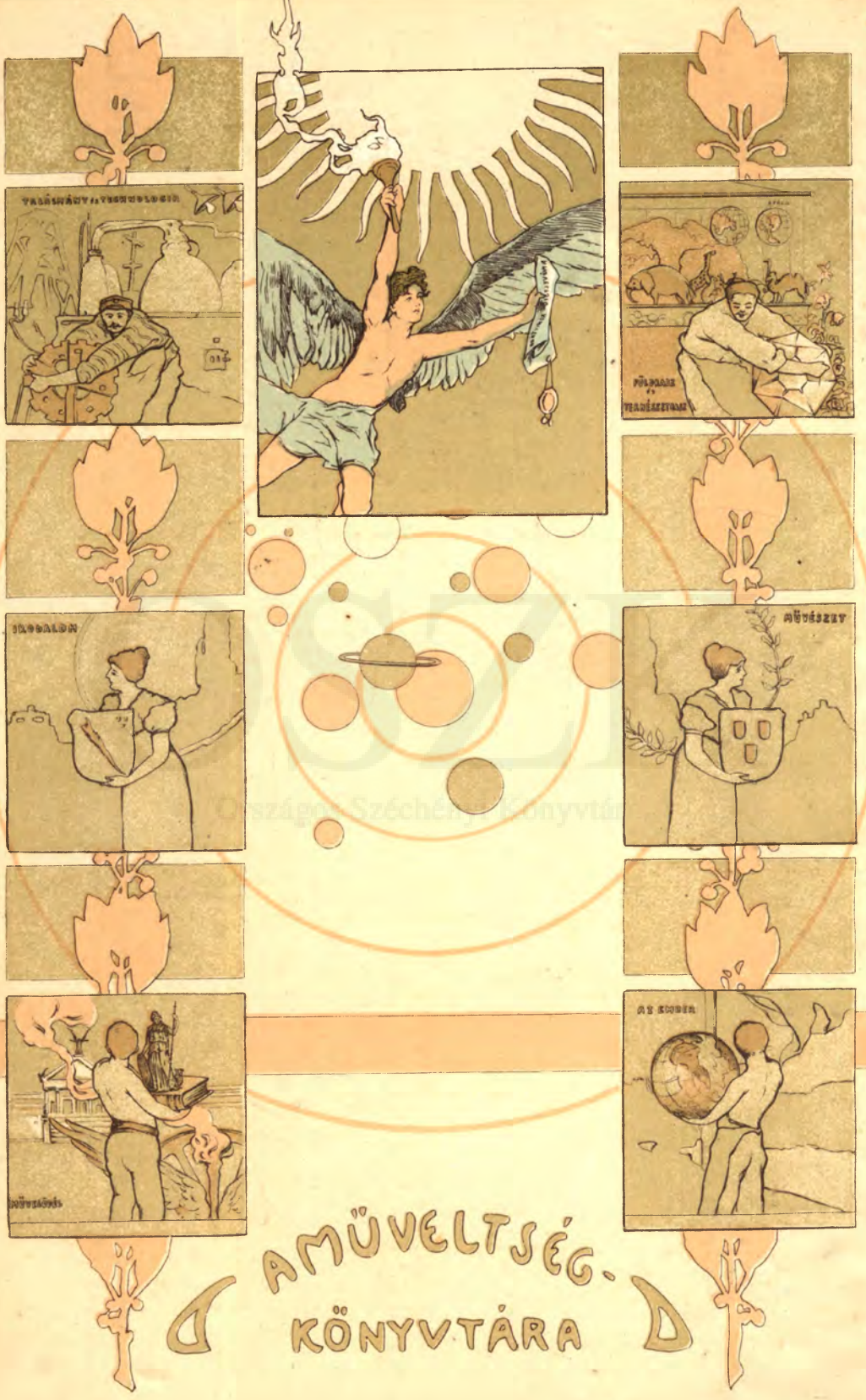
269273

OSZK
Országos Széchenyi Könyvtár

A
Műveltség
Könyvtára

Az
Ember

I


TALÁLMÁNYOK ÉS TECHNOLÓGIÁK
FÖLDRAJZ ÉS TRADÍCIÓTUDOMÁNY
IRODALOM
MŰVÉSZET
AZ EMBER
A MŰVELTSÉG KÖNYVTÁRA


TALÁLMÁNYOK ÉS TECHNOLÓGIA
MŰVÉSZET
IRODALOM
AZ EMBER
MŰVELTSÉGTÖRTÉNET
A MŰVELTSÉG KÖNYVTÁRA

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

A MŰVELTSÉG KÖNYVTÁRA

AZ EMBER

TESTI ÉS LELKI ÉLETE, EGYÉNI ÉS FAJI SAJÁTSÁGAI

KIADJA AZ

ATHENAEUM IRODALMI ÉS NYOMDAI RÉSZVÉNYTÁRSULAT

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár



BUDAPEST

AZ ATHENAEUM IRODALMI ÉS NYOMDAI RÉSZVÉNYTÁRSULAT BETÜIVEL

AZ EMBER

TESTI ÉS LELKI ÉLETE, EGYÉNI ÉS FAJI SAJÁTSÁGAI

SZAKFÉRFIAK KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL

SZERKESZTIK

ALEXANDER BERNÁT ÉS LENHOSSÉK MIHÁLY

EGYETEMI TANÁROK

470 SZÖVEGKÉPPEL ÉS 39 MŰMELLÉKLETTEL

ELSŐ RÉSZ

(1—404. OLDAL)

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

A TELJES MŰRE VONATKOZÓ TÁRGYMUTATÓ A MÁSODIK RÉSZ VÉGÉN TALÁLHATÓ



MINDEN JOG FENTARTVA

BUDAPEST

KIADJA AZ ATHENAEUM IRODALMI ÉS NYOMDAI RÉSZVÉNYTÁRSULAT

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

269273

R 1965

R 2

ORSZ. SZÉCHÉNYI-KÖNYVTÁR
N Növedéknapló
1954 év 4396 sz.

TARTALOM.

Oldal

BEVEZETŐ. Irta: *Lenhossék Mihály*. 1

A mű célja. — Az ember tanulmányozásának fontossága elméleti és gyakorlati szempontból. — Az ember felőli kutatások az antik világban. — A középkor félszeg felfogása az ember helyéről a természetben. — A renaissance nagy anatómusai: Vesalius és követői. — A mikroszkóp felfedezése s a szerves lények mikroszkópi alkotásáról szóló tudomány kialakulása. — A fejlődéstan és vizsgálati módszerei; a kisérletes fejlődéstan. — A fiziológia; a vérkeringés felfedezése. — A mai fiziológia céljai és módszerei; a kisérlet s az antiviviszekciós mozgalom. — A pszichológia rövid jellemzése. — A betegségekről szóló tudomány újabb haladásai. — Az emberek közt észlelhető különbségekről. — A korral járó különbségek. — A nemi különbség. — Elméletek a nemek céljáról. — A férfi és nő közti különbség testi és szellemi téren. — Statisztikai adatok a két nem számbeli arányáról. — A fajkülönbségek. — Az anthropológia története és feladatai. — Az emberi nem eredésének kérdése. — Az ember hovátartozása a szerves világban; a leszármazás tana. — Az emberi megismerés jövője. — Befejezés.

AZ EMBER SZÁRMAZÁSA ÉS HELYE A TERMÉSZETBEN. Irta: *Gorka Sándor*..... 37

A fejlődés eszméje. — Az élő szervezetek egysége és természetes származása. — Az ember származását bizonyító összehasonlító anatómiai, szövettani, fejlődéstani és paleontológiai tények. — Az ember csenevész szervei és származástani jelentőségük. — Az ember földi megjelenésének ideje. — A neandervölgyi ősember szervezete. — A jávai majomember (Pithecanthropus erectus). — Az ember helye az állatvilágban. — Az ember rokonai és ősei. — Az emberiség őshazája.

AZ EMBERI TEST SZERKEZETE ÉS MŰKÖDÉSE. Irta: *Pekár Mihály*. 91

A tetembontás és nagyítás multja és jelene. — A tetembontás története. — A nagyítások története. — Előkészítés a mikroszkópi vizsgálatra. — A modern mikroszkóp szerkezete. — Az ezredmilliméterek világa. — A tér elérhető határai. — A sejtek ismerete. — A sejtek életjelenségei. — Sejtoszlás. — Termékenyítés. — Átöröklés. — Az emberi test szerkezete. — Fejlődés a születés után. — Az emberi test szilárd váza. — A csontok összeköttetései. — Az izomrendszer. — A belső szervek áttekintése. — Az anyagi élet. — A szív és a vérkeringés. — A vér. — A lélegzés. — A táplálkozás. — Az emésztésfolyamatok. — Felszívó folyamatok. — Az emberi test anyag- és energia-fogalma. — Az anyagi élet tanulságai. — Az idegrendszer és a vele összefüggő érzékszervek szerkezete és működése.

Oldal

A SZELLEMI MUNKA TERMÉSZETE. Irta: *Ranschburg Pál.* 289

A szellemi munka viszonya a testhez. — Reakciós vizsgálatok. — Pszichikai energia. — Gyakorlat. — Kifáradás. — A változatosság jelentősége. — A tanulás módja. — Megszokás. — Kimerülés. — Az alvás. — A szünetek jelentősége.

AZ EMBER FAJI SAJÁTSÁGAI. Irta: *Semayer Vilibald.* 311

Faji fejlődéstan. — Az emberi fajták kialakulása. — Faji testtan. — Faji jellegek. — Az emberfajták osztályozása: mesterséges és természetes történeti rendszerek. — Faji élettan. — Állati jelenségek. — Emberi jelenségek. — Nyelv és irás. — A nyelvek felosztása. — Az irás eredete. — A kezdetleges társadalom. — A hajlék. — Ékszer. — Ruházat. — Táplálkozás. — Fegyver. — Az eljárások (technikák). — A gazdaság. — A művelődés szellemi javai. (Ethnologia.) — Vallás. — Művészet és tudomány. — Földünk főbb emberfajtáinak leirása. — Ősi (protomorf) fajták. — Ausztráliaiak, pápuák és melanéziaiak. — Koikoinok, szánok, busmánok és hottentották. — Amerikaiak. (Indiánok.) — Oceániaiak. — Szétszórt ősfajták. — Akkák. — Dravidák. — Veddák. — Eszkimók. — Ájnók. — Uralkodó (archimorf) fajták. — Feketebőrüek. — A sárgabőrű faj. — Keletázsiai nagy népek. — Kínaiak. — Japánok. — Koreaiak. — Tibetiek. — Altájiak. — Mongolok. — Tunguzok. — Törökök. — Sárgabőrű keverék (metamorf) fajták. — Urali népek. — Szamojédek. — Ugorok. — Hátsóindiaiak. — Malájok. — Fehérbőrüek. — Hamiták. — Szémiták. — Árják. — Hinduk. — Irániak. — Kaukázusiak. — Európaiak. — Középtengeriek. — Alpesiek. — Északiak. — A magyarság embertani helyzete.

BETEGSÉG ÉS EGÉSZSÉG. Irta: *Dalmady Zoltán.* 463

A betegségek okai. — Mechanikai sérülések. — A hőmérséklet mint betegségokozó. — A megfázásról. — A légnyomás, mint betegségokozó. — A fény és sugározások, mint betegségokozók. — A villamosság. — A táplálkozás hibái. — A túlerőltetés. — A mérgezések. — Maró mérgek. — Mérgezés ásványi savakkal. — Lúgmérgezések. — Szövetmérgek. — Higanymérgezés. — Ólommérgezés. — Rézmérgezés. — Arzénmérgezés. — Foszformérgezés. — Gombamérgezés. — Romlott ételek okozta mérgezések. — Kigyóméreg. — Állatok mérgei. — Vérmérgek. — Széngáz- (CO) mérgezés. — Szénsav- (CO_2) mérgezés. — Kéksav-, cian-mérgezés. — Kénhidrogénmérgezés. — Idegmérgek. — Kloroform. — Éter. — Alkohol. — Nikotin. — Ópium és morfium. — Más növényi mérgek. — Autointoxikációk. — Belső mérgezések. — A fertőzésekről. — Baktériumok. — Fertőző betegségek. — Láz. — Gennyedés. — Gyulladás. — Genyvérűség. — Orbánc. — Gyermekágyi láz. — Tüdőgyulladás. — Lépfene. — Tifusz. — Influenza. — Diftéria. — Tetanus. — Pestis. — Tuberkulózis. — Lepra. — Kolera. —

Visszatérő láz. — Kanyaró. — Himlő. — Veszettség. — Sárgaláz. — Betegségokozó élősködő állatok. — Váltóláz. — Álomkór. — Paraziták. — Élősködő állatok és növények. — Ismeretlen eredetű betegségek. — Rák. — Vérbetegségek.

VÉDEKEZÉS A BETEGSÉGEK ELLEN. Irta: *Dalmady Zoltán* 539

Védekezés a belső okból támadó betegség ellen. — Védekezés a mechanikai sérülések ellen. — Hogyan öltözködjünk. — Milyen legyen a lakás. — Védekezés a fény káros hatásaiból eredő betegségek ellen. — A táplálkozás egészségtana. — A víz. — A tej. — Növényi és állati táplálékok. — Hulladékok eltávolítása. — Védekezés a járványok ellen. — Városok építése. — Iskolák egészségtana.

HOGYAN ÉLJÜNK. Irta: *Dalmady Zoltán* 581

A HALÁL. Irta: *Dalmady Zoltán.* 593

A LELKI ÉLETRŐL. Irta: *Alexander Bernát.* 603

A lelki élet tudománya. — A lelki élet általános leirása. — Testi s lelki jelenségek. — A tudat és a tudattalan. — A tudat. — A gondolkodás és az érzelem. — Az akarat. — Az energia. — A lelki élet egysége. — A tudat elemző működése. — A tudat összetevő működése. — Az emlékezet. — A reprodukció. — A gondolkodás fejlődése. — A gondolkodás jelenségének két főosztálya. — A szemléletek világa. — A szemléletek objektiv sajátságai. — A szemléletek szubjektiv sajátságai. — Érzékcsalódások. — Az érzékszervek. — A szemléletek keletkezésének feltételei. — A szemléletek pszichológiai elemzése. — Idegen elemek. — A tiszta szemlélet elemzése. — Tér és idő. — Az érzetek. — Az elvont gondolkodás biológiai jelentősége. — Az elvont gondolkodás eljárásai. — Nyelv és gondolkodás. — Cselekvés és akarás. — Reflexmozgás és utánzás. — Az érzelem. — Esztétikai és erkölcsi érzelmek. — Az egyéniség fejlődése.

A LELKI ÉLET ABNORMITÁSAI. Irta: *Ranschburg Pál.* 725

Az érzékelés abnormitásai. — Normális és beteges illuziók. — Hallucinációk. — A gondolkodás abnormitásai. — A gondolkodás folyamának zavarai. — Kényszergondolatok és téveszmék. — Az emlékezés zavarai. — Az érzelmi élet zavarai. — Az ösztönélet abnormitásai. — Az akarat és cselekvés abnormitásai. — Beteges akaratnyilvánulások. — Gyenge akarat és szuggerálhatóság. — A pszichikus fertőzések. — A tudat rendellenes állapotai. — A szórakozottság. — A nagy hisztéria tudatzavarai. — Az öntudathasadások. — Amnézia és többszörös öntudat. — Hisztériás érzéketlenség és bénulás. — A képzelt betegségek. — A hipnózis és vele rokon tudatjelenségek. — A jellem abnormitásai. — Az abnormis hazudozók és szédelgők. — Az állhatatlanok. — A született bűntettesek. — Moral insanity. — Lángelme és abnormitás.

BETŰRENDES NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ 761

KÜLÖN MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

Oldal

1. Fiatal gorilla feje. Színes műmelléklet ... 48
2. Európai ember feje. Színes műmelléklet ... 48
3. Európai ember felszines fej- és nyakizmai. Színes műmelléklet fedőlappal ... 48
4. Fiatal gorilla felszines fej- és nyakizmai. Színes műmelléklet fedőlappal ... 48
5. Kopaszfejű csimpanz. (Anthropithecus calvus Beddard) ... 50
6. Felsőbbrendű emlős-állatok agya ... 52
7. Fonalas magoszlás szakaszai. — Emberi vékonybél metszete. — Alvadt lóvér. Színes műmelléklet ... 138
8. A gerincoszlop és a hozzá csatlakozó részek ... 170
9. Az ember csontváza ... 172
10. A fej csontváza különböző életkorokban ... 174
11. Rendes tartású női medence. Színes műmelléklet ... 176
12. Az ember izomzata ... 178
13. A csontváz és izomzat viszonya a testformához ... 178
14. A mellkas és hasüreg tartalma. Színes műmelléklet ... 180
15. Az ember érrendszere. Színes műmelléklet fedőlappal ... 182
16. Nyitott mellkas és hasüreg. Színes műmelléklet fedőlappal ... 184
17. A mellüreg tartalma. Színes műmelléklet fedőlappal ... 212
18. Megnyitott koponya és gerincoszlop. Színes műmelléklet fedőlappal ... 258
19. Az emberi agyvelő alsó felszine. Fedőlappal ... 260
20. A középidegrendszer a belőle kiinduló idegekkel ... 262
21. A fej beidegzése ... 262
22. Emberfej a nyak felső részével. — Agyvelő-metszet. Színes műmelléklet fedőlappal ... 264
23. Emberi szem. — A jobbfül hártyás labirintusa a hallóideg végződéseivel. Színes műmelléklet ... 278
24. Az idegrendszer felépítésének alapelvei ... 286
25. Az akaratlagos izommunka csökkenése egyidejűleg történő szellemi munka esetén ... 292
26. Ausztráliai őslakó fára mászik. Színes műmelléklet ... 322
27. Kőkori emberek ... 348
28. Ujzélandi maori törzsfőnök ... 356
29. Őskori emberek küzdelme a mamuttal ... 360
30. A bari négerek haditánca. Színes műmelléklet ... 396
31. Fejlődési rendellenességek. I. ... 464
32. Fejlődési rendellenességek. II. ... 464
33. Fénygyógyítás ... 480
34. Pajzsmirigy-orvosság gyógyító hatása ... 504
35. Baktériumok és a váltóláz okozói. Színes műmelléklet fedőlappal ... 518
36. A gümőkór okozta halálozás Magyarországon 1897-ben. Színes műmelléklet ... 520
37. A népesség megoszlása korcsoportok szerint ... 582
38. A táplálószerek tápláló-anyagtartalma. Színes műmelléklet ... 590
39. Magyarország összes halálozása. Színes műmelléklet ... 598

AZ EMBER

TESTI ÉS LELKI ÉLETE, EGYÉNI ÉS FAJI SAJÁTSÁGAI

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

A NEMZETI KÖNYVTÁRI KÖZPONTTÓL
NEM ADHATÓ EL!

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár



Középkori orvos dolgozószobájában. (Ifj. Teniers festménye.)

BEVEZETŐ.

A MAGYAR ismeretterjesztő irodalom eddigelé hiján volt olyan nagyobbszabású, egybefoglaló műnek, mely az ember testi és lelki életéről, fejlődéséről, az emberi nem múltjáról és jelenéről való ismereteinket, szóval *az ember természetrajzát* a lényegesekben kimerítően, de a csak a szakembert érdeklő részletek elhagyásával, tudományos színvonalon, de mégis népszerű, vonzó előadással, szemléltető elevenséggel tárja a művelt olvasóközönség elé.

Ime az első ilynemű kisérlet! Abban az irodalmi vállalatban, mely feladatául tűzte ki, hogy a kötetek egy sorában összehordja az olvasó előtt, ha csak főbb vonásaiban is, az emberi tudás összességét: nem hiányozhatnak azok az ismeretek, amiket az emberi elme évezredekre terjedő kutató munkájában, fáradhatatlan buvárkodásában magáról az emberről tudott megállapítani.

A fiatalabb tudósok egy gárdája egyesült itt, hogy kiki a maga szakmájából előadja azokat a tényeket és igazságokat, amelyeket érdemeseknek tart, hogy helyet foglaljanak a művelt laikus tudáskörében s elég érdekeseknek arra, hogy lebilincselhessék a figyelmét; s tegye ezt azzal a biztossággal és azzal a közvetetlenséggel, amelyet csakis az illető tárggyal való beható, szakszerű foglalkozás, annak teljes, önálló uralása adhat meg.

Nem kételkedünk abban, hogy ez a mű közönségünk érdeklődésének teljes mértékben részesévé lesz. Mert hiszen ha van valami, ami alkalmas és méltó arra, hogy felkeltse a művelt ember tudásvágyát s lekösse érdeklődését: úgy az ember alkotásának, életének, fejlődésének problémái azok. Mi az ember, honnan jött, hová viszi őt útja? — mind olyan kérdések, amelyek mellett csak

a fásult vagy léha ember mehet el közönyösen, amelyek maguktól feltámadnak minden gondolkodó ember lelkében. Mert e kérdések felé elménket nemcsak az az általános tudásvágy vonzza, mely az embert egy veleszületett ösztön erejével sarkalja az őt környező világ tüneményeinek, törvényszerűségeinek a megismerésére, hanem ezenfelül még más valami: az önzés egy neme, vagy mondjuk szelídebben: az önszeretet. Mert hisz ez az »ember« mi magunk vagyunk, s ha az embert tanulmányozzuk, saját lényünk mivoltát, saját életünk jelenségeit kutatjuk, annak az életnek a megnyilvánulásait, amelynek zsibongását, lüktetését ébrenlétünk minden pillanatában érezzük önnönmagunkban; mert hisz az a test, amelynek egybeállítását vizsgáljuk, nem valamely közömbös tárgya a külső természetnek, hanem az a szervezet, amelynek állapotaival szorosan egybeforrt a mi jólétünk, kellemes vagy kellemetlen érzésünk; s az a lélek, amelynek tüneményeit elemezzük, azonos a mi énünkkel, a mi belső világunkkal, azzal, ami reánk nézve voltaképen az egyedüli valódi realitás, mert minden egyebet, ezt az egész színes világot csak annyiban ismerjük, amennyiben visszatükröződik ebben a lélekben.

S az egoizmus egy más irányban még fokozottabb ösztönzést nyujt az ember vizsgálatára. Az ember természetét megismernünk nemcsak elméleti szempontból érdekes, hanem gyakorlati szempontból okvetetlen szükséges is, mert csak az ép szervezet alkotásának és működésének a megismerése alapján lehet reményünk arra, hogy megértjük az emberi élet ellenségeinek: az ember jólétét és életét fenyegető betegségeknek mivoltát s ezen az alapon meg is találjuk azután a betegségek elhárításának és meggyógyításának eszközeit. Ismernünk kell a rendes emberi élet mechanizmusát, az ember természetét, ha meg akarjuk állapítani az észszerű életmód törvényeit. Igy az ember megismeréséből ezer és ezer gyakorlati haszon háramlik az emberre, amelyek révén életét derültebbé, kényelmesebbé és hosszabbá tudja alakítani. Ez a kapcsolat az orvostudomány s az emberről szóló tan között megvolt mindig; a beteg ember gyógyításának, az egészség biztosításának célzata volt első rugója az ember tanulmányozásának, s az emberi tudás gyermekkorától napjainkig leginkább az orvosok vitték előre az emberről való ismereteinket.

E szempontból mondhatnók, hogy az ember természetének kutatása nemcsak legnemesebb kedvtelése, hanem szinte kötelessége is az embernek, s mélységes igazságot fejez ki Goethe, midőn »Wahlverwandschaften« című regényében egy helyen azt mondja, hogy »habár mindenki azzal foglalkozhat, ami vonzza, amiben örömét leli, amit hasznosnak vél: az emberiség tanulmányainak legfőbb tárgya mégis maga az ember kell hogy legyen.«

S csodálatos! Ha az emberi ismeretek haladásának s a kultúra fejlődésének történetét kutatjuk s különösen az ó- és középkor felé fordítjuk tekintetünket, mégis az a sajátságos tény tárul elénk, hogy az ember sokáig úgyszólván mostoha gyermeke volt a kutatásnak s hogy az ismereteknek ez az oldala évezredekig nagyon is elmaradt az egyéb téren való haladásokkal szemben. Amit az emberről tudunk, az javarészében az utolsó századok vívmánya.

A klasszikus ókor, mely a költészet, a képzőművészetek terén oly remek alkotásokat tudott teremteni, melynek történetírói, jogtudósai ma is bámulatunk

tárgyai : az ember természetének felismerésében az első lépéseknél nem tudott tovább jutni. Legalább is elmondhatjuk, hogy az ókor ismeretkörének ez az oldala távolról sem áll arányban nagy haladottságával a kulturális élet sok más terén.

S ennek több oka van. Egyik oka egy igen egyszerű, technikai körülményben rejlik. Az ember megismerésében az első, alapvető lépés az emberi test alkotásának a tanulmányozása kell hogy legyen ; ennek pedig csak egy módja van : a holttestek felboncolása. Az ókorban, habár se törvény, se határozott vallási dogma nem tiltotta a boncolást, mellőzték a vizsgálódásnak ezt az egyedül célhozvezető útját ; a vallási míthoszokban gyökerező babonás félelem és a kegyelet lehettek azok az érzések, amelyek visszariasztották még a legnagyobb természettudósokat is attól, hogy kutató kézzel hozzányuljanak az emberi tetemhez. Vannak ugyan híreink arról, hogy Alexandriában, az ottani híres orvosi egyetemen, melyet I. Ptolomaeus alapított s melynek fénykora a Krisztus előtti III. századra esik, végeztek már boncolásokat, s különösen Herophilost és Erasistratost említik mint olyanokat, akik vizsgálataikban felhasználták ezt az eljárást ; de bizonyos, hogy ezek csak elszigetelt esetek voltak s általánosabban a boncolást mint a tudományos vizsgálódás módszerét nem üzték. Tudjuk például, hogy az ókor legnagyobb természettudósa és orvosa, Galenus (Kr. u. a II. században), akivel korra és jelentőségre nézve betetőződik az ókornak az ép és beteg emberről való tudása : embert sohasem boncolt s anatómiája csak az emberhez közel álló állatok, különösen majmok felboncolásán alapul.

Egy másik tényező, amelyből megmagyarázhatjuk az ókor csekély haladásait az ember természetének a megismerésében, már általánosabb természetű, mélyebben gyökerező : az ókori népeknek inkább bölcselkedő, elmélkedő iránya az. A görög nem volt gyakorlati nép. Egész tehetsége a művészet kultuszára, a szépirodalom művelésére s a vizsgálódásnak a szépirodalommal leginkább rokon oldalára : a bölcselkedésre utalta e népet. A technikai irány, a természettudományi gondolkozás nem felelt meg annyira a természetének. A szabatos megfigyeléshez nem volt meg a görög embernek a higgadt, gyakorlati gondolkozása s a türelme sem ; magas szárnyalású, költői, a szép kultuszával betelt lelke nem győzte bevárni azt az időt, amikor a tapasztalati tények elég nagy sokaságát hordták már össze arra, hogy ezeknek az alapján megbízható, összefüggő képet alkothasson magának a makro- és mikrokozmoszról : a világegyetemről és az emberi lét törvényeiről és mivoltáról ; tények, pozitív ismeretek hiján is megalkotta magának a képzelet, a költői invenció, a puszta okoskodás eszközeivel a maga felfogását a lét alapkérdéseiről.

Az antik világgal e tekintetben szembeállíthatjuk a mi korunkat, melynek egyik legnagyobb vívmánya annak az egyszerű igazságnak a felismerése, hogy a kutatásban csak az indukció, a tapasztalat vezet célhoz ; hogy a természet megismerésében a legfőbb dolog a pontos és sokoldalú észlelés, a tényeknek megbízható, csalódásokat kizáró megfigyelése, lehetőleg tökéletes eszközökkel, szabatos módszerekkel ; ha a tények megvannak elegendő számmal, jóformán maguktól leszűrődnek belőlük az általános igazságok, a tágabb körű felismerések.

Még nincs is olyan régen, hogy gyökeret vert az emberiség tudatában ez a felfogás. Nagy érdeme van ebben Baconnak, a XVII. század nagy angol

tudósának, ki műveiben nem szűnt meg az empiria fontosságát hangoztatni, az orvostudomány terén Paracelsusnak, s kivált a XVIII. század francia filozófusainak. A múlt század első felében Németországban e tekintetben roppant visszaesést észlelünk; az úgynevezett »természetbölcseleti« irány üres szószaporításaival, meddő okoskodásaival meg tudta ugyan egy időre téveszteni az emberiséget, de végre is győzött a józan ész s mai nap általános már az a meggyőződés, hogy a természet s az emberi lét megismerését üres filozofálással, nagyképű homályos frázisokkal előrevinni nem lehet, hanem hogy ezen a téren csakis a tényeknek s a tényekből levont helyes következtetéseknek van jogosultságuk.

Visszatérve az ókorra, mégis el kell ismernünk, hogy ennek az emberről való felfogásában, bármilyen fogyatékos is volt az a maga egészében, volt egy egészséges vonás, mely később elveszett. S ez annak a tudata, annak a hallgatag elismerése, hogy az ember, bármily magas polcra helyezik is őt értelmi tehetségei, mégis csak tagja az állatországnak. Az ókor a földet magát a Ptolomaeusféle rendszerben a világ központjává avatta, azzá a centrummá, mely körül kering a nagy mindenség; de ezen a földön az embert belesorozta az állatvilág közösségébe. Ez a felfogás szólal meg abban, midőn Aristoteles az embert »zóon politikon«-nak, *társas állatnak* nevezi, ez a felfogás volt annak az alapja, hogy az emberi test szerkezetének és működésének megismerésére a régi tudósok jóformán nem is tartották szükségesnek magának az emberi testnek a belső megvizsgálását, hanem beérték az emberhez közel álló állatok boncolásával.

A középkorban ezzel szemben nagy visszaesést tapasztalunk. Az emberiség egy eszmekör hipnózisában áll; e kor az embert szédítően magas talapzatra, az egész természet fölé helyezi, s ezzel teljesen elveszti a helyes mértéket a megítélésére. Még Cartesius, ez a nagy elme se tudja kivonni magát e felfogás uralma alól; sőt talán éppen nála találjuk meg ennek a világnézetnek legintranzigensebb kifejezését. Csak az embernek van lelke; az állatok, még a legmagasabbrendűek is, csak automaták, gépek, amelyek az ösztön vak törvényeinek hódolva, egy felhúzott óramű módjára végzik életműködéseiket; cselekedeteik hasonlatossága az ember öntudatos működéseivel csak látszat.

A XVI. században, a reneszánsz, az emberi szellem általános újjászületése korában lassan bontakozni kezd az a homály, mely az ember természetét, testi és lelki életének rejtvényeit környezi. Az emberi szellem, mintegy felocsudva évezredes bénultságából, vidám életkedvvel bontja ki szárnyát s bátran, elfogulatlanul, az előítéletektől ment megfigyelés üdeségével lát egyebek közt az ember tanulmányozásához is. Az emberi szervezet a kutatás szempontjából éppen olyan tárgyává lesz a természetnek, mint minden egyéb az ember környezetében: olyan valamivé, amit éppen oly tárgyilagosan, éppen oly alaposan kell megvizsgálni, mint a szerves és szervetlen világ egyéb tárgyait és tüneményeit. A tekintélybe vetett korlátlan bizalom egy csapásra megrendül s jogaiba lép az önálló megfigyelés.

S valamint az emberről szóló tudományok közt az első, a legelemibb az, amely az emberi test összetételét, felépítését kutatja: azonképen az újabb kor küszöbén, mint az ismeretek ezen terén a tudományos újjászületés első nagy alakját, ott találjuk a nagy anatómust, az emberi test első nagy felkutatóját,

a modern *anatómia* megalapítóját, *Vesaliust*, a nagy belga tudóst (1515—1564). Az ő tudományos egyéniségében az újabb kor kutatását jellemző szellemet mintegy programmszerűen megtestesülve látjuk. Hatalmas munka-zsení, virtuóza a munkabírásnak, a szédítően gyors s emellett alapos dolgozásnak; nem az elmélkedés, a régi könyvekben való interpretáló elmerülés, hanem a tettek, a tények embere; igazi modern megfigyelő és tudós. Zsenge ifjúkorától kezdve egy rögeszmétől megszállott fanatizmusával veti magát az emberi test felboncolására, átkutatására, legyőzve azokat az óriási akadályokat, amik ebben útjában állanak, temetőkből, vesztőhelyekről szerezve vizsgálatainak anyagát, lopva, rejtekhelyeken végezve vizsgálatait, legyőzve az utálatot, az iszonyatot, kitéve magát nemcsak a fertőzéseknek, hanem embertársai megvetésének és üldözésének is, odadobva áldozatul önfeláldozó készséggel a tudomány haladásának egész ifjúságát.

Vesalius nem a meglepő eszmék, nem a fantázia embere; ami benne leginkább megragadja a szemlélőt, az a korát megelőző, modern irány, az az egészséges merészség, amellyel hozzálát az emberi test elfogulatlan, önálló felkutatásához, fittyet hányva azoknak a bizarr tudákossággal, idézetekkel és kicsinyes elmélkedésekkel túlhalmozott, de a lényegesekben felületes, középkorias traktátusoknak, amelyek kitették akkor a tudományos irodalmat. Bámulatos, milyen józan megfigyelő, milyen ügyesen tudja észleleteit leírni és csoportosítani. Mintha egy világ választaná el az ő gondolkozását, szellemének irányát kortársaiétól.



1. ábra. Vesalius András. (1515—1564.)

Csak mikor huszonötéves korában hozzálát ahhoz, hogy szakadatlan vizsgálódásainak eredményeit nagyobb műben foglalja össze, találja magát szemben azzal a szükségszerűséggel, hogy behatóbb irodalmi tanulmányokat is végezzen. S ebben is nagynak, kiválónak bizonyul. Meglepődéssel ismeri fel azt a senkitől se gyanított



2. ábra. Fallopia Gábor. (1523—1562.)

tényt, hogy Galenus, a legnagyobb tekintély az anatómia terén, akinek mindent felülmúló nagysága előtt különben tisztelettel hajol meg ő maga is, soha embert nem boncolhatott — ami különben műveiben sehol sincs megemlítve — s így anatómiája, amelyre mint alapra támaszkodott a középkor orvostudománya, a majmokra, de nem az emberre vonatkozik. Egy percig sem habozik, hogy erre nyilvánosan rámutasson s állítását bebizonyítsa, nem törődve azzal, hogy ezáltal bizonyára maga ellen zúdítja a maradi céhbeli tudósok, Galenus vak hívőinek légióját. Huszonnyolc éves, midőn megjelenik hatalmas, kétkötetes nagy műve »De humani corporis fabrica« (1543), mely már a benne lerakott új adatok óriási mennyiségével is bámulatunkat kelti, különösen ha számba vesszük a szerző fiatalságát. E műben Vesalius teljesen a maga önálló megfigyelései, vizsgálódásai alapján leírja az emberi testet, minden egyes részletében, bőven, természethű rajzokkal érzékítve leírásait; minden sora új dolgokat hoz; első komolyan számbavehető, összefüggő leírása ez az emberi testnek s egyúttal kitünő, művészies illusztrációi révén az első anatómiai atlasz is.

S a műnek roppant hatása van; ellenségei támadnak ugyan nagy számmal, de még több lelkes híve, bámulója, követője. Galenus tekintélye egy csapásra szétfoszlik az anatómiában, trónjára őt többé visszahelyezni nem lehet. De vége szakad e téren a tekintély hatalmának általában; a régi könyvek végnélküli interpretálása lejárja magát, s az emberről szóló tudományban a kutatás módszere az önálló megfigyelés, az ismeretek forrása maga az ember lesz.

Vesaliushoz az anatómiai kutatásban csakhamar jeles társak csatlakoznak s ezek közös munkálkodása révén az úgynevezett »durva« anatómia, vagyis az emberi test szabad szemmel látható alakbeli viszonyainak tana rövid félszázad leforgása múlva mint főbb vonásaiban kész tudomány áll előttünk. Az anatómia e klasszikus korának legkimagaslóbb alakjai Vesalius mellett *Fallopia* (1523—1562) és *Eustacchi* († 1574), mindketten a reneszánsz bölcsőjének, Olaszországnak a fiai. Ép oly nagy anatómusok mint Vesalius, sőt a részletek kutatásának művészetében s alaposság dolgában talán még túltesznek rajta; de érdemeik mégsem vethetők egybe a nagy kezdeményező érdemeivel, mert ez semmiből teremtett egy világot s megmutatta az utat és irányt, melyben a tudománynak haladnia kell, míg ők már a járt útnak kényelmét, a meglevő példa útmutatását élvezték.

Az anatómia fejlődése szempontjából egy korszak se hasonlítható össze a XVI. századdal. Ez a tudomány, amely abécéje az ember megismerésének, bámulatosan haladott állapotban került ki ebből a századból, s mondhatjuk, hogy

csak két fejezetében maradt lényegesebb tennivaló. Az egyik a nyirokérrendszer anatómiája, melynek felderítése a XVII. század elévülhetetlen érdeme (Pequet 1647, Rudbeck 1651, Bartholin 1652), s a másik az idegrendszer, különösen a periferikus idegek durvább, makroszkópiai anatómiája: ezzel soká késett a kutatás s még a múlt század első felében is lehetett e téren nagyobbszabású felfedezéseket tenni.

De azért ne higyjük, hogy a tiszta, úgynevezett »leíró« anatómia mai nap már teljesen befejezett tudomány volna. Igaz, hogy a főbb dolgok már régóta meg vannak állapítva: de a részletekben még sok apróság vár bővebb megvilágításra, oly részletek, amelyeket egy előző kor nem tartott érdemeseknek a tüzetesebb megfigyelésre s leírásra, de amelyeket egy későbbi korszak mind alaposabb, mind behatóbb kutatása figyelmének körébe von. Ebben az értelemben a leíró anatómia nemcsak hogy nagyban haladt még a XIX-ik században is, de még mindig fejlődő, bővülő tudomány s nyilván az is fog maradni sokáig.

* * *

De vajjon csakugyan ismerjük-e az ember alkotását, életműszereinek szerkezetét, ha a legapróbb részletekig is felkutattuk, leírtuk, lerajzoltuk mindazt, amit a szervezet külsejének és belső részeinek szabad szemmel való megtekintésekor elénk tár? Végét éri-e a természetnek alakító, formabeli változatosságot teremtő ereje azon a ponton, ahol szemünk a test részleteit egynemüeknek kezdi látni?

Nem lehet biztosan megmondani, vajjon volt-e már a régieknek sejtelmük arról, hogy a szabad szemmel láthatókon túl még egy egész világa van az alakulásnak. Fennmaradt műveik nem nyujtanak erről útmutatást, mert a Leukippos, Demokritos és más görög természetbölcselők atómjai, a filozófiai elmélkedés ez absztrakt szüleményei, más szempont alá esnek. De valószínűnek kell tartanunk, hogy akadt köztük is már gondolkodó fő, akiben megfogamzott az a gondolat, hogy azon kívül, amit a két szemünk fel tud ismerni, van még ezer és ezer olyan dolog, ami szintén létezik, de ami kicsinysége miatt nem juthat látásunk körébe.

Hiszen már egy egyszerű, köznapi tapasztalat is reá kell hogy vezessen erre. Szobánk levegőjét tisztának látjuk; de ime, az ablakon át, a lebocsátott függöny széle mellett egy napsugár tör be a szobába s e sugárban ezer és ezer apró porszem járja táncát. Világos, hogy e porszemek már annak előtte is ott voltak s hogy a szoba levegője egyebütt is tele van ilyenekkel, csak nem látjuk e szemecskék miriádjait szemünk fogyatékossága miatt mindaddig, míg a rendkívül erős megvilágítás egy időre — míg lebegő mozgásukban a sugár területén haladnak — ki nem emeli őket a láthatatlanság éjjeléből.

Az emberi ismeretek történetében kétségtelenül a legsarkalatosabb mozzanatok egyike a *mikroszkópium* felfedezése. Az emberiség ezzel jóformán olyan operáción ment keresztül, mint az a születése óta félig-meddig vak ember, kinek szeméről az orvos jótékony keze eltávolítja a hályogot s ki előtt az a világ, mely neki addig csak a világosság és homály egyhangú, szürke válta-

kozása volt, hirtelen megtelik szinekkel s a részletek változatosságával. Valóban egy új világot tárt fel a mikroszkópium a kutató ember szeme előtt, melyről azelőtt sejtelme sem volt; a víz, a föld, a levegő, benépesült az addig nem is gyanított apró lények, a protozoák, az ázalékállatok, a baktériumok s más bonyolúltabb lények sokaságával s lehullt a lepel a már addig ismert organizmusok valódi belső alkotásáról, szerkezetük ezer és ezer addig ismeretlen apró részletéről, elemi egybeállításukról is. Kiderült, hogy a szerves lényeken s így az emberen is az alakbeli részletek láncolata a maga teljes bőségében tovább folytatódik azon a véletlen korláton túl, melyet szemünk látóélességének a határai szabnak meg.

A tudomány története a mikroszkópium feltalálása idejéül a XVII. század elejét jelöli meg. Még ma sincs eldöntve, hogy kit illet meg felfedezésének a dicsősége: a két hollandus Janssent (1590), a hollandus Drebbelt (1621), vagy az olasz Galileit (1610), a teleszkópium feltalálóját-e? De bizonyos, hogy az emberiség nem ismerte fel mindjárt e nagy technikai vívmány teljes jelentőségét, sőt hogy évszázadok teltek bele, míg a mikroszkópium a természetvizsgálás eszközei között elfoglalhatta az őt megillető helyet. Persze ebben sok része van annak, hogy az első mikroszkópiumok (helyesebben lupék) vajmi tökéletlenek voltak, de már a XVII-dik század második felében a mikroszkópiumok száznyolcvanszoros nagyítást adtak, amivel már igen sokat lehet látni. Csakhogy nem aknázták ki kellőképen az új műszert. A XVII. században különösen két tudós szerzett érdemeket a mikroszkópiumos vizsgálódás terén: *Leeuwenhoek* (1632—1723) és *Malpighi* (1628—1694). Amabban teljesen az autodidakta példája áll előttünk; mint egy amsterdami posztókereskedés segédje kezdte pályáját, de nemsokára búcsút mondva e prózai foglalkozásnak, teljesen a természettudományok kultuszának szentelte magát. Ő fedezte fel többek közt az infuzóriumokat. Tervszerűbben, nagyobb sikerrel használta ki az új műszert Malpighi, a nagy olasz anatómus, kinek a botanika terén is igen kiváló érdemei vannak. Felfedezései közül legnevezetesebb a vérsejtek s a hajszálerek felfedezése, amely utóbbi azért olyan fontos, mert ezzel Harveynak a vérkeringésről szóló tana végső kiegészítését nyerte. A két jeles tudósnak mind több és több követője akadt a XVII. s még inkább a XVIII. században, de valóságos, összefüggő tudománnyá a szerves lények mikroszkópiumi szerkezetéről szóló tan csak a XIX. században alakulhatott, még pedig két tényezőnek a hatása alatt. Az egyik a mikroszkópiumnak e században, különösen annak a második felében végbemenő bámulatos tökéletesedése, mely 1816-ban Fraunhofer akromatikus mikroszkópiumjával indult meg, a másik meg a sejtelmélet felállítása.



3. ábra. Leeuwenhoek Antal. (1632—1723.)

Még a XIX. század első évtizedeiben csak összefüggés nélküli, rendszertelen tények halmaza volt az, amit az ember, állat és növény mikroszkópiumi alkotásáról tudtak. Az egyesítő kapcsot e töredékek közt a század negyedik évtizede hozta meg annak a felismerésével, hogy minden szerves lény organizmusa többé-kevésbbé egyforma alakelemekből, lágy anyagból álló apró testecskékből épül fel. Már egyes régibb szerzők (Malpighi, Hooke) is látták e testecskéket, amelyeket most, nem egészen helyesen, sejteknek neveztek el, de a jelentőségüket nem ismerték fel. Ma tudjuk, hogy a sejt olyan alapeleme a szervezetnek, mint a tégla a falaknak. Eleinte, a fejlődés korai szakában e hasonlat sokkal reáillőbb, mert a sejtek meglehetősen egyformák s közvetlenül egymás mellett fekszenek; később egy részük fonalakká, rostokká, érhálózatokká stb. idomul át, más részük meg alaktalan tömeggé olvad egybe s így a sejtekből való összetétel elve gyakran mintha elmosódnék; de azért minden, ami az organizmusban van, sejtekre vezethető vissza, annál is inkább, minthogy visszafelé követve a szerves lények képződését, fejlődésük kezdőpontján mindenütt egyetlen egy sejtet találunk, a »petesejt«-et. A német tudomány méltán tulajdoníthatja magának a sejtelmélet megalapításának az érdemét. Előbb a növényországon, s két évvel reá az állatországon fejtették ki ezt az elméletet, mind a kettőn német ember: az előbbin *Schleiden* (1837), az utóbbin *Schwann* (1839). Az a kis füzet, melyben Schwann (1810—1882) számos önálló megfigyelés alapján kimondja, hogy az állatok s az ember teste sejtekből van összetéve, hogy ezek a valódi alakelemei a szerves világnak, korszakos jelentőségűvé vált a biológiában vagyis az élőlényekről szóló tudományban. Ez a füzet egyszerre tudománnyá avatta a *szövettant*, mintegy varázsütésre összefüggő tudáskörré kapcsolta egybe a már akkor meglevő szövettani észleletek összefüggéstelen sorozatát, a megértés egy eredményes elvét vitte bele ebbe az ismeretkörbe s ezzel megindítójává lett annak a nagyszerű fejlődésnek, melynek eredményekép a szövettan ma már mint a befejezéstől ugyan még távol álló, de nagyterjedelmű, bámulatosan gazdag tudomány áll előttünk. Most látjuk csak, hogy az emberiség a mikroszkópia térfoglalása előtt a szerves lények szerkezetéből mennyire csak a durvább körvonalakat ismerte. A szövettan az anatómiának



4. ábra. Malpighi Marcello. (1628—1694.)



5. ábra. Schwann Tivadar. (1810—1882.)

hatalmas kibővítését jelenti: de az anatómián kívül hasznát látta e tudománynak a fiziológia is, mely a sejtek tanával új alapot nyert, s hasonlóképen a kórtan, a betegségekről szóló tudomány is, melynek gondolatkörébe a szövettan s a sejtelmélet Virchow Rudolf »cellularis pathologiá«-jával ünnepelte fényes bevonulását.

* * *

Az anatómia és szövettan voltaképen egy tudomány: mind a kettőnek egy a tárgya s egy a feladata: a kifejlődött emberi és állati test szerkezetének, durvább és finomabb egybeállításának a leírása. E tudományok révén annyira jutottunk, hogy teljes bepillantásunk van az emberi organizmus felépítésébe.

Természetes kiegészítő része e közös tudománynak a *fejlődéstan* vagy embriológia. Ez az ember és állatok fokozatos kialakulását kutatja az egyszerű petesejttől a haladás emelkedő fokozatain keresztül a kifejlődött állapotig.



6. ábra. Baer Károly Ernő. (1792—1876.)

Ez a tudomány a maga teljességében a XIX. század vívmánya. Amit azelőtt a fejlődésről tudtak, csak egy pár összefüggéstelen tény, néhány töredékes, tapogatódzó észlelet volt. S ennek nem az érdeklődés hiánya volt az oka, mert kit ne ragadna meg az a kérdés, hogy az ember szervezete mikép alakul olyanná, amilyennek kifejlődött állapotában látjuk, miképen bontakozik ki egyszerűbb alapokból a későbbi szövevényes mikrokozmosz, — hanem az a körülmény, hogy hiányoztak ennek a tudománynak az eredményes ápolásához és fejlesztéséhez a kellő technikai módszerek. A fejlődéstan története legmeggyőzőbben tanusítja, hogy a természettudományok haladásában mily elsőrangú fontossága van a módszerek tökéletesedésének. A fejlődéstan, anyagának apró méretei miatt, legnagyobbrészt a mikroszkópia körébe vág. Ámde itt a mikroszkópiummal egymagában még nem érünk célt. Az apró embriót nagyító alá téve, külső idomáról tudomást szerezhetünk ugyan, de a testidom fejlődése csak egy igen kis fejezete az embriológiának; a legfontosabb kérdés itt az, hogy miképen rendezkednek el az embrió belsejében a mindinkább szaporodó elemek, miképen alkotják sajátlagos csoportosulásuk útján a belső szerveket. E kérdésekhez pedig csak egy szövevényes technikának az alkalmazásával férkőzhetünk. Az embriót meg kell keményítenünk alkohollal vagy mással, hogy azután külön e célra szolgáló metsző-gépeinkkel a milliméter néhány ezredrészét kitevő szeletek sorozatára bonthassuk szét; e szeleteket a részletek élénkebb kiemelése céljából festékekkel kell kezelnünk: szóval teljesen ki kell aknáznunk az úgynevezett szövettani technikát, megtoldva azt még a fejlődéstannak egyes saját technikai eljárásaival, amilyen például az úgynevezett viasz-rekonstrukció

módszere, mely a finom metszetekből viaszlemezekre viszi át a fejlődő testrész vagy szerv nagyított körvonalait, s kivágva, egymás fölé tornyosítva és összeolvasztva e viasz-szilhuetteket, felépíti belőlük a fejlődő és fejlődésében a kutatás tárgyát tevő rész nagyított, plasztikus képét.

A szövettanban e modern bonyolódott technika nélkül is sokat lehetett már a mikroszkópium segítségével felkutatni, de a fejlődéstanban máshogy áll az ügy: ennek a haladása teljesen egybe van forrva a mikrotechnika kialakulásával s ezzel szigorúan lépést tartott.



7. ábra. His Vilmos. (1831—1904.)

Végigtekintve a fejlődéstan történetén, ép úgy mint a szövettanban, itt is el kell ismernünk, hogy nem jogosulatlan a németek azon önérzetes állítása, hogy ez a tudomány egészen a germán szellemnek a terméke. Csaknem egyedül német tudósok vetették meg e nagyérdekű tudomány alapjait s azontúl is ők voltak legeredményesebb továbbfejlesztői; napjainkban is ők vezetnek még a kutatásnak ezen most már nemzetközivé vált területén.



8. ábra. Mihálkovics Géza. (1844—1899.)

A fejlődéstan tulajdonképeni apjának az Oroszországban élt, de német származású *Baer* (1792—1876) tekinthető; mélyreható művei megindították e téren a múlt század első felében a haladást s azóta nagy arányokban, számos tudományos mű és folyóirat hasábjain, az összes művelt népek tudósainak vállvetett közreműködésével folyik a serény kutató munka e tudományban. Büszkék lehetünk arra, hogy e munkából a mi tudósaink is kivették és kiveszik a maguk részüket, s itt különösen *Mihálkovics* Géza (1844—1899) neve emelendő ki, aki az agyvelő, a nemi szervek s az orrüreg fejlődéséről írt műveivel kiváló érdemeket szerzett magának e téren.

A fejlődéstan egész természete szerint összehasonlító tudomány; anyagát az állatország egész köre teszi. Csak az utóbbi évtizedekben alakult ki, különösen *His* (1831—

1904), egy kiváló svájci tudós munkálkodása alapján, a fejlődéstan tág területéből külön kis fejezetként az ember speciális embriológiája.

A legutóbbi két évtized a fejlődéstan körét egy teljesen új ágazattal: az oknyomozó (causalis) fejlődéstannal gazdagította. Ez a fejezet, mely rövid pár év alatt máris terjedelmes tudománnyá bővült, a fejlődés folyamatát nemcsak az egyszerűen regisztráló leírás módján veszi szemügyre, hanem a fejlődés mechanizmusában érvényesülő erők hatásmódjába, a fejlődés egyes mozzanatainak legközelebbi okaiba igyekszik bepillantást nyerni. Kétségtelen, hogy a fejlődés előre megszabott végcéljának elérésében bizonyos reális mechanizmusra, a fizikai és kémiai erők célirányos alkalmazására szorul. Ezt a mechanizmust kívánja ez az új tudomány megvilágítani és tudásunk körébe vonni. A legmélyebb kérdéseket ez az irányzat nem érinti; mert az a probléma, hogy mi a fejlődés tulajdonképeni oka, mi szabja meg annak sajátlagos irányát és végcélját: nem esik e tudomány körébe, mely úgyszólván csak az előre meghatározott terv szerint lebonyolódó fejlődés technikáját s az ebben közvetetlenül szereplő erőket vizsgálja. Legnevezetesebb módszere az oknyomozó fejlődéstannak a kisérletezés, az embrió fejlődésének a rendes iránytól való mesterséges eltérítése, aminek gyakran meglepő eredményei következtetéseket engednek a rendes fejlődés tényezőire is. Ez új tudomány munkásai közt újabban az első helyet foglalják el az amerikai tudósok; aminthogy egyáltalában Amerika a természettudományok ápolása és fejlesztése körül újabban nagyszerű haladásokkal lepi meg a világot. Egyes tudományágakban, mint pl. a paleontológiában máris vezető szerepűek az amerikai tudósok s e tudományokhoz most a kisérleti morfológia is járul.

* * *

Azokat a tudományokat, amelyekről eddig volt szó: az anatómiát, szövettant, fejlődéstant s hozzá még az összehasonlító anatómiát *morfológiai* (μορφή, alak) tudományoknak nevezzük, mert az emberi és állati test alakbeli viszonyaival s ezek fejlődésével foglalkoznak. E tudományok a testet olyan módon veszik szemügyre, mint ahogy a növendék gépészmérnököknek tanáraik a gépek alkotórészeit, belső felépítésüket magyarázzák el, egyelőre tekintet nélkül a működésükre. De a főcél itt is, ott is a működés megértése, a biológiában azé a működésé, amelynek az összességét *élet*-nek nevezzük. Azt a tudományt, amely a szervezetet már nem mint valami merev, nyugvó gépezetet veszi szemügyre, hanem azt vizsgálja, hogy a gépezet kerekei hogyan forognak, mikép kapcsolódik egybe a mozgásuk harmonikus, célszerű működéssé, vagyis hogy a test részei, szervei mikép szerepelnek az élet forgalmában: *élettannak* vagy *fiziológiának* nevezzük.

Régente ez a két tudomány: a morfológia és a fiziológia nem igen volt különválasztva egymástól. A testet igazában csakis a működés szempontjából tekintették; ennek a szempontnak rendelték alá az anatómiai szerkezet kérdését is, amelyben csak eszközt láttak a működés megértéséhez. A benső kapcsolat a két tudomány között kétségtelenül megvan ma is, mert hisz egyfelől az anatómia tényei jórészt olyanok, hogy már magukban hordják a megoldást

a működés kérdésében is, másfelől meg a fiziológia lépten-nyomon az anatómiára van utalva : ennek beható ismerete nélkül a fiziológus nem is nyúlhat a szervek működésének kérdéséhez.

Ez a szoros kapcsolat e két tudomány közt megnyilvánul a fiziológia történetében is s ennek különösen abban a tényében, hogy a fiziológia kivált fejlődése első szakában együtt haladt az anatómia fejlődésével.

A régieknek, ahogy az anatómia terén, azonképen a fiziológia területén is vajmi fogyatékosak voltak az ismereteik. Az emberi test működéséről ugyancsak félszeg nézetekkel találkozunk náluk s különösen hiányos volt a tudásuk az idegek szerepéről s a vérkeringésről. Ennek a megvilágítására megemlítjük, hogy felfogásuk a verőerekről az volt, hogy ezekben nem is vér kering, hanem valami gáz-fajta, amit »pneumá«-nak neveztek. Ez a pneuma egyáltalában nagy szereplésű a régiek fiziológiai nézeteiben ; Galenus háromféle pneumát különböztet meg : pneuma psychicumot, mely az agyvelőben tanyázik s innen kormányozza a test érzéseit és mozgásait ; pneuma zooticumot, mely a szív bal felében székel s belejutva innen a verőerekbe, ezek útján átjárja s felmelegíti az egész testet ; s pneuma physicumot, melynek a máj a rezidenciája s mely innen intézi a szervezet táplálkozását. Pedig Galenus nézeteiben már jelentékeny haladás nyilvánul meg kivált az idegrendszer tekintetében előzőivel, különösen Hippokratessel és Aristotelessel szemben, akik például az agyvelőt csupán csak mirígyszerű, nedvességelválasztó szervnek tartották, melynek nem volna egyéb rendeltetése, mint hogy lehűtse a szívből feléje áramló meleg gőzöket.

A fentebb mondottak után természetes, hogy az anatómia nagyszerű haladásai a XVI. században haladásai voltak egyúttal a fiziológiának is, mert a tudósok, midőn leírták pontosan az addig ismeretlen anatómiai viszonyokat, nem késtek azzal, hogy levonják ezekből azokat a fiziológiai következtetéseket is, amelyek mintegy önként folynak belőlük.

Az emberi test működéséről szóló tudomány hatalmas lendületet vett a XVII. század első felében a *vérkeringés felfedezésével.* Alapjában véve a vérkeringés tana csak egy fejezete a fiziológiának, de ez a fejezet olyan nagyjelentőségű, a vérkeringés kérdése olyannyira összefonódik a test működéseinek csaknem valamennyi oldalával, hogy ez a felfedezés nem maradhatott hatás nélkül a fiziológia egész területének a haladására sem, s teljesen megokolt, hogy a fiziológusok tudományuk történetében az 1628-as évet, a felfedezés közzétételének esztendejét a fiziológia egyik fordulópontjának tekintik s *Harveyt* (1578—1657), a vérkeringés felfedezőjét, az élettan egyik megalapítója gyanánt ünneplik.

Szinte meglepő, hogy azt az egyszerű tényt, amelyet mai nap már jóformán minden iskolás gyermek tud : hogy a szív szertehajtja a vért az ereken át a testben s a vér végül ismét visszatér ugyancsak az ereken át a szívbe, aránylag ilyen későn, annyi viszontagság után ösmerte fel az emberi elme. Ámde megértjük ezt abból, hogy a régieknek a vérkeringésről teljesen hibás nézetük volt, melyet boncolások híján inkább csak elméletileg alkottak meg maguknak, s hogy a középkorban nem éltek eléggé e kérdésre nézve az önálló vizsgálódás

eszközével, hanem magával az emberi testtel szemben a legnagyobb közönyt s felületességet tanusítva, beérték a régi könyvek tanulmányozásával s az ott előadottak kritika nélkül való elfogadásával.

A XVI. század nagy anatómiai felfedezései, továbbá az elfogulatlan, szabatos vizsgálódásnak az a példája, amelyet e kornak nagy mesterei, Vesalius és mások adtak, előkészítette a talajt a vérkeringés felfedezésére. Anélkül, hogy *Harvey* nagy érdemeit és kimagasló tudományos egyéniségének korszakos jelentőségét kétségbe akarnók vonni, mégis azt kell mondanunk, hogy bizonyára a kitünő angol tudós nélkül is csakhamar tisztázódott volna a vérkeringés kérdése. Mert ez a kérdés azok közé a fiziológiai problémák közé tartozik, amelyekre nézve a megoldás már az anatómiai viszonyokból leolvasható. Hisz Harveyban is anatómiai tanulmányai közben, midőn mint ifjú orvosnövendék Páduában mesterétől, Fabriciustól a vénák billentyűit hallotta elmagyarázni, fogamzott meg felfedezésének az eszméje. S Harvey idejében az anatómiai tények láncolata a vérkeringés összefüggő képének a megalkotására már nagyjában készen állott; csak még egy szem hiányzott e sorozatból: a verőerek végei s a vénák gyökerei közé iktatott hajszálerek ismerete, mellyel csak néhány évtizeddel Harvey művének megjelenése után ajándékozták meg a tudományt Malpighi és Leeuwenhoek. De ez olyan részlet, amely nem éppen döntő a kérdésben, olyan, amely nélkül a vérkeringés nagyon jól elképzelhető, amint azt Harvey példája is mutatja. Harvey nagy érdeme még felfedezésén kívül az, hogy ama híres dolgozatában, amelyben a vérkeringés első helyes és összefüggő leírását adja, metodológiai szempontból is példát nyújt a kutatásnak: megmutatja, hogy miképp kell egy természettudományi kérdést tárgyalni és megoldani. A kérdést minden oldalról megvilágítja, állításait a bizonyítékok egész sorával, kisérleteinek s a betegeken tett megfigyeléseinek eredményeivel támogatja.



9. ábra. Harvey Vilmos. (1578—1657.)

Az élettan további fejlődését követve, nem találunk egyelőre a Harvey felfedezéséhez mérhető nagyobb jelentőségű fordulatot, de igenis másfél évszázad munkájában lassú, egyöntetű haladást. Igy *Haller*, a XVIII. század legkiválóbb fiziológusa (1708—1777), ki emellett mint anatómus s mint költő is jeles volt, nem valamely korszakos felfedezésével szolgál reá a »nagy« jelzőre, mellyel már kortársai

illették, hanem inkább csodás szorgalmával, kritikai éleselméjűségével, gyűjtő, selejtező, rendező és organizáló tevékenységével, amellyel mindazt, amit az ő koráig az emberi test működéséről meg tudott állapítani a természettudomány és az orvostudomány, saját kutatásai eredményeinek hozzácsatolásával nagyszabású, rendszeres művekben foglalta össze, amilyenek addig nem voltak, s amelyekben ez ismeretkörnek első összefüggő képét tárta a tudományos világ elé.



10. ábra. Haller Albert. (1708—1777.)

A fiziológia nagy, fejlett tudománnyá s egyúttal az anatómiától teljesen független szakká voltaképen csak a XIX. században, a természettudományok e nagy századában alakult, kivált annak második felében, midőn a fiziológusok, végkép szakítva a spekulatív iránnyal s az életerőről szóló s ehhez hasonló misztikus elméletekkel, teljesen józan természettudományi alapra helyezkedtek s az élet tüneményeit a fizika és kémia szempontjából s ezek módszereivel vették vizsgálat alá. Nagy haladásai kapcsolatosak a természettudományok egyéb ágainak a hatalmas vívmányaival. A fiziológia ugyanis már rég nem az az egyszerű tudomány, mely vizsgálódásaiban a testnek és szerveinek működéséről beéri azzal, hogy az anatómiai viszonyokból vonja le következtetéseit. Ebből az egyszerű keretből, amely megfelelt a régi fiziológiának, az élettan rég kinőtt már, s ma az élettan mint módszereiben, kérdéseiben s a vizsgálódás szempontjaiban igen sokoldalú és bonyolódott tudomány áll előttünk. A mai fiziológiát a természettudományok összességének alkalmazása jellemzi az élet kérdéseire. Igy a táplálkozás, az anyagcsere élettana a hozzátartozó életvegytannal együtt jóformán tiszta kémia s mai haladottságát a szerves vegytan s a fizikai kémia újabb nagyszabású haladásainak köszöni. Az izmok és idegek általános élettanának mai kialakulása az elektromosságról szóló tan fejlődésével van szoros kapcsolatban, s Franklin, Galvani, Volta s mások ezirányú felfedezései nélkül el sem képzelhető. A látás és hallás fiziológiája nem egyéb, mint a fizika két fejezetének : az optikának és akusztikának alkalmazása az emberi és állati szervezetre; az izmok és izületek mozgásait, a járás, állás, futás élettanát a fiziológia a mechanika s matematika törvényeinek és módszereinek alapján vizsgálja.

De van a fiziológiának ezeken a máshonnan vett vizsgálati irányokon kívül még egy sajátlagos, külön módszere is, s ez a *kisérletezés*, s mondhatjuk, hogy éppen ez a legnevezetesebb vizsgálati eszköze e tudománynak az, amelynek legtöbbet köszön. E módszer atyjának Galenust tekinthetjük, mert már ő fordult egyes kérdések megoldása céljából a kisérlethez. De igazi nagy megalapítói a modern kisérleti élettannak és módszereinek a múlt század középső harmadának nagy francia fiziológusai : *Magendie* (1783—1855), *Bernard Claude* (1813—1878), *Flourens* (1794—1867), a kikhez Németországban csakhamar a

leguniverzálisabb szellemek, a legmélyebbre tekintő természetvizsgálók egyike: *Müller János* (1801—1858) csatlakozott.

A kisérletezés ma a fiziológiának nélkülözhetetlen módszere. Temérdek az, amit az emberi szervezet működésének felismerése körül ennek a vizsgálati eljárásnak köszönünk, s ha ismereteink köréből kikapcsolnók mindazt, amit ezzel a fegyverrel tudott meghódítani a tudomány: ugyancsak szegényessé válna egy csapásra tudásunk az ember természetéről. A fiziológia az anatómiával együtt egyik alapja az orvostudománynak; az ép szervek működésének ismerete vezeti, irányítja az orvos gondolkodását a betegágynál, a rendestől eltérő, kóros működések és tünemények megitélésében, s ezért mondhatjuk, hogy igen jelentékeny az a gyakorlati haszon is, ami az emberiségre testi jóléte, egészsége, élete fenntartása szempontjából háramlott közvetve a kisérletezés módszerének az alkalmazásából. S ez a haszon még tetemesen fokozódik azzal, hogy a kisérleti módszert a fiziológiától már rég átvette a betegségek lényegét, okait kutató általános kórtan s az orvostudomány többi ága is.

Ezt azért emeljük ki annyira, hogy ezzel kellő megvilágításba helyezzük azt a különös mozgalmat, amelyet néhány évtizede társadalmi téren a kisérletezés módszere, vagy amint elég tendenciózusan nevezik: a »viviszekcio« ellen indítottak meg egyes érzelgős lelkek külföldön. Kétségtelen, hogy a háziállatok: a hűséges kutya s a szelíd, ártatlan házinyúl stb. szeretete s megvédése az oktalan kegyetlenkedések ellen az emberi szív egy nemes és tiszteletreméltó vonása. Talán áll az is, hogy itt-ott, egyik-másik laboratóriumban egyes túlbuzgó tudósok könnyelműen visszaéltek a kisérletezési eljárással s céltalan kínzásoknak tettek ki egyes állatokat. E túlkapások megrovása s ezek megakadályozására az ellenőrzés követelése érthető, sőt helyeselhető eljárás; de túlhajtott fanatizmusnak bélyegzendő az a mozgalom, amely az állatvédelem jelszavának hangoztatásával minden állatkisérletnek teljes betiltását, a kisérleti laboratóriumok eltörlését sürgeti. Az emberiségnek nemcsak legelemibb joga, de legfőbb kötelessége is az emberi nem jólétét mindenképen előmozditani, s e humanizmus szolgálatában nem szabad visszariadnia, ahol az elkerülhetetlen, az erőszaktól sem a szerves világ egyéb képviselőivel, az állatokkal és növényekkel szemben. Aki az ember e természetadta jogát kétségbevonja s arról lemond, az lehet igen jószívű, nemes gondolkodású ember, de beteges fantaszta, ki nem erre a földre, nem a létért való küzdelem e helyére való. A szivjóságnak valóságos aberrációja az az irány, mely például többre becsüli a tudomány oltárán kénytelen-kelletlen feláldozott házinyulak életét annak az ezer és ezer kedves gyermeknek az életénél, akiket megment az orvostudomány állatkisérletei alapján a difteritisz, veszettség s más bajok elleni oltásaival.

Szerencsére az antiviviszekciós mozgalom Anglián kívül eddig sehol nem tudott tért hódítani s úgy látszik, apadóban van, s hogy Angliában se sikerült e mozgalomnak teljesen célhoz jutnia, az kiderül abból, hogy éppen ebből az országból kerültek ki az utóbbi időben a legfontosabb experimentális vizsgálatok az agyvelő működéseiről.

A kisérletezésnek a fiziológia fejezetei közül talán egyik sem vette annyira hasznát, mint az idegrendszer s különösen az agyvelő működéseiről szóló.

Amit erről még a múlt század első felében tudtak, mai ismereteinkhez képest igen kevés. Gall »frenológiája«, bár valamelyes egészséges gondolat kihámozható belőle, egészében mégis tudományos alap nélküli, felületes fantazmagória, mely a tudomány haladására hatás nélkül maradt. 1870-ben indul meg, két német szerző, Fritsch és Hitzig kisérletes vizsgálataival, az agyfiziológia újabb nagyszabású haladása. E haladás legfontosabb eredménye az úgynevezett agylokalizáció tana, mely megjelöli az agyféltekék felszínét bevonó »agykérgen«, az agyvelő e legfontosabb állományán, a mozgás, érzés öntudatos központjait, sőt legújabban — Flechsig lipcsei tanár rendszerében — megkisérli a szellemi életre legfontosabb kéregterületek határait is megvonni.



11. ábra. Müller János (1801—1858.)

* * *

S e ponton a fiziológia mintegy átvezet a *lélektan, pszichológia* mezejére. Ez a tudomány újabban érdekes alakuláson megy át, olyanon, amelynek révén mindinkább rászolgál arra, hogy az exakt természettudományok közé sorozzuk. Voltaképen, szigorú következetességgel véve a dolgot, a pszichológiának a fiziológia fejezetei közt volna a helye. Mert hisz mai nap már senki sem kételkedhetik azon, ha ugyan szándékosan nem húny szemet a tényekkel szemben, hogy az, amit a pszichikai, lelki működések nevén foglalunk össze, minden ízében szoros kapcsolatban van az agyvelővel, éppen olyan szorosban és törvényszerűben, mint szervezetünk minden egyéb működése az illető szervvel, amelyből kiindul, s hogy a lelki élet, az öntudat, agyvelő nélkül nem képzelhető, s a maga teljességében ehhez a szervhez fűződik. Hisz látjuk a gyermek fejlődésében, hogy szellemi tehetségének, intelligenciájának, jellemének haladása és kialakulása lépést tart az agyvelő fejlődésével, látjuk továbbá, hogy az agyvelő sérülései, betegségei, sorvadási tünetei az aggkorban a szellemi élet zavarait, elszegényedését vagy teljes megszünését okozzák. Ennek a szigorú kapcsolatnak a felismerésével persze még csak meg sem közelítettük azt a másik nagy metafizikai problémát, amelynek megoldására a mostani ember értelme úgy látszik elégtelen: hogy egy materiális szerv működései hogyan nyilvánulhatnak meg az anyagi élettől olyan eltérő valamiben, mint amilyen az öntudat, a lélek világa.

Ám a kapcsolat kétségbe nem vonható, s ez a kapcsolat feljogosít arra, hogy a szervezet egyéb működéseinek analógiája szerint a lelki jelenségeket az agyvelő működéseinek nevezzük, amiből azután önként következik, hogy valamint az agyvelő »organológiá«-jának az anatómia körében van a helye, azonképen az »ergológiá«-ja, vagyis a működéseiről szóló tan a maga összességében, a pszichológia beleszámításával, az élettan körébe tartozik. A fiziológia és pszichológia közt nem állítható fel elvi különbség gyanánt az, hogy

amaz a tényeit külső megfigyelés útján, emez meg saját öntudatunk tüneményeinek elemzése, tehát belső tapasztalás útján állapítja meg, mert egyfelől alig van a fiziológiának fejezete, melyben a külső megfigyelés mellett ne szerepelne a saját magunkon tett tapasztalás is, másfelől meg a pszichológia sem nélkülözheti vizsgálódásaiban az önmegfigyelésen kívül a külső megfigyelés eszközét, így pl. bőségesen él vele az érzékszervek lélektani vizsgálatában, valamint a gyermek szellemi fejlődésének tanulmányozásában.

A pszichológia csak a múlt század második felében emelkedett az exakt tudományok közé, midőn kiküszöbölve magából a metafizikai részeket, a többi valódi tudomány módjára az indukció módszerét fogadta el s feladatául a pszichikai élet konkrét tényeinek pontos és kimerítő megfigyelését s az ezekben nyilvánuló törvényszerűségeknek a megállapítását és világos formulázását ismerte fel. A döntő lökést az élettannak az érzékszervek nagy vizsgálói adták meg, akik, midőn e szervek működéseit vizsgálták, kiterjeszkedtek e működések pszichikai oldalára is s azt kisérlet és szabatos megfigyelés tárgyává tették. A régi pszichológia abban tévedett, hogy főproblémájának a lélek mivoltának, a test és lélek kapcsolatának a megoldhatatlan kérdését tartotta; az e körül való meddő elmélkedésekben kimerítette erejét, anélkül, hogy csakugyan hozzájárult volna az emberi megismerés gyarapításához. Ez pedig teljesen elhibázott kiinduló pont volt, mert ez a kérdés a mai ember értelméhez képest nemcsak hogy teljesen megoldhatatlan, hanem nem is tartozik a lélektanba, épúgy ahogy nem tartozik az anyag mivoltának a kérdése a mechanikába.

Nézetünk szerint a lélektan annál inkább közelíti meg azt a célt, hogy valóban bepillantást nyujtson az ember lényegébe, minél féltékenyebben ügyel arra, hogy tapasztalati tudomány maradjon, hogy módszereiben, szellemében, irányában a természettudományokhoz sorakozzék. Fénykorát e tudomány majd csak akkor fogja elérni, ha sikerül majd a kapcsolatot megtalálnia az agyanatómiával s a szorosan vett agyfiziológiával, aminek az ideje azonban még nem érkezett el, még pedig nem a lélektan fogyatékossága miatt, hanem azért, mert ismereteink az agyvelő belső, finomabb alkotásáról, vezető pályáinak szövevényes kapcsolatairól a bőséges irodalom ellenére is még úgyszólván gyermekkorukat élik s így teljesen megokolt, hogy a pszichológia egyelőre még a maga útjain halad.

* * *

Az ember természetét kutató tudományok közt kiváló helyet foglal el a *kórtan* vagy *pathológia* is, mely eltérően az eddig említett szakoktól nem az ép embert, hanem a hibásan alkotottat s a beteget veszi szemügyre, s mely megvilágítva az emberi szervezet fogyatkozásait és viselkedését a külvilág káros hatásaival szemben, nagyban hozzájárul az ember természetének a megvilágításához.

A kórtan s a vele kapcsolatos orvostudomány elismert nagyszerű haladásai a XIX. században szerves kapcsolatban vannak a természettudományok egyéb ágainak s különösen az anatómiának és élettannak haladásaival s ezek nélkül nem képzelhetők. Mai fejlettségét, nagy jelentőségét ez a tudomány azáltal érte el, hogy hátat fordítva a régebbi természetbölcseleti iránynak, a

homályos, misztikus kórtani »rendszerek« helyett a józan és szabatos természettudományi megfigyelést, az indukció módszerét juttatta érvényre kutató munkájában.

Első nagy vívmánya a XIX-ik században a *kór-anatómia* megalkotása, nagyszabású kifejlesztése volt. Minden betegség a test valamely szervének vagy részének anatómiai elváltozásán alapszik; ez mai nap magától értetődő igazság, melyből önként folyik, hogy a betegségek mivoltának a tanulmányozásában ezen elváltozások pontos megvizsgálása kell hogy az első lépés legyen.



12. ábra. Morgagni János Baptista. (1682—1771.)

Már a XVIII. század egy jeles orvosa, *Morgagni* (1682—1771) felismerte ezt a maga teljességében, s »A betegségek székhelyeiről és okairól« (De sedibus et causis morborum, 1761) szóló híres művében, melyben számos idevágó észleletet közöl, megalapítója lett a pathológiai boncolástannak.

Ámde példája sokáig nem igen akadt utánzóra, s korának orvosai, ahelyett hogy teljes igyekezetüket a betegségekkel járó anatómiai elváltozások tanulmányozására, pontos leírására fordították volna, többre becsülték az elméleti okoskodásokat a betegségek lényegéről, s a filozófiai rendszerek mintájára megalkotott pathológiai »rendszerek« felállításában és megvédésében keresték az igazi tudományosságot.

Morgagni »anatómiai eszméje« a XIX-ik század első felében érte meg fényes feltámadását, különösen francia szerzők, *Cruveilhier* (1791—1874) és mások kutatásai révén, akikhez a század közepe felé a kór-anatómia egyik alapvető munkása, a bécsi *Rokitansky* (1804—1878) csatlakozott. Ámde legnagyobb mestere e tudománynak s ezzel mintegy reformátora a kórtannak *Virchow Rudolf*-ban (1821—1902) támadt, kinek sok más egyében kívül igen nagy érdeme, hogy kiterjesztve a kór-anatómia körét a mikroszkópi viszonyokra, megalapítójává lett a kórszövettannak. Virchow a betegségek székhelyét az élő lények végső alapelemébe, a sejtbe helyezte s ezzel új alapot teremtett az orvosi gondolkozás számára.



13. ábra. Cruveilhier János. (1791—1874.)

A kór-anatómiával együtt haladt fejlődésében a kór-fiziológia, vagyis a beteg szervezet működéseinek, a betegség mechanizmusának a megismerése is, mely az ép-fiziológia példájára bőven és kitünő eredménnyel élt a kisérletezés eszközével. Ennek a tudománynak egyik ágazata a kór-vegytan, mely a kórosan megváltozott szer-

vek s a kóros váladékok kémizmusát vizsgálja. Ámde minde vizsgálati irányokon túltesz jelentőség, gyakorlati fontosság dolgában a kórtannak az az oldala, mely a betegségek okait, a kórságok »aetiológiáját« kutatja. Ezen a téren érte el a modern kórtan legnagyobb sikereit. *Pasteur* (1822—1895) és *Koch* (szül. 1843) nevei magaslanak ki leginkább e téren. A fertőző betegségek okainak a felismerése, a bakteriológia megalapítása és bő tudománnyá való kifejlesztése hatalmas, eredménydús s a jövőre nézve még többet igérő mozzanatok a kórtan s a betegségek ellen való küzdelem történetében. Hogy ennek a haladásnak a betegségek leküzdése s még inkább azok megelőzése : a profilaxis tekintetében mily nagy a gyakorlati haszna, az elismert tény s statisztikai adatokkal, a gyermekágyi lázban, veszettségben, difteritiszben, gümőkórban s egyéb fertőző betegségekben elhaltak számának nagymérvű csökkenéséve könnyen bizonyítható. Mily áldás fakad itt az emberiségre a tudósok »elvont« laboratóriumi munkájából!

* * *

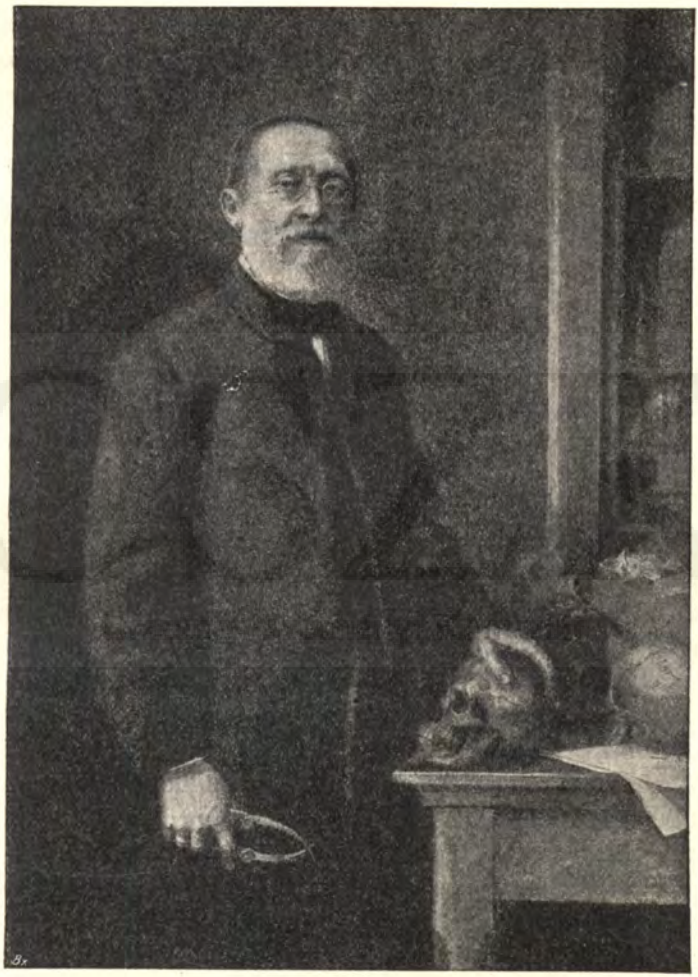
Mind e tudományok tárgya az ember a maga általánosságában, tekintet nélkül ama sok különbözőségre, amelyet az emberek közt észlelünk. Az anatómia például leírásaiban valamely rendes fejlődésű európai ember elvont képét veszi alapul, határozott fiziognómia és egyéni vonások nélkül.

Ámde mindenki tudja, hogy az emberek közt igen nagyok az eltérések, sőt hogy nincs és nem is volt soha két teljesen egyforma ember. Testünk minden egyes részének, a kéznek, a lábnak, az egész termetnek megvan a maga fiziognómiája s ez a fiziognómia minden egyes embernél más. Legszembetünőbbek persze az eltérések az arcon, mely részleteinek változatosságával az egyéni különbségeket élénkebben tünteti elő. A föld kerekségét benépesítő másfélezer millió ember közt nincs kettő, akinek az arca teljesen megegyező volna. Előfordul ugyan, hogy ikertestvérek (úgynevezett egypetéjű ikrek) közt igen nagy a hasonlatosság, olyannyira, hogy a távolabb álló teljesen egyformáknak látja őket s meg sem tudja különböztetni őket egymástól, ámde közelebbi ismeretségre mindinkább előtünnek a megkülönböztető vonások s legközelebbi hozzátartozóik már nagyon is különbözőknek látják őket. A testi eltérésekhez hasonlóak a szellemi téren, a kedély, jellem, tehetség dolgában fennálló különbségek; sőt a különbségek itt még kifejezettebbek. Minden embernek megvan a maga egyénisége, a különböző lelki vonások más-más kombinációjából keletkező, hol kevésbbé feltünő, hol erősebben szembeötlő eredetisége. S ennek csak örülhetünk, mert az egyéniségeknek ez a sok árnyalata élvezetesebbé, változatosabbá teszi számunkra az emberekkel való érintkezést s vonzóvá, nélkülözhetetlenné az ő társaságukat. Másfelől azonban ez az egyéni variáció nagy igazságtalanságot rejt magában; mert a természet adományainak egyenlőtlen elosztásával hol a becézgető részrehajlás, hol a kegyetlenség vádját vonja magára, s midőn az embereket a testi és lelki előnyök különböző mértékével ruházza fel s a boldogulásnak különböző eszközeivel bocsátja földi pályájukra : megveti az alapját az osztálykülönbségeknek s egyéb, az emberek közt választófalat vonó különbségeknek s ezzel konkolyt hint az emberiség közé.

A tisztán egyéni variáción alapuló, valamint a betegség vagy hibás képződés okozta eltéréseken kívül különösen háromfajta különbség teszi a föld kerekségén élő emberegyéneket eltérőkké egymástól: a *korbeli*, *nemi* és a *faji* különbség.

Tekintsük először *a korral járó különbségeket.*

Az ember élete hullámvonalhoz hasonlít, melynek van emelkedő része,



14. ábra. Virchow Rudolf. (1821—1902.)

tetőpontja s leszálló része. Kezdetét a petesejt termékenyítésének pillanata jelzi. Ezzel indul meg az élet emelkedő szaka: a testnek és működéseinek fejlődése, kialakulása, melynek folytonosságában a születés pillanata csak epizódikus jelentőségű mozzanat. A teljesen kifejlődött szervezet rövidebb-hosszabb ideig megmarad a teljes testi épség, az életműködések teljes kifejtésének a magaslatán, de előbb-utóbb megindul, eleinte alig észrevehetően, lappangva, majd mind szemeötlőbben, érezhetőbben a hanyatlás, a szervezet-

ben regresszív elváltozások jelentkeznek s ezzel kapcsolatban mind észrevehetőbb lesz a hanyatlás a működések legtöbbjében is: beáll az aggkor, mely voltaképen lassú térfoglalása a halálnak. Hogy miért kell megöregednie s miért kell meghalnia az embernek: ezzel a nehéz s még meg nem oldott kérdéssel e mű egy későbbi fejezete fog foglalkozni.

Az emberi szervezet nemcsak külső fiziognómiájában, de belső szerkezetének, valamint működéseinek számos vonásában is más-más képet tár elénk a különböző életkorokban. A születésig tartó változások a fejlődéstannak teszik tárgyát. Az azontúl beálló s az egész életen áthúzódó korbeli sajátosságok, a növekedés, nemi érés, visszafejlődés tüneményeinek leirása ellenben ez idő szerint különböző tudományokban van szétszórva. Pedig egy kis egységes tudománnyá lehetne ezeket az adatokat egybefoglalni, amely magába foglalná az életkorok anatómiáját, élettanát, pszichológiáját és kórtanát, s melynek utolsó fejezete a halál problémáját s a halál tüneményeit fejtegetné.

* * *

Egy másik, igen szembeötlő eltérés az egyének közt: *a nemi különbség*. Az emberi nem két alakban jelenik meg: mint férfi és nő; csak a két nem együtt teszi az ember absztrakt fogalmát. Megegyezik ebben az ember az állatok túlnyomó részével, hol szintén megtaláljuk ezt a nemi különválást, épúgy mint a növényországban is. Ebből a nagy elterjedtségből azt következtethetjük, hogy a kétneműség fontos, alapvető elve a szerves természetnek, de viszont kiemelendő, hogy korántsem általános érvényű törvény, mert van állat is, növény is bőven, melyből csak egyfajta van. Ilyen »ivartalan« lények különösen a legalsóbb rangúak, az egysejtűek közt találhatók.

Többen próbálkoztak már meg annak a kérdésnek a megoldásával, hogy mi célja van a természetnek azzal, hogy egy-egy állat- és növényfajból két ilyen alakot teremt s ezek egyesülésével szaporítja a fajt. Mert hisz bizonyos, hogy a természet biztosítani tudta volna a faj fennmaradását egyszerűbb módon, egy-egy alak mellett is. A megoldás sok kisérlete közül kettőt emelünk ki mint legismeretesebbeket. *Darwin* szerint a két nem azért szükséges, mert a természet ezzel biztosítja a tipus állandóságát. Az egyes egyének az életükben szerzett tulajdonságok révén eltérőkké válhatnak a tipustól, s ha egymagokban szaporodnának tova, csakhamar számtalan változatban ágazna széjjel a fajta. Ennek veszi elejét az ivaros nemzés, mely a képződő középalakok útján kiegyenlíti ezeket a kisebb eltéréseket s így az egyöntetűen maradó fajta a maga egészében, szervesen, célirányosan haladhat előre a tökéletesedés útján.

Ennek a homlokegyenest ellenkezőjét vallja *Weismann*, a híres freiburgi zoológus. Az ő elmélete szerint a két nem útján való szaporodásnak éppen az volna a célzata, hogy a szülők testi és szellemi tulajdonságainak az utódokban való keveredése által új egyéniségek, új ember-kombinációk keletkezzenek; vagyis a kétneműség elősegíti az egyéni variációt, mely Weismann szerint nevezetes tényezője a haladásnak, mert a különböző egyének közt tökéletesebbek, a létért való küzdelemre rátermettebbek akadnak s ezeket a ter-

mészeti szelekció kiválaszthatja magának a faj fennmaradása és továbbfejlesztése céljaira.

Ki mondhatná meg, hogy e két elmélet közül melyik jár közelebb a valósághoz, s hogy megközelíti-e azt egyikök is?

A két nem közti különbségeket már régóta elsőlegesekre és másodlagosakra szokás osztani. Másodlagosaknak azokat nevezzük, amelyek a szervezetnek a fajfenntartás szempontjából közvetetlenül nem fontos viszonyaiban: a testalkatban, a bőr minőségében, az arcvonásokban, a szellemi életben stb. nyilvánulnak meg. Ezek a szekunder nemi vonások csak annyiban fontosak, hogy ezek teszik leginkább vonzóvá a két nemet egymásra nézve.

Megvannak a szekunder nemi eltérések az állatország legnagyobb részében is, csakhogy különbözőkép kifejlődve, hol erősebben, hol gyengébben. Az ember e tekintetben közepes helyet foglal el. Az emlős állatokban, hová az ember is tartozik, általában véve a hímnem az erősebb, az aktívabb; de nincs ez az állatországban mindenütt így, gerinctelenekben nem egyszer az ellenkezőjét látjuk.

Vegyük először is a férfi és a nő fizikumában megnyilvánuló különbséget szemügyre. A férfi magasabb (180 : 170 cm.), erőteljesebb, szélesebb vállú; csontrendszere, izmai fejlettebbek s ennélfogva jóval nagyobb erőkifejtésre képes. Izmai a bőrt helyenkint már nyugalmi állapotukban is, de még inkább működésük alkalmával kiemelik; ettől van főkép a férfitest fejlettebb plasztikája, szögletesebb idoma. Ezzel szemben a nőben az izomzat gyengébb s minthogy a bőralatti zsírréteg nála általában fejlettebb és egyenletesebb: idomai kerekdedebbek, lágyabbak. A nő nyaka hosszabb, karcsúbb, átmenete a gömbölyded vállakba lejtősebb. Feje a törzsökhöz képest kisebb. Mellkasa keskenyebb, rövidebb, alul karcsúbb; a törzsök súlypontja határozottan a csipők tájékán van. A törzsöknek a medencei része viseli magán a női test legbélyegesebb vonásait: a csípők szélesebbek, távolabb állanak egymástól, az egész medence terjedelmesebb, fejlettebb, körülötte a bőralatti zsírréteg erősebb, különösen olyan nőkön, akiknek már gyermekük volt. A felső és alsó végtagok a törzsökhöz képest rövidebbek mint a férfiban, az alsók különösen a térdtől kezdve lefelé. A felkar kerek átmetszetű, a combok kúpalakúak s a széles medence felől szögletben térnek össze, a lábikrák erősebben fejlettek. A kezek és lábak kisebbek, formásabbak, gyengédebbek; az ujjak kerekdedebbek, végük felé megvékonyodnak; a körmök keskenyebbek, hosszabbak.

A nő koponyája kisebb, könnyebb, csekélyebb térfogatú mint a férfié; köbtartalmuk viszonya: 1503 : 1335 cm^2. Homloka keskenyebb, meredekebben emelkedik fel, de alacsonyabb; a homlokdudorok felett hirtelen megtöréssel tér át a laposabb fejtetőbe, alul meg ellenkezőleg a szemöldökök között levő kiemelkedés híján símábban folytatódik az orr tövébe. Az arc a nőben a fej agyvelői részéhez képest kisebb s különösen gyengébb fejlődésű az arc alsó, állkapcsi része, melynek karakterisztikumát a rágóizmok teszik. Innen van a nő ovális, minden szögletességtől ment arca, gyengébb, kerekded álla. Feltünő felső belső metszőfogainak erős fejlettsége, ez okozza azt, kapcsolatban a fogakat viselő arcrész gyakoribb előszögellésével (prognathia), hogy a nőkön nem ritka a száj tájé-

kának olyan alakulása, hogy az ajkak a fogakat már beszéd közben vagy gyenge mosolynál is teljesen fedetlenül hagyják, gyakran még a foghússal egyetemben.

A nő mozgásai kecsesebbek, lágyabbak, léptei könnyebbek, gyorsabbak. Hangja magasabb, lágyabb, ami gégéjének egészében való fejletlenségével, de különösen hangszálainak rövidségével függ össze. A férfi hangszalagjai 15 mm., a nőé 10 mm. hosszúak. A nemi fejlődés idejéig a fiú- és leánygyermek hangja alig különbözik egymástól; ekkor — a 14—15. év körül — durvúl meg rövid idő alatt a fiú hangja, kapcsolatban a gége erősebb kifejlődésével.

A nő bőre vékonyabb, simább, s mivel kevesebb benne a festék s erei gyengébben fejlettek, halaványabb. Hajzata erősebb növésű, lágyabb, ritkábban hull ki haladó korral mint a férfié. Egyik legfeltünőbb különbség a két nem között a szőrzet hiánya az arcon s sokkal gyengébb fejlődése a törzsökön és végtagokon a női nemben.

A nő lélegzőszervei szintén gyengébbek mint a férfiéi, kitartásra kevésbbé alkalmasak; tüdejének kapacitása ½ literrel kisebb. Bélcsatornája is fejletlenebb s ezért kevesebbet is eszik a nő mint a férfi. Idegrendszere ingerlékenyebb, amit gyorsabb elpirulása és elhalványodása s a nőkön oly gyakori szívdobogás és ájulás bizonyít, hasonlóképen a gyorsabb érlökés is; a különbség percenkint 10—14 lökést tesz ki.

A két nemnek betegségekre való hajlandósága sem egyforma. A közös betegségeken s a nemi betegségeken kívül vannak olyanok, melyek inkább a férfit, s olyanok, melyek inkább a nőt támadják meg. Igy a nehéz lélegzés (asztma) Angliában kétszerte, Francia- és Németországban hatszorta gyakoribb a férfiakon, mint a nőkön. A féregnyúlvány gyulladása (appendicitis), ez a »divatos« bélbetegség, túlnyomóan a férfiakat éri, épúgy mint a cukorbetegség, a vesezsugorodás (Bright-kór), a verőértágulás (aneurysma), ülőidegfájdalom (ischias), a haemofilia (vérzékenység). Viszont a nők hajlamosabbak egyes gyermekbetegségekre, aminők a skarlát, az övsömör (herves zoster), a szájpenész.

A múlt század közepe felé kezdték először vizsgálni azt a kérdést, hogy mikép aránylik a férfi és nő agyvelejének a súlya egymáshoz; az érdeklődés e kérdés iránt napjainkig se szünt meg s mind több és több agysúlymérésben leli kifejezését. Ez a kérdés azért érdekes, mert kapcsolatba hozható a szellemi tehetségek különböző kifejlődésével a két nemben.

Kétségtelen, hogy a női agyvelő középsúlya jóval csekélyebb mint a férfié; a különbség 130 gramm (1370 : 1240 gr.); ennyivel kevesebb agyállománya van a nőnek. De e körülmény megitélésénél tekintetbe veendő, hogy a nő teste is kisebb, könnyebb mint a férfié s így rendjén van, hogy a test mozgásait kormányzó és érzéseit magába fogadó agyvelő tömege is csekélyebb nála. Fontosabb kérdés, hogy a relatív, vagyis a test tömegéhez viszonyított agysúly tekintetében hogy viszonylik a két nem egymáshoz. De erre nézve, sajnos, eltérők az adatok. A legtöbb szerző a női nemre kedvező eredményt talált; így Junker szerint férfiban az agysúly a testsúly $^1/_{42}$-része, a nőben pedig több: $^1/_{40}$-része. De nem minden szerző mérései vezettek ilyen eredményre; így a legújabb szerzők egyike, Marchand (1902) azt állítja mérései alapján,

hogy a nőknek aránylag is kevesebb az agyvelejük, amit úgy állapított meg, hogy egyforma magasságú és testsúlyú férfiak és nők agysúlyát hasonlította össze. De bizonyos, hogy ha van is különbség a két nem között e tekintetben, az nem jelentékeny és semmi esetre sincs akkora, hogy belőle bármi következtetést lehetne vonni az egyik vagy másik nem szellemi fölényére vagy inferioritására.

Végigtekintve a férfi és nő testi alkotásában és működéseiben megnyilvánuló különbségeken, bizonyos fokig hozzá kell csatlakoznunk azokhoz, akik azt állítják, hogy a nő szervezete általában véve közelebb áll a gyermek organizmusához mint a férfié. De az így értelmezhető testi sajátságok mellett van a nőben sok olyan vonás is, mely a férfi szervezetével összehasonlítva nem a fejlődésben való korábbi megállapodás elvéből magyarázható, hanem a sajátos irányban való fejlődés eredményekép fogható fel.

Említést érdemel még az is, hogy a férfi és nő közti szekunder nemi különbségek sokkal kevésbbé kifejezettek alacsony rangú népeken mint az európaiakon. Azt mondják, hogy a szamojédeken alig lehet a nőket a férfiaktól megkülönböztetni. Már Diodor említi, hogy a szittyáknál a férfiak és nők sokkal inkább hasonlítottak egymáshoz mint a görögöknél.

Ismeretes továbbá, hogy vannak férfiak is, nők is, akiknek testalkatában és egész külső megjelenésében a nemi bélyegek úgyszólván elmosódottak.

Áttérve a férfi és nő lelki életének, értelmi tehetségeinek különbségeire, elsőben is ki kell emelnünk, hogy ebben a kérdésben óvakodnunk kell a túlzásoktól, amelyekbe oly gyakran esnek az e kérdéssel foglalkozó szerzők. Túlzók azok, akik Schopenhauerrel, Nietzschével, Möbiusszal a nőt alsóbbrangú lénynek bélyegzik meg, mely csak arra való, hogy a férfit kiszolgálja és kedvtelésének eszköze legyen, de túlzók a másik szélsőség szószólói is, akik nem ismerik el a férfi szellemi és karakterbeli fölényét s azt hangoztatják, hogy a mai női nemzedék gyengeségei, tökéletlenségei csak következményei a nők évezredes lenyügözésének, egyoldalú nevelésüknek s önként meg fognak szünni, ha majdan a férfival teljesen egyenjogú tagjaivá lesznek a társadalomnak.

Nem szabad attól sem megtévesztetnünk magunkat, hogy minden időben voltak s vannak ma is nagy számmal kiváló nők, akik lángeszű alkotó tehetség, mély értelem, hatalmas akaraterő révén tűntek és tűnnek ki nemcsak a nők, de a férfiak közül is. Ezt a kérdést a férfiak és nők átlagának az összehasonlításával lehet csak eldönteni.

A nő egyéniségének központjában nézetünk szerint a sokkal erősebben kifejlett szülői ösztön, az anyai szeretet intenzitása áll. Ez adja meg a női lélek karakterét, e körül csoportosul a rendes alkotású női lélek minden egyéb vonása. Ebből magyarázhatjuk, hogy a nő egyéniségében túlnyomó a kedély, az érzelem világa s az ezzel járó passzivitás, szemben a férfinak ridegebb, tettekre irányuló, kezdeményező, romboló hevességű aktivitásával. »A férfi nagyobb akaraterővel, behatóbb értelemmel van felruházva, az alkotás vágya hatja át az élet minden terén — a nő ellenben gyengédebb, lágyabb, odaadóbb, érzelmi világa finomabb és mélyebb, varázsát szűkebb körben fejti ki. Amott az aktivitás, itt a passzivitás az alapvonás.« (Klebs Gy.)

A nő egyéniségében sokkal kevesebb az önállóság. Mindennapi tapasztalat a nők nagyobb hiszékenysége és rávehetősége, a miliőnek nagyobb hatása rájuk. Cselekedeteikben gyakrabban vezettetik magukat az érzések által, ott is, ahol ez nincs helyén. Közlékenyebbek mint a férfiak s általában részvéttelj esebbek, jobb szivűek, az önfeláldozásra készebbek. Jellemző vonásuk még sokkal nagyobb türelmük, szívós kitartásuk, különösen kézbeli dolgokbau, amelyekben igen nagy a nőnek veleszületett ügyessége.

Az értelmi tehetségek körében a különbségek a két nem között szintén megvannak ugyan, sőt eléggé szembetűnők is, de mégsem oly kifejezettek mint a kedély és jellem világában. Ki ne ismerné el, hogy a férfi gondolkozásában több az eredetiség, hogy több benne a teremtő, az alkotó erő? Hiszen bizonyítja ezt az összes tudományok és művészetek fejlődése, általában az egész emberi kultúra története. Minden téren a férfiaké a kezdeményezés, az alkotás dicsősége. Még olyan területeken is, amelyek műveléséből a nő sohasem volt kizárva, hiába keressük a nő alkotó erejének nyomait; legszembeötlőbb ez a zene terén, amelynek produktív nagy alakjai közt egyetlen egy nő nevével se találkozunk.

Annál nagyobb a nő *reproduktiv* tehetsége; könnyű, gyors felfogása, az apró részletek megfigyelésében való fürgesége, utánzótehetsége képesítik erre, s hozzá még igen jó emlékezőtehetsége, melyben fölényét pontos kísérletekkel is kimutatták (Jastrow). Ezzel függ össze nagyobb nyelvtehetségük s ismeretes könnyedségük a fogalmazásban s különösen a levélírásban. Ebből lehet magyarázni továbbá a nőknek a beszédben való könnyűségét, ismert bőbeszédűségüket is, mely annyiszor volt már a gúny tárgya. Fehling szerint e vonás a női nemben már a gyermekkorban is felismerhető. Agyvelejüknek az a része, hol a beszéd székel, nyilván erősebben fejlett; ebből érthető az is, hogy a beszéd zavara, a dadogás a nők között háromszorta ritkább mint a férfiak között.

A nő értelmi világának ereje a reproduktív működések könnyedségében, gyengéje a kicsinyességben, az eredetiség s önálló gondolkozás hiányában áll. Ahol a férfi a lényeget keresi és látja, a nő az apróbb részleteken akad fenn, s ezek gyakran annyira lekötik a figyelmét, hogy a legfontosabb dolgokat nem ismeri fel. Gondolkozása szűkebb körben mozog s nem tud általánosítani. Mindenben inkább a részletek és egyes tények, mint az általánosabb törvények iránt, inkább a konkrét esetek, mint az elvont, átfoglaló igazságok iránt van érzéke.

Alig vonható kétségbe, hogy az, amit a nő organizmusára nézve mondottunk, hogy sok tekintetben közelebb áll a gyermek szervezetéhez, bizonyos fokig áll a szellemi működéseire nézve is. Havelock Ellis ennek teleológiai magyarázatát igyekszik adni azzal, hogy: »a természet a nőt gyermekiesebbé tette, hogy több érzéke legyen a gyermek iránt«.

Nézetünk szerint a két nem értelmi tehetségei közti különbség mindazáltal nem alkalmas arra, hogy belőle gyakorlati utasításokat vonjunk le arra nézve, hogy milyen szerep illeti meg a férfit és nőt a társadalomban. Ha nem is lehet azt kétségbe vonni, hogy a természet a nőnek szellemi téren valamivel szűkebben mérte adományait mint a férfinak, azért erre nagy súlyt nem vethetünk, mert

kétségtelen, hogy még így is megvan a nő átlagának az az értelmi színvonala, mely képessé teszi őt arra, hogy helyét a polgári foglalkozások bármelyikén megállja. Egész más szempontok latbavetésével kell ezt a kérdést megoldani; a legfontosabb tényező itt egyfelől a nőnek a család körében elfoglalt helyzete, nélkülözhetetlensége e téren s ennek veszélyeztetése a modern feminizmus törekvései által, másfelől azonban a nőnek a megélhetéshez, a kényelmesebb életpályákhoz, a magasabb szellemi műveltség eléréséhez való kétségtelen, természetadta joga. Más szóval: a kérdés a maga egészében a szociológia s nem a biológia körébe tartozik.

A két nem számbeli arányának a kérdésével a népességi statisztika terére lépünk. Legyen szabad elsőben is ennek egyéb adatai közül néhányat közbeiktatnunk. A föld kerekségén élő emberek száma a legújabb adatok szerint (O. Hübner's Geographisch-statistische Tabellen 1904) 1533 millió, ami persze nem egészen megbízható adat, mert Afrika és Kína lakosságának számáról csak igen fogyatékos ismereteink vannak. Kiszámították, hogy az egész emberiség elférne a befagyott bódeni tó felszínén. Ravenstein számításai szerint a termelés mostani eszközei és módjai mellett a föld 6000 millió embert tudna termékeivel táplálni s így a föld túltömöttségének rémképe egyelőre még nem kell hogy ijesszen.

Az a másfélezer millió ember azonban nagyon egyenlőtlenül van elosztva az egyes földrészeken, aminek korántsem csakis az illető földterület termelőképessége vagy a klimatikus viszonyok kedvező vagy kedvezőtlen volta az oka. Ez a legfontosabb tényező ugyan, de nem az egyedüli, mert emellett nagy szereplése van az emberiség eloszlásában a föld kerekségén a történelmi alakulásnak, a népvándorlások és megtelepedések kiszámíthatatlan viszonyainak. Supan szerint (Die Bevölkerung der Erde. Petermann's Mitteilungen 1904) egy négyzetkilométerre következő számú ember esik: Európában 40, Ázsiában 18, Afrikában 5, Ausztráliában és Polinéziában 0·7, Észak-Amerikában 5 és Dél-Amerikában 2.

A nők és férfiak arányszámának kérdésében vegyük először is a születések arányszámát szemügyre, vagyis azt, hogy ugyanazon időben mennyi fiú és mennyi leány születik. Ezt az arányszámot Európa lakosságára nézve kerekszámban a 106-os szám fejezi ki.

Ez a szám annyit jelent, hogy Európában 100 leányra ugyanabban az időben körülbelül 106 fiú születik. Ezt az arányszámot sok millió születésből állapították meg s ez az arány Európának összes lakosságára vonatkozik. Ha kisebb területről, rövidebb időszakról vesszük az adatokat, az eredmény ettől a középszámtól eltérő lehet, de az eltérés sohasem jelentékeny. S nemcsak Európában, hanem az egész földkerekségen körülbelül ilyen e szám; mindenütt több fiú születik mint leány.

Tudjuk, hogy ez az arányszám nemcsak a jelen időkre nézve áll, hanem hasonló volt már az elmúlt századokban is. Egy nagytudományú angol posztókereskedő, Graunt, már a XVII. században végzett efféle statisztikai vizsgálatokat s London lakosságáról kimutatta, hogy ott az 1628-tól 1662-ig terjedő időszakban 100 leányra középszámban 105·8 fiú született.

Aki ezt a számot hallja, méltán csodálkozhatik rajta. Ugyanis e szám homlokegyenest ellenkezik azzal az ismert ténnyel, hogy Európában több a nő mint a férfi. Európában 1000 férfira középszámban 1024 nő esik. A nők többsége legnagyobb Közép-Európában. Németországban 1900-ban az arányszám 1032 volt; dél és kelet felé a nők száma már csökken. Magyarországban az 1900-iki népszámlálás szerint 1000 férfira már csak 1009 nő esett. Boszniában, a Balkán-félszigeten, Romániában, Törökországban a férfiak már számosabbak mint a nők s ez így van mindenik földrészen Európán kívül, az Egyesült-Államok beleszámításával. Hogyan van az, hogy Európa legnagyobb részében több a nő mint a férfi, ámbár jóval több fiú születik mint leány? Ezt csakis abból érthetjük meg, hogy földrészünkön az »erős« nemnek általában véve nagyobb a halandósága mint a »gyengéé«. Ez a nagyobb halandóság már a csecsemőkorban kezdődik s átvonul az egész gyermekkoron, minek következtében már a nemi érettség első idejében (a 15—20. év között) a két nem körülbelül egyenlő számban áll egymással szemben. Utóbb még inkább a nő javára billen a mérleg, mert a férfiak még később is szaporábban halnak meg mint a nők. Ennek oka kettő lehet: úgymint szervezetük csekélyebb szívósságú mint a nőké, s másodszor, hogy életmódjuk (többek közt az alkoholizmus) inkább kiteszi őket a kártékony hatásoknak. Igy azután, összeszámítva valamennyi élő férfit és nőt, az eredmény az, hogy Európának legtöbb országaiban a nők többségben vannak a férfiak felett. A fiúgyermekek nagyobb halandóságát csakis szervezetük gyengébb voltából magyarázhatjuk.

* * *

Az emberek közt egy másik különbséget az emberiségnek *népfajokra való feloszlása* teremt. Az állatország többi tagjaival szemben egységes család az emberi nem, de a maga belső organizációjában nagyszámú embercsoportok: népfajok, rasszok mozaikjából tevődik össze, amelyek egymástól testi tulajdonságaik és lelki vonásaik tekintetében többé-kevésbbé elütnek. Néha igen szembeötlők e különbségek, mint pl. a fehérbőrű európai, a sárgabőrű maláji s a szerecsen között, s mégis, a most általánosan elfogadott nézet szerint, e rasszok valamennyien csak másodlagosan keletkezett változatai egy közös emberalaknak, amely variációk leginkább égaljbeli hatások s különböző életfeltételek folytán fejlődtek ki az idők mérhetetlen során.

A rasszok változékonyak, ingadozók; a népfajok mai képe úgyszólván csak pillanatnyi felvétel az emberiség örökösen változó fejlődésmenetéből. Egyes alacsonyrendű népfajok jóformán szemünk előtt halnak ki, mások ugyancsak a szemünk láttára merülnek el az emberiség óceánjában szétzüllés, egybekeveredés útján. De új népfajokat is látunk keletkezni a kereszteződések révén, amilyen például az amerikai jenki. A közlekedési eszközök újabb nagyméretű fejlődése, a kolonizációk térfoglalása mindinkább veszélyezteti a rasszok tisztaságát s kétségtelen, hogy a kultura terjedése, a népeknek egymáshoz való közeledése folytán az emberiségnek lassú egyöntetűvé válása szinte feltartóztathatatlan folyamat.

Azt az érdekes tudományt, amely az embert mint egy-egy ilyen népfaj tagját veszi szemügyre, amely tehát nem azt nézi, ami közös az embereken, hanem éppen azokat a bélyegeket keresi, amik megkülönböztetik az embert az embertől: *anthropológiának* nevezzük. Feloszlik *fizikai anthropológiára* és *ethnológiára*. Amaz az emberi fajokat anatómiai, fiziológiai és pathológiai szempontból vizsgálja, vagyis a testalkatnak, a koponya idomának, a bőr és hajzat színének stb. különbségeit, továbbá az élettani működésekben s a betegségekre való hajlandóságban megnyilvánuló faji sajátosságokat kutatja; emez a lelki élet megnyilvánulásaiban, a vallási, társadalmi viszonyokban, a szokások, lakás, nyelv, ipar, népköltészet stb. tarka változatosságában keresi a faji jellegeket. Ha anthropológiáról szólunk, rendesen csak a fizikait értjük alatta.

Az anthropológia a legifjabb tudományok egyike; legtöbb fejezete még bővebb kidolgozásra szorul s a területe sincs még minden irányban pontosan elhatárolva.

A népfajok közti fizikai különbség már régibb szerzőknek, Herodotnak, Strabonnak és másoknak is feltűnt. De valójában mindaz, amit ez irányban a XVIII. század végéig felemlítve találunk, tudományos érték nélkül való. Az említett század utolsó évtizedeiben indult meg a tudományos kutatás e téren: Daubentonnak az ember és állatok koponyáján az öreglik helyzetével foglalkozó munkájával (1764), *Blumenbachnak* az emberi nem változatairól szóló doktori értekezésével (1775), Soemmerringnek a négerekről szóló dolgozatával (1785), a hollandus Campernek posthumus művével, mely a különféle emberfajták arcán mutatkozó különbségekről szól (1791) s Whitenak az ember és az állatok szabályos testarányait fejtegető közlésével (1799). A XIX. században mind tisztábban bontakozik ki az anthropológia feladata: szabatos módon, mérésekkel, pontos rajzokkal megállapítani a faji tulajdonságokat s kiemelni őket exakt vizsgálati módok segítségével a homályos »általános benyomás« megbízhatatlanságából, továbbá statisztikai vizsgálatokkal kideríteni, hogy valamely rassz faji jellegei közül melyek a legállandóbbak, az igazán sarkalatosak.

Az anthropológia figyelmét fejlődése első szakában majdnem teljesen a koponya foglalta le. Hogy a tudósok érdeklődése először is efelé fordult, könnyen érthető; mert a koponya mint a gondolkozás szervének tokja s mint a rasszbeli különbségek egyik főszékhelyének, az arcnak váza, az érdeklődésre csakugyan teljes mértékben reászolgál, másfelől meg könnyen megszerezhető anyaga a kutatásnak, mely távoleső, civilizálatlan népfajoktól, sőt kihalt rasszoktól is beszerezhető s emellett kemény állományának kiszögeléseivel a pontos mérésekre igen alkalmas. A koponyatan



15. ábra. Blumenbach János Frigyes. (1752—1840.)



16. ábra. Lenhossék József. (1818—1888.)

(craniologia) kifejlesztése körül kivált Retzius A., Broca, Virchow és Kollmann szereztek érdemeket; hazánkban *Lenhossék József* (1818—1888) és *Török Aurél* nevei emelendők ki e téren.

Ámde a koponya csak egy kis része az emberi szervezetnek s nem is a legfontosabb: hiszen csak passzív állomány, amely egész jelentőségét csak azoknak a fontos szerveknek köszöni, amelyek üregeiben helyezkednek el, s ezért örvendetes, hogy az anthropológusoknak újabban mindinkább alkalmuk nyílik az emberi test egyéb részeit is, az élő embert a maga egészében, lágyrészeivel együtt, testalkatának viszonyait stb. vizsgálódásaik körébe vonni. Mind nagyobb számban akadnak tudósok, akik, leginkább az akadémiák támogatásával, tanulmányutakat tesznek a legkülönbözőbb távoleső vidékekre, azon célzattal, hogy az ott lakó civilizálatlan, gyakran már kihaló félben levő népek fizikai anthropológiáját tanulmányozzák, hogy megvizsgálják faji jellegeiket. Igy, hogy csak néhányat említsünk, igen fontos ilyenféle vizsgálatokat közöltek: Fritsch a koikoinokról és egyiptomiakról, a két Sarasin a ceyloni veddákról, Hyades és Deniker a tűzföldiekről, Ehrenreich és Van den Steinen Brazilia őslakóiról, Buchta a felső Nílus tájékának népeiről, Bälz a japánokról, Hagen különböző keletázsiai népekről, Nieuwenhuis a borneói dajakokról stb. E vizsgálatokban az említett tudósok nagy hasznát vették a fotografálásnak, mely e téren igen nagy jelentőségű s úgyszólván napról napra nagyobb fontosságra tesz szert. Hasznát látta az anthropológia azoknak az exotikus karavánoknak is, amelyeket a nyolcvanas évek óta egyes élelmes vállalkozók, Hagenbeck, Barnum és mások Afrika és Ázsia belsejéből mint látványosságot Európa és Amerika művelt lakossága körébe vezettek.

Az anthropológiának tudománnyá való fejlesztésében s a közönség s a mértékadó körök érdeklődésének felkeltésében e tudomány iránt nagy szerep jutott és jut ma is a művelt nyugat kulturális központjaiban létesült anthropológiai társulatoknak. A legelsőt Párisban alapították 1854-ben, követte ezt 1863-ban a londoni s 1870-ben a berlini anthropológiai társulat. Ez idő szerint az anthropológiának számos hivatásos művelője van, amit elősegített az is, hogy sok egyetemen, így többek közt a budapestin is, e tudományszak részére külön tanszéket szerveztek.

Az anthropológia kutató munkájában nem szorítkozhatik a népfajok jelenére, hanem vizsgálódásainak körébe kell hogy vonja azok multját, keletkezésük problémáját is. A kutatás e téren persze nehézkes és lassan halad, mert anyagának egyik fontos részét: a prehisztórikus leleteket, a véletlen szolgáltatja a tudósok kezei közé. Az ethnológiának ez a történelmi része jórészt egybevág azzal, amit művelődéstörténelemnek nevezünk; mert midőn e tudomány leleteiből következtetéseket von az ősi barlanglakók vagy a cölöpépítmények

békés lakóinak életmódjára, szellemi színvonalára: bevilágít az emberiség művelődésének útjaiba is. De a művelődéstörténelem szempontjából nagyjelentőségű a jelenkori népek, különösen a legalsóbb fokon állók, ethnológiája is; mert ezek elénk tárják azokat az elemi fokozatokat, amelyeken áthaladtak ősi időkben a most már művelt népek. Igy például a Ceylon-szigetbeli veddákban a legprimitívebb barlanglakók képét látjuk megtestesítve.

Az ethnológia a történelmi tudományokkal, a régészettel, a nyelvtudománnyal s a fizikai anthropológiával egyetemben visszafelé követve a népfajok keletkezését, eljut ama nagy kérdéshez is, hogy hol volt az emberiség bölcsője, mikép áradt szét az emberi nem keletkezésének e gócpontjáról a föld kerekségén s mikép differenciálódott a mai nap élő fajok sokaságára. Mert bizonyos, hogy az emberiség nem lakta eleitől fogva az egész földet, hanem Ázsiának egy korlátoltabb területén ébredt állati voltából emberi méltóságára s innen terjedt azután szét az egész világon, hozzáalakulva bámulatos simulékonyságával a klíma s egyéb életfeltételek helyi sajátosságaihoz.

* * *

Valóban megkapó problémák ezek, de minden érdekességük mellett sem érnek fel ahhoz a nagy és merész kérdéshez, melyet az embertani kutatás néhány újabb szerencsés lelet kapcsán mind élénkebben tárgyal: az emberi nem eredésének kérdéséhez.

Az *ember genealógiájának* lehet azt a tudományt nevezni, mely ezt a kérdést nyomozza.

Azok a tudományok, amelyeket eddig röviden jellemeztünk, az embert részben mint egyént, részben mint egy faj tagját veszik szemügyre. A kutatás azon oldala azonban, amelyről most szólunk, az embert magasabb, általánosabb szempontból tekinti, hovátartozását, rokonságbeli kapcsolatait kutatja a szerves lények sorában, viszonyát az állatországhoz, eredését, fejlődésének kérdését.

Mélységes érdeklődés vonzza a gondolkodó, saját lényének mivolta felett elmélkedő embert e kérdés felé, olyanfajta érzés, aminő a talált gyermeké, ki felnőve, nem tud ama gondolat nyugtalanságától, ama kérdés gyötrő kényszerétől szabadulni: vajjon kik lehettek a szülei, honnan származik?

Az ember hovátartozásáról, eredéséről való mai felfogásunk egyik alapja az a megismerés, hogy az ember a maga egészében az állatország körébe tartozik, nevezetesen a gerincesek, még közelebbről az emlősök s ezek közül is a főállatok csoportjába,



17. ábra. Linné Károly. (1707—1778.)

melyben az emberen kívül még a majmokat találjuk. Legközelebbi rokonai az úgynevezett emberszabású majmok. Ezt *Linné* (1707—1778) a hírneves svéd természettudós fejezte ki először világosan, midőn »Systema naturae« című művében (1735) az embert a majmokkal és félmajmokkal együtt a »primatesek« csoportjában foglalta össze.

Első pillanatra ugyan nagyon különbözni látszik az ember még a majomtól is, amint egyenes testtartásával, büszke főhordozásával, hosszú, egyenes alsó végtagjainak kimért, nyugodt lépéseivel halad előre. Felső végtagjainak rövid volta s teljes felszabadultsága a törzsök alátámasztásának és tovamozdításának feladata alól, gyengéd, sima, aránylag szőrtelen bőre, törzsökének karcsúsága, fejének különös alakulása, melyet az agyvelő óriási térfogata s ezzel szemben a rágókészülék gyengébb fejlődése magyaráz meg: mindez látszólag egészen sajátos, a természetben elszigetelten álló lénnyé bélyegzi az embert. S ezt a hatást még nagyban előmozdítja pszichikai működésének az agyvelő nagyarányú fejlődésével kapcsolatos rengeteg fölénye a legmagasabb rendű állatok szellemi megnyilvánulásai felett is.

Ámde ezt az illúziót eloszlatja először is az összehasonlító anatómia, mely egybevetve az ember organizmusát az állatokéval, reámutat arra, hogy az ember szervezetének nemcsak alapvonásaiban, hanem minden egyes részében is közvetetlenül a legmagasabb állatokhoz csatlakozik. Nincs oly szerve, nincs oly részecskéje a testének, amely épen csak az ő monopóliuma volna, mely fel ne volna található az állatokban is. A különbségek csak fokozatbeliek, amennyiben az egyes szervek az emberen hol erősebben vannak kifejlődve, mint például az agyvelő, hol pedig gyengébb, gyakran csenevészes fejlődésűek, mint a szaglószerv. De ilyen kvantitatív különbségek előfordulnak léptennyomon a közel rokon állatok közt is. Még nagyobb a megegyezés a szervezet finomabb szövettani alkotásában. A szervezet működéseiben sem találunk elvi jelentőségű különbségeket az ember s a magasabb emlősök közt s hasonlókép áll az ügy a betegségek dolgában is. Vannak ugyan egyes eltérések erre nézve, de ilyenforma eltérések az emberi nem különböző népfajai közt sem hiányoznak; a legtöbb betegségünk közös az állatokkal, s ami a fő: teljesen azonosak az alapvető kórtani folyamatok. Végül egyforma az ember fejlődése is az állatokéval, s ez a megegyezés annyira megy, hogy egy fiatal, már néhány milliméternyi emberi embriót alig lehet a majométól megkülönböztetni, sem külső idomában, sem belső alkotásában.

Szellemi téren a különbség az ember és állat közt óriási, de arányos az agyvelő különböző fejlődésével. Huxley szerint az emberszabású majmok lelki világát nagyobb űr választja el az alsóbbrendű majmokétól, mint az emberét az anthropoid majmokétól. Az emberi lélek egyéni fejlődésében olyan fokozatokon megy át, amelyek igen emlékeztetnek az állatok szellemi színvonalára. Wundt szerint az állatok pszichéjében ugyanazokat az alapelemeket találjuk, mint az emberében s egybekapcsolódásuk módja is ugyanazon törvényeknek hódol.

* * *

De az ember együvétartozása az állatokkal nemcsak véletlen hasonlatosság, hanem természetes következménye a közös eredésnek, a genealógiai kapcsolatnak, a fejlődés közös útjainak. S ezzel elértünk a mai biológia egy másik nagy alaptételéhez: a *származás tanához.*



18. ábra. Lamarck János Baptista. (1744—1829.)

Amit már Goethe gyanított s költői, szimbólikus alakban kifejezésre is juttatott, amit *Lamarck* már tisztán felismert s a filozófiai elme mélységével s a meggyőződés melegségével megirt, de bizonyító tények dolgában elégtelen felszerelésű művekben a világ elé tárt: azt a megismerést *Darwin* fürkésző lángesze, csodás sokoldalúsága és szorgalma diadalra juttatta.

A leszármazás tana ma már jóformán általánosan elfogadott igazsága a tudománynak, alapja felfogásunknak a szerves világról s felfogásunknak az emberről is, mert hogyan kapcsolhatnók ki az ember eredését a leszármazás törvényének általánosságából.

Az ember sem egyéb mint egy láncszem az állatok fejlődési sorozatában, de az a lény ő, amely küzdelmes előhaladásában legmesszibbre tudott eljutni, amely méltán mondhatja magáról, hogy a szerves világ élén halad. Agyvelejének egyoldalú óriási fejlődése, mérhetetlen idők e lassú vívmánya, a természet urává, legtökéletesebb alkotásává avatta őt.

Állati eredésének meggyőző bizonyitékait szervezetében hordja nemcsak a legmagasabb állatformákkal való szerkezetbeli megegyezése alakjában, hanem sok csökevényes szerv és alakulás képében is. Ezek egymagukban érthetetlenek, de azonnal a legélénkebb megvilágításban állanak előttünk, ha mint egy régmult időnek hasznavehetetlen, felesleges maradványait itéljük meg őket.



19. ábra. Darwin Károly. (1809—1882.)

A távol jövőben fekszik még az az idő, amikor egész pontossággal fogjuk tudni, hogy miképen fejlődött az ember alacsonyabb lényekből mostani színvonalára, s milyenek voltak a legközelebbi elődei s távolabb eső ősei. A tudományos entuziazmus néha-néha meg akarja előzni merész elméletekkel a tények nyomán való előhaladás lassú útját; de a valódi tudomány óvatosan, tapogatódzva halad ebben a kérdésben is. Figyelmes szemmel veti egybe az ember és az állatok szervezetét és egyéni fejlődését, hogy levonja az összehasonlításból következtetéseit az emberiség multjára, s feldúlja a földet, hogy napfényre

hozza öléből azokat az aranynál és gyémántnál is értékesebb, bár csak korhadt csontmaradványokból álló kincseket, amelyekből világosság derülhet az ember származásának kérdésére. Már-már sikerült egy pár fontos leletet kicsikarnia a föld öléből; biztosra vehetjük, hogy ezeket mások, talán még értékesebbek, még bizonyítóbbak fogják követni s hogy végre is e leletek összességéből világos képet alkothat magának az ember multjáról.

* * *

Végigtekintettünk e rövid bevezetésben mindazon tudományok során, amelyek megvilágítják, mindegyik más oldalról, az ember testi és szellemi életét; e tudományok eredményeinek összefüggő sorozatából szűrődik le az ember egységes képe.

E tudományok mindegyike egy végcél felé vezet: az ember természetének, mivoltának a megismerése felé. S ez a végcél nagy és magasztos. Az a pár szó, mely a delfii Apollo-templom homlokzatán díszlett: »Ismerd meg tenmagadat!« az ember egyik nemes feladatát, sőt kötelességét foglalja magában. Mert valóban mi volna méltóbb az emberhez, e gondolkodó lényhez, mint hogy saját mivoltának, jelenének, multjának a felismerésére törekedjék, hogy kideríteni igyekezzék, vajjon mi is voltaképen ez a különös lény, mely magát büszkén a világ urának nevezi. De kötelessége ez abból a gyakorlati szempontból is, hogy saját fajának ismerete alapján eredményesen védekezhessék a jólétét fenyegető káros tényezők ellen s így életét zavartalanabbá, kellemesebbé tegye s földi szereplésének végződését kitolja a természetszabta rendes határig.

Az embernek e kutató munkájában, mint a buvárkodás minden más terén is, nem szabad hogy más vezérelve, más hitvallása legyen mint az, hogy a *tiszta igazságot* derítse ki s ha ezt felismerte, azt teljes őszinteséggel tárja fel s a valóságnak kimondásától magát semmi által el ne tántoríttassa. A világosság, a szókimondás korában élünk, s ami a valósággal ellenkezik, ami nem állja meg a tudományos kritika tűzpróbáját, az korhadt s annak rombadőlte s eltünése fel nem tartóztatható.

Korunkat a természettudományok korának nevezték, s valóban, egybevetve azt nemcsak az ókorral, hanem a közelmult századokkal is, mint legjellemzőbb vonása: a természetnek s az ember lényegének buzgó és eredményes kutatása és helyes, észszerű megítélése, továbbá ezen ismeretek nagyszerű gyakorlati alkalmazása domborodik ki. A haladások e téren nagyszabásúak, s hatásuk már is áldásosan mutatkozik az emberi élet minden vonatkozásában, különösen a közegészségtan s az orvostudomány terén.

Bizalommal tekinthetünk a mi századunk s a következő századok elé is, azzal a reménnyel, hogy ezeknek a haladásai sem fognak elmaradni a mult század nagy eredményei mögött, sőt hogy a természettudományok, s ezek közt az ember felőli vizsgálatok is, még fokozottabb mértékben fognak ezentúl előhaladni. A tudomány természetéből folyik a mértani arány szerint való haladás, mert egy új ismeret számos területre világít be, s mindenütt megindítja a tovább-

fejlődést, hasonlóan ahhoz, mint amikor egy égő kanóccal a lángok egész sorát lobbantják fel.

Szinte fájó érzés fog el, ha elgondoljuk, hogy a tudományok e későbbi haladásainak tanui már nem lehetünk. Mennyi fontos, megkapó új megismerés birtokába fog még jutni az emberiség, mennyi új, váratlan, meglepő tényt fog a haladó tudomány feltárni az emberi elme előtt, s mi minderről már nem fogunk tudomást szerezhetni!

De a megismerésnek még hatalmasabb távlata tárul elénk, ha az evolució álláspontjára helyezkedünk, s ha a tudományok jövő haladásainak kérdésében az emberi kutatás szívós folytonosságán kívül még egy másik tényezőt vetünk latba: az emberi nem tökéletesedését. Az ember fejlődési fokozata az állatvilágnak. A mostan élő lények közt a legfejlettebb, de bizony távol áll még a tökéletességtől; testi és szellemi téren is szembeötlők a gyarlóságai s különösen korlátolt még értelmi tehetségének, felfogó képességének a terjedelme. S amilyen távol vagyunk mi magunk a tökéletességtől, oly távol marad a világ felől való tudásunk is az abszolut megismeréstől. Bizonyos, hogy csak egy kis részét ismerjük a valóságnak, s amit tudunk, azt is a mi sajátos emberi felfogásunk színezetével és egyoldaluságával, »sub specie cerebri humani«, tudjuk. Ki tudja, az érzékszerveinkkel felfoghatókon kívül hányféle részlete és tüneménye van még a minket környező világnak, hány alakja van még az erő megnyilvánulásának? S ki tudja, hogy a mienknél nagyobb megfigyelő és következtető tehetség már a mi érzékszerveinkkel, a mi tudásunkkal is mily új tényeket, kapcsolatokat, törvényeket tudna felismerni?

Ha igaz, hogy a mostani ember fejlődés eredménye, hogy a fejlődés általános törvénye alapján emelkedett mai magaslatára, akkor a legegyszerűbb következtetés, hogy ez a törvény még tovább is kifejti reá hatását s hogy a mai homo sapiens-szel még nem zárult be végkép az organikus fejlődés emelkedése, hanem tovább vezet egy homo sapientior felé. Az a körülmény, hogy a diluvium csontleleteiben az ember koponyája gyakran már mai előkelő, nemes formájában jelenik meg, még nem jogosít fel arra a feltevésre, hogy az ember sok ezer évre már végkép megrögződött, további fejlődésre nem alkalmas típus, mely már mérhetetlen idők óta változatlan. Ez a megismerés csak arra késztet, hogy az átalakulás folyamatát végtelen lassúnak, talán legapróbb lépteiben is sok ezer évre terjedőnek képzeljük. Magának az átalakulásnak a tényét kétségen kívül helyezi egy pár újabb lelet.

Persze kérdés, vajjon meglesznek-e mindig a feltételek arra, hogy az emberi nem nyugodtan fejlődhessék tovább. Elemi csapások megakadályozhatják e fejlődést; a megélhetés természetbeli feltételeinek nagymértékű csökkenése, amilyen pl. a föld kihülése, a csenevészés útjára terelheti az emberi nemet, s azt a fajzatot, mely oly büszkén haladt a megismerés napja felé, elfajult, silány alakká sorvaszthatja s lassú kihalással vethet véget földi pályájának. Ám, ha nem teljesül az a komor jóslat, melyet Madách klasszikus művének utolsóelőtti jelenetében oly megragadóan érzékít, ha meglesz ezentúl is minden feltétel arra, amint megvan mostanában, hogy az emberi nem testében, szellemi erejében fejlődjék, izmosodjék: egy tökéletesebb fajzat fogja majd valaha a föld kerek-

ségét lakni, melynek fejlettebb agyvelejében mélyebb tudás s behatóbb megértése honol a világegyetemnek s az ember lényegének is.

Nem nehéz előre megjósolni, hogy a jövő alakulásában a természettudományoknak jut a vezetőszerep s hogy társadalmi téren is a természettudományokból levont észszerű elvek lesznek mindinkább az uralkodók. A természettudományok azok, amelyek biztosítják az ember hatalmát a természet vak erői felett, nekik köszöni az ember növekedő jólétét, megszabadulását a babona bilincseitől, derült, tárgyilagos, egészséges életfelfogását; reájuk illik leginkább Bacon híres mondása: *a tudomány hatalom!* De a természet ismerete az embert nemcsak bölccsé és gazdaggá, de jóvá, emberiesebbé is teszi, s meg is adja az embernek a gyakorlati eszközöket arra, hogy humanizmusát valóban hasznos tettekben érvényesítse, hogy enyhítsen az emberi nyomoron, az emberi szenvedésen. A természettudományok alapjain biztosan nyugszik modern művelődésünk!

OSZK
Országos Szé[illegible]nyi Könyvtár



AZ EMBER SZÁRMAZÁSA ÉS HELYE A TERMÉSZETBEN.

KORUNKAT a természettudományok idejének nevezik. És méltán, mert csodás vívmányaik nyomában egész életünk és gondolkodásunk gyökerében átformálódott. A természettudományok egyik része: a kémia, fizika és technika életünk külső keretét, létünk gyakorlati oldalát változtatta meg. Pompás közlekedési eszközeink lerontották a távolság sorompóit s az egész emberiséget szomszédainkká tették. Gépeink megkönnyítették és tetemesen tökéletesítették a munkát. Iparunk szebbnél szebb és jobbnál jobb termékei az emberi élet kellemeit fokozták. Gondolataink a villám sebes szárnyán repülnek a föld körül; a gyorsan hangzó röpke szót immár állandósítani tudjuk s a víz, szél, tűz, napfény, villám rabszolgánk és az emberiség házimunkáit végzi. Erőnk is sokszorosan hatványozódott; gőz- és villamos-gépeinkkel, különböző robbantó-szereinkkel olyan borzasztó erőt tudunk kifejteni, mihez képest a mesebeli titánoknak erőnyilvánulásai ártatlan gyerekjátékokká törpülnek.

A természettudományok másik, látszólag kevésbbé hasznos része: a kozmológia, biológia és geológia gondolkodásunkat és világnézetünket alakította át. Fáradságos, olykor a mindenséget átfogó, máskor a szőrszálhasogatásig menő finom vizsgálataival *a fejlődés* eszméjét gondolkodásunk megingathatatlan alapjává szilárdította. A kétségbevonhatatlan tények özöne alapján ma minden jelenséget, bármilyen jelentéktelennek lássék is az, úgy fogunk fel, mint az időben és térben végtelen fejlődésnek egy láncszemét.

A fejlődés eszméje azonban korántsem ment át símán, küzdelem nélkül az emberek gondolkodásába. Sőt heves támadásokban volt része, mert merőben ellenkezett az emberiség régi, megrögzött világnézetével.

A legújabb időkig az ember önmagának volt bálványa. Tartózkodási helyét, a földet, a mindenség középpontjába helyezte s szentül meg volt győ-

ződve, hogy az egész mindenség a földért, a föld pedig az ember kedvéért van. Példátlan önösségében a földet nem meghódított birtokának, hanem örökségének tekintette s azt hitte, hogy a természet három országa egyenesen az ő tetszésére és úri kényelmére van teremtve. A növények és állatok egyedüli célja, hogy neki táplálékot, ruhát szolgáltassanak, vagy hogy gyönyörködtessék és erejét, eszét, türelmét fejlesszék. A nap, hold és csillagok is egyedül az ő számára ragyognak. A nappalok és éjjelek kizárólag az ő idejének célszerű beosztása kedvéért váltakoznak; az évszakok az ő termésének kifejlesztésére valók s az évek az ő uralmának megörökítésére szolgálnak.

A tizenhatodik század véget vet e hiú ábrándoknak. Lassan ébredni kezd az elaltatott emberi értelem s a pislogni kezdő isteni szikra megteremti a természettudományt. *Copernicus*, *Keppler* és *Galilei* a régi világnézetet alapjában támadják meg. A lángész és tudás minden erejével kimutatják, hogy nem a föld a teremtés középpontja, mert a föld csupán szerény kis bolygó, mulandó napszilánk abban a végetlen mindenségben, melynek középpontja a Nap. Ma mindenki tudja, hogy földünk lassan fejlődött s egykor a Naphoz hasonlóan izzó állapotban volt. A sziklakemény kőzetek, melyekből ma megmerevedett szilárd kérge áll, valamikor izzón cseppfolyós állapotban voltak, s kívülről forró gázok környezték. Földünk e fejlődési szakaszát a természettudomány minden ága, mint kétségen kívül álló tényt, elismeri. Sőt a modern búvárlat a távcső és színképelemzés segítségével szemmel láthatólag elénk tárja, hogy a mindenségben, az égi testeken mindenütt ugyanaz a fejlődési szakasz ismétlődik, melyen földünk már keresztülesett. A gázszerű ködfolttól kezdve, az izzón folyós gömbön keresztül a megmerevedett jéghideg tömegig, minden fejlődési szakaszt még most is észlelhetünk a világűrben. A hasonszerűségből következtetve, hű kísérőnknek, a holdnak sorsa: a kihülés, a halál lesz földünk végzete is.

Mindezek ismerete révén az ember olyanformán járt, mint az egyszeri paraszt, aki a világ urának álmodta magát s reggel nyomorult viskóban ébredt fel. Az elrebbent játszi álmok emléke még sokáig háborgatta az álmodozásra amúgy is hajló ember elméjét, de utóvégre is vigasztalódnia kellett azzal, hogy ha már nem is lehet a mindenség királya, legalább középpontja ennek a földi kis paradicsomnak, melynek minden növényét és állatát kizárólag őérte és őneki teremtette az Isten.

Ezt a felfogást a legszebben *Mózes*, a Sinai-hegy nagy törvényszerzője, szólaltatja meg az ő *Genesis*-ében. Ő a mai naiv emberhez hasonlóan a növények és állatok sokféleségét Isten művének tulajdonítja. Szerinte először teremtette Isten a földet, azután elválasztá a világosságot a sötétségtől, a vizet a szárazföldtől; ekkor a föld már lakható lett s teremte Isten növényeket, azután állatokat és pedig először vizieket s légieket, azután szárazföldieket, legvégül pedig az embert, hogy »*uralkodjék* a tenger halain és az égi madarakon és vadakon és az egész földön és minden csúszó-mászó állaton, mely mozog a földön«. Mózes eme egyszerű felfogásában, mely tisztán vallásos érzésen alapszik s így békét szerezhet az egyszerű hivő lelkének, mert visszatartja a kezdet s eredet további feszegetésétől, a valónak sejtelme rejlik. Eszméi nagyjából a mai kor

gondolkozási módjával is jól megférnek. Ilyen eszmék : az eredetileg egységes, egynemű anyag különválasztása és a teremtésbeli fokozatosság. A Teremtő először növényeket, azután állatokat teremt és az utóbbiak közül, általánosságban szólva, először az alsóbb rendűek s később a magasabb rendűek keletkeznek. A teremtés a szervetlen világgal kezdődik és a szervessel végződik, ez utóbbinak koronája pedig az Isten saját képére teremtett ember.

Mózes az egymásután *okát* nem kutatja, sőt minden kutatásnak egyenesen útját szegi azzal, hogy a világ s minden létező okát a mindenekfelett uralkodó, személyesített természeterőben látja. Magyarázata a naiv ember eszejárásának valóban a legjobban megfelel, tudásvágyát is a legjobban kielégíti, de nem nyugtatja meg a gondolkodó természetbúvárt, aki csak ismert természeti erőkkel dolgozhatik s kinek módszere hangosan tiltakozik az ellen, hogy egy talányt egy még nagyobb rejtély felvételével oldjon meg. Ennek ellenére *Mózes* teremtéstörténete a civilizált népeknél is a legújabb időkig érvényben maradt, mert a népek vallásos meggyőződésével szövődött össze ; hosszú ideig a tapasztalatokkal sem ellenkezett s főleg mert nagy természetbúvárok, mint *Linné*, *Cuvier* is a fajok állandóságának hirdetésével támogatták.

A tizenkilencedik században megváltozott a helyzet. A rohamosan gyarapodó aprólékos vizsgálatokat és bő tapasztalatokat már semmiképen sem lehetett *Mózes* teremtéstörténetével és kivált ennek alapjával : a fajok állandóságának tanával összeegyeztetni, ezért, legalább a tudományos világban, végleg napirendre tértek a Mózes-féle teremtéstörténet felett, mely most az őt egyedül megillető helyre, a hit birodalmába került. Megdőlt a fajok állandóságát hirdető tan s helyette az élő szervezetek vérrokonságát és természetes úton való fejlődését hirdető tan : a *származástan* került kizárólagos uralomra.

A származástannak, vagyis a szerves világ természetes fejlődését hirdető tannak, már az ó-korban is voltak szószólói. *Thales* (624—543 Kr. e.), *Anaximander* (611—546 Kr. e.), *Heraklitos* (500 Kr. e.), *Empedokles* (500—440 Kr. e.), *Anaxagoras* (500—428 Kr. e.) és *Demokritos* (465—370 Kr. e.) munkáiban találjuk a mai származástan csíráit. De e csírákban csak *Lamarck* idejében pezsdült meg újból az élet.

A középkor elfojtott minden oly eszmét és búvárlatot, melyhez az anyagiság fogalma tapad, s csak egy tudományt ismert, azt, amely nem az anyaggal, hanem a szellemmel foglalkozik : a theológiát. Ezzel pedig csak a Mózes-féle teremtéstörténet és a fajok állandóságának tana fért össze, mely ily körülmények között annyira meggyökeresedett, hogy a nagy *Linné* még a XVIII-ik század közepén is Mózes tanát hirdeti. Szerinte mindazok az állatok és növények, melyeknek ő kettős nevet adott és amelyeket rendszerbe foglalt, egyenesen a Teremtő kezéből kerültek ki, és ma is olyanok, aminők a teremtés idejében voltak, szóval nem változtak, mert »a faj változatlan és annyi különböző faj van, amennyit kezdetben alkotott a Teremtő«. Felfogása azonban teljesen hasznavehetetlennek, sőt tévesnek bizonyult, amikor a kövületek behatóbb tanulmányozásához fogtak. Hosszú időn keresztül kalandos és merész fantáziával igyekeztek a zavart okozó kövületeket a tudományos vizsgálódás körén kívül tartani. A természet játékának, az özönvíz maradványának, a csillagok hatásának,

majd pedig különleges »termékenyítő levegő« termékének tekintették, mely ha szerves testeket ér, állatok és növények fakadnak nyomában, ha pedig szervetlen testekkel hozza össze útja, kövületek képződnek. *Cuvier* mutatta ki a kövületekről legelőször meggyőző módon, hogy ezek kihalt ősvilági állatok maradványai.

A kövületek beható tanulmányozása közben *Cuvier* arra a tapasztalatra jutott, hogy a föld szilárd kérgének különböző rétegei más és más állati és növényi maradványokat zárnak magukban, amelyek annyival inkább különböznek a jelenleg élőktől, amennyivel mélyebben fekszenek a föld méhében s minél lejebb hatolunk, annál egyszerűbb állati és növényi maradványokat találunk. Ámde, szerinte, a föld életének minden szakasza merőben különleges állat- és növényvilággal bírt; az egymásra következő faunák és flórák között nincsen meg a folytonosság, mert minden periodus végét nagy katasztrófák, úgynevezett kataklizmák, jelzik, melyek minden élő szervezetet hírmondóstul elpusztítottak. A katasztrófa után, bizonyos idő multán, új élet pezsdül meg a romokon, új periodus kezdődik a föld életében, melyet egy újabb teremtés merőben új és az előbbiektől lényegesen elütő növényekkel és állatokkal népesít be. Ez az új fauna és flóra néhány évezreden át virul, míg azután egy újólagos katasztrófa következtében ismét az előbbi sorsára jut, erre ismét új teremtés következik és így megy ez tovább, talán 30—40-szer. Számos teremtés felvételével sikerült még *Cuvier*-nek ideig-óráig a palaeontológiai tények mellett is fenntartani a fajok állandóságáról szóló tant, melynek napjai azonban már meg voltak számlálva.

A gondolkodó természetbúvárok már *Cuvier* idejében sem találtak megnyugvást a kataklizma-elméletben, mely merőben ismeretlen erőt szerepeltetett és ezért a szervezetek nagy változatosságát nem a többszörösen ismétlődő teremtések feltételezésével, hanem az általánosan uralkodó ismert természettörvényekkel igyekeztek megmagyarázni. *Goethe*, Faust halhatatlan költője, a természet és a szervezetek egységét hirdeti. *Erasmus Darwin*, a nagy *Darwin* nagyatyja, az állatvilág fokozatos fejlődését és nemesedését tanítja. Eszméikhez csatlakozott Németországban *Schelling*, *Treviranus* és *Oken*, Franciaországban pedig *Buffon*, *Geoffroy Saint-Hilaire* és *Lamarck*.

A származástan tulajdonképeni tudományos megalapítója a francia *Lamarck* (1744—1829) volt, aki 1809-ben megjelent *Philosophie Zoologique* című munkájában először fejtette ki rendszeresen a fajok természetes származásának eszméjét és ennek előidéző okát. Az ő felfogása szerint a föld és a rajta élő szervezetek fejlődtek; a fejlődés maga pedig lassú és folytonos volt, mert a föld életét nagy katasztrófák sohasem rázkódtatták meg teljesen. A ma élő fajok különböző korúak s idők folyamán fokozatosan egymásból fejlődtek. A fajok átformálódásának oka: az alkalmazkodás és a szervek használata vagy nemhasználata. A szervezetek kivétel nélkül ugyanazon általános természeti törvényeknek engedelmeskednek, mint a szervetlen testek.

Lamarck magasztos, fennkölt eszméi azonban korántsem keltettek olyan feltünést és elismerést, mint ahogyan azt ma, a jelenkor álláspontjáról ítélve, gondolnók. A tudományt ez időben *Cuvier* tanai és tekintélye vezették. Mun-

káját mellőzték, agyonhallgatták. *Cuvier* például a francia akadémia megbízásából készített tudományos munkák összeállításában még címét sem közölte. Szegény *Lamarck* elfeledve, megtörten, vakon s fölibe még bolondnak tartva lehelte ki nagy lelkét. De eszméi, mint a nagy eszmék általában, túlélték szerzőjüket s évtizedek multán Messiáskép feltámadtak, hogy örökre hirdessék a származástan diadalát.

A már megtört úton a származástan hívei számban és erőben gyarapodtak. 1830-ban a párisi akadémián a származástan zászlótartói, élükön *Geoffroy Saint-Hilaire*-rel már összemérték fegyverüket a fajok állandóságáról szóló tan főképviselőjével: *Cuvier*-vel. A nemes küzdelem *Geoffroy Saint-Hilaire* vereségével végződött, mert az új tan még nem támaszkodhatott elegendő számú tapasztalati adatra, másrészt, mert sarkalatos tévedést rejtett magában, amennyiben azt vitatta, hogy az egész állatvilág csakis egy irányban fejlődött. Evvel szemben *Cuvier* nagy összehasonlító anatómiai és palaeontológiai ismeretei alapján könnyen kimutathatta, hogy az állatvilág oly zárt csoportokból és élesen határolt tipusokból áll, melyek semmi esetre sem lehetnek egyirányú fejlődésnek eredményei.

Cuvier felfogására a halálos csapást *Lyell* angol geológusnak 1830—32-ben megjelent munkája mérte, mely *Cuvier* »kataklizma-elméletét« geológiai alapon teljesen megdöntötte. *Lyell* világosan kimutatta, hogy földünk történetében kataklizmák nincsenek; földünk felülete nem különleges, többször ismétlődő katasztrófák hatására, hanem alapjában jelentéktelen, de folytonosan ható erők működésére állandóan változott. Igy emelkedések, süllyedések, eső, hó, jég, a tengerbe rohanó patakok, folyók stb. hatására szakadatlanul változott és változik ma is, ezért a föld történetének egyes szakaszai fokozatosan mennek át egymásba, melyeket csak igen kis, körülírt helyen zavar meg olykor a vulkánosság. *Lyell* búvárlatai révén a föld történelmének folytonossága a geológia alapigazságának rangjára emelkedett s így *Cuvier* tanaiból csupán a földön élő szervezetek fejlődésének időbeli megszakítottsága maradt még meg, jóllehet az immár ismeretessé vált geológiai körülmények ezt a feltevést már ez időben is igen kétségessé tették.

Darwiné a halhatatlan érdem, hogy *Cuvier* tanának ez a szánalmas roncsa nem sokáig maradhatott a tudomány szentélyében. Ő ugyanis a fajok keletkezéséről írt nagy munkájában (1859) a tapasztalati tények biztos alapján fényes logikával és vaskövetkezetességgel kimutatta az élő szervezetek fejlődéstörténetének folytonosságát és ezzel romba döntötte a fajok állandóságát hirdető tant s a természetes kiválogatódásnak nevezett tanával rövidesen diadalra juttatta a szervezetek természetes fejlődésének nagy eszméjét.

Darwin speciális tanát: a természetes kiválogatódást (natural selection) és a vele szorosan összeforrt származástant főleg két körülmény segítette példátlan győzelemre, nevezetesen a mesterséges tenyésztéssel való meggyőző analógiája és a létért való küzdelem megkapó jelszava.

Darwin a fajok lényegének vizsgálatából indult ki. A meggyőző példák hosszú sorával bebizonyította, hogy a fajok nem állandók és nem olyan merevek, mint azt többek között *Cuvier* is tanította, hanem plasztikusak és változók.

Szerinte a fajokon mindig jelentkező kis változások adják meg az alapot az új fajok keletkezésére s ez utóbbiak formálódásának folyamata a természetben meglepő módon hasonlít a mesterséges tenyésztéshez. Tudvalevőleg a tenyésztők a háziállatok közül az olyan példányokat, amelyeken esetleg hasznosnak igérkező különleges változások jelentkeznek, gondosan elválasztják a többiektől s kizárólag egymás közt engedik kereszteződni; az új nemzedékből megint csak a megfelelő irányban változó egyéneket válogatják ki és ha ilyen módon a kiválogatást és elkülönítést nemzedékek során folytatják, merőben új, a régitől elütő fajhoz jutnak. A szabad természetben a tenyésztő szerepét a létért való küzdelem játssza. A változó egyének sorából az élet forgatagában csupán azok maradnak fenn, melyeknek változásai a létért való küzdelemben hasznosnak bizonyulnak. A kezdetben kis változásokból, a természetes kiválogatás hatása folytán, szakasztottan olyan módon fejlődnek új fajok, mint ahogyan azt háziállatainkon nap-nap mellett látjuk.

A származástan történetével szándékosan kissé hosszasabban foglalkoztam, mert a származástannal a legszorosabb és legszervesebb összefüggésben áll az ember származásának és a természetben való helyzetének kérdése. Csak ennek alapján oldható meg az ember származásának titokzatos problémája. Éppen e nyomós oknál fogva még egyet-mást el kell mondanom a származástanról.

A származástan történetéből világosan kiderül, hogy a *darwinismus* és a származástan a tudományban nem azonos fogalmak. A származástan, vagyis az a tan, mely az összes szervezetek vérrokonságát és természetes úton egymásból való fejlődését hirdeti, nem *Darwin* eredeti gondolata; ellenben a természetes kiválogatódás tana, az ú. n. darwinismus, az ő kizárólagos szellemi tulajdona. Ez utóbbin pedig azt a tant kell értenünk, mely a származástan alapjára támaszkodva a szervezetek formálódásának *miként jét* a természetes kiválogatódással (selectio) igyekszik megmagyarázni. Manapság a származástan igazában úgyszólván egyetlenegy *szakember* sem kételkedik, ellenben a darwinismus magyarázatában nem mindenki talál megnyugvást. *Lamarck, Weismann, de Vries, Eimer, Kassowitz, Galton, Reinke* stb. részleteiben másképmagyarázzák a fajok formálódásának miként jét, de a közöttük folyó vita távolról sem érinti a származástan igazát, mert ez a sziklánál is szilárdabb. A biológiától távol álló körök célzatosan sokszor olykép tüntetik fel a helyzetet, mintha a darwinismus, lamarckismus, germinális selectio stb. ellen felhozott ellenvetések a származástanra vonatkoznának és ennek megdülését jelentenék, pedig ezek az ellenvetések nem a származás *tényére*, hanem a származás *miként jére* vonatkoznak.

A származástan filozófiailag *elmélet*, ezért feladatát és terjedelmi körét igazán csak akkor ismerjük meg, ha logikai alapjaival tisztába jövünk.

A származástan, épúgy mint a *Copernicus-Keppler*-féle tan, nem teljesen közvetlen megfigyelésen alapszik, hanem mindkettő az egyes megfigyelések hosszú sorozatából vont végkövetkeztetések eredménye. Ha az égi testek mozgásait ellenmondás nélkül akarjuk megmagyarázni, akkor kénytelenek vagyunk feltenni, hogy az égi testek meghatározott tulajdonságú pályákon

keringnek a Nap és saját tengelyük körül; az összehasonlító morphologia, palaeontologia tényeit, továbbá a fejlődéstan, állat- és növényföldrajz jelenségeit is csak úgy érthetjük meg, ha feltesszük, hogy a szerves alakok mindannyian vérrokonságban és históriai összefüggésben állanak egymással. A vérrokonság és fejlődés felvétele logikai szükségszerűség, mert az észlelt tényekből ez, mint *egyedül lehetséges* és minden tényre érvényes, tehát *kimerítő* magyarázat szükségszerűen következik.

A származástan történetét és módszerét tekintve tisztán *morphologiai* alapon épült fel, ezért kizárólagosan az a feladata, hogy az élő szervezetek közti *alaki megegyezőségeket* magyarázza meg. Ezt pedig az által éri el, hogy az egyszerűből az összetett fejlődésének, továbbá a fajok közti vérrokonságnak fogalmát vezeti be a tudományba — ezzel véget ért az ő feladata; ha többet követelünk tőle, akkor lényegét félreismertük és összekeverjük a fogalmakat. A származástannak nem kell sem az ősnemzés, sem a fajkeletkezés folyamatát megmagyarázni, mert e kérdések nem a morphologia, hanem az élettan körébe tartoznak. Semmi sem lehet tévesebb, mint a származástannak a szemére hányni, hogy a fejlődést nem magyarázza meg és ebből azt következtetni, hogy a morphologiai viszonyok magyarázatára nézve sem kielégítő. Ha ugyanezt az eljárást akarnók a *Copernicus-Keppler*-féle tanra alkalmazni, akkor ezt is helytelennek kellene mondanunk, mert az égi testek mozgásait nem magyarázza meg.

Minden analitikailag nyert elmélet — és ilyen a származástan, vagy a *Copernicus-Keppler*-féle tan is, — a tudomány előrehaladásával, az ismeretek mélyülésével, igyekszik analitikus bizonyítását szintetikussal, azaz konstrukciós elmélettel kiegészíteni. De ez utóbbinak sohasem lehet az a feladata, hogy az elmélet bizonyítékai közt levő hézagot kiegészítse, hanem az, hogy az analitikai úton nyert elméletet más ismert jelenségekkel összefüggésbe hozva egy nagyobb egységbe iktassa. Az analitikai elmélet azonban a konstrukciós elmélet nélkül is logikai szükségszerűséggel bír. Midőn *Copernicus* és *Keppler* az égitestek közvetlenül megfigyelhető mozgásából egy a Napot körülövező pályára következtettek: az összes alaki jelenségeket kielégítően és ellenmondás nélkül megmagyarázó tudományos elméletet állítottak fel, mely mint ilyen önálló, zárt egészet alkot. Ha később azután ebből kifolyólag az a kérdés merült fel, hogy melyek azok a feltételek, amelyek mellett az égitestek ilyen pályája lehetséges, akkor az nem a *copernicusi* tan gyengeségét, hanem a megismerési vágy további követelményeit jelentette. Ez utóbbi feltételeket a *Copernicus-Keppler*-féle tan konstrukciós elmélete: a *Newton*-féle gravitációs törvény magyarázza meg, amelyben *Newton* kimutatta, hogy az égitestek között uralkodó gravitációból az égitestek heliocentrikus és elliptikus pályája szükségképen következik. De a *Copernicus-Keppler*-féle tan a *Newton*-féle tan nélkül is logikailag teljesen megokolt volna.

A származástannak konstrukciós elméletei az élettan körébe tartoznak s mindannyian a *variabilitás* tényéből indulnak ki, de még nem jutottak oly végleges kifejezésre, melyet minden búvár elfogadott volna; erre nézve tehát még vita van a búvárok között, de ez, mint fentebb kimutatni igyekeztem, távolról sem befolyásolja a származástan analitikai részét.

Röviden összefoglalva, a származástan analitikai része azt tanítja, hogy a ma élő összes élő szervezetek vérrokonok és évmilliókra visszanyuló természetes erők vezérelte fejlődésnek eredményei.

A XIX. század vizsgálatainak egyértelmű bizonysága szerint az összes szervezetek formálódását a fokozatos fejlődés elve hatja át. A felsőbbrendű, bonyolódottabban szervezett élő lények kimutathatólag mindig alsóbbrendű, egyszerűbb alkotásúaktól származnak s ezért a földünket benépesítő változatosabbnál változatosabb növényeket és állatokat szervezetüknek félreismerhetetlen rokonsági köteléke egységes egésszé fűzi. A fajok vérrokonságának s egymásból való fejlődésének tana a mai biológiai kutatás irányító alaptétele! Nincs természetnyújtotta tény, mely ellenkeznék vele s nincs újabb észlelet, melyet ne lehetne ez alapon tudásunk keretébe szervesen beleilleszteni, sőt számos tapasztalatot egyenesen csak a fajok vérrokonságának felvételével tudunk megérteni. Mai nap minden természettudományosan gondolkozó búvár ezen az alapon áll, csak az nem, aki minden tudást tagad, vagy aki a felfoghatatlan csodáért rajong.

Már előbb jeleztem, hogy a származástannal a legszorosabb kapcsolatban áll az ember származásának és a természetben való helyzetének kérdése. Csupán azt kell kimutatnunk, vajjon az ember szervezete az állatok szervezetéhez kapcsolódik-e vagy nem; az eredmény mindkét esetben világosságot vet az ember származására és a természetben elfoglalt helyére. Ha az ember szervezete az állatokéhoz kapcsolódik, akkor a származástan tételei az emberre is érvényesek; következésképen az ember rokonságban áll az állatokkal s származása természetes fejlődésnek eredménye. Ha ellenben az ember szervezete lényegesen eltér az állatokétól, akkor a származástan tételei nem érvényesek reá; következésképen a földön rokonsága nincsen s származása természetfölötti.

Lássuk, milyen eredményre vezet az ember szervezetének vizsgálata.

Abban a régmúlt időben, melyről hallgat a történet és csak a hagyomány szól, az emberek korántsem választották el magukat oly élesen a természettől és az állatoktól mint később. Az ausztráliaiak naiv felfogása szerint a főisten, a *muri-muri* az embert nagy fekete gyíkból teremtette olyanformán, hogy farkát levágta és két hátulsó lábára állította. A malayi félsziget vadon élő lakói törzsüket az *unka puteh*-nek nevezett fehér majomtól származtatják. Radschputana hercegei (dschaitwa) viszont felette büszkék arra, hogy családjuk egyenesen *Hanuman*-tól, a majomistentől ered. Afrika parti lakosai általában a gorilla és majmok húsát nem eszik, mert ősüknek és vérrokonuknak utódjait látják bennük. Egy tibeti hitrege szerint Tibet lakói két majomtól származnak; hitregéjük részletesen azt is elmeséli, hogy a majmok utódai a síkságra kerülve hogyan tanulták meg lassan a földmívelést s ezzel kapcsolatban hogyan vesztették el fokozatosn farkukat, szőrözetüket és hogyan szerezték meg a tagolt beszéd tehetségét. A hitrege, bármilyen naivnak lássék is az, nem lehet merőben költemény, mert amidőn a kezdetet feszegető ember megnyugtatására törekszik, okvetlenül számolnia kell a valóval. A valóság pedig azt mondja, hogy a majmok igazán megdöbbentően hasonlítanak az emberhez.

Már *Aristoteles*, a tudományok apja, is kiemeli munkáiban, hogy »vannak olyan állatok, mint a majmok, melyek szervezetükben az ember és a négylábú

állatok között állanak«. »Ábrázatuk — mondja Aristoteles — sokban megegyezik az emberével, mert teljesen hasonló orruk, fülük és azonos alkotású foguk van. A majmoknak, az összes többi négylábú állatoktól eltérőleg, van már két sor szempillájuk, továbbá két emlőjük és két csecsbimbójuk. Kezük az emberéhez hasonló, csak szőrös; lábukat pedig teljesen úgy hajlíthatják be járás közben, mint az ember. Belső szervezetükben szintén megegyeznek az ember szervezetével.« *Galenos*, híres római orvos, *Aristoteles* nyomdokán majmokat boncolt, hogy megismerje az *ember* szervezetét.

A kereszténység első századában az emberiség teljesen megfeledkezett ezen természetnyújtotta igazságokról. A túlvilág teljesen lefoglalta szellemvilágát. Megvetve minden hitvány földi dolgot, szeme csupán az ég felé tekin-



20. ábra.
Emberi embrió. Körülbelül 36 napos.
His rajza.



21. ábra.
Makákó (Macacus cynomolgus L.)
embriója. *Selenka* rajza.

tett. Büszkesége sasszárnyakon nagyot emelkedett s a mithológiai istengyerekekhez hasonlóan, akik letagadták emberanyjukat, megtagadta földi származását s magát a látható mindenség középpontjává tette. Embert boncolni e korban tiszteletlenségnek és bűnnek tartották. Különben a pápák a boncolást szigoruan meg is tiltották, nehogy az orvosok ismét olyan istentelen összehasonlításokra vetemedjenek, mint a jámbor Aristoteles. A középkorban ilyen körülmények között egészen meggyökeresedett az anthropocentrikus világnézet és az a ferde felfogás, hogy az ember teste merőben eltérő a többi állatokétól.

A vakhit hatalmát csupán a felfedező expediciók fényes eredményei ingathatták meg és terelhették természetesebb irányba. Amerika felfedezése alkalmával az emberek megdöbbenéssel hallották, hogy élnek a föld hátán olyan alacsony erkölcsiségű vad emberek, akik egymást fölfalják. A büszke középkori emberek meg is vonták tőlük az ember nevet és az állatokhoz,

vagy a szatírokhoz akarták őket sorozni, míg II. Pál pápa 1537-ben egyik bullájában kijelentette, hogy ezek mégis csak igazi emberek. De a veszélyes következmények így sem maradtak el, mert *Jean Bodin* 1566-ban már azt fejtegette, vajjon az első emberek életét nem kell-e ezen állatoknál csak kevéssé magasabban álló vadakéhoz hasonlónak tartanunk.



22. ábra. Emberi embrió arca. Körülbelül 37 napos. *His* rajza.

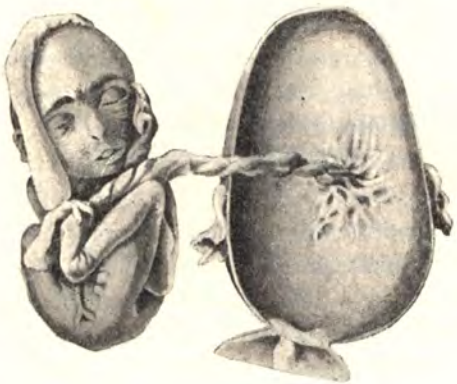
Az anthropocentrikus világnézet még jobban megingott, amikor az utazók az emberszabású majmokról hoztak hírt Európába. *Eduardo Lopez* spanyol matróznak köszönjük az első hírt róluk, akinek tudósítását 1598-ban *Pigafetta* közölte. Kimerítőbb s a biológiai viszonyokra is kiterjedő megfigyeléseket tett utána *Battel*, leighi születésű kalandor, akinek jegyzeteit *Purchas* állította össze 1613-ban »Pilgrims« című művében. Tizenöt évvel később a kételkedő európai természetvizsgálók saját szemükkel is meggyőződhettek, hogy *Purchas* és *Battel* nem vadászmesékkel akartak hírt szerezni, amennyiben *Tulpius Miklós* amsterdami orvos Angolából fiatal csimpanzt kapott és azt 1641-ben le is írta. A csimpanz belső szervezetét legelőször *Tyson Edward* angol anatómus tanulmányozta 1699-ben.



23. ábra. Makákó (Macacus cynomolgus L.) arca. *Selenka* rajza.

Az emberszabású majmok tanulmányozóinak száma ezentúl egyre gyarapodott s ezzel kapcsolatban az emberi test szerkezetéről is mindinkább tisz-

Országos Széchényi Könyvtár



24. ábra. Gibbon magzat. A jobb oldalon a hossziránybán átvágott méh (uterus) látható, melyhez a köldökzsinórral kapcsolatos méhlepény (placenta) tapad. *Selenka* rajza.



25. ábra. Negyedfélhónapos emberi magzat. Jobbfelől — az előbbi rajzhoz hasonlóan — a hossziránybán átvágott anyaméh látható, melynek falához a köldökzsinórral összefüggő méhlepény tapad. *Selenka* rajza.

tulni kezdtek a fogalmak. Az összehasonlító vizsgálatok kiderítették, hogy az ember és emberszabású majmok szervezete lényegében ugyanaz, úgy hogy

már az istenfélő *Linné* sem habozott 1735-ben megjelent »Systema Naturae« című nagy állatrendszertani művében az embert a majmokkal egy és ugyanazon csoportba foglalni. Persze Linnét ezért heves támadás érte. Védekezésében a következőleg okolja meg eljárását: »Be kell vallanom, hogy természetrajzi alaptételeim következetes alkalmazásával sohasem tudtam az embert a majmoktól megkülönböztetni; mert vannak ám olyan majmok is, melyek némely embereknél kevésbbé szőrösek; ezek a majmok két lábon járnak, lábaikat s kezeiket az emberrel egyazon módon használják. A beszédet nem



26. ábra. Hatodfélhónapos emberi magzat. *Metschnikoff* rajza.

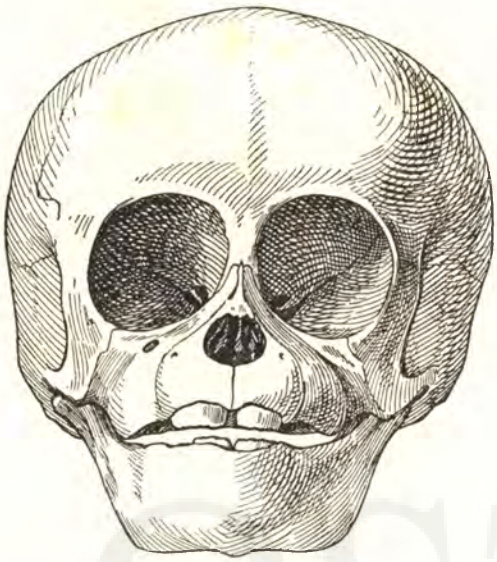


27. ábra. Gorilla magzat. *Deniker* rajza.

tekinthetem megkülönböztető jellemvonásnak, mert módszerem szerint csak szám-, alak-, arány- és elhelyezésbeli különbségek szerepelhetnek ilyenekül.«

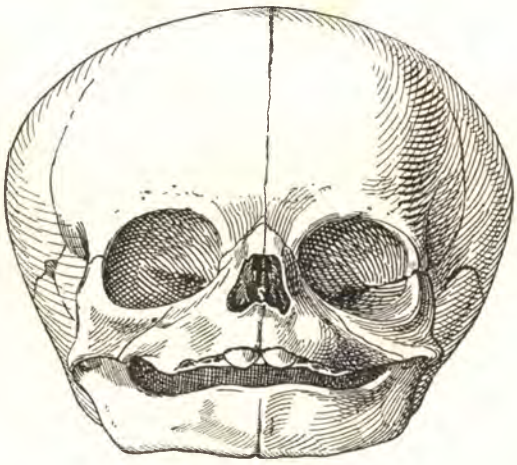
Az öreg *Linné* tehát őszintén beismerte, hogy az ember és majmok között nem tud elfogadható különbséget tenni. Felette jellemző, hogy később *Buffon* és *Cuvier*, a nagy összehasonlító anatómus sem tudott az ember és majmok között okosabb és sarkalatosabb zoológiai különbséget találni, mint azt, hogy a majmok első lábújjukat az emberi kéz hüvelykujjának módjára tudják használni és ez alapon az embert a *kétkezűek (Bimana)*, a majmokat pedig a *négykezűek (Quadrumana)* csoportjába sorozta. Az újabb vizsgálatok *Linné* felfogásának szereztek újból érvényt, mert kiderült, hogy a majmok hátsó végtagja nem kézben, hanem fogódzó lábban végződik, melyben ugyanazokat a csontokat szakasztott olyan elrendezésben és hasonló alakban találjuk meg,

mint az ember lábában, e mellett az izomzat is megegyező alkotású. Azonkívül a majmok keze és fogódzó lába ugyanazokban a különbségekben tér el egymástól, melyekben az emberi kéz különbözik az emberi lábtól. Az elkülönítés anatómiai alapja ilyenformán megszünt s az ember kétkezűsége és a majmok négykezűsége csupán olyan működésbeli jellemvonássá törpült, melynek alapján nem lehet a majmokat az embertől elválasztani.



28. ábra. Orangután csecsemő koponyája elülről. *Selenka* rajza.

Az embernek nincs egyetlen olyan szerve, mely, ha kissé alacsonyabb, vagy magasabb fejlettségi fokon is, ne volna meg az emberszabású majmokban. A csontok száma, elhelyezése, alakja; a csontokat összekötő szalagok; az izomzat; a fogazat; a bélcső s a vele összefüggő mirigyek; a gégefő, tüdő; a szív, a nagyobb osztó- és gyűjtőerek lefutása és elágazása; a vesék; az ivarmirigyek és vezetékeik; az agyvelő, gerincagy s a belőlük kisarjadzó idegek, valamint mindezen szerveknek egymáshoz való viszonya lényegében megegyező. Vannak persze különbségek is, csakhogy ezek sohasem nagyobbak azoknál a különbségeknél, amelyek két, egymással nyilvánvalóan vérrokon fajt választanak el egymástól. *Huxley*, kiváló angol összehasonlító anatómusnak széles mederben folytatott, alapos vizsgálatai megállapították, hogy az ember szervezete sokkal kevésbbé különbözik az emberszabású majmokétól, mint amennyire emezek különböznek az alacsonyabb rendű majmoktól (cerkóf majom, pávián, makákó).



29. ábra. Egyhónapos emberi csecsemő koponyája elülről. *Selenka* rajza.

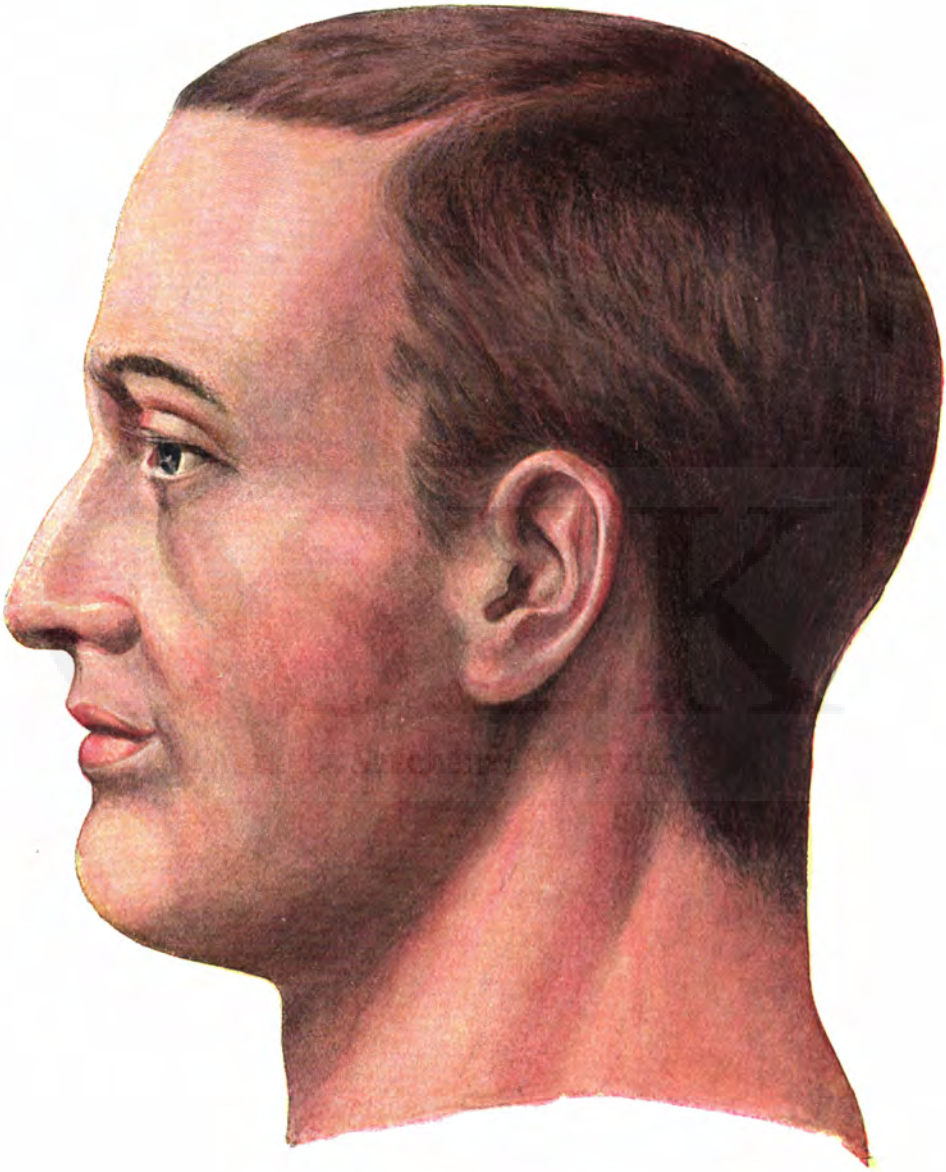
Az újabb kor összes vizsgálatai mindenben megerősítették *Huxley* véleményét s kimutatták, hogy az észlelhető kis anatómiai különbségek az eltérő életmódhoz való másodlagos alkalmazkodás folyományai.

Igy feltünő a különbség, ha az ember és a majom végtagjait egymással és a termettel összevetjük. Az ember karja sokkal rövidebb, lába pedig hosszabb

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár



FIATAL GORILLA FEJE.



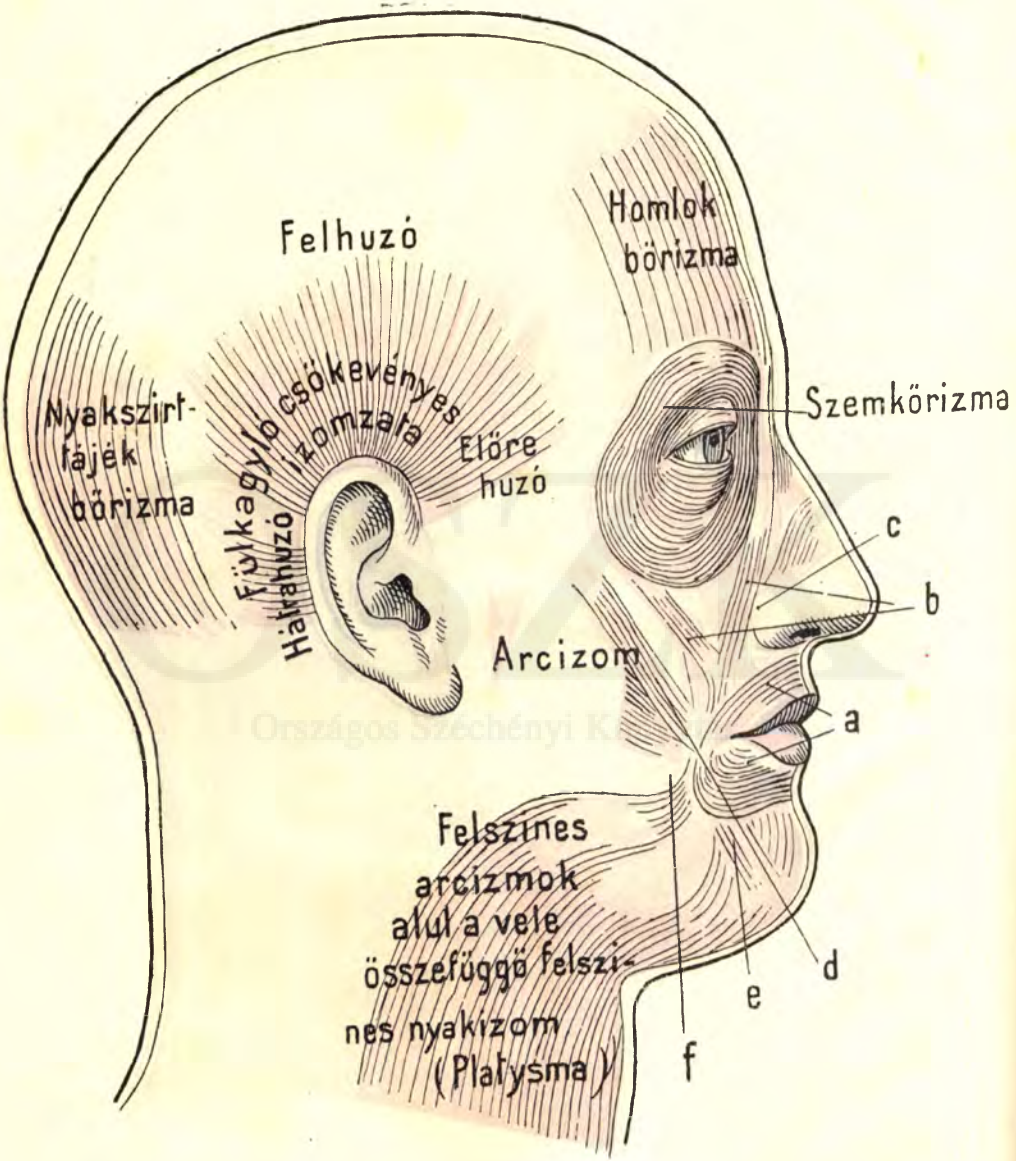
Az Athenaeum r.-t. nyomása.

EURÓPAI EMBER FEJE.

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

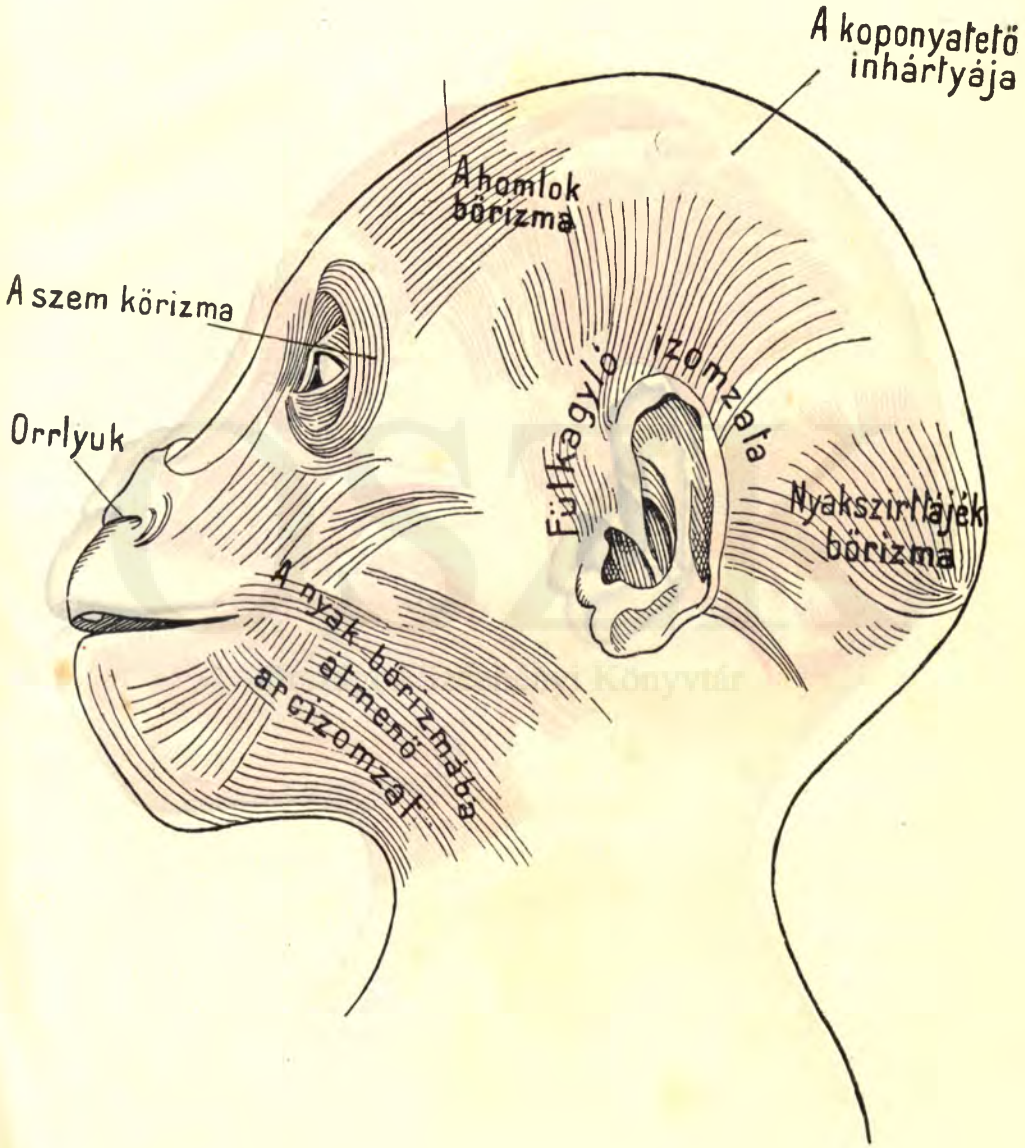




EURÓPAI EMBER

felszines fej- és nyakizmai.

a/ Száj körizma.
b/ Felsőajak emelője.
c/ Orrszárny lehuzója.
d/ Szájzug emelője.
e/ Szájzug lehuzója.
f/ Szájzug oldalra huzója (nevetőizom).



FIATAL GORILLA

felszines fej- és nyakizmai.



Az Athenaeum r.-t. nyomása.

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

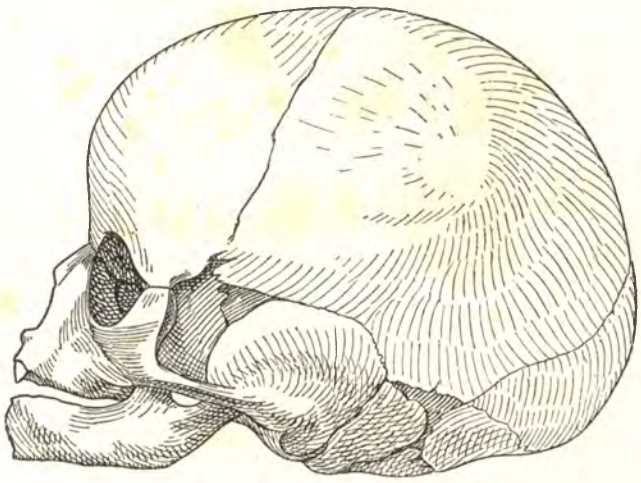


és erősebb a majmokénál. Az emberi embrió bizonyos fejlődési szakán azonban a kar hosszabb a lábnál, később a láb a karnál erősebben növekszik, úgy hogy az újszülött karja és lába egyenlő hosszú. *Selenka* vizsgálatai szerint a gibbonoknál, tehát a leghosszabb kezű majmoknál, a fejlődés bizonyos szakán a kéz és láb viszonya a törzshöz képest ugyanaz, mint az újszülött embernél. A két lábon való járással kapcsolatban természetesen az ember lába meghosszabbodik és megerősödik, ellenben a majmokon a fákon való életmódnak megfelelően a mellső végtagok fejlődnek ki erőteljesebben. A különbség tehát másodlagos alkalmazkodáson alapszik. Különben némely alsóbbrendű rasszok (pl. veddák, akkák) az európai embereknél jelentékenyen hosszabb karokkal dicsekedhetnek. A majmoknál hiányzó, párnaalakúan kidomborodó farnak és lábikrának kifejlődése az emberen szintén a két lábon való járásnak és az egyenes testtartásnak szükségszerű következménye.



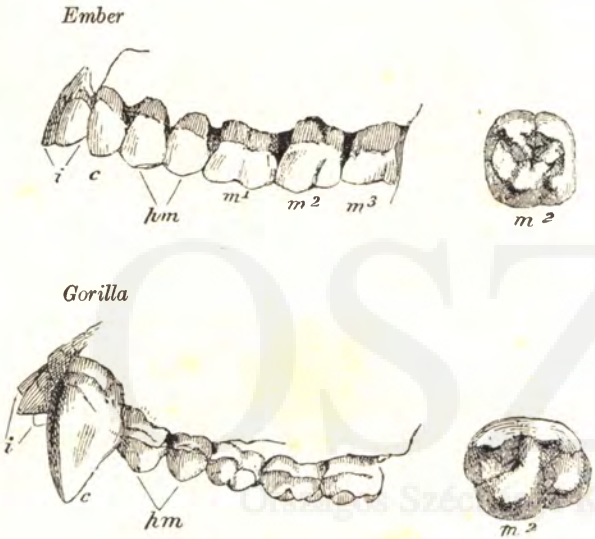
30. ábra. Orangután csecsemő koponyája oldalról nézve. *Selenka* rajza.

Azok, akik mindenáron mélyíteni akarták az ember és az állatok közti látszólagos szakadékot, lényeges és áthidalhatatlan különbségnek tüntették fel az ember és emberszabású majmok koponyája közti eltéréseket. Az összehasonlító anatómiai és fejlődéstani vizsgálatok fényénél itt is sikerült meglátnunk a fokozatos átmenetet. Az emberszabású majmok fejlődésének szorgos vizsgálata mindenekelőtt arról győzte meg a búvárokat, hogy az emberszabású majmok



31. ábra. Egyhónapos emberi csecsemő koponyája oldalról nézve. *Selenka* rajza.

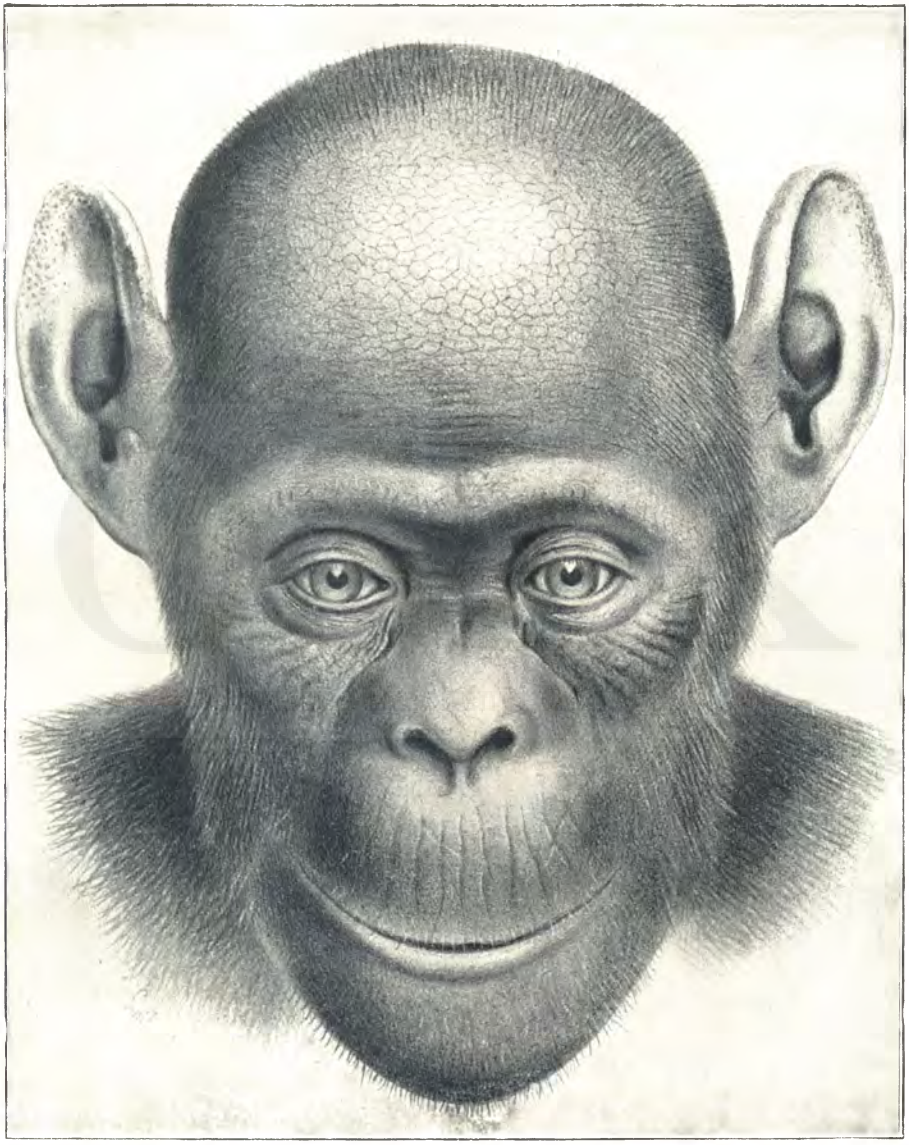
embriói feltünően hasonlítanak az emberéihez (v. ö. a 20., 21., 24. és 25. ábrát). Kerek koponyájukról teljesen hiányzanak azok a hatalmas csonttarajak, melyek a fejlett állat koponyáját elektelenítik (28. és 30. ábra); állkapcsuk is finom alkotású, emberszabású; arcuk a koponyához képest kicsi s az emberéhez nagy mértékben hasonló (28. ábra). Testük csupasz, vagy az ember testéhez hasonlóan finom piheszőrrel (lanugo) fedett. A *Deniker* tanulmányozta gorilla-embrió (27. ábra) háta pl. majdnem teljesen csupasz volt, igazi szőrök, a szemöldökön és a szempillákon kívül, csupán a fejen, a homlokon, az ajkak meg az ivarszervek körül fejlődtek ki, a test egyéb tájai részben csupaszok, részben pedig 1 mm-nél rövidebb piheszőrrel voltak beborítva.



32. ábra. Az ember és a gorilla felső állkapcsa és fogazata oldalról. *i* = metszőfog, *c* = szemfog, *pm* = előzápfog, m^1, m^2, m^3 = első, második és harmadik utózápfog. Jobboldalt a második utózápfog (m^2) rágólapjai láthatók. *Huxley* rajza.

Az ember és emberszabású majmok között ilyen korban a megegyezés valóban meglepő. A fejlődés későbbi szakán, körülbelül az első tejzápfogak kibúvása idejében, a viszony megváltozik, a hasonlóság eltünik. Az ember az agykoponya nagyságát fokozva nagyjából megmarad e fejlődési szakon, ellenben az emberszabású majmok tovább fejlődnek. A fogazat hatalmas arányokat ölt s nemcsak a táplálék megrágására alkalmas készülékké, hanem hatalmas védő- és támadófegyverré formálódik. A hatalmas fogazat erőteljes, vaskos állkapcsot követel, ennek a mozgatásához pedig erős, jól fejlett izomzat szükséges. Az egyre gyarapodó izomzat az agyvelőtok falára nyomást fejtvén ki, további növekedését nemcsak megakasztja, hanem át is formálja, amennyiben az izmok tapadási helyén hatalmas csonttarajak fejlődnek s az állkapcsok előrenyúlnak. A mindinkább gyarapodó fogazattal kapcsolatban a koponyaalap meghosszabbodik, minek következtében az öreglik és a két oldalán lévő bütykök fokozatosan hátratolódnak s ilyenformán nemcsak az egész koponya, hanem a gerincoszlop s ezzel az egész testtartás egyensúlybeli állapota is megváltozik: a testtartás hovatovább rézsutosabb lesz, vagyis az állat az emberi typustól mindinkább elütőbb lesz.

Szőrözet tekintetében is hasonlóbb az ember az emberszabású majmok embrióihoz mint a kifejlett példányokhoz, mert az ember megőrizte az ősi sajátságokat, ellenben az emberszabásúak másodlagosan hatalmas szőrbundát szereztek. A kifejlődött emberszabású majmokon és az emberen nyilvánuló



KOPASZFEJŰ CSIMPANZ (ANTHROPITHECUS CALVUS BEDDARD)

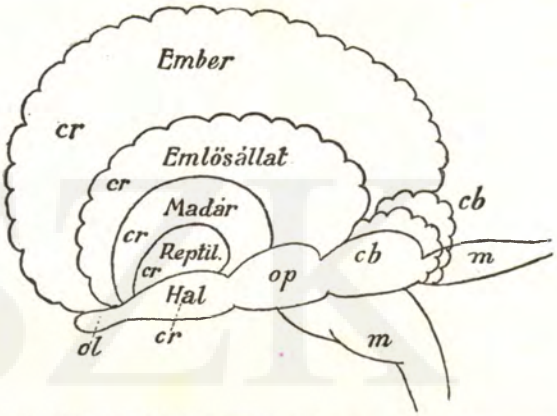
Haeckel Ernő rajza.

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár



különbségeket tehát pompásan áthidalják a fejlődés folyamán jelentkező fokozatos megegyezések.

Az emlős állatok közelebbi vagy távolabbi rokonságának megállapításánál igen fontos tényezőkül tekintik a fogakat. Ebben a tekintetben is nagyfokú hasonlóság észlelhető az ember és emberszabású majmok között. A fogak száma egyforma (alul is, felül is 4 metszőfog, 1—1 szemfog, 2—2 előzápfog és 3—3 utózápfog) s a fogak alkotása is lényegében ugyanaz (32. ábra). A különbségek csupán alárendelt sajátságokra szorítkoznak, mint a fogak alakjára, relatív nagyságára és rágólapjainak alkotására. Általában az emberszabású majmok fogazata erősebben fejlett az emberénél. A gorilla szemfogai például sokkal hosszabbak, zápfogainak gyökerei pedig bonyolódottabbak. *Gaudry*, jeles francia természetvizsgáló tanulmányai szerint az ember, fogazatát, főleg felső zápfogait, tekintve a legősibb emlősökhöz *(Phenacodus, Arctocyon)* csatlakozik; az emberszabásúak fogazata e primitív, bizonyos fokig még differenciálatlan fejlődési szakaszon már túlhaladt. A kifejlődő különbségek az egyoldalú alkalmazkodásnak eredményei. *Margitot* és *Giglioli* megfigyeléseiből tudjuk, hogy az ember és az emberszabású majmok tejfogai teljesen megegyeznek egymással és egyazon időben hasadoznak is ki.



33. ábra. A főbb gerinces állatok és az ember nagy agyvelejének és agykérgének fokozatos nagyobbodása vázlatosan. *ol* = szagló karéj, *cr* = nagy agyvelő, *op* = látó karéj, *cb* = kis agyvelő, *m* = nyúlt agyvelő.

Az ember szellemi tehetségével messze felülmúlja az állatokat, ezért a származástan ellenesei biztosra vették, hogy az ember és a szervezetükben máskülönben közel rokon emberszabású majmok agyveleje okvetlenül lényegesen különbözik egymástól. Reményükben ismét csalódniok kellett, mert a vizsgálatok eredményei szerint az ember és az emberszabású majmok agyveleje között oly tetemes és oly jellegzetes a megegyezőség, hogy nagyobbat a gerinces állatok egyetlen más csoportján sem észlelhetünk. Az agyvelő tervezete, beosztása, felületének tekervényei, barázdái bámulatosan egyezők; voltaképeni különbségek csak a másodfokú részekben mutatkoznak, nevezetesen a tekervényesség fokában, a szövevényesség mértékében, szóval abban, ami az embernél is változó és egyéni tulajdonság.

Sőt az agyvelő súlya sem mutat oly rendkívüli és áthidalhatatlan különbségeket, mint gondolnók. Amint a mérések igazolják, a különböző emberfajták és egyének agyveleje közötti súlybeli különbség sokkalta nagyobb mint a legalsóbbrendű emberek és a legmagasabbrendű emberszabású majmok között.

I. A legnagyobb emberi agyvelő *(Cromwell* angol államférfiú agya) súlya ..	2231	gramm
A legkisebb, még teljesen normális, emberi agyvelő súlya	800	»
Az emberi agyvelők közötti súlybeli különbség eszerint	**1431**	gramm



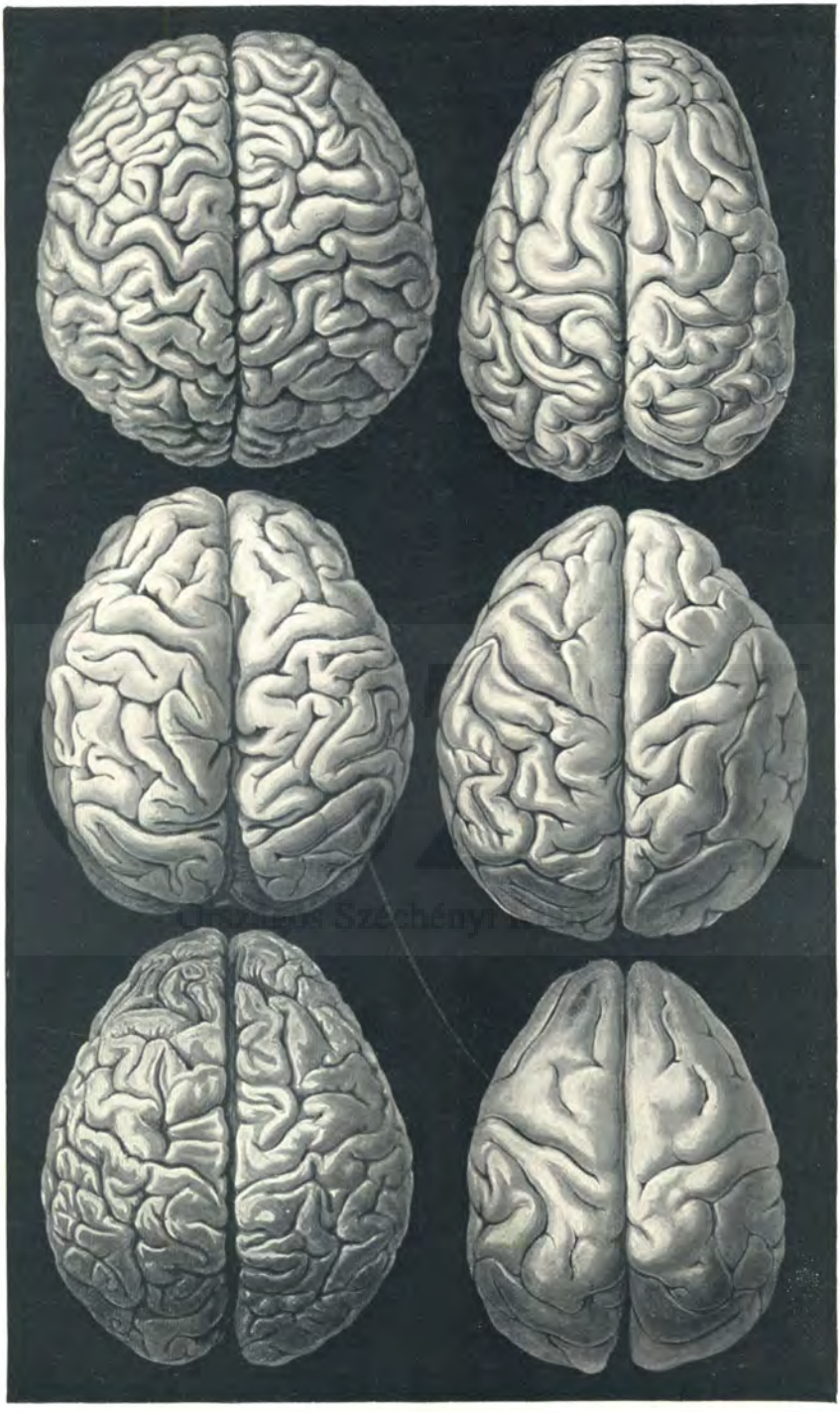
34. ábra. Öthónapos emberi embrió pihe-szőrrel borított arca.

II. A legkisebb emberi agyvelő súlya	800 gramm
A legnagyobb emberszabású majom- (gorilla-) agyvelő súlya..	475
A legkisebb emberi- és gorilla-agyvelő közti súlykülönbség tehát csak.....	325 gramm

Itt kell érintenem azt a látszólagosan legnyomósabb ellenvetést, melyet *szellemi tekintetben* az ember állati rokonsága ellen felhoznak. Szellemi téren, értelem dolgában kétségkívül óriási a különbség az ember és az összes többi állatok között ; a különbség azonban korántsem sarkalatos. Az újkori, kisérleti alapon álló pszichológia felfogása szerint, melynek megalapítói *Goltz*, *Hitzig*, *Flechsig*, *Wundt*, *Meynert*, *Edinger*, *Forel*, *Loeb* és mások, minden szellemi működés az agyvelő bizonyos részeinek tevékenységére vezethető vissza. Fáradságos vizsgálatok kiderítették, hogy az ész és értelem jelenségei alapjában véve azokból az asszociaciókból tevődnek össze, melyek az agyvelő különleges részéhez : az agykéreghez vannak kötve. Ennek fokozatos fejlődését pedig a gerinces állatokon a legkisebb kezdettől fölfelé az emberig nyomon követhetjük (33. ábra). A csontos és zománcos halakon még csak vékony hámréteg jelzi helyét, a kétéltüeken már idegrostokkal összekapcsolódó idegsejtekből áll, végül a csúszómászóktól kezdve világosan elkülönül a többi agyrétegektől és főképen az emlősök osztályában nagy arányokban, de megint fokozatosan fejlődik tovább, sőt a tapasztalat amellett szól, hogy az embernél még mindegyre tovább fejlődik. A fejlettséggel kapcsolatban fokozódnak és egyúttal bonyolódnak a szellemi működé-



35. ábra. Jeftichjew András, az »uszkárfejű orosz«.



FELSŐBBRENDÜ EMLŐS-ÁLLATOK AGYA.

Haeckel Ernő rajza.

I. Ember (európai).
III Gorilla.
V. Csimpanz.
II. Ember (busmann).
IV. Orangután
VI. Gibbon.

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár



sek is. Fokról fokra követhető, hogy az ember tudatos szellemi működéseitől hosszú lépcsősor vezet le az alsóbbrendű szervezetek tudatnélküli gépies cselekvéséig, vagyis más szóval az ember szellemi élete sem úgy lett máról holnapra, mint ahogy, a monda szerint, Minerva pattant ki Jupiter fejéből, hanem fokozatos fejlődés útján érte el mai magas fokát.



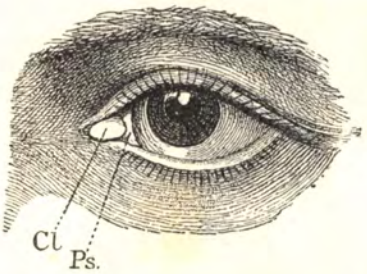
36. ábra. Szőrös aino Yesso vidékéről.

Az ember beláthatatlanul sok asszociációra s ennek alapján bámulatosan sokoldalú értelmes szellemi működésre termett, mert hatalmasan fejlett agykérgében számra és bonyolódottságra az egész állatvilágot messze túlszárnyaló szövevényes asszociációs rostozat formálódott ki. Az ember óriási szellemi erejét azonban nyilvánvalóan ugyanazok az okok fejlesztették ki fokozatosan, mint a különböző állatok bonyolódottabbnál bonyolódottabb szerveit. A szellemi tehetség nagysága korántsem szünteti meg az ember állati származását, mert kezdete az állatvilág mélyén gyökerezik és mert fejlődése épp oly fokozatos és épp oly egyoldalú alkalmazkodásnak eredménye, mint pl. a ragadozók fogazatának, vagy a patások lábának kialakulása. Ha annak a 800 gramm súlyú agyvelővel biró egyszerű pásztorleánynak szellemvilágát, akiről *Müller* megemlíti, hogy »uraságának teljes megelégedésére őrizte a teheneket«, a 2231 gramm agyvelősúllyal biró *Cromwell Olivér* szellemi életével hasonlíthatnók össze, bizonyára nagyobb és mélyrehatóbb különbséget találnánk, mint akkor, amikor a legmagasabbrendű emberszabású



37. ábra. Pastrana Julia.

majmok értelmességét azzal a legalsóbbrendű vademberével mérjük össze, kinek négynél nagyobb szám kifejezésére s a legközönségesebb tárgyaknak és lelki állapotoknak megjelölésére szava sincsen. Ne feledjük, hogy elképzelhetetlenül sok idő repült el az emberiség felett, míg a szellem fellobbanó szikrája a művelődésnek arra a magaslatára emelt bennünket, melyet ma büszkén civilizációnak és humanizmusnak nevezünk!



38. ábra. Emberi szem. *Cl* könnydomb, *Ps* a harmadik szemhéj csökevénye. *Wiedersheim* rajza.

Az a régi és még ma is általánosan elterjedt felfogás, hogy az ember épp úgy, mint ahogyan szellemi tekintetben a szerves lények élén áll, úgy testi tekintetben is a legmagasabb fejlődési szakaszt foglalja el, nyilvánvaló éles ellentétbe került az újabb vizsgálatok eredményeivel, melyek semmi kétséget sem hagynak az iránt, hogy a most élő ember, ha agyának fejlettségével és szellemi tehetségével az állatvilág összes tagjait messze el is hagyta, testében mégis az alsóbbrendű szervezettség több jegyét rejti magában.

Ilyenek első sorban a *csenevész szervek*, vagyis azok a szervek, melyek évezredek előtt az ember, illetve az ember ősei életében felette fontos szerepet játszottak, de később fokozatosan visszafejlődtek, amennyiben a megváltozott viszonyok között a faj fennmaradása szempontjából más szervek nagyobb jelentőségre tettek szert. Csodálatos módon az emberi test, a fejétől a talpáig, minden részében úgyszólván hemzseg a csenevész szervektől; *Wiedersheim* jeles freiburgi anatómus egész nagy könyvet írt róluk, ép azért e helyen csupán a szembeötlőbbeket és érdekesebbeket említhetem meg.

Az ember teste rendszerint a fej bizonyos részén, a hónaljban, a háton, hason és az ivarszervek tájékán szőrrel fedett; a test egyéb részei pedig — nehány teljesen szőrtelen terület (tenyér, talp) kivételével — normálisan kisebb, finomabb és kevésbbé feltünő piheszőrrel (lanugo) borított. Ezt az utóbbi szőrözetet az emlősök hasonlíthatatlanul fejlettebb szőrözetének csökevényeképen kell értelmeznünk. Magyarázatunk helyességét a fejlődéstannak az a ténye igazolja, hogy az embert embrionális életének hatodik hónapjában tenyerének, talpának és ajkának kivételével sűrű piheszőrök borítják (34. ábra). Ritka esetekben ez az embrionális szőrbunda fokozott mértékben kifejlődött korban is megtalálható. Az ilyen embereket »szőrös embereknek«, »kutyaembereknek« nevezik. Ilyen volt az orosz *Jeftichjew András* (35. ábra) és fia *Fedor*, akinek egész testét, még arcát is 20—25 cm hosszú szőr borította; ilyen volt továbbá *Shivé* nevű indus és miss *Julia Pastrana*, a híres mexikói táncosnő, akinek arcán levő szőr azonban valódi szakáll- és bajuszszőr volt (37. ábra). Igen érdekes a pehelyszőrök elrendezése. Emlős állatokon tapasztalhatjuk, hogy a szőr nem egy irányt követ, hanem a test kiemelkedőbb részein örvényeket (»szőrörvények«) formálva összehajlik, például a homlokon a szarvak tájékán, a fark csúcsán és a fark eredési helyén, stb. Szakasztottan így találjuk ezt az 5—6 hónapos emberi embrió homlokán, az emlők helyén,

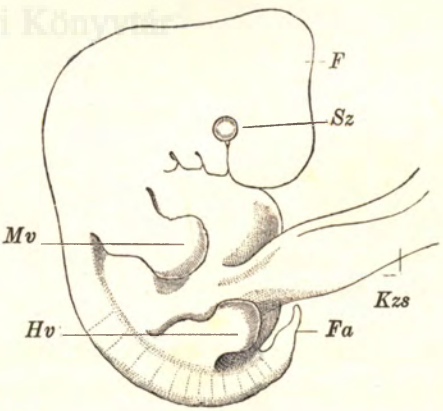
s különösen világosan a faron a farkcsont csúcsán. Ez a farkcsonti szőrörvény arra utal, hogy itt eredetileg kiemelkedés, emberi fark volt.

Az emberi szemet a külső behatások ellenében a két szemhéj védi; az állatokon ezekhez járul még egy harmadik szemhéj is, melyet pislogóhártyának (membrana nictitans) nevezünk. Ennek nyomát működés nélküli hártyás redő (plica semilunaris) alakjában, minden ember szemén megtalálhatjuk a belső szemzúgban (38. ábra *Ps.*) A pislogóhártya csökevényének belsejében az emberszabású majmokon, a gorilla kivételével, ahol ez a hártya az emberénél is jobban redukálódott, kis porcogócska van; érdekes, hogy ez az európaiaknál ritkán előforduló porcogó a négerek pislogóhártyájában állandóan megvan.

Az emlős állatoknak általában jól fejlett fülkagylójuk van, melynek mozgatását külön izomzat eszközli. Az ember fülkagylója az emlős állatokéhoz képest csenevésznek mondható, mert működése felette korlátolt. A fülizmok, mint a színes műmellékleten látható, az emberen is megvannak, de csak egyes emberek tudják őket működésbe hozni. Az izomrendszerben különben igen sok a csenevész képződmény. Ilyen többek között a *széles nyakizom* (platysma myoides), mely az emlősök jól fejlett bőrizmainak csenevész maradványa. Ez az izom az emlősöknél, persze fejlettebb kiadásban, a rovarok és egyéb állatok távoltartására van hivatva; az emberen belőle formálódtak ki az arcjáték izmai.

Érdekes csenevész izmok: a *piramisalakú hasizom* (m. pyramidalis abdominis) és a *farkmozgató izmok* (m. extensor caudae lateralis és m. abductor caudae dorsalis). A piramisalakú hasizom az erszényes állatokon előforduló ú. n. erszénytartó izomnak a maradványa s gyerekeknél sokkal fejlettebb mint felnőtteknél, sőt utóbbiaknál teljesen hiányozhatik is.

Az ember kéthónapos embrió korában valódi *külső farkkal* van ellátva, melyet szakasztott olyan szelvények alkotnak, mint a gerincoszlop többi részét (39. ábra *Fa* és 49. ábra II). E korban a fiú-magzat farka 5, a leány-magzaté pedig 4—5 csigolyából áll; ezek sorából az alsók a harmadik hónaptól kezdve gyakran elsorvadnak s rendesen csak 3—4 szelvény marad meg a farknyújtványban, utóbb ezek is visszahúzódnak és a fark, az emberszabású majmokéhoz hasonlóan, külsőleg nem látszik. A farkcsigolyák csenevész maradványai együttvéve a farkcsontot (os coccygis) alkotják, melyhez az előbb említett csenevész izmok tapadnak. Az orangutánnak farkcsontja és farkizomzata az emberénél sokkal csökevényesebb.

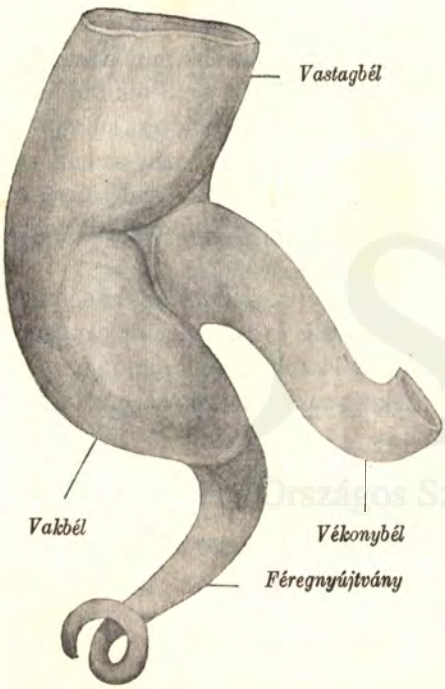


39. ábra. Fiatal emberi embrió. *F* = fej, *Sz* = szem, *Mv* = mellső végtag, *Hv* = hátsó végtag, *Kzs* = köldökzsinór, *Fa* = szabadon előrenyúló külső fark. *Ecker* rajza.

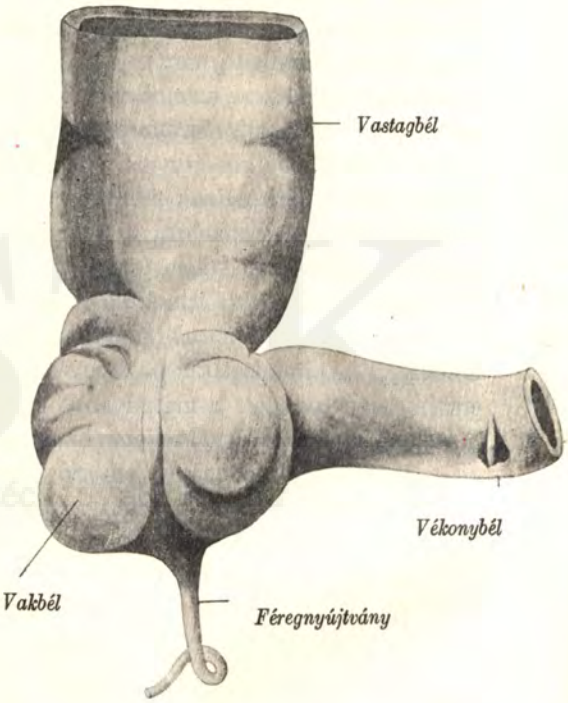
Az ember fogazata szintén csenevész szerv. Az őskori embernek hatalmasabb fogazata és több foga s ezzel kapcsolatban erőteljesebben fejlett állkapcsa volt. A la-naulette-i ősemberi állkapocs tanusága szerint a diluviális ősember fogai alakra, nagyságra, a rágófelület

szerkezetére nézve eltértek a mostani emberéitől. Utóbbinál a három utózápfog (molaris) elölről hátrafelé hosszaságban és szélességben egyre csökken, az utolsó zápfog, az ú. n. bölcseség-fog rendesen csenevész, olykor pedig, főleg az európai civilizált embereknél, nem is bújik elő. Ezzel szemben az ősemberen az elrendezés megfordítottját észlelhetjük: a zápfogak elölről hátrafelé egyre hatalmasabb fejlettségűek és a legnagyobb harmadik zápfog öt hatalmas gyökérrel erősödik az állkapocsba.

Az ember fogainak száma eredetileg jóval nagyobb lehetett. Bizonyítják ezt azok az esetek, amikor az ember állkapcsában három előzápfog, négy utózápfog jelenik meg s emellett még számfeletti metszőfogak is fejlődnek. Sok tény szól



40. ábra. Az emberi magzat vakbele és féregnyújtványa.



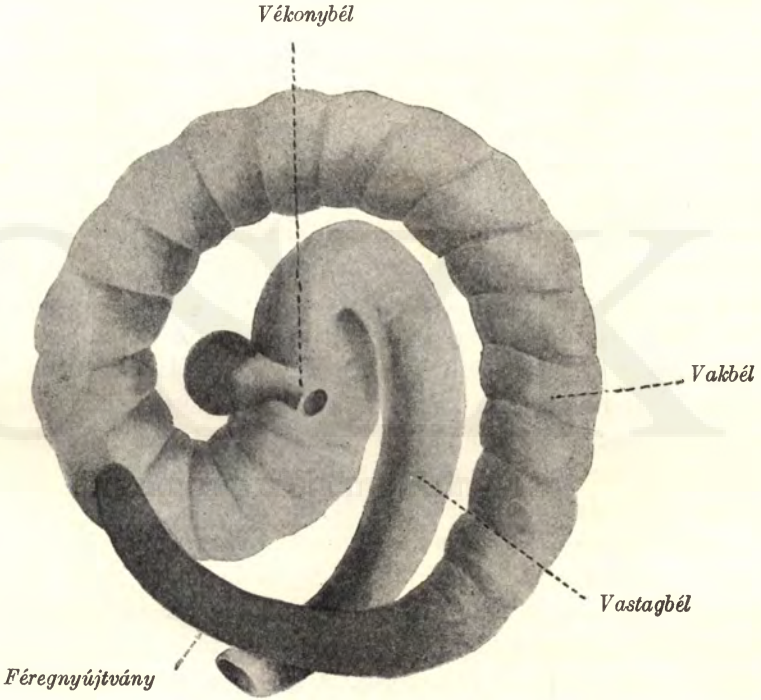
41. ábra. Az ember vakbele és féregnyújtványa.

amellett, hogy a metszőfogak száma mindkét oldalon nem kettő, hanem eredetileg öt volt. A fogak redukciójával, mely még ma sem érte el tetőfokát, kapcsolatosan megrövidült az állkapocs s fejlődött ki az emberre oly jellemző zárt fogsor és az állcsúcs (56. ábra); ugyancsak erre vezethető vissza, hogy az állkapcsok eredeti rézsutos helyzete (prognathia) helyébe hovatovább az egyenes állkapcsúság (orthognathia) lépett.

A csenevész szervekre kitünő példa az újabban sokat emlegetett *féregnyújtvány* (processus vermiformis), mely a vastagbél kezdetén foglal helyet és az emberben teljesen haszonnélküli. Nagysága igen változó. A fejlődő emberben a vastagbél tizedrészét, a felnőttben pedig a huszadrészét éri el (40. és 41. ábra). Az emberszabású majmok féregnyújtványa teljesen megegyezik az

emberével. A növényevő állatoknak a nehezebben emészthető táplálék jobb kihasználása céljából a húsevőknél hosszabb bélcsövük, nagyobb vakbelük és féregnyújtványuk van, mely anatómiai berendezés az elválasztó és felszívó felület nagyítását célozza (42. ábra). Az ember fogazata, bélcsövének fejlődése és alkotása amellett bizonyít, hogy az ősember eredetileg növényevő volt s csak később, midőn a fegyverkészítés magaslatára emelkedett, lett húsevővé. Ennek a régmúlt időnek haszontalan maradványa a ma oly sok bajt okozó féregnyújtvány.

Az ember szaglószerve is a csenevészés útján van. Míg az állatoknál az orrüreg egy másik különleges szervvel : a *Jacobson*-féle szervvel egyetemben



42. ábra. A házi nyúl vakbele és féregnyújtványa.

jobbára a szaglás székhelye, addig az embernél az orrüreg nem annyira a szaglás, mint inkább a lélekzés szolgálatába szegődött ; ilyenformán a szaglófelület tetemesen megcsökkent, az embrionális korban még jól fejlett *Jacobson*-féle szerv pedig ma már szintén a határozott visszafejlődés ösvényén halad.

A csenevész szervek, melyeknek példáit tetszés szerint fokozhatnók, világosan bizonyítják, hogy az ember teste nem lehetett eredettől fogva olyan, mint ma. Őseinknél a mai csenevész szerveknek okvetlenül kellett valamelyes működésüknek lenniök ; a funkció azonban természetszerűen feltételezi azoknak olyan fokú fejlettségét, mint amilyenben ma az állatok testében fordulnak elő, s ilyen módon a csenevész szervek az ember szervezetét félreismerhetetlenül az állatokéhoz fűzik.

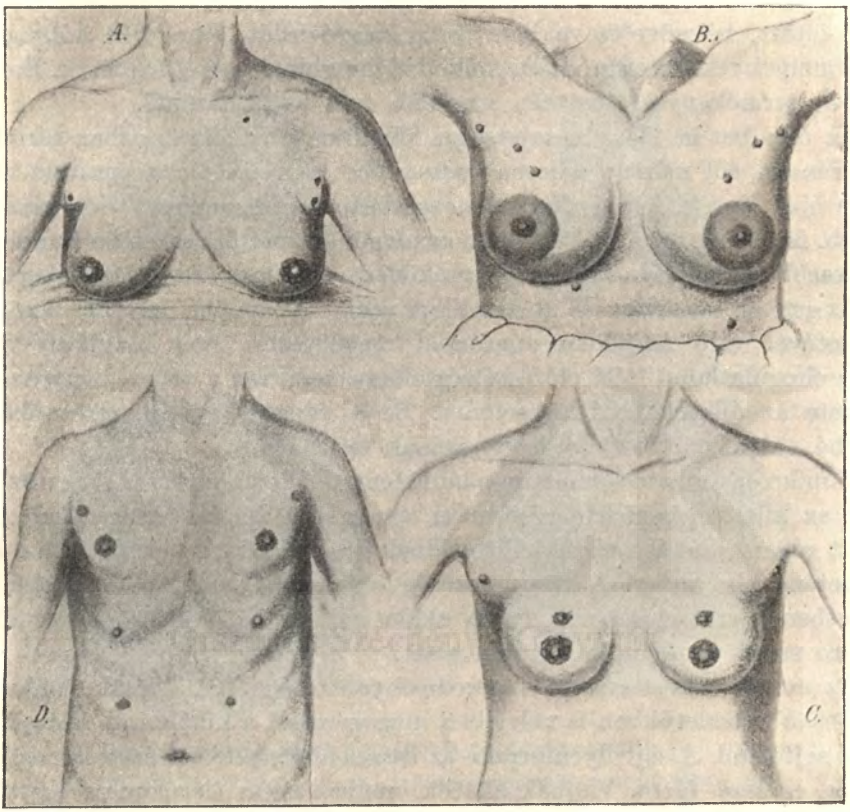
Az ember származásának nem kevésbbé nyomós bizonyítékai a *visszaütések* (atavismus), vagy más néven *állati hasonlatosságok* (theromorphia). E néven azokat a rendellenességeket foglaljuk össze, melyek olykor-olykor némely embereken jelentkeznek és melyek bizonyos állatok normális sajátságaival teljesen megegyezők. A visszaütések tehát mindig bizonyos kapcsolatra mutatnak az ember és az állatok szervezete között és az embert azokra az állatokra figyelmeztetik, melyekkel ősei rokonságban állottak. A visszaütések száma szintén óriási, ezért e helyen csupán szűkös választékra szorítkozhatom.

Az ember háti bordáinak száma rendszerint 12, de némely emberen kivételesen, visszaütésképen, 13—14-et számlálhatunk össze, sőt megesik az is, hogy a rendesen bordátlan nyaki csigolyákhoz is bordák csatlakoznak. A fölös számú bordák esete azért érdekes visszaütés, mert a gerinces állatoknak általában az embernél nagyobb számú bordájuk van. Csak az orángutánnak van 12 bordája, a gorilla és csimpanz bordáinak száma már 13, sőt a gibbonoké 14-re emelkedik. Az ember embrionális fejlődése alkalmával a 13-ik háti borda, valamint a 7-ik nyaki borda kezdeményét állandóan minden emberen megtalálhatjuk, sőt az ágyéki és keresztcsigolyák szomszédságában is fejlődnek bordakezdemények. Az embrionális fejlődésből, továbbá a megfigyelt visszaütésekből most már azt a fontos következtetést vonhatjuk le, hogy az ember régen szintén több bordával birt s hogy zsigerürege nagyobb volt. A bordák visszafejlődése abban az időben indulhatott meg, amikor az ember az egyenes testtartáshoz kezdett hozzászokni és még ma sem állapodott meg. Az egyenes testtartással kapcsolatban a zsigerek nem a bordákra, hanem a csipőcsontokra nehezedtek, a nagyszámú támasztó bordák ilyenformán fölöslegessé váltak és lassan elcsenevészedtek. Az első háti, úgyszintén a 11. és 12-ik borda ma kimutathatólag szintén a pusztulás útján van.

Hasonlókép érdekes az az atavizmus, amikor az emberen nem két, hanem több emlő (polymastia) és emlőbimbó (polythelia) fejlődik. Számuk változó. A legnagyobb számú emlőbimbót *Neugebaur* egy 22 éves varsói cselédleányon észlelte, akinél mindkét oldalon a rendes emlőbimbó fölött három, alatta pedig egy emlőbimbóra bukkant (43. ábra). A fölös számú emlők férfiakon és nőkön egyaránt előfordulhatnak s korántsem tartoznak a ritkaságok közé. *Hansemann* 262 esetről számol be. A régiek is jól ismerték ezt az atavizmust és a termékenység jelképéül választották, ezért az egyiptomiak Isist, a görögök pedig Diana istennőt számos emlővel ábrázolták. Az ember fölös számú emlői az állatok nagyobb számú emlőire emlékeztetnek. Minthogy az emlősöknél az emlők száma összefüggésben van a fiókák számával, a fölös számú emlők megjelenéséből arra következtethetünk, hogy az ember ősei egyszerre több utódnak adtak életet. Ez alapon a hármas, négyes, ötös és hatos szüléseket is atavizmusnak kell tartanunk. Hét gyermeket szült egyszerre *Breyers Anna* 1600-ban *Hameln*ben.

A férfiak emlője rendszerint csenevész, de volt arra is példa, hogy nagysága a nőével vetekedett és bőségesen tejet is adott. Ez a nem éppen ritka visszaütés amellett bizonyít, hogy eredetileg az utódokat, a kloakás emlősökhöz hasonlóan, mindkét nem egyaránt táplálta és a hímek a munkamegosztás elve alapján csak később függetlenítették ettől magukat.

Nagy könyvvé nőne könyvünk e szakasza, ha az emberi test összes csenevész szerveit és atavizmusait akarnám tárgyalni. *Wiedersheim* előbb említett művében (Der Bau des Menschen als Zeugniss für seine Vergangenheit. Tübingen 1902.) a lelkiismeretes búvár pontosságával egybeállította, miféle csenevész szervek fordulnak elő rendes és rendkívüli körülmények közt az emberi



43. ábra. Fölös számú emlők és csecsbimbók kifejlődésének példái emberen. *A.* Egy 45 éves berlini asszony rendes és fölös számú emlői (jobbról kettő, balról egy). *Hansemann* rajza. *B.* Egy 22 éves varsói cselédleány négy pár fölös számú csecsbimbója, melyek közül három pár a normális emlők fölött, egy pár pedig alattuk látható. *Neugebaur* rajza. *C.* Egy 19 éves japáni leány fölös számú csecsbimbói, melyek közül egy pár a normális emlőkön, egy pár pedig fölöttük foglal helyet. *Wiedersheim* rajza. *D.* Egy 22 éves badeni német katona fölös számú csecsbimbói (három pár, egy a normális fölött, két pár pedig a normális pár alatt). *Wiedersheim* rajza.

testen. Ezeknek tanulmányozása azért fontos, mert ilynemű tanulmányok alapján megrajzolhatjuk nagyjából az ősember képét.

Az ősembert hosszú szőr borította a hőmérsékleti változások hatásának mérséklésére. Bőrizmai védelmet biztosítottak a rovarok és férgek ellenében. Erős csont- és izomrendszerével nagyobb fáradságot bírt el. Érzékszervei élesebbek voltak. Igy szaglószerve tökéletesebb és fejlettebb volt, mert a hason-

líthatatlanul nagyobb szagló felülethez még a Jacobson-féle szerv is társult. A távoli veszély felismerésére fülkagylóinak izmait használta. Látása a saséval kelt versenyre és szemét a két szémhéjon felül még a pislogóhártya védte. Az ősember először vegetariánus volt ; fogazata, nagy vakbéllel és féregnyújtvánnyal ellátott bélcsöve merőben a növényi táplálékhoz alkalmazkodott. Később az ember mindenevővé, majd tisztán húsevővé lett s ezzel kapcsolatban fogazata is megváltozott, szemfoga és állkapcsa hovatovább más arányokat öltött, bélcsöve és vakbele pedig megrövidült. Gégefőjén hólyagok fejlődtek, melyek resonator módjára működve hangjának erejét fokozták. Emlőinek száma és termékenysége szintén nagyobb volt a mostaninál.

Az ősember ez előnyös sajátságai közül az idők forgatagában bizony sok elcsenevészett, sőt néhány teljesen veszendőbe is ment. De a pusztuló szervek helyébe újak léptek. A hosszú szőr, mozgatható fül, megrázható bőr, számosabb emlő stb. fejében a természet valóban gazdagon kárpótolta az embert azzal, hogy tökéletesebb agyvelővel és sokoldalú működésre alkalmas kézzel ajándékozta meg.

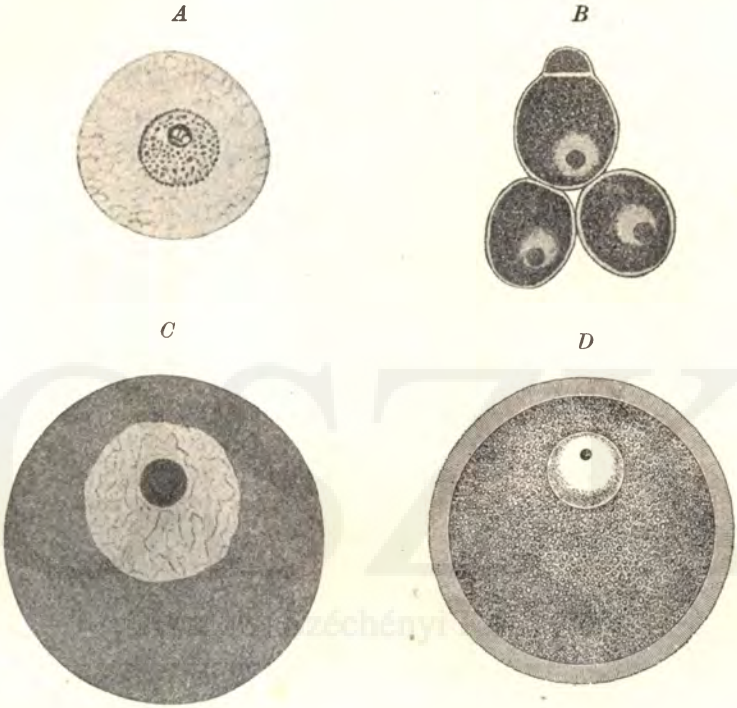
Az ember csenevész és atavisztikus szervei, továbbá testének az állatok szervezetével való nagyfokú anatómiai megegyezése már magában véve is minden elfogulatlanul ítélő előtt kétségtelenné teszi azt a tényt, hogy az ember szervezete az állatokéhoz kapcsolódik. Ez a kapcsolat még szorosabbá, még bensőbbé vált a mikroszkóp nagyításának fényében.

A mikroszkópi anatómia a napnál is fényesebben kimutatta, hogy az ember szervei az állatok megfelelő szerveivel lényegében teljesen megegyező és szakasztott olyan alkotású részekből tevődnek össze s ezért szerkezetük az állatok szerkezetének hű mása. A megegyezőség oly megdöbbentően nagyfokú, hogy sok esetben a szakember sem tudja eldönteni, vajjon emberből vagy állatból származó szerv van-e mikroszkópja alatt.

Az ember összes szervei végeredményében *sejtekből* állanak, melyek legaprólékosabb részletükben is velejében megegyeznek a különböző állatok testét felépítő sejtekkel. A sejt ilyenformán az összes állatokat, beleértve az embert is, egységes egésszé fűzte. Vannak állatok, melyek egész életükön át egyetlenegy sejtből állanak ; ezeket *véglényeknek* nevezzük. A soksejtű állatok sejtjei csupán abban különböznek a véglények testét alkotó egy sejttől, hogy a munkamegosztás elve alapján maguk között felosztották azokat az életműködéseket, amelyeket a véglények teste egymagában végez s ennek megfelelően a különleges életműködésekhez alkalmazkodva úgynevezett *szöveteket* formáltak. Szöveteknek tehát az egyenlő élettani működéshez alkalmazkodott sejtek tömegét nevezzük. Az izom- vagy az idegszövet például az a szövet, amelynek sejtjei az összehúzódás, illetve ingervezetés és ingerfelfogás szolgálatába szegődve egyazon módon különültek el. A histologia, vagyis ezen különböző szövetekkel foglalkozó tudomány kiderítette, hogy az ember és az állatok testét alkotó sejtek teljesen megegyező módon differenciálódva alkotják azokat a szöveteket, melyek azután szintén merőben hasonló elrendeződésben a különböző állati és emberi szerveket építik fel.

Az emberi és állati testnek a *részletekig* menő megegyezőségéből eleve föltehető a szervek életműködéseinek hasonlósága. A feltevés csakugyan valónak

bizonyult, mert minél mélyebben hatolt be az összehasonlító élettan az életjelenségek szövevényébe, annál inkább nyilvánvalóbbá lett, hogy az ember és az állatok életműködései között nincsen lényeges eltérés. Anyagcserénk, emésztésünk, vérkeringésünk, lélekzésünk és kiválasztásunk bonyolódott folyamatai a magasabb rendű állatokéval megegyező fizikai és kémiai folyamatok eredményei. A külvilág ingerének felfogását és feldolgozását, a mozgás és szapo-



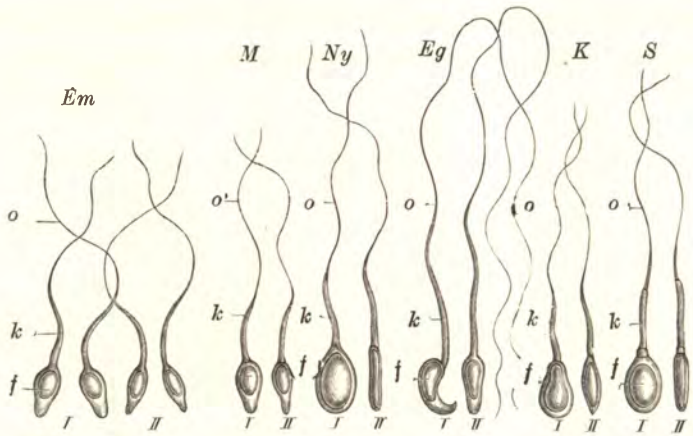
44. ábra. A spórás véglények szervezete összehasonlítva az állati és az emberi petesejttel. *A* = *Coccidium Schubergi* Schaudinn nevű spórás véglény nyugalmi szakban az osztódás előtt. *B* = *Eimocystis polymorpha* Léger nevű spórás véglény közvetlenül a betokozódás előtt. *C* = egy tengeri csillag *(Asterias glacialis)* petesejtje. *D* = emberi petesejt. Valamennyien nagyítva.

rodás jelenségeit hasonlókép mindenütt, állatoknál és embernél egyaránt, ugyanazon törvények szabályozzák.

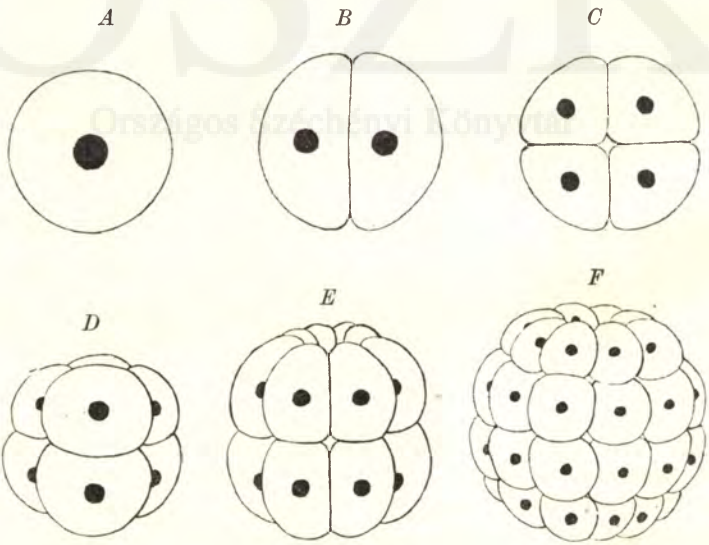
Az élettani búvárlat ezenkívül a szó szoros értelmében vett *vérrokonság* mellett kézzelfogható bizonyítékot is nyújtott!

Régóta ismeretes az az érdekes jelenség, hogy az embernek vagy az állatoknak vére a hozzája kevert idegen vérnek vörös vérsejtjeit feloldja. Rendszeres vizsgálatok azonban kiderítették, hogy minél közelebbi rokonságban áll egymással két állatfaj, annál kevésbbé oldja fel az egyiknek vére a másiknak vörös vérsejtjeit; a lóvér például nem oldja fel a szamár vérsejtjeit, de a macskáéit igen. *Friedenthal* az ember és majmok vérével kisérletezett s ime kiderült, hogy az ember vére nem oldja fel az emberszabású majmok vérét,

s hogy az orángután vérében az ember vérsejtjei békességben tovább élnek! További vizsgálatokból az is kitűnt, hogy az emberszabású majmok vérsejtjeinek kivételével, az ember vére az összes többi emlősök vérsejtjeit feloldja. *Nuttal*



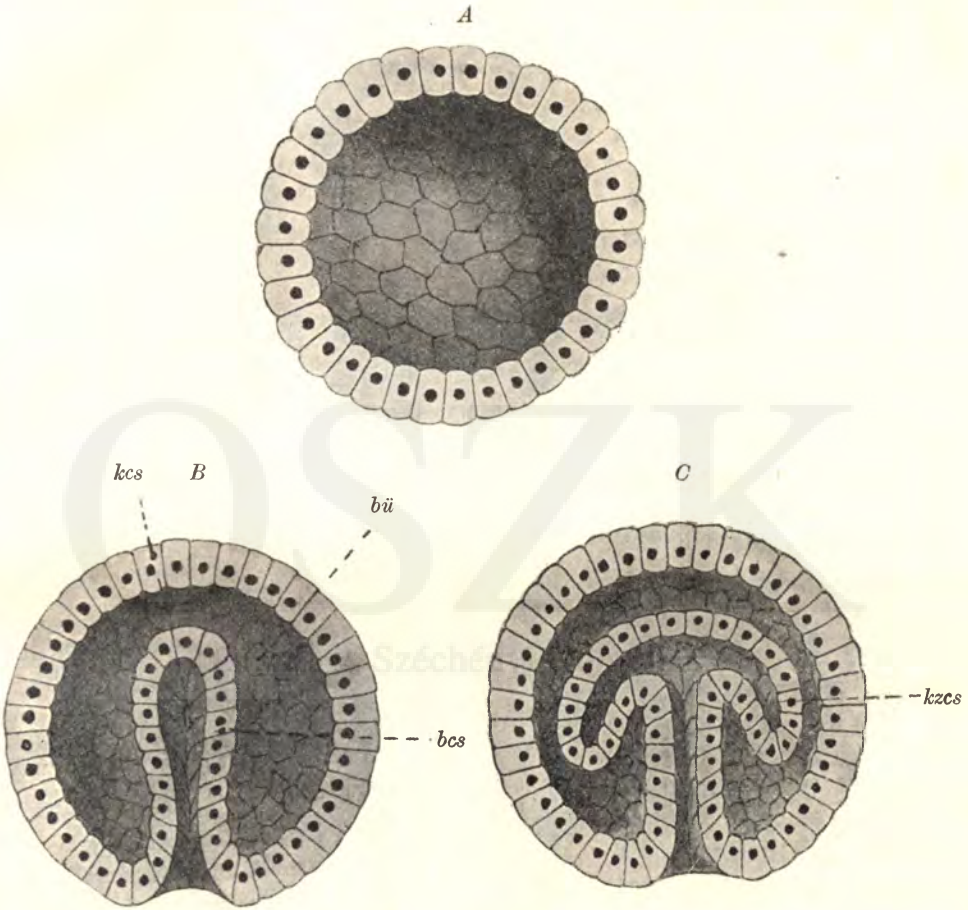
45. ábra Az ember *(Em)*, majom *(M)*, nyúl *(Ny)*, házi egér *(Eg)*, kutya *(K)* és sertés *(S)* hímcsírasejtjei. *f* = a hímcsírasejt feje, *k* = köztes darabja, *o* = ostora. *I* = a hímcsírasejt a feji részének szélesebb oldaláról tekintve, *II* = ugyanaz feji részének keskenyebb oldaláról nézve. Valamennyi erősen nagyítva. *Haeckel* rajza.



46. ábra. *A*. Az állati pete vázlatos képe. *B—F*. A pete a barázdálódásnak öt egymást követő szakán. *F*. Szederalakú csíra. Valamennyi nagyítva.

és *Uhlenhutt* ez észleletek alapján a *Bordet*-féle kémlés alkalmazásával megvizsgálták az ember vérrokonságának fokát. Vizsgálatukat arra a tapasztalatra alapították, hogy ha egy állat vérébe huzamosabb időn keresztül egy más állatnak vérét fecskendezzük, pl. nyúlba az ember vérét, akkor az ekként kezelt

állat (nyúl) vérsavója csak az ember vérével érintkezve ad csapadékot. *Nuttal* és *Uhlenhutt* vizsgálataiból kiderült, hogy az ilyen módon kezelt nyúlnak vérsavója nemcsak az ember vérével ad csapadékot, hanem az orangután, gorilla és csimpanz vérével is. *Kisebb* csapadékot kaptak a vizsgálók a pávián és cerkófmajom vérével, azonkívül igen gyenge volt a csapadék a félmajmok *(Lemur)*



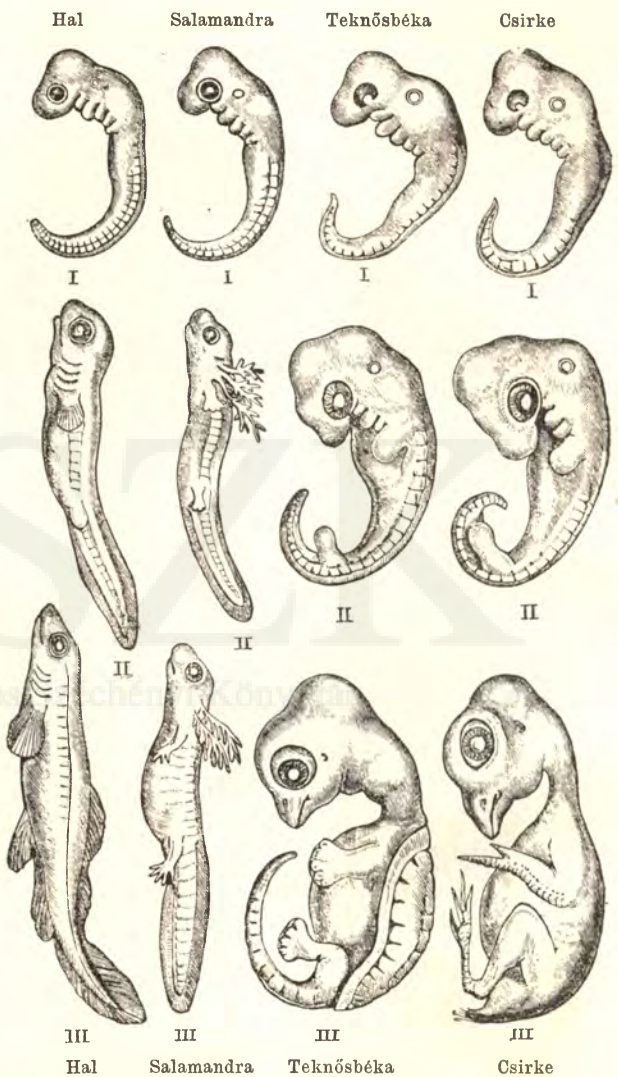
47. ábra. *A*. Egy állat csírája a fejlődésnek ú. n. *blastula* szakán, amelyen az állat a sejtek egyetlen rétegéből áll. *B*. Ugyanaz a fejlődésnek ú. n. *gastrula* szakán; *kcs* = külső csíralevél (ectoderma), *bcs* = belső csíralevél (entoderma), *bü* = barázdálódási üreg (blastocoel). *C*. Ugyanaz a fejlődésnek ama szakán, amelyen a külső és belső csíralevél között a közbülső csíralevél (mesoderma) fejlődése indul meg; *kzcs* = közbülső csíralevél (mesoderma). Mind a három rajz a csíra nagyított átmetszeti képét érzékíti.

vérének hatására; a többi állatok vére ellenben teljesen hatásnélkülinek bizonyult. Az indiszkrét vér tehát kétségbevonhatatlan majomi vérrokonságot árul el!

Az állatokkal való rokonságnak még sokkal általánosabb, egészen az egysejtű véglényekig nyúló vonatkozásairól az *összehasonlító fejlődéstan* tényei lebbentették fel a leplet.

E tudomány napjának fénye teljesen eloszlatta az állatvilág egységén ülő ködöt s sugarainak tündöklő ragyogásával világossá tette az állatvilág és az ember összetartozóságát és szoros kapcsolatát.

A fejlődéstan a közvetlen megfigyelt tényekből kimutatta, hogy a legmagasabb rendű állat, az ember is ott, az egyszerűségnek azon a fokán kezdi meg a létet, amelyen ma a legalsóbb rendű állatok állanak. Minden állat, az embert sem véve ki, egyazon módon szervezett sejtből, az úgynevezett *petesejtből* veszi eredetét, mely lényeges jegyekben az egész állatvilágban hasonló egymáshoz és velejében teljesen megegyezik az állatvilág legalsóbb rendű lényeivel: a véglényekkel. A betokozott, nyugalomban lévő véglények és egy ember vagy más állat petéje között alaktani különbség nincsen (44. ábra). A petesejt az állatoknál, épen úgy mint az embernél, teljesen hasonló érési folyamatok után, csak akkor fejlődik tovább, ha hímcsírasejttel egyesült. Az állati és emberi hímcsírasejtek (45. ábra) hasonlókép a lényegesekben szintén megegyeznek egymással. Külön kiemelhetjük, hogy a pete és a hímcsírasejt egyesülésének folyamata is alaktanilag pontról pontra azonos mindenütt.



48. ábra. Néhány gerinces állat *(hal, salamandra, teknősbéka* és *csirke)* embriói három, egymásra következő (I—III) fejlődési fokon. *Haeckel* rajza.

A *termékenyítés* után, így nevezzük a pete és hímcsírasejt magjának egyesülését, a petesejt *barázdálódik* (46. ábra), vagyis gyors egymásutánban 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 ..... sejtre oszlik, melyek együttvéve az embrió csiráját alkotják. A barázdálódó pete felülete kezdetben szederhez hasonlít, amiért ezt a fejlődési formát *Haeckel* nyomán *morulá*-nak (46. ábra *F)* nevezzük. Ezután a morulát alkotó sejtek rendezkedni kezdenek

s egy, majd két egymás felett álló rétegbe sorakoznak. A fejlődésnek ezt a szakaszát ugyancsak Haeckel *blastula*, illetve *gastrula* névvel jelöli (47. ábra). Ezen a fejlődési fokon az összes soksejtű állatok még mindig olyan hasonlók egymáshoz, mint pete állapotban voltak. A fejlődés további folyamán már többé-kevésbbé eltérnek a különböző állatok, mindamellett velejében mindnyájan megegyeznek abban, hogy a már kiegyénült két sejtréteg *(csiralevél)* között a sejtek még egy harmadikat (47. ábra *C*, *kzcs.)* formálnak. Ebből a három csiralevélből alakul ki az embrió teste.

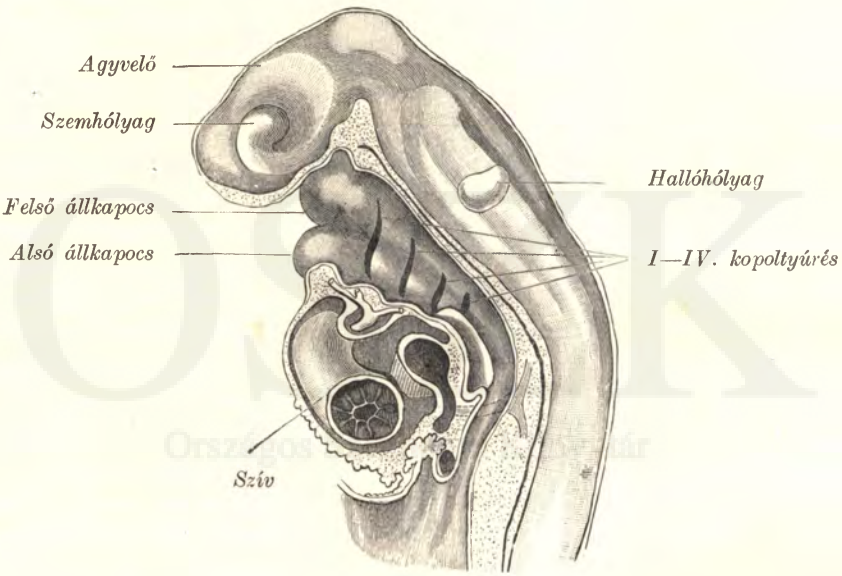


49. ábra. Néhány emlősállat *(sertés, borju, nyúl* és *ember)* embriói ugyancsak három, egymásra következő (I—III) fejlődési fokon. *Haeckel* rajza.

A csiralevelek nagyságát, alakját illetőleg a gerinces állatok körén belül is nagyok a részletbeli különbségek, a csiralevelek tagozódása azonban lényegében mindenütt ugyanaz. A külső csiralevélből fejlődik a bőr hámja, a hámképződményekkel, az idegrendszer, mely igen korán cső alakjában különül el a felülettől; a belső csiralevélből fejlődik a bélcső szerveinek hámja, továbbá belőle fűződik le vékony zsineg formájában az idegcső alatt végighúzódó gerinchúr (chorda dorsalis); végre a közbülső csiralevélből lesz a bőr alsó rétege: az irha, a vérerek, továbbá a mozgás aktív és passzív szervei stb. Persze aprólékosabb részletekben a különböző állatoknál különböző ennek a kialakulásnak a módja. De bármilyen nagy is az eltérés a különböző állatok fejlődése között, a törvényszerűség félreismerhetetlen, mert minden állat fejlődése folyamán alapjában véve átesik azokon a szerveződési fokozatokon, melyek az alsóbbrendű állatokon vagy ugyanazon törzs ősibb módon szervezett képviselőin állandóan megvannak.

Ezt a mindenütt ismétlődő törvényszerűséget *Haeckel Ernő*, az evolució eszméjének leglelkesebb szószólója, az úgynevezett biogenetikai alaptörvényben tömören akként foglalta össze; hogy *az egyén fejlődése nem egyéb, mint a törzsfejlődés menetének gyors és rövidített ismétlése.*

Már most, ha a biogenetikai alaptörvény igazán a valóságot fejezi ki, akkor az ember egyéni fejlődésében átmenetileg meg kell találnunk az alacsonyabb rendű állatok szervezetének jellemző sajátságait, mivel minden magasabban szervezett állat egyéni fejlődésében a főbb alsóbb fokozatoknak ismétlődniök kell. Ha ezt az ember fejlődéstana félremagyarázhatatlan tényekkel igazolni tudja, akkor nyilvánvalóvá tette először azt, hogy az ember szervezete az állatokéhoz kapcsolódik, másodszor pedig azt, hogy az ember csakis



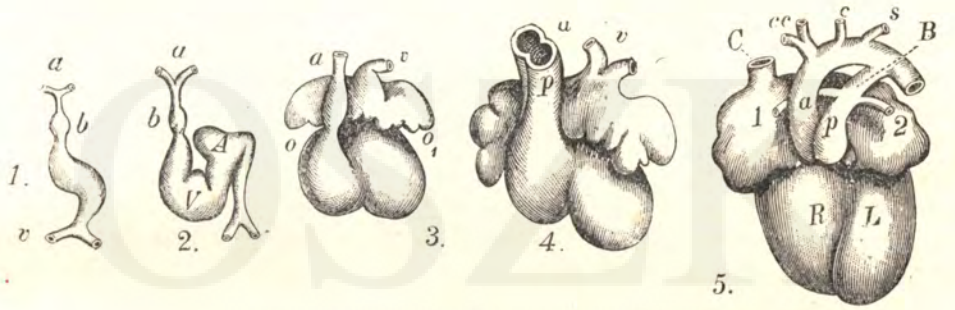
50. ábra. 17—18 hetes emberi embrió mellső testrészlete. (Hosszmetszet.)
His rajza.

nálánál alsóbb rendű szervezetekből keletkezhetett. A fejlődéstan e követelményeknek valóban fényesen tett eleget.

Az ember fejlődésének legelső fokán egysejtű s mint ilyen, a véglények testi sajátságait tünteti elő, később többsejtűvé válik s ezen az állapoton a tömlősök (Coelenterata) és férgek (Vermes) szervezetére emlékeztet. A fejlődés további szakán az emberi embrió a halak, békák, gyíkok, madarak és emlős állatok embrióihoz oly feltünően hasonlít, hogy a megkülönböztetés olykor egyenesen lehetetlen (48. és 49. ábra). Az emberi embriónak ilyenkor a halakhoz hasonlóan kopoltyúívei és nyitott kopoltyúrései (50. ábra) vannak, a kopoltyúkat külön hat kopoltyú-véredény ugyancsak a halakhoz hasonlóan látja el vérrel s külső farka sem áll nagyságra nézve a többi állatoké mögött. Fejlődőfélben levő végtagjai úszólapátok, s ujjai között úszóhártya feszül (52. ábra). A szem, a szaglószerv, a bőrön átcsillámló agyvelő öt hólyag-

jának kezdeménye, a felső és alsó állkapocs elhelyezkedése a csalódásig azonos.

Minél egyezőbb valamely két állatnak a szervezete, vagyis minél közelebb áll a két állat a természetes rendszerben, annál tovább és annál hosszabb ideig maradnak hasonlók embrióik is. Ezért az emberszabású majmok embrionális életük előrehaladottabb szakában is, tehát akkor, amikor a többi állatok embrióitól már élesen különböznek, az ember embriójával bámulatosan megegyeznek. *Selenka* gondos vizsgálataiból tudjuk, hogy az emberszabású majmok, főleg a gibbonok, csirájuk legelső kezdeményétől kezdve az ember csirájával tipikus megegyezőséget mutatnak. Az emberszabású majmoknak ez a hasonlatossága a fogváltásig tart. *Du Bois-Reymond E.* említi, hogy mikor egy ízben egy érseknek egy ilyen fiatal emberszabású majmot bemutattak, az ártatlan, szeretetreméltó, gyermekarcú majom láttára, megfeledkezve mindenről, így szólt: »beszélj s én megkeresztellek!« *Selenka* azt is kimutatta, hogy az emberszabású



51. ábra. Az ember szívének fejlődése. a = aorta, b = az aorta tövének duzzanata (bulbus arteriosus), v = fővéna, V = szívkamra, A = szívpitvar, o és o_1 = szívfülek, p = tüdő-ütőér, 1 = jobb szívpitvar, 2 = bal szívpitvar, R = jobb szívkamra, L = bal szívkamra, C = fővéna, cc, c, s = az aorta *(a)* főbb ágai, B = ductus Botalli, mely az első lélekzetvétel után elzáródik.

majmok korongalakú méhlepénye (placenta discoidea) egyszerű (placenta simplex) és az emberével teljesen megegyező, ellenben a többi majmoké kettős (placenta duplex).

De az emberi embriónak nemcsak a külsején mutathatók ki olyan jellemvonások, melyek az alsóbbrendű állatoknak állandóan megmaradó szerveire emlékeztetnek, hanem belsejében is, mert az emberi embrió belső szerveinek minden porcikája átmenetileg az alsóbbrendűség hasonló jeleit tárja a vizsgáló elé. A sok közül legyen elég a következő példa.

Az ember szíve fejlődése kezdetén az őshalak szívének fejlettségi fokán áll, amennyiben ilyenkor csőalakú és a hasoldalon a koponya közvetlen közelében fekszik (51. ábra 1.). Később erős hosszirányú növekedése folytán S alakot ölt és benne haránt választófal fejlődik, mely a szívet a halakéhoz hasonlóan pitvarra (atrium) és kamrára (ventriculus) osztja (51. ábra 2.). Ilyenkor a véredények is a halakéval megegyező alkotásuak, amennyiben a szív kamrájából eredő főértörzs (truncus arteriosus) ezen a fejlődési fokon tövén duzzanatot,

úgynevezett bulbus arteriosust formál és az e korban az embernél is meglévő kopoltyúívek felé jobbról is, balról is hat ágat küld; a vénás vért szintén két ér, a két vena cardinalis gyüjti össze és hozza a szívbe. Később a szív a békaszív fokára emelkedik, amidőn a negyedik héten a pitvar egy hosszantfutó válaszfal útján két részre tagozódik (51. ábra 4.). Még később a csúszómászók szívének szerkezetét közelíti meg, amennyiben a szívkamrában is kifejlődik a hosszanti választófal, melynek közepe azonban a csúszómászók nyilására (*foramen Panizzae)* emlékeztetve, hártyás (pars membranacea) marad (51. ábra 5.). Végül ez a hártyás rész is eltünik, a szívkamra tökéletesen két részre különül el s ezzel az ember szíve a madarak és emlősök szívének fejlettségi fokára került. Az ember szívén tehát fejlődése folyamán átmenetileg tényleg találhatunk oly jellemvonásokat, melyek a halak, békák és csúszómászók szívén állandóan megvannak.

A fejlődéstannak első pillanatra különös tényei mindannyian egytől-egyig csak egyféleképen, a származástan magyarázata alapján érthetők meg. Vessük csak fel azt a kérdést: minek fejlődik az ember embrióján a fark, ujjai között az úszóhártya, fején a kopoltyúívek és kopoltyúrések sorozata, s ez utóbbiakhoz minek küld a szív oly sok külön véredényt, mikor e részek úgyis nyom nélkül visszafejlődnek vagy merőben átformálódnak? Talán csak nem akar a természet megtréfálni bennünket?! Dehogy. A természet csupán szigoruan meghatározott törvényeit követi. Akárhogyan gondolkozunk is, feleletünk a felvetett kérdésre csupán csak az lehet: az emberen fejlődése alkalmával azért jelentkeznek a szerveződés alsóbb bélyegei, mert örökségképen ősei hagyták reá és mert az ember törzsfája ugyanonnan fakad, ahonnan az egész állatvilágé.

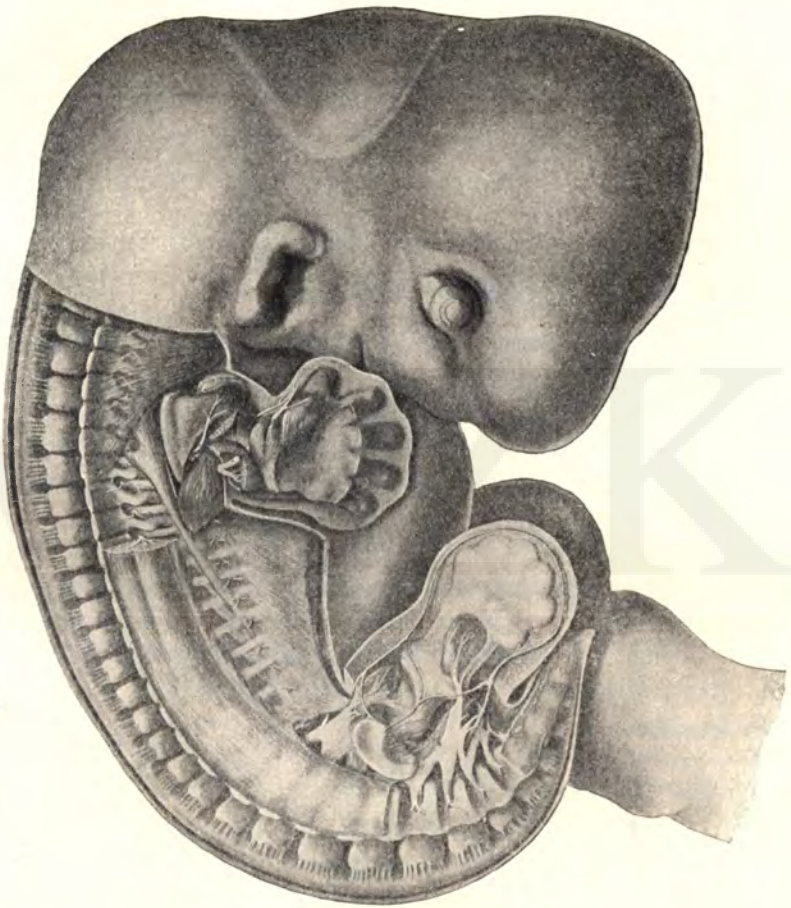
A fejlődő és teljesen kifejlődött ember minden porcikája, életének legkisebb nyilvánulása ilyenformán az állati rokonság mellett bizonyít s ezt a rokonságot a palaeontológia (őslénytan) tényei címeres levélben is megerősítik. A palaeontológia feltámasztja a millió év óta kihalt állatokat, életet lehel őseink porló csontmaradványaiba . . . s íme, ezek is az ember nagy előrehaladásáról, de alacsony származásáról tesznek tanubizonyságot.

A palaeontológia az ember származására nézve három fontos tényt állapíthatott meg. Először, hogy az ember, magas szervezetének megfelelőleg, a föld legújabb korszakában lépett az élet színpadjára; másodszor, hogy az ősember *lényegesen* eltért a most élő ember szervezetétől és végül harmadszor, hogy valamikor olyan állatok is éltek a földön, melyek közelebb állottak az emberhez mint a mai emberszabású majmok.

Vegyük e tényeket sorjában elő!

A geológiai kutatások kideritették, hogy az állatok és növények annál egyszerűbb testalkotásuak, minél régibb korbeli rétegben fordulnak elő és hogy a szervezetek csak lassan, évmilliókra terjedő időközök után jutottak a tökéletességnek arra a fokára, amelyen jelenleg állanak. Földünkön az élet az egyszerűből, a kevésbbé tökéletesből indult ki, később egyre bonyolódottabb és tökéletesebb szervezetek alakjában jelent meg, de ezek közül is beláthatatlanul sok elpusztult s a ma élő még tökéletesebb szervezeteknek engedte át a tért. A szervezetek tökéletesedését korszakról korszakra, rétegről rétegre igazolhatjuk.

A kambriumban még csupán gerinctelen állatok éltek, a szilurban megjelennek a porcos halak, a devonban pedig a kétlégzetű halak ; a karbonban már kétéltüekre bukkanunk, melyeknek uralmát a permben megjelenő hatalmas termetű csúszómászók törik meg. A triászban tűnnek fel legelőször az alsóbbrendű emlősállatok, a jurában pedig a madarak osztálya bontakozik ki. A krétában véget ér az óriás csúszómászók uralma s az eocén hajnala a magasabbrendű



52. ábra. Emberi embrió öthetes korban a jobb oldalról nézve. A törzsön a bőr és az izomzat részben el van távolítva a porcos gerincoszlop, bordák és gerincagyi idegek, továbbá a végtagok világosabb érzékítése céljából. Tízszeresen nagyítva. *Russel Bardeen* és *Harmon Lewis* rajza.

emlősöknek nyujtja az elsőség pálmáját, melyek sorából azután valószinűleg a miocénben az ember emelkedett ki. Millió és millió év múlott el, mielőtt az ember, a teremtés koronája, megjelent volna a föld hátán. Előtte teljes joggal más állatok követelték maguknak a »teremtés koronája« büszke címet. A szilurban például a halak, a karbonban a kétéltüek, a permben pedig a csúszómászók voltak, mint legtökéletesebb szervezetek, a teremtés igazi koronái. A fejlődés végtelenségéből következtetve, az ember nem is maradhat örökre

a teremtés legtökéletesebb alkotása, mert az életnek az a rúgója, mely az alsóbbrendű gerinctelen állatokból a gerincesek: halak, kétéltüek, csúszómászók stb. fejlődését indította meg, minden bizonnyal ma sem szűnt meg hatását kifejteni.

Geológiai		Jellegzetes gerinces állataik
korszakok	formációk	
I. Ős- vagy azoos kor. Tartama körülbelül 52 millió év	1. Ősgnájsz 2. Őspala	Állati maradványok ismeretlenek
II. Ó- vagy paläozoos kor. Tartama körülbelül 34 millió év	1. Kambri 2. Szilur 3. Devon 4. Karbon 5. Perm	Csak *gerinctelenek* ismeretesek *Porcos halak* *Kétlégzetű halak* *Kétéltűek* *Csúszómászók*
III. Közép- vagy mesozoos kor. Tartama körülbelül 11 millió év	1. Triasz 2. Jura 3. Kréta	*Alsóbb rendű emlősök.* Csontos halak *Madarak* Kigyók
IV. Új- vagy känozoos kor. Tartama körülbelül 3 millió év	1. Tertiär: *a)* Eocén *b)* Oligocén *c)* Miocén *d)* Pliocén 2. Quartär: *e)* Diluvium (Pleistocén) *f)* Alluvium	*Magasabb rendű emlősök: Félmajmok* *Keskenyorrú majmok* *Pithecanthropus* *Ember*

Az ember tehát az élő szervezetek sorában a legkésőbb jelent meg a földön. Közvetlenül előtte és részben vele egyidejüleg a miocénben és pliocénben léptek fel az óvilági és emberszabású majmok, továbbá a később tárgyalandó jávai majomember. E tények azért fontosak, mert az összehasonlító anatómia, élettan és fejlődéstan tételeit erősítik meg mindenben.

Az ember időbelileg is azokhoz az állatokhoz áll a legközelebb, amelyekhez anatómiai, élettani és fejlődéstani tekintetben is a legszorosabban kapcsolódik.

A továbbiak könnyebb megérthetése céljából talán nem végzünk fölösleges munkát, ha az ember földi fellépésének idejét kissé behatóbban tárgyaljuk.

Cuvier idejében az embert a legújabb kor, az alluvium szülöttének tartották. Azonban már jóval Cuvier előtt több tudós arról tett jelentést, hogy embercsontok ma már nem élő állatok (mammut, barlangi medve, barlangi oroszlán stb.) csontjaival együttesen fordulnak elő. Igy 1700-ban *Spleisz* Cannstatt tájékán a barlangi medve és mammut csontjai mellett egy emberi koponyatetőt talált. Később 1774-ben *Esper* egy gailenreuthi (frank Jura) barlangban hasonlóképen mammutcsontok szomszédságában egy emberi lapockacsontot és állkapcsot talált. 1828-ban *Tournal*, 1829-ben *Christol*, 1844-ben pedig *Aymard* hasonló leletekről tett említést, de hiába. E leleteket nem méltatták figyelemre, mert *Cuvier* szerint az ember csak a diluviális nagy vastagbőrüek kipusztulása után jelent meg a földön s így az ember nem lehetett a diluvium tanúja. *Cuvier* e tanát *Boucher de Perthes* szívós kitartása és főleg *Lyell* gondos geológiai vizsgálatai döntötték meg. *Lyell* 1863-ban megjelent híres művében (The geological evidences of the antiquity of man) az emberiség özönvíz előtti korát bizonyította be.

Eközben a diluviális eredetű embercsontok és emberi kőszerszámok száma egyre gyarapodott. Ilyenek, hogy csak a legfontosabbakat említsem, a neandervölgyi, spyi, olmoi, egisheimi, la-naulettei, Schipka-barlangi és krapinai stb. csontleletek, amelyek nyilvánvalóvá tették, hogy az ember a diluviumban már élt a földön. Bizonyító erő dolgában e csontleletekkel versenyeznek az előkerült nagyszámu kőszerszámok, melyeknek diluviális korát és emberi szerszám voltát húsz évi fáradozás után *Boucher de Perthes* mutatta ki.

A geológiai vizsgálatok előrehaladásával kiderült, hogy a diluviális korszaknak legfeltünőbb és legjellemzőbb jelensége a jégnek szokatlanul nagy tömegekben való szereplése volt, ezért a diluviumot másképen jégkorszaknak is nevezik. Észak- és Közép-Európát ekkor nagy jégmezők borították, melyek Európának 180.000 négyzetmértföldnyi területéből körülbelül 120.000-et foglaltak el; Észak-Amerikában pedig a jégmezők területe egészen a 40-ik szélességi fokig nyult le. *Geikie* és *Penck* vizsgálataiból kitűnt, hogy a jégkorszak tulajdonképen több jégkorból áll, amelyek között enyhe volt az éghajlat és melynek ideje alatt a déli tájakra szorult állatok részben ismét visszatértek. *Penck* szerint legalább három jégkort és két közbeeső, úgynevezett interglaciális időszakot kell felvennünk, melyek közül az utolsóelőtti volt a leghatalmasabb. A jégkorokat felhasználhatjuk a diluviális csontleletek időbeli sorrendjének megállapításánál. Az emberi lény legrégibb biztos nyomait, melyeket csontlelet is igazol, a második interglaciális korszakra tehetjük, amennyiben e korból való a *Portis* felfedezte és *Nehring* tanár tanulmányozta taubachi két emberi zápfog.

A diluviális leletek időbeli osztályozására a jégkoroknál is alkalmasabb a francia *Mortillet* felosztása, mely az állatvilág és klima változásainak tekintetbevételével a kőeszközök fejlettségi fokán alapszik. Ez osztályozás főbb fokozatait a megfelelő ember-rasszokkal a következő lapon lévő összeállítás világítja meg.

Geológiai kor	Archaeológiai időszak		Az ember képviselője
Alluvium 10,000 év	**Vaskor** **Bronzkor** **Újabb (neolith) kőkor**		A jelenlegi emberfajták
Diluvium legalább 200,000 év	**Régibb (palaeolith) kőkor**	*Madelein-i*	Crô-Magnon-i rassz.
		Solutré-i	Grimaldi rassz.
		Moustier-i	Homo primigenius Neandervölgyi rassz.
		Chelles-i	E korból két emberi fog ismeretes Taubach vidékéről
Pliocén	**Ősi (eolith) kőkor**		Pithecanthropus erectus
Miocén **Oligocén**			E korból csak embertől származó tűzkőszerszámok ismeretesek

Kiegészítésképen csupán a következőket jegyzem meg. A meleg és nedves éghajlatú chellesi korban a durva pattintgatással készített kőeszközök közül a durván elnagyolt mandola-alakú kő (coups de poing) játssza a főszerepet, melyet a balta és kalapács ősformájának kell tekintenünk. E kor emberét testileg nem ismerjük, mert csontvázából csupán két fog maradt reánk. A moustieri korban a klima hideg és nedves, a szerszámok közül pedig, melyek már többfélék voltak, a durva fúró, vakaró és kés a legjellemzőbbek. A moustieri korba számítjuk a neandervölgyi embert, melynek töredékes csontmaradványait 1856-ban találta meg Düsseldorf és Elberfeld között *Fuhlrott*, továbbá ide sorozzuk a spyi két vázat és a krapinai diluviális csontokat. E csontmaradványokat újabban *Schwalbe*, *Klaatsch* és *Gorjanovič-Kramberger* tanulmányozta s az ő vizsgálataikból tudjuk, hogy e csontmaradványok a mostani emberéitől annyira eltérnek, hogy a neandervölgyi, spyi és krapinai embert külön fajnak (*Homo primigenius* Schwalbe) kell tartanunk. A solutréi korban a klima ismét melegebb, de egyúttal száraz lett; az eszközök az előbbi korok eszközeinél kisebbek, tökéletesebbek és változatosabbak; legjellemzőbbek: a borostyán- és fűzfa-

levél idomú kovapengék, továbbá a vakarókés és a csontszerszámok. E kor képviselőjének csontváza a *Grotte des Enfants* nevű barlangból a monakói hercegtől anyagilag támogatott ásatás alkalmával került napfényre. *Verneau* vizsgálata szerint erre az emberrasszra, melyet *Grimaldi-rassznak* nevezett el, jellemző az alacsony termet (1·54—1·58 m); a homlok kerek és magas; a koponya igen hosszú (dolichocephal); az állkapcsok rézsutosak (prognathismus); az orr lapított; a járomívek kiállók. *Villeneuve* és *Gaudry* azon tény alapján, hogy e csontok közelében a barlangi medve és barlangi hiéna csontjai fordultak elő, a moustieri korba számítja, de tévesen, mert az előkerült kőszerszámok alapján legvalószínűbb, hogy ide, a solutréi korba tartozik. A rákövetkező korban, a madeleini korban, a klíma hideggé és nedvessé változott, az eszközök és szerszámok között gyakoriak a kettős fúrók, kettős vakarók, különböző kovapengék; a csontszerszámok is igen változatosak és számosak, de különösen jellemzők azok az aránylag magas művészi érzékről tanúskodó faragványok és vésetek, melyekkel a rénszarvasagancsokat díszítették. E korból egy csomó csontvázat ismerünk. Ide sorozzuk pl. a Vezère völgyében (*Dordogne* francia départementben) 1868-ban talált crô-magnoni három csontvázat, a predmosti (Prerau mellett), lautschi (Olmütz mellett), brünni, engisi, laugerie basse-i, chancelade-i és sorde-i csontleleteket. Ezek alapján a madeleini korbeli ember majdnem kivétel nélkül közép- vagy magastermetű, rövid, széles arcú, hatalmas állkapcsu, erős szemöldöklécű, szépen formált homlokú és nagy űrtartalmú, meglehetősen hosszú és keskeny koponyájú ember volt. A ma élő emberek sorából az északafrikai szőke berberek és a Kanáriszigetek őslakói, a guancsok emlékeztetnek erre a rasszra, melyet *Quatrefages* és *Hamy Crô-Magnoni* rassznak nevezett el. A fiatalabb kőkorban, mely már a jelen geológiai korhoz tartozik, a klimatikus viszonyok a mieinkkel egyezők és a talált csontvázak alapján az emberek is szakasztott olyanok voltak mint a ma élők. A mai európai emberek főtipusait már majdnem változatlanul megtaláljuk a neolithkor óta, épen ezért *Darwin* és *Kollmann* az embert tartós jellemű lénynek (*during type*) nevezte.

A diluviális korban talált emberi csontmaradványok és az e korból származó bolygatatlan rétegekből kiásott kőszerszámok nyilvánvalóvá tették az emberiség özönvíz előtti korát. De alig hogy e tan némileg megszilárdult, máris akadtak egyes merészebb szellemű búvárok, akik vizsgálataikra támaszkodva, azt kezdték hangoztatni, hogy az emberiség kora még régibb s hogy az ember első megjelenése földünk életének még régebbi, nevezetesen harmadkorára (tertiär) esik.

A párisi nemzetközi embertani kongresszuson (1867) *Bourgeois* abbé miocénkori rétegekből származó kőszerszámokat mutatott, melyeket *Thenay* tájékán a *Halitherium*, *Acerotherium* stb. nevű kihalt ősállatok csontmaradványaival talált együtt. *Mortillet* oly jellegzeteseknek találta ezeket a kőszerszámokat, hogy rájuk a kőkornak egy merőben új időszakát, t. i. az *eolithikus* vagy tertiär idejű szakát alapította. A kongresszus tagjainak legnagyobb része szintén elismerte a kőszerszámok tertiär eredetét, de kétségbevonta a bemutatott kövek szerszámvoltát és alakjukat véletlennek, légköri s mechanikai

hatásoknak és nem az ember kezemunkájának tulajdonította. Hasonlóan járt a hetvenes évek végén *Ribeiro* portugal tudós, aki a párisi világkiállításon, majd a lisszaboni embertani kongresszuson a *Tájó* völgyéből kiásott tertiär idejű vágott kőszerszámokat mutatott be. *Ribeiro* és *Bourgeois* abbé lelete fölött egyszerűen napirendre tértek a búvárok, mert meggyőződésük szerint a bemutatott szerszámokon nem lehet kétségtelenül az ember kezemunkáját megállapítani.

A tertiär korú ember kérdését újabban *Lehmann-Nitsche, Nötling, Rutot* és *Klaatsch* vetették fel és pedig eredményesen. Főleg e két utóbbi természetvizsgálónak van nagy érdeme e téren. Ők előbb azokat a készítési módokat tanulmányozták, melyeknek segítségével a ma is kőkorszakot élő természeti népek (ausztráliaiak, pápuák, alaszkai eszkimók, tűzföldiek stb.) kőeszközeiket készítik s ennek alapján sikerült az ember megmunkálta eszközökön olyan különbségeket felfedezniök, melyek révén mindig biztosan meg lehet állapítani, vajjon az eszköz véletlennek, a külső tényezők mechanikai hatásának, vagy pedig az ember kezének eredménye. Az emberi kéz előidézte ütési és nyomási jegyek ugyanis, *Krause* tanúlmányai szerint, mindig egészen typikus alkotásuak, amennyiben az ütés vagy nyomás helyén mindég lapos kiemelkedések észlelhetők. Jellemzők továbbá az eszközök élén az ütés és nyomás hatásakép előálló csorbák, amelyek szintén csak az ember megmunkálta eszközökön jelentkeznek. *Rutot* és *Klaatsch Aurillac* (Franciaország) miocén, továbbá Anglia déli részének *(Kent* és *Sussex)* középpliocén rétegeiből számos, felette primitív módon megmunkált kőszerszámot mutatott be, melyek kétségtelenné teszik, hogy az ember már a tertiär-kor óta él a földön. Meg kell jegyeznem, hogy *Mortillet* felfogása szerint ezeket az eszközöket nem az ember készítette volna, hanem oly köztes lény, amely az emberszabású majmok és az ember között állt. Eltekintve *Mortillet* felfogásának bebizonyíthatatlanságától, azt a kétségtelenül értelmes lényt, amelyik már célszerű eszközöket, szerszámokat készített magának, feltétlenül embernek kell tartanunk. Persze ennek az embernek a testéről semmit se tudunk, mert csontjának egyetlen morzsája sem maradt reánk. Talán a jövő kutatásai szerencsésebbek lesznek s bevilágítanak oda is, ahol mi csak tapogatózva sejtjük a valót.

Összefoglalva a mondottakat, az ember, kőszerszámainak tanusága szerint, a harmadkor vége felé, a miocén korban lépett fel a földön, azonban csak a diluviális korból ismerjük testének csontmaradványait. *Mortillet* körülbelül 230—240 ezer évre becsüli az emberiség korát. Milyen nevetségesen kevés ez az idő azokhoz a milliókhoz képest, amikor a föld állatai és növényei még nem hódolhattak a teremtés koronájának. A geologusok számításai szerint legalább is egy milliárd évnek kellett elmúlnia !

Az ember alacsony származását a palaeontologia annak kimutatásával is támogatja, hogy a legrégibb diluviális ember szervezete lényegesen eltért a most élőtől s hogy testének alkotásában számos kezdetleges jellemvonást egyesített. *Schwalbe, Klaatsch* és *Gorjanovič-Kramberger* vizsgálatai szerint a diluviális ember annyira különbözött a mai embertől, hogy az általánosan elfogadott rendszertani alapelvek alapján a *Homo sapiens L.* fajjal szemben egy másik, merő-

ben különböző diluviális fajnak, a *Homo primigenius* Schwalbe-nak megkülönböztetése teljesen jogos. Ez utóbbi tény, vagyis hogy a *régi* ember lényegesen más volt a mainál, eloszlatja az ember állati származása ellen tehető utolsó ellenvetést, mert szemmelláthatólag beigazolja az ember *változékonyságát*, vagyis az élő szervezeteknek azt az általános sajátságát, amely az összehasonlító anatómiai, fejlődéstani és palaeontologiai tényeken nyugvó származástannak kiindulási pontja.



53. ábra. A neandervölgyi koponyatető oldalról és alulról tekintve. $^1/_9$-ed nagyságban. *Alsberg* rajza.

Az újabb kőkorban a mai emberhez lényegében teljesen hasonló ember élt a föld hátán ; a régibb kőkor újabb idejének emberén sem találunk lényeges eltérést a maitól. Csak amidőn a diluvium régibb korába jutunk, vesszük észre, hogy a velünk egyező testalkotású ember helyén sokkal kezdetlegesebb alkotású ember élt a földön.

Ez utóbbinak első nyomai 1856-ban *Düsseldorf* és *Elberfeld* között a Neander völgyének egyik kis barlangjából kerültek napfényre. Itt fedezte fel *Fuhlrott* német orvos a később oly nagy hírre vergődött koponyatetőt (53. ábra). Mindjárt az első pillantásra feltűnt a hosszú koponyatetőn a majmok koponyájára emlékeztető laposság és a szemgödri lécek hatalmassága. A különös lelet a tudományos világot természetszerűen valóságos lázba sodorta. Alig hogy *Schaaff-*

hausen tudományosan leírta, a német, francia és angol tudósok legott siettek *Bonn*-ba, hogy saját szemükkel meggyőződhessenek a fontosnak igérkező lelet valódi értékéről. *Vogt* és *Huxley* a majom és ember közti »hiányzó láncszemnek« minősítették. Jött azonban *Virchow* és nyomban lelohasztotta a vérmes reményeket, amennyiben a torzító köszvény nyomaira mutatott rá és ennek alapján beteges elváltozásoknak tulajdonította a koponya sajátszerű alakját. *Virchow* tekintélye révén a híres koponyatető inkább hírhedtté vált, s a tudósok napirendre tértek fölötte. Csak a legújabb időben mutatta ki *Schwalbe* strassburgi

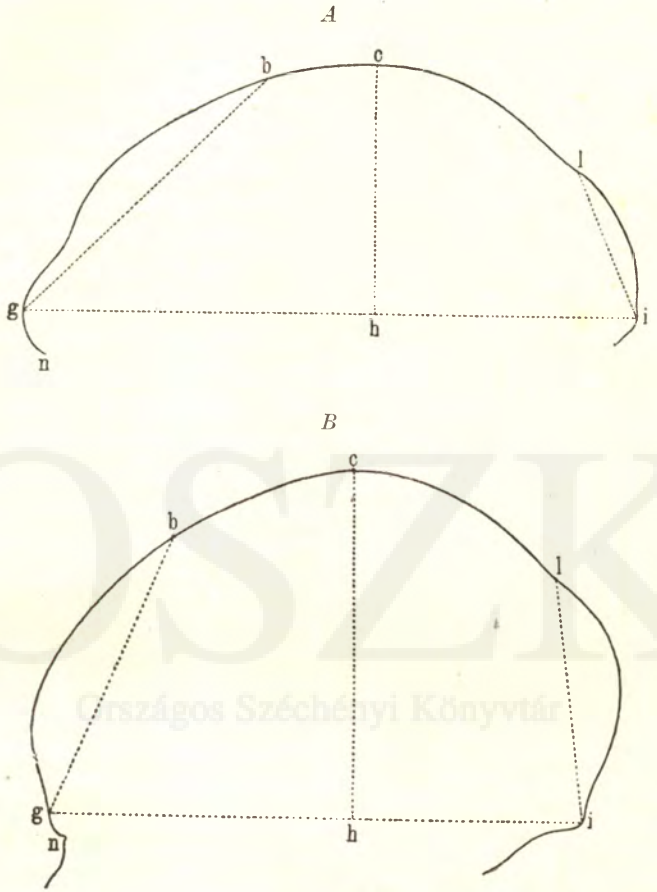


54. ábra. A neandervölgyi ősember (*Homo primigenius* Schwalbe) elülről és oldalról tekintve. *Mayer* Hyatt amerikai anthropológus rekonstrukciója nyomán.

anatomus *Virchow* tévedését. Ő ugyanis bebizonyította, hogy a kórosnak tartott jellegek teljesen hatástalanok voltak a koponya alaki viszonyaira. A neandervölgyi koponyatető diluviális kora ellen felmerült kétségeket pedig az a tény oszlatta el, hogy 1886-ban a »Bec aux Roches« nevű barlangban *Spy sur l'Orneau* mellett Belgiumban határozottan diluviális rétegben a neandervölgyi vázrészekkel teljesen megegyező emberi csontokat találtak. Legújabban (1899) pedig *Gorjanović-Kramberger* hazánk területén, *Krapina* tájékán a Hušnjakovo domb oldalán, szintén kétségtelenül régi diluviális rétegben, nagymennyiségű embercsontot talált, melyek morphologiai jellegeikben velejében a neandervölgyi és spyi vázrészekkel egyeztek meg.

Ezekhez csatlakoznak még többek között a *La Naulette*, *Malarnaud*, *Arcy-sur-Eure* és *Schipka* tájékán talált állkapcsok.

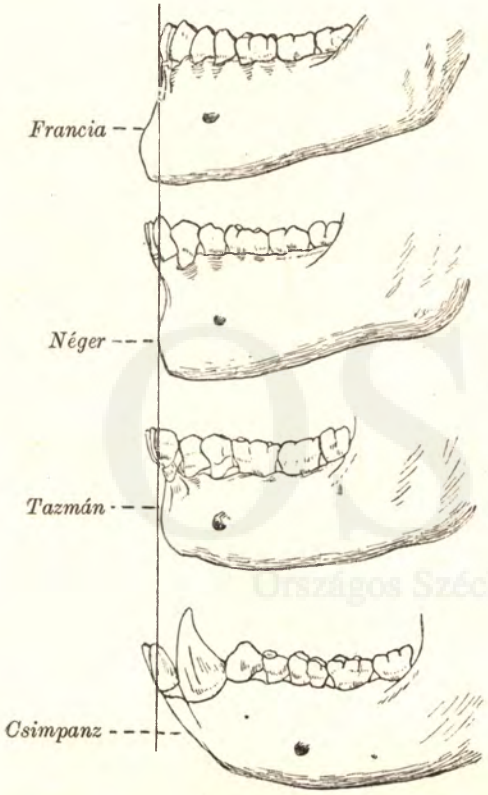
Minthogy mindezen csontmaradványok a mostani embertől való eltérés tekintetében megegyeznek egymással és egymást kölcsönösen kiegészítik, a neandervölgyi typusú ősemberről meglehetősen világos képet (54. ábra) alkothatunk magunknak.



55. ábra. A neandervölgyi ősember (*Homo primigenius* Schwalbe) (*A*) és a mai ember (*Homo sapiens* L.) (*B*) koponyaboltozatának arcéli görbéi. *g* = az orrtőbütyök legelülső pontja (glabella), *i* = a nyakszirtcsont külső bütyke (inion), *gi* = glabella-inion vonal, *b* = a koszorú- és nyílvarrat találkozása (bregma), *bgi* ∢ = bregmaszög, *c* = a koponyaboltozat legmagasabb pontja, *ch* = tetőmagasság, *l* = a nyakszirtcsonti és a nyílvarrat találkozása (lambda), *lig* ∢ = lambdaszög, *n* = nasion. *Schwalbe* rajza.

Termet és nagyság dolgában a neandervölgyi ősember csaknem olyan volt, mint a mai ember, azonban hátsó végtagjai nem érték el a mostani emberre jellemző hosszúságot. Áthidalhatatlan nagy eltérést találunk koponyájának alkotásában. Igy koponyaboltozata a mai emberénél sokkal laposabb és alacsonyabb (53. és 55. *A* ábra) s ennek kifejezéseképen tetőmagasságának jelzője

(ú. n. indexe),* *Schwalbe* mérései szerint, 40·4, holott a ma élő legalacsonyabb rendű emberfajtáké 52. Azonkívül a koponyatető tetemesen hosszú, emellett széles és feltünően lapos. A szemüregek fölött föltünően hatalmasan fejlett, az orr töve fölött is végighúzódó homlokeresz (torus supraorbitalis) vonja magára a figyelmet. A szemüregek közti távolság is igen nagy. A homlokcsont alacsony és rézsutosan hátradülő, bregmaszöge (55. ábra *bgi)* csak 44°, míg a mai emberen e szöglet minimálisan 55°-ig sülyedhet; ezzel kapcsolatban az agyvelő homloki része még jóval a szemek mögött foglal helyet és a koponya messze hátra terjed. A nyakszirtcsonton hiányzik a külső nyakszirti taraj, de helyette a tarkóvonal a majmokhoz hasonlóan erősen kiemelkedő tarkótarajjá (torus occipitalis) duzzad. Jellemző, hogy a nyakszirtpikkely oldalfelé feltünően kidudorodik, ami a nagy agyvelő nyakszirti karéjának hatalmas fejlettségével hozható összefüggésbe. Az ősemberen a nagy agyvelő homlokkaréja kevésbbé, a nyakszirti karéja azonban hasonlíthatatlanul jobban volt kifejlődve. A dolog mindjárt érthetőbb lesz, ha megemlítjük, hogy a homlokkaréj a beszéd és a magasabb értelmi működések központja, ellenben a nyakszirti lebeny a szem útján közvetített benyomások feldolgozásának központját rejti magában.



56. ábra. Négy alsó állkapocs arcélben az állcsúcs fokozatos fejlődésének és a fogsor megrövidülésének feltüntetésével. *Gaudry* nyomán.

A nyakszirtcsontra azonkívül igen jellemző, hogy erősen előre hajlik, ennek eredményeképen az ú. n. lambdaszög (55. ábra *lig* ∢) csak 66 fokú, holott a mai emberen a nyakszirtcsont hátra hajlik s a lambdaszög 78—85 fok között ingadozik.

A halántékcsonton a csecsnyújtvány, mely a mai emberen erősen ki van fejlődve és a fej egyenes tartásánál szerepet játszó izmok odatapadására szolgál, gyengén fejlett. Az agykoponya űrtartalma (capacitas) 1230 cm^3-re rúg, holott a mai ember ugyanilyen nagyságú koponyája legalább is 1550 cm^3.

Az arccsontok általában vaskosak és tömörek. A járomívek kiállók és nagyságukkal a gorilláéra emlékeztetnek. Az állkapcsok tájéka állatiasan előre-

* A tetőmagasság indexét úgy kapjuk, hogy a tetőmagasságot a koponyaalapvonal (glabella-inion vonal) hosszúságának százalékában fejezzük ki, vagyis a tetőmagasságot (55. ábra *ch)* szorozzuk 100-zal és az eredményt elosztjuk a glabella-inion vonal (55. ábra *gi)* hosszúságával.

nyúlik; maguk az állkapcsok pedig vaskosak. Az alsó állkapocs lekerekített, holott a mai emberé előreszögellő. A mai ember alsó állkapcsán állandóan megvan az állcsúcs (56. ábra), ellenben az ősemberen a majmokhoz hasonlóan nincsen meg. Ennek oka a hatalmas fogakból álló hosszú fogsor. Az állcsúcs ugyanis külön csontból, az állcsontból (os mentale) ered, mely a magasabb rendű állatokon és emberen egyaránt igen korán az alsó állkapocshoz nő; a neandervölgyi ősemberen és az állatokon azért nem tünik elő, mert a hatalmasan kifejlődött fogak miatt az alsó állkapocs felső része előreugrik. A mai emberen az ősemberhez képest a fogsor megrövidült, de a megrövidüléssel kapcsolatban csak az állkapocs rövidült meg, ellenben az állcsontnak megfelelő rész nem s ez alkotja a mai emberre oly jellegzetes előreszögellő állcsúcsot. *Walckhoff* vizsgálatai szerint az alsó állkapocs csontgerendázatának finomabb szerkezete is más az ősemberen mint a mai emberen és ezt ő a beszédkor szereplő izmok gyengébb fejlettségével hozza kapcsolatba.

Az ősember fogai jóval nagyobbak voltak a mai emberéinél. Különösen feltünő, hogy zápfogainak rágólapjain nagyon erőteljes, sokszorosan szétágazó zománcredők fejlődtek ki, akárcsak az emberszabású majmok fogain. A zápfogak elütő elrendezését már előbb (56. lap) kiemeltem.

A végtagok és végtagfüggesztő-készülékek sem szűkölködnek érdekes jellemvonásokban. Az ősember comb- és sípcsontjai zömökek és ízfejeik vastagok. Az orsócsont (radius) görbülete sokkal erősebb a mai emberénél; ebben a sajátságban az ősember tehát az emberszabású majmokkal és a kúszó erszényes állatokkal osztozkodott.



57. ábra. Emberi csecsemő lába kúszó-tartásban.

A csontok alakja és a rajtuk levő kiemelkedések, tarajok stb. — tudvalevőleg — a hozzájuk tapadó izmok fejlettségétől és működésétől függnek, ezért tanulmányozásuk fontos következtetésekre vezet. *Schieferdecker* végzett ilyenfajtájú beható vizsgálatokat s arra az eredményre jutott, hogy az ősember hátsó végtagján a közelítő-, hajlító- és combizmok igen erősen voltak kifejlődve, ellenben a láb kiegyenesítését eszközlő izmok fejlettség dolgában a mai ember izmai mögött maradtak. Különösen érdekes a közelítőizmok magas fejlettsége, mert ezek az izmok a lábnak befelé, azaz a test középvonala felé való hajlítását eszközlik, s így a *kúszásnál* játszhattak felette fontos szerepet. Az ősember izmainak fejlettsége, valamint a mai emberen előforduló számos csökevényes szerv az embernek kúszó életmódot folytató főemlős ősére emlékeztet. Itt említem meg, hogy csecsemőkorban az emberen még ma is észlelhető a láb kúszó tartása (57. ábra).

Az újabb vizsgálatok kiderítették, hogy nemcsak a csontok külső alakja, hanem a csontok belső szerkezete, a csontokban kifejlődő csontgerendák elren-

dezése is a megterhelés és húzás törvényeitől, szóval az izmok működésétől függ. *Walckhoff* Röntgen-sugarakkal átvilágított ősemberi csontokban megvizsgálta ezeket a csontgerendákat s búvárlata eredményei alapján megerősítette *Schieferdecker* vizsgálatait, amennyiben a diluviális emberek szerinte is nagyon sokat és jól kúszhattak. Emellett bizonyít ugyanis a combcsont alsó, lateralis bütykének feltünő nagysága és az a nagy csontgerenda (trajectorium), amely ettől a bütyöktől ívalakban a combcsont közepéig húzódik. Ez a szerkezeti berendezés pedig az emberszabású majmok combcsontjára jellemző.

Azokból a különbségekből, amelyek révén az ősember combcsontja és medencéje a mai emberétől eltér, *Walckhoff* joggal azt következteti, hogy az ősember testtartása is elütött a mi testtartásunktól. Az ősember normálisan egyenesen állott ugyan, de térdei állandóan meg voltak hajtva.

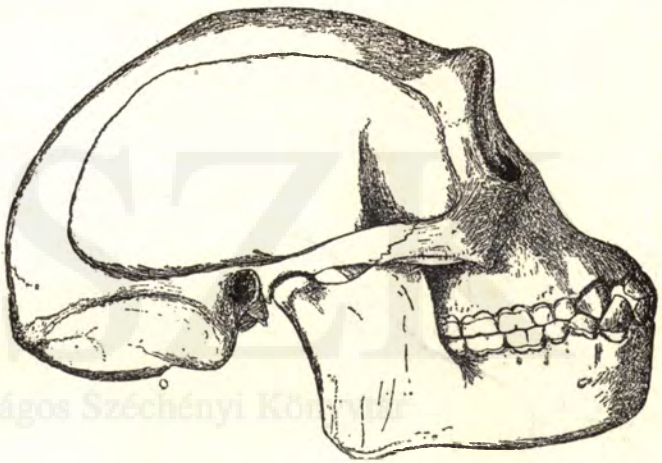
A mostanáig kiemelt morphologiai bélyegekből, azt hisszük, mindenki világosan láthatja, hogy a neandervölgyi ősember élesen különbözött a mai embertől. Benne majom- és emberjellegek egyesültek. A koponyatető feltünő laposssága, az erősen kidomborodó homlokeresz nagysága, a fogak különös szerkezete alapján bátran mondhatnók róla, hogy valóságos majom volt; ha pedig félig egyenes testtartását és tekintélyes koponyaüregét vesszük tekintetbe, valóságos embernek kell tartanunk.

A származástan ellenesei az ember állati származása ellen rendesen azt hozzák fel, hogy az ember és az állatok között a palaeontologia nem tud átmeneti alakokat felmutatni; következésképen: az ember állati származása hamis és elvetendő feltevés. Persze ellenvetésök merőben téves! Aki csak ilyen érvet hoz fel az ember állati származása ellenében, az csupán a biologiai tudományokban való teljes járatlanságáról tesz tanuságot, mert az ember állati származásának döntő bizonyítékait nem a palaeontologia, hanem az összehasonlító anatómia, szövettan, élettan és fejlődéstan szolgáltatja. Az ember állati származásának tana kétségbevonhatatlan szervezeti, élettani és fejlődéstani tényeken alapszik. Aki tehát ezt a tant meg akarja dönteni, annak első sorban ezeket a tényeket kell megcáfolnia. Az ember és a legmagasabb rendü állatok szervezete között zoologiai tekintetben koránt sincsen nagyobb űr, mint például a nyúl és a patkány, vagy a kutya és róka között; ezeknek rokonságát pedig senkinek sem jut eszébe kétségbevonni. Különben a palaeontologia ezt az űrt is kisebbítette, amennyiben sikerült a föld mélyében olyan lényt felfedeznie, amelyik koponyaalkotásában az emberhez a ma élő emberszabásu majmoknál is közelebb állott.

Ennek a lénynek maradványait 1891-ben fedezte fel *Dubois Jenő*, hollandi szolgálatban álló orvos, Jáva szigetén a trinili major közelében. Az érdekes lelet fiatal pliocénkori vulkáni conglomeratumból származik és összesen négy csontból áll. Legelőször 1891 szeptember havában az egyik zápfog, majd október havában mintegy 1 m távolságban a lelet legfontosabb darabja, a koponyatető került elő, végre a harmadik ásás alkalmával (1892 augusztus és október havában) a koponyatetőtől mintegy 15 m távolságban a baloldali combcsont és egy másik zápfog bukkant elő a földből. Minthogy a combcsont 15 m-nyi távolságban feküdt a koponyatetőtől, sokan azt a kérdést vetették fel, vajjon a combcsont és a koponyatető, valamint a két zápfog együvé tartozik-e? E kérdés

ma már el nem dönthető. De a palaeontologiai tapasztalatok a négy csontdarab összetartozását igen valószinűvé, sőt majdnem bizonyossá teszik, azonban az összetartozás közvetlenül ma már nem bizonyítható. Egyébként, mint látni fogjuk, az összetartozóság kimutatása nem is fontos az ember származásának problemájára nézve, mert a koponyatető egymagában is teljesen elegendő arra, hogy a majmok és az ember közötti, amúgy is kis hézagot még kisebbé tegye. Megjegyzem, hogy a szakszerű palaeontologusok egyike sem kételkedett abban, hogy a négy csontdarab egy állattól származik.

Midőn *Dubois* alapos tanúlmány után 1894-ben rövid monographiában ismertette ezeket a csontmaradványokat s az állatot magát *Pithecanthropus erectusnak*, azaz fennállva járó majomembernek nevezvén, oly lénynek tartotta, mely az emberszabású majmok és az ember között átmeneti alakot képez, a búvárok származástani pártállásuk szerint, könnyen érthető izgalommal, örömmel, kételkedéssel, szóval igen vegyes érzelmekkel fogadták. *Hamann, Kollmann, Krause, Ranke, Virchow, Selenka, Waldeyer, Zittel* határozottan majomnak tartották a leírt csodálatos lényt; *Cunningham, Topinard, Lydekker, Martin, Houzé* viszont époly határozottan emberi eredetűnek mondották, ellenben *Manouvrier, Nehring, Verneau, Haeckel* stb. Duboisnak adtak igazat és átmeneti alaknak tartották. A legkiválóbb tudósoknak már ez a nagy ingadozása magában is amellett bizonyít, hogy valóban átmeneti lénnyel van dolgunk. *Virchow* az ő ismert skepticismusával, tekintélye egész súlyával igyekezett a lelet fontosságát kisebbíteni, végül azonban neki is be kellett ismernie, hogy — saját szavai szerint — »a *Pithecanthropus* legyen akár majom, akár pedig átmeneti alak az ember és majom között, mindenesetre a formák sorában olyan új tagot képvisel, mely az összes gerinces állatok nagy körét fejlődéstörténetileg összefüggővé teszi«.

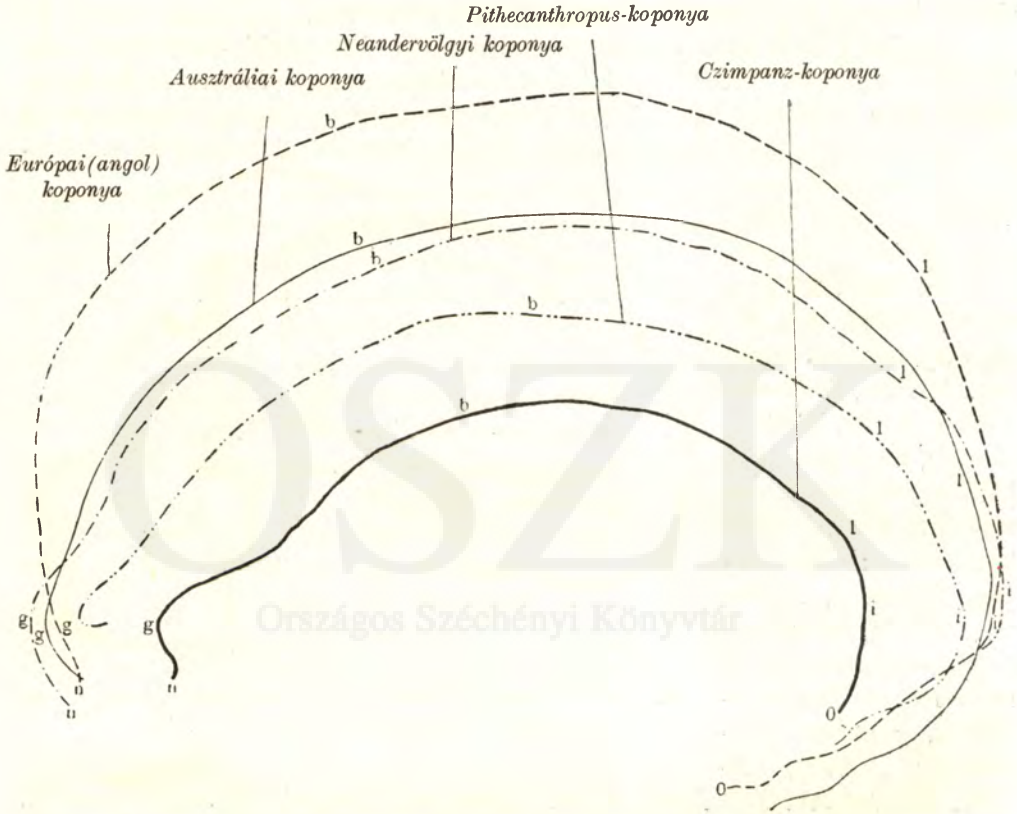


58. ábra. A jávai majomember (*Pithecanthropus erectus* Dubois) rekonstruált koponyája. *Dubois Jenő* rajza.

A Pithecanthropus koponyateteje (58. ábra) az emberi és majomi jellegek csodálatos keveréke. Egész alakja, főleg laposssága, továbbá hatalmas homlokeresze, homlokának kicsisége és feltünő hátradülése határozottan majomi jellemvonás, ellenben a koponyatető simasága, tetemes magassága, jelentékeny űrtartalma emberre vall. Legújabban *Schwalbe*, a neandervölgyi ősember hires vizsgálója, a modern mérési módszerek felhasználásával, beható tanúlmány eredményeképen egyrészt mindenben megerősítette *Dubois* felfogását, másrészt

számos oly tulajdonságot fedezett fel rajta, melyek kétségtelenné teszik a *Pithecanthropus* átmeneti voltát.

Schwalbe mindenekelőtt kimutatta *Virchow* és mások abbeli nézetének tarthatatlanságát, hogy a *Pithecanthropus* a gibbon nevű majmokhoz tartoznék. Tizenegy olyan anatómiai jellemvonásra hívta fel a búvárok figyelmét, melyek nemcsak a gibbonoktól, hanem az orangutántól és a gorillától is élesen elkülö-



59. ábra. A csimpanz, a jávai majomember *(Pithecanthropus erectus* Dubois), a neandervölgyi ősember *(Homo primigenius* Schwalbe), egy ausztráliai bennszülött és egy európai (angol) ember koponyaboltozatának arcéli görbéi. *b* = a koszorú- és nyílvarrat találkozása *(bregma)*, *g* = az orrtőbütyök legelülső pontja *(glabella)*, *i* = a nyakszirtcsont külső bütyke *(inion)*, *l* = a nyakszirtcsonti és a nyílvarrat találkozása *(lambda)*, *n* = *nasion*, *o* = az öreglik (foramen occipitale) külső széle. *Macnamara* rajza. Valamennyi $^{2}/_{3}$ nagyságban.

nítik. Anatómiai bélyegek alapján, *Schwalbe* értelmezése szerint, a *Pithecanthropus* közvetlenül oly ősi formákhoz vezet, amelyekből a főemlősök *(Primates)* négy csoportját, nevezetesen az ó- és új-világi majmokat, az emberszabásúakat és az embert minden nehézség nélkül leszármaztathatjuk. A most élő emberhez és a neandervölgyi ősemberhez való viszonyára nézve *Schwalbe* hangsúlyozza, hogy a neandervölgyi ősembert sokkal nagyobb szakadék választja el a mostani embertől, mint a Pithecanthropust a neandervölgyi ősembertől s hogy a Pithecanthropus valamivel közelebb áll a majmokhoz mint a neandervölgyi ősem-

berhez. Ebből azután az következik, hogy *nem a Pithecanthropus képviseli azt a közbülső formát, mely az embert a majmokkal összekapcsolja, hanem a neandervölgyi ősember.*

A Pithecanthropus átmeneti volta különösen akkor tűnik ki teljes határozottsággal, ha koponyatetejének arcéli görbéit más majmok és az ember megfelelő görbéivel hasonlítjuk össze (59. ábra), vagy ha koponyájának magassági indexét és ürtartalmát vetjük össze az emberével és a majmokéval. A koponya magassági indexének átmeneti jellege a következő adatokból világlik ki:

Csimpanz magassági indexe	32,0.
Pithecanthropus magassági indexe	34,2.
Homo primigenius magassági indexe	41,7.
Galley-Hilly koponyamagassági indexe	44,5.
Ausztráliai bennszülöttek koponyájának magassági indexe	50,7.
Ma élő *angolok* koponyájának magassági indexe	55,3.

A *Pithecanthropus* koponyájának űrtartalma *Macnamara* szerint 950 cm^3, holott a legnagyobb emberszabású majmoké csak 500, kivételképen 600 cm^3, ellenben a diluviális emberé 1233·70 cm^3, a mai középeurópai emberé pedig átlag 1480—1550 cm^3. A Pithecanthropus feltünő nagy agyürege annál inkább fontos, mert vannak egyébként egészen rendes alkotású emberek, akiknek koponyaüregе 950 cm^3-nél kisebb. Igy például *Török Aurél*, kiváló anthropológusunk említi, hogy a gyűjteményében két olyan szabályos alkotású női koponya van, amelyek közül az egyik agyürege 930, a másiké pedig mindössze csak 925 cm^3. Ime tehát a Pithecanthropus agyvelőtömege nemcsak hogy elérte az emberi agyvelőtömeg minimumát, hanem még túl is haladta!

Nevezetes, hogy a Pithecanthropus koponyaüregének az a része, amely az agyvelőnek harmadik alsó homloktekervényét, az u. n. *Broca-féle* mezőt tartalmazza, *Dubois* mérései szerint a legfejlettebb majmokénál kétszer nagyobb felületű. A *Broca-féle* mező rejti magában a beszéd központját.

A Pithecanthropus combcsontja az emberével csaknem egyező. Egész alakjából és főleg a rajta végigfutó csontléc (crista lineae asperae) jelenlétéből jogosan azt mondhatjuk, hogy e combcsont birtokosa már két lábon járt. Végül zápfogain oly majomi sajátságok állapíthatók meg, melyek a csimpánz és orángután fogain szoktak jelentkezni, de amelyek az alacsonyabb rendű emberfajták fogain sem hiányzanak.

* * *

Az előbbiekben igyekeztem a tudomány kincsesházából azokat a legfontosabb összehasonlító anatómiai, szövettani, élettani és palaeontologiai tényeket előhozni, amelyek az ember származását tiszta fénnyel sugározzák be. Ezekből ki-ki meggyőződhetik arról, hogy bizony az ember az állatokkal a legszorosabb rokonságban áll s hogy az ember az élő szervezetek terebélyes, buján elágazó fájának csupán egyik hajtása, mondhatnók szépségének és fejlettségének teljességében pompázó legfiatalabb virága. A fokozatos fejlődés elve és a származástan törvényei szerint formálódott a teremtés koronája is. Csak folytonos

testi és főleg értelmi fejlődés útján került az élőlények élére s közelíthette meg azt az ideált, amelyet a biblia oly sokatmondó, gyönyörű költői hasonlattal Isten képmásának nevezett.

De ha az ember testileg az állatokhoz kapcsolódik, akkor a zoologia szabályai reá is érvényesek és akkor csak a zoologia elveinek szigorú betartásával állapíthatjuk meg az ember helyét a természetben.

Ha azt a tervezetet, mely szerint az ember szervei el vannak rendezve, csak kissé jobban szemügyre vesszük, nem nagy fejtörésbe kerül annak az állatkörnek a megállapítása, amelynek tervezetébe az ember testi szerkezete beleillik. Első sorban feltünik az emberen a test csontos, szilárd tengelye, mely felett az idegrendszer központi része foglal helyet ; alatta találjuk a test másik nagyobb üregét, a zsigerüreget, ebben a bélcsövet s alatta a szívet, ugyanazon terv szerint elhelyezve, mint bármely más gerinces állatban. Ez értelemben az ember az emlősök, madarak, csúszómászók, kétéltűek és halak rokona s így a *gerinces állatok* körébe tartozik.

A gerinces állatok körén belül az ember szervezetileg ismét egyes állatokkal jobban, másokkal kevésbbé egyezik, vagyis a gerinces állatok sorában vannak távolabbi és közelebbi rokonai. Legtávolabbi rokonai minden esetre a halak, legközelebbi rokonai pedig az emlősök, melyekkel mindenben megegyezik ; ő is eleveneket szül s fiataljait emlőjén tejével táplálja. Az emlősök tarka sorában azonban megint szemlét kell tartanunk s meg kell állapítanunk, melyek azok az emlősök, melyek az emberhez a legközelebb állanak. A tárgyaltak alapján szemünk a majmokon akad meg. Az ember szervezetének minden porcikája azt igazolja, hogy az ember a majmokkal áll szoros rokonságban, ezért a zoologusok az embert ma is oda osztják, ahová már a jó öreg *Linné* osztotta, t. i. a majmokkal együtt a *főemlősök* rendjébe. Az ember helyzetét a természetben és viszonyát a többi állatokhoz, mindezek alapján, a következő sorok érzékítik.

Állatvilág.

Állatkör : *Gerincesek* (Vertebrata).
Osztály : *Emlősök* (Mammalia).
Alosztály : *Méhlepényes emlősök* (Placentalia).
Rend : *Főemlősök* (Primates).
Család : *Legelsők* (Primarii).
1. Alcsalád : *Egyenes testtartásuak* (Erecti).
Nem : **Ember (Homo).**
Fajok : *Értelmes ember* (Homo sapiens L.).
Neandervölgyi ősember (Homo primigenius, *Schwalbe).*
2. Alcsalád : *Emberszabásuak* (Anthropomorpha).
a) *Sima faruak* (Dasypoga).
1. Nem : *Troglodytes* E. Geoffr.
Fajok : *Gorilla* (Tr. Gorilla Savage és Wyman).
Csimpanz (Tr. niger E. Geoffr.).
2. Nem : *Pithecus* E. Geoffr.
Faj : *Orangután* (P. Satyrus E. Geoffr.)
b) *Gumós faruak* (Tylopoga).
3. Nem : *Hylobates* számos fajjal.

Mostanáig csupán azt fejtegettük, miféle állatokkal áll az ember közelebbi és távolabbi rokonságban, azt a kérdést pedig teljesen figyelmen kívül hagytuk, hogy az állatvilágban mely állatok lehettek az ember *ősei*.

Mai tudásunk alapján az ember őseinek vonala még nagyon határozatlan, mert törzsfejlődésének csupán legfőbb állomásait ismerjük. A palaeontologia az ősöknek még nagyon kevés tagját kutatta elő a föld mélyéből, azonkívül a különböző emberfajták anatómiája és az emberszabású majmok fejlődésének ismerete is a kezdet első fokán áll. Pedig csak ez ismeretek birtokában felelhetünk kimerítően és véglegesen arra az izgató nagy kérdésre : hogyan fejlődött az ember s kik voltak ősei. Tudásunk hézagait ma következtetésekkel és tudományosan megokolt feltevésekkel vagyunk kénytelenek kitölteni, ebből a kényszerűségből fakadnak azután azok az eltérések is, amelyekre a különböző természetvizsgálók felfogásai között bukkanunk. A tudósok véleményének ingadozása azonban távolról sem érinti az ember állati származásának igazát. Ez a tan sziklaszilárd alapon nyugszik. Ebből a biztos erősségből származtatják az összes búvárok az ember törzsfáját s eltérés csupán abban van közöttük, hogy az egyik megokolt jogos feltevés alapján az élő szervezetek fájának egyik, a búvárok másik csoportja ugyancsak megokolt következtetések alapján a fa másik pontjából igyekszik az ember származásfáját levezetni. Az igazságot tájékozatlanságból vagy célzatosságból ferdítik el tehát azok, akik csupán az ember származásának *miként jére* vonatkozó feltevések közti ellenmondások alapján olyképen tüntetik fel a dolgot, mintha a természettudósok maguk is kételkednének az ember állati származásában. A valóság az, hogy ma az ember állati származásának tanában minden természettudományosan és elfogulatlanul gondolkozó biologus egyetért, bármilyen különbözők legyenek is máskülönben nézeteik.

A nagy közönség körében általánosan elharapózott az a nézet, hogy *Darwin* és a természettudósok szerint általában »az ember a gorillától, csimpanztól, vagy az orangutántól származik«. Ez a meggyökeresedett felfogás merőben téves, mert komoly természetvizsgáló sohasem állította, legkevésbbé maga *Darwin*, hogy az ember a most élő emberszabású majmok valamelyikétől származott volna. Sőt mindegyik búvár határozottan kiemelte, hogy az ember csakis oly kihalt emlősállat-formától származhatik, melyből nemcsak az ember, hanem oldalágképen a ma élő emberszabású majmok is levezethetők. Különbség csak abban van, hogy némely búvár szerint ez az oldalág mindjárt az ember törzsfájának tövén, mások szerint pedig kevéssel csúcsa előtt távolodik el az emberhez vezető ágtól. *Haeckel*, *Darwin*, *Huxley*, *Cunningham*, *Turner* és újabban *Schwalbe* felfogása az, hogy az emberszabású majmok és az ember fejlődési útjai aránylag nem régen váltak el egymástól, ellenben *Cope*, *Topinard*, *Stratz*, *Alsberg* és főleg *Klaatsch* az embert és az emberszabású majmokat eredetileg elágazó külön utakon közvetetlenül a kezdetleges eocénkori ősemlősökre vezetik vissza, amelyekből nemcsak az ember, az ó- és újvilági, továbbá az emberszabású majmok ágaztak ki, hanem az összes többi emlősök is.

Minthogy az ember rokonságát és származását illetőleg — meggyőződésünk szerint — jelenleg *Klaatsch*, heidelbergi anatómusnak a véleménye a legkidolgozottabb s minthogy az ő feltevéseit kétségbevonhatatlan összehasonlító ana-

tómiai és fejlődéstani tények is a legjobban bizonyítják, e helyen főbb vonásokban az ő felfogását tükröztetem vissza.

Klaatsch abból a palaeontológia által támogatott összehasonlító anatómiai tényből indul ki, hogy az összes emlősök olyan tertiärkorú ősformákra vezethetők vissza, melyeknek ötujjú végtagjai és differenciálatlan fogazatuk volt. Ezekből az ősformákból a különböző táplálékhoz és a helyváltoztatás különböző módjához való alkalmazkodás révén keletkeztek a patások, rágcsálók, ragadozók, cetek stb. A végtagok és a fogazat fejlődése tehát az emlősök legnagyobb részénél egyoldaluan, határozott irányba terelődött. Nem kell hosszasan magyaráznunk, hogy pl. a rágcsálók vagy a ragadozók fogazata teljesen meghatározza a táplálkozás módját s hogy a már kialakult rágcsáló- vagy ragadozó-fogazat a régi indifferens állapotra sohasem térhet vissza. Épen így a patások és a cetek is annyira alkalmazkodtak a különleges helyváltoztatási módhoz és ennek megfelelően végtagjaik annyira megváltoztak, hogy az eredeti közönbös állapotot szintén sohasem szerezhetik vissza. Hogy az emlősök főbb rendjei csakugyan így fejlődtek, bizonyítja a palaeontológia. Az összes emlősökre kimutatható, hogy ötujjú és közönbös, differenciálatlan fogazatú ősöktől származtak. Például a lovak és az összes páratlan- és párosujjú patások az ötujjú őspatásokból *(Phaenacodus)* fejlődtek az ujjak redukciója és a fogazatnak a növényi táplálékhoz való alkalmazkodása révén. Egyes emlősök azonban megtartották az ősemlősök tipikus jellemvonásait. Igy bizonyos erszényesek, az összes félmajmok, a majmok javarésze és az ember.

A tertiär kor hajnalán az akkori kontinenseken szétszórtan oly alsóbbrendű emlősök éltek, melyek mindenben ezen ősemlősök jellemvonásaival dicsekedtek; ezt az ősemlős-csoportot *Klaatsch Primatoidea* névvel jelöli. Ebből az őscsoportból differenciálódtak a különböző emlősök. Abban az arányban, aminőben a specializálódott emlősök eltértek az ősemlősöktől, kisebbedett a Primatoideák száma, végül a visszamaradó ősemlősök állománya félmajmokra, majmokra és emberre tagolódott. Az összehasonlító anatómia egyértelmüleg azt igazolja, hogy az ember sokkal jobban őrizte meg az ősemlősök jellemvonásait mint a majmok vagy a félmajmok. *Selenka* vizsgálatai szerint az emberszabású majmok fogazata, koponyaalkotása stb. másodlagosan alkalmazkodva távozott el az ősi tipustól. Viszont az ember *Hubrecht* és *Stratz* vizsgálatai szerint nemcsak fogazatára és kezének alkotására nézve maradt meg makacsul az ősi tipus mellett, hanem fejlődésének első szakaszaiban és az ébrényi burkok fejlődésében is a legősibb emlősökhöz csatlakozik.

Az ember tehát oly központi főemlős-forma, mely végtagjainak és fogazatának alkotására nézve csak kevéssé távolodott el az emlősök ősi formáitól, ellenben agyvelejének nagy fejlettségével az összes emlősöket messze túlszárnyalta. Ma tudjuk, hogy az ember keze, az embernek ez a pompás és tökéletes szerve, melyen nemünknek kulturális előrehaladása nyugszik, nem új szerzemény és nem is az embernek kizárólagos sajátsága; — ellenkezőleg az emlősök ősrégi öröksége. Kezünk azon tehetsége is, hogy öreg ujjunkat a többi ujjakkal szembehelyezhetjük, szintén nem új szerzemény; ez is megvolt már az ősrégi emlősöknél és megvan ma is a félmajmoknál és majmoknál. Hasonlóképen vagyunk

az egyenes testtartással. Testtartásunk valószinűleg abból a félig egyenes kúszó testtartásból származott, melynek maradványát a félmajmokon és majmokon még ma is észlelhetjük. A kúszó testtartás kétségkívül az emlősök közös bélyege volt, de csak az ember fejlesztette oly irányban tovább, hogy egyenes testtartásuvá és kétlábuvá lett, ellenben az emlősök legnagyobb része az ujjak redukciója folytán négylábuvá lett. Az ember törzsfája, az emberszabású majmokkal egyetemben, egyenesen az ősemlősök csoportjából fakad, de az ember megőrízte és tökéletesítette az ősemlősök eredeti jellemvonásait, anélkül hogy indifferens voltukon jelentékenyen módosított volna, ellenben a majmok a megélhetés kemény tusájához alkalmazkodva az ősi bélyegeket megváltoztatták és egyoldaluvá tették. Csakis így magyarázható meg a fogazat s ezzel kapcsolatban az állkapocs és koponya megváltozása, a hüvelykujjnak visszafejlődésre irányuló tendenciája stb. Az emberszabású majmok fiatal korban azért hasonlítanak testük alkotásában oly feltünő módon az emberhez, mert az emberrel közös őscsoportból indultak fejlődésnek, később pedig azért térnek el az embertől, mert kénytelenek a megélhetés különös módjához alkalmazkodni.

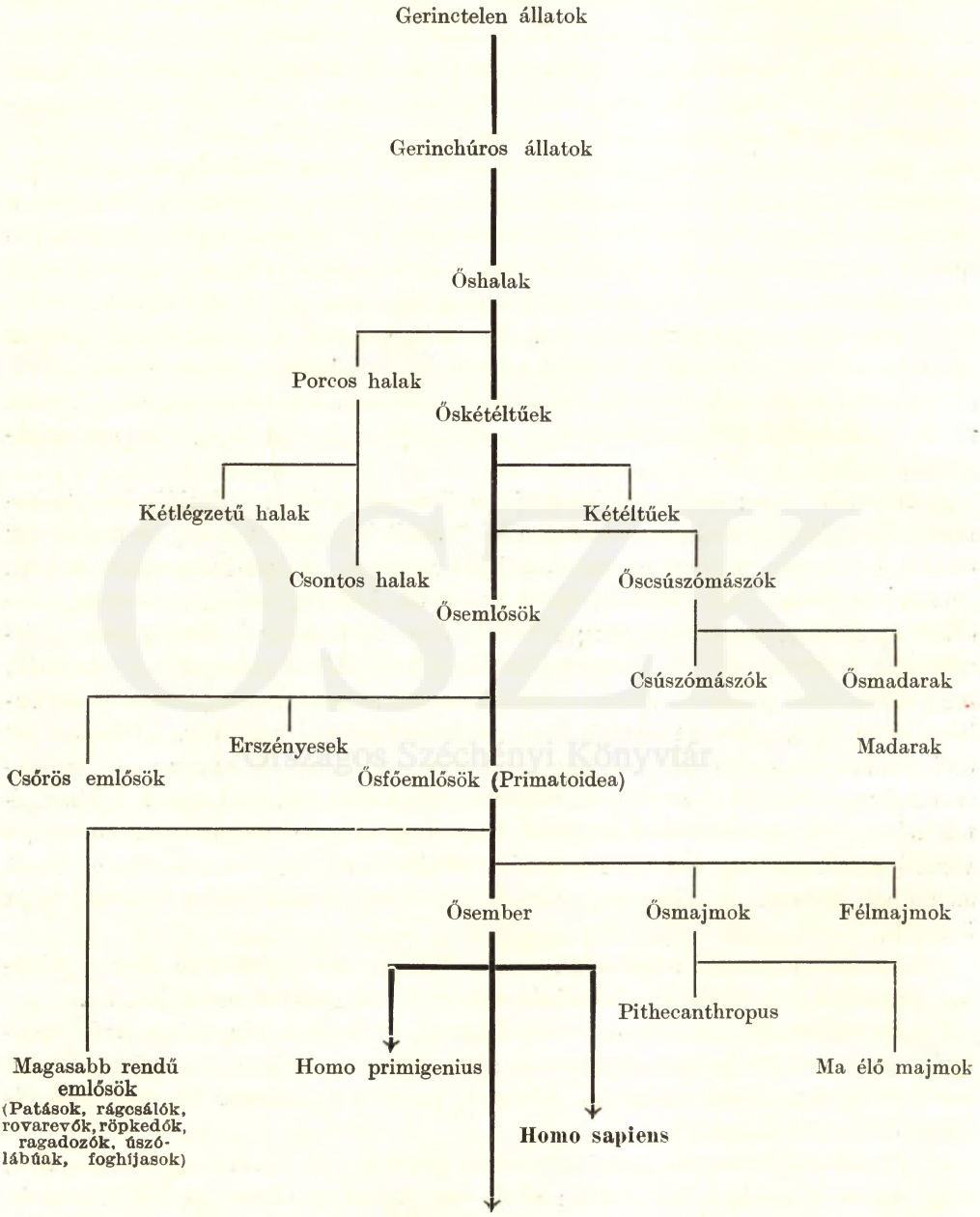
Az ember és az emberszabású majmok összehasonlító anatómiája és fejlődéstana szükségképen annak a belátására kényszerít bennünket, hogy az ember oly önálló ősemlős-ág, mellyel az emberszabású majmok ága párhuzamosan haladt. Az ágak közelsége miatt természetesen a szervezeti megegyezőség is a legnagyobb e két ág között, ámde ez a megegyezőség és a chemiailag is bizonyítható vérrokonság csak azoktól az ősemlős-formáktól való közös származáson alapszik, melyeknek főbb jellemvonásait az ember bizonyos pontokban jobban és hívebben őrízte meg, mint unokatestvérei : az emberszabású majmok. Utóbbiaknak ősei sokkal közelebb állottak az emberhez, mint ma ők maguk. Az emberszabású majmok fiatal korban az emberre emlékeztetnek, ami annak a bizonyítéka, hogy az emberszabású majmok másodlagosan távolodtak el az emberhez vezető ágtól. A ma élő emberszabású majmok egyike sem tekinthető tehát az ember ősének. A tudomány csupán az ember legközelebbi rokonait látja bennük.

Az összehasonlító anatómiai, fejlődéstani és palaeontológiai tények alapján az ember törzsfájának alakulását a következő oldalon mutatjuk be.

Az ember származásának, rokonságának és őseinek tárgyalása után bizonyára mindenki még arra is kiváncsi : *hol volt az emberiség őshazája ?* Erre a kérdésre igen nehezen adhatunk feleletet, mert a tudomány itt csak feltevésekre építheti válaszát.

Általában véve az ázsiai földrészt tekintik az emberiség bölcsőjének, vagy amint a tudósok kifejezték : »Asia est vagina gentium.« A biblia szintén Ázsiába helyezi a paradicsomot. Az angol *Sclater* szerint az emberiség bölcsője az Indiai óceánba ma már elsülyedt területen lehetett, amelyet Lemuriának nevezett. *Haacke* felfogása szerint az a nagy terület, mely a Himalaya-hegységtől északra Európa közepére átcsap, volt az emlősök keletkezésének góca, így szükségképen itt formálódott az ember is. Persze mindezen feltevések mellett kevés tény bizonyít, sőt nagyon sok gyökerében támadja meg.

Az ember törzsfája.



Az emberi lény alkotásában oly primitív, természetes fegyverek és erő dolgában oly fogyatékos a föld többi lényeivel szemben, hogy ezen sajátságokra támaszkodva sohasem küzdhette volna fel magát az élő szervezetek élére. Nyilvánvalóan valamelyes kedvező körülménynek kellett közrejátszania, hogy az ember csak bizonyos fokú értelmesség elérése után került össze azokkal az

erős fenevadakkal, melyekkel ezen magasabb értelmi fok nélkül semmi esetre sem állhatta volna meg a sarat. Az embernek legalább egyideig olyan, ellenségtől mentes, minden tekintetben kedvező vidéken kellett élnie, ahol a kúszó végtagból lassan kifejlődhetett az emberi láb és az emberi kéz, ahol elsajátíthatta az egyenes testtartást, s ahol agyveleje is fejlődésnek indulhatott. Ellenséges világ közepette, az ember őse sem maradhatott volna meg azon a differenciálatlan ősemlős fokon, melyet előbb említettem volt. Föltétlenül meg kellett volna szereznie a természetes fegyvereket, melyek teljesen letérítették volna ténylegesen követett útjáról. A szervezetében primitív, védtelen ember őshazája csak az a földterület lehetett, ahol hiányzottak a nagy ragadozók és nem voltak őserdők, ahol tehát nem kellett a törzsfejlődés során természetes védőfegyvereit kifejlesztenie és ahol kénytelen volt sík földön járni.

Mindezek mérlegelésével *Klaatsch* és *Schoetensack* az emberiség őshazáját az indo-ausztráliai szigetvilágba helyezik, mely a fentebb említett feltételeknek a legjobban megfelel. Feltevésüket nagyban erősíti az a körülmény, hogy ezen a területen élnek a nagy emberszabású majmok és itt élt a *Dubois Jenő* felfedezte Pithecanthropus is. Ausztrália aránylag korán elszakadt a többi kontinenstől s az ide került ember mintegy játszva kifejleszthette itt szunnyadó tehetségeit, mert a dingón kívül más méhlepényes ragadozó nem fordult elő, így igazi ellensége sem volt. Az ember őse itt szükségszerűen vadásszá fejlődött, mert az esetlen erszényesek vadászata minden fáradság és küzdelem nélkül járt. A húseledelben való bőség természetesen az eredetileg gyümölcs- és növényevő embert mindenevővé változtatta. A vadászás szellemi erejét növelte és mintegy előkészítette őt arra a küzdelemre, melyet akkor kellett megvívnia, amikor ebből az igazi paradicsomból a kontinensekre vándorolt. Megjegyzem, hogy a *Sarasin* testvérek vizsgálatai szerint a pliocénben az ausztráliai szigetvilág úgy Hátsó-Indiával, mint Ausztráliával összeköttetésben volt.

Ha Ausztráliában ringott az emberiség bölcsője, akkor természetszerűen őslakóinak most is aránylag közel kell állaniok a különböző emberi rasszok gyökeréhez. A vizsgálatok ezt is igazolták. Az ethnografusok kiemelik az ausztráliaiak nagy testi változékonyságát s azonkívül azt az érdekes, nyilván ősi származáson nyugvó sajátságot, hogy a világosabb merevhajú és a sötétebb göndörhajú ausztráliai tipusok úgy az európai, mint a mongol és negroid emberfajtákkal bizonyos félreismerhetetlen kapcsolatban állanak. Az ausztráliaiak számos jellemvonásukban az ősemberre emlékeztetnek. Koponyájukon megvan a homlokeresz, homlokuk alacsony és hátradűlő, állkapcsuk pedig feltünő módon közeledik a neandervölgyi ősemberéhez. Sok nyomós érvvel támogathatjuk tehát *Klaatsch* és *Schoetensack*-nak ezt a feltevését. Persze *közvetlenül* bizonyítani nem tudjuk. De hát az ősidők történeti folyamatait általában nem áll módunkban közvetlenül megfigyelni!

* * *

Összefoglalva az egész szakaszban mondottakat, világosan láthatjuk, hogy az ember törzsfája az állatvilágból fakadt. Alsóbbrendű lényekből évmilliókra terjedő fokozatos fejlődésnek köszöni létét a teremtés koronája is. Ez a

kétségbevonhatatlan eredmény csupán azokat sérti, akik azzal tetszelegnek maguknak, hogy az emberiség bölcsőjét valami ragyogó dicsfénnyel veszik körül, és akik arra az idilli paradicsomi aranykorszakra gondolnak, melyet a költők az emberiség kezdetéről álmodtak. Pedig ilyen aranykorszak sohasem volt. A valóság vad hordákat tár elénk, éhséggel, vadállatokkal, az időjárás viszontagságaival küzdve, szennybe, piszokba és tudatlanságba merülve, ahol a nő, a jövő nemzedék anyja, a teherhordó állat s ahol nem bűn az emberevés. Ime ilyenek voltak barbár őseink! Bizony nagyon megalázott teremtéseknek tarthatnók magunkat, ha dicsőségünket származásunknak ilyen vad barbároktól sarjadzó törzsfájában és nem fejlődésünk eredményeiben látnók. Az ember korántsem szégyelheti alacsony származását, sőt inkább dicsőségére válik, hogy állati származása dacára a természet hatalmas urává küzdhette fel magát. Az a világnézet, amely az ember származásának ilyen természettudományos felfogásából fakad, sokkal magasztosabb és felemelőbb annál a régi világnézetnél, amely a bibliából folyik. A régi világnézet szerint az ember halhatatlan és minden tekintetben tökéletes volt, de bűnbe süllyedt s halandóvá és tökéletlenné lett; a természettudományos felfogás szerint pedig az ember tökéletlen volt, de saját erejéből, folytonos előrehaladás révén tökéletesedett s tökéletesedik ma is. Az emberiség aranykora tehát semmikép sincs mögöttünk, — ellenkezőleg, előttünk van. A mi apáinknak korántsem volt részük benne, de utódaink egy napon majd csak elérik; a mi feladatunk: ennek az útnak az egyengetése!

OSZK Országos Széchényi Könyvtár



Tulpius dr. a boncolóasztalnál. (Rembrandt. Hága 1632.)

AZ EMBERI TEST SZERKEZETE ÉS MŰKÖDÉSE.

ELKÉPZELHETETLENÜL sok idő múlott el, mióta az élet szikrája lángra lobbant földünkön. Mérhetetlen évmilliók ködébe nyúló lassú fejlődés teremtette meg az *embert*, a természet hatalmas, büszke urát. Az a nehány rövid ezerév, amelyre a történet visszapillanthat, csupán parányi része, utolsó akkordja e hosszú fejlődésnek. Az emberi test milliószor megújult formái évmilliós nyomokat és sajátságokat temetnek magukba. Ma már tudjuk, hogy az emberi test is természetes erők vezette hosszú fejlődésnek eredménye; ez a felfogás azonban csak lassan tört magának utat, mert csodálatos alkotásának igaz és természettudományos megismerésére csupán az utolsó századok kutatásai vezettek. Felette érdekes és tanulságos dolog tudásunk mai magaslatáról végigpillantani az emberi testről szóló ismereteink fokozatos fejlődésén.

I. A TETEMBONTÁS ÉS NAGYÍTÁS MULTJA ÉS JELENE.

1. A tetembontás története.

A régi görögöknek köszönhetjük testünk szerkezetének első tudományos ismeretét. Igaz, hogy már a régi egyiptomiak is foglalkoztak hulla-, azaz tetembontással, amennyiben halottaikat bebalzsamozták, de ezt még nem tudományosan képzett orvosok és természetbúvárok, hanem egyszerű, megvetett mesteremberek végezték. Az első nagyobbszabású orvosi munka Hippokratestől (Kr. e. 460—377) maradt reánk. A Ptolomaeusok alatt (Kr. e. 323—30) Alexandriában, amely e századokban a görög tudományosság székhelye volt, már emberboncolásokat is végeztek, bár, úgy látszik, az egész boncolás leg-

többször a hasüreg megnyitására szorítkozott. Az alexandriai iskola egyik legkiválóbbja Herophilus (Kr. e. 300) volt. Ő és tanítványai boncoltak ez időben a legtöbbet, irataik azonban a tudomány fejlődésének nagy kárára elvesztek.

Krisztus születése után 100 körül mint Galenosnak az első nagyobb fönnmaradt boncolástani munka szerzőjének közvetlen elődei (131—201 Kr. u.) Marinos és iskolája képviselik a boncolást; *Galenos* tulajdonkép összegyűjti az addigi boncolástani ismereteket; ő maga csak állatokat, főleg majmokat boncolt s az ember anatómiáját ezekből vont következtetések alapján írta. Embert nem boncolt, az összegyűjtött adatokat nem rostálta meg a kellő kritikával, ezért munkája képzeletszülte anatómiája az embernek. Galenos iratai különféle átdolgozásban szerepelnek a középkoron keresztül. A boncolástani ismeretek újrafejlődése *1100 körül* a salernói iskolában kezdődik. II. Frigyes 1240-ben elrendeli, hogy az orvosi oktatás a salernói és nápolyi iskolákban történjék, ugyanakkor azt is megszabja, hogy csak egy évi anatómiai tanulmány után lehessen valaki kirurgus. A salernói iskola ez időben állatokon, főkép disznón végzi a boncolásokat, amennyiben azt hitték, hogy ennek az állatnak a szervezete hasonlít legjobban az emberéhez.

Az első emberboncolásokat *1300* körül végzik (1302 február 15). E kornak legnagyobb boncolómestere, anatómusa a bolognai *Mondino de Luzzi* (1275—1326). Művének bevezetésében elmondja, miként kell elhaltakat, lefejezetteket, akasztottakat boncolni. Irataiból kitűnik, hogy 1315 január és március havában boncolt egy-egy női tetemet. Iratai nem egyebek mint a régi galenosi tanoknak tömör összefoglalásai, gyakorlati utasításokkal a boncolás sorrendjére és módjára. Két és fél századon keresztül az ő közlései, amelyeket ismételten lemásolnak, majd később kinyomtatnak s vagy huszonötször adnak ki, alkotják az anatómiai oktatás alapját. 15 évszázad telt el tehát a Ptolomaeusok kora óta, azaz az alexandriai iskola emberboncolásai után, míg 1300 körül újra kezdődnek a boncolások. Persze ez időben is nagyon nehéz emberi tetemekhez jutni. Nem egyszer temetőből lopják a hullákat. Ilyen eset nagy feltünést keltett például 1319 november 20-án Bolognában. Paduában 1341-ben volt a legelső boncolás. Velencében a nagy tanácsnak 1368 május 27-én hozott határozata minden évben *egy* boncolást engedélyez az orvosi iskolának. Érdekesek a bolognai egyetem törvényei (1405—1442), amelyek minden évben egy női és egy férfitetem boncolására adnak jogot. A tetemek, úgy látszik, mind kivégzettektől származnak. Montpellierben 1340-ben, Párisban csak 1478-ban a rue de la Boucherie-ben tartották az első boncolást. A régi Hôtel-Dieu-vel volt kapcsolatos e párisi boncoló intézet; ma is megvannak e helyek a Notre-Dame körül. Megemlítjük hogy e korban nemcsak orvosok, hanem a kor híres festői és szobrászai is sokat foglalkoznak boncolással.

Verocchiótól (1435—1488), Leonardo mesterétől már pontos izomrajzokat találunk. Nagyon sokat boncol Leonardo da Vinci (60., 61., 62. ábra) (1452—1519) Pisában, barátja, Marc Antonio della Torre (1473—1506) vezetése alatt, Michel Angelo Buonarotti (1475—1564) pedig Firenzében. Leonardo da Vinci után 13 kötet anatómiai rajz maradt hátra. Kár, hogy *Leonardo da Vinci* ki nem adta anatómiai munkáit, különben tőle kellene számítanunk a modern anatómiát.

1300-tól, az első boncolások idejétől, két és fél évszázad telt el, amikor a cinquecento közepén »De humani corporis fabrica libri septem« címen megjelenik *Vesalius András*-nak (1515—1564) nagy boncolástana több mint 300 fametszettel. Vesalius 1515-ben született Brüsszelben, onnan később Párisba, majd Velencébe és Paduába került. 1537 december 6-ikán kezdi meg 23 éves korában mint professzor előadásait a boncolástanból Páduában. Már 1540-ben Galenos tanainak hamisságát hirdeti és 1543-ban adja ki előbb említett híres munkáját, amelynek rajzait Tizián tanítványa, a hollandus Jan van Kalkar készítette (63., 64. ábra). Ez a nagy, 800 oldalas (40—30 cm nagyságú) latin nyelven írt boncolástan hét könyvre oszlik. Az első könyv 200 oldalon a csontokkal, a második ugyanannyi oldalon az izmokkal, a harmadik 100 oldalon az erekkel, a negyedik az idegekkel, az ötödik a hasüreggel és medencével, a hatodik a mellkasüreg tartalmával és végül a hetedik a koponyával, főkép az agyvelővel és a szemmel foglalkozik. Baselben Oporinus János nyomdájában nyomtatták, s második kiadása 1555 augusztus havában látott napvilágot.



60. ábra. Leonardo da Vinci önrajzolta arcképe.

Az emberek ebben a korban még nagyon ragaszkodtak a régi tekintélyekhez. Ellenkezőt állítani, mint amit Galenos írt, szentségtörés számba ment, ezért sűrűn és hevesen támadják Vesaliust, gúnyt űznek nevével, tébolyodottnak (vesanus ezt jelenti a latinban) mondják; pedig az ő könyve az első tudományos boncolástan. Ami előtte történt, az csupán kezdés volt. Az anatómia megalapítása örök időkre az ő nevéhez fűződik.



61. ábra. Leonardo da Vinci eredeti izomrajzai.

Különös, de jellemző a renaissance nagy századára, hogy Vesalius könyvével, amely anatómiai tudásunk kezdetét jelöli, egy időben, egy évben jelenik meg Kopernikusnak »De revolutionibus orbium coelestium« című híres munkája, amelyben Kopernikus azt fejtegeti, hogy nem a nap forog körülöttünk, hanem földünk és a többi bolygók forognak a nap körül. Naprendszerünk helyes felfogása tehát egy időben születik

meg az emberi test boncolástanával, az emberi test megismerésének egyedüli alapjával.

Ebbe a korba esik az állati viviszekciók kezdete is ; Vesaliusnak egyik tanítványa, *Realdo Colombo,* aki élő állatokon figyelte meg a szívmozgásokat, azt tanítja irataiban, hogy »egyetlen kutyának szétbontása alkalmával egy nap alatt többet tanulhatunk, mint ha mindig a pulsust tapintjuk és hónapokon át Galenos iratait tanulmányozzuk«. Mindamellett két és fél évszázadnak kellett elmúlnia, míg az emberek megbarátkoztak a tetembontás gondolatával, és amíg a salernói, páduai, bolognai, firenzei stb. iskolákból kiindulva általános lett a boncolás. Csak lassan dőltek meg a képzeletszülte galenosi tanok és helyöket csak fokozatosan foglalhatta el a valóság ismerete.

Ma már nemcsak az egyetemeken és orvosi iskolákon, de a művelt világ minden nagyobb városának kórházaiban vannak külön boncolóhelyiségek és több tizezerre megy az évi tetemboncolások száma. Budapesten körülbelül 3500—4000 boncolást végeznek évente. A két budapesti anatómiai intézetben, ahol az orvostanhallgatók az ép emberi test alkotását tanulják, 300 boncolás esik minden iskolai évre ; a törvényszéki boncolások száma évente 1200 ; a két kórboncoló intézet a halált okozó betegségek megállapítása céljából a klinikán és kórházakban meghalt emberek testén mintegy 2000 boncolást végez.

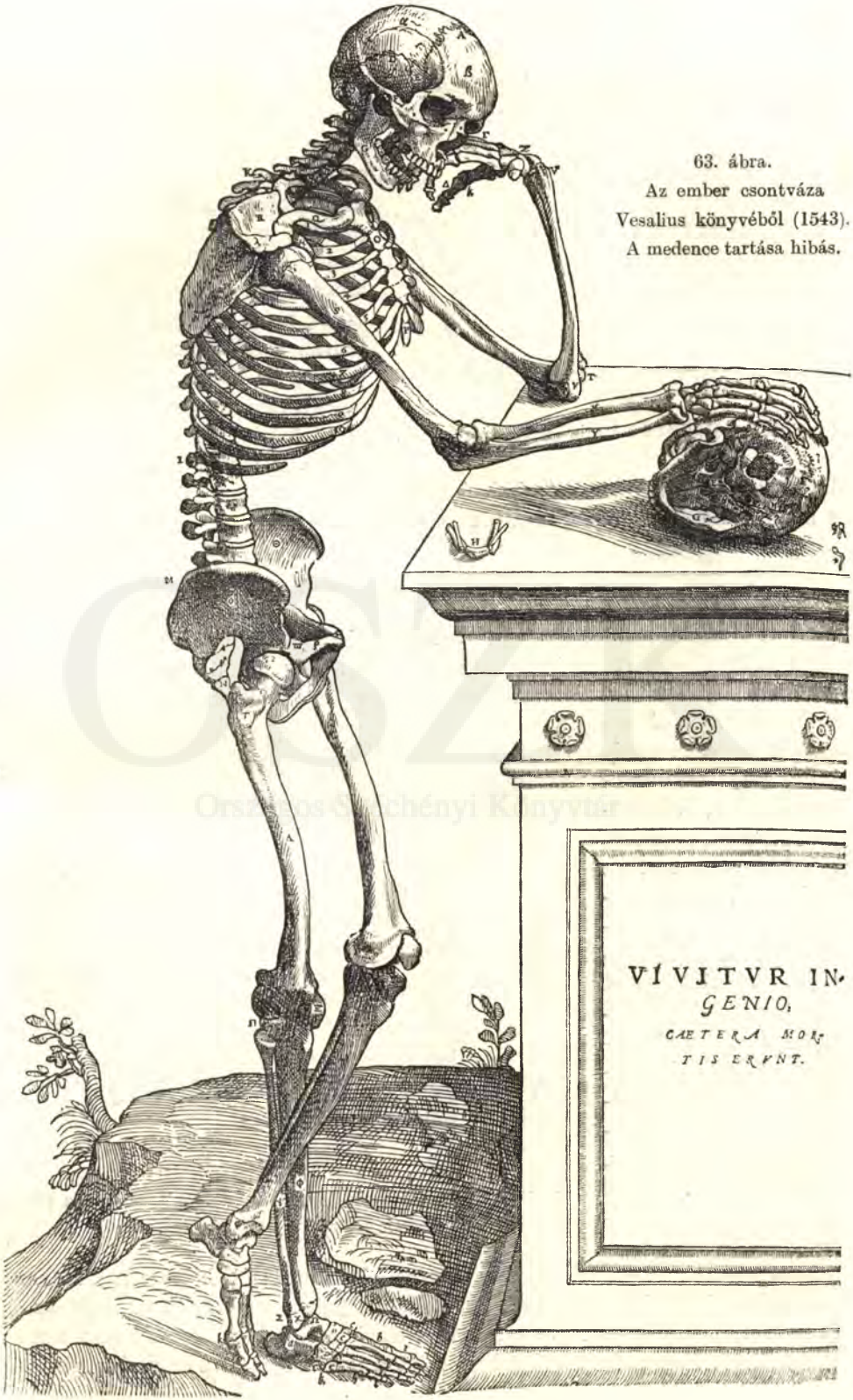


62. ábra. Leonardo da Vinci anatómiai rajzai titkos írású jegyzeteivel.

Az a munka, amit Vesalius kezdett meg 1550 körül, immár befejezetten áll ; ami szabad szemmel látható, megismerhető, azt az utolsó milliméterig felkutatták.

Az idők folyamán — mondanunk sem kell — egyre tökéletesebb lett a boncolás módszere. A boncolások ama sorrendje, amelyet akkor alkalmazunk, ha a halált hozó betegség lefolyását akarjuk utólag megállapítani, *Virchow*-nak köszönhető. A finomabb részeket jobban tudjuk megkülönböztetni, ha víz alatt boncolunk, ép úgy rájöttek arra is, hogy a szem, az agyvelő részeit, amelyek nagyon szakadékonyak, sokkal jobban lehet szétbontani, ha megelőzőleg bizonyos folyadékban áztatjuk, ilyenek az alkohol, a formol, amelyek erősebbé, szivósabbá teszik a finomabb részeket. A test finomabb üreg- és csatornarendszereinek tanulmányozására az idők folyamán két kiváló módszer fejlődött ki : az *injectio* és a *corrosio.*

A finomabb ereknek a kikeresése felette nehéz, mert e finom csatornák fala puha, színük pedig nem nagyon üt el a környezettől. Ezeket azután olyan módon tanulmányozhatjuk könnyen, ha bizonyos, később megkeményedő, színes, folyós anyaggal tele fecskendezzük. Természetes, a főérbe megfelelő fecskendőt kötünk. Ez az injectio (befecskendezés) módszere, amely Swammerdamtól származik. Nagyon hasonló a corrosio módszere. Majd látni fogjuk, hogy pl. fülünknek legfontosabb része felette finom és bonyolódott üregrendszerben,



63. ábra.
Az ember csontváza
Vesalius könyvéből (1543).
A medence tartása hibás.

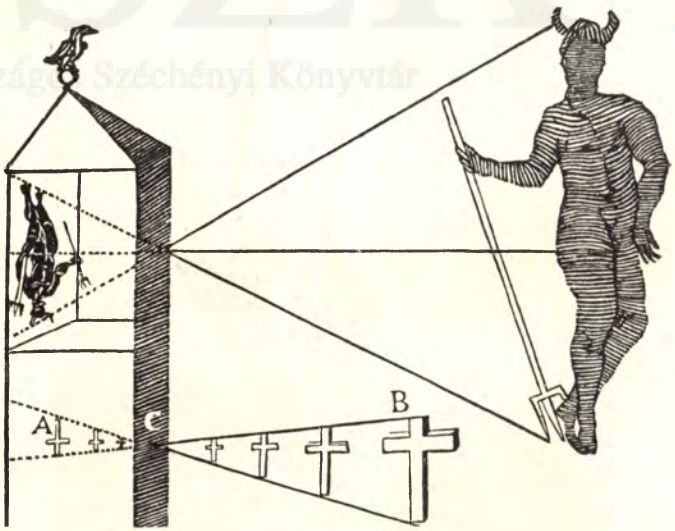
az ú. n. kemény sziklacsontban fekszik. Hiába fürészeljük darabokra a sziklacsontot, akkor sem tudunk e finom üregrendszerről tiszta képet kapni. Világosan akkor kapjuk meg ezen üregrendszernek a lenyomatát, ha megfelelő előkészületekkel paraffinnal (a paraffin a gyertya anyagához hasonló, 40—50° C.-nál olvad, szobahőmérsékén megmerevül és erős savak nem bántják) töltjük ki és ezután a sziklacsontot erős sósavba tesszük; a sósav pár nap alatt feloldja a csontot s ott marad az üregnek hű képmása paraffinból. Ezt a módszert erekre is alkalmazhatjuk, ha azokat savnak ellenálló, idővel megkeményedő anyaggal fecskendjük tele s azután savakkal feloldjuk a környező szöveteket.



64. ábra. Csigolya- és bordarajz Vesalius könyvéből.

2. A nagyítások története.

A boncolástani módszerek elvezettek a szabad szemmel való látás határáig, de a milliméter törtrészein túl misztikus sötétség takarta be az ismeretlent, amelyről legfölebb az emberi képzelet szőtte tovább kalandos meséit. *A tizedmilliméteren alul eső világot a mikroszkóp tárta fel.* Bámulatosan gazdag, változatos világ ez, amelyről sejtelme sem volt az embernek, s amelyről bátran elmondhatjuk, hogy a legragyogóbb emberi képzelet sem tudta volna túlszárnyalni csodás alkotásait. Méltán nevezhetjük a letűnt századot akár a mikroszkóp századának is, mert a XIX. század munkásságának a mikroszkópi búvárkodás szabta meg az irányát és mert a mikroszkópi kutatások helyezték maradandó alapra biológiai ismereteinket. Azt hiszem, joggal mondhatjuk, hogy az élő szervezetek, a növények és állatok igaz megismerése körül semmi sem tett oly mélyreható, lényeges szolgálatokat, mint a mikroszkóp. Az emberi megismerés-

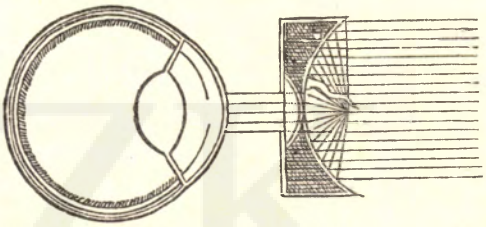


65. ábra. A fordított képek keletkezése a sötét kamrában (camera obscura). Scheiner eredeti rajza 1600-ból.

nek ez a leghatalmasabb eszköze, amely szemünknek munkaképességét kétszázszorosra növelte, nem egyszerre született meg. Századokon át fejlődött, tökéletesedett, míg mai formáját elérte. A mikroszkópot alkotó üveglencséknek ismerete, úgy látszik, több ezeréves. A kőcsiszolással, köszörüléssel együtt fejlődött az üveg- és drágakőcsiszolás. Ninive romjai között talált hegyi kristály-lencse (3½ cm átmérőjű planconvex-lencse) korát 3000 évesre becsülik.

Az ókori iratokból kiviláglik, hogy a lencsék nagyító erejét már akkor ismerték; tudták, hogy megfelelő domború lencsékkel úgy össze lehet gyüjteni a nap sugarait, hogy égetni, gyujtani lehet velük. Ismerték a vízzel telt üveggolyóknak (susztergolyók) fénygyüjtő erejét is. Plinius említi, hogy az ilyen gyujtólencséket orvosok, patikusok használták.

1300 körül Olaszországban, Firenzében és Pisában arra találunk adatokat, hogy üveglencséket pápaszemeknek használnak. Egyik firenzei templomban a következő sírfeliratot találták: »Itt nyugszik firenzei Salvino d' Armato degli Armati, a pápaszem feltalálója. Isten bocsássa meg vétkeit; meghalt az Urnak 1317-ik esztendejében.«*



66. ábra. Descartes nagyítója, 1637. Baloldalon a szem féllencsén néz keresztül, a homorú tükörből kiálló szögecskére szúrták az állatkát.

Másfél századdal később Leonardo da Vinci (1452—1519) és tőle függetlenül Porta (1553) feltalálják a camera obscurát — a sötét kamrát, — felfedezik a modern fotografáló készülékeknek alapelvét, s rájönnek arra, hogy szemünk sem egyéb, mint kis sötét kamrácska, amelybe csak egyetlen nyíláson át, a feketének látszó szembogáron keresztül, juthat be a fény. Valamivel később Franciscus Maurolycus (1494—1575) elég pontosan megadja a pápaszem-lencsék magyarázatát. 1600 körül már arra is találunk rendszeres adatokat, hogy a domború üveglencsék mennyire nagyítanak, s hogy hogyan lehet velük apróbb állatokat: bolhákat, férgeket vizsgálni.

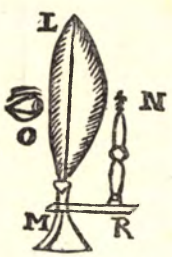
Nevezetes kor ez. Ekkor él Kepler (1571—1630) híres német csillagász, gráci, majd linzi és prágai tanár, aki megadja a szem törőrendszerének magyarázatát s azt hangoztatja, hogy szemünk törőrendszerének a különböző távolságokra alkalmazkodnia kell; ismerteti távcsövét és felállítja a bolygók mozgásának híres hármas törvényét. Kortársa a leydeni születésű Willebrord van Roijen Snellius (1591—1626), aki a híres francia filozófussal, René Descartes-tal (1596—1650) egyidőben állapítja meg a fény sugártörésének törvényeit, a szivárvány magyarázatát. Ekkor bizonyítja be először állatszemeken (1609-ben), majd később az ember szemén (1625), a württembergi Scheiner Kristóf (1575—1650) jezsuita pap, hogy a benne keletkező képek fordítottak (65. ábra).

A XVII. század első felében már általánosan ismert eszközök a nagyítóüvegek, melyek voltakép nem egyebek, mint felette egyszerű mikroszkópok,

* Qui diace Salvino d' Armato degli Armati di Firenze, inventore degli occhiali. Dio gli perdoni la peccata. † A. D. 1317.

úgynevezett lupék, melyeket ebben a korban Descartes szerint bolhanézőknek is neveztek: »perspicilia pulicaria ex uno vitro«. (66. ábra.)

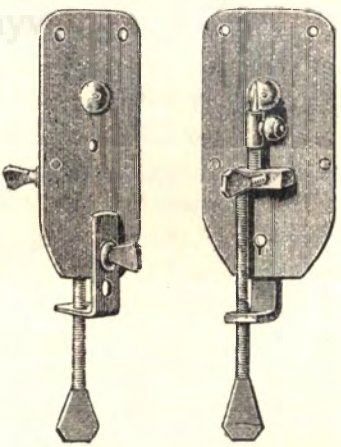
1646-ban jelenik meg Rómában Athanasius Kircher (1601—1680) jezsuita papnak »Ars magna lucis et umbrae« című munkája. Ebben találjuk az első adatokat arra nézve, hogy ilyen bolhanéző egyszerű lencsékkel apró élő dolgokat fedeztek fel. »Ki hinné — mondja Kircher — — hogy az ecetben vagy a tejben számtalan apró féreg nyüzsög?« Itt írja le, hogy 3 mmes kis üveggömbbel a bolha lábát olyannak látjuk, mint a ló combját. Ha utána számítunk azt találjuk, hogy bizony ilyen kis üveggyönggyel csupán 150-szeres nagyítást lehet elérni, vagyis $^1/_{10}$ millimétert másfél cm. szélesnek látunk.



67. ábra. Athanasius Kircher nagyítója (1646). *L* = lencse, *M* = állvány, *N* = bolha, *O* = szem, R = tartó.

A lupe-nagyítás lényegéről magunk is könnyen meggyőződhetünk. Ha nyomtatott papirlap elé elég közel egyszerű domború üveglencsét tartunk, s azon keresztül nézzük a betűket, azok sokkal *nagyobbaknak látszanak*. Minél domborúbb a lencse, annál jobban nagyít. Eléggé domború lencsével vagy több lencsének összetevésével könnyen érhetünk el tízszeres, húszszoros nagyítást. Ez az egyszerű nagyítás, az úgynevezett lupe-nagyítás elve. Minél erősebb nagyítást akarunk elérni, annál domborúbb lencsére van szükségünk, de ezzel együtt jár, hogy egyre kisebbek lesznek lencséink.

Az olyan kis lencsékhez, amilyenről Kircher is ír (3 mmes átmérőjű, 150-szeresen nagyít), a tárgyat is igen közel kell helyeznünk, szemünkkel is közel kell mennünk. Az ilyen nagy nagyításnál a tárgynak csak kis területét láthatjuk egyszerre, a legkisebb kézreszketés már zavart okoz s fokozott világításra van szükségünk. Ezeket a nagy nagyítású lupékat már nem szabad kézben tartották, hanem külön tartókat szerkesztettek számukra, valamint a tárgynak is, — ezek voltak a XVII. század legegyszerűbb mikroszkópjai.



68. ábra. Antoni van Leeuwenhoek (1632—1723) nagyítója elülről és hátulról.

E századnak legzseniálisabb mikroszkópmestere Antoni van Leeuwenhoek (olv. Antoni fan Léuvenhuk) 1632-ben született. Úgy látszik latinul nem tanult; egy darabig kereskedőnek készült, később városi hivatalnok lett Delftben, szülővárosában, ahol kedvtelésből, szeretetből örökbecsű megfigyeléseket tett. Eszközei meglehetős primitívek voltak: egyszerű, erős nagyítású lupe megfelelő tartóval játszotta a főszerepet vizsgálatainál. Észleleteinek eredményeit levelek alakjában közölte, amiket holland nyelven a londoni tudományos társasághoz intézett. Leveleiben klasszikus egyszerűséggel és pontossággal írta le a többek között a baktériumokat, még pedig 1680 és 1690 körül, tehát több mint két évszázaddal ezelőtt.

Fogkővakarékot vizsgált a legtisztább esővízzel keverve, amely esővízről előzőleg többszörösen meggyőződött, hogy nincsenek benne kis állatkák. A vakarékban rengeteg kis állatkát talált, amint 1683. szeptember 12-iki levelében írja: »hihetetlen nagy számát találtam az élő állatkáknak (levende dierkens), melyek fürgébbek voltak az uszásban, mint azelőtt láttam« és ezeket részletesen leírta (69. ábra). Minden koroknak például szolgálhat az a sokoldalúság és körültekintés, amivel Leeuwenhoek dolgozott. Különösen említésre méltók a vérrel, tejjel, élesztővel, penésszel stb. végzett vizsgálatai. Leeuwenhoeknál nagyobb mestere a lupéval való vizsgálásnak máig sem volt. Leeuwenhoek körülbelül 150-szeres nagyítással dolgozott. Megjegyezzük, hogy a mai modern egyszerű lupék nagyítása 5, 10-szeres, a dupla lupék 17, 33, 70-szeres nagyításig mennek, míg nagyobb nagyításokra ma már a *mikroszkóp* való.

Idők folyamán az egyszerű lupékat túlszárnyalták *az összetett mikroszkópok*. A legelső ilyen eszközt a hollandus Janssen János és fia, Zakariás, middelburgi pápaszemkészítők csinálták 1590-ben, de majdnem 100 év telt el, míg használatuk divatossá vált. A Janssen-féle eszközről csupán hézagos leírások maradtak. Évtizedről évtizedre tökéletesítették, s ebből fejlődött ki a mai mikroszkóp. Még ugyan felsővilágítású, de igen praktikus összeállítású Robert Hooke mikroszkópiuma 1667-ből (71. ábra). Nem kevésbbé érdekes Marschall összeállítása 1704-ből.



69. ábra. Élő állatkák (»levende dierkens«) az ember szájából. Az első baktérium rajzok Leeuwenhoeknak 1683. szept. 12-iki leveléből.

A mikroszkóp mai szokásos formáját és berendezését a XIX. század elején a Chevalier testvérek, Amici és Oberhäuser munkásságának köszönhetjük. Oberhäusertől származik az eszköznek patkóalakú talpa. Fontos év a mikroszkóp történetében az 1824. év, ekkor mutatta be ugyanis Selligue Párisban az első igazán akromatikus mikroszkópot. Az egyszerű lupenagyításnál, különösen a nagyítás fokozásánál, már a régi búvárok is azt tapasztalták, hogy a nagyított kép vonalait, széleit zavaró színbeli sávok, főkép vörös vagy kék szélek szegélyezik. A lencséknek ez a színbeli hibája állotta útját a nagyobb nagyításoknak. Selligue rájött arra, hogy két különfajtáju üvegből összetett lencserendszerek nagy nagyításoknál is majdnem színtelen képeket adnak. A színbeli hibától lehetőleg mentes lencséket ma akromatikusoknak nevezzük. 1850 körül a mikroszkóp használhatóságát tetemesen fokozta Amici az immerzióval, amelynek jelentőségéről később emlékezünk meg.

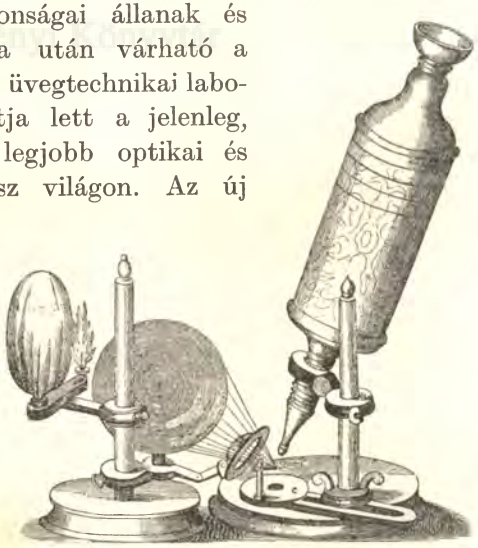
A mai kor modern mikroszkópja, mely a XIX. század utolsó negyedében született meg, két embernek nevéhez fűződik. Karl Zeiss, jénai mechánikus és Ernst Abbe, a jénai egyetem fizika-tanára együttműködésének halhatatlan eredménye, hogy a mikroszkóp elérte azt a legnagyobb tökéletességet, amelynél tovább mai ismereteink mellett, úgy látszik, nem is fejlődhetik. Örök időkre példaképen fog állani, hogy a mechánikus ipar és az elméleti tudás együttműködése

milyen hatalmas eredményekre vezethet. A hatvanas éveknek kicsiny mechánikai műhelye ma az egész világon ismert elsőrangú gyárteleppé fejlődött, amely az optikai műszerek terén vezető szerepet játszik. A hatvanas évek elején avatták a 23 éves Abbét a jenai egyetemen a fizika magántanárává, 30 éves korában már rendkívüli tanár, aki szoros viszonyban van Zeiss mechánikusnak kicsiny optikai műhelyével.



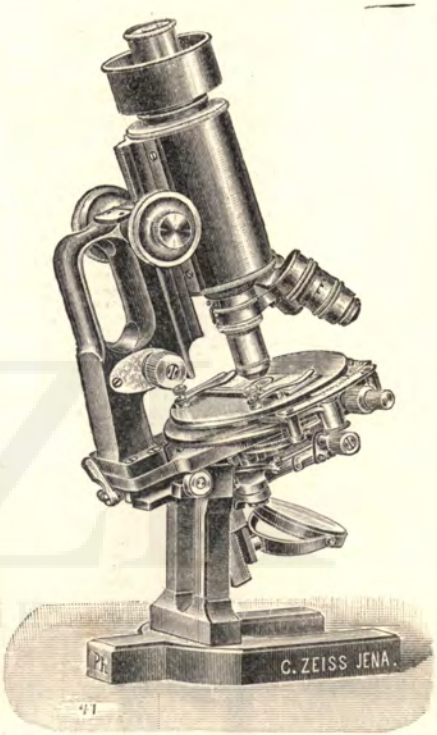
70. ábra. Zakariás Janssen middelburgi pápaszemkészítő (1590).

Amennyire a mechánikus-ipar tapasztalati úton elmehetett, azt a fejlettséget a mikroszkóp elérte már a hatvanas években. A további tökéletesítést Abbenak évtizedes munkássága tette lehetővé. A fizika és matematika minden fegyverével átdolgozta a nagyítások elméletét, amelyet 1874-től kezdve rendszeresen adott elő a jénai egyetemen. Az első számítások alapján készült mikroszkóp a régieknél rosszabbnak bizonyult; míg kitünt, hogy a mikroszkópi nagyítás elfogadott elmélete hibás. Új alapokon, új számításokkal készültek a későbbiek. 1876-ban, a londoni mikroszkóp kiállításról szóló jelentésében Abbe kifejti, hogy a mikroszkóp tovafejlődésének útjában az üvegnek rossz optikai tulajdonságai állanak és hogy csak új üvegfajtáknak előállítása után várható a mikroszkóp tökéletesítése. Ekkor kisebb üvegtechnikai laboratóriumot létesített, mely kiindulópontja lett a jelenleg, hatalmas jénai üveggyárnak, amely a legjobb optikai és termométer üvegeket gyártja az egész világon. Az új üvegfajták pontos tudományos vizsgálata és az új számítások vezettek az úgynevezett apokromát mikroszkópokra. 1886-ban készültek el az első ilyen fajtájú mikroszkópok, melyek ma is az elérhető legtökéletesebb optikai műszerek közé tartoznak. Ezekkel a nagyítás végső határáig, a háromezerszeres nagyításig jutottunk el. Már előbb említettük, hogy az akromatikus lencsék a színszóródás kiküszöbölésére törekedtek, ezt a célt azonban nem érték el tökéletesen, úgy hogy bizonyos színbeli hibák mindig maradtak vissza. Az apokromát lencserendszerek (72. ábra) gyakorlati szempontból a színbeli hibáktól teljesen menteknek tekint-



71. ábra. Robert Hooke mikroszkópja (1667). Vízzel telt golyó (»susztergolyó«) gyüjti a fényt.

hetők. Két évvel az első apokromát mikroszkópok forgalombahozatala után meghalt Zeiss, kinek neve elválaszthatatlanul összeforrott a modern mikroszkóp megteremtésével. Ennek a nagyratörő, széles látókörű, áldozatkész mechánikusnak már fiatalkori ideálja volt, hogy a legmagasabb fizikai és matematikai tudomány felhasználásával a mikroszkópnak az elérhető legnagyobb tökéletességet adja meg. Ez az eszme vezette őt Abbehoz, a tudóshoz, kivel együtt dolgozott, míg reményei élete alkonyán beteljesedtek. Hogy mily tiszteletreméltó egyéniség volt Zeiss, erre talán legjellemzőbb, hogy Abbe, ki 1905 januárjában halt meg, még életében, a 90-es évek elején óriási alapítványt tett Karl Zeiss nevére, a jénai egyetem céljaira. Azóta egyszersmind Abbe önzetlen rendelkezése szerint az egész gyártelepet az alapítvány kezeli, nehogy valamikor üzleti elvek eltérítsék attól a magasztos feladattól, amelyet e gyár a tudomány szolgálatában évtizedeken át kifejtett.



72. ábra. Modern apokromát mikroszkóp Zeiss jénai gyárából, mellyel 3000-szeres nagyítás érhető el. Az alakfelismerés határa $^1/_4$ mikron.

A mikroszkóp jelenleg befejezetten, a tökéletesség elérhető csúcsán áll. Mostani ismereteink alapján a nagyítás nem fokozható. Útjában áll — nem is hinnők — a fényrezgések durvasága. Tudvalevőleg a fehér fény, ha üveghasábon halad keresztül, a szivárvány színeire bomlik; az így képződő színes szalag a vörössel kezdődik s az ibolyával végződik. A legdurvább fényrezgések a vörösek, a legfinomabbak az ibolyaszínüek. Helmholtz vizsgálatai kimutatták, hogy a legdurvább fényrezgésnek, amelyeket az emberi szem megérez, hullámhossza 0.000835, a legfinomabb ibolyaszíné 0.000318 milliméter. Csak e két határ közé eső hullámhosszúságú rezgéseket érzi meg szemünk látóhártyája, mint különféle színeket. Ezen a két határon, a vörösön és ibolyán, túl is vannak rezgések, de az ultravörös és az ultraibolya rezgéseket szemünk már nem érzi meg. Valamennyi színnek összekeverése újból fehér fényt ad, melynek hullámhossza 0.0005 milliméteres, azaz fél mikronos (0.001 milliméter = 1 mikron; ennek hivatalos jelzése a görög μ betű).

Azok a szöveti részecskék, amelyek a fehér fényhullám hosszának felénél, azaz $^1/_4$ mikronnál közelebb esnek egymáshoz, mikroszkópi nagyítással láthatóvá már nem tehetők, mert az ilyen közel eső részecskékből elinduló fénysugarak találkozásánál zavaró jelenség lép fel, amit a fizikusok interferenciának neveztek el. Ez a jelenség adja egyes pillangóknak változó színjátékát; $^1/_4$ mikronnál finomabb recézet okozza, hogy a pillangó szárnya más-más oldalról tekintve, változó színű. Ettől származik továbbá a finom szappanbubo-

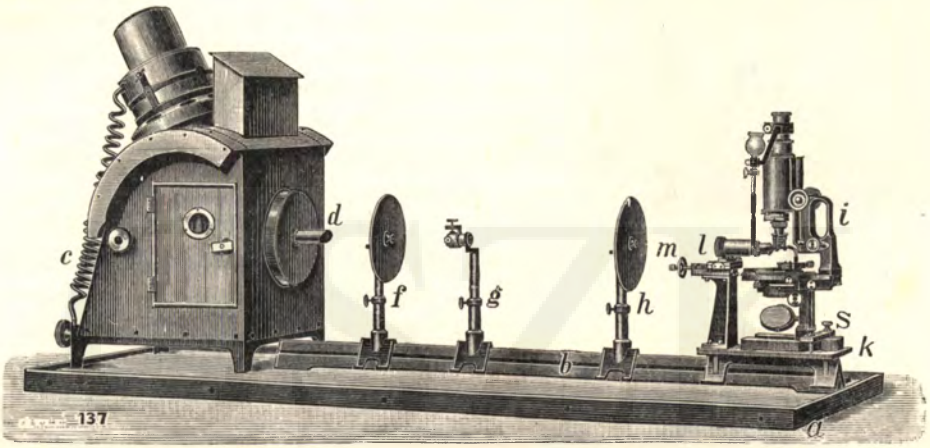
réknak szivárványjátéka; mikor a színjáték látható, $^1/_4$ mikronnál vékonyabb a szappanhártya, s ennek a vékony hártyának külső és belső felületéről visszaverődő sugarak találkozása adja e színeket. A gyöngyház szép fénye szintén nem egyéb, mint oly finoman rovátkolt terület, amelynek vonalai egynegyed mikronnál közelebb esnek egymáshoz.



73. ábra. Köhler-féle ultraibolya mikroszkóp fotografáló-kamrával; nagyítása 3600-szoros. — Az alakfelismerés határa $^1/_{10}$ mikron.

Abbe és Helmholtz már jó előre megjósolták, hogy ez az interferenciajelenség fogja a nagy nagyítások határát megszabni. A mikroszkópi nagyítás fokozása ezek után csak úgy volna lehetséges, amint azt már 1891-ben Czapski, Abbe tanítványa, hangsúlyozta, ha még az ibolyaszínnél is finomabb fényrezgéseket használhatnánk. Ilyen fényrezgéseket csakugyan ismerünk, ezek az úgynevezett ibolyántúli (ultraibolya) rezgések, csakhogy ezeket szemünk látóhártyája már nem érzi meg. Tisztán ultraibolya világításnál a szem teljesen sötétnek lát mindent, de a fotograf-lemezzel mégis épúgy lehet fotografálni, mint a világosságban. Ezeknek mérlegelése alapján szerkesztette Köhler a jénai gyárban, 1904. év végén, ultraibolya mikroszkópját (73. ábra), amellyel természetesen szemünk csak fotograf-lemezek közvetítésével dolgozhatik. A Köhler-féle mikroszkópnak összes üveglencséi helyett olvasztott hegyi kristály (víztiszta kvarc) lencséket kellett alkalmazni, mert az ultraibolya sugarakat igen sok átlátszó test, köztük az üveg is, nem ereszti át, hanem elnyeli. A fényt hozzá

izzó kadmium adja, amely hegyi kristály hasábokon megy keresztül s így felbontva, belőle csak azok a rezgések használhatók, melyeknek hullámhossza 0.000275 mm. (= 0.275 μ.) Igy érhetők el a legnagyobb nagyítások, amelyekkel az ezredmilliméter tizedei is láthatóvá tehetők, de nem a szemnek, hanem csak fotograflemezen (a maximális nagyítás 3600-szoros). Egyelőre nem ismerünk semmiféle utat, módot arra, mivel a nagyítást fokozni lehetne. *Ezzel a nagyítással az alak, a szerkezet felismerésének határához* jutottunk, s itt is a legfinomabb alaki eltérést már nem közvetlenül, hanem a fotografáló lemez közvetítésével észleljük. Megjegyezhetjük e helyen, hogy nemcsak az ultraibolya, de kisebb nagyítású mikroszkópoknak nagyított képei is lefotografál-



74. ábra. Siedentopf-Zsigmondy-féle ultramikroszkóp-berendezés. Nagyítás csak 390-szeres, láthatóvá tehető a milliméter milliomodrésze alakfelismerés nélkül.

hatók, a berendezés ilyenkor körülbelül olyan, mint aminőt az ultraibolya mikroszkóp ábrája (73. ábra) mutat.

A Köhler-féle ultraibolya-eszközzel egyidőben írták le Siedentopf és Zsigmondy az ultramikroszkóp berendezését (74. ábra), amellyel oly apró részecskék is láthatóvá tehetők, amelyek a milliméter milliomodrészével egyenlők (0.000001 mm.) Ennél a berendezésnél a nagyítás nem is túlnagy, rendesen körülbelül 400-szoros (azaz pontosan 390-szeres). Ne tévesszük szem elől, hogy ez az eszköz nem nagyít, csak láthatóvá tesz milliomodmilliméternyi végtelen kicsi részecskéket, anélkül hogy azok alakjáról halvány fogalmunk volna. Ezeket a finom részeket semmiféle nagyítással látni nem lehet. Ezek túlesnek a mikroszkóppal felderített világon, ezt fejezi ki az ultramikroszkóp neve is. Hogyan tehetők ezek a végtelen kicsi dolgok láthatókká? Vajjon láthatunk-e valamit, minek alakjáról fogalmunk sincsen? A gyertya lángja teljes sötétségben mint fénylő pont több száz méterről is látható, nappal ellenben észre sem vennők.

Koromsötét holdtalan éjszakán világítópontok százezreiből áll a csillagos ég tejútja. Ki tudja azoknak alakját? Erős világító voltuk s a teljes sötétség teszi őket láthatókká. Ha teljesen sötét szobában, szűk résen át behatol a ragyogó

napsugár és mi oldalt ülve nézzük a megvilágított levegőréteget, ott látjuk benne rezegni a szabad szemmel nem, sőt nagyítóval is alig látható porrészeket. A finom fénysugár zavartalanul halad át egyenesen a levegőrétegen, de megütközik, visszaverődik a láthatatlan porrészeken. Oldalra térnek a visszavert sugarak s a teljesen sötétben ülő előtt láthatóvá teszik e finom részeket.



75. ábra. Nagyított légyfej, Hooke rajza kisebbítve 1667-ből. A nagyítással való vizsgálat eleinte a felületre szorítkozott.

Ugyanezen elven alapszik az ultramikroszkóp is. Képzeljük el, hogy hasonló berendezés mellett nem szabad szemmel, hanem körülbelül négyszázszoros nagyítással nézzük a porrészeket. A szép rubinüveget arannyal festik pirosra. Az üvegben nem oldódik az arany, de végtelenül finom részecskékben füstszerüleg oszlik szét. A legnagyobb nagyításokkal sem látjuk e mindennél törpébb aranyrészecskéket. Állítsunk azonban egy darabka rubinüveget négyszázszoros nagyítás mellett mikroszkóp alá, ha alulról átvilágítjuk, teljesen tisztának látjuk, ha azonban szűk résen át erős ívfénynyel oldalról világítjuk át az üvegnek vékony rétegét, úgy hogy a mikroszkópba néző szemünk a sötétben marad, akkor a rubinüveg kicsiny, csillagos tejút módjára sűrűn tele van csillogó pontokkal; más üvegen hasonló berendezés mellett nem jelentkeznek ily csillogó pontok, ezért ezek csupán az aranynak milliomodmilliméteres parányi törmelékei lehetnek.

Ime az ultramikroszkóp elve: ha láthatatlan kicsinységű apró részecskéket kellő fénnyel világítunk meg, s a néző szeme sötétben marad, mert a világítás nem szembe, hanem keresztbe történik, akkor e kis részek csillogásukkal elárulják jelenlétüket. Nem az alak, nem a nagyság szerepel itt, hanem az ellentét a csillogó pont és környezete között, épp ezért korlátoltak az ultramikroszkóp alkalmazásának határai; csak tiszta, átlátszó testekben, üvegben szétszórt vagy vízben úszó apró részecskék felismerésére használható.

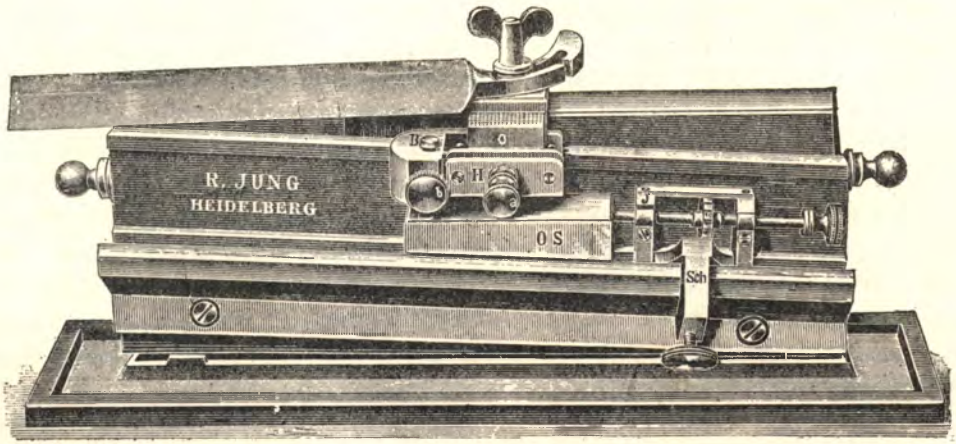
3. Előkészítés a mikroszkópi vizsgálatra.

Láttuk a különféle nagyítókat, a modern tudomány hatalmas fegyverét, az összetett mikroszkópot, amellyel immár háromezerszeres nagyítást értünk el, de ezekkel az eszközökkel csak akkor tudjuk megközelíteni az emberi testet, ha megfelelő eljárásokat alkalmazunk. A nagyításokkal párhuzamosan fejlődnek azok a módszerek, amelyek az emberi test bármely részletét a mikroszkóppal való vizsgálatokra alkalmassá teszik. 1600 körül, a lupenagyítások fénykorában, csak apró kis állatokat, férgeket tudtak vizsgálni és ha ezek a kis állatok nem voltak átlátszók vagy áttetszők, csakis az állatok felületét, a felületnek finomabb szerkezetét írhatták le. Igy írja le pl. Hooke a légy szemének pontos felületét (l. 75. ábra). Az első vizsgálatok tehát csakis

felületekre szorítkoztak, a mélyebb részek szerkezetébe ellenben behatolni nem tudtak. Később azt tapasztalták, hogy vékony hártyák szerkezete kitünően vizsgálható nagyítókkal, ha azokat kellőleg átvilágítjuk. Igyekeztek tehát a különféle szövetekből beretvával finom szeleteket lemetszeni, vagy pedig apró szövetdarabkákat tűkkel annyira szétbontani és szétfosztani, hogy e foszlányok kellő átvilágítással vizsgálhatók legyenek.

A szövetek szétbontásának, fölszeletelésének manapság már bámulatosan fejlett módszerei vannak. Csakhamar rájöttek arra, hogy ha az emberi szövetrészeket bizonyos módon kezelik, sokkal könnyebben és finomabb szeletekre bonthatók. Hiszen a gyakorlati életből tudjuk, hogy a főtt sonka, különösen ha beszorítjuk, finomabban szelhető, mint a nyers hús, és hogy hasonlóan viselkednek a megfagyott részek is. Valóban az első módszerek ezek voltak: vagy megfagyasztották, vagy megfőzték az apró szövetrészeket és parafa közé szorítva igyekeztek finom szeletekre felmetélni. Most már a különböző folyadékoknak egész sorát ismerjük, amelyekkel megáztatva különféle szövetrészeket, tömöttebbek s metszésre alkalmasabbak lesznek. Ezek a különféle *szövetkeményítő* folyadékok. Majd rájöttek arra, hogy ha a keményített szövetrészeket bizonyos anyagokkal (celloidin és paraffin) átitatják, a metszhetőségük még tökéletesebb lesz. Ezeken az átitatásokon alapszanak az úgynevezett szövetbeágyazó módszerek. Valaha a szeletek készítését szabad kézzel és borotvával végezték, ma külön gépek vannak erre: a *mikrotomok* (l. 76. ábra). A módszerek annyira tökéletesedtek, hogy manapság képesek vagyunk egész emberi agyvelőket egy tagban kellő előkészítés után elejétől végig tizedmilliméteres szeletekre szétbontani. Kisebb szövetdarabokat századmilliméternél vékonyabb szeletekre tudunk elbontani.

Ezek a vékony szeletek, vagy mint hivatalosan mondjuk, mikroszkópi metszetek, üveglapok közé helyezve kellő átvilágítás mellett kerülnek vizsgálat alá. Az ilyen metszeteknek azonban két nagy hibájuk van: sokszor vékonyságuk mellett sem világíthatók meg kellőleg s amellett meglehetősen egyszínüek, úgy



76. ábra. Mikrotom: a beretva tartója vályuban csusztatható ide-oda; a kés elé kerülő szövetdarab finom csavarral emelhető és süllyeszthető.

hogy a szerkezeti részletek felismerése nagyon nehéz. Nagy jelentőségű haladás volt, midőn *Corti Alfonse* 1851-ben és *Gerlach* 1858-ban megpróbálták a metszeteket karmin-oldattal *megfesteni*. Azóta erre a célra a festékeknek egész légiója (hematoxilin-, anilinfestékek) került forgalomba. Ezek a festékek a szöveteknek különböző részeit más és más árnyalattal festik meg és a keletkező színkülönbségek könnyen láthatóvá teszik azoknak finomabb szerkezetét. Hogy az átvilágítás tökéletesebb legyen, a metszetekből elvonták a vizet és olajjal itatták át s épen úgy, amint az olajos papiros áttetszőbb, az olajos szövetmetszetek is kristálytisztán átvilágíthatók. Mielőtt tehát mikroszkóp alá kerül a szövet, előbb keményítjük, beágyazzuk, azután finom szeletekre bontjuk, a kapott metszeteket megfestjük, olajjal áttűnővé tesszük s így kerül két üveglemez között vizsgálatra. Amilyen könnyedén és röviden mondtuk el, époly nehéz ez a feladat. A szövettani metszetek készítése külön tudomány, amely nagy körültekintést igényel. Önkéntelenül felébred bennünk az a gondolat, hogy e sokféle kezelés nem változtatja-e meg a szövetek eredeti szerkezetét? Számos ellenőrző vizsgálat, melyet fagyasztott metszeteken, vagy apró élő állatokon végeztek, megadta az egyes módszereknek reális értékét és használhatóságának határait. Az összes módszerek a XIX-ik század vívmányai. Ezek tették a legnagyobb nagyításoknak hozzáférhetővé a növényi és állati szöveteket is. Hangsúlyoznunk kell azonban még valamit. A nagyítások csak metszetekben s azoknak részeiben teszik láthatóvá szöveteinket. A tudománynak további feladata, hogy ezekből a vékony metszetekből s a nagyítással átvizsgált kis területekből rekonstruálja a szöveteknek teljes képét.

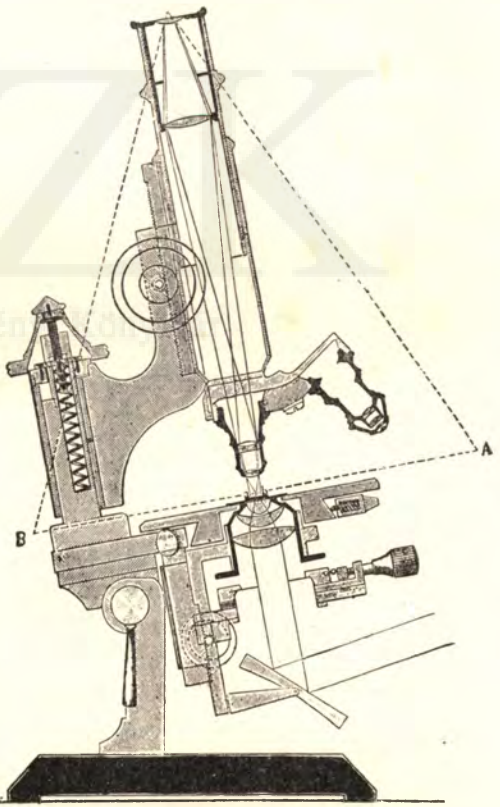
Nézzük e rekonstrukciónak egyik szép példáját. Fülünk leglényegesebb része, a halló ideg végkészüléke, a sziklacsontba zárt bonyolult, finom üregrendszerben, a »labirintus«-ban foglal helyet. Képzeljük el, hogy az egész bonyolult üregrendszert elejétől végig veszteség nélkül tizedmilliméteres metszetekre bontjuk, vigyázva arra, hogy a metszetek sorrendjét fel ne cseréljük (ez az úgynevezett sorozatos metszetkészítés). De hiszen a sziklacsont, a koponyacsontok legkeményebbike, csak bizonyos kezelés mellett metszhető. Vannak oldatok, amelyek az egyéb szöveteket nem bántják, de a csontnak meszes sóit lassan feloldják, és így a csont oly puha lesz, mint a sajt. Ebben az oldatban áztatjuk a beágyazás előtt a sziklacsont megfelelő részletét. A sorozatos metszetekből az említett üregrendszernek pontos alakját úgy rekonstruáljuk, hogy minden metszetről a kellő sorrendben azonos nagyítás mellett fotográfiákat készítünk. A valóságban egy centiméter széles metszetről akár húsz centiméter széles képeket is készíthetünk. A húszszoros nagyításnak megfelelő papirfotográfiákat két milliméter vastag viaszlemezekre ragasztjuk. A valóságban szövettani metszeteink tizedmilliméteresek voltak, miután pedig húszszoros nagyítást alkalmaztunk, ezért két milliméter ($0{\cdot}1 \times 20 = 2$ mm.) vastag viaszlemezeket kellett választanunk, és így valamennyi szövettani metszetet megkapjuk húszszorosan nagyított viaszlemezekből. Ha már most minden egyes viaszlemezből éles késsel, pontosan a fotográfia szerint, kivágjuk az üregeket és a kivágott részeket abban a sorrendben, amint a metszetek következnek, egymásra ragasztjuk, akkor a keresett üregrendszernek hű és pontos modelljét

kapjuk húszszoros nagyításban. Igy lehet pár milliméteres emberi embriókat is nagyban rekonstruálni. Ezt az eljárást a *lemez-modellálás* módszerének nevezzük.

4. A modern mikroszkóp szerkezete.

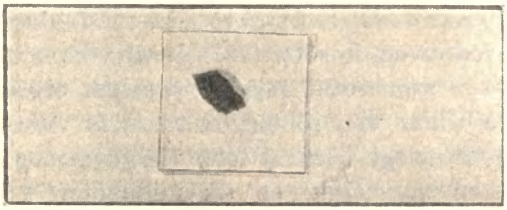
Lássuk főbb vonásokban a modern mikroszkóp szerkezetét (72. és 77. ábra). Középen lyukas asztalkán, tárgy- és fedőüveg között (78. ábra), kanadabalzsammal szorosan leragasztva, fekszik a szövettani metszet, amelyet erősen át kell világítanunk. A fényt homorú tükör veti fölfelé. A tükörről visszaverődő sugarakat lencsék gyűjtik össze és az így sűrített fény világítja meg a metszetet. Ha pl. a millimétert tízszeresen nagyítjuk, az tíz millimétert ad; ha a tízszeres vonalas nagyítást területbe vesszük, vagyis a négyszögmillimétert úgy az egyik, mint a másik irányban tízszeresen nagyítjuk, százszor akkora területet kapunk. Háromezerszeres nagyításnál a területek kilencmilliószor ($3000 \times 3000 = 9$ millió) lesznek nagyobbak. A fény, amit a szövetmetszeten kicsiny helyre gyűjtöttünk, milliószor akkora területen oszlik szét a nagyított képeken. (83. ábra.)

A szövetkészítmény fölött látjuk a mikroszkóp csövét. Ez a cső átlag 16 cm hosszú. Alsó és felső végén foglalnak helyet benne a nagyítólencserendszerek; az alsók a tárgy-, a felsők az úgynevezett szemlencse-rendszerek. A szemlencséken át nézünk be a mikroszkópba; a tárgylencsék néhány milliméterre esnek a szövettani metszet fölé. A mikroszkóp csövét durvább és finomabb csavarokkal emelni és süllyeszteni lehet. Ezredmilliméter pontossággal távolodhatunk vagy közeledhetünk a vizsgálatra szánt metszethez. Minden egyes nagyításnál a mikroszkóp csövét más és más távolságra kell pontosan beállítanunk, mert csak így kaphatunk éles képeket. A legalsó lencse és a szövettani metszetet befedő üveg között vékony levegőréteg marad vissza. A nagyobb nagyításoknál eltüntetjük ezt a levegőréteget olykép, hogy egy csepp cédrusolajat cseppentünk a fedőüvegre. A legalsó tárgylencse úgyis oly közel jut a készítményhez, hogy a lencse belemerül az olajba. Olaj helyett vizet, glicerint is



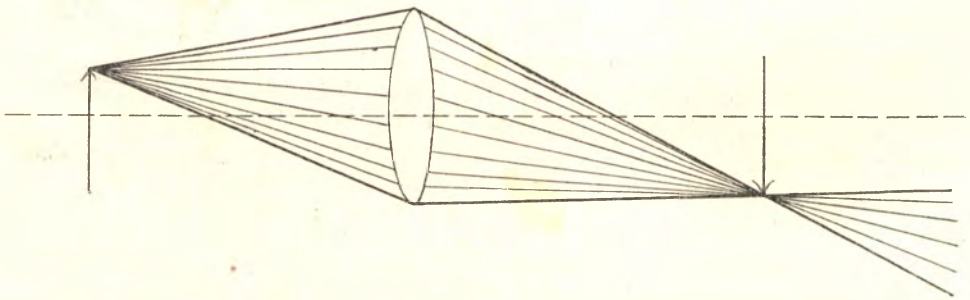
77. ábra. A mikroszkóp átmetszete. A tükörről visszaverődő fénysugarak áthaladnak a világítólencse-rendszeren, utána a szövetmetszeten *(a—b)*, azután a tárgylencséken (objectív) és végül a szemlencséken (ocular) és így jutnak erősen nagyított képet adva *(A—B)* a néző szemébe.

használhatunk. A lencséknek bemerítése a különböző anyagokba nagyjelentőségű dolog; ez az eljárás az úgynevezett *immerzió*. A víz-immerziót Amici (1850), az olajimmerziókat Stefenson és Abbe (1878) alkalmazták először. E módon nagyon sok fényt használhatunk fel, mely különben a fedőüvegről a levegőbe szóródnék szét. A nagyított képek ezen egyszerű fogással nemcsak fénydúsabbak, hanem sokkal tökéletesebbek is lesznek.



78. ábra. Tárgyüveg és fedőüveg, a kettő között kanadabalzsamban a szövetmetszet.

Nagyon messze vezetne annak részletezése, hogy tulajdonkép a mikroszkóp miként nagyít. Érdemes azonban legalább a kérdés lényegével megismerkednünk, mert nagyban hozzájárul szemünk működésének, a látásnak megértéséhez. Különben is általános érdekű és nagyfontosságú mindama eszközök ismerete, amelyek egy-egy érzékszervünk munkaképességét növelik. Látásunk az emberi ismeretgyűjtésnek egyik legfőbb eszköze; tudásunk legnagyobb részét vele szerezzük meg. A mikroszkóp az ismeretszerzésnek ezt a legfontosabb eszközét tette sokkal tökéletesebbé. A mikroszkópot alkotó lencserendszerek ugyanazon törvények szerint dolgoznak, mint saját szemünk fénytörő rendszere. Amennyire biztos az, hogy a szemünkben keletkező képek hű másolatai a külső világnak, ugyanazzal a biztossággal dolgozik a mikroszkóp; sőt talán kevesebb hibával. Szemünknek mint optikai eszköznek sokkal durvább hibái vannak mint a pontos mikroszkópoknak. Helmholtz mondja a szemről írott alapvető munkájában: »A szemben megvan az optikai műszereknek minden hibája, sőt van olyan is, amelyet mesterséges műszereinknél nem tűrnénk el. Semmikép sem volna túlzás részemről, ha az olyan optikust

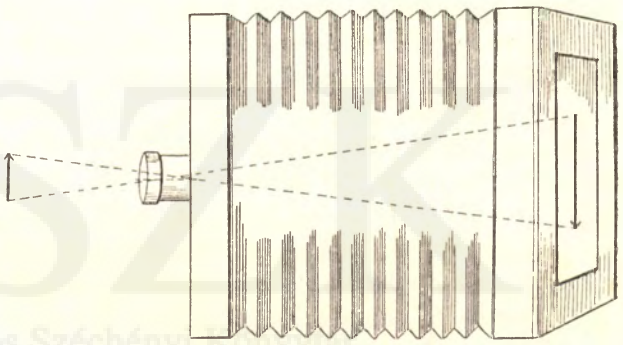


79. ábra. A fordított kép keletkezése lencséknél. A tárgy *egy* pontjából kiinduló sugarak, ha a lencsén áthaladtak, újra *egy* és csak *egy* pontban találkoznak.

munkája pongyolaságáért a legkeményebb kifakadásokkal illetném, aki nekem ilyen hibás műszert akarna eladni; joggal óvást emelhetnék, s műszerét neki visszaadnám.«

Hogy a mikroszkóp mennyivel gazdagította ismereteinket, s hogy mennyire megváltoztatta a világról való felfogásunkat, arról igazi tanuságot eljövendő késő évszázadok fognak tenni.

Leonardo da Vinci, a korszakalkotó olasz festő, a XVI. század elején találta fel a lencsével felszerelt *sötét kamarát, a camera obscurát,* a mai fotografáló-kamrák alapelvét. Ép a fotografálás révén eléggé ismert jelenség manapság, hogy minden domború lencse az előtte álló tárgyakról fordított képet ad, amely papirernyőn vagy homályos üvegen felfogható. Ez az a kép, amit le szoktak fotografálni. Egyszerűen úgy keletkezik, hogy a domború lencse oly sajátosan töri meg a fénysugarakat, hogy az egy pontból kiinduló sugarak, miután a lencsén áthaladnak, ismét egyetlen pontban egyesülnek (lásd 79. ábra). A képkeletkezésnek tehát az a veleje, hogy ami egy pontból indult ki, az újra *egy* és csak *egy* pontba kerül össze. Mert csak így keletkezhetik minden egyes tárgypontnak megfelelően a lencse túlsó oldalán egy-egy képpont a sugarak találkozási helyén. A képpontok összege az illető tárgynak megfelelő hű mását adja. Láthatóvá akkor lesz e kép, ha pontosan a sugarak találkozási helyére papirlapot vagy homályos üveglapot tartunk. A fénysugarak találkozásával létrejött képet örökítik meg lemezeiken a fotografusok.



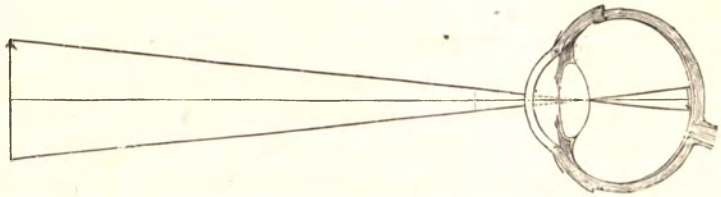
80. ábra. Fotografáló kamra, kellő széthuzással vagy összetolással különféle tárgytávolságokra állítható be.

Ha megfigyeljük a keletkezett fordított képeket, csakhamar észrevesszük, hogy azok nem egyforma nagyok : a messze álló tárgyakról a lencse kicsinyített képet ád, a nagyon közel állókról pedig nagyítottat. A kicsinyített képek közel esnek a lencséhez, a nagyítottak messze tőle. Jól tudják ezt a fotografusok. Ha kisebb képet akarnak, távolabb ültetik az embert, a fotografáló készüléket összébb tolják (80. ábra) ; ha pedig nagyobb képet akarnak, közelebb jönnek s kamrájukat széjjel húzzák. Ugyanaz a lencse ugyanarról a tárgyról íme különböző nagyságú képet adhat, aszerint amint a tárgyat közelebb hozzuk vagy távolabb visszük a lencsétől.

Könnyen kikereshetünk oly távolságot, amely mellett a kép épen akkora, mint a tárgy ; ezt a távolságot a fizikusok *dupla fókusztávolságnak* nevezték el. Ha távolabb megy a tárgy a lencse dupla fókuszától, egyre kisebbek lesznek a keletkezett képek, nagyobb távolságban már egészen pontszerűek. Ha ellenben a dupla fókusznál közelebb jövünk a lencséhez, a keletkezett képek egyre nagyobbak lesznek. Igy lehet kis fotográfiáról akár tízszer, húszszor akkorát is készítenünk. A tárgyat, amit nagyítunk, jóval a fotografáló-lencse dupla fókuszán belül kell elhelyeznünk.

Ránk nézve e dolgok nagyon fontosak. Kicsinyített, pontszerű fordított képekkel dolgozik a szemünk, s nagyított fordított képekkel a mikroszkóp. Ugyanaz a lencsetörvény szerepel mindkét helyen. A szemünk sem más, mint kis fotografáló-kamra (l. 81. ábra).

Az emberi szemnek dupla fókusza körülbelül két és fél centiméterre esik a szem elé. A legtöbb ember 10 centiméternél közelebbre már nem lát, a rendes olvasási távolság 30 centiméter, világos tehát, hogy minden, amit látunk, messze esik szemünk dupla fókuszától. A látott tárgyakról tehát szemünkben mindig

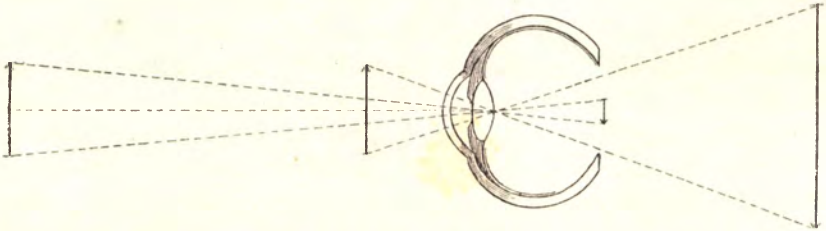


81. ábra. Az emberi szemben keletkező kicsinyített, fordított kép.

csak kicsinyített, fordított képek keletkezhetnek. Ha 3—4 méternyire nézünk, a látott tárgyak képei már egészen pontszerűek, nagyságuk a milliméter törtrészeivel fejezhető ki csupán.

Ugyanolyan lencserendszer, mint amilyen a szemünkben van, nagyított fordított képeket is adhat a tárgyakról, ha a dupla fókuszán belül, tehát 2½ centiméternél közelebb vannak hozzá a tárgyak. A nagyított képeket mi azért nem láthatjuk, mert ahhoz szemünk rövid, a nagyított képek jóval a szem mögött (l. 82. ábra) keletkeznének. Beigazolhatjuk a dolgot, ha kivett friss állatszemeknek a hátulsó átlátszatlan részét beretvával levágjuk, a szem elé közel gyertyát teszünk és mögötte nagyobb távolságra fehér kartont tartunk; ilyenkor megkapjuk a gyertyaláng nagyított, fordított képét.

Tegyük fel, hogy a fotografáló-kamrához oly közel helyezzük el a tárgyat, hogy a homályos üveglapon tízszer akkora lesz a képe s most képzeljük el, hogy ezt a már nagyított képet nem szabad szemmel nézzük a homályos üveglapon, hanem lupén keresztül, amely maga is tízszeresen nagyít. Igaz ugyan,



82. ábra. Hátul megnyitott, kikészített állatszemmel igazolhatjuk, hogy a szemlencse rendszere is ad fordított nagyított képet, de jóval a szemfenék mögött. Minden tárgytávolságnak külön képtávolság felel meg.

hogy a lupéval az egész nagy képnek egyszerre csak kicsiny részét vizsgálhatjuk meg, de a mi kis lupénk a már tízszeresen nagyított részeket még tízszeresen nagyítja, vagyis a nagyítás százszoros lesz. Ha lupénkat pontosan beállítottuk a homályos üveglapon látható képre, az üveglapot akár el is távolíthatjuk, ez sem a fotografálólencsének, sem a lupénak nagyítását nem zavarja.

Ime: *a fotográfiai nagyítás elvét egyesítve a lupe-nagyítás elvével jutunk el a nagy nagyításokhoz és az összetett mikroszkóp alapelvéhez.* A mikroszkóp nem egyéb, mint keskeny, hosszúkás, csőszerű fotografálókamra, amely kis tárgyakról sokszorosan nagyított fordított képet ad a levegőben. A nagyított képnek csak kis részlete fér el a mikroszkóp keskeny csövében, s e kis részt nézzük lupe-nagyítással. A mikroszkóp alsó, úgynevezett tárgylencse-rendszere (objectív) felel meg a fotografáló-lencsének; felső szemlencse-rendszere (ocular) pedig a lupénak. A legerősebb tárgylencse-rendszer 167-szeres, a legerősebb szemlencse-rendszer pedig 18-szoros, a kettő együtt tehát 3000-szeres nagyítást ad (azaz pontosan $167 \times 18 = 3006$), ez a legnagyobb elérhető nagyítás a fehérfény alkalmazása mellett. Amilyen egyszerűnek látszik a fotográfia- és lupe-nagyítás elvének egyesítése, oly sok nehézségbe ütközik a gyakorlati kivitele.

Eltekintve a már említett színbeli hibától, amelynek kiküszöbölése évtizedes munka eredménye, beláthatjuk, hogy a legkisebb hibák a lencsék csiszolásában és elhelyezésében több százszoros nagyításnál már szembeötlő torzulásokat adnak. Csak a legpontosabb munka és egyéb tökéletlenségek kiküszöbölése tette a 3000-szeres nagyítást lehetővé.

II. AZ EZREDMILLIMÉTEREK VILÁGA.

1. A tér elérhető határai.

Ismerjük most már azokat az eszközöket és szövettani módszereket, amelyekkel a modern természettudomány neki indult az élő szervezetek tanulmányozásának. Tudjuk, hogy lázas munka folyik az egész vonalon, a művelt világ összes természettudományi és orvosi laboratóriumaiban Európában, Amerikában, Japánban. Bontják az emberi alkotmányt; nem marad kő kövön, feldúlnak benne minden utolsó köbmillimétert, ha kell száz metszetre fejtve szét azt. Foszlik lassan a titokzatos lepel, amellyel az emberi agyvelő hajdanán kiszinezte, betakarta az ismeretlent. Rombolunk, bontunk, hogy felépíthessük való alapokon az ember gépezetét és hogy megkeressük az élő világ alapjait.

A milliméter helyén, ahol valaha tudásunk megszakadt és a bizonytalan theoriák ködös mezejére jutottunk, óriási és bámulatosan gazdag új világ tárul elénk a biztosan észlelt látható adatok ezreivel. Az élő anyagi rendszerek; az állatok és növények finomabb szerkezete körül új fogalmakat kell megszoknunk, amelyeket a köznapi tudás kétkedve fogad. Nem theoriákról van szó, de valóságról. Azonban minden új dolog, ami szokatlan, hitetlenségre talál a maradiságra hajló emberi agyvelőben.

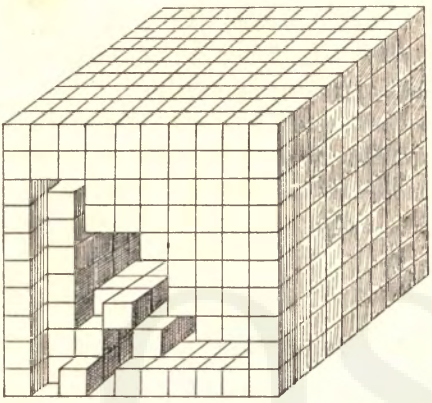
Barátkoznunk kell az új fogalmakkal; látnunk kell valószínűségüket. Ismerve az eszközök és módszerek biztosságát, meg kell erősíteni hitünket, elvetve a képzeletszülte üres elméleteket. El kell fogadnunk tudásunk új alapjául azt, amit száz meg száz emberi agyvelőnek századokon át folytatott becsületes munkássága földerített és átrostált a kétkedők ellenvetésein.

Mielőtt bepillantanánk az új világba, mérlegeljük még egyszer szemünknek régi és új határait.

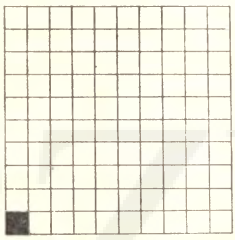
Az új világban a milliméter az óriás; annak ezredrésze: a mikron μ a mérték. Nézzük meg közelebbről ezeket a határokat.

A szabad szemmel való látás határa a *látóhártya* (retina) finomságától függ. Ez szabja meg, hogy a benne keletkező fordított kicsinyített képeken, amelyek az előttünk álló tárgyaknak felelnek meg, szemünk hány részletet tud egymástól elkülönítve felismerni, azaz megkülönböztetni.

A kísérletek azt mutatják, hogy vannak emberek, mert hiszen nem minden embernek látóhártyája egyformán finom, akik előnyös viszonyok között $^1/_{40}$ (0·025 mm.) milliméternél valamivel meszszebb eső két finom vonalat 10 cm közelből meg tudnak különböztetni. Ez a megkülönböztetés nem mindenkinél van meg s csak előnyös viszonyok között érhető el, pl. fekete vonalakkal fehér alapon.



10-szeres vonalas nagyítás testileg 1000-szeres.



10-szeres vonalas nagyítás területben 100-szoros

83. ábra. A vonalas, területi és testi nagyítás viszonyai.

Gyakorlatilag azt mondhatjuk, hogy a tizedmilliméter a határ, az ennél finomabb dolgok — a tizedmilliméter törtrészei, a századmilliméterek — már nem láthatók szabad szemmel.

A legnagyobb nagyítás, a 3000-szeres, az alakfelismerés határát kibővítette a $^1/_4$ mikronig (0·25 μ = 0·00025 mm.) vagyis ennél a nagyításnál az ezredmilliméter negyedei is felismerhetők. Tovább, mint láttuk, nem mehetünk; — utunkban áll a fehérfényrezgések átlagos hullámhossza.

A milliméter helyén tehát 4000 részlet (1 milliméter = 1000 mikron = 4000 $^1/_4$ mikron) áll előttünk, a tizedmilliméter helyén 400. Ha ezt a vonalas nagyítást területben vesszük, a négyszögmilliméter helyén 16 millió (4000 × 4000), a tizedmilliméteres négyszög helyén 160 ezer (400 = 400) részletet, azaz $^1/_4$ mikronos területet látunk.

De mi nem területeket, hanem testeket bontunk széjjel. Ha a nagyítást testileg vesszük, vagyis ha a területi nagyítást megszorozzuk a mélységi nagyítással, akkor a köbmilliméter helyén (4000 × 4000 × 4000) 64 milliárd (1000 millió = 1 milliárd), a tizedmilliméteres köbtérfogat helyén 64 millió (400 × 400 × 400) $^1/_4$ mikronos részlet lesz láthatóvá (lásd 83. ábra). *Az emberileg azelőtt semminek sem vett tizedmilliméteres porszem helyén 64 millió új, nem sejtett részlet áll előttünk.*

Oly biztos ez, mint bármi más, amit látásunkkal elérhetünk.

Azokat a kicsi képeket, amiket szemünkben látóhártyánk bont részletekre, ugyanolyan, sőt kevésbé tökéletes lencserendszerek hozzák létre, mint a mikroszkóp lencséi. A szem természetadta törőrendszerének sokkal több

optikai hibája van mint a modern mikroszkópnak. A porszem csak szemünknek semmi, határa látásunknak; a mikroszkópon keresztül egész világ.

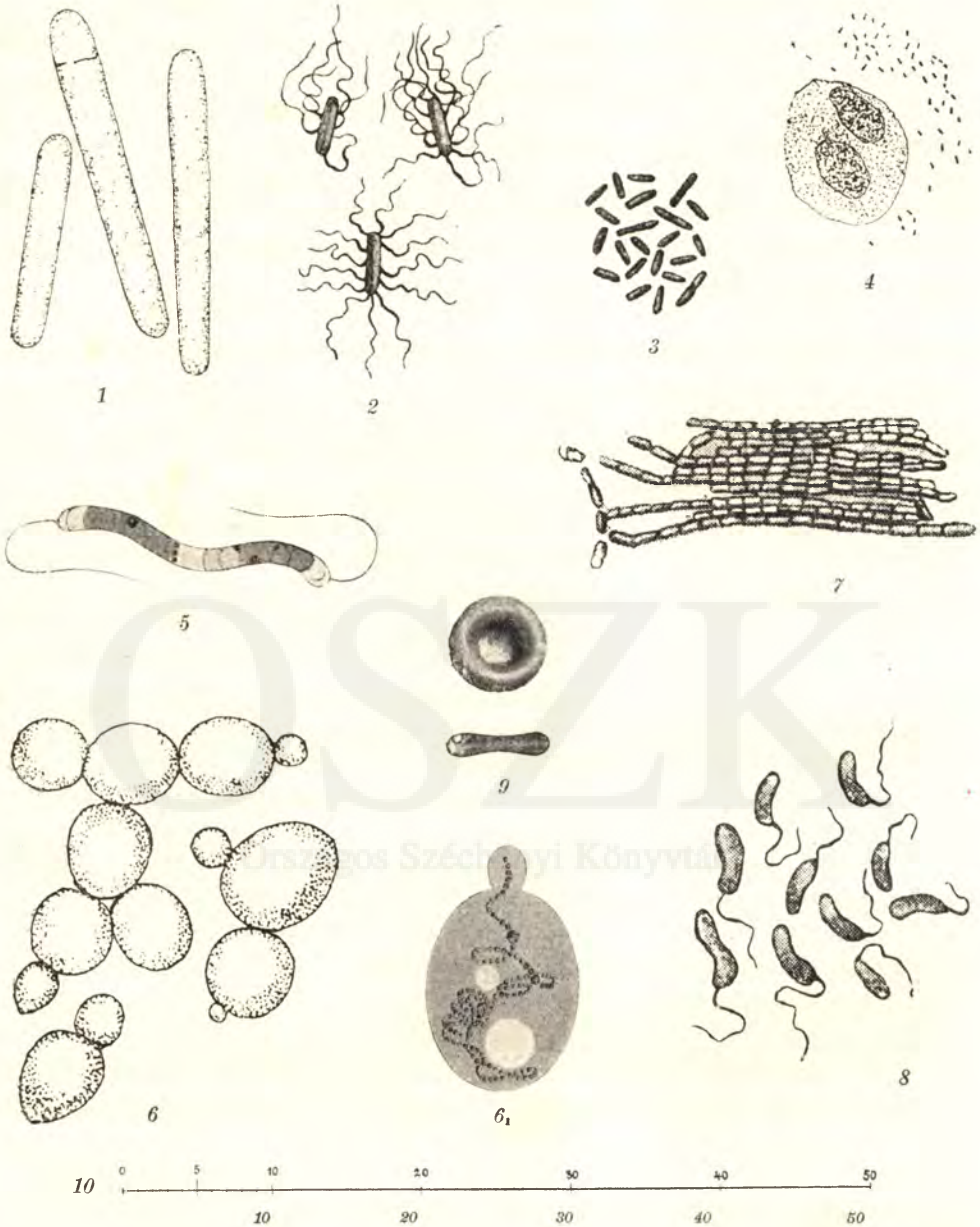
A mikroszkópi nagyítások derítették ki, hogy egész sora van az egysejtű állatoknak a legkülönfélébb alak és szerkezet szerint, amelyek között a legnagyobbak alig érik el a tizedmillimétert. Épúgy egész sora van a hasonló kicsiségű növényeknek, melyekhez képest a szabad szemmel látható legkisebb élő lények óriások. A szabad szemmel nem látható növényvilágnak hatalmas csoportját alkotják a baktériumok és az azokhoz igen közel eső, csak mikroszkóppal látható különféle gombafajok (l. 84. ábra).

Eddigi ismereteink szerint, úgy látszik, ezek a legkisebb élő lények. Nagyságuk tág határok között változik. A baktériumok legtöbbjének vastagsága ezredmilliméter, a legnagyobbak századmilliméteresek, a legkisebbek még ezredmilliméternél is rövidebbek. Kicsiségük mellett a legváltozatosabb alakokat mutatják; a legkülönfélébb viszonyok között élnek, mindeniknek más és más az életmódja. Különös apróságok ezek, amelyek környezetükben a legkülönfélébb vegyi változásokat hozzák létre. Oly kicsik, sokszor oly közel hasonlók és mégis mindenik más és más fajt képvisel. A baktériumfajok épúgy különböznek egymástól, akár a buza a kukoricától, vagy a szőlő a cseresznyétől. Nincs okunk megijedni a baktériumok sokféle fajtájától s óriási számától. Csak kevesen köztük, aránylag a ritkább fajok, betegségokozók, a legtöbbje nem árt szervezetünknek, sőt hasznos munkát teljesít az emberiség számára.

A bort a mustból, az ecetet az alkoholból, a sört az árpaléből, az aludt tejet, a kefirt a tejből, a különféle sajtokat a nyers sajtból mind baktériumok és gombák csinálják. A baktériumok megszámlálhatatlan milliói, métermázsái dolgoznak itt. Az élesztőgombák (saccharomyces) különféle fajtái készítik a cukoroldatokból a szeszt. Fölbontják a cukrot szénsavra és alkoholra. A cukros árpaléből így keletkezik a szénsavas szeszes ital, a sör. A sajtolt sörélesztő minden fűszeresnél kapható; pár fillérért milliárdjait vehetjük meg a baktériumokhoz oly közel álló élesztőgombának; hiszen egyetlen köbmilliméterben körülbelül 10 millió élesztőgomba van.

Magyarországon körülbelül 25 szeszgyár foglalkozik sajtolt élesztő készítésével. Évi termelésük körülbelül 32.000 métermázsa, de ez nem fedezi az ország élesztő-szükségletét. Az utóbbi évek adatai szerint évente körülbelül 18.000 métermázsát hoznak be külföldről, aminek értéke több mint két millió korona. Igaz ugyan, hogy élesztő-kivitelünk is van, de ez csak csekély 6000 métermázsa. E rengeteg métermázsái az élesztőknek nem egyebek, mint az élesztőgomba tiszta sajtolt tömegei. Az élesztősejteknek millió meg millió milliárdjai szerepelnek itt, amelyeket a szeszgyártással kapcsolatban megadóztat az állam, s e megadóztatott gomba-, azaz baktériumtömegek jelentéktelen kis részét teszik a földünket benépesítő beláthatatlan baktériumvilágnak.

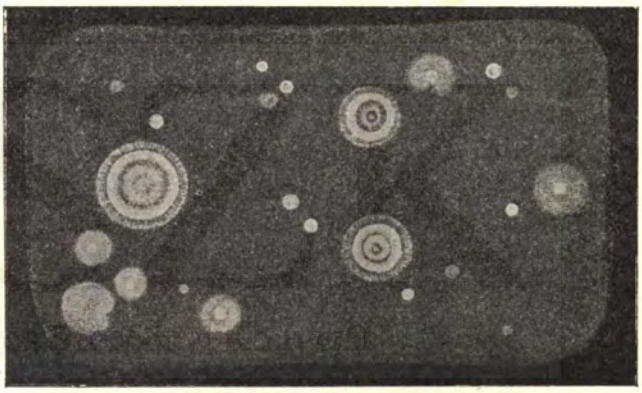
Oly hihetetlenül kicsik a baktériumok, s mégis oly jól ismerjük sajátságukat, életmódjukat. A legtöbbjét mesterségesen tudjuk tenyészteni s így eltartani. Tenyésztésük igen egyszerű. A különféle baktériumtápláló anyagok egyike például a zselatina, ami nem egyéb, mint a legtisztább kocsonya. Tudjuk jól, hogy a kocsonyaoldatok melegben folyósak, hidegben megmerevednek.



84. ábra. Különféle baktériumok 2000-szeres nagyításban. 1. *Bacillus Bütschli* egyike a legnagyobb baktériumoknak. — 2. A *hastifusz bacillusa*, ostorfonalaival, mozgó bacillus. — 3. *Tejsav bacillus:* édes tejből aludt tejet készít. — 4. *Influenza bacillusa* egyike a legkisebbeknek, mellette két magvú emberi fehér vérsejt. — 5. *Spirillum undula* egyike a baktériumóriásoknak, gyakori mocsarak vizében. — 6. *Élesztőgomba (saccharomyces cerevisiae)* cukorból alkoholt és szénsavat csinál. — 6_1 *Élesztőgomba* a sarjadzás kezdetén; a fehér foltok vakuólák; az olvasószerű rész előhirnöke a magasabb sejtfélék magjának. — 7. *Ecetsav bacillus* a szeszből ecetet csinál. — 8. A *kolera bacillusa* ostorfonalával, mozgó bacillus. — 9. *Emberi vörös vérsejt* a nagyság összemérése céljából. — 10. A *mérőléc* 1 osztályzata = 1 mikrón = 0·001 mm. részben Fischer, Lafar, Migula nyomán.

Ha kevés baktériumot, például egyetlen csepp ivóvizet langyos zselatina-oldattal keverünk össze, az ivóvízben foglalt különféle baktériumok szanaszét szóródnak a kocsonyás oldatban. Az ilyen kocsonyás oldatot lapos üvegcsészébe töltjük. A zselatina lehüléskor vékony, átlátszó rétegben merevedik meg a csésze alján. Napok multán minden egyes ponton, ahová egyetlen baktérium jutott, látható szürkés foltok keletkeznek (85. ábra). A foltok nem egyebek, mint milliói a felszaporodó baktériumoknak. Ahány ilyen folt keletkezett a gelatinán, annyi baktérium volt az ivóvíz elhasznált csöppjében. A foltok alakja, színe, baktériumfajták szerint változik. Úgy nőnek ezek, mint a finom penész, amely kivirágzik a romlott befőtt tetején. A víz, a talaj, a levegő tele van ezen, minden pornál finomabb, láthatatlan élő lényekkel. Számuk óriási; a betegséget okozók a ritkább fajok.

Az influenzát okozó bacillus egyike a legkisebbeknek. Ezer ilyen bacillus hosszában egymás után rakva ad egy millimétert, egymás mellé fektetve őket 10.000 tesz ugyanannyit. Mily elképzelhetetlenül kicsi az influenzabacillus a 30 méteres bálnaóriáshoz. 300 millió influenzabacillus vastagsága adná ki a bálna hosszát, s a rengeteg bacillus kényelmesen elfér egy köbmilliméter vízben, talán kissé zavarossá teszi.



85. ábra. Baktériumkulturák kiöntött zselatinán = kocsonyán. Egy-egy foltocska millió meg millió baktériumból áll. A foltok nagysága, alakja baktériumfajták szerint változó.

Erősítsük meg képzelőtehetségünket, hogy átérezzük ezt. A végtelen kicsi és végtelen nagy fogalma csak bizonyos pontig érthető át véges emberi agyvelőnknek. Ugorjunk mégegyszer annyit, mint amekkora a különbség az influenzabacillus és a bálna közt. Próbáljuk a bálna hosszát 300 milliószor venni, már 9 millió kilométert kapunk, 225-szörösét a föld kerületének (ami 40.000 kilométer) s körülbelül 24-szeresét a hold földünktől való távolának (384.400 kméter). *Ime az influenzabacillus vastagsága úgy aránylik az ember hosszához, mint az ember hossza a föld kerületéhez.* Kilenc millió kilométer, elképzelni is mily nehéz s ez óriási messzeség csak $^1/_{16}$ része a ragyogó nap távolságának (= 149 millió kilométer) s $^1/_3$ percnyi út a fénynek. (A fény 1 mp. alatt 300.000 kilométert tesz.)

A harmadik hasonló arányú ugrás a kilenc millió kilométertől a világür végtelenébe visz, amely távolságokat a hihetetlen gyorsasággal repülő fény is évek sora alatt futja be. A hozzánk legközelebb eső állócsillagról, az α Centauriról, több mint négy év alatt jut el hozzánk a fénysugár. A fényévektől (1 fényév = 9,500.000,000.000 = 9500 milliárd kilométer), mellyel a világűr, a csillagos tejút

távolait mérjük, mily szédítő messze áll a mikronok világa. Az influenzabacillus pedig nem is a legkisebb az élők világában.

Baktériumokkal telt folyadékokat megszűrhetünk agyaglemezeken (Pasteur-Chamberlain-féle szűrők) úgy, hogy a folyadékban nem lesz többé baktérium. Hiába öntjük zselatinába a szűrt folyadékot, nem kapunk látható baktériumkoloniákat. A legkisebb eddig ismert baktériumok e szűrőkön visszamaradnak, az influenza bacillusa is.

A legújabb időkben bizonyos fertőző szarvasmarhatüdőbetegségnél (Peripneumonia Roux, Noccard) azt találták, hogy az agyaglemez szűrőkön átszűrt folyadék táptalajokon napok mulva látható koloniát ad; e koloniát hiába nézzük mikroszkóp alatt, nem látunk semmit. Láthatatlanból épül a látható, s midőn meg akarjuk fogni, elsiklik kezeink között. Kisebbek ezek mint ami a mikroszkóppal elérhető, ez az *ultramikroszkópi világ.*

Hiszen mondottuk már, hogy láthatóvá tudjuk tenni, mint csillogó pontokat, az arannyal festett vörös üvegben foglalt aranyszemecskéket is. Fogalmunk sincs alakjukról, de csillogásuk elárulja a milliomodmilliméternél (0·0000005 milliméter) is kisebb részeket.

A fizika még ennél is tovább ment, s vannak esetek, midőn a milliomodmilliméter ezredrészeit fölbecsüli (a Michelson-féle interferometerrel). Hol itt hát a határ? Mi van a fényéveken túl? mi van a milliomodmilliméter ezredei között? Határt, véget keresünk mi mindenütt, de nem tudjuk feltalálni. Akár a végtelen nagyból magasabbra tekintünk, akár az ismert legkisebből alább, beláthatatlan űr áll előttünk, melynek széle ködbe vész. Itt ölelkezik a végtelen nagy a végtelen kicsivel...

2. A sejtek ismerete.

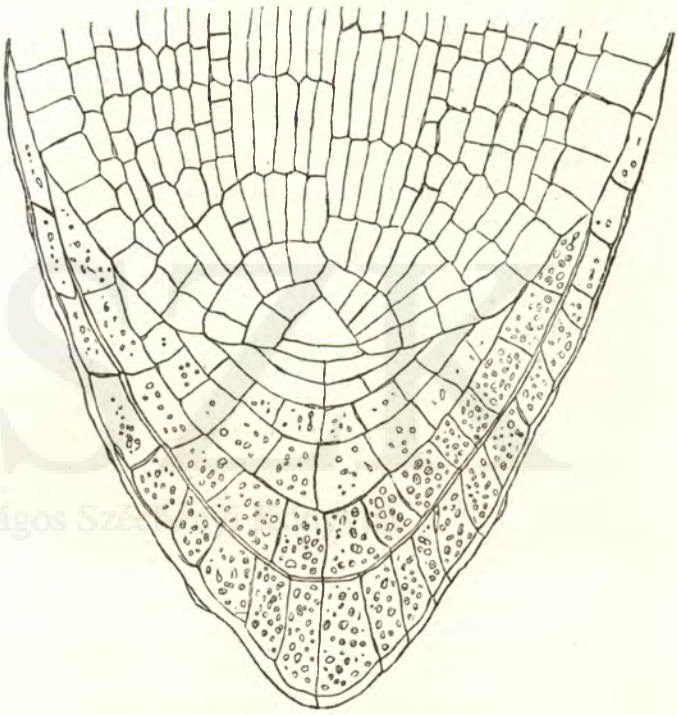
A mikroszkópi vizsgálatok nemcsak egész sorát derítették föl a láthatatlan kicsiny állati és növényi lényeknek, de tisztázták a legmagasabbrendű növények és állatok szerkezetét is. Megállapították, hogy minden élő organizmus, köztük az ember is, egyetlen sejtből, a petesejtből fejlődik. Bármilyen bonyolult is lesz idővel, nem áll egyébből, mint sejteknek milliárdjaiból s azok útján termelt anyagokból. A legkülönfélébb szövetek nem egyebek, mint más és más sejtcsoportok, amelyek különféle rendszerek szerint csoportosulnak egymással és tapadnak-fonódnak különféle szövetekké.

Minden élő szervezetnek építőtéglája a sejt. A sejtek nagyon sokfélék, melyeknek milliói között a különféle szövetekben más és más a kötőanyag. A sokféle sejt közötti anyag maguknak a sejteknek a termelése. Az ember bármely életműködése nem egyéb, mint millió és millió sejt együttműködésének eredménye. A sejtműködés ismerete fog választ adni a legbonyolultabb életműködésekre. *A sejtek fölfedezése, a sejt fogalmának tisztázása, a sejtműködés fontosságának — amely minden életműködés kiinduló pontja — felismerése, ez a XIX. század mikroszkópi munkásságának örök időkre szóló hatalmas eredménye.*

A sejt (cellula = kamrácska) szót a lépes méz sejtjeinek mintájára legelőször 1667-ben Robert Hooke használta a parafadugó szöveti képére, anélkül

hogy különösebb fontosságot tulajdonított volna ennek. Az alapvető gondolatok és adatok a növényi sejtek jelentőségére az olasz Marcello Malpighitól (1628—1694) és az angol Nehemiah Grewtól származnak. Malpighi igen találóan tömlőcskéknek (utriculus) nevezte el a növényi sejteket. Ha fiatalabb növényi részekből metszeteket készítünk, mikroszkóp alatt csupa apró kamrákra osztottnak találjuk (86. ábra).

A XIX. század elején a sejt fogalma nagyon kezdetleges: vékony falú, azaz hártyájú kamrácskák különféle tartalommal, a legtöbb esetben levegővel vagy folyadékkal teltek. 1830-ban *Meyen* már azt mondja, hogy minden növény, a legmagasabb is, sejtek, azaz kamrácskák tömegéből áll. A legalacsonyabb rangú növények szerinte egysejtűek; egyetlen kamrácska folytat önálló életet.



86. ábra. A páfrány gyökércsúcsa (250-szeres nagyítás), látható a növényekre jellemző sejtes szerkezet, megvilágítja a cellula = kamrácska szó eredetét.

1833-ban *Brown* angol botanikus leírja, hogy ilyen növényi sejtekben, különösen fiatal részeken, a kamrácskában mindenütt egy-egy gömbölyű tömöttebb test van — ez a sejtmag (nucleus).

1838-ban *Schleiden* már a növényi sejtek keletkezésével foglalkozik, hibás teoriákat állít fel, de nagyjelentőségű az, hogy minden növényi sejtnek lényeges alkotóeleme a mag. Szerinte a sejtek úgy keletkeznek, hogy bizonyos szerves alapanyagban (cytoblastemában) először csomócskák fejlődnek. Ezek a leendő sejtmagok s ezek körül utólag képződik a sejt.

A növényi sejtek ilyetén ismerete vezetett az állati sejtek fölfedezésére. Johannes Müller és Jakob Henle már próbálgatták az állati szöveteket a növényiekhez hasonlítani, de a legtöbbjén hiába keresték a kamrácskákat. Állati szöveteknél semmi nyoma sincs a kamrácskáknak, a sejtes szerkezetnek (lásd melléklet).

A sejtmag ismerete vezetett nyomra, nézzük csak meg az előbbi képet, sűrün tele van a festett metszet kék csomócskákkal, ezek a sejtmagvak; *körülöttük kell lenniök a sejttesteknek is.* Theodor Schwann a magok

nyomán jön reá 1839-ben, hogy az állati szövetek sem állanak egyébből, mint végtelen kicsiny sejtek sorozatából. A sejt teste a legkülönfélébb alakot mutathatja, határainak felismerése sokkal nehezebb ; a sejtmag alakja és szerkezete sokkal állandóbb. Állati szöveteknél a magot kell keresni s körülötte lesz a sejt.

1839* határkő az emberi szövetek ismeretének történetében, az állati sejt felfedezése Schwann nevéhez fűződik, a tőle elvetett eszme az elmult félszázadon át hatalmas tudománnyá fejlődött. A régi Schleiden-Schwann-féle sejt, azaz kamrácska fogalom azonban teljesen átalakult, a kezdetleges eszmék az idők folyamán biztosabb alapokra mentek át. Nem követjük tovább a fejlődés részleteit. Inkább ezen élettani alapfogalomnak átalakulását óhajtjuk szabatosan körvonalozni.

Az átalakulás ugyanis két irányban történt :

1. A sejt — bár a cellula szó megmaradt — nem jelent többé kamrácskát. Rájöttek arra, hogy a sejthártya, amire a régebbi időkben a fősúlyt helyezték, nem lényeges kelléke a sejtnek. A legtöbb állati sejtnek nincs fala, azaz sejthártyája. A legtöbb sejt fiatal korában hártya nélkül való. Belátták, hogy a növényi kamrácskát, sejtet kitöltő folyadék, amit sejtnedvnek (87. ábra) neveztek el, az sem lényeges rész ; ez főkép nagyobb, öregebb növényi sejtek sajátsága.

Úgy a sejthártya, mint a sejtnedv nem más, mint a sejt élő anyagának holt produktuma. Hol hát az élő rész? Minden sejtben találunk (87. ábra) bizonyos nyúlós, vízzel nem keveredő, annál erősebben fénytörő szemcsés anyagot, ez az élő anyag, ezt elnevezték protoplazmának (Mohl használja ezt a szót először 1846-ban), ebben találjuk meg mindig a sejtmagot. *Sejtmag és protoplazma együtt alkotják a sejtek lényegét.* A legtöbb sejt zsenge korában csak ezekből áll. Legutoljára találták meg a legfontosabbat, az élő részt. Fordulópont ez a sejtfelfogás történetében ; a magvas protoplazma-csepp fogalmát, mint a sejt lényegét, Schultze adja meg 1861-ben.

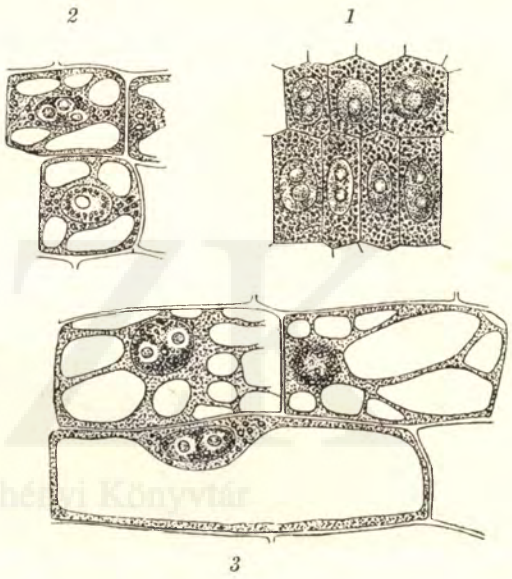
2. Épúgy megdőlnek a sejtek keletkezését illetőleg a Schleiden-Schwann-féle tanok. Ők még azt tanították, hogy szerves nem élő anyagból bizonyos feltételek mellett élő sejtek keletkeznek, először a mag, később a többi. Ez volna a sejtek ősi keletkezésmódja, első származása, a szabad sejtfejlődés a nem élő világból (generatio spontanea). A későbbi kutatások mind e mai napig ezt igazolni nem tudták, *soha senki sejtet keletkezni másból, mint másik sejtből nem látott.*

Az emberileg áttekinthető évezredeken belül, minden élő lény élőből származott. Tudjuk, hogy ama nagyon régi nézeteket, hogy az iszapban bogarak, a piszokban bolhák, a hullában férgek, sőt, mint Aristoteles hitte, a vízben békák önmaguktól keletkeznek, már a XVII. és XVIII. században Spallanzani, Redi, Swammerdam megdöntötték. Harvey (1578—1657) híres angol orvos mondotta már, *omne vivum ex ovo,* minden élő tojásból, petéből származik. E mondással sokszor találkozunk, írták úgy is *omne vivum e vivo,* minden élő élőből kelet-

* *T. Schwann.* Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Structur und Wachstum der Tiere und Pflanzen, 1839.

kezik, 1855-ben Virchow úgy alakította át e híres mondást, hogy minden sejt csakis sejtből keletkezhet: *omnis cellula e cellula.* Semmiféle alapunk sincs reá, a legcsekélyebb adat sem mutatja, hogy földünk felszínének mai viszonyai mellett élettelenből élők keletkezhetnének. Burkenak (1905 június, Cavendish-laboratórium) legújabb vizsgálatai sem igazolják ezt, ott a rádium és a zselatina egymásra hatásából ugyan sajátságos dolgok keletkeztek, de nem bizonyultak élőknek. Nagyjelentőségű adat ez, kifejezi, hogy mindennek, ami él a földön, kora millió évekre nyúlik vissza.

A legkezdetlegesebb, legkisebb élő baktériumot mindig csak hasonlótól látjuk származni, magától keletkezni az élettelen világból soha. (Pasteur 1861.) Itt meg kell állnunk egy pillanatra. Valaha, évmilliók előtt, mikor földünk élettelen felszínén az első élet keletkezett, élettelenből kellett előállania az élőnek; csakhogy évmilliók előtt földünk felszínén egészen más viszonyok voltak mint a maiak; az akkor fönnálló viszonyok és körülmények előttünk teljesen ismeretlenek, arról csak a képzelet világa építheti kártyavárait. Szabad sejtképződés minden valószínűség szerint akkor sem volt. Az első *élő molekulától* a mai *egysejtű állatot* óriási út választja el. Az egysejtű állat már igen bonyolult szerkezet, évezredek sora kellett ahhoz, míg az első élő molekulák sejtekké tökéletesedtek. Ezen első tökéletesedésnek évezredes útjain szakadtak el valahol a baktériumok, amelyek a sejtnél is alacsonyabb szerkezetet mutatnak; s itt valahol válhattak el az első állati sejtek a fejlődés kezdetével küzködő növényvilágtól. Az akkor élt ősi formák rég kihaltak immár, nem ismerte őket senki sem, a ma élő egysejtű lények már igen magas szervezetek; évmilliós tökéletesedett ivadékai a kiveszett kezdetleges szülőknek.



87. ábra. 1. Fiatal növényi sejtek; a cellulát teljesen protoplazma tölti ki. — 2. Idősebb sejt, tele sejtnedves vakuolákkal. — 3. Még öregebb sejt, feltünő sok sejtnedv, az élő anyag a maggal a széleken húzódik meg.

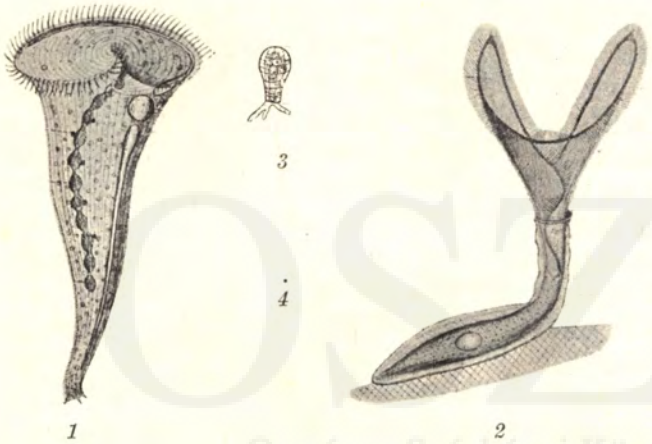
Az első élő molekula keletkezésére különféle teoriákat állítottak fel. Akadtak, akik azt mondták, hogy idegen bolygókról meteorok útján származott ide az élet. Nem valószínű, de ez különben sem felelet a kérdésre. Az idegen bolygón is kellett valahogyan keletkeznie az élő anyagnak. A különféle elméletekből csak pár gondolatot akarunk kiemelni. Ha igaz az, hogy földünk a napnak gyermeke, s valamikor olyan tüzes golyó volt mint szülőanyja, azon a tűzgolyón a ma ismert élő anyagok egyike sem szerepelhetett. *Ahol nincs víz, ott nincs élet, víz nélkül az élet el nem képzelhető, valamennyi élő anyagnak*

közös vonása ez. Tehát csak azután kezdődhetett élet e földön, midőn már annyira lehűlt, hogy a víz lecsapódott rajta. A víz lecsapódása után kezdődött az élet és keletkezése minden esetre nem a véletlen eredménye. Szükségszerű következménye bizonyos ismeretlen feltételeknek és vegyületeknek.

Valamint a ma fennálló viszonyok mellett a víz, mint pára, felhő és eső, örökös körforgásban van, úgy kering folytonosan a föld anyagainak bizonyos mennyisége a szervetlenből az élőbe s onnan vissza a szervetlenbe.

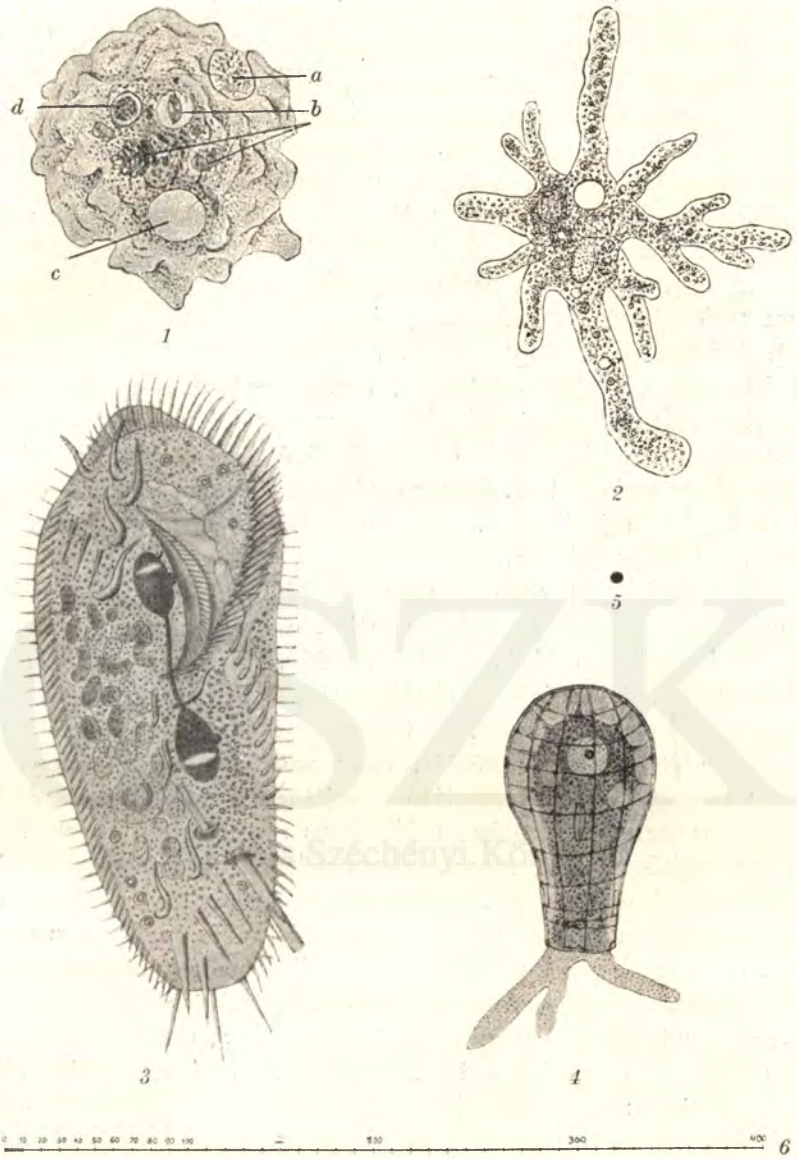
De térjünk vissza a mult század 60-as éveinek magvas protoplazma-csöppjére. Vajjon a későbbi kutatások meghagyták-e a sejt ezen egyszerű definicióját? Előre is kimondhatjuk, hogy nem.

A sejteknek szerkezete sokkal bonyolódottabb, mint valaha hitték. A magvas protoplazma-csepp korántsem fejezi ki sokoldalú titokzatos gépezetét. Az emberi agyvelő mindig egyszerűsítésekre törekszik, valaha úgy képzelte, hogy az élő anyag egynemű nyúlós tömeg, amelynek szilárdabb csomója a mag. Ne higyjük azt, hogy valami, aminek egész nagysága a tizedmilliméteren alól esik, csak egynemű és végtelen egyszerű lehet. Nagyon is hajlandók vagyunk arra, hogy amit szemünk el nem ér, azt kezdetlegesnek, egyszerűnek képzeljük el. Tévedünk. Bonyolultabbnál bonyolultabb szerkezetek vannak a tizedmilliméter alatt. Az emberi képzelet magas szárnyalását játszva főzik le az egysejtű állatok változatosabbnál változatosabb formái. A finom részletek nagy száma és sokfélesége egy-egy sejtnél nehéz próbára teszi tájékozódásunkat. Úgy vagyunk velök, mint a magasabb növényvilág ezerféle virágával. A virágok hihetetlenül sokféle alakja, ezer változatú színpompája, végtelen árnyalatai a különféle illatoknak elkábítanak és szertehúzzák figyelmünket. Csak hosszas tanulmány után, a változatos külső elejtésével, elválasztva a lényegest a lényegtelentől, jutunk oda, s találjuk meg azt, ami minden virágban közös, ami mindegyiknek lényege: a virág a növény szerelmének elmuló formája, folytatása a termés, a növény utódainak biztosítéka; új fejlődésre képes növényegyének csíráit rejti magában.



88. ábra. Egysejtű állatok (= protozoa) 50-szeres nagyításban. — 1. *Stentor polymorphus* csillószőrös édesvizi infuzórium, olvasószerű makronukleusz, a kis fekete pontok rajta a mikronukleuszok. — 2. *Folliculina ampulla* szintén infuzórium, jól látható kerek maggal. — 3. *Quadrula symmetrica* az amoebához közel rokon sejtecske. — 4. *Emberi vörös sejt* a nagyságösszemérés szempontjából, részben Lang után.

A zoológia, állattan öt hatalmas csoportját különbözteti meg az egysejtű állatoknak (protozóáknak), vagy harmincféle rend tartozik ide, mindegyik



89. ábra. Egysejtű állatok (= protozoa) 250-szeres nagyításban. — 1. *Szemölcsös amoeba* (= *amoeba verrucosa*); nagyon nyúlós anyag, *a)* felszedett bakteriumtömeg, *b)* táplálékkal telt vakuolák, *c)* lüktető vakuola, *d)* mag. — 2. *Amoeba proteus*, nyúlványai folyton változók, testében köralakú (fehér) vakuola, és ovalis (pontozott) mag, anyaga sokkal hígabb az előbbinél. — 3. *Stylonychia mytulis* csillangós infuzórium, a sejt közepén, a két végén bunkós, sötétre rajzolt fonál, a makronukleusz, a bunkók mellett a kis mikronukleuszok; egész sora a sejtszerveknek látható, szép példa arra, hogy a tizedmillimeteres állatka mily bonyolódott szerkezetű lehet. — 4. *Quadrula symmetrica* az amoebához közel rokon héjas sejtecske. — 5. *Emberi vörös vérsejt* nagyságösszemérés céljából. — 6. *A mérőléc:* 1 osztályzat = 1 mikron = 0·001 mm. (részben Lang és Luciani után).

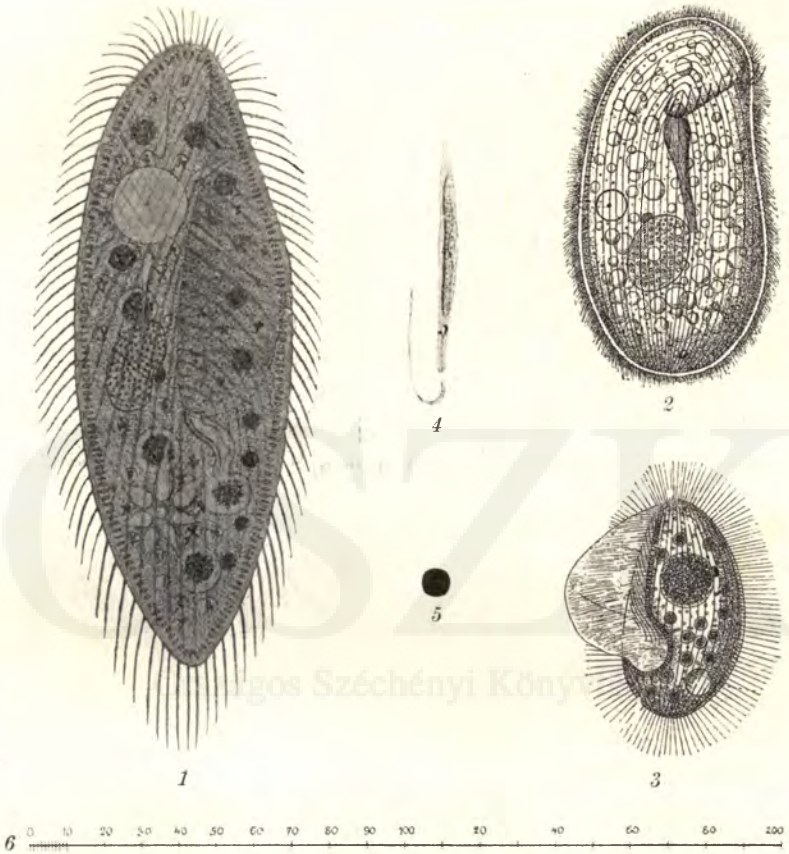
rendben különféle családok, s mindegyik családban különféle tagok sora található. Nézzük meg figyelmesen a mellékelt rajzokon (88., 89. és 90. ábra) látható egysejtű állatokat. Ez csak pár tag a sok közül, mennyi részlet, mennyi változat; eltérő alakok, eltérő nagyságok, mindegyik megél magában, némelyek a tenger, mások a pocsolya vizében. Egy-egy ilyen sejtben egész sorát találjuk a különféle berendezéseknek, amelyek valóságos szerveit teszik az egysejtű egyéneknek. Manapság egész rendszerét ismerjük a legkülönfélébb sejtszerveknek. Külön nyiláson veszi fel táplálékait, külön helyen dobja ki magából a felesleges anyagokat; vannak benne állandóan vízzel telt hólyagok, amelyek ritmikusan telődnek és üresednek, valósággal lüktetnek (permanens pulzáló vakuolák). Csodás kis műhelyek ezek, a legkülönfélébb eszközökkel. De mit keresnek itt ezen egysejtű állatok az ember testéről s ennek működéséről irott könyvben? Célzatosan tettük ide, hogy még jobban átérezzük, mi a sejt lényege, hogy, amennyire lehet, elképzelhetővé tegyük azt, aminek milliárdjaiból épül fel az emberi test. Minden növény, minden állat nem egyéb mint milliókat számláló sejttársaság, amelynek tagjai szigorú feltételek mellett elválaszthatatlanul egyesültek.

Ha átmustráljuk az emberi testnek különféle sejtjeit, ha reámutatunk ezeknek sokoldalú működésére, akkor látjuk csak igazán, hogy az, amit oly egyszerűnek képzeltünk, a látás határán túl fekvő kicsi sejt, szinte hihetetlenül bonyolódott szerkezet. Valóságos elemi szervezetek, organizmusok, melyeknek titkaiba nem egyhamar fogunk belé tekinthetni — talán soha. Ha széttekintünk a legkülönfélébb sejtek között, akár azokat nézzük, amelyek egyedül élnek, akár azokat, amelyek milliárdos sejttársaságnak elenyésző tagjai, és a sok változatos forma, külsőség és járulékos részek között keressük ezeknek lényegét, azt fogjuk találni, hogy minden sejtnek három lényeges része van: 1. a sejttest = protoplazma, 2. a sejtmag = nukleusz, 3. a vezértest = centroszóma. Találhatunk ugyan sejteket, melyeknek nincs magjuk és vezértestük, ilyenek pl. az emberi vörös vérsejtek, de az ilyen sejtek túllépték már életük delét, működésük nagyon egyoldalú, sorsuk a pusztulás.

1. A sejtprotoplazma, azaz sejttest mennyisége, alakja a legkülönbözőbb lehet. Finomabb szerkezete ismeretlen. Mindazonáltal négy ellentétes nézet forog közkézen róla, hogy: *a)* fonalas (Flemming), *b)* habos (Bütschli), *c)* szemcsés (Altmann), *d)* homogén szerkezetű. Vegyi jellemvonása, összetétele igen különféle, de mindig tartalmaz fehérjéket. Fehérjék alatt a tojásfehérjéhez hasonló s vele rokon testeket értjük. A sejtprotoplazma tele lehet mindenféle nem élő dolgokkal, amiket vagy kivülről szedett fel, vagy maga termelt. A protoplazma élő és nem élő része közt éles határt vonni nem tudunk.

2. A sejtmagot (nukleusz) az esetek legtöbbjében gömbölyű hólyag, finom hártya, a maghártya választja el a protoplazmától, nevezetes anyag benne bizonyos foszfortartalmú fehérje, amely erősen megfesthető. Szövetmetszeteken a jól festett pontok, csomók tulajdonkép a sejtmagvak. Nagyobb nagyításnál a magban egy vagy két kisebb test található, ezek a magocskák. Vannak sejtek, ahol a mag alakja nem gömbölyű, hanem karéjos, vagy patkóalakú, sokszor olvasószerű. A legtöbb sejt egymagvú, de vannak sokmagvúak is;

a magvak száma akár több száz is lehet. A magok finomabb szerkezete meglehetősen bonyolult, a nézetek e tekintetben is szétágazók. A legtöbb egysejtű állatnak két magja van, az egyik nagyobb (makronukleusz), a másik kisebb (mikronukleusz); a két mag szerkezete és működése egymástól különbözik.



90. ábra. Egysejtű állatok (= protozoa) 500-szoros nagyításban. — 1. *Paramaecium caudatum.* Csillószőrös infuzórium; két végén lüktető vakuola: az egyik a telődés, a másik a kiürülés szakában; középen egymás mellett a makro- és mikronukleusz, ezenkívül egész sora a sejtszerveknek látható. — 2. *Nassula elegans.* Csillangós infuzórium, jól látható makro- és mikronukleusszal. — 3. *Pleuronema chrysalis* szinten infuzórium, a kétféle maggal, vakuolával és kidudorodó hullámzó hártyával. — 4. *Euglena elongata* ostorfonalas állatka. — 5. *Emberi vörös sejt* nagyságösszemérés céljából. — 6. *Mérőléc:* 1 osztályzata = 1 mikron = 0·001 milliméter, részben Lang nyomán.

Újabb adatok oda látszanak mutatni, hogy a magasabbrendű állatok egymagvú sejtjeiben a mag a makro- és mikronukleuszok anyagának összeolvadásából származott.

3. A vezértest (centroszóma) finom pontszerű testecske a mag közelében. Van Beneden és Boveri fedezték fel 1887-ben. Az egysejtű állatoknak nincs

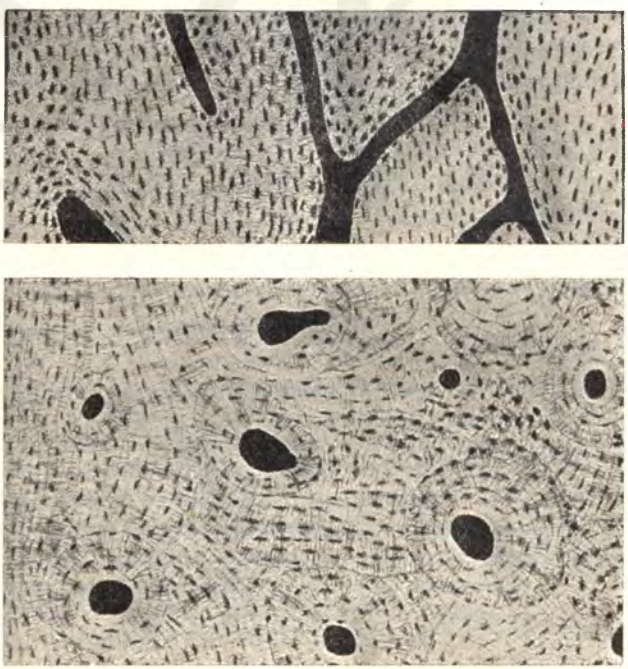


91. ábra. A tyúktojás sárgája: egyetlen sejt — a tyúk petesejtje — finom sejthártyával, fölül a csirával, amelyből majd az embrió fejlődik. Alig valami élő protoplazma mellett rengeteg a felhalmozott táplálék: a sárga és fehérszík, amelynek finomabb elrendezése látható.

vezértestük. A vezértest körül a protoplazma sugaras elrendeződést mutat (97. ábra).

Az itt elmondott pár részlet korántsem ad betekintést a sejt titokzatos gépezetébe. Hogy az élő anyag mily csodálatos valami, az csak akkor tünik ki igazán, ha elmondjuk, hogy mi mindenre képes. A legfényesebben, a leggazdagabban berendezett vegyi gyár az eszközöknek ezreivel nem tud annyi sokféle anyagot készíteni, mint az élő protoplazma.

Megfoghatatlanul áll előttünk, hogy az a látszólag azonos, szerkezet nélküli élő anyag hogy űz csúfot a mi vegyi tudásunkkal. Amit ő gyárt, annak legtöbbjét nem tudjuk egyáltalán mesterségesen előállítani. Igénytelen berendezése gondosan őrzi a gyártás titkait, pedig sokoldalúsága utólérhetetlenül áll. A gyártott anyagokat a protoplazma sokszor önmagában halmozza fel és rendezi el, úgy hogy a sejttest szerkezete a termelt anyagok révén egészen átalakul; máskor ismét maga körül rakja le, a legváltozatosabb környezetet teremtve magának; ismét máskor a termelt anyagokat vízben oldva kidobja magából, mint különféle oldatokat és váladékokat.

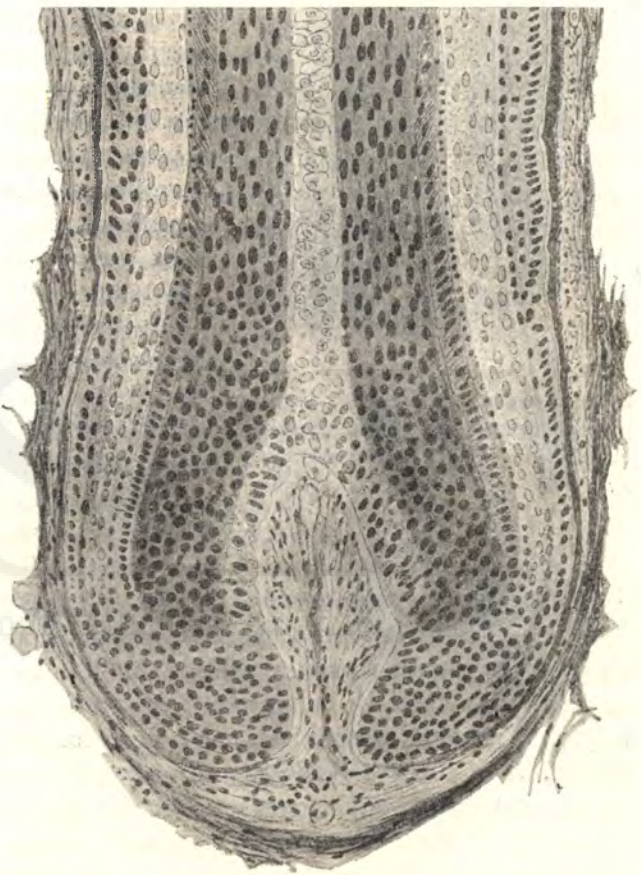


92. ábra. Vékony csontcsiszolatok: a nagyobb fekete részek az erek helyét jelölik, az egész kicsik mikroszkopi csontüregecskék a csonttermelő sejtek számára.

Beláthatatlan sora a különféle anyagoknak, amit az egész növényvilág és állatvilág fel tud mutatni; mind sejteknek a termelése, mind az élő anyag elképzelhetetlenül sokoldalú működésének bizonyítéka. Nagyon messze vezetne, ha e sokoldalúságot részletezni akarnók, külön nagy fejezet kellene hozzá. Megelégszünk, ha pár példával bevilágítunk a sejttermelés titkaiba.

Mondottuk, hogy a sejt az anyagok egy részét, amit termel, maga körül halmozza fel. A sejtprotoplazma legegyszerűbb, leggyakoribb termelése finomabb vagy durvább hártya, mely a sejt testét védőleg veszi körül. A sejthártya, a régiek sejtfalnak is nevezték, alkotta

valaha a XIX-dik század elején a sejt lényegét. Az állati sejtek legnagyobb részének nincsen sejthártyája, egyeseknek van. Valamennyien ismerjük például a tojás sárgájának (lásd 91. ábra) finom hártyáját, amely ha beszakad, a sárga rész szétfolyik. A tojás sárgája nem egyéb, mint egyetlen nagy sejt, az előbb említett finom hártya a sejthártya. Ha a sértetlen tojás sárgáját megfigyeljük, a tetején fehéres pontot találunk, ezen kis területből fejlődik idővel a tyúkembrió. A nagy tömegű sárga rész nem egyéb, mint holt táplálék, az úgynevezett szíkanyag. A szíkanyag, amint a mikroszkóp elárulja, kisebb-nagyobb szíkgolyócskákból áll, e golyócskák szintén a sejtprotoplazma termelései, csakhogy nem a sejten kívül halmozódtak fel, hanem keresztül-kasul kitöltik a sejt testét. Mily óriási sejt a tojás sárgája, gazdagon telve félretett holt táplálékkal, s mellette az élő anyag mennyisége elenyészően kicsi.

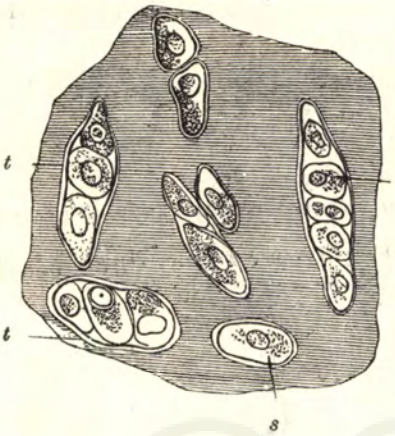


93. ábra. Az emberi haj gyökere — hagymája. Jól látható a sejtes szerkezet, a sötétebb pontok mind sejtmagok; a hajszál tövét körülvevő hajtüsző szélei is láthatók. (Stöhr nyomán.)

A növényi sejteknél a sejthártya nagy szerepet játszik, néha tekintélyes vastagságot ér el. A növényi sejthártyák nagy része cellulozetartalmú. Cellulozehártyák azok, amiket az emberi bélrendszer oly rosszúl tud megemészteni, ezért nem emésztődik a szőlő, a szilva, a főtt kukorica héja stb. A tiszta vatta nem egyéb, mint celluloze, nem más, mint növényi sejthártyák tömege. Ez adja a papir alapanyagát, a hófehér itatós- vagy szűrőpapir csaknem tiszta cellulozéból áll. Könyvtáraink nem egyebek, mint átalakított növényi protoplazmatermékek. A növényi sejthártyák másik nagy része faanyaggal telik meg, ezt is a sejtek termelik.

Bámulatos, hogy csak fában hány féleséget tud termelni az élő sejtanyag. A kender, a len fontos anyaga, amiből vászon készül, hasonlókép a növényi sejtek termelése.

Az állati sejtek maguk körül sokszor mész- (calcium) sókat választanak ki. A szép kagyló- és csigahéjak az állat felületét alkotó sejtek meszes kiválasztásai. Ha papirvékony csiszolatban mikroszkóppal megnézzük az emberi csontokat (92. ábra), akkor látjuk, hogy sűrün tele vannak végtelen kicsiny üregecskékkel. A kis üregecskéket ezredmilliméteres tágasságú finom csatornarendszerek kötik össze. Az élő csontban a kis üregecskék mindegyikében egy-egy sejtecske ül, maggal és protoplazma-testtel, sejthártya nélkül. E sejteknek a termelése a csont. A felhalmozódó csontanyag eltávolítja egymástól a sejteket, később már csak az említett finom csatornarendszeren keresztül érintkezhetnek egymással. A csontokhoz hasonló sejttermék a porcogó. Ha a fehér áttetsző porcogóból finom metszeteket készítünk, s megnézzük mikroszkóp alatt, a porcogó egynemű anyagában sűrün elhintve sejteket találunk. A sejtek termelése a körülöttük lévő porcogó (lásd 94. ábra). Éppígy termelhetnek az állati sejtek maguk körül különféle durvább és finomabb rostokat, amelyek egész recézetet, fonatokat alkotnak. Igen finom fonalas szövedék alkotja az agyvelő alapvázát; ez nem egyéb, mint az úgynevezett glia-sejtek produktuma. Sokszor az egész sejt átalakul; ilyen átalakult sejtrendszerek a köröm, a haj, a gyapjú. (93. ábra.)



94. ábra. Üvegszerű porcogó, bordaporcogó metszetéből frissen glicerinben 250-szeres nagyítással vizsgálva; *s*: sejtek, *t*: sejttokok. Thanhoffer nyomán.

A sejttermelte anyagoknak második csoportja nem a sejt körül, hanem magában a protoplazmában halmozódik fel. Igen gyakori jelenség az idősebb növényi sejtekben és az egysejtű állatokon, hogy a protoplazmában kisebb-nagyobb, sőt nem egyszer igen nagy, vizes folyadékkal telt hólyag — vakuola — lép fel. A vakuola folyadékát sejtnedvnek nevezték, s volt idő, amikor azt hitték, hogy a növényi kamrácskákat csupán ilyen folyadék tölti ki, s hogy a sejtnedv képezi a sejt leglényegesebb részét. Sokszor a kívülről felvett táplálékok ilyen vakuolába kerülnek, s ott alakulnak át emésztés révén (intracelluláris emésztés) felvételre alkalmas anyagokká. A növényi sejtekben a protoplazmának két leggyakoribb nagyfontosságú produktuma a klorofil és a keményítő. A klorofil adja a növények zöld színét és a napfény melegében foglalt energiát úgy tudja értékesíteni, hogy a levegő szénsavából keményítőt termel. A gabonának, a liszteknek több mint ötven százaléka keményítő. A keményítő átalakítása cukrot ád, cukor erjedése adja az összes szeszes italokat. A liszt, a keményítő, a cukor és a szesz mind az élő anyag titokzatos vegyi képességeinek eredményei.

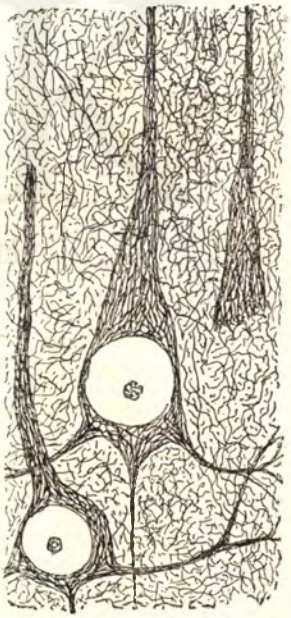
Már láttuk a tojás sárgájának szikgolyócskáit, ahhoz hasonló termék minden állati zsír. Sokszor az állati sejtek festékeket készítenek. A festékek finom rögökben halmozódnak fel a sejt testében. Ezek teszik barnává a napsütötte bőrt, s feketévé a négert.

A belső sejttermelésnek sokszor az az eredménye, hogy a valaha egyszerű sejt sajátos belső szerkezetet kap. Nézzük meg például az emberi izomsejteket (lásd melléklet). Az egész sejtet belül harántul csíkolt, bonyolult szerkezetű anyag tölti ki, nem egyéb az, mint az izom eredeti protoplazmájának lassú termelése. Hasonló eredésű sajátos fonalas szerkezet tölti ki az emberi idegsejteket (lásd 95. ábra).

Harmadik csoportját a sejttermelésnek bizonyos oldatok teszik, ezek a különféle váladékok, a növényi gyanták, tejnedvek, a tojás fehérjéje, a kígyók mérge, embernél a verejték, a tej, a nyál, a gyomornedv stb., mind ilyenek.

E rövid szemelvények meggyőzhettek arról, hogy mily sokoldalú a sejtnek, az élő anyagnak vegyi működése. A virágok illata, a gyümölcsök édessége, az erdők zöldje, butoraink és fa-alkotásaink anyaga, a vászon, gyapjúszövetek és papiranyagok, különféle bőrök, az állati és növényi világban előforduló mindenféleség: mind az élő anyag kémiai tehetségeit tárja elénk.

Hogy az élő világ termeli e különféle anyagokat, ha nem is oly tisztán mint ma, már évezredek óta tudjuk. Ám a XIX-ik század eredménye az, hogy mindezen anyagokat szabad szemmel nem látható, századmilliméteres, azonos szervezetű elemi szerkezetek, a sejtek hozták létre. Az élő anyagnak legkisebb egysége a sejt, amely igen sok esetben egyedül is önálló életet folytat.



95. ábra. Piramis alakú idegsejtek, látható a protoplozmának fonalas szerkezete (neurofibrillumok) (Retzius után).

Csodálatunk még inkább fokozódni fog, ha itt-ott bepillantunk azokba a viszonyokba, amelyek között az élő anyagot, vagyis az élő sejteket megjelenni látjuk. A legkülönfélébb, helyenkint egymástól nagyon eltérő feltételek között, talán földünk minden talpalatnyi helyén találkozunk a növény- és állatvilág egyes tagjaival. Az élő anyag, az élősejtrendszerek a legkülönfélébb formában és változatban benépesítik az egész föld felületét, elárasztják összes vizeit. Tán itt-ott vannak szigetszerű helyek, ahol nagyon zord viszonyok kiölik az életet. Más a forró égalj tropikus világa tigriseivel és oroszlánaival, e hatalmas macskafajokkal, a majmokkal és kolibrikkal telt átjárhatatlan őserdőivel, más a hótól fehérlő sarkvidék világa jegesmedvéivel, úszó madaraival, mások a mi növényeink, mint a magas Alpesekéi, más az élet a sós tenger fenekén és más a folyók édes vizében. Sokat tanulmányozták az élet szélső határait, érdekesek ez adatok, mert megmutatják, hogy a sejtek mennyire eltérő körülményekhez, környezethez tudnak alkalmazkodni, s hogy az elvileg azonos magvas protoplazma-csepp hihetetlenül eltérő viszonyok között fenntartja és tovább fejleszti életét.

A *kiszáradás* a legtöbb élő növényre és állatra *halált jelent*. Az alsóbbrangú állatok mind vízi állatok, a szárazföldieknek külön belső folyadékrendszerük van,

s felületük, ha nem is gátolja meg teljesen a párolgást, biztosítja őket a kiszáradás ellen. Minden nem vizi állatra kötelező a belső folyadékrendszer. A víz hiányát a különféle élő szervezetek nem egyformán tűrik el, de vannak különös, majdnem érthetetlen kivételek. Már Leeuwenhoek (1719) tapasztalta, hogy az esővíz-csatornák porában apró kis állatok találhatók, melyek teljesen beszáradhatnak, élettelenekneknek látszanak, de esővízzel nedvesítve újra élednek. Az összeszáradt ráncos tömeg először megduzzad, az állat rendes alakja lassan visszatér és negyedórán belül mozogni kezd. A nagyítóval látható kis állat az ízeltlábúak közé tartozik, a pókokkal rokon, neve: Makrobiotus Hufelandi. Azóta más állatkákon is tettek hasonló tapasztalatokat.

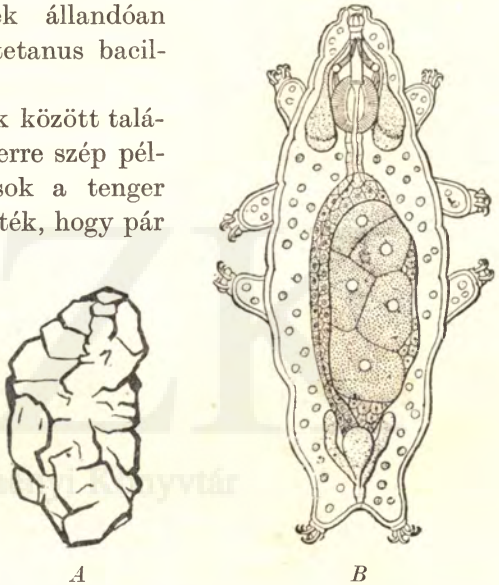
Száraz állapotban az élet legcsekélyebb jeleit sem mutatják, legalább mai módszereinkkel minimális anyagcserét sem tudunk kimutatni, s ha vízben feláztatjuk őket, lassan megelevenednek, ez a jelenség az *anabiozisz*. Valóságos tetszhalottak a »vita minima« jelei nélkül. Hasonlóak bizonyos növényi magvakhoz; azok is évek hosszú során át megtartják életképességüket teljesen szárazon. Tévedésen alapultak azok a nézetek, hogy egyiptomi múmiák mellett talált ezeresztendős búzamagvak életképesek, de kifogástalan kísérletek bizonyítják, hogy hatvan évig száraz helyen tartott mimóza-magvak kicsíráztak. Selyemhernyó-peték száz napig szárítva (Piutti 1888) élők maradtak. Találóan hasonlította Preyer a tetszhalott-állapotot a felhúzott órához, amelynek ingáját fogva tartjuk, míg a halott sejt olyan, mint az eltört kerekű óra. A tetszhalott sejtek, bár elakadt bennük az élet, megtartották annak összes belső feltételeit; a holtsejtekben ez visszahozhatatlanul elveszett. Szép tanulság, hogy az élet nemcsak külső, hanem belső tényezőktől is függ.

A legtöbb sejt *oxigén nélkül* nem dolgozik, de itt is vannak különös eltérések. Az élesztőgomba oxigén nélkül is átalakítja a cukoroldatokat szénsavra és alkoholra. Egész sorát ismerjük ma a baktériumoknak, melyek vígan élnek és tenyésznek levegő nélkül. Igen meglepő Pflüger béka-kísérlete. Húsz órán keresztül teljesen oxigénmentes légkörben tartott egynéhány békát, öt óra múlva a békák csak bágyadtaknak látszottak, a halál csak a tizenkilencedik órában állott be. Midőn a huszadik óra után az állatokat kivette és felbontotta, kitűnt, hogy szívük még szabályosan ver, vérkeringésük teljesen rendes, sőt bizonyos idő múlva az állatok szurkálásra is reagáltak. Az állatok nem tértek többé magukhoz, úgy viselkedtek, mint olyan békák, melyeknek agyvelejét kiszedjük. A huzamos oxigénhiány megölte az érzékenyebb agyvelő-sejteket, de az állat többi sejtjei elviselték e durva beavatkozást.

Bámulatos, hogy az élő sejtek milyen különböző hőmérséket s nyomásokat tűrnek el. Az ember belső sejtjei állandóan 38° C. mellett élnek, bőrünk sejtjei sokkal hidegebbet elviselnek. Ha az egész emberi test 30° C-ra lehűl, elvész az öntudat, az illetők a lázas beteghez hasonlóan félrebeszélnek. Ha a test melege 26—24° C-ra száll alá, bekövetkezik a halál; akiket zord téli időben az országúton megfagyva találnak, azok kihűlés révén pusztultak el. Az emberi test akkor fagy meg, ha —1½—2° C-ra hűl alá, de a halál már + 24° C-on bekövetkezik. Felnőtt ember nehezebben hűl le mint a kis pólyásbaba, az ő kis teste nehezen tud védekezni a lehűlés ellen; ha nyári időben hűvös pincében takaró nélkül

felejtenők, pár óra alatt bekövetkeznék a kihűlési halál. A melegvérű állatok hőmérséke átlag az emberéhez hasonló, a madarak melegebbek, a galamb 42 C. fokos. Hidegvérű állatok hőmérséke a környezettel változik. Régi tapasztalat, hogy békák és halak megfagyhatnak, s ez nem okozza halálukat. Ezekre vonatkozólag Pictet pontos kísérleteket végzett. —15° C-ra lehűtött megfagyott halak óvatos felmelegítésre megelevenednek, a —20° C. megöli őket. A békák —28° C-t veszély nélkül elviselnek, a megfagyott békák oly kemények, hogy könnyen darabokra törhetők; ha a —28 C. fokos békákat felmelegítjük, lassan mozogni, ugrálni kezdenek. A csigák —120° C-t elviselnek, s vannak baktériumok, melyek eltűrik a —200 C. fokot is. Lássuk most már a magasabb hőmérsékeket. A legtöbb élő állati sejt elhal 45—50° C. mellett, de találtak algákat, melyek állandóan tenyésztek 53 C. fokos tó vizében; a tetanus bacillusa 100° C-on sem pusztul el.

Hogy milyen különös körülmények között találunk élő sejteket és sejtrendszereket, erre szép példákat nyújtanak a legújabb kutatások a tenger mélyének állatvilágáról. Valaha azt hitték, hogy pár száz méter mélyen nincsenek már élő állatok. A kábelmunkálatok adtak legelőször adatokat, hogy több ezer méter mélyen különös élő lények találhatók. A Nagy oceán egyes helyeken kilenc kilométer mély, az egész Himalája hegységet a legmagasabb csúcsával, a Gaurisankárral együtt el lehetne süllyeszteni benne, s még felette 800 méteres vízréteg maradna. E hihetetlen mélységben a víz súlya oly nagy nyomást fejt ki, hogy a lebocsátott eszközök farészei felére, a parafadugó-részek harmadukra megkisebbednek. Négyezer méteres vízoszlop négyszáz atmoszféra nyomást képvisel, ennek súlya olyan teher, hogy két négyszögméterre nyolc millió kilogramm nyomása jut. (Seeliger.) (Az ember felületét átlag két négyszögméternek vesszük.) Most tegyük még hozzá, hogy négyezer méter mélyen állandóan 0° C., sőt —1° vagy —2° C. hideg van, s hogy a legderültebb nyári napon is a déli órákban hatszáz méter mélyen a tengerben már minden koromsötét; a fény korántsem tud áthatolni ily vastag vízrétegen és íme az örökké sötét és örökké jéghideg, siri csöndes helyen, az óriási víznyomás alatt gazdag állatvilág örül az életnek. Egy részük néha felemelkedik a magasabb régiókba, de a többiek állandóan lenn, mindig csak lenn tartózkodnak. A magvas protoplazma-csepp ott is él és betölti az ő hivatását; ott is találunk egysejtű állatokat s magasabbrangúakat. Különös jószág az a sejt, megél a legkülönfélébb viszonyok között. A mi belső sejt-



A *B*

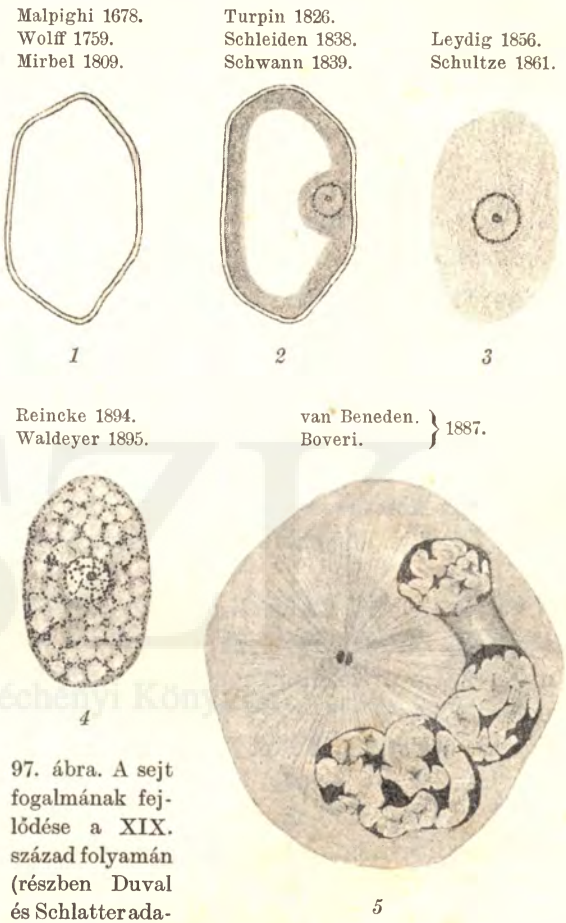
96. ábra. A Makrobiotus Hufelandi (esővízcsatornákban él), *A* összeszáradt tetszhalott állapotban, *B* ugyanaz 1/4 órával a megnedvesítés után mozogni kezd, ez az anabiozis jelensége.

jeink is örökös sötétben élnek és hatalmas nyomásokat viselnek el. Gondoljunk csak száz kilónál nehezebb emberre, milyen nyomás alatt állanak talpának élő sejtjei, vagy boka-izületének porcogós részei, vagy jusson eszünkbe két hatalmas birkózó, amint szorongatja és gyúrja egy a mást. A növésben lévő kis elefántban milyen súlyt emelnek a szaporodó, osztódó sejtek.

Ezek után talán érdekelni fogja az olvasót, hogy a csodás képességű élő anyagnak, a sejt testének és magvának milyen a vegyi összetétele. Nehéz vizsgálatok ezek, a sejt, amint látjuk, kívül-belül annyira telve lehet különféle produktumokkal, hogy belőlük kifejteni az élő anyagot alig lehet. Az eddigi eredmények csak durva betekintést adnak az élő anyag vegyi jellemébe. Kitünt, hogy a különféle sejtek vegyi összetétele más és más, s hogy a protoplazma nem egységes test. Minden tapasztalatunk arra mutat, hogy a leglényegesebb részét fehérjék teszik. Fehérjék alatt a tojásfehérjéhez hasonló, vele rokon testeket értünk. Hosszú sorát ismerjük manapság a különféle állati és növényi fehérjéknek. Finomabb szerkezetük ismeretlen; elemi alkotó részeik a következők: szén, hidrogén, oxigén, nitrogén és kén. Vannak még bonyolultabb fehérjék, amelyek a mondottakon kívül foszfort és vasat is tartalmaznak. A vérünk piros színét például a hemoglobin adja; ez nem egyéb, mint vasas fehérje. Sok a foszforos fehérje a tojás sárgájában és foszforos fehérje van a tejben is. A fehérjék jó része főzéskor megváltozik. Tudjuk jól, hogy a nyers tojásfehérje átlátszó, vízzel tetszés szerint higítható, és tiszta, átlátszó vizes oldata rázásra erős habot ád; de tudjuk azt is, hogy a főtt tojásban a tojásfehérje átalakul fehér, vízben többé nem oldható, átlátszatlan, könnyen szétmorzsolható tömeggé, alvadt fehérjévé. A protoplazma ilyen megalvadó fehérjékből áll vas- és foszfortartalom nélkül. Valamennyi sejtmagot pedig foszforos fehérjék alkotják, ezek rendesen nem alvadnak meg, épen úgy, mint a tej foszforos fehérjéje; hiába főzzük az édes tejet, az mindig oldat marad. A protoplazmán kívül a sejt testében előfordulhatnak még zsírok és szénhidrátok. Egyelőre jegyezzük meg röviden, hogy szénhidrátok alatt a különféle cukrokat s közeli rokonaikat értjük. Valamennyi zsír és szénhidrát ugyanazon elemi alkotórészekből és pedig szénből, hidrogénből és oxigénből áll, a különbséget köztük a három alkotórész változó aránya és az eltérő szerkezet adja meg. Zsírokat, szénhidrátokat a magban egyáltalán nem találtak. Minden sejt tartalmaz továbbá vizet és különféle sókat és pedig konyhasót, magnéziumos és meszes anyagokat. Még egyszer hangsúlyozzuk, hogy a sejtek kémiai analizise csak durván mutatja meg, hogy mi mindenféle anyag fordul elő a sejtben; amiket mi felsoroltunk, azok a legfontosabbak. Hogy melyik az élőrész a sok közül, arról korántsem kaptunk felvilágosítást. A zsírok és szénhidrátok hiányozhatnak a sejtből, de fehérje, só és víz soha. E három anyag nélkül nem látunk állati életet. Minden egysejtű állat elhal rövid idő alatt, ha párolt (desztillált) vízbe kerül, amely kiáztatja belőle az említett sókat. Minden állat elpusztul, ha teljesen kiszárad (bár van egy-két különös kivétel). *Nincs sejt, amelyben ne volna fehérje.* És mégis e három anyag együtt nem jelent életet; fehérje, só és víz van a nyers tojásfehérjében és a tejben is. Mi a különbség az élő és a nem élő fehérje közt? Választ adni erre nem tudunk, nagyon durvák hozzá a kémiai módszerek. Sok minden anyagról lehetne itt szó, de túlesnek az észlelés határain.

Igyekeztünk az elmondottakban megvilágítani a sejtnek lényegét, láttuk, hogy évtizedről évtizedre milyen lassan tisztázódtak az eszmék a sejt mivolta körül. Pillantsuk át még egyszer a sejtfogalom különböző fázisait. Valaha a sejthártya tette a lényegét, kamrácskákról beszéltek változó tartalommal. Később a kamrácskában talált vizes folyadék, a sejtnedv játsza a főszerepet. Körülbelül a mult század közepén találják meg az igazi élő anyagot: a magvas protoplazmát. Akkor folyik az évtizedes nagy vita, amelynek eredménye, hogy a sejthártya és sejtnedv mind lényegtelenek, esetleg megvannak, esetleg hiányoznak, s nem egyebek, mint az élő anyag holt termékei. A század vége felé egyre tarthatatlanabb lesz az a felfogás, amely a magot egyszerűen csomónak, a protoplazmát egynemű anyagnak gondolta. Lassan gyűlnek az adatok, különösen a sejt magvára, amelyek azt igazolják, hogy amit egyszerű csomónak véltek, igen bonyolult szerkezet, amelynek csodás berendezése különösen a sejtek osztódásánál válik láthatóvá. (A magoszlásról később fogunk beszélni.)

A század utolsó két tizedében bebizonyosodik, hogy a magon és a protoplazmán kívül a sejtnek lényeges alkotórésze a vezértest. Jelenleg egyre halmozódnak az észleletek, amelyek azt igazolják, hogy a protoplazma sem egynemű anyag, hanem annak is igen bonyolult, előttünk részben rejtett szerkezete azaz mechanizmusa van, amely bizonyos magasabb működéseknél válik láthatóvá. (A mellékelt összeállítás a sejtfogalom fejlődésének különböző fázisait akarja feltüntetni 97. ábra.) Az



97. ábra. A sejt fogalmának fejlődése a XIX. század folyamán (részben Duval és Schlatter adatai nyomán). — 1. *1800.* A sejt mint egyszerű kamrácska = cellula, tetszés szerint változó tartalommal; legfontosabb része a sejtfal. — 2. *1839.* Nem a fal, hanem a tartalom a fontos; a sejtnedv és a mag a jelentős részek. — 3. *1861.* Az élő anyag magvas protoplazmacsepp; sejthártya, sejtnedv csak holt termékek. — 4. *1890.* A mag és protoplazma korántsem egyszerű, egynemű anyagok, a bonyolult szerkezet különösen a fonalas magosztódásnál válik láthatóvá. — 5. *1900.* Az élő anyag egysége, a sejt mindig három részből áll: protoplazma, mag, vezértest. Belső szerkezete a viszonyok és kor szerint változó. Más az idegsejt, más a petesejt belső szerkezete stb. A sejtosztás feltünő szerkezetváltozással jár.

imént vázolt bonyolult sejtszerkezetnél egyszerűbbek is találhatók, a legkezdetlegesebbek a baktériumok. Talán ők teszik az átmenetet az első élő molekulától a magasabb sejtek felé.

Befejeztük immár a sejt történetét, összefoglaltuk röviden egy hosszú század szakadatlan munkásságának eredményeit, amely oda irányult, hogy megállapítsa a sejtek alaki megjelenését és szerkezetét. Mindenben, ami él, a közös vonás, a közös elemi rész a sejt. Sok részletét ismertük meg titokzatos szerkezetének, de összefüggő belátásunk az élő anyag misztériumába még csak az új század jobban előrehaladó kutatásaiban látszik derengeni.

3. A sejtek életjelenségei.

Felkutattuk az egysejtű állatokat, amelyek sokszor oly kicsik, hogy, mint Huxley mondta, százával táncolhatnának a tű hegyén. Század és ezredmilliméterekre bontottuk a növényi és állati testeket. A leghatalmasabb szervezetek is egyetlen kicsi sejtből keletkeznek. Akár a harminc méteres bálna, mely dacolni képes az óceánnal, akár a kaliforniai fenyőóriás, mely sértetlenül marad az égi háborúk után, akár az ember, aki urává tudott lenni a földgolyónak, mind egyetlen sejt millió meg millió osztódásának eredményei. Ki tudná azt megmondani, hogy a hetven kilogrammos embernek hány sejtje van? Csak találgathatunk a milliárdok között, kiszámítani nagyon hozzávetőleg lehet.

Az embert alkotó sejtek nagyon sokfélék, vannak köztük igen kicsik, s vannak olyanok, amelyek, mint sejtek, valóságos óriások. Egyes szöveteinkben a sejtek sűrün fekszenek egymás mellett, úgy hogy alig maradnak ezredmilliméteres hézagok a sejtek között, más szövetekben távol esnek egymástól. Szétszórtan hevernek, amint láttuk, a csontban, a porcogóban s egyéb szövetekben. A sejtek között maradó területeket csont, vagy porcogó, vagy egyéb anyag tölti ki, amit a sejtek halmoztak fel maguk körül. Vegyük fel úgy találomra, hogy a hetven kilogrammos emberben a sejtek között fekvő anyagok mennyisége húsz kiló, s a többi 50 kiló csupa sejt. Egyike a legkisebb emberi sejteknek a vörös vérsejt, ötven kiló szövetben elfér belőlük 500.000 milliárd. Egyike a legnagyobb emberi sejteknek a petesejt, ezekből körülbelül öt milliárd tenne ötven kilót. Összevetve a két szélsőséget, elfogadhatjuk a valószínűségét, hogy hetven kilogrammos embernek talán 200.000 milliárd sejtje van: ezeknek együttes élete a mi életünk. A sejtélet titkának milliárdos fokozása vezet a mi életünk bonyolult viszonyaira.

Különféle rendű és rangú sejtjeink csoportokat képeznek bennünk; különféle szöveteink nem egyebek, mint azonos sejthalmazok, sejtrendszerek. Más és más sejtjeink a legkülönfélébb feladatokat teljesítik. Gondoljunk csak vissza a sejtműködés sokoldalúságára. Láttuk az előző fejezetben, hogy az élő anyagnak egyedül kémiai képessége mennyire változatos, s mily belát hatatlan sorát tudja termelni a különféle anyagoknak. Nem ütközhetünk meg többé afölött, hogy sejtjeink a legkülönbözőbb feladatokra alkalmasak. Bármilyen feladatot is teljesít egy-egy sejt vagy sejtcsoport a mi összetett

életünkben, valamennyinek közös vonása, hogy él. Mi emberek a legkülönbözőbb foglalkozást űzzük, ki szellemi munkával, ki mesterséggel keresi boldogulását; a köznapi élet végtelen sorát tárja elénk a legkülönfélébb megélhetési módoknak; de bármi legyen is foglalkozásunk, valamennyien táplálkozunk, táplálkoznunk kell, hogy életben maradjunk, hogy munkaképességünket el ne veszítsük; s így van ez a mi sejtjeinkkel is. Minden sejt csak addig képes teljesíteni különféle feladatait, amíg él. Bármi legyen sejtjeink speciális foglalkozása, hogy ezt betölthesse, élnie kell. Közös vonása ez valamennyi emberi sejtnek s bármilyen más sejtnek e föld kerekén. A legkülönbözőbb nagyságú, formájú sejtben az élet lényege, alapprincipiuma azonos.

Kisértsük meg a sejtműködés oly sokféle megnyilatkozásai között kikeresni a leglényegesebbeket. Nagyon nehéz feladat ez, s minél többsejtű az állat, annál nehezebb. Az emberi test milliárdos sejtállama bonyolult viszonyokat tár elénk, amelyekben a tájékozódás fölötte nehéz. Ne sajnáljuk a fáradságot, s válasszuk mi is azt az utat, amelyet az élet tanulmányozásával foglalkozók követtek. Térjünk vissza ismét az egysejtű állatokra, a viszonyok ott a legegyszerűbbek. Az út hosszabb; kerülőt teszünk; de az ott szerzett tapasztalatok a legbonyolultabb viszonyok között is biztos vezetőink lesznek.

Sokan mosolyognak azon, hogy az orvosok állatokkal kisérleteznek, hogy az ott nyert tapasztalatokat embereken értékesítsék. E mosoly maradványa ama régi hitnek, amely az emberállatnak külön helyet akart kijelölni a természetben az élő szervezetek sorában. Viszont ne higyjük, hogy az állatokon nyert tapasztalatok az emberre minden meggondolás nélkül átvihetők; de ha megtanulunk eligazodni az egyszerűbb viszonyok között, nyugodtabb kézzel nyúlhatunk a bonyolultabb emberi szervezethez. Állatkisérletek bizonyították be a tüdővész okát; nyulakon gyártott anyaggal gyógyítjuk a veszettséget; élő borjukból készül a himlő oltó-anyaga, s lovak vére adja a difteriaellenes szérumot. Állatoperációk győztek meg arról, hogy az ember has-, mellkas- és koponyaürege megnyitható, hogy a gyomron, beleken, tüdőn, sőt agyvelőn is végezhetők műtétek. Ma már azt látjuk, hogy a sebészi gyógyítás hatalmát még azok is elismerik, akik különben mosolyogni szoktak az orvosi tudás egyéb képességei fölött. Az egysejtű állatok ugyan a mondott célból nem értékesíthetők. Roppant messze esnek tőlünk; az egész állat a milliméter törtrészeivel egyenlő, csak nagyítóval látható. A kisebbekkel mikroszkóp alatt kell kisérleteznünk és mégis ezeknek fáradságos tanulmányozása adta a legtöbb felvilágosítást a sejtek helyes felfogására s az élet alapelveinek megismerésére. Egysejtű állatokat elég könnyen vizsgálhatunk élő állapotban. Rendesen üvegcsészékben, vízben tenyésztjük őket, az ilyen víznek egyetlen cseppjében százával lehetnek. A csepp víz összes állataival minden előkészület nélkül átvilágítható s mikroszkóppal vizsgálható. Legfeljebb arról kell gondoskodnunk, ha hosszasabban akarjuk megfigyelni őket, hogy a víz ki ne száradjon (98. ábra).

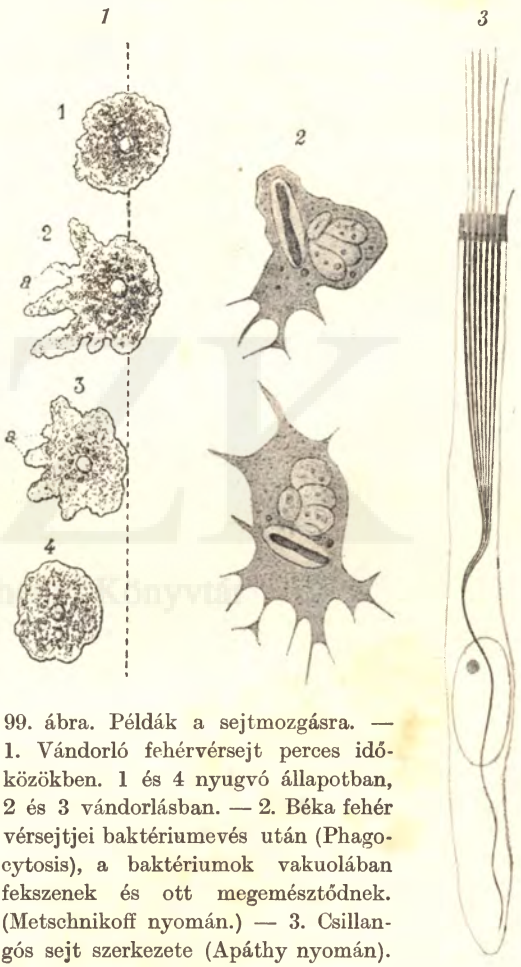


98. ábra. Kivájt tárgyüveg keresztmetszete.

A legszembeötlőbb jelenség legtöbbször, amely az életet elárulja, az élénk mozgás. Kolera- vagy tifuszbacillusok csak úgy nyüzsögnek a mikroszkóp látóterében, alig lehet megfigyelni őket, pillanatra sem nyugosznak. A baktérium felületéről finom ostorfonalak mennek el; ezeknek élénk csapkodása vezet a gyors mozgásra. A mondott baktériumok nagyon kicsik, ezredmilliméteresek; egysejtű állatok, például az infuzóriumok, hozzájuk képest valóságos óriások (100. ábra). Az egész sejt felülete, mint a rajz mutatja, olyan, mintha szőrös volna; e finom, sűrűn elhelyezett, úgynevezett csillószőrök vagy csillangók, igen élénkén hullámzanak, mozognak, úgy hogy az egyes infuzóriumok szinte keresztülfutnak a mikroszkóp látóterén, csak akkor tudjuk jobban megfigyelni őket, ha mozgásuk csendesedni kezd. Nem minden egysejtű állat mozog ennyire élénken. Az amoebák (100. ábra) felülete nem csillószőrös. Sokszor oly lassan mozognak, hogy szinte nem is vesszük észre. Mozgásuk nagyon sajátságos, a sejtprotoplazma felületén nyulványokat bocsájt, ellenkező oldalon megfelelően behuzódik. Az igen lassú alakváltozással helyét is változtatja. E lassú mozgásról meggyőződhetünk, ha percről percre lerajzoljuk az állatok helyzetét. A rajzok világosan mutatják, hogy az amoebának alakja és helyzete folyton változik. Egyéb érdekes tapasztalatokat is tehetünk, ha véletlenül az amoeba mellé sokkal kisebb baktérium kerül; az amoeba lassan nyulványaival körülveszi. A baktérium körül áthajló protoplazma-nyúlványok újra összefolynak, úgy hogy végül a baktérium minden oldalról körülzártan az amoeba testébe kerül. A felvett baktérium körül az amoeba bizonyos nedvet választ el, s így idő mulva az amoeba testében kerek, vízzel telt, világos foltot látunk, melyben benne fekszik a baktérium; nem víz az tulajdonkép, hanem váladék, amely lassan megöli, megemészti a baktériumot, míg az végül szétesik. A baktérium-evés sokszor az amoebát pusztítja el. Ha a baktérium az erősebb, elkezd szaporodni, sokasodni s elpusztítja, elhasználja az egész amoebát.

Az emberi testnek legtöbb sejtje nem mozog. A mi sejtjeink szöveteket alkotnak; ezekben sejt sejt mellett áll mozdulatlanul. Nekünk is vannak az infuzóriumokhoz hasonló szőrös sejtjeink. Az orrnak, a tüdőhöz vezető utaknak, például gégének, gégecsőnek belső felszinét hámsejtek bélelik ki. A hámsejtek legfelső szabad felületét mindenütt sűrü csillószőr borítja be (99. ábra). Itt a csillószőrök nem a sejteket mozgatják, hanem bármit, ami a hám felületére jut, tovább hajtanak, és pedig mindig a tüdőből vagy az orrból kifelé. Ha füstöl a lámpa s nem vesszük észre, bőven kerül finom korom az orrunkba s a tüdőhöz vezető utakba, a korom leülepszik ezen utak felületére, de a csillóhám lassan kihajtja azt. Innen van hogy sokszor félnap mulva is fekete tőle a köpésünk; nem a szájban marad meg a korom, rég lenyeltük volna, hanem folyton új meg új kormot hajt elő a csillószőrös hámbélés a tüdőutak mélyéből. Az ostorfonalas sejtekre is van példa a mi testünkben. A férfiivarsejtek, az úgynevezett sperma-sejtek, melyeket a herék készítenek, ostorszálas sejtek: fejlett ostorszáluk adja élénk mozgásukat. Előnyös viszonyok között egy-egy ilyen sejt, amely a termékenyítést végzi, óránkint három, sőt 6 centiméter utat tehet. Az egész spermasejt hossza ostorszálával együtt, 0.05 milliméter (= 50—20 spermasejt hossza ad 1 millimétert).

Vannak nekünk az amoebához hasonló sejtjeink is, ezek a fehér vérsejtek. Vérünknek minden köbmilliméterében öt-tizezer ilyen sejtet találunk, összes vérünknek pedig (felnőtt embernek 5—6 liter a vére) körülbelül ötven milliárd ilyen sejtje van; de hasonló sejtek nagy számmal fordulnak elő egyebütt is a testünkben, s így nem nagyítunk, ha száz milliárdra tesszük összes hasonló sejtjeink számát. Egészen úgy mozognak ezek, mint az amoebák, képesek a legfinomabb hajszálerek falain keresztül kimászni. Szanaszét vándorolnak egész testünkben a legkisebb hézagokon keresztül. Ha szálka megy ujjunkba és lassan kigennyed, ott is a fehér vérsejtek szerepelnek. A legközelebbi erekből a fehér vérsejtek légiói vándorolnak a szálka köré. A sárga geny, amely fellazítja a szálka körül a szöveteket, nem egyéb, mint millió meg millió fehér vérsejt. A fehér vérsejtek épúgy képesek, mint az amoebák, felfalni a közelükbe kerülő baktériumokat. Metschnikoff a fehér vérsejtekkel magyarázta a baktériumokozta betegségek gyógyulását; fagocitáknak, azaz evősejteknek nevezte el. Nem minden esetben van ez így, a betegségek gyógyulása nem megy kaptafára; kitűnt, hogy nem minden baktériumot tudnak a fehér vérsejtek felfalni, másrészt a fölszedett baktériumok sem pusztulnak el mindig. Sokszor a baktériumevés a fehér vérsejt halálát jelenti (99. ábra).

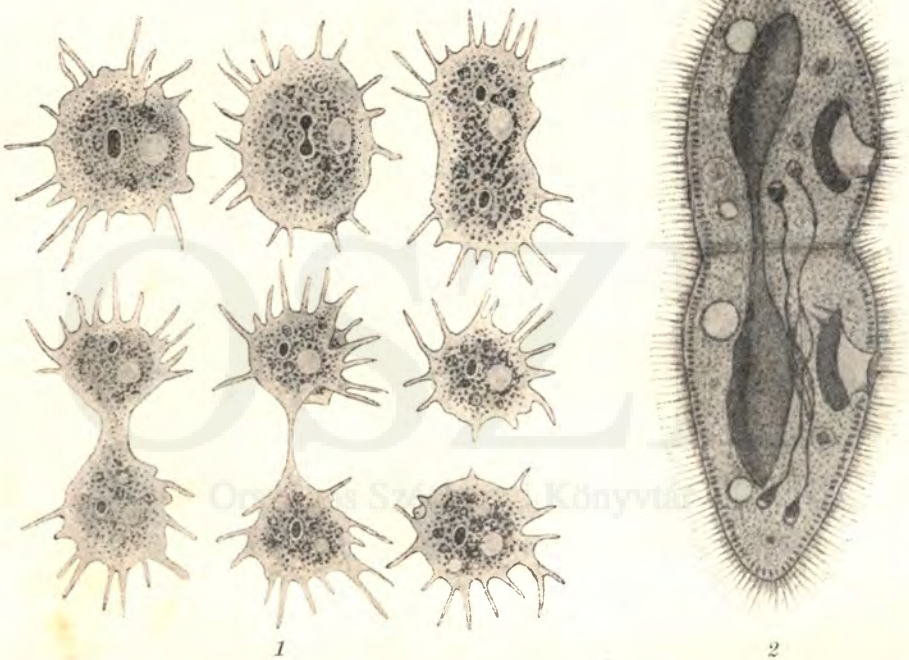


99. ábra. Példák a sejtmozgásra. — 1. Vándorló fehérvérsejt perces időközökben. 1 és 4 nyugvó állapotban, 2 és 3 vándorlásban. — 2. Béka fehér vérsejtjei baktériumevés után (Phagocytosis), a baktériumok vakuolában fekszenek és ott megemésztődnek. (Metschnikoff nyomán.) — 3. Csillangós sejt szerkezete (Apáthy nyomán).

Ime máris több életjelenséget tanultunk a kicsiny, egysejtű állatoktól; az egyik a mozgás, a másik az a képessége a sejtnek, hogy kisebb apróságokat bekebelezni képes, akár hasznára van az, akár nem, és végül láttuk, hogy a sejt oly váladékot tud kiválasztani, amely a felvett baktériumot esetleg megemészti. Oly szembeötlő az egysejtű állatoknál a mozgás, hogy volt idő, nem is olyan régen, amikor az élet lényegét a mozgásban keresték, pedig a mozgás csak egyik szembeötlő tünete az életnek, amely hiányozhat is.

Folytassuk megfigyeléseinket az egysejtű állatokon. Ha hosszú időn át gondosan megfigyeljük őket, észrevesszük, hogy idővel nagyobbak lesznek; a fiatalabb sejtek kisebbek, az idősebbek nagyobbak. Egyes baktériumok majdnem szemünk láttára nőnek. Bizonyos növekedés után fölötte érdekes dolgo-

kat tapasztalhatunk. Az egysejtű állat hosszabb vagy rövidebb idő alatt két részre oszlik, s az osztódás útján létrejött részekből az előbbihez hasonló állatok fejlődnek. Ez a szaporodásnak legegyszerűbb formája. Az osztódás sokszor igen egyszerűen megy végbe, más esetekben bonyolult folyamat. A baktériumok legtöbbje bizonyos növekedés után két egyenlő részre hasad. A koleravibriók előnyös viszonyok között húsz perc alatt annyira megnőnek, hogy ketté hasadnak; szinte hihetetlen, de minden húsz percben újra oszlanak. Bámulatos gyors szaporodás ez: 48 óra alatt egyetlen bacillusból 281 billió keletkeznék. Ez óriási bacillusmennyiség félliter térfogatot töl-



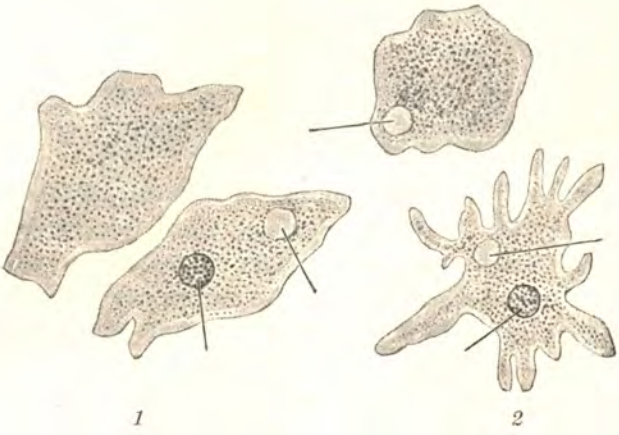
1 2

100. ábra. Egysejtű állatok szaporodása egyszerű kettéválás (amitózisz) útján. 1. *Amoeba polypodia* fokozatosan kettéválik előbb a mag, később a sejt teste, a fekete a mag, a szürke kör a vakuola. (F. E. Schultze nyomán 1875.) — 2. *Paramaecium caudatum* nevű infuzórium oszlásban. A két végén bunkós nagy rész a makronukleusz, a vékony fonállal összekötött pontok az osztódó mikronukleuszok. (Hertwig nyomán 1889.)

tene be. Hihetetlen gyorsaság ez, rövid idő alatt az egész világot betölthetnék a baktériumok, ha kellő körülmények, főkép tápláló anyagok állanának rendelkezésükre. Az egysejtű állatok legnagyobb része is *kettéválás* útján szaporodik. Ketté válik a mag s utána ketté válik a sejt (100. ábra). Két utód lesz az egy anyából, anélkül hogy az anyaállat anyagából csipetnyi is elveszett volna. Az utódok egyformán fiatalok, egyformán öregek. Az egysejtű állat tehát örök életü; a ma élők egész testükben egyenes leszármazottjai évmilliós őseiknek.

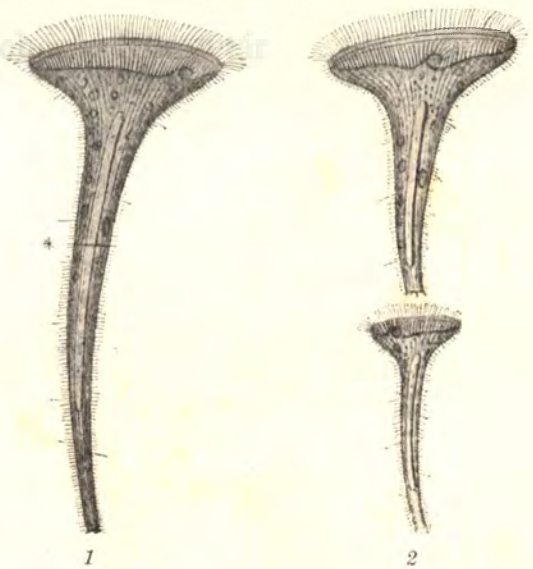
E kettéválás körül nagyon érdekes kisérleteket tehetünk. Megpróbáltak egysejtű állatokat mikroszkóp alatt két részre vágni, mesterségesen ketté osztani (merotomia). Ha az amoebát (101. ábra) úgy vágom ketté, hogy az

egyik fele mag nélkül marad, azt tapasztalom, hogy a magvas fele tovább él, mozog, nő, majdan újra oszlik, de a magnélküli rész csak egy darabig mozog, azután megáll, nem nő, s napok alatt elpusztul. Ugyanabban a folyadékban, azonos feltételek mellett van mind a két rész; a szükséges tápláló anyagok rendelkezésére állanak mind a kettőnek és mégis, amelyiknek magja nincs, annak élete megszünik. Ha a kisérletnél az állatot úgy vágtam ketté,hogy a mag is ketté szakadt, akkor mind a két rész életben marad, a félsejtekből, a fél állatokból újra egészek lesznek (102. ábra). Érdekes világot vet ez a mag és protoplazma viszonyára; nem tudjuk, hogy a mag mit csinál a sejtben, de hogy *mag nélkül nincs sejtélet*, világosan látjuk. Példáját találjuk az emberben is. Vannak nékünk egymagú sejtjeink messze nyuló finom fonalakkal, ezek teszik idegrendszerünknek a leglényegesebb részeit. A gerincvelő alsó végének idegsejtjeiből a hosszú nyulványok lemehetnek pl. a láb ujjaihoz. Valahányszor ilyen nyulvány elszakad magvas sejtjéből, a sejt tovább él, a nyulvány pedig, hiába minden táplálék, örökre elpusztúl.



101. ábra. Kettévágott amoeba proteus, az alsó, magvas rész tovább él, a felső, mag nélkül való napok mulva elpusztul. 1. Közvetlen átvágás után. 2. Két nappal később Bruno Hofer nyomán 1889.

Az ember sejtjeinek legnagyobb része nem egyszerűen kettéválás *(amitózisz)* útján szaporodik, hanem a sejt kettéosztását a magosztódás bonyolult folyamata előzi meg. Kicsinyes részletnek látszik az élet körül a magosztódás. Nehéz lesz bonyolult lefolyását elmondanunk, mégis meg kell világítanunk, amennyire lehet, főbb pontjait. Egyrészt a magosztódás mutatja meg igazán, hogy mily hihetetlenül bonyolult szerkezet a sejtmag, s másrészt e folyamatokból vont követ-

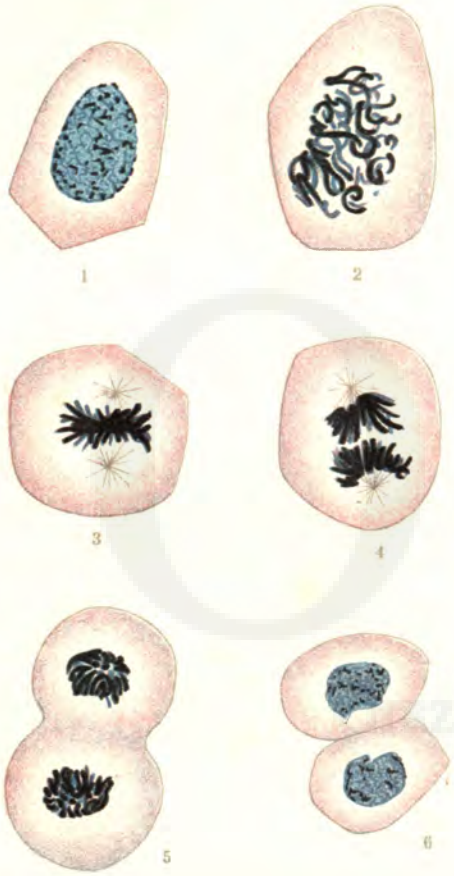


102. ábra. Kettévágott Stentor Roeselii — trombita alakú infuzórium, egyetlen sejt. Az átvágás a magot is felezte. 1. A csillag az átvágás helyét jelöli. 2. Az átvágás után a darabokból teljes Stentorok fejlődnek. (Verworn nyomán.)

keztetések teszik manapság a reális alapját minden öröklési teóriának. Az oszlásnak induló anyasejt kerek magjában összegomolyított fonál képződik. A fonál eleinte vékony, a gomoly meglehetősen sűrű, később a fonál vastagodik s a gomoly sokkal áttekinthetőbb lesz. Jól festhetősége miatt a szabálytalanul összegöngyölített fonalat kromatin-fonálnak keresztelték. A gomolyról talán úgy kapjuk a legtisztább képet, ha vastagabb, hosszabb pamutfonalat vagy spárgát tenyereink között gomolyaggá gyűrünk. Ehhez hasonló a mag helyén képződő *anyagomoly* is (spiréma).

Idő multán az össszegomolyított fonál egyenlő darabokra szakad. E fonáldarabok az úgynevezett kromoszómák. Ezeknek a száma állatfajok szerint változó, de ugyanannál az állatnál mindig ugyanannyi a kromoszómák száma. Embernél a kromoszómák száma minden valószinűség szerint huszonnégy. Ez azt jelenti, hogy minden emberi sejt oszlásánál a képződött kromatin-fonál mindig 24 darabra szakad. Minden kromoszóma darab úgy hajlik meg, mint amilyen az acél hajtűk alakja. A hajlott kromoszómák sajátságosan rendeződnek: egy síkba csillagszerűen körbe helyeződnek, hajlott részeik egymás felé tekintenek, szabad száraik kifelé állanak. A hajlott kromoszómákból kirakott csillagot elnevezték anyacsillagnak (103. ábra). Szembe nézve csillagszerű, oldalról rojtos sávot mutat. Ilyen bonyolult előkészületeket tesz a mag, s csak most következik be a mag anyagának valódi osztódása. Mindegyik kromoszóma hosszában ketté hasad úgy, mintha vastagabb hajtűt elejétől végig ketté szelnénk, s ezzel teljesen egyenértékű két vékonyabb hajtűhöz jutnánk. A kromoszómák hasadásával keletkezett darabok lassan szétválnak s kétfelé vándorolnak. Az egyik irányba csillagszerűen összefut a kromoszómák egyik fele, vele ellenkező irányban képez csillagot a másik fele. Igy az egyetlen anyacsillagból két fiókcsillag képződött, s az összes kromoszómák a lehető legideálisabb módon két teljesen egyenértékü részre oszlottak: az egyik rész alkotja az egyik fiókcsillagot, a másik a másikat. A fiókcsillagokból lesznek a fiókmagvak és pedig úgy, hogy a kromoszómákból megfordított sorrendben előbb laza, majd sűrü fonálgomoly, s végül a fiókmag fejlődik azáltal, hogy összepüffednek, összeolvadnak a kromoszómák. Míg a mag előkészületeket tesz az oszlásra, azalatt a vezértest (centroszóma), amely különben a mag közelében szokott lenni, kettéoszlik, s már jó előre azokra a helyekre vándorol, ahová a fiókmagvak fognak jutni. A két vezértestecske között finom fonalas rendszer lép fel, az úgynevezett magorsó. A kettéhasadt kromoszómák a magorsó fonalai mentén vándorolnak a vezértestek felé. Minden jel azt igazolja, hogy az egész oszlást a vezértestek dirigálják. A fiókmagvak képződése után a sejt teste is két részre oszlik. Bizonyos alsóbbrendű állatok sejtjein az egész elmondott oszlási folyamatot pontról pontra végig lehet nézni. Nem teória ez, hanem bámulatos valóság, amelynek részletei csodálatba ejtenek. Csak most érezhetjük igazán, mennyire hibás és primitív volt a hatvanas évek felfogása, midőn a sejtet különösebb berendezés nélkül való egyszerű magvas protoplazma-cseppnek nyilvánították.

Az imént vázolt oszlás-forma, amit az egyszerű kettéválással szemben *fonalas oszlásnak* nevezhetnénk (hivatalosan *mitózisz* névvel jelöljük), a mag-, azaz a sejtosztódásnak a legelterjedtebb módja. Az állat-, sőt a növényvilág



I.



II.



III.

I. Fonalas magoszlás szakaszai: 1. sűrűgomoly, 2. lazagomoly, 3. anyacsillag, 4. kettéváló anyacsillag, 5. és 6. fiókmagvak képződése.
II. Emberi vékonybél metszete: 1. teljes metszet 40-szeres, 2. bélboholy 80-szoros, 3. mélyebb részlet 300-szoros nagyításban.
III. Alvadt lóvér.

ATHENAEUM R.T. BUDAPEST

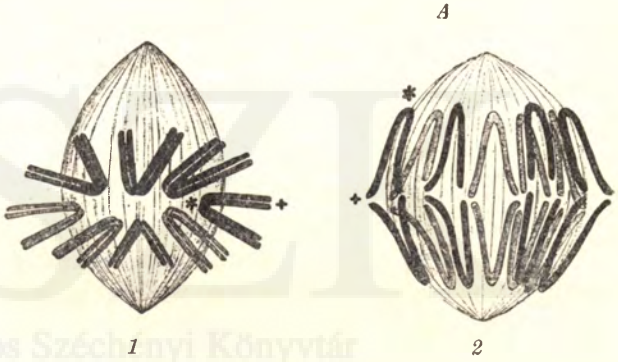
OSZK
Országos Széchényi Könyvtár



legnagyobb részében így osztódnak a sejtek, bármi legyen egyéb hivatásuk, s ilyen úton keletkeznek az emberi testnek milliárd meg milliárd sejtjei is. A fonalas magoszlás mutatja igazán, hogy egy-egy sejtünk mennyire bonyolódott gépezet. A kis mikroszkópos alkotásnak külön szervei vannak : a *vezértestecske*, amely kettéválik és széjjelvándorol, körülöttük a protoplazma sugarasan rendeződik. A két vezértest között megjelenik a finom szálakból szőtt *magorsó*, a mag ezalatt anyacsillaggá alakul, a *kromoszómák* kettéhasadnak s az egyik fél az egyik vezértest, a másik a másik felé vándorol. Egész sora a változásoknak, amelyek mindig kifogástalan sorrendben követik egymást a legfinnyásabb szigorúsággal. A legújabb idők, az utolsó évtizedek kutatásai lebbentették fel a fátyolt a mag gépezetének titokzatos világáról.

Mi az a vezértest ? hogyan uralkodik az egész sejt fölött ? hogyan jelenik meg a magorsó ? miként darabolódik kromoszómákra a magfonál ? .... elhasadnak, szétvándorolnak. Ki irányítja őket ? Mintha láthatatlan kéz dirigálná az egész színjátékot a századmilliméteres kis színpadon.

Élénk változásoknak egész sora játszódik le előttünk, mintha ünnepet ülnének a sejtben, amely ha lefolyt és megvan a két fióksejt, minden visszatér a köznapi szürkeség nyugalmába.



103. ábra. A fonalas magosztás legfontosabb szakasza. 1. Anyacsillag magorsóval, a hajtűszerű kromoszómák már egész hosszukban elhasadtak. 2. Szétváló anyacsillag.

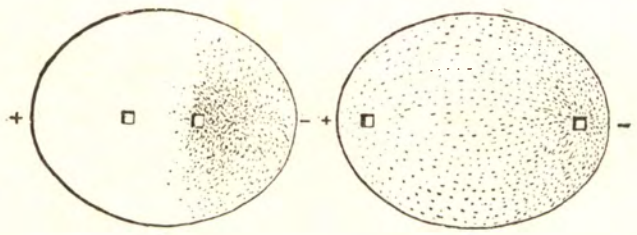
A bonyolult mechanizmusnak nyoma vész, csak eredményei maradnak fenn. Hiú ábránd ma még keresni ezeknek mozgató, hajtó erejét. Nem is végokokat keres a természettudomány, hanem a jelenségek között való szigorú összefüggéseket. Nem az élet titkát, végokát akarjuk mi itten feltárni, hanem, félretéve a fantáziát, reális megfigyelésekkel, kísérletekkel és tapasztalatokkal keressük az élet megnyilatkozásait, ezeknek kapcsolatait és függését külső és belső tényezőktől.

Mielőtt tovább mennénk, összegezzük eddigi tapasztalatainkat. Láttuk, hogy az egysejtű állat vízben él, különféle mozgása lehet, képes apróbb dolgokat bekebelezni, azokat bizonyos váladékkal megölni, megemészteni, feloldani. Megállapítottuk, hogy a sejt nőni, nagyobbodni képes, s ha bizonyos nagyságot elért, oszlik. Megtanultuk az oszlásnak két módját, az egyszerűbb kettéválást s a bonyolult fonalas magoszlást. Betekintettünk a mag és protoplazma kölcsönös viszonyába, s hallottuk, hogy sem a mag, sem a protoplazma magában meg nem él. A mag kettéválásában rejlik az oszlás súlypontja. A felsoroltak a legszembeötlőbb elemi életjelenségek, ezeket vesszük észre legelőször ; sokkal finomabb megfigyelések, nehezebb kisérletek kellenek a továbbiakhoz.

Számtalan vizsgálatot végeztek abban az irányban, hogy a legkülönbözőbb külső behatásokkal szemben mikép viselkednek a baktériumok, vagy

egysejtű állatok. Ha amoebákat 35° C.-ra felmelegítünk, megszüntetik alak- és helyváltozásukat, ha újra lehűtjük, ismét mozogni kezdenek. Ha az edényke egyik oldalát, amelyben az amoebák tenyésznek, melegíteni kezdjük, valamennyien a hidegebb oldal felé vándorolnak. Nagyon jól látni ezt a sebesebben vándorló infuzóriumoknál; ha ezeket vízzel együtt hosszabb üvegcsőbe helyezzük, s az üvegcső egyik végét melegíteni kezdjük, valamennyien átvándorolnak a cső hidegebb végére. Érdekes, hogy az infuzóriumok sokszor századfok differenciákat megéreznek s aszerint cselekednek. Az emberi fehér vérsejtek a napfény behatása alatt sokkal élénkebben mozognak. Ha a csepp vízben gyönge villamos áramot vezetünk keresztül, az infuzóriumok valamennyien a negativ sarok körül csoportosulnak; e csoportosulás teljesen elmarad, ha kloroformmal elaltatjuk az infuzóriumokat. Hasonló kisérleteket végeztek a legkülönfélébb kémiai anyagokkal. Vannak anyagok, amelyek a sejtek mozgását élénkítik, mások csökkentik; vannak behatások, amelyek felé összesereglenek az egysejtű lények, viszont mások, amiktől megszöknek.

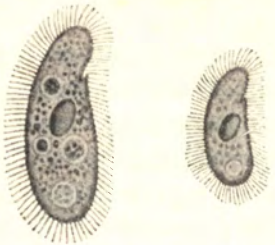
Százával vannak az erre vonatkozó kisérletek, amelyek azt mutatják, hogy az egysejtű állatok különféle behatásokra máskép cselekszenek. Bizonyos külső behatások élénkebbé teszik, azaz ingerlik őket, mások csendesítik. Vannak irányító hatások, amelyek összegyűjtik vagy eltávolítják őket, s mindezeket a hatásokat válasz nélkül hagyja a sejt, ha kloroformmal vagy egyébbel elaltatjuk. Ime az élő anyag, ha még oly kicsi is, fogékony, érzékeny külső behatásokkal szemben, azokra kedvezőleg vagy elutasítólag válaszol. Az ilyen primitív válaszokat *taxis* vagy *tropizmus* szóval jelöljük. A taxis szó rendezést, a tropizmus fordítást jelent, például a galvanotaxis, vagy galvanotropizmus szó azt akarja kifejezni, hogy a villamos áramnak rendező, fordító, irányító hatása van a sejtekre; ha gyűjti őket, pozitív; ha elkergeti őket, negatív galvanotaxisról vagy galvanotropizmusról beszélünk (104. ábra). Épp így vannak pozitív vagy negatív foto- (fény), termo- (hő) taxisok, vagy tropizmusok stb.



104. ábra. Galvano-tropizmus útján csoportosult paramaeciumok. 1. A mint villamos áramot vezetünk át a csepp vizen, valamennyi paramaecium a negatív (—) sarok felé úszik. 2. Egy idő mulva valamennyien a negatív sarok körül csoportosulnak.

A pozitív tropizmus legtöbbször az előnyös keresése, a negatív tropizmus menekülés a káros, kellemetlen hatástól. Sokszor tapasztalták egysejtű állatoknál, hogy bizonyos gyenge behatások pozitív tropizmust okoztak, maguk köré gyűjtötték az infuzóriumokat és ugyanaz a behatás, ha erősebb, durvább lett, elzavarta őket, negatív tropizmust csinált. A gyönge inger lehet kellemes, s ugyanabból az erősebb, a durvább kellemetlen. Már e kicsi, kezdetleges egysejtű állatok megkülönböztetéseket tesznek a körültök lejátszódó hatások között, s ha elkábítjuk őket, elvész a megkülönböztetés. Vannak bár

kivételek; sokszor látjuk, hogy az egysejtű állatok tömegesen gyűlnek össze oly hatások körül, melyek halálukat jelentik. Olyanforma esetek ezek, mint az ívlámpa körül összegyülő lepkéké és bogaraké, amelyek addig táncolnak a vakító fényben, míg pusztulásukat lelik. Igy gyűlnek össze millió szám a szálka körül a mi fehér vérsejtjeink, hogy mint genny elpusztuljanak, így falnak fel oly baktériumokat, amelyek halálukat okozzák.



1 2

105. ábra. Colpidium colpoda csillangós infuzórium (Jensen nyomán). 1. Rendes élet mellett. 2. Hosszabb éhezés után — áttünő protoplazmaszemcsék nélkül.

Az egysejtű állatok tehát külső hatásokkal ingerelhetők. Az alkalmas külső hatások sokfélék, vannak vegyi, hő, fény, mechanikai s villamos ingerek. Az érzékenység (irritabilitas) alapsajátsága mindennek, ami él a földön. Már az egysejtű állat reagál külső hatásokra. A sejt válaszát, a reakciókat bizonyos belső változások kisérik. A válasz nem tisztán a külső hatástól függ, hanem a sejttől és belső állapotától. Ha elaltatjuk a sejtet, nincsenek tropizmusok. A tropizmusok nem egyebek, mint az állati érzés, az állati lélek legkezdetlegesebb megnyilatkozásai.

Az élet és a lélek közösen eredtek, elválaszthatatlan utitársak, a kezdetleges sejtek egyszerű életének tökéletlen lelki működés felel meg, a fejlettebb organizmusok magasabb életjelenségeivel tökéletesebb szellemi működés párosul. Mi, akik kívülről nézzük az egysejtű állatot, anyagi változásokat, reakciókat, tropizmusokat észlelünk. Az észlelhető összes változások együtt teszik ki az életet és ezt belülről az illető léleknek érzi meg (Luciani).

Az egysejtű állatoknál az életjelenségek közül épen a legfontosabb a legkevésbé látható. Az élet első sorban anyagi feltételektől függ, maga a sejt is, amelyen az élet lejátszódik, sajátos anyagi rendszer. Az amoebák és infuzóriumok, ha nem jutnak oxigénhez, beszüntetik mozgásukat, ha órák mulva újra oxigént adunk nekik, ismét mozogni kezdenek; amíg mozognak, állandóan oxigént fogyasztanak. Épp úgy meggyőződhetünk, hogy nemcsak oxigénre, de bizonyos egyéb anyagokra is állandóan szükségük van. Az egysejtű állat, amíg él, szakadatlan szed fel kívülről oxigént, vizet, sókat és bizonyos szerves tápláló anyagokat, de éppen úgy folytonosan termel szénsavat és más bomlásanyagokat, amelyeket sós vízben oldva dob ki magából. Táplálék nélkül minden sejt elpusztul, az éhezés soványodással s végül halállal jár. Az egysejtű állatok is szemlátomást megkisebbednek, ha éheznek (105. ábra). Különféle sejtek tápláléka igen különböző: óriási különbségek vannak a különféle növények, baktériumok, egysejtű és magasabb állatok táplálkozása közt. Látjuk tehát, hogy a sejt és környezete között szakadatlan kicserélése folyik az anyagoknak. Ez végső eredményében oda vezet, hogy minden élő sejt megváltoztatja környezetét; kihasználja saját környékét, elfogyaszt abból bizonyos anyagokat, ezek az ő tápanyagai, s cserébe ad helyettök olyan anyagokat, amiket a felvettekből ő termelt, amelyek immár neki fölöslegesek, sőt legtöbbször károsak. *Nem pusztul el az anyag, csak átalakul az élet hatása alatt.*

E bonyolult folyamat, amely anyagok felvételével, szakadatlan átalakításával és kidobásával jár, közös néven a sejt anyagcseréje, *metabolizmusa*. Az összes életjelenségek, a mozgás, növekedés, oszlás és érzékenység csak addig észlelhetők, amíg a sejt anyagcseréje rendben folyik. *Szakadatlan elhasználása, kicserélése az anyagoknak bizonyos sajátos formában teszi az élet lényegét.*

Hosszú sorát végezték a vizsgálatoknak, hogy megállapítsák, milyen anyagok azok, amelyekre tulajdonképen a sejteknek szükségük van, mik az élet fentartásához szükséges tápláló anyagok. Másodsorban vizsgálták, hogy a felvett tápláló anyagokkal mit csinál a sejt, hogyan alakítja át ezeket. Harmadszor keresték, hogy tulajdonképen miből áll a mag, a protoplazma, azaz az élő anyag, milyen ezeknek vegyi összetételük, s végül negyedszer igyekeztek megállapítani, hogy milyen külső hatások s feltételek között képes a sejt anyagcseréjét, azaz életét fentartani. Igen sok részletét sikerült kikutatni e bonyolult és változatos viszonyoknak, de még mindig messze vagyunk attól, hogy e tizedmilliméteres, sőt annál is kisebb műhelynek sokoldalú berendezését képesek volnánk áttekinteni. Úgy vagyunk vele, mint valami vegyi gyárral, amely egész sorát készíti és hozza forgalomba a különféle vegyi anyagoknak. Bármily pontosan fogjuk ellenőrizni a beszállított nyersanyagokat, amelyekből a különféle vegyi produktumok készülnek, bármennyire ismerjük a gyár által forgalomba hozott összes szereket s a gyártás mellett képződő hulladékokat, igen bajos volna ezekből megmondani, hogy az egyes anyagok milyen módon, milyen eljárással készültek, sőt gyakran a gyár belső berendezésének felületes ismerete mellett sem volnánk képesek megmondani a gyártás titkait. Bár nem tudjuk a sejt bonyolult anyagforgalmi viszonyait teljesen áttekinteni, a sokféle változás között igen szembeötlő jelenség, hogy *minden élő állati sejt felette lassan nő a fogyasztott tápláló anyagok mennyiségéhez képest.* A fogyasztott anyagnak elenyésző kis része alakul át a sejt testévé, a sejthez hasonló anyagokká; a felvett anyagoknak legnagyobb része elbomlik az élet alatt, egyszerűbb testekre esik szét, s kikerül a sejt testéből. Két homlokegyenest ellenkező folyamat megy végbe minden állati sejtben, az egyik a protoplazma-képzés, a sejtépítés, ez az *asszimiláció*, a másik a tápláló anyagok elbontása, ez a *disszimiláció*. Az asszimiláció (anabolizmus) úgy alakítja át a felvett tápláló anyagokat, hogy azok a sejtprotoplazma és sejtmag részeivé lesznek. Egyszerűbb anyagból csinál magasabbat, az élettelenből élőt. A disszimiláció (katabolizmus) abból áll, hogy a sejtbe kerülő anyagok legnagyobb része egyszerű testekre esik szét. Ha például a sejt éhezik, s egyre kisebb lesz, a saját anyagai esnek szét egyszerűekre, felhasználva a levegő oxigénjét s itt megfordítva az élő anyagból keletkeznek élettelenek. Egymás mellett látjuk a sejtben a két misztériumot, bonyolult élő anyagok képződnek élettelenekből és megfordítva. *Örökös építés és bontás folyik egymás mellett.*

A disszimiláció bonyolult kémiai folyamata kapcsán szabadul fel az egyéb életjelenségekhez szükséges energia-mennyiség. Elképzelhetjük, hogy az egysejtű állatnak kiadásait és bevételeit mily végtelen nehéz ellenőrizni. Ne csodálkozzunk azon, ha ismereteink töredékesek a tizedmilliméteres kis állat napi bevételeit és kiadásait illetőleg. Az állatoknak százaival, ezreivel kell egyszerre kísérleteznünk,

különféle fogásokat alkalmaznunk, hogy ezeket megállapíthassuk. Ezekhez képest nagyon egyszerű feladat megállapítani az embernek bevételeit, kiadásait és termeléseit. Az ember anyagforgalmáról szóló fejezetben foglaljuk majd össze az eredményeket, s majd látni fogjuk, hogy az emberek testét alkotó sejtmilliárdok anyagcseréje ugyanazon elvek szerint megy végbe nagyban, mint az egysejtű állatoké kicsinyben.

Valaha azt hitték, hogy a növények anyagforgalma élesen különbözik és elvileg más, mint az állati sejtek metabolizmusa. Hosszas összehasonlítások és pontos megfigyelések az éles különbséget nem tudták igazolni. Fokozatos átmeneteket találunk, s az egész különbség csak abban áll, hogy míg a növényeknél az asszimilációs, szintetikus folyamatok játsszák a főszerepet, amelyek mellett elenyészők a szétesési, disszimilációs folyamatok, addig az állati sejteknél megfordítva a szétesési folyamatok jutnak túlsúlyra a lassú élőanyagképzés mellett. *Az állatok óriási anyagfogyasztás mellett relative igen lassan nőnek, a növények ellenben csekély anyagbontás mellett a rohamos szintézisnek mutatják példáit.* Gondoljunk csak a szántóföldekre, ahol rövid félév alatt métermázsái készülnek a szerves anyagoknak a föld egyszerű élettelen anyagaiból és a levegő szénsavából. A hatalmas erdők sem egyebek, mint a föld anyagaiból és a levegő szénsavából összetett, szintétizált bonyolult vegyületek. A növényben végbemenő hatalmas anyaggyártáshoz szükséges erőt a nap melegében foglalt energia adja. A növények zöld színét adó klorofil a nap melegében foglalt energiát úgy értékesíti, hogy a levegő szénsavában (CO_2 = szén + 2 oxigén) foglalt szenet kiszabadítja az oxigén kezeiből és összeházasítja a föld egyszerű anyagaival; így készülnek bonyolult utakon a növény testét, a kalászt, a buzát, a fát és leveleket alkotó magasrendű vegyületek. Az állati sejtek szintétizáló képessége sokkal kisebb, nem tudják értékesíteni sem a nap melegét, sem a levegő szénsavát, sem a föld egyszerű anyagait. A mi táplálékaink, a növényevő állatok húsa, a tej, tojás stb., már igen bonyolult, magasrendű vegyületek; amidőn ezekkel tovább építjük testünket, az asszimiláló munka, amit végzünk, sokkal kisebb mint a növényeknél. Ehhez a munkához szükséges energia kitelik a bennünk végbemenő anyagbontás kapcsán felszabadult energia-mennyiségből. *Bizonyos bonyolult anyagbontás kapcsán, amit utánozni nem tudunk, épül a sejt, nő az élőanyag, s mutatja az élet egyéb sajátságait, az oszlást, a mozgást s az érzékenységet.* Az élő sejteknek sajátos anyagforgalma — metabolizmusa — az, ami élesen elválasztja az élővilágot az élettelentől.

4. Termékenyítés. Átöröklés.

Vegyük közelebbről szemügyre a sejt növekedő és oszló képességét. A sejtek bizonyos növekedés után oszlanak, s akkor egyből kettő keletkezik. A fióksejtek egymással és a megszűnt anyasejttel azonos testüek. A sejtosztódásnak két fő formáját ismertük meg: az ősibb és egyszerűbb kettéválást és a valószinüleg későbbi eredetű fejlettebb, bonyolódottabb, fonalas magoszlást. Könnyen beláthatjuk, hogy a sejt e két tehetsége legfontosabb a szapo-

rodás szempontjából; ezek azok a tényezők, amelyek új egyének keletkezésére vezethetnek.

Az új egyének keletkezése a baktériumoknál és egysejtű állatoknál a legegyszerűbb. A baktériumok legnagyobb része, ha bizonyos nagyságot elért, egyszerűen kettéhasad. A baktériumok teste még a sejteknél is egyszerűbb valami, rendesen nem látunk benne semmiféle szerkezetet, s magjuk sincs. A legprimitivebb élő anyag csak nőni és oszlani tud, bizonyos anyagmennyiség elhasználásával saját testéhez hasonlót termel; a termelt anyag révén lesz nagyobb, ez a növekedés módja. Ha megnőtt, ketté hasad, s megvan a két új baktérium-egyén. Szinte játszunk a szavakkal; mint egyének újak, de testük anyaga már a születés pillanatában az anya életkorával egyidős, s mikor anyjuk keletkezett, az a nagyanyjukkal volt egyidős. Értsük át a dolog lényegét: millió esztendő óta nő a valaha ismeretlen úton keletkezett baktérium-anyag. Hatalmas kolosszus volna, ha egy tagban maradna, csakhogy milliárd és milliárd apró darabra törik szerteszét. Miért? Minden életnek, ha még oly kezdetleges is, bizonyos szakadatlan anyagkicserélés teszi a lényegét. A legprimitivebb baktérium is folytonosan anyagokat szed fel környezetéből; azok bizonyos átalakuláson mennek át az ő testében és az átalakított részeket, mint hasznavehetetlent, kidobja magából. Mintha átok súlya volna rajta, amely azt mondja: csak e szakadatlan és folytonos anyagátalakítás révén építheted lassan a te testedet, nőhetsz és csak ezzel s ez úton élhetsz — és ő élni akar. Darabokra kell szétesnie, hogy közeli benső érintkezésben maradhasson azzal a környezettel, amelyből az életét fentartó anyagokat szedi fel. Ha kolosszust alkotna az élő anyag, akkor csak a kolosszus felülete volna oly szerencsés, hogy környezetéből anyagot vehet fel; akkor csak a felület élne, s a már felépített belső tömegnek pusztulnia kellene; mert az élő anyag minden része csak addig él, míg anyagforgalmi kötelezettségének eleget tesz. A szakadatlan munkában eltöltött mult az élő anyag legparányibb részét sem menti fel annak folytatásától; bármennyit dolgozott, dolgoznia kell tovább. Ha akár önként hagy fel vele, akár kényszerűségből, mert nincs módja reá: a büntetés nyomban következik, s ez a halál. Ismeretesek ugyan sajátos nyugalmi állapotok, így a bakterium-spórák, az évekig heverő növénymagvak, a beszáradt *Makrobiotus Hufelandi*. Ezek valóságos tetszhalottak; talán ilyenkor semmi anyagcseréjük nincs, de bármikor folytathatják az életet ott, ahol elhagyták valaha.

Minél kisebb valami, minél jobban szétosztódik, annál közelebbi, bensőbb érintkezésbe juthat környezetével. Az élet mindig szorosan hozzákapcsolódik bizonyos megfelelő környezethez. Minél bensőbb az érintkezés, annál biztosabb a megélhetés. A lehető *legbensőbb érintkezés* elve adhat felvilágosítást arról, hogy miért oly végtelen kicsik a baktériumok és az egysejtű állatok. A nagyobb egysejtű állatok és növények vékony lemezekhez hasonlók, esetleg leveles szerkezetűek (mint pl.: Caulerpa-moszat), esetleg hosszú fonalak, hogy a benső érintkezés megmaradjon az élő anyag s az őt körülvevő folyadék-rendszer között; mert csak így lesz az ő anyagkicserélődésük a legbiztosabb. A benső érintkezést segítik elő a vakuola-rendszerek. A nagyobb egysejtű állatoknál,

ahol a protoplazma vastagabb tömeget alkot, úgy találjuk, hogy testük tele van folyadékkal telt hólyagokkal, amelyek felváltva telődnek és kiürülnek, mint mondani szoktuk, lüktetnek. A vakuola-rendszerek bensőbb érintkezésbe hozzák a nagyobb élő anyag tömeget a környezetével. A végtelen kicsihez, hol az anyagkicserélődés a legbiztosabb, esik az örök élet legközelebb.

Az itt említett elv magyarázza meg, hogy az élő anyag egysége, a sejt, miért oly mikroszkópi kicsiny a többsejtű állatokban is. Az emberi test élő sejtek milliárdjainak százezreiből áll. Könnyen átláthatjuk, hogy ilyen milliárdos sejtkolosszusok csak úgy jöhettek létre, hogy bonyolult berendezések biztosítják a hatalmas sejttársaság minden legkisebb tagjának a folytonos szoros érintkezést bizonyos belső folyadékrendszerrel, tudniillik vérünkkel és szövetnedveinkkel, s viszont e belső folyadéknak szakadatlan összeköttetésben és csereviszonyban kell állania a külvilággal. A bámulatos, szinte mesés berendezések egész sora mellett is a sejtkolosszusok élete csak pár évtizedre szól. A sejttársaság majdnem minden tagja elveszti lassan az oszlóképességet: az örök életet. A nagy kolosszusban csak egyes sejtcsoportok kiváltsága, hogy továbbra is fennmaradhatnak, ezen csoportok az ivarsejtek, amelyekből az utódok keletkeznek. Csakis ezek letéteményesei, esetleges kedvező viszonyok közé kerülve, a további életnek.

A szaporodás legegyszerűbb formája tehát a hasadás. A baktériumok nőnek, azután hasadnak. A kolera-vibriók már 20 perc alatt elérik teljes nagyságukat, s minden 20 percben újra hasadnak; 48 óra alatt egyetlen kolera-vibrióból az új egyének billióinak százai keletkezhetnek. Egyes baktériumfajoknál a hasadás útján való szaporodás kissé módosul. Száz meg száz generáción keresztül hasadás útján szaporodnak, milliói az egyéneknek keletkeznek, s akkor azt látjuk, hogy a baktériumok beszüntetik a továbbhasadást, mindenikben egy-egy gömbölyű testecske keletkezik, az úgynevezett *spóra*. Spórás állapotban hosszú ideig heverhetnek a baktériumok. Megfelelő viszonyok között minden egyes spórából új baktérium nő ki és azok már ismét hasadással szaporodnak tovább. Ime az élő anyag spóra alakjában hosszabb időre nyugalomra tér, s utána fokozott növő és hasadó képességgel ontja az új egyéneket.

Az egysejtű állatok legegyszerűbbjeinél a szaporodás szintén kettéválás utján történik. Az amoebának, ha bizonyos nagyságot elért, a magja ketté válik, a keletkezett magok egymástól távolodnak, s utána az egész állat két részre oszlik; így szaporodnak az amoebák az idők végtelenségén keresztül.

Nem minden egysejtű állatnál van ez így, a legújabb időkben különös dolgoknak jöttek a nyomára (R. Hertwig), amelyek mély betekintést adnak a szaporodás fogalmába. Nagyon elterjedt és ismert egysejtű állat a paramaecium (90. ábra); az infuzóriumok közé tartozik, felületét mindenütt finom csillangók borítják, amelyek élénk rezgése viszi tovább az egész állatot. Mikroszkóp alatt egyetlen csepp vízben csak úgy szaladgálnak a látótérben. Nemzedékről nemzedékre kettéválás útján szaporodnak; a mikroszkóp alatt nem egyszer láthatunk kettéválni készülő állatokat. Ha jobban megfigyeljük életmódjukat, bizonyos időközökben meglepő tapasztalatokat tehetünk. A para-

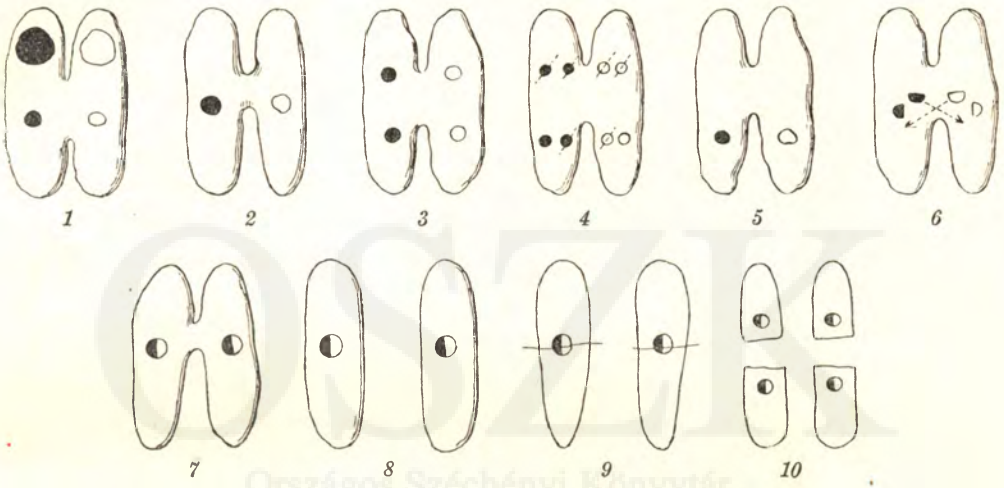
maeciumok, amelyek hosszú időn keresztül éltek közös helyen, mitsem törődve egymással: most házasodni kezdenek; ha egy-kettő elkezdi, utána bolondul a többi. Egyik paramaecium olyan mint a másik, különbséget tenni közöttük nem tudunk, s íme azt látjuk, hogy párosával összefekszenek, s bizonyos ponton (a szájnak megfelelő helyen) összenőnek. Bizonyos ideig összenőve maradnak, s azután újra elszakadnak egymástól, s nem törődve egymással, folytatják előbbi életmódjukat, s kettéválással változatlanul szaporodnak tovább.

Az összenövés, vagy amint elnevezték: egybekelés (conjugatio) jelentőségével igen sokáig nem voltak tisztában, míg végre a legújabb vizsgálatok sajátos dolgokat hoztak felszínre (106. ábra). Minden paramaeciumnak két magja van, az egyik nagyobb, ez a makronukleusz, a másik kisebb, ez a mikronukleusz. Az egybekelés alatt eltűnik, feloldódik a makronukleusz. A mikronukleusz a fonalas magoszlás szabályai szerint gyors egymásutánban kétszer oszlik. Az első oszlással két fiókmag keletkezik, most mindegyik újra oszlik és a paramaeciumban négy fiók-, azaz unokamagvat találunk. A négy mag közül három elpusztul, feloldódik és végül mindegyik paramaeciumban csak egyetlen mikronukleusz látható. Most következik be a legérdekesebb dolog: a megmaradt mikronukleusz újra oszlik, s a keletkezett fiókmagvak közül *az egyik megmarad a saját sejtjében, a másik pedig az összenövés helyén átvándorol a másik sejtbe.* Az átvándorlás után mindegyik paramaeciumban újra két mikronukleusz van, az egyik a sajátja, a másik párosodó társából vándorolt belé. A két mikronukleusz egymás mellé kerül s teljesen összeolvad egyetlen maggá, s ezzel befejeződik az egybekelés; az összenőtt állatok újra elszakadnak egymástól, hogy jó darabig nemzedékről nemzedékre ismét egyszerű kettéválás útján szaporodjanak. Mi tulajdonkép az egybekelés, párosodás lényege? A paramaecium, amely jó darabig kettéválással szaporodott, az egybekelés alatt elveszti régi maganyagának egy részét; az unokamagvak közül három elpusztul, s csak egy él tovább; tehát a régi maganyagnak $^3/_4$ része elvész és csak $^1/_4$-e marad meg a jövőre. A megmaradt maganyagnak a fele kicserélődik a másik paramaeciumnak ugyanoly változáson keresztülment maganyagával. Az egybekelés alatt tehát megújulnak a paramaeciumok magvai. Az új mag felerészben a sajátja, felerészben a másik állaté. Két külön állatnak a magja egyesül, hogy az új mag létrejöjjön és az egyesülő magvak csak negyedei a régi maganyagnak. A mag megszabadul, megtisztul régi anyagának egy részétől és új alkotó elemeket vesz fel a másik állattól. A mag megujulásának folyamata alatt az összenőtt állatok protoplazma-testei is teljesen összekeverednek egymással.

Az egybekelés után a paramaeciumok nemzedékről nemzedékre ismét egyszerű oszlással szaporodnak. Az ivadékok ezrei jönnek létre, s ekkor beáll újra az egybekelés szüksége, s akkor újból felkeresik egymást, átformálva magjaikat s kicserélve egymással tulajdonságaikat. Ez az egysejtű állatok szerelme. Ősi sajátsága, szüksége ez az élő anyagnak, alapvető folyamat, amely változatosnál változatosabb formában ismétlődik az állatok nagy világában.

Vessük jól emlékezetünkbe az élő anyag e sajátos megújulásának processzusát. A tizedmilliméternél kisebb paramaeciumok szerelmének szabályai áthatják csekély kivétellel az egész élő világot.

Az egysejtű állatoktól a magasabbak felé átmenetül szolgálnak az úgynevezett sejttársaságok. Tanulságos példa a volvox globator nevű társaság. Egyetlen sejtből keletkezik, amely ismételt oszlás, azaz kettéválás révén mind számosabb sejtet ad, az egyből lesz 2, majd 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024 és így tovább, úgy hogy körülbelől a 14—15-ik generációban már 10.000 sejtből áll a társaság. A sejtek tudniillik nem szakadnak el egymástól, hanem bizonyos nyálkás anyagba beágyazva közös életet folytatnak. A 10.000 sejtből álló társaság egy milliméter átmérőjü gömböcskét alkot. Idővel azt tapasztaljuk, hogy a sejttársaságnak egyes sejtjeiből igen apró, élénken mozgó sejtek keletkeznek, más tagokból ismét feltünő nagy, mozdulatlan sejtek fejlőd-

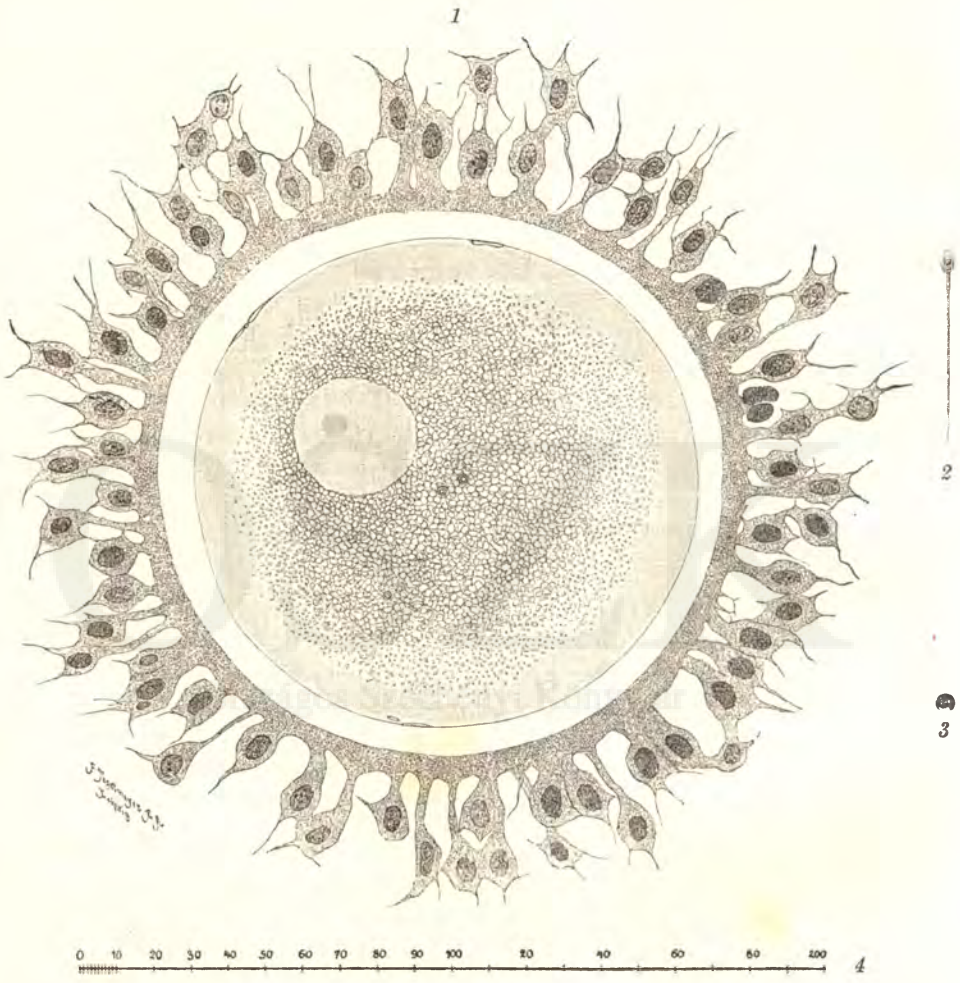


106. ábra. Az egysejtű paramaecium állatka egybekelése (conjugatio). Vázlatos rajz. — 1. A két infuzórium összenő, mindegyikben makro- és mikronukleusz van. — 2. A makronukleuszok eltünnek. — 3. A mikronukleuszok osztódnak. — 4. Nyugalom nélkül újraosztódnak, mindegyik infuzóriumban négy mikronukleusz. — 5. Három mikronukleusz elpusztul, marad egy-egy. — 6. A mikronukleuszok fele kicserélődik. — 7. A cserélt mikronukleusz felek egyesülnek a megmaradottakkal. — 8. Az egybekelés véget ér. — 9. és 10. Osztódás tovább egyszerű kettéválással a megújult magokkal. A magmegújulás, magifjodás veleje ez: a régi mag $^3/_4$ része elpusztul, a megmaradt rész egyesül más állat magjával.

nek. Úgy a kis sejtek, mint a nagyok elszakadnak a sejttársaságtól, amely elpusztúl. A levált kis sejtek mindegyike egyesül egy-egy nagy sejttel. Az egyesülésnek, azaz egybekelésnek az lesz az eredménye, hogy mindegyikből ismételt osztódás révén egy-egy 10.000-res társaság jön létre. A tanulság az: hogy egyszerű oszlás révén 10.000 sejt keletkezik, de ebből csak egyesek lesznek alkalmasak arra, hogy kezdő pontjai legyenek egy új 10.000-res társaságnak; ezek is csak akkor, ha az egybekelésen, a sejt újulásának sajátos folyamatán estek keresztül.

Ismerve a sejtmegújulás alapelveit, lássuk az ember keletkezésének viszonyait. Az emberi test, amely sejtek milliárdjainak százezreiből áll, egyetlenegy sejtből, a termékenyített petesejtből fejlődik. Ezen egyetlen sejtnek szakadatlan osztódása a fonalas magoszlás szabályai szerint vezet kedvező feltételek

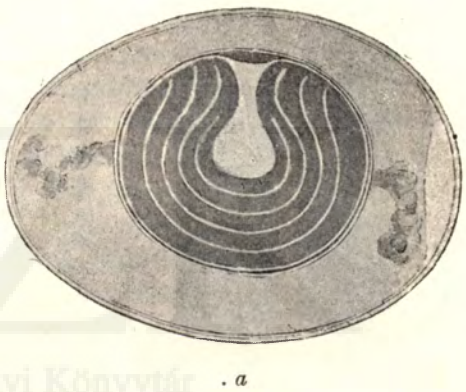
mellett az ember kifejlődésére. *William Harvey*, a híres angol orvos, kinek mondása volt: *omne vivum ex ovo*, már 1651-ben fejtegette, hogy »minden pete (azaz tojás) közbülső fokozat a szülők és gyermekeik között, átmeneti állapot azok között, akik voltak, s azok között, akik lesznek.« A XVII. és



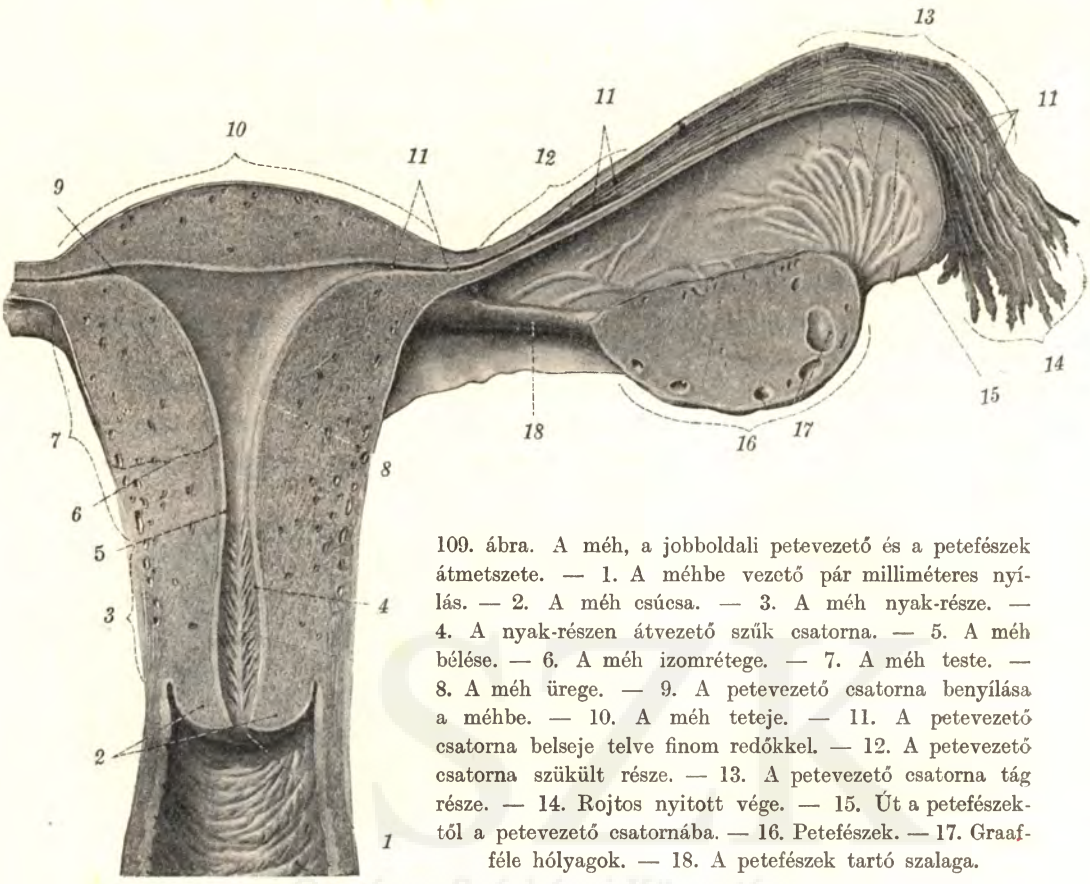
107. ábra. Emberi ivarsejtek 500-szoros nagyításban. 1. petesejt; a világos övtől (zona pellucida) befelé van a sejt, jól látható nagy magva a csirahólyag, a világos övtől kifelé vannak a petét betakaró hámsejtek. (Waldeyer nyomán.) — 2. Hímsejt v. sperma-fonál. — 3. Emberi vörösvér-sejt, nagyságösszemérés céljából. — 4. Mérőléc: a legkisebb osztályzat = 1 mikron = 0·001 milliméter.

XVIII-ik században azonban nagyon zavarosak voltak a fogalmak az állatok és az ember fejlődését s keletkezését illetőleg. A petét úgy képzelték, mint végtelen kicsi emberkét, kinek összes részei, ha kissé fejletlen formában is, már a petében megvannak. A fejlődés csak abban állana, hogy a kis emberke megnő, nagyobbodik, részei tökéletesednek. Hasonló valamit képzeltek ahhoz, mint mikor a körülbelül három kilós újszülött két évtized alatt 70 kilogrammos férfiuvá

nő. Hasonlították a petét a rügyhöz, amelyből virág fakad. Haller (1708—1777), a híres fiziológus, mondja könyvében: »nincs az állati testnek egy része sem, amely előbb készült volna a másiknál, minden egyidőben keletkezett«. Ez a preformációs (homunculus) elmélet, amely szerint minden már előre megvan a petében. *Caspar Friedrich Wolff* (1733—1794) az első, ki lehetetlennek mondja a preformációt, s új elvet állít fel a fejlődésre 1759-ben, az epigenezis elvét, amely szerint a petében semmi sincs meg, minden utólag képződik. A XIX-ik század mikroszkópi kutatásai teljesen igazat adtak Wolffnak. Minden pete nem egyéb, mint egyetlen sejt; de azért a peték külseje és nagysága nagyon változó. A kifejlett emberi petesejt 0·2 milliméter, esetleg kisebb (0·17 mm.), fekete papirra fektetve szabad szemmel látható, áttetsző kis fehéres gömböcske, éppen csak hogy észrevesszük. Mikroszkóp alatt egészen kerek sejtnek bizonyúl (107. ábra), melyet széles, *világos öv (zona pellucida)* vesz körül. Belsejében nagyobb hólyag látható sötétebb foltocskával; valaha csirahólyagnak, csirafoltocskának nevezték e részeket; nem egyebek, mint a nagy petesejtnek nagy magja, egyetlen magocskával. A világos övtől kifelé apróbb sejtek sorait látjuk, e sejtsorok termelték a világos övet. Az emberi petesejtet kicsisége miatt nehéz volt megtalálni, 1827-ben fedezte fel *Carl Ernst v. Baer*. Ne gondoljuk azt, hogy e nagy sejt csupa élő protoplazma, tele van holt tápláló anyaggal, amelyet hosszú időn át gyüjtött a petesejt magába. Ha a tápláló részt el tudnók belőle távolítani, sokkal, de sokkal kisebb sejt maradna vissza. A tápláló anyag változó mennyisége okozza, hogy egyes állati peték igen nagyok, mások fölötte kicsik. A tyúktojás sárgája szintén egyetlen petesejt. A sárga résznek finom hártyája van, ez a sejthártya; a tetején látható fehéres foltocska a csirahólyag, azaz a sejtmag, körülötte az élő protoplazmával; ebből fejlődik az állat. A világos öv helyett az egész sejtet a tojásfehérje veszi körül. A madárpetékben rengeteg a felhalmozott tápláló anyag. A sárga rész, ha mikroszkóppal nézzük, tele van göröngyökkel, ezek a *szikgolyócskák*. Az élő rész itt se sokkal több mint az emberi petében, a sárga színt zsiros festék, a lutein adja (108. ábra). Igen nagy pete az 1½ kilós structojás, egyike a legnagyobbaknak az Aepiornis tojása, amely 200 tyúktojással egyenlő, körülbelül 10 kiló. Elég kicsik a béka- és a halpeték. Békás tavakban tavasszal nyúlós, kocsonyás tömegeket láthatunk, tele apró fekete gömbökkel; e gömbök a béka petéi. Feketék, hogy jobban gyüjtsék a nap melegét, amelynek hatására pár nap alatt mozgó kis békaporontyokká nőnek meg. A halpetéket jól ismerjük a halikra vagy kaviár alakjában. Azok a peték, melyek az anyaállaton kivül fejlődnek, mind nagyok; az állatban fejlődő



108. ábra. Tyúktojás keresztmetszete. A sárga rész a nagy petesejt. *a* a tojás alatt a kis pont az emberi pete természetes nagyságát jelöli.



109. ábra. A méh, a jobboldali petevezető és a petefészek átmetszete. — 1. A méhbe vezető pár milliméteres nyílás. — 2. A méh csúcsa. — 3. A méh nyak-része. — 4. A nyak-részen átvezető szűk csatorna. — 5. A méh bélése. — 6. A méh izomrétege. — 7. A méh teste. — 8. A méh üregе. — 9. A petevezető csatorna benyílása a méhbe. — 10. A méh teteje. — 11. A petevezető csatorna belseje telve finom redőkkel. — 12. A petevezető csatorna szűkült része. — 13. A petevezető csatorna tág része. — 14. Rojtos nyitott vége. — 15. Út a petefészektől a petevezető csatornába. — 16. Petefészek. — 17. Graaf-féle hólyagok. — 18. A petefészek tartó szalaga.

Országos Széchényi Könyvtár

peték ellenben nagyon kicsik: itt nincs sok tápanyagra szükség, mert a fejlődő pete csakhamar összenő az anyaállattal, s onnan veheti a fejlődéshez szükséges anyagokat. Az elefánt petéje nem nagyobb mint az emberé.

A petéket készítő szervek a petefészkek (ovarium) (109. ábra). Az emberi petefészek kisebb szilva nagyságú, alakja annál valamivel laposabb; a felszíne dudoros. Minden egyes dudor kis hólyagocskának felel meg, ezek a *Graaf-féle hólyagok*. 1672-ben *Regner de Graaf* írta le őket. A hólyagok nem egyformán nagyok. Vannak egész kicsik, alig láthatók, a petefészek belsejében, vannak nagyobbak; a legnagyobbak teljesen kiemelkednek a petefészek felszínéről, faluk egészen áttűnő. A Graaf-féle hólyagokat folyadék tölti ki, de mindegyik belsejében apró sejtektől betakarva egy-egy pete található. A mi klimánk mellett átlag a 15 éves kortól a 45 éves korig minden négy hétben megérik egy-egy Graaf-féle hólyagocska, azaz annyira megnő, hogy kipattan, s a kifolyó folyadék kimossa belőle a már érett petét. Egy-egy ilyen hólyag borsó, azaz kis cseresznye nagyságú; valaha magát az egész hólyagot petének tartották. A jobb és baloldali petefészekben együtt százezer petét találtak (Waldeyer). Érdekes megemlítenünk, hogy az újszülött leánygyermekben ezek a peték már mind megvannak, csak kisebbek és nincs még hólyag körülöttük. Másfél évtizedes pihenés után kezdenek fejlődni, de nem

egyszerre; minden négy hétben csak egy-egy érik meg. A nagy petekészletből alig 400—500 kerül sorra egy életen át.

A pete megérését és kiszabadulását (ovulatio) a Graaf-féle hólyagból a petefészektől elég messze eső méhben oly változások kisérik, melyek kisebb-nagyobb vérzésekre (menstruatio) vezetnek. A petefészekről levált pete nagyon messze esik még attól a helytől, ahol a tovafejlődésére alkalmas feltételek megvannak. Körülbelül 15 centiméter hosszú vékony csövön, az úgynevezett petevezetéken kell átvándorolnia, hogy bejusson a méhnek üregébe. E vékony csőnek a belseje 0·5 milliméter széles ott, ahol a méhbe bevezet. A méhnek ürege az a hely, ahol a pete, ha tovább fejlődik, megtapad s összenő az anya testével. Tizenöt centiméter nagyon hosszú út a tizedmilliméteres emberi petének, s hozzá még a vékony petevezeték belseje tele van redővel, ránccal; egy-egy redő, egy-egy ránc valóságos emelet neki, s ami a legfontosabb, a pete nem tartozik a mozgó sejtek közé; a felületén semmi sincs, amivel tovahaladását elősegíthetné. Mi viszi hát tovább? A petefészek környéke és végig az egész petevezeték, sőt maga a méh is olyan hámsejtekkel van bélelve, melyeknek felszinét finom csillangók, azaz csillószőr borítja be. Képzeljük el, mintha finom mikroszkópi plüss borítaná be ez utakat, amelynek minden egyes szála élénken mozog, de csak egy irányban. Ha megnézzük ezt a csillószőrös hámbélést élő állapotban mikroszkóp alatt, a csillószőrök úgy látszanak, mint hullámzó vetés, amelyet a szél hajt egy irányban. Mondottuk már, hogy a tüdőhöz vezető utaknak hasonló bélésük van. A csillószőrös sejtek nagyon ellenállók. Ha megfagyasztjuk őket, mozgásuk megszűnik, de amint felmelegítjük, újra erősen hullámzanak. E csillószőrök gurítják lassan előre a petét be a méhbe, s ha meg nem tapad, onnan is tovább. Különféle kisérletek alapján azt kell mondanunk, hogy 8—10 napig tart, míg a 15 centiméteres úton legörgetik a petét.

A méhbe került pete csak akkor fog megtapadni, ha már jóval előbb keresztülesett a termékenyítés folyamatán. A termékenyítést illetőleg sok ferde nézet volt forgalomban az elmúlt időkben; azt tudták, hogy szükséges hozzá a férfiak hereváladéka (sperma), de hogy mi játsza a főszerepet, mi végzi a termékenyítést, s hogy miben áll a termékenyítés lényege, arra csak a XIX. század utolsó negyede adott felvilágosítást.

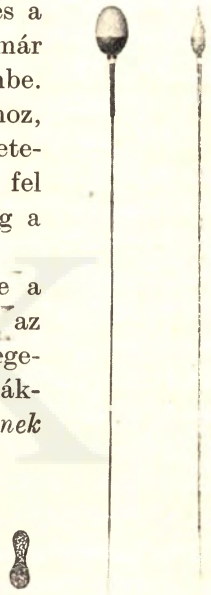
A herék váladékának — a spermának — ismerete nagyon régi keletű. A zseniális lupe-mesternek, Leeuwenhoeknak tanítványa, *Hamm* leideni orvostanhallgató fedezte fel 1677-ben, hogy a sperma tele van igen apró, igen élénken mozgó elemekkel, fonalakkal. Voltak, akik azt tartották, hogy az állatok nem is a petékből, hanem a sperma-fonalakból fejlődnek. Egy-egy spermafonalat, azaz hímsejtet egész kis emberkének képzeltek az akkor divatos preformációs teória szerint, s meg is rajzolták ez alapon a sperma-fonál szerkezetét. Mások viszont teljesen lényegtelen állatkáknak, élősdieknek, parazitáknak gondolták. 1786-ban döntő vizsgálatokat végzett *Lazzaro Spallanzani*. Kimutatta, hogy békapeték a béka spermájával megtermékenyíthetők, de ha megszűrte a váladékot, úgy hogy a sperma-fonalak a szűrőpapiron maradtak, a termékenyítés nem következett be. Ez az első kisérlet, amely a figyelmet a hímsej-

tekre terelte, s azt mutatta, hogy a termékenyítésnél ők játszák a főszerepet. Spallanzani vizsgálatai részben feledésbe mentek, úgy hogy a XIX-ik század első évtizedében a híres *Johannes Müller* még mindig nagyon kétkedőleg nyilatkozik a sperma-fonalak jelentőségéről. A mult század közepén *Kölliker*, s csakhamar utána mások végleg beigazolták, hogy a sperma-fonalak a herékben képződnek és sejtekből keletkeznek.

Az emberi sperma-fonál (110. ábra) igen kicsi, hossza $^1/_{20}$ milliméter (0·05 mm.); három főrésze van: kis feje, mely a vörösvérsejteknél is kisebb, rövid nyaka és hosszú ostorfonala. Hogy mily kicsik és mily nagy számban készülnek, felemlíthetjük, hogy *Lode* számlálásai alapján egyetlen köbmilliméterben átlag 60.000 spermafonál nyüzsög. A sperma-fonalak igen élénken mozognak; ha mikroszkóp alatt megfigyeljük, úgy látjuk, mintha egy helyben táncolnának. Ostorfonaluknak erős csapkodása nem igen viszi őket se előre, se hátra. Ha azonban igen lassan mozgó, áramló folyadékban figyeljük meg őket, akkor valamennyien egy irányban úsznak, s mindig az ár ellen. Túlerős áramlások elsodorják őket, de lassú áramlás irányítja s gyorsabbá teszi vándorlásukat. A folyadékáramlás valóságos inger arra, hogy a sperma-fonalak vele szembe vándoroljanak. A mikroszkóp alatt tett mérések kimutatták, hogy lassú áramlás ellenében a sperma-fonalak óránkint 3, esetleg 6 centiméter utat tehetnek meg. Ez a körülmény adja magyarázatát annak, hogy a sperma-fonalak képesek a pár milliméteres átmérőjű szűk nyiláson és csövön, amely kivülről a méhbe vezet, bevándorolni. Pedig a méhnek egész belső felszinét, a mondott szűk csatornát és a nyilást mindenütt csillószőrös hámsejtek bélelik ki, amelyek minden mikroszkópi apróságot, ami a méhbe kerül, kifelé hajtanak. Éppen ez a kifelé hajtás adja az ingert arra, hogy a sperma-fonalak befelé haladjanak, úgy hogy rövid pár óra alatt nemcsak elárasztják a méh üregét, de ellepik a petevezetékek szűk csatornáit is.

A termékenyítés lényegét, amint azt az utolsó 25 év kutatásai pontról pontra igazolták, az teszi, hogy a legelső sperma-fonál, amelyik rátalál a petére, beléje hatol, s vele egyesül. A behatolás után a petesejt azonnal finom hártyát választ ki a felületén, amely meggátolja a később jövőknek a bejuthatást. Hogy hol és mikor következik be ez az egyesülés, erre a felelet nem oly egyszerű; megitélésében a következő adatokat kell mérlegelnünk. Még egyszer kell hangsúlyoznunk, hogy peteérés és leválás csak minden negyedik héten következik be; a leválás idejét méhvérzések árulják el. 8—10 napig tart, míg a petevezetéken keresztül a csillangóhám a méhbe hajtja a petét. Most előáll a kérdés, vajjon megtartja-e ezen idő alatt a pete életképességét? Ha időközben bekövetkezett a termékenyítés, akkor igen. A termékenyített pete fejlődésnek indúl, az nem pusztúl el, de a nem termékenyített pete a vándorlás utolsó napjaiban úgy látszik már nem életképes; megbízható adataink erre nézve nincsenek. Hasonló szempontok alá esnek a sperma-fonalak; az ő bejuthatásuk nincs négyhetes időközökhöz kötve, s amint mondottuk, a bejutás után maximum 5—6 óra mulva már a petevezeték túlsó végén vannak; életképességüket igen sokáig megtartják. A sperma-fonalak különböző behatásokkal vizsgálva, igen ellentálló, nehezen pusztuló elemeknek bizonyul-

tak. Boncolásnál nyert adatok azt igazolják, hogy a petevezetékekben életképességüket még két hétnél tovább is megtarthatják. Mindezekből világosan láthatjuk, hogy a már levált petét a később bejutott spermafonalak pár óra mulva megtalálják; de viszont a sperma-fonalak nagy életképessége mellett lehetséges az az eset is, hogy a sokkal korábban bejutott fonalak az egy héttel később leváló petét bevárják. A termékenyítés tehát, amely az új egyénnek kiinduló pontját teszi, nem esik össze szükségképen a pete leválásának, avagy a sperma bejutásának idejével. Pár órás, esetleg több napos eltérésről lehet itt szó. De minden esetre az esetek legtöbbjében, talán mindig, számbavéve a sperma-fonalak gyors vándorlási képességét és a nem termékenyített pete sokkal kisebb életerejét, a termékenyítés a petevezetékben fog bekövetkezni. A csillószőrös hámbélés a már termékenyített s fejlődésnek indult petét legördíti a méhbe. A fejlődésnek indult pete csakhamar odanő a méhfal oldalához, s ezzel beáll a terhességi állapot, amely alatt szünetel a petefészek működése, nem érnek meg új peték és nem repednek fel a Graaf-féle hólyagok. A később bejutó sperma-fonalak pedig a méh szájánál zárt ajtókra találnak.



110. ábra. Spermafonalak: 2000-szeres nagyítás (Retzius nyomán); mellette nagyságösszemérés céljából emberi vörösvér-sejt.

A petesejt és a sperma-fonál benső egyesülése egyike a legmegkapóbb, legérdekesebb folyamatoknak, amely bevilágít az új egyén keletkezésének titokzatos viszonyaiba s helyes mérlegelését teszi lehetővé a változatos és bonyolult öröklési teóriáknak. E folyamatot a sperma-fonál szempontjából *termékenyítésnek (fekundációnak)* nevezzük: a sperma-fonál megtermékenyíti a petét, a pete szempontjából pedig *fogamzásnak (koncepciónak)*, mert az egyesülés eredménye, hogy megfogant a pete.

A folyamat helyes áttekintése szempontjából mindenekelőtt tisztáznunk kell az annyira kicsi s oly különös alakú sperma-fonál jelentőségét. Igen sokáig külön parazitának gondolták, s csak a mult század második felében végzett gondos mikroszkópi kutatások, amelyek a sperma képződésével foglalkoztak, bizonyították be a legnagyobb pontossággal, hogy a sperma-fonál átalakult sejt. Megvannak benne a sejtre jellemző összes alkotórészek; nem egyéb, mint a rendes karakterű sejtnek sajátos formálódása, s mint sejt teljesen egyenértékű a petesejttel. Azok a nézetek, amelyek az új egyén keletkezésénél a sperma-fonálnak a peténél alárendeltebb szerepet tulajdonítottak, teljesen tévesnek bizonyultak. Valaha azt hitték, hogy a sperma-fonál csak arra való, hogy a nyugvó petét felbiztassa a fejlődésre, mintegy lökést adjon a fejlődés hosszú folyamatának megkezdésére.

A sperma-fonál, melyet jogosan nevezhetünk hímsejtnek, egyenértékű fél a női petével: a termékenyítés lényege két sejtnek teljes, bensőséges összeolvadása; a termékenyített pete voltaképen már új sejt, amely két különböző jellemű sejt egyesülésének eredménye.

Vegyük beható vizsgálat alá a petesejtet és a sperma- azaz hímsejtet. A kétféle sejtet közös néven *szaporodási, nemi vagy ivarsejteknek* szokták nevezni. Be akarjuk igazolni, hogy e kétféle elem, amely első pillanatra, egyszerű megtekintésre két teljesen különböző alakot mutat, úgy származását, mint értékét illetőleg teljesen egyenrangú. A látható nagy eltérések nem lényegbe vágók, hanem — amint azt különösen Hertwig hangsúlyozta legelőször — a célszerű munkamegosztásra vihetők vissza. A sejtek eddigi vizsgálata is már arról kellett hogy meggyőzzön bennünket, hogy a sejteknek alakja, nagysága és szerkezete a különféle viszonyok és hivatás szerint a legkülönbözőbb lehet. Midőn áttekintettük az emberi testben szereplő különféle sejtfajtákat, látnunk kellett, hogy vannak ott valóságos sejttörpék és sejtóriások, az alak lehet gömbölyű, hengeres, csillagalakú és szerteágazó. A sokféle forma egészen megfelel annak, amit annyira hangsúlyoztunk, hogy az élő anyag a legkülönfélébb viszonyokhoz tud alkalmazkodni, hogy képességei sokoldalúság tekintetében utólérhetetlenek. De bármilyen legyen is a sejt külső megjelenése, mindig három lényeges része van: 1. a sejtprotoplazma, 2. az erősen festhető, foszforos fehérjéből álló sejtmag és 3. a végtelen kicsi vezérpont.

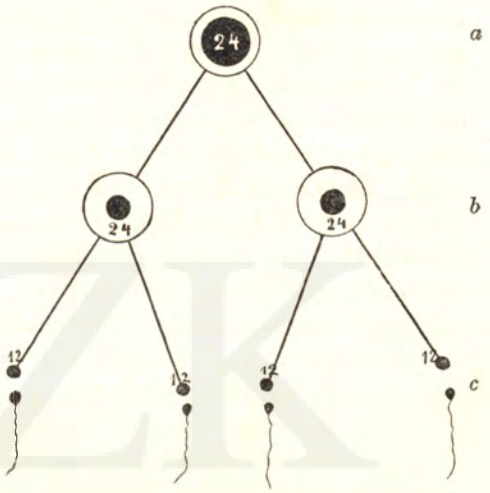
Számos vizsgálat, mely a sperma-fonalak képződésével foglalkozott, egyöntetűen kiderítette, hogy minden négy-négy sperma-fonál közös sejtből, közös őstől származik. A közös sejt, melyet *sperma apasejtnek (spermatocyta)* kereszteltelhetünk, két *fióksejtre* oszlik. A fióksejtek azonnal tovább oszlanak s így négy *unokasejt* keletkezik, amelyek mindegyike egy-egy sperma-fonállá alakul át (111. ábra.)

A gyorsan egymásután következő *két oszlás*, amely az unokasejtekre vezet, *nagyon sajátságos*. Sehol másutt sejtek ilyen gyors egymásutánban nem szoktak oszlani. Az oszlások rendes menete mindig az, hogy az első oszlással keletkezett fióksejtek előbb megnőnek akkorára, mint amilyen volt szülősejtjük, s csak azután oszlanak újra. Nemcsak a sejt teste nő meg, hanem magja is. Emlékezzünk vissza a fonalas magoszlásra; láttuk azt, hogy mily nagy szerepet játszik az osztódásnál a mag anyaga. Hangsúlyoztuk, hogy a természet milyen különös gondot fordít arra, hogy a sejt életében oly fontos maganyag mértani pontossággal osztassék két egyenlő, aequivalens részre. A mag bonyolult előkészületeket tesz: lényeges anyaga fonalat képez, a fonál kromoszómákra darabolódik, a kromoszóma-szám minden állatfajra jellemző és állatfajok szerint különböző. Az embernek minden sejtmagja 24 kromoszómás. A keletkezett 24 kromoszóma hosszában kettéhasad, a hasadási felek szétvándorolnak. Így keletkeznek a fiókcsillagok, belőlük fejlődnek a fiókmagvak. A fiókmag nyugalomra tér, s csak ha megnőtt, akkor oszlik újra. A sperma-fonalak képződésénél másképen áll a dolog. *A sperma-apasejtből keletkezett két fiókmag minden pihenés nélkül rögtön tovább oszlik*, nincs ideje a maganyag pótlására, növésére; a második oszlásnál a kromoszomák nem hasadnak, s ennek eredménye lesz, hogy minden egyes unokasejtbe csak 12 kromoszóma s az apasejt maganyagának csak negyedrésze jut. S így a pihenés nélkül való gyors oszlás eredménye az lett, hogy egy unokasejtbe a rendes maganyag mennyiségének csak negyedrésze jutott, és a kromoszómák száma 12-re olvadt.

Egy-egy ilyen unokasejtből (spermatida) gyorsan képződik a sperma-fonál és szó sincs a maganyag eredeti mennyiségének helyreállításáról. Az unokasejt magja a sperma-fonál fejévé tömörül, a protoplazma legnagyobb része elpusztul; a maradékból lesz a sperma-fonál nyaka és ostorfonala. A sejt vezérpontja a sperma-fonál nyakába kerül.

Látjuk tehát, hogy a sperma-fonál teljes sejt, van magja, vezérpontja és alig valami protoplazmája. Az unokasejt, midőn sperma-fonállá alakul, minden felesleges részt kidob magából, a megmaradt anyagot a lehetőségig tömöríti és így jut ahhoz a feltünő vékony kicsi alakhoz. Apró, könnyű teste adja meg az élénk mozgóképességet, tömörült részei teszik ellenállóvá, és különös jellemvonása, hogy feje — mely sejtmagot képvisel — a rendes magmennyiségnek negyedét tartalmazza és csak feleannyi kromoszómából áll mint egyéb sejtjeink magvai.

A sperma-fonál elenyészően kicsi a petéhez. Az emberi petének $^2/_{10}$ mm. átmérőjű gömböcskéjében 60.000 spermafej férne el. A madárpetéknél a különbség még nagyobb, ott százezrei a sperma-fonalaknak sem tennék ki a petesejt nagyságát. Ne feledjük azonban, hogy a spermafej tulajdonképen magot képvisel. A pete magja s a spermafej között a külömbség sokkal, de sokkal kisebb. A petesejt azért olyan nagy, mert sok benne a holt tápláló anyag, míg az élő rész benne igen kevés. A tápláló anyag nagy készletére nem a petének, hanem a belőle fejlődő sejtrendszereknek lesz szükségük. Látjuk tehát, hogy a célszerű munkamegosztás hozta létre a szaporodási sejtek között a különbséget. A spermasejt kicsi, minden felesleges anyagtól ment, de viszont mozgékony és ellenálló; a számuk milliókra megy; a petesejt nagy, tele van táplálékkal, de mozdulatlan, könnyebben pusztul el, sokkal kevesebb van belőle és csak négyhetes időközökben érik meg egy-egy.



111. ábra. A sperma-fonalak képződése. (Vázlat.) *a* sperma-apasejt 24 kromoszómával, *b* első oszlás ad két egyforma fióksejtet, mindegyik 24 kromoszómás, *c* a második oszlás gyorsan követi az előbbit és ad négy unokasejtet. Mindegyik csak 12 kromoszómás, mindegyikből sperma-fonál képződik. — Egyetlen sperma-fonál, a sperma-apasejt maganyagának csak $^1/_4$-ét tartalmazza és benne a kromoszómaszám csak 12, fele az eredeti kromoszómaszámnak.

Az utolsó két évtized vizsgálatai kimutatták, hogy az érett pete magja éppen úgy 12 kromoszómás, mint a sperma-fonálé. Hiába éri el a pete rendes nagyságát, a kifejlett pete még nem érett. Mikor ahhoz az időponthoz közeledünk, hogy a Graaf-féle hólyagocska kipattanjon, sajátszerű változások folynak le a petesejt belsejében. Az addig nyugvó sejtben élénkség mutatkozik; a petemag, amely addig a sejt közepén foglalt helyet, egészen a sejt szélére

vándorol s ott a fonalas magoszlás szerint oszlik. A keletkezett két fiókmag közül az egyik kevés protoplazmától körülvéve kivándorol, elszakad a nagy petesejttől s a petesejtben maradó fiókmag pedig, anélkül hogy nyugalomra térne és kiegészítené maganyagát eredeti mennyiségére, gyors tempóban újra oszlik. A másodszori oszlásnál keletkező magvak már csak 12 kromoszómásak s a maganyag eredeti mennyiségének csak negyedét tartalmazzák. A másodszori oszlásnál a petében keletkező magvak közül az egyik, éppen úgy mint az előbb, elszakad a petesejttől (112. ábra).

Ezeket a változásokat a pete érésoszlásainak nevezzük, s íme látjuk, hogy a pete magja ugyanazon változásokon megy keresztül, ugyanolyan módon, mint a sperma-fonalak magjai. A sperma-fonál feje teljesen egyenrangú az érett pete magjával. Különbözik valamennyi egyéb sejtmagtól abban, hogy nem 24, hanem csak 12 kromoszómából áll. Sajátságos változások ezek, önkéntelen ébred bennünk a gondolat, vajjon mi ezeknek a célja? Miért kisebbednek meg éppen azoknak a sejteknek magvai, melyeknek egyesülése új egyénre vezet. Miért különböznek ezek egyéb sejtjeink magvaitól? Hogy ezt megértsük, gondoljuk meg, hogy minden petét csak egyetlen sperma-fonál termékenyíthet; a termékenyítésnek lényege abban áll, hogy a petesejt és a sperma-fonál teljesen összeolvad, a 12 kromoszómás spermafej egyesül a 12 kromoszómás petemaggal. Az egyesülésből származik az új mag, amely irányítja az új egyén fejlődését, s ez éppen úgy 24 kromoszómás lesz, mint az összes egyéb emberi sejtmagvak.

És most emlékezzünk vissza a paramaeciumok egybekelésére. A párosodó paramaeciumok elvesztik a régi magmennyiség $^3/_4$ részét s aztán egyesülnek egy másik állat magjával. Ez a változás, ez a sejtújítás adja vissza a paramaeciumok eredeti oszlóképességét. A sperma-fonál egyesülése a petével szintén ilyen egybekelés. Az egybekelő felek éppúgy elvesztik a maganyagnak $^3/_4$-ét, a kromoszómaszám felére olvad s az így átalakult magvak egymással egyesülnek. A sejtújulás lényege itt is az, ami a paramaeciumoknál. A megújult sejt, a termékenyített pete szintén visszakapta ősi oszlóképességét, csakhogy itt az oszlással keletkezett sejtek együtt maradnak s adják az emberi test milliárdos sejttársaságát.

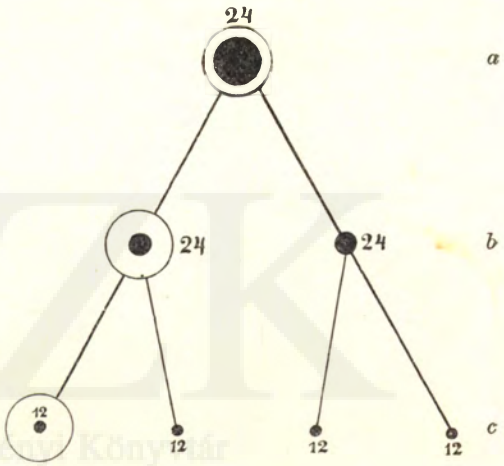
Nagyfontosságú adatok ezek, amelyek azt mutatják, hogy a termékenyített pete magjában ugyanannyi az apai, mint az anyai rész. A termékenyített pete milliárdos meg milliárdos osztódása vezet az új egyénre és e sejtmilliárdok minden egyes tagjának magja felerészben apai s felerészben anyai származású. S most menjünk egy lépéssel tovább: ha majd az új egyén termel petét vagy sperma-fonalat, annak magjában éppen úgy lesznek apai és anyai részek, amelyek átmennek az ő utódjába. *Így kerülnek át az unokákba a nagyszülők tulajdonságai, mert 12 kromoszóma különböző variációban vándorol utódról utódra.* E finom folyamatoknak tiszta ismerete ad biztos alapot arra, hogy hozzászólhassunk az örökölhető tulajdonságok kérdéséhez. Ez adja meg a termékenyítés vizsgálatának nagy természettudományi fontosságát.

A sperma-fonálnak behatolását a petesejtbe már a mult század közepén többen észlelték különböző állatokon, finomabb részleteit azonban csak az utolsó

25—30 év munkássága derítette ki. Elévülhetetlen érdemei vannak e téren Hertwignek, akinek 1875-ben végzett vizsgálatai döntő befolyással voltak a tudomány emez ágának fejlődésére.

A termékenyítés mikroszkópi lefolyását emberen még nem látta senki, de az eddig végzett számtalan vizsgálat, amelyet a legkülönfélébb állatokon eszközöltek, beigazolta, hogy a termékenyítés valamennyi állatnál azonos elvek szerint folyik le, s így joggal és egészen bátran feltehető, hogy az embernél is azonosak e folyamatok.

A termékenyítés vizsgálatára a legalkalmasabb állatok egyike a tengeri sün (Toxopneutes seu Strongylocentrotus lividus), vagy a tengeri csillagállat (Asterias glacialis) s a vele rokon fajok; a vizsgálatok hosszú sorát végezték rajtuk. Bőven találhatók a sziklás tengerpartokon, s ha felvágjuk, könnyen juthatunk úgy petékhez, mint spermafonalakhoz. A tengeri sün petéi alig $^1/_{10}$ milliméternyiek, fénylő, átlátszó kis golyócskák, amelyek csepp tengeri vízzel mikroszkóp alá helyezve, kitünően vizsgálhatók. Ha megfigyeljük, csakhamar reájövünk, hogy a peték kétfélék. Vannak nagymagvúak, ezek még éretlenek, s kismagvúak, amelyek már érettek; ezek már átestek az érési oszlásokon és bennük a kromoszómák száma felére csökkent. Ha most sperma-fonalakat adunk hozzájuk, egész kényelmesen végig nézhetjük a termékenyítés folyamatát. A spermafonalak rajban vonúlnak reá a petére; a legelső felé, mely a petéhez ér, kidúdorodik a pete protoplazmája és felveszi a sperma fejét és nyakát (113. ábra). Az ostorfonál künn marad és elpusztúl, tehát a termékenyítésnél nem szerepel.



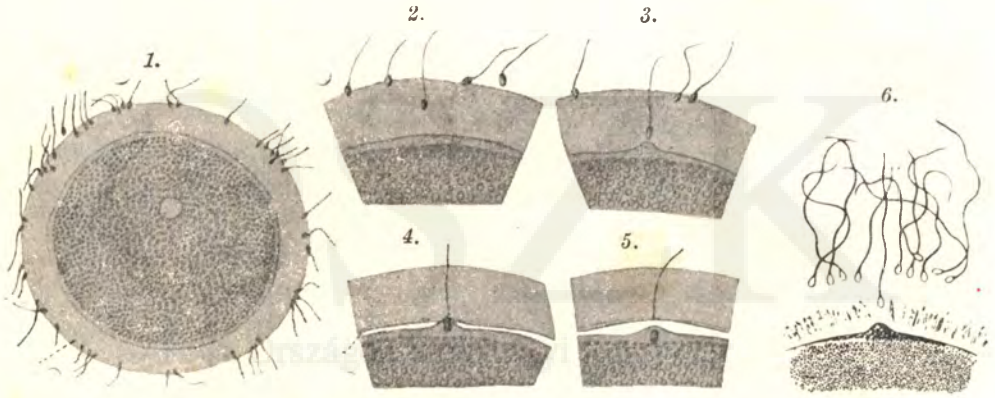
112. ábra. A petesejt érése. (Vázlat.) *a* Kifejlett éretlen pete 24 kromoszómával, *b* első érési oszlással keletkezik két fiókpete, az egyik csenevészes kicsi, de mind a kettő még 24 kromoszómás, *c* második érési oszlással keletkezik négy petesejtunoka, valamennyi 12 kromoszómás, 3 sejt egészen csenevészes, csak egy fejlett: ez az érett pete. — A peteérés alatt elvész az eredeti maganyag $^3/_4$ része és a kromoszómaszám felére apad.

A tömött sperma-fej a pete protoplazmájában megnagyobbodik s világosan látható lesz sejtmag karaktere. Lassan közeledik a petemaghoz, útjában kíséri a sperma-fonál nyakával bekerült vezérpont, amely körül a pete protoplazmája sugárosan rendeződik.

A sperma-fonál vezérpontja veszi át a pete protoplazmájának igazgatását. Végül a két mag összetalálkozik és teljesen egybeolvad. Ezzel az egybeolvadással a termékenyítés befejeződik. Az apától származó hímsejt s az anya petesejtje teljesen és bensőleg elegyedett, összekeveredett egymással; ezt az összekeveredést, mint a termékenyítésnek leglényegesebb mozzanatát, jelölte meg *Weissmann* az *amfimixisz* szóval.

Ha továbbra is megfigyeljük mikroszkóp alatt a termékenyített petét, látni fogjuk, hogy a sperma vezérpontjának vezetése mellett megkezdődik a pete első fonalas magoszlása. Egyik oszlás követi a másikat, s így a petéből először 2, majd 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024 . . . . . sejt keletkezik. Már a tizedik generációban — amint látjuk — 1024 kis sejtet találunk a nagy pete helyén. A petében felhalmozott holt tápláló anyag lassan átalakul a képződő sejtnemzedékek élő protoplazmájává.

És ime a pete helyén sűrün egymás mellett fekvő kis sejtek halmazát látjuk, mintha csak kis gömböt apró söréttel töltöttünk volna meg. A kis sejttársaságnak felszíne olyan mint a szederé. *Minden állat, a legalsóbbak úgy mint a legmagasabbak, köztük az ember is, fejlődésének legkezdetén ilyen szederkülsejű kis sejttársaságból áll.* A fejlődés ezen fokán még nincs különbség állat és állat között, a pete czen első osztódását egész a *szeder,* azaz *morula alakig barázdálódásnak* keresztelték, mert minden oszlás új meg új



113. ábra. A tengeri csillagállat (Asterias glacialis) petéjének termékenyítése. Foll és Willson nyomán. — 1. A petesejt, sperma-fonalaktól körülvéve. — 2—3. A sperma-fonalak benyomulása a petét körülvevő kocsonyás rétegbe. — 4. és 6. A pete protoplazmája előududorodik a legközelebbi sperma-fonál felé. — 5. A sperma-fonál feje belép a petébe.

barázdát húz a pete gömbölyű, sima felszínére (46. *F.* ábra). Az osztódás tovább folyik, az egyszerű szederalakból egyre bonyolultabb formák keletkeznek, amelyek végül a kifejlett állat alakjára vezetnek. Igy jön létre az embert alkotó milliárdos sejttársaság is, melynek minden egyes sejtjében benne lesz az apától és anyától örökölt 12—12 kromoszómának milliomodik, meg milliomodik utódja.

Világos most már előttünk, hogy minden új egyén keletkezéséhez a sperma-fonálnak s a petének egyesülése szükséges. A testünket alkotó egyéb sejtek lassan kopnak és pusztulnak, több évtizedes lét után az enyészetbe dől az embernek nevezett milliárdos sejttársaság. Új életre, azaz folytatólagos életre csak elenyésző kicsiny gárdája sejtjeinknek alkalmas. Ezek a peték és a sperma-fonalak. Ők különben sem vesznek részt az emberi test egyéb működéseiben; másfél évtizedig pihennek, s őrzik egy új életnek, az új egyénnek titkait.

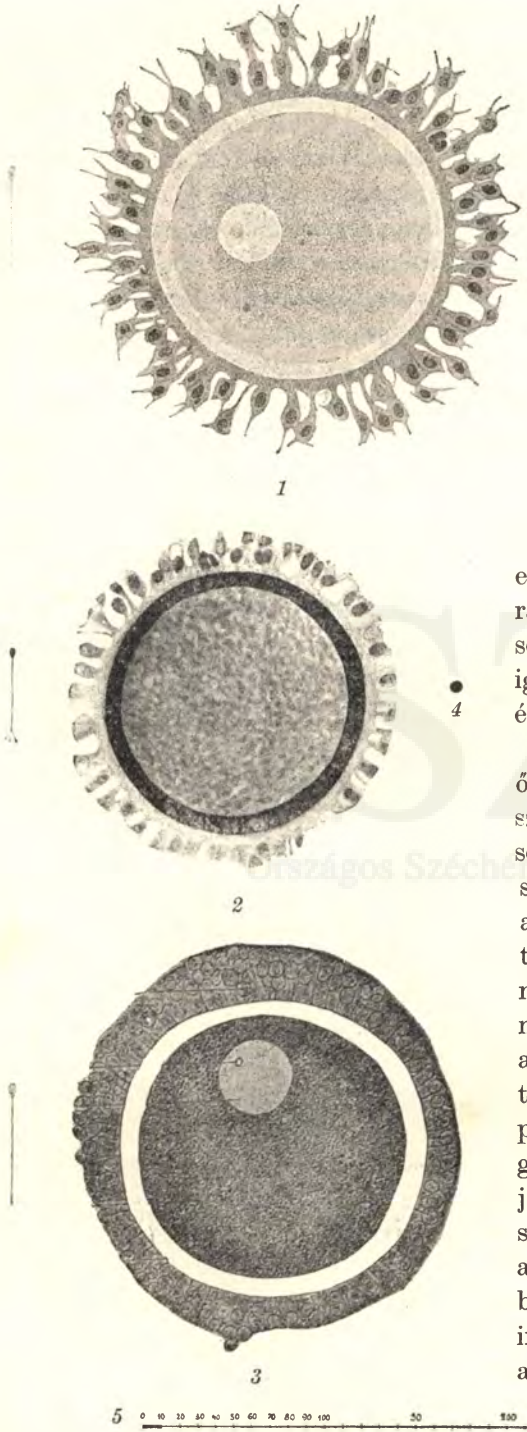


114. ábra. A tojás sárgája a fejlődő csirke-embrióval. Az embriótól erek mennek a tojás sárgájára, amelyek a táplálékszállítást eszközlik az embrió felé. Kétoldalt a tojásfehérjébe húzódó jégzsinórok látszanak.

A természet egyik legcsodásabb jelensége ez, tapasztaljuk, látjuk, tudjuk, hogy úgy van, szinte biztatjuk magunkat, hogy most már értjük a valójában meg nem foghatót. Előttünk az örök probléma, az élet titka. A természettudomány, mely az embert az állatok közé sorozta, s amely a jelenségek magyarázatánál, elvetve a képzelet szülte felfogásokat, a való és természetes összefüggéseket keresi, kikutatta s beigazolta, hogy a teremtés koronája is épúgy két sejt egyesüléséből származik, mint az állatok végtelen sora. *Két tizedmilliméteres kis gömböcske és* $^1/_{20}$ *mm. vékony fonál egyesülése alkotja minden ember kezdetét, s az alig látható élő porszemekben egy egész leendő*



115. ábra. Az ember fejlődésének első négy hónapjában. Természetes nagyságban és elhelyezésben. (His és Bumm nyomán.) — *1.* 12 napos. — *2.* 21 napos. — *3.* 30 napos. — *4.* 34 napos. — *5.* $6^1/_2$ hetes. — *6.* Második hónap végén. — *7.* Harmadik hónap végén. — *8.* Negyedik hónap végén.



élet nagysága és szenvedése rejlik. Mily hihetetlenül csodás valami, hogy az élő anyagnak közel hasonló porszemei (lásd 116. ábra), amelyek még mikroszkóp alatt is alig különböznek egymástól, adják a tenger virágállatait, az óriási bálnát, a nagy elefántot, a nyulánk tigrist, az állatvilág végtelen sorának annyira különböző tagjait. Az élő porszemek magukba zárják minden állatfajnak, a szülőknek, a nagyszülőknek, s az elődök végtelen sorának összes tulajdonságait.

Beigazoltuk, hogy a két ivarelem, a petesejt és sperma-fonál egyenrangú sejtek, épp olyanok, mint egyéb sejtjeink, eltekintve attól, hogy nem igen teljesítettek egyéb feladatokat és hosszabb időn át pihentek.

A sejtek általános jellemvonása, ősi sajátsága az oszlóképesség. Minden szövetben, mikor nő és erősödik, oszló sejteket találunk. A kóros elváltozások arra tanítanak, hogy olyan sejtek, amelyek hosszabb időn át nem oszlottak, szokatlan ingerekre, esetleg újra nagy erővel oszlanak. Ismerünk bizonyos külső behatásokat, ingereket, amelyek a sejtek oszló, szaporodó tehetségét fokozni tudják. Rovarcsípésre keletkezik a tölgyfa levelén a gubacs, a megszúrt helyen a levél sejtjei fokozott oszlásnak indulnak. Edző szerekkel nehezebben gyógyuló sebeket az ember testén esetleg rövid idő alatt begyógyíthatunk, mert az alkalmazott inger fokozza a szövetek sarjadzását, a sejtek oszlóképességét. Minden sejt

116. ábra. Különféle ivarsejtek 250-szeres nagyításban. — 1. Emberi petesejt. — 2. Házinyúl petéje. — 3. Tehén petéje, mindegyik mellett a megfelelő sperma-fonalak. — 4. Emberi vörösvér-sejt nagyságösszemérés szempontjából. — 5. Mérőléc: a legkisebb osztályzat = 1 mikron = 0·001 milliméter.

bizonyos külső ingerekre oszlással válaszol, az állatpeték sem kivételek. Több esetben beigazolódott, hogy pl. a tengeri sün petéi *termékenyítés nélkül* kellő külső izgatásra oszlásnak indultak, barázdálódtak; létrejött belőlük a szeder, azaz morula-alak, sőt tovább is fejlődtek.

Sokan félremagyarázták e látszólag feltünő kisérleteket, amennyiben hibásan kémiai termékenyítést és hasonlót kezdtek emlegetni (Loeb), pedig *nem a termékenyítés adja meg az oszlóképességet; ősi sajátsága, alaptulajdonsága az minden sejtnek bizonyos feltételek mellett.* A sejt oszlása különféle sejtek szerint más eredményre vezet; a májsejt oszlása májat ad, az izomé izmot, a petesejté morulát.

A sperma-fonál származását, rangját illetőleg épúgy sejt, mint a pete. A lehető legkisebb formára alakult sejt, melynek alig van protoplazmája. Kellő ingerekre és feltételek között a himsejtnek is oszlania kell és ha oszlik, az eredmény, amire vezet, szintén csak morula lehet. A legújabb vizsgálatok igazolták e föltevést. A sperma-fonál nem rendelkezik az oszláshoz szükséges anyagmennyiséggel, de kellő talajba, kellő protoplazmatömegbe ültetve és erősen ingerelve oszlik és morulát ad.

Ugyancsak tengeri sün petéin végezték e nagy elvi jelentőségű kisérleteket. A tengeri sün elég nagy petéit magvaitól megfosztották. A mag nélkül való petébe átültették a tengeri sün sperma-fonalát és ez kellő ingerekre morulát adott.

Fontos tanuságai vannak e finom mikroszkópi kisérleteknek:

1. A sperma-fonálnak egymagában is épúgy megvan az oszlóképessége, mint a petének. Talán ez igazolja a legfényesebben a sperma-fonál és pete elvi egyenlőségét.

2. Minden mag élete a protoplazmához kötődik. Hallottuk, ha elválasztjuk a magot a protoplazmától, mindkettőnek az élete megszünik. A mag csak a saját protoplazmájában tartja fenn életét és fejlődik tovább. A sperma-fonál feje első sorban csupán mag és íme, az elmondott kisérlet igazolja, hogy a petében, tehát más protoplazmában is tud a mag tovafejlődni. Igy jutunk azon fontos biológiai tételhez, hogy *minden mag csak a saját, vagy a vele közel rokon protoplazmában boldogul; idegen protoplazma feloldja.* Ezért él meg a ló sperma-fonala a szamár peteprotoplazmájában, ami az öszvérbastard keletkezéséhez vezet. Hasonló elveket, eredményeket fogunk hallani a vérnél: fajilag távol álló állatok vére feloldja egymás vérsejtjeit; fajilag közel álló állatok azonos savóreakciókat adnak. Vegyi különbségek vonják meg a határt, hogy fajilag távol álló állatok ne adhassanak bastardokat.

* * *

A termékenyítésnél tehát két, alak és nagyság szerint nagyon eltérő, de közel egyenértékű sejt egyesül.

A termékenyítésnek közvetlen eredménye az, hogy az *egyesülés = amfimixisz* révén az egyesült két sejt, vagy, amint nevezzük, a *termékenyített petesejt* fokozott oszlóképességet és ellenállóbb jellemet mutat. *A termékenyített*

pete ősi sajátságaiban megerősödött, megifjodott sejt. Egyik sem kapja az oszlóképességet, csak megerősödik, megifjodik bennük a hanyatló ősi sajátság.

Az előző kisérletek szépen igazolták, hogy mennyire szunnyad az oszlóképesség úgy az egyik, mint a másik ivar-elemben. Úgy kellett őket erőszakos módon külön ingerekkel oszlásba hajtani.

Tudjuk azt, hogy a *nem termékenyített pete* elpusztul a méhben. A méh belsejének kedvező viszonyai között sem marad meg és nem jut eszébe oszlani; viszont a *termékenyített pete* igen mostoha körülmények mellett is megmarad és igyekszik alapot teremteni a tovafejlődésére. Előfordul, hogy a méhüregen kívül rekedt peték is, ha megtermékenyültek a spermafonállal, jó darabig tovafejlődnek (extrauterinalis terhességek). A termékenyített pete tehát ellenállóbb és oszlótehetsége fokozott. Nem kételkedhetünk az amfimixisz ifjító erejében, ha a piros arcú, kicsattanó, mosolygó kis babát összehasonlítjuk a 80 éves, hófehér hajú, ráncos, tipegő nagyapával. Az unoka ugyanaz az élő anyag, két amfimixisszel tovább.

A paramaeciumoknál is láttuk, hogy hosszú időn át oszlanak egyszerű kettéválással, de akkor egybekelnek, hogy megifjodjanak.

Valaha megtámadták e nézetet: azt mondták, hogy a paramaeciumok nem öregednek meg soha; tehát nincs is szükségük a megifjodásra. De újabban egyre gyűlnek az adatok, hogy igenis az egysejtű állatoknál is vannak öregedési jelek. Aránytalanságok támadnak a mag és a protoplazma között, amelyek az egysejtű állat pusztulására vezetnének, ha egybekelés révén nem állna helyre újból a mag és a protoplazma között való helyes arány.

Sokan azzal akarták megdönteni az amfimixisz megifjító erejének szükségességét, hogy hivatkoztak olyan állatokra, amelyek termékenyítés nélkül szaporodnak. A dolgozó méhek például termékenyítés nélkül keletkeznek (parthenogenesis esetei)

Ez igaz; van reá eset, hogy nem minden egyes egyén keletkezéséhez kell az amfimixisz ifjító ereje; egész sorai az egyéneknek jöhetnek létre termékenyítés nélkül, de ezeknél is az egyének hosszabb sora után bekövetkezik az amfimixisz szükségessége.

Termékenyítés nélkül pl. nem keletkezik új méhkas. Új nemzedéksor itt is csak amfimixisz révén jöhet létre.

* * *

A termékenyítés kérdése szorosan összefügg az *átöröklési elméletekkel.*

Mi az, ami a szülőkről a gyermekekre száll; mit örökölnek nemzedékek őseiktől?

Egész sora van a különféle elméleteknek (Darwin, Spencer, Hertwig, Hatschek, Weissmann, Haeckel, Naegeli, Bütschli, De Vries, Boveri elméletei). Mi itt csak pár oldalát akarjuk megvilágítani e bonyolult kérdéseknek.

Mindenekelőtt hangsúlyozzuk, hogy az átöröklésnél óriási szerep jut az ivarsejtek finomabb vegyi jellemének; sajnos, a legtöbb öröklési elmélet — szerintünk hibásan — alaki külsőségeken épül föl. Az átöröklésnél fontos vegyi

összehatások szerepelnek ; a látott alaki változások csak egyik oldalát, kiséró külső jeleit teszik a lényeges belső átalakulásoknak.

Tagadhatatlan, hogy az élő szervezeteknél a különböző mikroszkópi szerkezet más és más vegyi jellemet jelent ; de viszont egyforma mikroszkópi szerkezet, azonos külső megjelenés mellett nagyon különféle vegyi jellemek találhatók.

* * *

A mindennapi élet arra tanít, hogy a gyermek vagy apjára vagy anyjára üt, esetleg mind a kettőre, nem egyszer a nagyszülőkre, sőt előfordul, hogy valamelyik nagybátyjára hasonlít.

Különös esélyek ezek ; de világos előttünk, hogy az apa sperma-fonala hozza az apa és az apai ősöknek, esetleg régelmult korra visszanyúló, sajátságait, a petesejt ugyanezt hozza az anya részéről.

Mivel a sperma-fonál legnagyobb tömegét a sejtmag teszi, a maganyagnak pedig legfontosabb részei a kromoszómák, minden valószínűséggel következik, hogy a kromoszómák viszik az átöröklésnél a legnagyobb szerepet, mert hiszen a sperma-fonál átviheti az apa összes sajátságait. Ezzel korántsem akartuk azt mondani, hogy a sejt többi részének az átöröklésnél nincs szerepe. A sperma-fonálnak és a petének az ősöktől hozott bélyegei különbözők ; az amfimixisz után az eredmény tehát sokféle lehet. Oly bonyolult anyagrendszerek egyesüléséről van szó, hogy az eredmény előre meg nem mondható. Az átöröklés szabályai különösen akkor szembeszökők, ha nagyon eltérő jellemű ivarsejtek egyesülnek egymással. Az ilyen keresztezések nagyjában háromféle eredményre vezettek.

1. Kevert, felemás lehet az új egyén ; pl. ló és szamár keresztezése öszvért ad, oroszláné és tigrisé olyan bastardot, amelynek bőre helyenkint tigrisszerű. A jegesmedve és a barna medve szintén felemás korcsot ad. A bastardok egyik része tovább szaporodni nem tud, másik része igen.

2. Visszaütés — atavizmus jöhet létre. Ezalatt azt értjük, hogy a nagyszülőkre vagy még előbbi ősökre üt az új egyén. Szelid galambfajták keresztezésénél az új egyén visszaüthet a közös ősre, a vad sziklagalambra stb.

3. A keresztezésnek, különösen állatoknál, a legritkább esetét fejezi ki a *Mendel*-féle szabály. Szalagoshéjú és egyszínű csigák keresztezésénél az első generáció valamennyi tagja egyszínű, de utódaik, a második generáció tagjainak már csak $^3/_4$-e egyszínű, $^1/_4$-e pedig szalagos.

A kétféle ivarsejt keverése nagyjában tehát háromféle eredménnyel jár ; adhat felemás-alakot ; visszaüthet a távolabbi ősre ; végül bizonyos uralkodó, domináló jellemvonás túlsúlyára vezethet.

A termékenyítéssel beálló amfimixisznél két bonyolult vegyi jellem egyesül ; világos tehát, hogy az eredmény nem lesz a kettőnek egyszerű összege. A két bonyolult ivaranyagnak benső egyesülése egyes sajátságok fokozódására, mások kiesésére, rég elhalványult sajátságok felelevenedésére stb. vezethet.

Öröklöttnek csak azt veszik, amit a pete vagy a hímsejt hoz magával. Ha a fejlődő embrió a termékenyítés után az anyától vesz fel sajátságokat, ezt

már szerzett sajátságnak tekintjük. Tagadhatatlan, hogy az anya és a benne fejlődő embrió vegyi kölcsönhatással vannak egymásra.

Két kimagasló, sokat vitatott kérdése van az átöröklésnek:

1. Az életben szerzett tulajdonságok átörökölhetők-e apáról fiúra, egyik nemzedékről közvetlen a másikra?

Nem szabad e kérdést összezavarnunk avval az évezredes, lassú változással, amely generációk hosszú sora útján jő létre és amelyet a faj tökéletesedésének neveznek; ugyan vannak esetek, amidőn az évezredes lassú változás a faj satnyulására, kipusztulására vezet. Itt arról van szó, hogy az apának vagy az anyának valami kiválósága, vagy hibája, amit az életben szerzett, átmegy-e, kihat-e gyermekeire?

A kérdés sokkal nehezebb, mint hinnők. Valaha azt hitték, hogy ha az anya, vagy apa megsérül és elveszti pl. egyik ujját, ez is örökölhető. Az ilyesmi lehetetlen, az ujj hiánya nem hathat ki a petefészek petéire, vagy a here hímfonalaira.

Csakis szerzett vegyi előnyök (pl. immunitás), vagy vegyi hibák (cukorbaj, diszpoziciók, hemofilia, stb.) lehetnek hatásssal a pete, vagy sperma-fonál összetételére, s így ezek valószínűen örökölhetők is. A lehetőség megvan, de azért az új egyénhez vezető amfimixisz kijavíthatja a hibát. Jegyezzük meg még azt is, hogy látszólagos alaki eltéréseknek nem egyszer mélyre ható vegyi különbség adja az okát és így az öröklött alaki eltérés talán mindig vegyi alapon jő létre.

2. Miért különbözők egy és ugyanazon szülők gyermekei? Bármily bonyolult szerkezete legyen akár a petének, akár a sperma-fonálnak, ha egymással teljesen azonos petéket egymás közt egyenlő sperma-fonalakkal hozunk össze, a termékenyítés után az új egyéneknek hajszálig egyenlőknek kellene lenniök.

Két anyagnak keverése ugyanazt az eredményt kell hogy adja úgy az egyik esetben, mint a másikban.

Ha tehát mégis ugyanazon szülők gyermekei különbözők, ezt nem a termékenyítés különböző módja hozta létre, hanem az, hogy az egyesülő elemek még sem voltak valamennyi esetben egyformák. Valójában így áll a dolog: *a nőnek nincs két egyforma petéje, a férfinak nincs két teljesen egyenértékű sperma-fonala*; a biológia azt tanítja, hogy *nincs a testünkben két sejt, amelyiknek élete, anyagforgalma egyforma volna.* Régi mondás, hogy nincs két egyforma ember a világon; nem is sejtjük, hogy milyen mélyreható, minden élőre jellemző alaptétel ez.

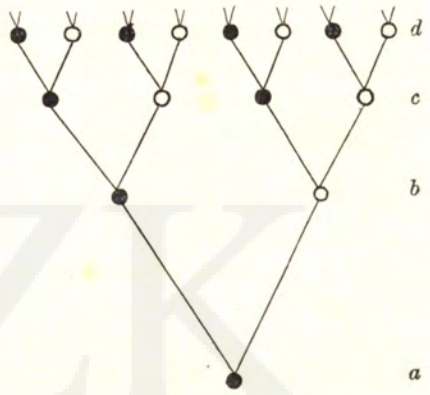
Közös helyen fejlődnek a nő petéi, származásuk, rangjuk ugyanaz, ha mikroszkóp alá helyezzük, nem látunk az egyes peték között különbségeket, de balgaság volna azért azt hinni, hogy valamennyien egyformák; épp úgy különböznek azok, mint a testvérek eltérnek egymástól. Hasonlót kell mondanunk a férfi sperma-fonalaira is. A petében és a sperma-fonálban nem látjuk a különbségeket; a háromezerszeres nagyítású mikroszkóp, amelyre oly büszkék vagyunk, nagyon durva mérőeszköz e mindennél finomabb kis különbségek felismerésére. De amit a mikroszkóp meg nem talál, elárulja azt szemünknek az ivarsejtek egyesüléséből fejlődő új egyén. Ugyanazon egyén egyes petéi között a különbségek növeléséhez nagyban hozzájárulhatnak a pete érési folyamatai, amelyekben, mint láttuk, elvész a régi anyag $^3/_4$ része és a

kromoszómaszám felére olvad. Az elpusztult $^3/_4$ résszel különböző jellemvonásai, bélyegei eshetnek ki a petének, egyszer az egyik, másszor a másik irányban.

A testvérek között való különbségek létrehozásában a termékenyítéssel járó amfimixisznek csak másodrangú szerepe van. *A különböző testvérek egymástól eltérő petesejtek és spermafonalak egyesülésének eredményei.*

* * *

»Nincs két egyforma sejtünk«, mondogatjuk ujra. Az élő anyag nem állandó, ellenkezőleg folyton változó. Gondoljunk vissza a legegyszerűbb lényekre, a baktériumokra. Kettéválással szaporodnak, nincs náluk amfimixisz és mégis milyen sokfélék, az idők folyamán hányféle faj keletkezett. Sőt ugyanazon fajtának milyen más az életképessége, mennyire változó a viszonyok szerint az ereje. Ha a kifejlett emberre gondolunk: milyen más az izom vegyi berendezése! milyen más az idegrendszeré! pedig valamennyi a közös petesejt késő ivadéka. Egyetlen egy sejt ivadékai rövid pár hónap alatt egész sor vegyi fokozaton mennek át. Az ember is folyton változik az életen keresztül. Más a gyermek zsenge testének kemizmusa, más a serdülő ifjú üdesége, más az anyagfeldolgozás az élet delét túllépő, hizásnak induló emberen, más az öregkor ráncosodó bőrének, megtört testének vegyi jelleme. Ami él, az folyton változik. Mily más az érett gyümölcs íze, illata az éretlenéhez képest. Az élő anyag változóságát hirdeti a növény- és állatvilág végtelen sora. *E folyton változó, ezer meg ezer irányba hajló élő anyagi rendszerekben vajjon mi a termékenyítéssel járó amfimixisz jelentősége?*



117. ábra. Az ember őseinek visszamenő sora. (Vázlat.) *a* fiú, *b* szülők, *c* nagyszülők, *d* dédősök és így tovább. Visszafelé menve tehát az ősök száma 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, a tizedik generációban már 512, a huszadik generációban 524.288, a huszonötödik generációban 16,777.216. Harminc évet számítva arra, míg egy generáció új nemzedéknek ad életet, 750 év szükséges 25 generációra. Minden ember életét millió meg millió sejtifjodás, sejt-amfimixisz előzte meg.

Vessünk egy pillantást a mellékelt vázlatra. (117. ábra.) Ha elgondoljuk, hogy minden egyes, jelenleg élő embernek csak az utolsó 600 év alatt millió őse volt, hogy a mai nemzedéket millió meg millió amfimixisz előzte meg, be kell látnunk, hogy a felületes variációk, eltérések mellett, amellyel az élő anyag keverése eo ipso jár, az amfimixisz az ezer meg ezer irányba hajló emberfajt egységesebbé, egyneműbbé teszi.

A faj szempontjából az egyéni variációk és eltérések csak felületes változások. Hogy valakinél valamivel fejlettebb az agyvelő, viszont másnál fejletlenebb, hogy az egyik ember lángeszű, a másik korlátolt, ezek a faj szempontjából felületes, nem mélyre ható különbségek.

A milliós amfimixisz teszi egyöntetűbbé, kerekebbé a fajt, de az élő anyag lassú tovaalakulását azért ez sem tudja megállítani.

Az egyesülő ivarsejtek embernél első sorban az általános emberi sajátságokat képviselik ; az amfimixisz ezeket erősíti és ifjítja meg. Az általános emberi vonás erősödése mellett a faj szempontjából millió hol eltünő, hol visszatérő felületes variáció keletkezik. Ezek a kis eltérések az egyén szempontjából nagy jelentőségűek, de faji szempontból alig szerepelnek.

Az amfimixisz első sorban a faj állandósításán, lekerekítésén dolgozik, de mikor ezt teszi, a különböző jellemű ivarelemek elkeverésekor akarva nem akarva az emberre jellemző általános alapsajátságok erősítése mellett finomabb árnyalatok megváltozását okozza. E finomabb árnyalatok az egyénre nagyon fontosak, ezek adják a testvéreknek részben eltérő, másrészt egyező sajátságait, az egyéni képességek számtalan különbségeit. Találó hasonlat talán a színkeverés példája. Minél többféle színt keverünk, annál fehérebb lesz az eredmény, de azért a domináló szinek szerint a fehér fény árnyalata igen sokféle. A fehér fény az általános emberi sajátság, változó árnyalata az egyéni variációknak felel meg.

Az amfimixisz a faji *homogenizáció* hatalmas eszköze. Az egyes egyéneket megelőző milliós amfimixiszek vezettek évszázadokon át Európa aránylag homogén államaira, eltüntetve egész sorát a valaha létező népfajoknak. A szokásoknak, a nyelvnek eltanulása még nem faji beolvadás, ehhez amfimixisz kell. A néger hiába simul hozzá az amerikai angol kulturához, amfimixisz nélkül mindig néger marad. Igazi faji beolvadásnak, a helyes állami homogenizációnak egyedüli útja a milliós és milliós amfimixisz, amely sok nemzedéken át lassan eltünteti az egyes fajok között való különbségeket. Faji egybeolvadásra azok az emberfajok egyelőre nem alkalmasak, ahol a keresztezés révén keletkezett bastardfajok továbbfejlődésre vagy szaporodásra nem alkalmasak. A mulattok (fehér és néger bastard) rövid életűek, utódaik elhalnak. A mesztizek (fehér és maláj bastard) a harmadik generációban kihalnak.

Ezekben az esetekben a keresztezés vagyis az amfimixisz a faj kopásához és pusztulásához járul hozzá. Az amfimixisz nagy homogenizáló ereje mellett sem akad két egyforma ember a világon, sőt a fajok sem tudnak állandósulni ; sok, sok ezer esztendőn keresztül szinte észrevétlen lassú változáson mennek át, hirdetve az élő anyag változó alapkarakterét. Az élő világnak így is millió változata van, hová jutottak volna az élő anyagi rendszerek amfimixisz nélkül ?

III. AZ EMBERI TEST SZERKEZETE.

1. Fejlődés a születés után.

Óriási átalakuláson megy át a magzat születéséig. Egysejtű lényből emberré lesz ; átfutja rövid pár hó alatt azt az utat, melyet az emberi faj évmilliók alatt tett meg. De az egyén átalakulásai nem érnek véget a születéskor. Nagy út áll még az újszülött előtt, míg daliás férfi, vagy viruló nő lesz belőle.

A születés merőben új viszonyok közé helyezi az egyént. Eddig táplálóanyagait s az éltető oxigént anyja testén át szerezte; a külvilág ártalmas tényezői ellen védte őt az anyai test. Most egyszerre magának kell lélegzenie, táplálkoznia és saját szervezetének kell a szükséges meleget termelnie.

Oly feladatok ezek, melyekre az újszülött segítség nélkül nem képes. A nem gondozott csecsemő feltétlenül elpusztul. Ezért oltotta a természet a szülőkbe az ivadékgondozás ösztönét. A gyermeket az anyának melengetni kell, mert rendes hőmérsékleten kihül és meghal; táplálnia kell, mert a csecsemő egyedüli természetes tápláléka az anyatej.

A csecsemő alig képes még arra, hogy idegen anyagokat saját testének alkatrészévé tegyen. Oly étel kell neki, mely már az emberi test speciális tulajdonságaival bir. Csakis a női tej képezheti normális táplálékát, minden egyéb idegen neki.

Pedig a jó táplálás fontos. A test építése, alakulása ebben a korban rohamos.

Tévedés volna azt hinni, hogy a születés utáni átalakulás tisztán csak növekedés, a meglevő szervek és testrészek méreteinek változása. Ellenkezőleg, mélyreható minőségi változások játszódnak le a szervezetben, melyek némelyike oly szembetünően üti bélyegét az egyénre, hogy az életet szinte szakaszokra osztja fel. Ezek a szakaszok az életkorok.

Általánosan elfogadott beosztás szerint 6 biologiai * életkort szokás megkülönböztetni. Az első *a csecsemőkor*, mely a születéstől az első fogzás idejéig, tehát 7—9 hónapig tart. Ez idő alatt jelentékeny a növekedés, mint ezt a következő kis táblázat is mutatja.

Kor	Naponkinti súly-gyarapodás	Havonkinti súly-gyarapodás	Testsúly		Testhossz
			fiú	leány	
Ujszülött	—	—	3500 gr.	3250 gr.	50 cm.
1 hó.....	30 gr.	900 gr.	4400	4150	—
2 »	28	840	5240	4990	—
3 »	25	750	5990	5740	60 cm.
4 »	22	660	6650	6400	—
5 »	19	570	7220	6970	—
6 »	16	480	7700	7450	65 cm.
7 »	14	420	8120	7870	—
8 »	12	360	8480	8230	—
9 »	11	330	8810	8560	—

Azon szervek, melyekre csak az embrionális korban volt szükség, — például bizonyos vérutak — záródnak s eltünnek, vagy átalakulnak. A csontrendszer hatalmasan fejlődik. A mellékelt ábra mutatja, mily tökéletlen az újszülött csontrendszere (118. ábra). Ott, ahol a fejlett egyénnél kemény csontot

* A vallás és bizonyos törvények saját szempontjaikból másként osztják be az életet.

találunk, az újszülöttnél sok helyütt csak kötőszövet vagy porcogó van. Egymás után jelentkezik ezekben a csontosodás, először csak kis ponton (csontosodási mag), majd lassacskán terjedve. A nagyobb csontoknak közepe és két vége külön-külön csontosodik, eggyé az egész csak későn olvad össze.



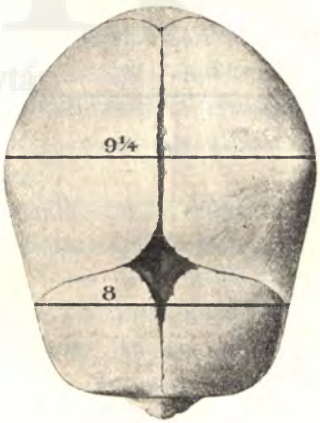
118. Újszülött gyermek csontváza. Szemléltetően mutatja, hogy mily fejletlen még az újszülött csontrendszere. Az izületi végek még alig kezdenek csontosodni. A koponyán jól látható a gyermek feje-lágya.

A koponya csontjai sem olyanok mint a felnőttnél. Vékony csontlemezek, melyek között kötőszövettől takart nyílások tátonganak. Ezek a kutacskák. A legnagyobb, melyet képünk is mutat, *a gyermeknek ú. n. »feje-lágya«* (119. ábra). Az első év végére rendesen záródik.

A *gyermekkor* fő jelensége a fogzás. Rendesen a 7. hónap körül búvik elő a két alsó belső metszőfog, utánuk a két felső metszőfog, a 9—10. hóban a felső, majd az alsó külső metszőfogak. A 12—15. hóban az első zápfogak, a 18—20. hóban a szemfogak, a 20—24. hóban a hátsó zápfogak hasadnak ki. A második év végével rendesen mind a 20 tejfog megvan, s ekkor a *gyermek fogazata* olyan, mint azt a 120. ábra mutatja.

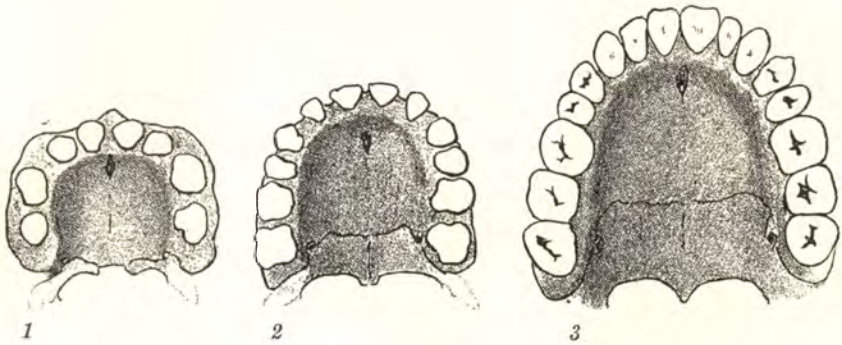
A test fejlődése ebben a korban is rohamos. A hetedik év végéig a gyermek átlag 121 cm. magasságot ér el, és 19 kg. súlyos lesz.

A második fogzás s vele a *serdülő kor* a 7-dik évben kezdődik. A tejfogak kihullanak, s helyükbe lépnek az állandó fogak, még pedig ilyen sorrendben: első zápfog 7 év, első metszőfog 8 év, második metszőfog 9 év, első előzápfog 10 év, szemfog 11—13 év, második előzápfog 11—15 év, második zápfog 13—16 év, harmadik zápfog (bölcsességfog) 15—30 év. A serdülőkort a 14. év táján az élet nagy fontosságú szaka váltja fel, a nemi érés ideje, *az ifjúkor*. Ebben az időben fejlődik ki igazán a különbség a férfi és a nő közt. Átalakul az egész testi és szellemi élet.



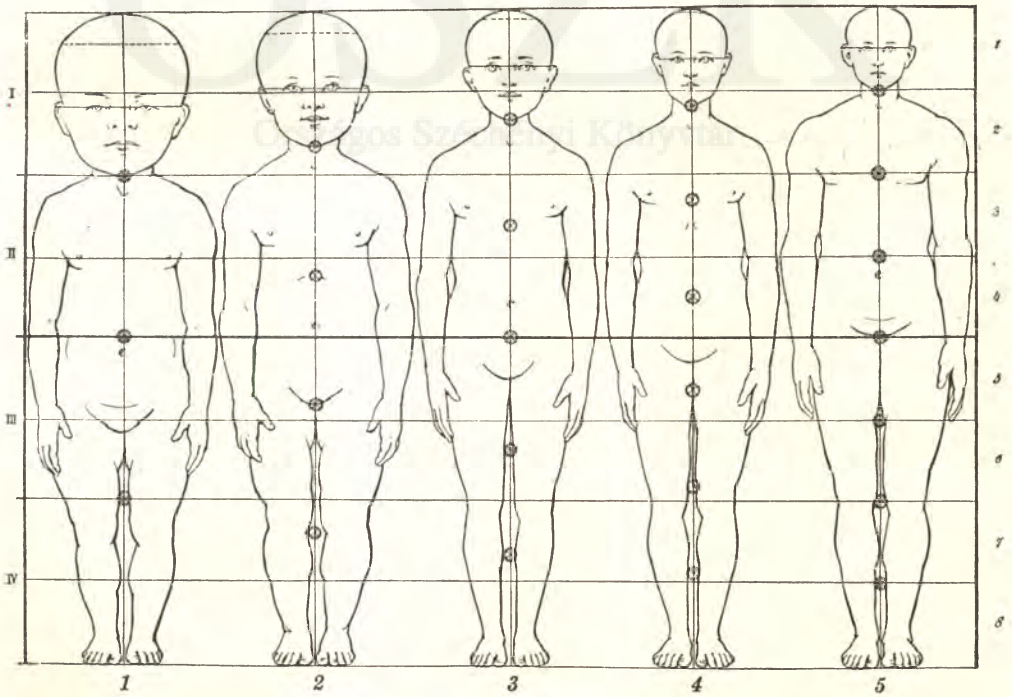
119. ábra. Újszülött gyermek koponyája felülről. A falcsontok és homlokcsontok közt látható négyszögű nyilás a gyermek feje-lágya. A varratok még nem fejlődtek ki. A homlokcsont még két darabból áll.

Az ifjúkort a hossznövekedés befejezése zárja be. 22 év körül eléri az ember teljes magasságát. A csontosodás ekkor befejeződik s kezdődik a *meglett ember kora (érett kor).*



120. ábra. A felső fogsor formája különböző korban, láthatók a kemény szájpad csontjai is. — *1.* 1 éves gyermek fogsora. — *2.* 6 éves gyermek fogsora. — *3.* 25 éves férfi fogsora. (Stratz nyomán.)

A test növekedése nagyon megváltoztatja a testarányokat. Míg az újszülött feje $^1/_4$-e az egész testhossznak, felnőttnél $^1/_8$-a. A mellékelt ábra jól mutatja az arányok e változását (121. ábra.)



121. ábra. A testarányok változása a korral, azonos magasság mellett a különbségek jobban szembeötlők. — 1. újszülött, hossza 4 fejmagasság, — 2. két éves gyermek, hossza 5 fejmagasság, — 3. hat éves gyermek hossza 6 fejmagasság, — 4. 15 éves korban a test hossza 7 fejmagasság. 5. 25 éves felnőttnél 8 fejmagasság. (Stratz nyomán.)

Elnyerve a testi és szellemi élet teljes fokát, minden képességének teljes birtokában él az egyén körülbelül 45 éves koráig, mikor már kezd romlani szervezete, megkezdődik a visszafejlődés, míg beáll az *aggkor*.

A visszafejlődés számtalan tünetét nem sorolhatjuk el, okairól is másutt emlékezünk meg, csak annyit említhetünk fel, hogy e kor főtünete a sorvadás, a szervek gyöngülése, a nemes szövetek pusztulása s a kötőszövet szereplésének bizonyos veszedelmeket hozó elváltozásai.

A szervezet gyengülése már magában is halálra vezet.

2. Az emberi test szerkezete.

Ismeretes *Klió* könyvének az a régi lapja, melyre a történelem múzsája följegyezte, hogy valamikor az elégedetlen római nép kivonult a »városból«, s csak egy kiváló államférfiú bölcs beszédének engedve tért vissza ősei tűzhelyéhez. A derék *Menenius Agrippa* talán nem is sejtette, hogy mily találó a hasonlat, melyet az emberi szervezet működése és az állam élete között vont. Talán nem is látta tisztán a nagy tételt, mely a gyomorról szóló meséjének alapgondolatát képezte, hogy a fejlődés és munkamegosztás egy atyafitestvérek között való megoszlása mértéke a faj fejlettségének.

A munkamegosztás az államot összetartó kapocs, melynek tökéletesedése együtt jár az állam fejlődésével s az élet munkájának az egyes szervek között való megoszlása mértéke a faj fejlettségének.

Az emberi szervezet is valóságos állam, a sejtek állama, hol minden résznek, minden szervnek megvan a maga határozott, csaknem mindig nagyon egyoldalú működése, melyre azonban az egész szervezetnek szüksége van. Sok-sok kis munkakör összesége adja a fizikai és kémiai jelenségek azon sorát, melyet életnek nevezünk.

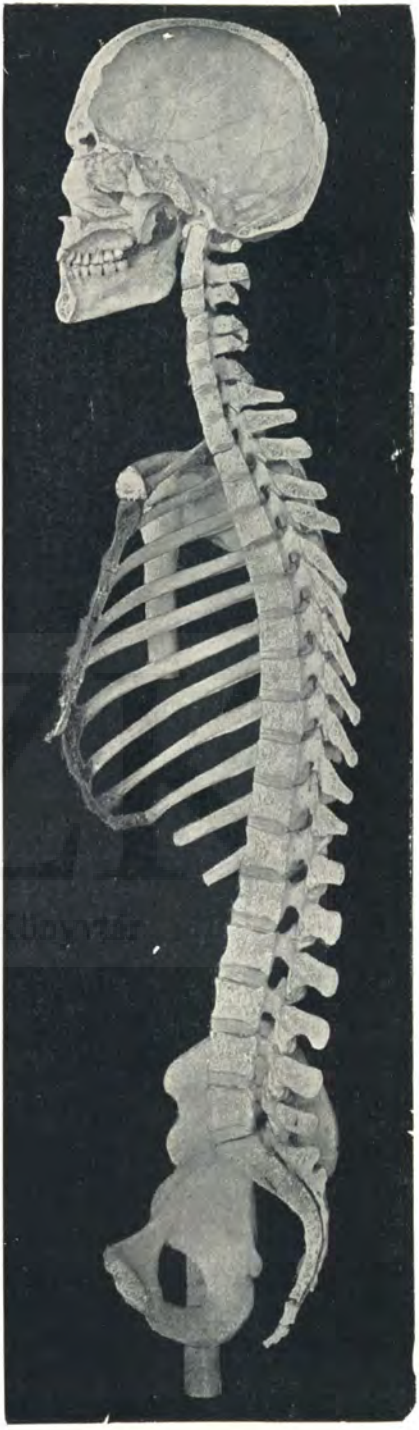
De amiként a bonyolult gépezet működésével csak akkor lehetünk tisztában, ha minden alkotórész alakját, helyét és speciális hivatását ismerjük, akként az állati s jelen esetben az emberi szervezet működését is csak úgy láthatjuk tisztán, ha megismerjük, hogy mik a részei, hogy vannak ezek elhelyezve s összekapcsolva, s mi a különleges és az együttes működésük.

3. Az emberi test szilárd váza.

Valamely gép pontos megismerésének első föltétele, hogy ismerjük a szilárd vázat, melyhez az alkatrészeket erősítjük, s mely az egész gépnek megszabja alakját. A szervezet leírását sem lehet mással kezdeni, mint szilárd vázának ismertetésével.

Szervezetünk szilárd váza a *csontváz*. A csontok szervezetünk alapfalai és mestergerendái, s többi szerveink csak hozzáillesztett részek. A csontok testünknek valóban szilárd, kemény részei, s mint ilyenek ők szabják meg az alakot és nagyságot. Ismeretük fontosságát belátták már a régmult idők nagy elméi is: *Hippokrates, Galenos* és mások; időt, fáradtságot nem kímélve ragadták ezek meg az alkalmat, hogy a csontrendszert tanulmányozzák.





A GERINCOSZLOP S A HOZZÁ CSATLAKOZÓ RÉSZEK ELÜLRŐL ÉS OLDALRÓL TEKINTVE.

Jól látszanak a csigolyák (7 nyak-, 12 hát-, 5 agyékcsigolya), a közöttük levő porckorongok; a keresztcsont, farkcsont, bordák és a medencecsontok. A második képen szembetünnek a csigolyák egymással izülő és izmok eredésére szolgáló nyujtványai, a gerincoszlop görbületei és a koponya összefüggése a gerincoszloppal. A jól látható csigolya közötti likakon át jönnek az idegek a gerincvelőből.

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

Elég azt említeni, hogy Galenos Alexandriába utazott, hogy a Museionban felállított egyetlen emberi csontvázat tanulmányozhassa, mások a csatatereket keresték föl, hogy elesetteken végezhessék tanulmányaikat.

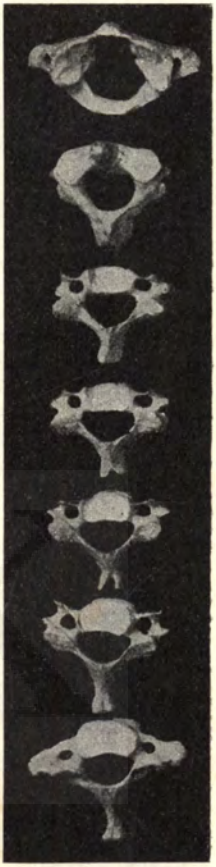
A csontrendszer részeinek többféle feladatuk van. Mint szilárd részek testünknek támasztó alkatrészei, oszlopai, e mellett a mozgásnak passziv, de nélkülözhetetlen szervei, s végül erős védői az általuk körülzárt nemesebb szerveknek.

Csontok nélkül testünk idomtalan, minden mozgásra képtelen hústömeg volna; nemes szerveink nagy részét mi sem védené a külvilág mechanikai hatásaitól. Végtagjaink használhatatlan nyúlványai volnának törzsünknek, mint hússal tömött szeszélyes alakú bőrzsákok. Lehetetlen volna a légzés, melynek mechanizmusában a szilárd bordacsontoké a vezérszerep. Egyéb szerveink működése is hibás volna, hiszen határozott hely, biztos megkötöttség nélkül szabályszerű mozgás alig képzelhető.

Csontvázunk szimmetrikus. Páratlan csontjaink mind a középvonalban helyeződnek el, a párosok a középvonaltól jobbra és balra szimmetrikusan. Összesen 233 darab csontja van a kifejlett szervezetnek, melyek összes súlya a test súlyának $^1/_6$—$^1/_7$ részét teszi.

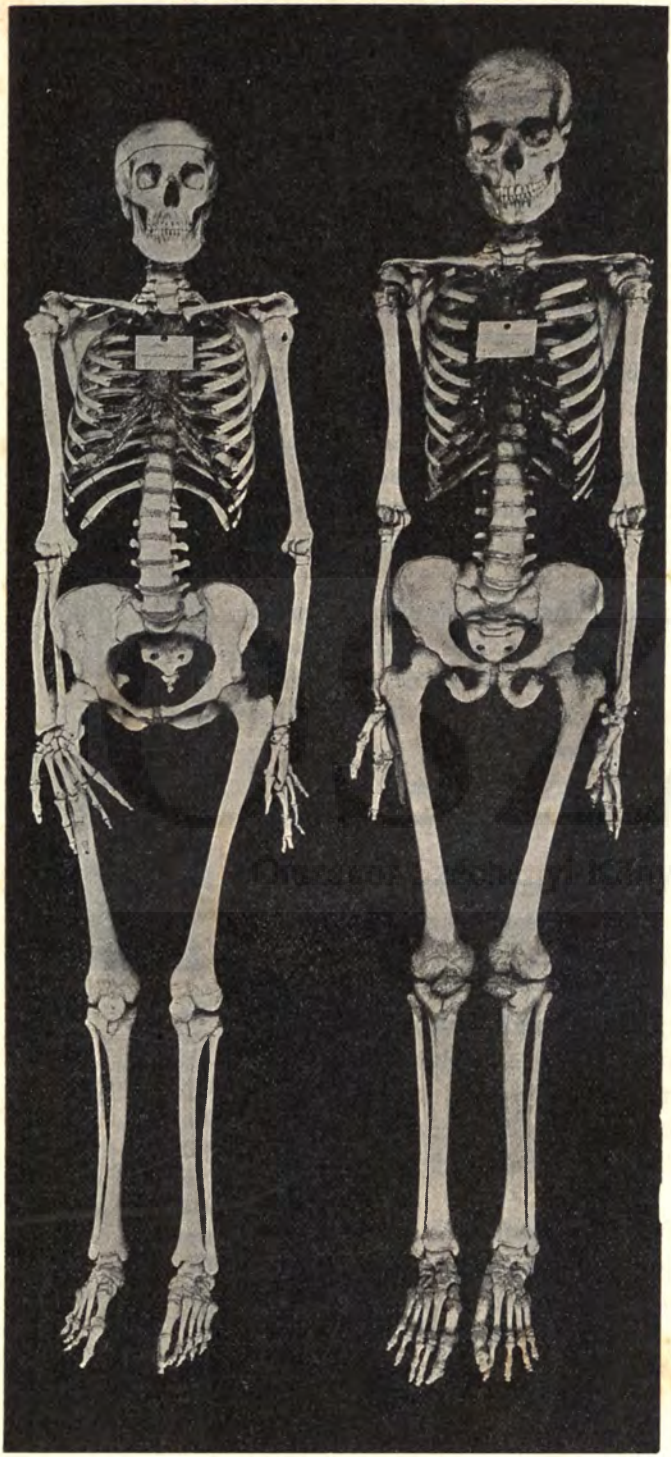
Az egész csontváznak mintegy középpontja a *gerincoszlop*. Ezzel függenek össze a bordák, a koponya, s közvetve a végtagok is.

A gerincoszlop a maga egészében tekintve voltaképen nem más, mint csontkorongokból összeillesztett rugalmas pálca. Hossza akkora, mint az orr alsó lapjától, a has legalsó részéig (symphysis) húzott vonal. Nem egészen egyenes; szabályszerű hajlásai vannak, melyek nagyrészt az egyenesen járás következményei. Állatok gerincoszlopa egyenes, vagy ívalakú, s majdnem ilyen az újszülött gyermeké is. Csak a két lábon járással összefüggő egyensúlyviszonyok okozzák a mellékelt ábrákból is jól látható görbüléseket.



122. ábra. Nyakcsigolyák. A két legfelső a koponyával való izülés céljából átalakult, a többi jellegzetes csigolyaalak. A csigolya teste, íve s nyulványai jól láthatók. (A haránt-nyulványokat a gerincverőér útjául szolgáló lik fúrja át.) A csigolyaívek a gerincvelő számára való nyílást veszik körül.

A gerincoszlop alkotó részei a csigolyák. Alaki viszonyaikat a mellékelt ábra jól magyarázza. (122. ábra.) Van összesen 32—33 csigolyánk. Ezek közül azonban csak 24 valódi csigolya, a többi egymással két csoportban összenőve a keresztcsontot s a farkcsontot alkotja. A keresztcsont, mely a két medencecsont közé illeszkedve az egész gerincoszlopot hordja, nem más, mint 5 egymással összenőtt csigolya, melyek alakja némileg elváltozott. A farkcsontról hasonlót mondhatunk, azzal a megjegyzéssel, hogy a csigolyák eredeti alakja itt már alig fölismerhető.



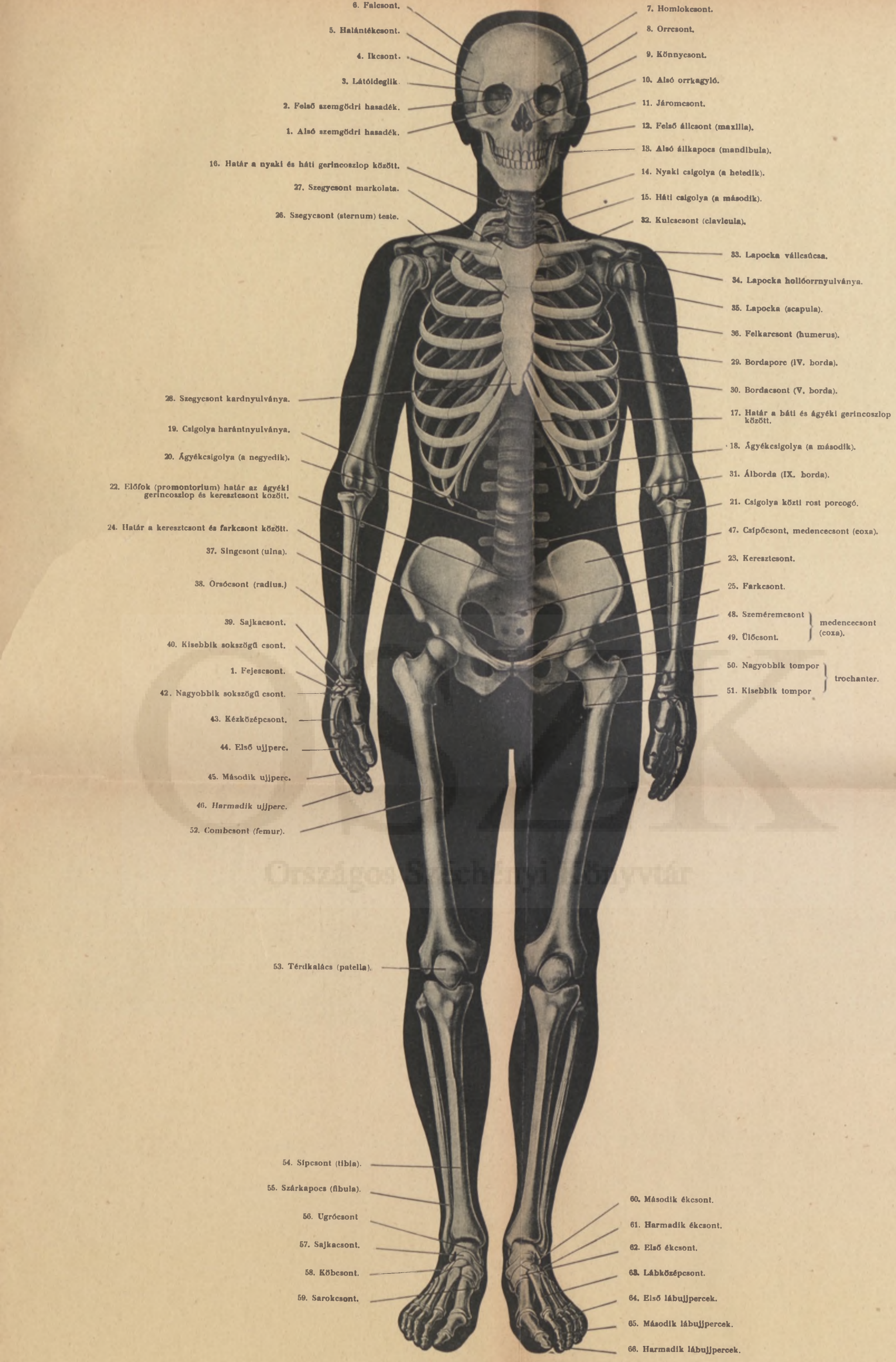
123. ábra.
Nő és férfi csontváza. Figyelemre méltók a különbségek a medence és a mellkas formái között.

Az egyes csigolyák főrésze a test; pogácsaalakú csonttömeg. Ehhez csatlakoznak a nyúlványok, részben egymással ízesülésre, részben izmok eredésére. Minden csigolya csontívet is alkot, az ívek sora teljes csatornát ad a gerincvelő bezárására.

A legfelső csigolyával kapcsolódik a koponya alapja, s épen ezért a legfelső csigolyák nem olyanok mint a többi. Míg az egész test alapgerendáját képező gerincoszloptól szilárdságot és rugalmasságot kívánunk, ha az mindjárt a mozgóképesség rovására is megy, addig a koponya és gerincoszlop közötti kapcsolatnak mozgékonynak kell lenni. A fej mozgása nélkül az érzékszervek használata sokat szenvedne, s a fogazatnak mint védő és támadó szerszámnak alig lehetne hasznát venni.

Ép ezért alakult át a két legfelső csigolya (atlas és epistropheus) úgy, hogy a fej szabad mozgását biztosítsa.

A gerincoszlophoz csatlakoznak a bordák is (123. ábra). A hátnak megfelelő 12 csigolyához jobbról is balról is egy-egy ívesen hajlott rugalmas csont illeszkedik, melyek homorú oldalai-



AZ EMBER CSONTVÁZA.

Lendenfeld Róbert után.

1—7 Koponyacsontok.	26—31 Mellkascsontok.	47—49 Medencecsont.
8—13 Arccsontok.	32—35 Váll-öv.	50—66 Alsó végtag.
14—25 Gerincoszlop.	36—46 Felső végtag.	

Az Athenaeum r.-t. nyomása.

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár



kat fordítva egymás felé, a mellkas üregét veszik körül. A bordák nincsenek mereven a gerincoszlophoz csatolva. Csekély mozgásuk, melynél végeik emelkednek s kifelé mozdúlnak, a lélegzésnek első fizikai momentuma. Elől a bordák nem érnek a középvonalig, hanem porcogó alakjában folytatódva, lapos csonttal, a mellcsonttal, vagy a szegycsonttal lépnek összeköttetésbe.

E viszonyokat a szónál jobban magyarázza az egész csontvázat ábrázoló táblánk.

A gerincoszlop a bordákkal alkotja a szigorubb értelemben vett törzs csontvázát. Ehhez illeszkednek a végtagok és a koponya csontjai.

A végtagokat voltaképen a csontoknak övszerüen elrendezett sora csatolja a törzshöz. Igy a felső végtagot a szegycsonttal összefüggő kulcscsontokból és a két lapockából álló vállöv (124. ábra), az alsó végtagot a keresztcsonttal és egymással összefüggő két medencecsontból álló medenceöv erősíti a törzshöz.

Ez a medenceöv széles, lapos csontjaival védelmet nyújt a benne elhelyezett lágy részeknek, s különös fontossággal bír a szülészetben. A közrefogott üreg a medence; nyílásainak alakja más a férfinál mint a nőnél. Az utóbbinál — épen a szülés követelményeihez alkalmazkodva — jelentékenyen tágabb.

Ezen függesztő öveken kivül a végtagok 3 főrészből állanak, ezek az egy csont által képezett fölkar és comb, a két csontból álló alkar és lábszár, s végül a több csontból összetett kéz és láb. E csontok neveit s helyét az ábrákon találhatjuk meg (125. ábra).

A test harmadik főrészének, a fejnek csontváza (126. ábra) sokban eltér az előbbiektől. A csontok itt nem a mozgató szervek passziv részei, hanem mondhatnók kizárólag a védelem eszközei. Az egyetlen alsó állkapocs tartozik még a mozgatható testrészek közé, a fej többi csontja egységes és merev.



124. ábra. A jobb felső végtag csontváza elülről. Kulcscsont, lapocka, felkarcsont, orsócsont, singcsont, kéztőcsontok, kézközépcsontok, ujjpercek.

A fejben csontosfalú üregek rendszerét találjuk, melyek egyrészt a központi idegrendszernek, másrészt érzékszerveinknek védett helyei.

Már egyszerű megtekintésből is kitünik, hogy a fej csontváza voltaképen két főrészből áll, a koponyából és az arccsontvázból. Az előbbi az agyvelő, a szem és fül vastagfalú tokja, az utóbbi az orr és rágókészülék része. Az arccsontok számos levegővel telt üreget zárnak körül.

A koponyának vastag falát számos nyílás szakítja meg, melyek idegek és erek útjai. A legfontosabb az »öreg lik«, melyen át a koponya a gerincvelőcsatornával közlekedik.

A fej csontváza 22 darabból áll.

A csontrendszer már ily fölületes áttekintésre is sok helyen mutatja a természet csodás gondosságát, de a csontok belső szerkezetének megismerése egyszerűen meglepően hat. A kettévágott csont belseje szivacsos állományú vagy csőszerű. A szivacsos állományt képező csontlemezkék első pillantásra kusza összevisszaságban haladóknak látszanak, csak pontosabb vizsgálat deríti ki, hogy épp az ellenkezője áll a dolognak, s itt csodás rendszerességgel állunk szemben. *Meyer Hermann és Humphry C.* derítették ki, hogy a csontlécecskék elhelyezése szigorúan összefügg a csont mechanikai föladatával. A természet fényesen megoldotta az építészet azon nehéz kérdését, hogy mint lehet a legkevesebb anyaggal a legerősebb és leg rugalmasabb szerkezetet megcsinálni.



125. ábra. A láb csontváza a talp felől. A 7 darabból álló lábtőhöz, melynek különösen fontos részei az ugrócsont és a sarokcsont, a lábközép csontok csatlakoznak, ezekhez az ujjpercek sorakoznak.



126. ábra. A fej csontváza a második fogzás idején. A felső és az alsó állkapocs elülső csontlemeze hiányzik, mert levésték. A tejfogak alatt láthatók a már fejlődő állandó fogak. Ezek nyomása következtében a tejfog gyökere elsorvad, a fog kihull, s helyébe nő az állandó fog.

Adott vastömeg rúddá alakítva kevésbé erős, mint cső alakjában, s ha a rudat csővé fúrom, s a kiszedett anyagot kivül rakom rá, szilárdságban igen sokat nyerek, pedig ugyanazt az anyagmennyiséget használom. A szervezet hengeres csontjai mind csőszerüek, belül üresek. A szivacsos állományú csontokban ott futnak a csontlemezkék, amerre a csont normális munkájánál az erő hat. (127. ábra.) Csakis e vonalakon van szükség szilárd anyagra, a többi rész lehet üres. Igy tud a természet lehetőleg kevés csontanyaggal boldogulni ott is, hol bonyolult és intenziv mechanikai erők hatásával kell számolnia.



1. Újszülött. 2. Kétéves. 3. Ötéves. 4. Tízéves. 5. Felnőtt. 6. Felnőtt. 7. Aggastyán.

A FEJ CSONTVÁZA KÜLÖNBÖZŐ ÉLETKOROKBAN, HÁROMFÉLE NÉZETBEN.

Figyelemre méltó az arc és a koponya közötti arány változása. Az utolsó szépen mutatja az aggkorban beálló átalakulást, különösen az alsó állkapcson.



128. ábra. A koponya felülről. A csontokat összekötő »varratok« jól láthatók.

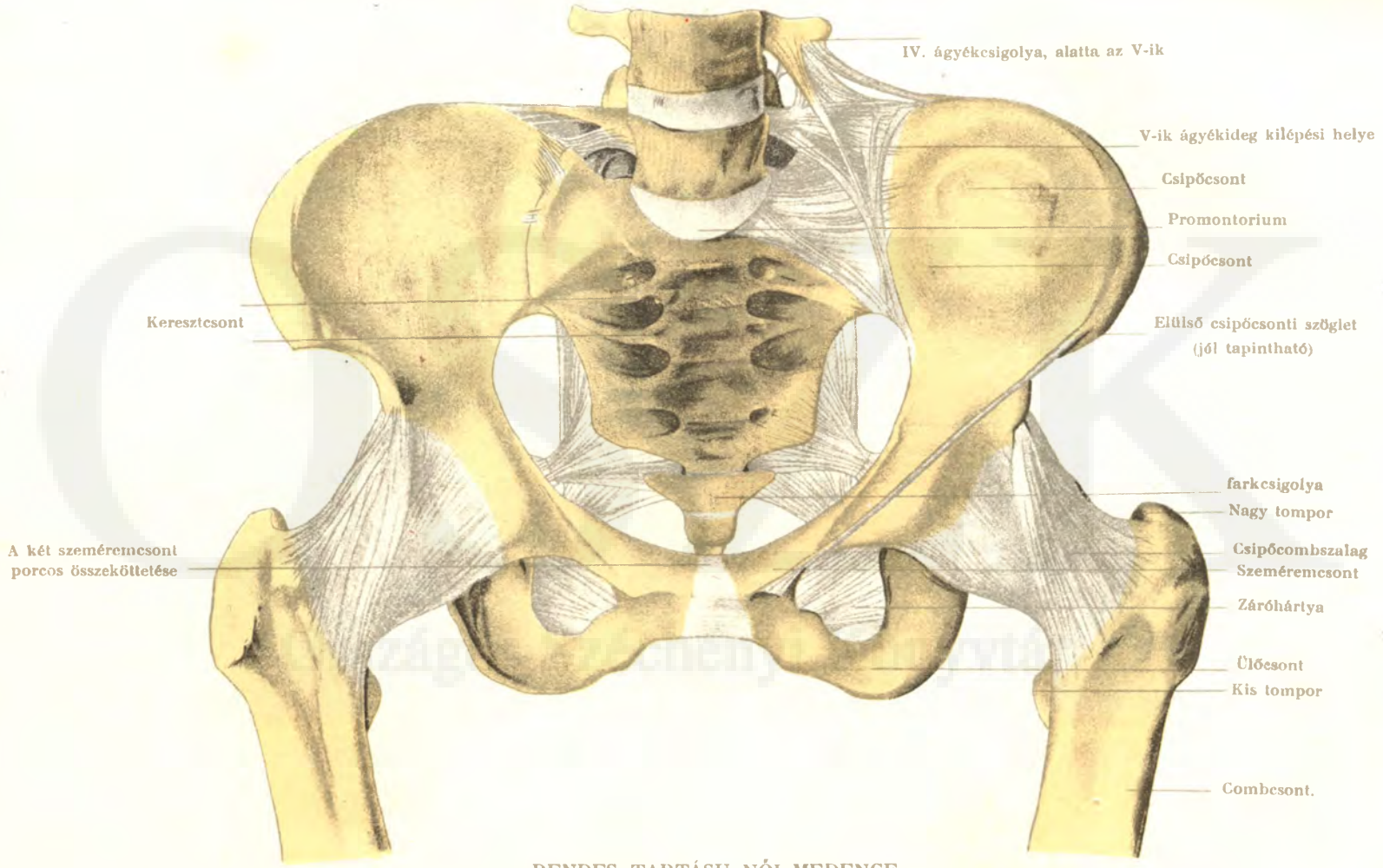
perc csontja csaknem félgömb alakú, síma fölszínnel végződik. Erre a felszínre ráilleszkedik a harmadik ujjperc csontjának az alapja, mely homorú félgömbszerű fölszínnel bir. Ez a két fölszín pontosan egymásra illik. Mindegyiket igen síma porcogóréteg borítja, melyet állandóan sikamlóssá tesz — mint a gépalkatrészeket az olaj — az izületi nedv. Kívülről az egész izületet erős hártya borítja, az izület tokja. A csontvégeket egymáshoz szorítják s az izület mozgását kellőképen korlátozzák az erős, szívós, rostos izületi szalagok (130. ábra).

Ez a durva vázlata az ilyenfajta izületek rendszerének. Van persze nagyon sok változat. A csípőizületnél például a combcsont gömbölyű feje belemélyed a medencecsont félgömb alakú gödrébe, a térdnél a combcsont kettős hengeralakú végén a sípcsont lapos felszíne csúszik. A könyöknél a karcsont hengeres végét a singcsont valóságos kampója fogja meg. És így tovább számos változatban.

Az izülő fölszínek alakja és terjedelme, a csontokat egymáshoz rögzítő szalagok elhelyezése a legnagyobb pontossággal, számtanilag kiszámítható és kifejezhető módon megszabják az egyes tagok mozgásának nagyságát és minőségét. Az egyes izületek mechanizmusának ismertetése messzire vezetne.



129. ábra. Nagyobb emberi embrió ujjának hosszmetszése lupe-nagyításban; a második és harmadik ujjperc látható. A második ujjperc gömbölyű fejére ráillik a harmadik ujjperc homorú felszíne. Az embrióban a csontok helyén porcogó van, amely utólag csontosodik. A rajz a csontosodási folyamatot mutatja.



RENDES TARTÁSU NÓI MEDENCE

egyenesen előlről tekintve; jól láthatók a csontokat egyesítő szalagok és porcogók.

ATHENAEUM R.T. BUDAPEST

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár



130. ábra. A kézcsukló csontjai és szalagjai a kézhát oldaláról. *A* a kézcsukló és kézfej csontjai természetes elhelyezésben, látható az alsó kar csontjainak vége: 1. Az orsócsont vége. 2. A singcsont vége. 3. Sajkacsont. 4. Holdas csont. 5. Háromszögű csont. 6. Fejes csont. 7. Horgas csont. 8. Kis sokszögű csont. 9. Nagy sokszögű csont. 10. Kéztő csontok. — *B* az előbbi csontok az összetartó szalagocskák sorával. 11. Nyitott ujjperc-izület. A csontokat összetartó szalagok nagyon erősek.

Csak azt kell még megemlítenünk, hogy a csontvégek összetartásában nagy szerepe van a levegőnyomásnak is. Látjuk ezekből, hogy tagjaink szerkezete olyan, mint valami gépnek a karjai; megvannak a szilárd rudak, a csuklók, melyek mozgathatóan összefűzik őket; — de hol van a mozgató erő?

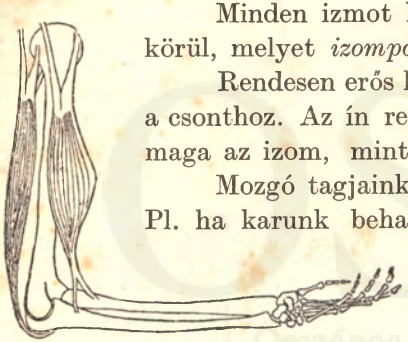
5. Az izomrendszer.

A mozgatás az izmok dolga. Az izom, melyet közönségesen »hús«-nak neveznek, hosszú, megnyúlt sejtekből álló vöröses színű tömeg, melynek az a képessége van, hogy az idegek befolyása alatt, vagy más ingerek révén, rövidebbre tud összehúzódni. Ha az izom egyik végével az egyik csonthoz az izület fölött, a másikkal a másik csonthoz nő oda az izület alatt, akkor az összehúzódáskor, mikor végei egymáshoz közelednek, a csontokat is magával fogja vinni (131. ábra). Csak az izület alakjától s az izom elhelyezésétől függ, hogy hajlítás, vagy kifeszítés, vagy esetleg fordulás lesz-e az izomműködés következménye.

Minden izmot külön erős, rostos kötőszövetből álló tok vesz körül, melyet *izompólyának* nevezünk.

Rendesen erős kötőszövetből álló *inak* közvetítésével tapadnak a csonthoz. Az ín rendesen sárgásfehér és sokkal vékonyabb mint maga az izom, mint ez a mellékelt ábrákból is kitünik.

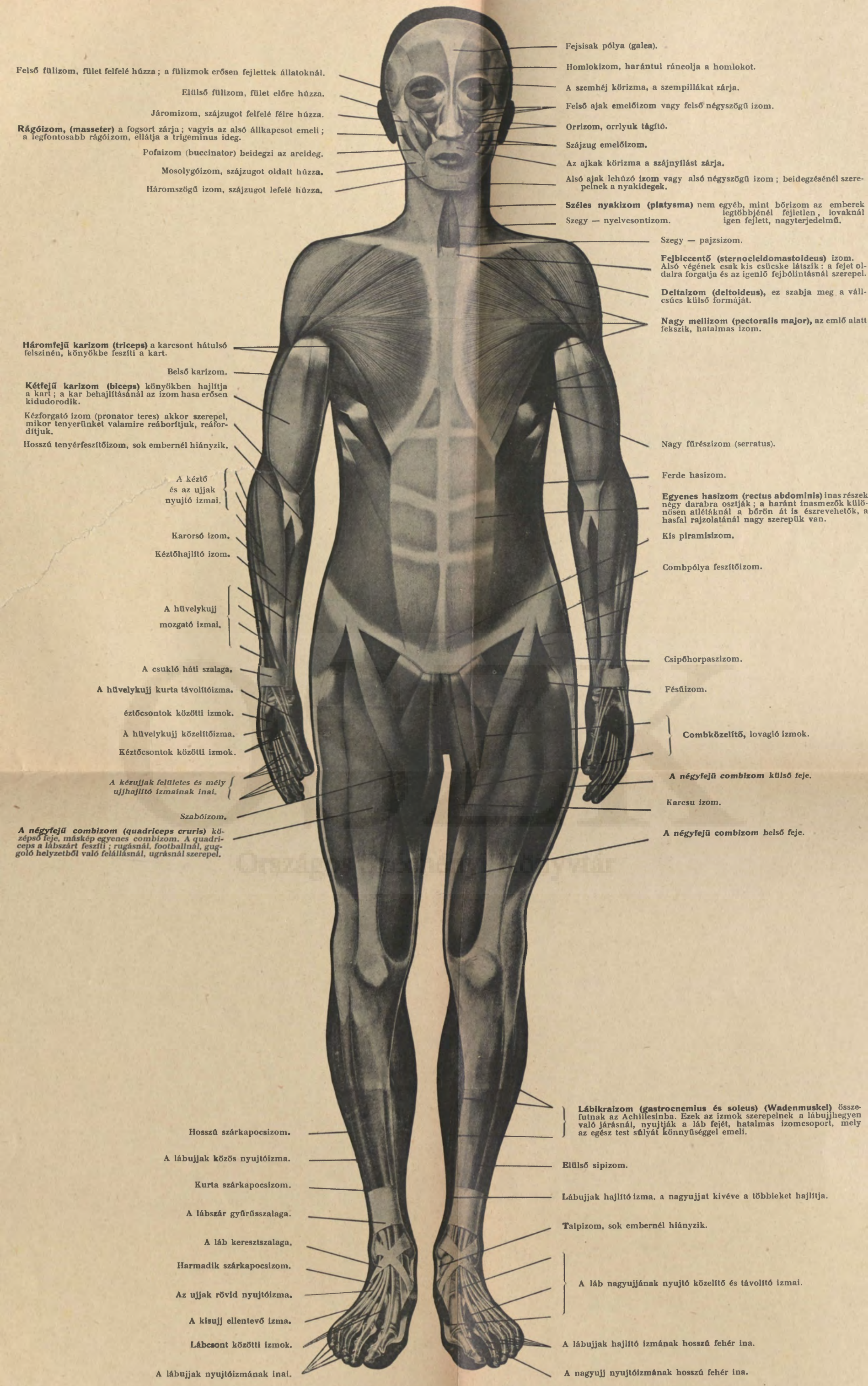
Mozgó tagjaink voltaképen úgy szerepelnek mint az emelők. Pl. ha karunk behajlításával súlyt emelünk, az emelőként szereplő alsókar forgáspontja a könyök, ennek közelében hat a hajlító izmok húzó hatása, míg a végponton, a kézen hat a legyőzendő erő, a súly. Ha az izom, mint a jelen példa esetében, a forgáspont közelében tapad, már kis összehúzódása is nagy kitérésű mozgást eredményez. Ugyanaz az izom, mely, mondjuk, az alsókart közelíti a fölsőkarhoz, adott esetben, ha az alsókar áll szilárdan, a fölsőkart mozdítja meg. Az izom összehúzódásából eredő mozgás tehát attól is függ, hogy mely testrész áll szilárdan s melyik mozgatható. Ugyanaz az izomműködés, mellyel, mondjuk, valami magasan lógó testet lehúzok magamhoz, esetleg testemet emeli föl.



131. ábra. Az izomeredés és tapadás befolyása a mozgásra. A karcsont előtt látható az összehúzódott kétfejű izom (biceps), a csont mögött a tricepsz izom, az alsókar feszítője helyezkedik el. A husos izom inakkal végződik. Minél közelebb tapad az izom a forgásponthoz, annál kiadósabb a hatása, mert egy-két centiméter rövidülésnek a mozgó csont nagy kitérései felelnek meg. Az izomműködés veleje az, hogy az izom rövidebb lesz; igaz ugyan, hogy ugyanannyival vastagodik, ezért ugranak elő, domborodnak ki összehúzódó izmaink.

Legtöbb izmunk csak egyféle mozgást tud végezni s így minden bonyolultabb mozgás egész csomó izom pontos együttműködését kívánja. Oly egyszerű cselekvés is, minő például valamely tárgy fölemelése a földről, legalább 40—50 izom együttműködésének az eredménye. Vannak együttműködő s egymás ellenében működő izmok, így például a végtagok feszítő és hajlító izmai egymás ellenében működők, antagonisták.

Izmok födik csaknem egész csontvázunkat. Egész testsúlyunk 45%-a az izmok súlya. Végtagjainknak legnagyobb tömegét ők képezik. A testüregek



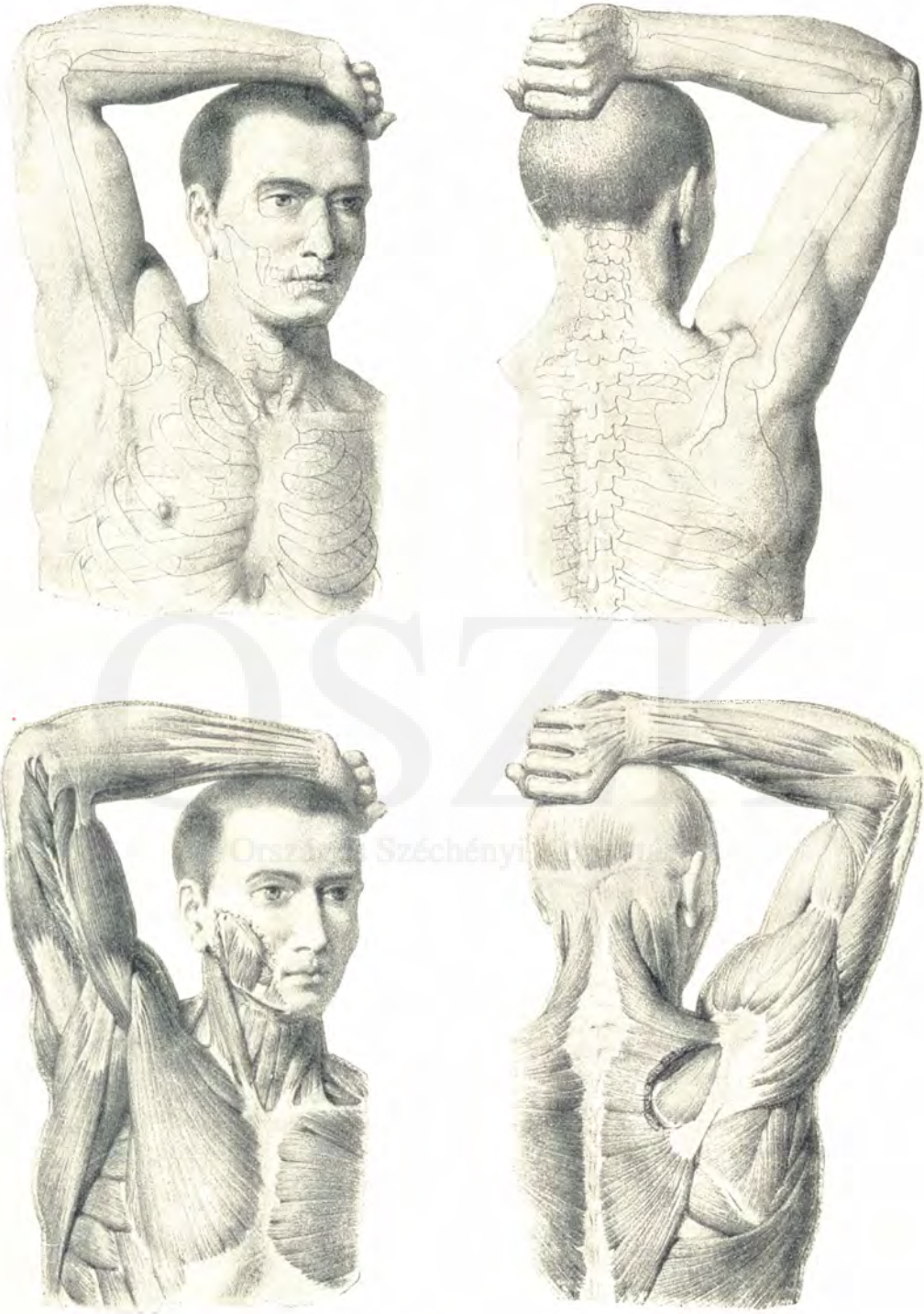
AZ EMBER IZOMZATA.

Lendenfeld Róbert után.

Az ember elülső felszine a bór, s a bór alatti zsírpárnák lefejtése után. Látjuk a felületes izmokat, itt-ott közöttük a mélyebben fekvőket. A csontok közül látni a koponya-csontok, a kulcs-csont, a csípő-csont felső szélének, a térdkalács, a sip-csont, a kéz- és lábujj-csontok konturjait. Az izmokon kívül egyes inak és szalagok is láthatók.

Az Athenaeum r.-t. nyomása.

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár
ORSZ. SZÉCHÉNYI KÖNYVTÁR



A CSONTVÁZ ÉS IZOMZAT VISZONYA A TESTFORMÁHOZ.

Az első két rajz a testformákat mutatja a belérajzolt csontvázzal, a második két rajz az izomzat képe, melyen jól látszik a hát, mell, nyak és felső végtag csaknem minden izma. A rajzok egybevetéséből kitünik a test alakja s az izomzat közötti szoros összefüggés.

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

csontoktól nem födött részeit ők zárják el. Különösen a hasüreg elzárásában van nagy részük a hasfalat képező lapos, vékony izmoknak.

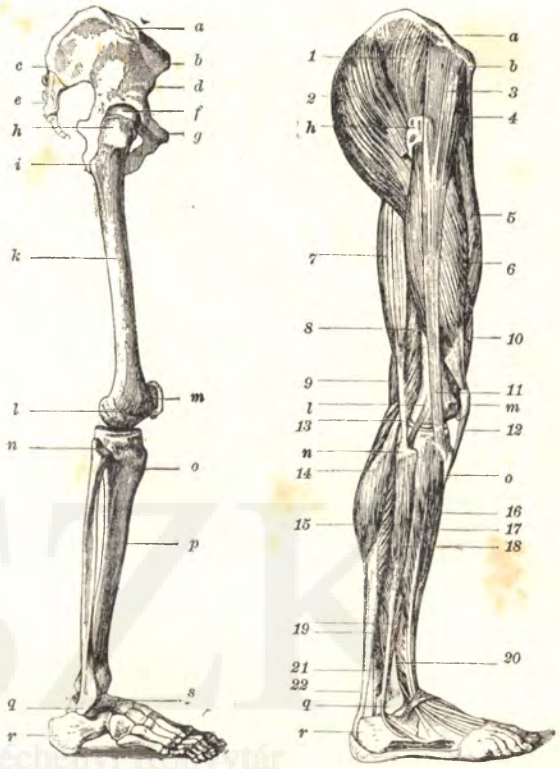
A test alakjára a csontváz után az izomzatnak van a legnagyobb befolyása. Ezért tanulmányozták a művészek mindenkor előszeretettel az anatomiát. Mellékelt ábráink szépen mutatják a csontok és izmok befolyását a külső alakra.

A művésznek a testtartás, a tagok állásának, helyzetének kidolgozásánál a csonttan ismeretére van szüksége, de adott testtartás mellett a körvonalakat csak az izomrendszer pontos ismeretével tudja megállapítani. A testhez rugalmasan hozzásimuló bőr alól mindenütt előtűnnek az izmok körvonalai, melyek élességét csak a zsírréteg enyhíti. A nők testét egyenletesebbé teszi a zsírlerakodás s innen az idomok gömbölydedsége.

Ami a test és tagok méreteit illeti, a művész ritkán alkalmazkodik szigoruan a mintához, hanem igyekszik megközelíteni a »művészi szép test« arányait. Ezek az arányok ritkán találhatók meg egy emberben; az emberek ezrein végzett mérések átlaga már megközelíti, de még nem éri el.

A művész az átlagos arányokon még olyan irányban változtat, mely tapasztalás és általános izlés szerint a szép fogalmának jobban megfelel.

Igy az emberi testet, mely a mérések szerint átlag 7—7½ fej hosszuságú, a művész 8 fejhosszúságú méretben mintázza; az alsó végtagokat, különösen az alszárakat a rendesnél hosszabbnak veszi és így tovább.

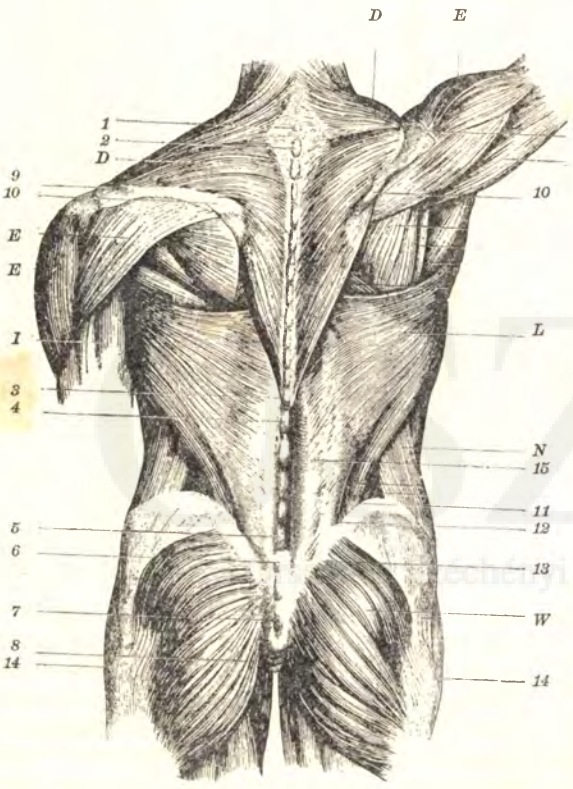


132. ábra. Az alsó végtag csontváza és izmai a külső oldalról. *a* a csípőcsont taraja; *b* a csípőcsont elülső felső tövise; *c* a csípőcsont hátsó felső tövise; *d* a csípőcsont elülső alsó tövise; *e* keresztcsont; *f* a combcsont feje; *g* szeméremcsont; *h* nagyobbik tompor; *i* kisebbik tompor; *k* combcsont teste; *l* combcsont külső bütyke; *m* térdkalács, *n* a szárkapocs feje; *o* sípcsont gumója; *p* sípcsont éle; *q* külső boka; *r* sarokcsont; *s* ugró csont. 1. középső farizom; 2. nagy farizom (glutaeus magnus); 3. pólyafeszítő izom; 4. szabó izom (sartorius); 5. négyfejű combizom (quadriceps) középső fele; 6. négyfejű combizom külső feje; 7. kétfejű combizom (biceps) hosszú feje; 8. kétfejű combizom rövid feje; 9. félig ínas izom; 10. négyfejű combizom belső feje; 11. a combpólya vége; 12. a térdkalács szalagja; 13. a térdizület oldalsó szalagja; 14. felső lábikraizom (gastrocnemius); 15. alsó lábikraizom (soleus); 16. külső sípizom (tibialis anticus); 17. közös újjfeszítő izom; 18. hosszú szárkapocsizom (peronaeus longus); 19. rövid szárkapocsizom; 20. harmadik szárkapocsizom; 21. nagy ujjhajlító izom; 22. Achilles-ín.

6. A belső szervek áttekintése.

A csontok, izületek és izmok ismerete hozzávetőleg tájékoztathat a végtagok anatomiáját illetőleg, de a törzs bonctanában csak nagyon kis részt képez. A csontok és izmok a törzsön csak falai azon üregeknek, melyekben szervezetünk legnemesebb szervei foglalnak helyet.

A törzs a bordaívekkel, gerinccel, szegycsonttal, medencével és az izmos hasfalakkal olyan mint valami szekrény. Ennek a szekrénynek még polca is van. A törzs üregét ugyanis izmos lemez osztja két részre, a *rekeszizom, diafragma.*



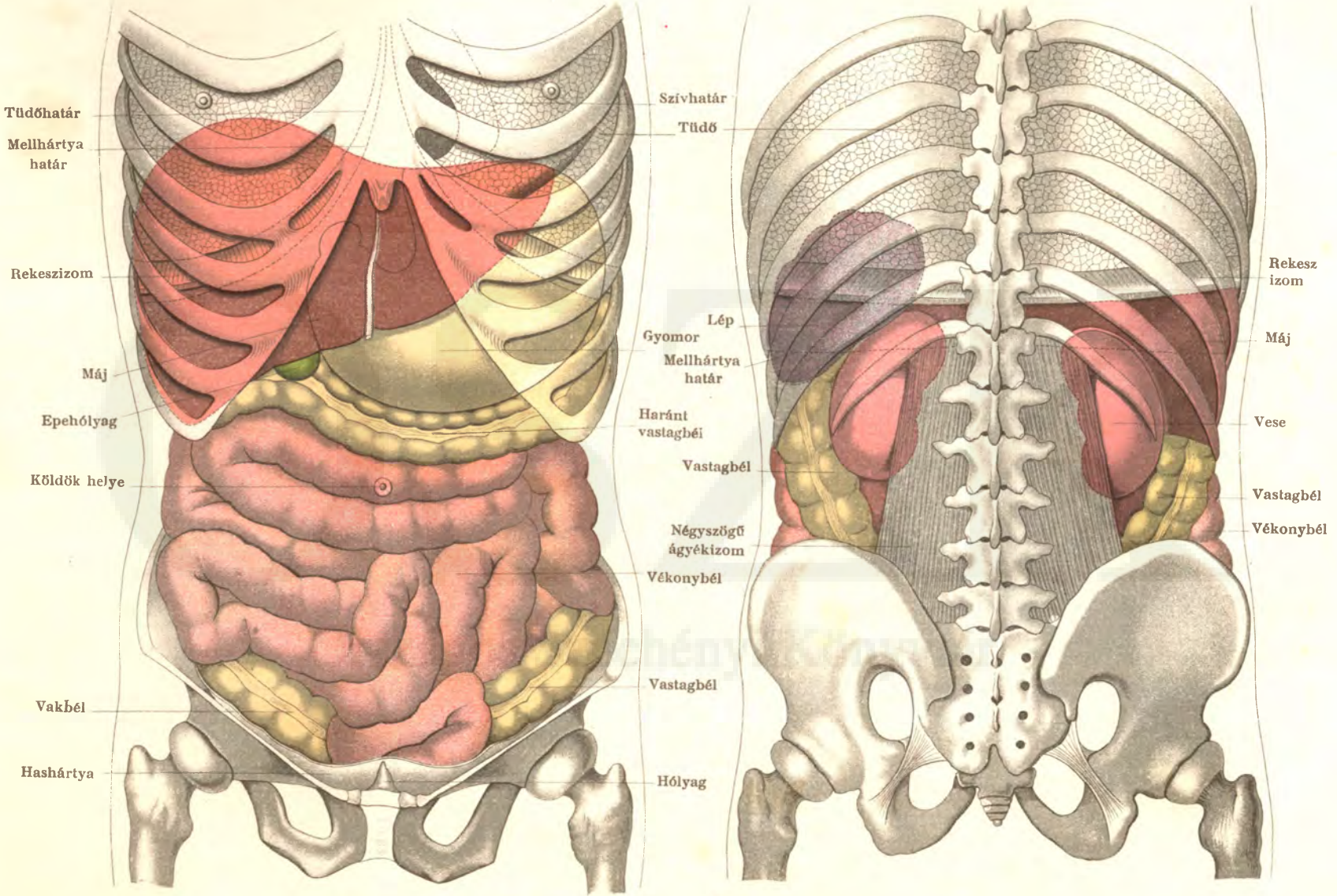
133. ábra. A törzs izmai hátulról. 1. hetedik nyakcsigolya; 2. első hátcsigolya; 3. 12-ik hátcsigolya; 4. első ágyékcsigolya; 5. 5-ik ágyékcsigolya; 6—7. keresztcsont; 8. farkcsíkcsont; 9. vállcsúcs; 10. lapocka taraja; 11—13. a csípőcsont taraja; 14. nagyobbik tompor; 15. ágyék-pólya. *D* csuklyásizom (trapezius); *E* deltaizom (deltoideus); *I* háromfejű karizom (triceps); *L* széles hátizom (latissimus); *N* hasizmok; *W* farizom.

Az alsó bordákon, az ágyéki gerincoszlopon s a szegycsont legalsó részén tapadó, közepén ínszerű, oldalain izmos, fölfelé domború lemezszerű választófal ez, melynek úgy a boncolástanban, mint az élettanban nagy a fontossága. A test üregének a rekeszizom fölött fekvő része a mellüreg, s a benne levő szervek a mellkasi szervek; az alsó üreg a hasüreg, a hasi szervekkel, azaz zsigerekkel.

A két üreg nem közlekedik egymással, csak nehány szerv fúrja át a választófalat: a nyelőcső s a hasüregbe leszálló erek és idegek. A rekeszizomról még részletesen lesz szó, ha majd a lélegzés élettanát vizsgáljuk, egyelőre csak azt nézzük, miként helyeződnek el szerveink a test üregében.

Ha megnézzük a mellékelt két táblát, melyek a szervek elhelyezését mutatják, rögtön szembetünik, hogy a mellüregben a légzés és vérkeringés, a hasüregben az emésztés és kiválasztás szervei vannak. Legalul, a medencében a belső nemi szervek számára is van hely.

A mellkasban a tüdő két fele, melyek közül a jobb 3, a bal 2 részletből áll, mintegy körülfogja a külön burokban fekvő szívet, mely csak kis felületével fekszik neki a mellkas elülső falának. A szív nincs egészben bal oldalt, mint azt sokan hiszik, csak épen nagyobb fele és csúcsa, melynek lökését érezzük, nyú-



A MELLKAS ÉS HASÜREG TARTALMA.

A szervek elhelyezése és határai a test felületéhez, főkép a csontos vázhoz viszonyítva.

ATHENAEUM R.T. BUDAPEST

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár



lik át a bal oldalra. A szívből kiinduló főér, az aorta, a hátsó falhoz kerülve ív alakban meghajlik s vastag ágakba osztva a vért, átmegy a hasüregbe. A hátsó mellkasfal közelében fut a nyelőcső is, mely előtt a csakhamar két ágra oszló gégecső foglal helyet. Ennek felső részén van a gége.

A mellüreg belső fölszínét hártya borítja, a *mellhártya*, mely ráterjed a tüdőkre és szívre is.

A hasüregben a legtöbb helyet az emésztőszervek foglalják el. A rekeszizmot átfuró nyelőcső csakhamar beletorkollik a gyomorba, melynek helyzetét és alakját szépen mutatja az ábra. A gyomorból indul ki a rejtett fekvésű »tizenkét ujjnyi bél« (duodenum). Ebbe folyik az epehólyagból a jobb oldalon a bordák alatt fekvő máj termelte epe s a bal oldalon fekvő fehér máj (pankreas) nedve.

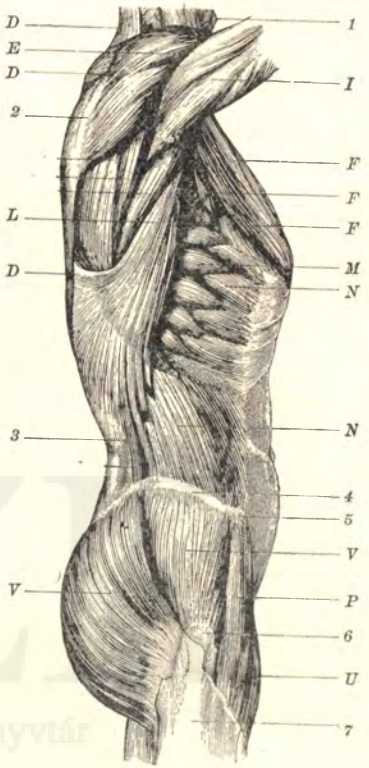
Az emésztőcsatorna következő része a csaknem az egész hasüreget kitöltő, szeszélyesen kanyarulatos 6 méter hosszú vékonybél, mely végül a has jobb oldalán, alul, a csípőtányérban fekvő zacskóalakú vakbélbe torkollik. Ennek a vakbélnek kisújjnyi függeléke a féregnyúlvány. A vakbél, mondhatnók, nem más mint a vastagbél kiöblösödése. Az utóbbi a hasüreg jobb oldalán fölmegy a májig, itt derékszögben fordulva harántul átmegy a másik oldalra, itt ismét derékszöget alkotva leszáll és S alakú görbülettel átmegy a végsőbélbe.

A vastagbél baloldali szöglete mögött fekszik a lép.

A beleket csaknem egész lefutásukban hártyaszerű lemez követi és borítja be, szállítva a vért s hozva a felszívott tápnedvet: ez a hashártya, melynek másik lemeze a hasüreg falát béleli ki. Nagyobb ránca, mint valami kötény födi elülről a beleket: a cseplesz.

Az egyes szerveket, májat, gyomrot, lépet szalagok erősítik a rekeszizomhoz, a falakhoz és egymáshoz.

Egészen hátul, a gerincoszlop két oldalán, a bordákon alul, fekszenek a kiválasztás legfőbb szervei, a vesék. Babhoz hasonló testük közepéből egy-egy cső indul ki s viszi a has legalsó részén fekvő hólyagba a vizeletet.



134. ábra.
A törzs izmai oldalról: 1. gége (Ádám-csutka); 2. a lapocka taraja; 3. ágyékpólya; 4—5. csípőcsont taraja; 6. nagyobbik tompor; 7. combpólya: *D* csuklyás izom (trapezius); *E* deltaizom (deltoideus); *I* háromfejű karizom (triceps); *F* mellizmok (pectoralis); *M* nagy fürészizom (serratus); *N* hasizmok; *V* farizmok; *P* combpólya feszítő izom; *U* egyenes combizom; *L* széles hátizom.

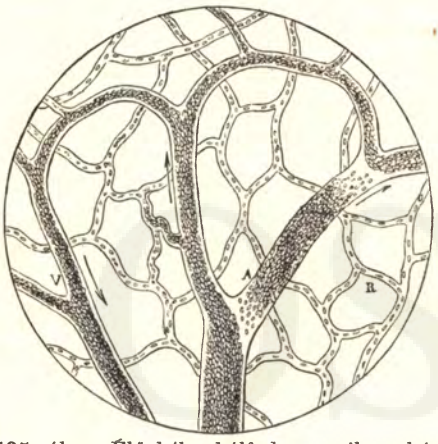
Az egyes szervek részletesebb leírásánál majd közelebbről megismerjük alakjukat, szerkezetüket s működésüket; kölcsönös fekvésüket pedig minden szónál jobban magyarázzák a külön táblák.

IV. AZ ANYAGI ÉLET.

1. A szív és a vérkeringés.

Ha kisebb élő állatoknak vékonyabb testrészeit, a kis aranyhalacskának úszóhártyáját mikroszkóppal megnézzük, az átvilágított szövetben mindenütt gazdag vörös hálózatot találunk (135. ábra). Ha jobban megfigyeljük e képet, észrevesszük, hogy a hálózatnak belső, vörös színű tartalma élénken mozog, még pedig mindig egy és ugyanazon irányban áramlik.

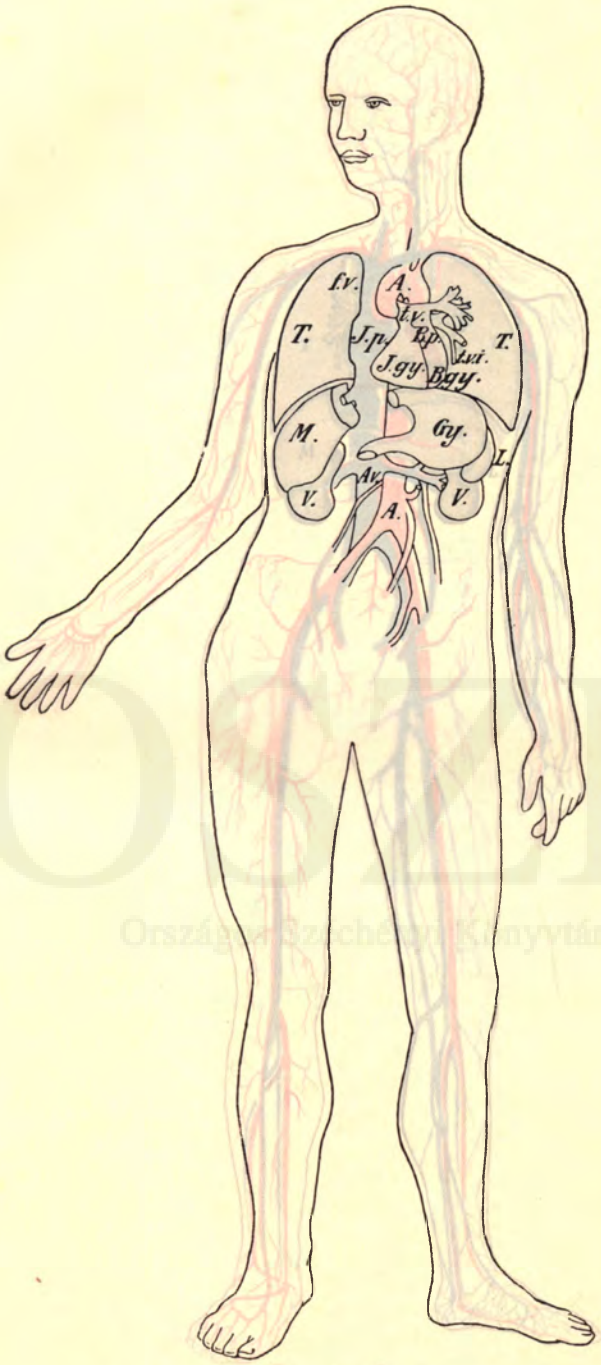
A hálózat nem egyéb, mint finom, egymásba nyíló csőrendszer, amely hihetetlen gazdagsággal közlekedik egymással. A legfinomabb csövecskék átmérője sokszor még $^1/_{100}$ mm.-nél is jóval kisebb. Az áramló vörös folyadék nem más mint a *vér*. Ilyen finom csőrendszer szövi át keresztül-kasul a test minden legkisebb részét. Ezek a legfinomabb erek a *hajszálerek*, a *kapillárisok*; szépen láthatók a békának az ujjai között kifeszülő vékony úszóhártyán. Megnézhetjük a béka nyelvén is, avagy a béka beleihez menő finom hártyán; de a legszebb képet a béka tüdeje adja, ha azt kellőleg elkészítjük, a békát elaltatjuk és megfelelően operáljuk. Ha nem élő állaton a legkülönbözőbb testrészeket átvizsgáljuk a szövettani módszerekkel (az injekció vagy korrozió módszerével), mindenütt gazdag érhálózatot találunk. Igen kevés és kicsiny testünkben azon területek száma, ahol kapilláris rendszer nincs; hiányzik a porcogókban, szemünk üvegtestében és átlátszó szaruhártyájában, míg másutt mindenütt megtalálható.



135. ábra. Élő béka bélfodra a mikroszkóp alatt. A keringés irányát nyilak jelzik. A nagyobb erekben sűrűn egymás hátán áramlanak a vörös vérsejtek, míg a legfinomabbakban egyenkint haladnak tovább. *A* verőér, *V* gyűjtőér és *R* kapilláris, azaz hajszálér-hálózat. (Poiseuille nyomán.)

Képzeljük el, hogy mi a hajszálerekben a vérrel együtt útnak indulunk. Mind tágabb és tágabb erekbe jutunk s egyszerre csak tágas, nagy éren át a szívbe érkezünk. Pár pillanat és keresztülfutottunk a szíven s újra tág csőben haladunk tovább, amely mind szűkebb és szűkebb erekbe visz és csakhamar újra ott vagyunk az $^1/_{100}$ mm.-es hajszálerekben. A szívből érkezünk s újra a szívbe térünk vissza. Azok az erek, amelyeken a szívből a kapillárisok felé haladtunk, a verőerek vagy artériák. Ezekben megérezzük a szívnek minden lüktetését; ha a szívtől távol is tapintjuk, érezzük rajtuk, mint ver szívünk. Ez a *tapintható lüktetés* az artériák felett az, amit *pulzus*-nak nevezünk. Azok az erek, amelyeken visszatérünk, a gyűjtőerek, a vénák. A kapillárisokon túl már nem érezhető meg a szív lüktetése.

A vér szakadatlan forgásának, keringésének fenntartója a szív. Azokról a poetikus feladatokról, amit a közbeszéd köt a szívhez, mitsem tud mondani

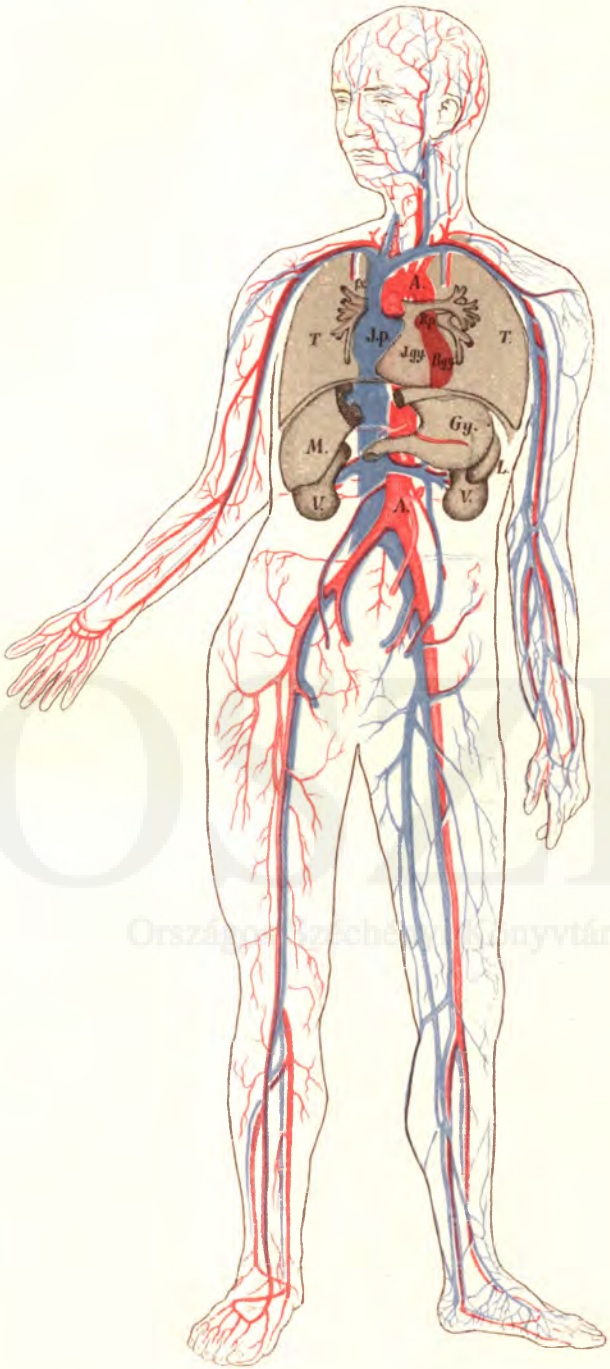


Az Athenaeum r.-t. könyomása.

AZ EMBER ÉRRENDSZERE.

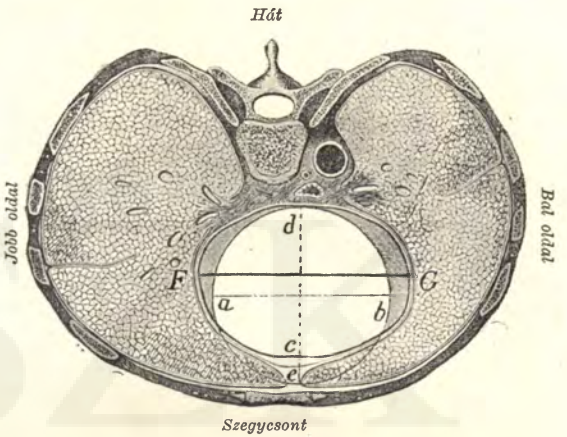
A főbb verőerek (piros) és gyüjtőerek (kék) vázlatos feltüntetése.

T. tüdők. — *M.* máj. — *Gy.* gyomor. — *L.* lép. — *V.* vesék. — *Jp.* jobb szívpitvar. — *Bp.* bal szívpitvar. — *Jgy.* jobb szívgyomor. — *Bgy.* bal szívgyomor. — *A. A.* aortə, belőle indulnak ki fölül a fej és két kar verőerei, alsó végén a két csipőverőérre oszlik, ennek ágai a medencét és az alsó végtagokat látják el. — *fv.* felső nagy gyüjtőér, ebbe futnak össze a fej és a karok gyüjtőerei. — *Av.* alsó nagy gyüjtőér, bele nyílnak alul a medence és alsó végtagok gyüjtőerei. — *tv.* tüdőverőér. — *tvi.* tüdőgyüjtőerek.


A.
T.
J.p.
J.gy.
Bgy.
T.
Gy.
M.
V.
A.
V.

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

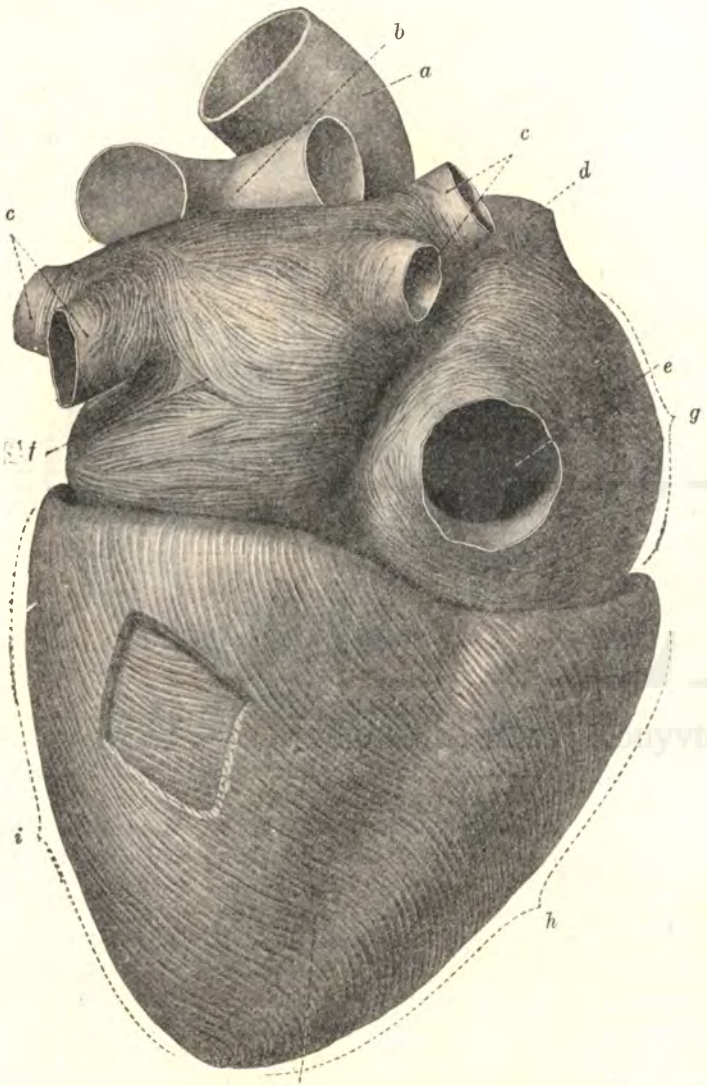
a tudomány. Az életműködések tudománya ilyesmiket nem ismer. Szívünk nem egyéb, mint az önmagába visszatérő zárt csőrendszernek — érrendszerünknek — középpontja, élőszövetből alkotott szivattyú, melynek ritmikus működése az érrendszerünket betöltő vért szüntelen keringésben tartja. 20 éves kortól egészen 60 évig szívünk percenként 72-szer húzódik össze, kidobva magából 150 gramm vért. Tehát már egyetlen perc alatt 10 liter folyadék halad át rajta, holott összes vérünk ebben a korban 5—6 liter; percenkint tehát kétszer fordul meg az összes vér az érrendszerben. Tekintélyes munkát végez a szív szüntelenül, éjjel-nappal, az élet első percétől az utolsóig. Százezerszer húzódik össze 24 óra alatt, 40 milliószor egy év alatt. Igazi mintaképe az ernyedetlen szorgalomnak. Nem szabad hosszabb szünetet tartania, mert ha csak pár pillanatra is megáll, bekövetkezik a halál. A szív váratlan megállása révén beállott halált szívbénulásnak (vagy szívszélütésnek, hibásan szívszélhüdésnek) mondjuk.



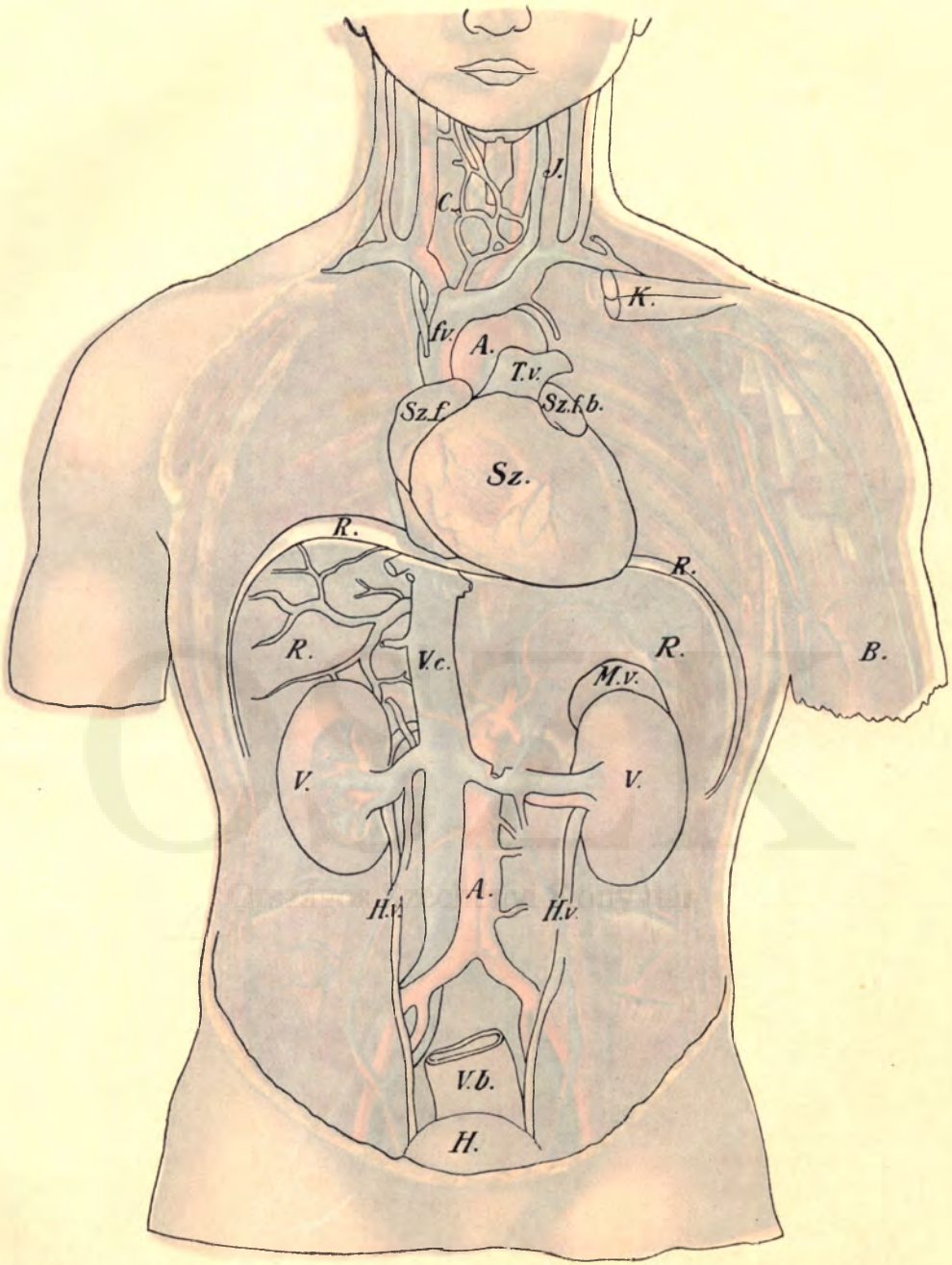
136. ábra. Az emberi mellkas haránt átmetszete. — A szív és tüdők elhelyezése. Hátul a csigolya, azaz gerincoszlop erősen beugrik, ez adja a mellkasüreg keresztmetszetének kártyaszív alakját. A csigolyának jól látszik hátulsó tövise és két oldalsó (haránt) nyúlványa, amelyekhez szalagok kötik a bordákat. A csigolyának legerősebb része az elülfekvő csigolyatest, a mögötte fekvő nyílás a gerincvelő helyét jelöli. A gerincoszlop és a szegycsont közé esik a szív; csak a helye és burokja látható; nem esik a középre, hanem inkább balra. A szívtől jobbra és balra a tüdők keresztmetszetét látni; a szív mögött következik az összehúzódott nyelőcső, attól hátrább a csigolyatest baloldalán a lefelé haladó aorta keresztmetszete. A két tüdő között visszamaradó szabálytalan területet *gátornak* (mediastinum) nevezzük. *F—G* a szívgyomor keresztmetszete diasztolében; *a—b c—d* pedig szisztolében. (Landois nyomán.)

A szív tehát fenntartója a vérkeringésnek, középpontja érrendszerünknek. A mellkas üregében a jobb és bal tüdő között megközelítőleg középen a rekeszizom felett fekszik; előtte van közvetlenül a szegycsont; mögötte fekszenek a nagy verő- és gyűjtőerek, a nyelőcső és a gerincoszlop (136. ábra). Szabálytalan kúpalakú húsos tömeg, amelynek csúcsa lefelé és balra néz, alapja jobbra és felfelé esik. Valahányszor összehúzódik, a legömbölyített szívcsúcs meglöki, megemeli egy kissé a mellkas falát. A lökés kitapintható a szív tájéka felett a mellkas bal oldalán; jól érezhető sovány egyéneken különösen akkor, ha futottak, vagy nagyobb testi munkát végeztek, mert ilyenkor a szív sokkal erősebben ver. Ha jól megfigyeljük, hogy hol tapintható a szívcsúcslökés legerősebben, megállapíthatjuk a szív csúcsának pontos helyét. Normális viszonyok között a szívcsúcs baloldalon az ötödik és hatodik borda közé esik a szegycsont szélétől 8 centiméternyire. Látjuk tehát, hogy a szív nem esik egészen a mellkas közepére, a szegycsont csak részben takarja, jórésze ettől balra a bordák mögé esik.

Olyan szúrások, amelyek a szegycsonthoz közel a 4. és 5-ik borda körül hatolnak be a mellkasba, a szívet sértik. A szív csúcsa és alsó része szabadon fekszik, nem nőtt össze semmivel, felső széles alapja összefügg a belőle kiinduló nagy erekkel. Ezért a szív mozgása közben az alsó rész, különösen a szívcsúcs kitéréseket végezhet, a felső rész ellenben el nem mozdulhat. A szív külön tokban, hártyás burokban fekszik, amely teljesen körülveszi. — A szívburok és a szív között visszamaradó kevés tért híg savós folyadék tölti ki, ebben csúszik mozgó szívünk. A szív nagysága egyénenek szerint változó, hozzávetőleg mindenkinek öklével egyenlő, hossza 12 és szélessége 10 cm., körülbelül 300 grm.-os húsos tömeg, amelynek négy ürege van. A két felső vékony falú, ezek a szívpitvarok, a két alsó vastagfalú, ezek a szívgyomrok (137. ábra). Az egyik pitvar és gyomor együtt teszi ki a szív bal felét, a másik kettő a jobb felét. A szív jobb és bal felét húsos fal választja el teljesen egymástól, a jobboldali üregek sehol sem közlekednek a baloldaliakkal. Mindegyik pitvar ovális nyíláson át közlekedik a gyomorral; ezek az úgynevezett vénás kapuk. A pitvarokba nyílnak bele a nagy gyüjtőerek (vénák), amelyeken a vér visszatér a szívhez. A szívgyomrokból indulnak el a nagy verőerek (artériák),



137. ábra. Felnőtt ember szíve hátulról: *a* aorta, főverőér; *b* tüdőverőér, két ágra oszlik a bal és jobb tüdőnek megfelelően; *c* tüdővivő azaz gyűjtőerek; *d* felső nagy gyűjtőér; *e* alsó nagy gyűjtőér; *f* bal szívpitvar; *g* jobb szívpitvar; *h* jobb szívgyomor; *i* bal szívgyomor. Figyelemre méltó a szív rostjainak lefutása: a mélyebb réteg léken át látható. Élesen látszik a pitvar és a gyomor közé eső határbarázda.

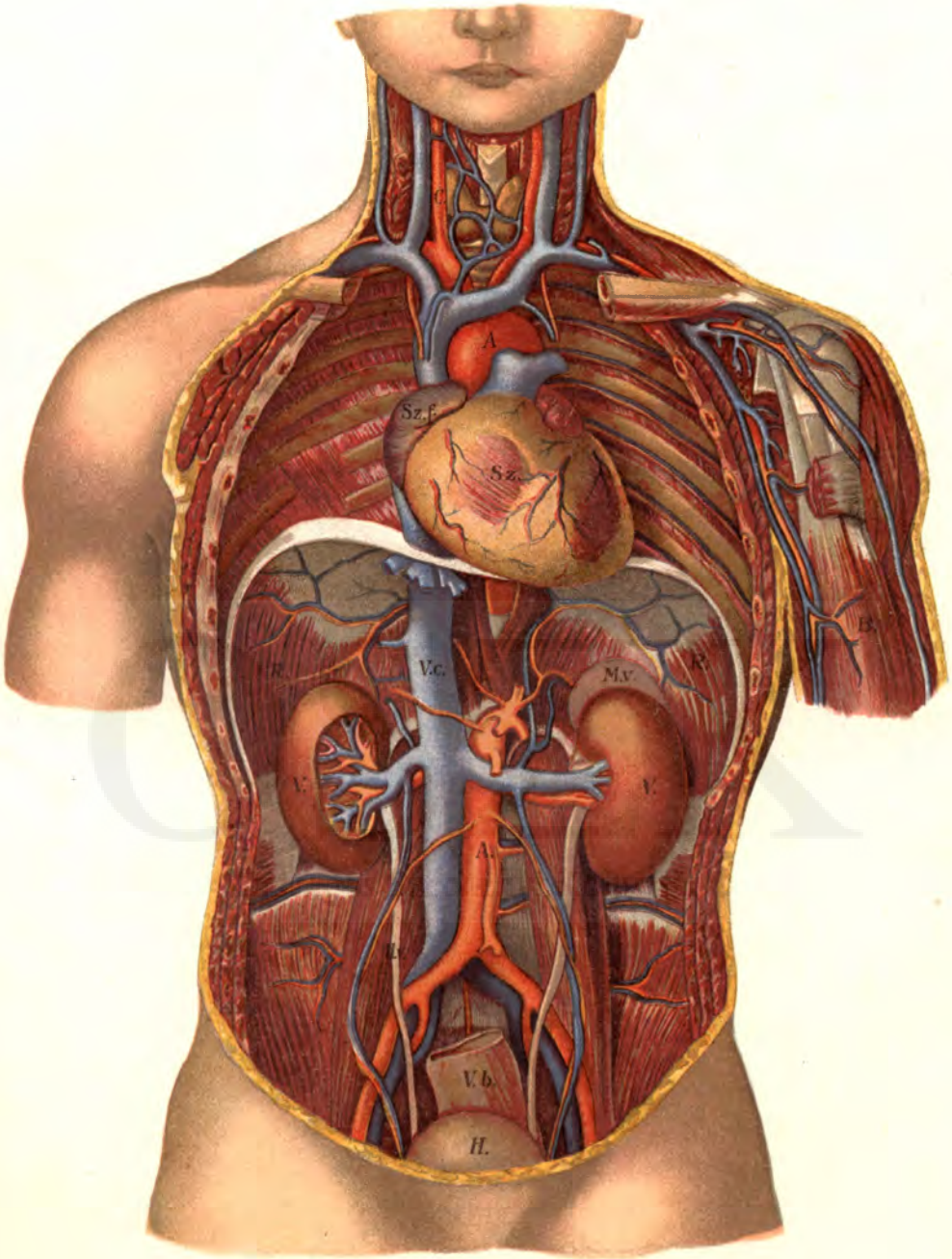


Az Athenaeum r.-t. könyomása.

NYITOTT MELLKAS ÉS HASÜREG.

A mellkas-üregből hiányzanak a tüdők a mellhártyával és hiányzik a szívburok. A hasüregből hiányzanak az összes zsigerek, úgy hogy a hasüreg hátsó falának belső oldala látszik a nagy erekkel, a vesékkel, mellékvesékkel és a vese kivezető csöveivel.

Sz. szív. — *Szf.* jobb szívfülecske = a jobb pitvar elülső csücske. — *Szfb.* bal szívfülecske. — *A.* aorta. — *Tv.* Tüdőverőér. — *fv.* felső nagy gyüjtőér. — *Vc.* alsó nagy gyüjtőér (vena cava inferior). — *C.* fejverőér = carotis. — *J.* fejgyüjtőér = jugularis. — *K.* az átvágott kulcscsont. — *R.* a rekeszizom, boltozatos haránt válaszfal a mell- és hasüreg között, a boltozat alja köröskörül husos, a teteje inas (ez fehér). — *V.* a vesék. — *Mv.* mellékvese. — *H.* hólyag. — *Hv.* vesevezetékek. — *Vb.* végbél. — *B.* karon a kétfejű izom (= biceps) hasa.

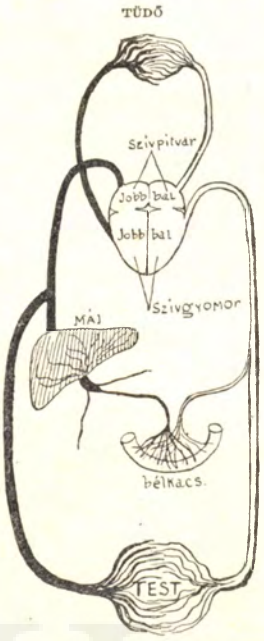

A.
Sz.f.
Sz.
B.
R.
V.c.
M.v.
R.
V.
V.
A.
R.
V.b.
H.

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

ezeken keresztül szorítja ki magából a szív a vért. Hogy a szív üregein és az érrendszeren keresztül milyen irányban halad a vér, erre valaha igen kalandos teoriákat állítottak fel. *William Harvey*-nak (1578—1657) az érdeme, hogy a keringés útját pontosan megállapította. Számos megfigyelést tett embereken, nagyon sokat boncolt és sokat kisérletezett élő állatokon, míg végre 1628-ban latin nyelven Frankfurtban kiadta »*De motu cordis et sanguinis in animalibus*« című munkáját. Érdekes a műnek előszava. Ebben elmondja Harvey, hogy azért kellett művét megírnia, mert a legkalandosabb nézetek szólnak a szív működéséről, holott egyedül a pontos észlelés adhat erre magyarázatot. Panaszkodik, hogy bár nap-nap mellett a legnagyobb szenvedéllyel vizsgálta a legkülönbözőbb állatoknak szívműködését s minden egyes tételét kísérlettel igyekezett igazolni, mégis senki sem akarja tanait elfogadni s a legigazságtalanabbul támadják őt minden oldalról; »mégis reménylem«, mondja Harvey, »hogy igazam van és munkám hasznára lesz a tudománynak, s akkor az én életem nem volt hiábavaló«.

Amit a következőkben elmondunk, azt már Harvey állapította meg. A legjobb áttekintést a vér körforgásáról úgy kapjuk, ha a vérrel együtt útra kelünk. Induljunk ki a szív bal gyomrából. Azonnal hatalmas, rugalmas falú csőbe jutunk, amelynek átmérője kezdetben 3½ cm. A nagy ér rövid darabon felfelé halad, majd a szív felett félkörívben a szegycsonttól a gerincoszlop felé tart, útközben erős ágakat adva, amelyek a nyakat, a fejet és a két kart látják el verőerekkel.

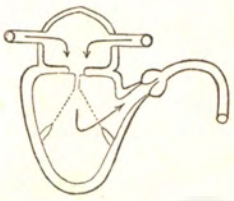
A negyedik hátcsigolyánál a gerincoszlop mellé jut és mellette fut le a negyedik ágyékcsigolyáig, közben ágakat bocsát a mellkasi szervekhez és a mellkas falához, lejebb a hasi zsigerekhez (gyomor, belek, máj, fehérmáj, lép) és vesékhez. A negyedik ágyékcsigolyánál két 1 cm. átmérőjű ágra oszlik, ezek a medencét és a két alsó végtagot látják el erekkel. A test ezen legnagyobb erét *aortának* nevezték el, egész hossza a felfelé menő rövid darabbal, a félkörös ívvel és a negyedik ágyékcsigolyáig lefutó hosszú résszel együtt félméter körül lehet. A bal szívgyomorból tehát az aortán és ágain át a test bármely részébe eljuthatunk. Az ágak mind szűkebbek, mind számosabbak lesznek, a legkisebb ágak száma milliókra megy, ezek azok a kapillárisok, amelyekről előbb szóltunk, amelyek keresztül-kasul hálóz-



138. ábra. A vér körforgásának útja. (Vázlatos rajz.) A vér a bal gyomorból az aortán keresztül szétoszlik az egész testben. A test hajszálerei gyüjtőerekbe szedődnek össze és a vér a főgyűjtőéren (vena cava sup. et inf.) a szív jobb pitvarába tér vissza. A vér útjának ezt a részét elnevezték *nagy vérkörnek*. A jobb pitvarból átmegy a vér a jobb gyomorba és onnan a tüdőverőéren át a tüdőbe. A tüdőhajszálerek összeszedődnek a tüdővénákba és így jut a vér vissza a bal pitvarba; ez a *kis vérkör*. Figyeljük meg, hogy a belek vére, mielőtt visszatérne a szívhez, benső érintkezésbe jut a májjal, mert a bél gyűjtőere a májban millió meg millió hajszálérre oszlik, amelyek végül ismét összeszedődnek. Ez a *portaérrendszere*.

zák az egész testünket. Ha a kapillárisokból tovább megyünk, ismét mind kevesebb számú, egyre tágabb, puhább falú, lazább erekbe, s végeredményben két nagy éren, *a két fő gyűjtőéren (vena cava superior* és *inferior)* át a szív jobb pitvarába jutunk. A két nagy gyüjtőér közül a felső hozza vissza a vért a fejből, karokból, azaz rövidesen a szív felett fekvő testrészekből, az alsó szedi össze a vért az alsó végtagokból, a medencéből, a hasüregből és a mellkas alsó részéből. Elindultunk tehát a bal szívgyomorból, s az aortán és a test hajszálerein áthaladva a nagy vénákon visszajutottunk a szív jobb pitvarába. Az útnak ezt a részét *nagy vérkörnek* nevezték el (138. ábra).

Menjünk tovább: a jobb pitvar ovális résen, a jobb vénás kapún át, mely közlekedik a jobb gyomorral. A jobb szívgyomorból kiinduló nagy ér, az *arteria pulmonalis* — *tüdőverőér* a neve, — a tüdőbe visz és ott ágazik szét. A tüdő kapilláris rendszere egyike a legtágabb, legsűrűbb, leggazdagabb hajszálérhálózatoknak, amely újra gyüjtőerekbe szedődik össze és négy nagyobb vénán, a *tüdővénákon* át, a szív bal pitvarába visz. Elindultunk a jobb gyomorból a tüdőverőéren (arteria pulmonalis) és a tüdőkön át visszajutottunk a szív bal pitvarába. Utunknak ezt a részét, amely csupán a tüdőkön vezet át és így a mellkasban fekszik, *kis vérkörnek* nevezzük.

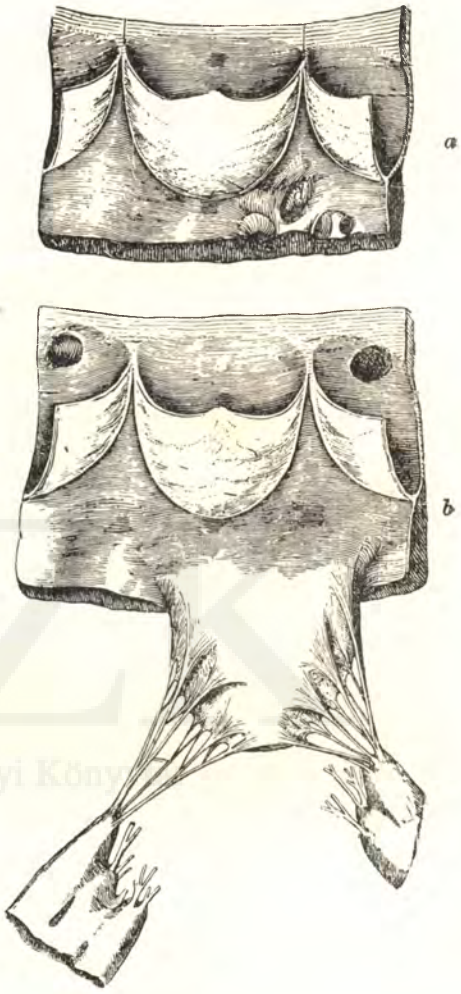


139. ábra. A szív balfelének vázlatos rajza: felül a pitvar, alatta a gyomor; az átvezető nyílás a kettő között a vénás kapu, amelyen a vitorlás billentyű látható. A gyomorból indul el az aorta, amelynek tágult kezdetén láthatók a holdas billentyű zsebei. A billentyűk szabják meg az áramlás irányát, a nyilakkal ellenkező irányban a vér nem mehet.

A bal pitvarból az ovális résen át, ez a bal vénás kapu, ismét a bal gyomorba jutunk, s most újra az előbbi módon haladunk; az aortán át újra a testbe visz utunk, onnan visszatérünk a szív jobb pitvarába, onnan a jobb gyomorba, a tüdőn át ismét a bal pitvarba és így tovább folytonosan, szakadatlanul percenkint kétszer befutva a nagy és kis vérkört. Átszaladunk valahol a test kapilláris-rendszerén és utána a tüdő kapillárisain, de az egyik hajszálér-rendszerből a másikba igyekezve, mindig a szíven át visz utunk. Valahányszor a vér egyszer körülfut, keresztülmegy a testen és a tüdőn, a nagy vérkörön és kis vérkörön, de közbe kétszer át kell mennie a szíven, egyszer annak bal felén, mikor a tüdőből a test felé halad, máskor a jobb felén, mikor a testből a tüdő felé megy.

Ez a csőrendszer, amelyben a vér kering, tökéletesen zárt és színig tele van vérrel. Valaha azt hitték, hogy e csövekben levegő is kering, pedig ha légbuborékok jutnak a vérbe, habzóvá lesz, s ez nagy zavarokat idéz elő, sőt nem egyszer halált okoz. Az érrendszer teljes kitöltéséhez felnőtt egyénben 5—6 liter vér szükséges. Ennek a vérnek, amíg élünk, szakadatlanul forognia kell bennünk. Minden *magasabb rangú állatnak ehhez hasonló belső folyadékrendszere* van; *gyorsan forgó folyadékrendszer nélkül összetett állati élet nem képzelhető.* Hogy miért kell ez, majd látni fogjuk; fontosságára már eddig is rámutattunk; mondottuk már ugyanis, hogy ha a szív megáll, bekövetkezik a halál. A szív megállása pedig éppen azt jelenti, hogy megszűnik vérünk forogni.

Most mindenekelőtt igyekezni fogunk megvilágítani, hogy miképen alkalmas szívünk az 5—6 kiló vérnek szakadatlan forgatására. Nem csekély munka ez. Vannak állatok, amelyeknél a vér mennyisége sokkal nagyobb mint az embernél, pl. a lónak 35 kiló vére van, a lónak a szíve ennyi vért forgat szakadatlanul. A szív mozgásait nagyon jól észlelhetjük az állatokon, ha elaltatva megnyitjuk mellkasukat; a szívburok felhasítása után akár óraszám megfigyelhetjük a mozgó szivet. A szív egyes részei felváltva húzódnak össze, de a két pitvar és hasonlóképen a két szívgyomor mindig egyszerre dolgozik. Előbb összehúzódnak a pitvarok, utána a szívgyomrok s aztán rövid szünet következik, azután ismét a pitvarok húzódnak össze, majd a gyomrok, s megint szünet áll be. Igy ismétlődik ez perczenkint 72-szer az embernél, felnőtt egyéneken. A szív egyes részeinek összehúzódását *szisztolé*, a tágulását pedig *diasztolé* szóval jelöljük. Ha valamely izmos tömlő hirtelen összehúzódik, szükségkép kipréseli, kilöki magából a folyadékot. A szivnek így tehát igazán hajtó, a vérkeringést fenntartó részei a vastagfalú, keményizmú szívgyomrok.



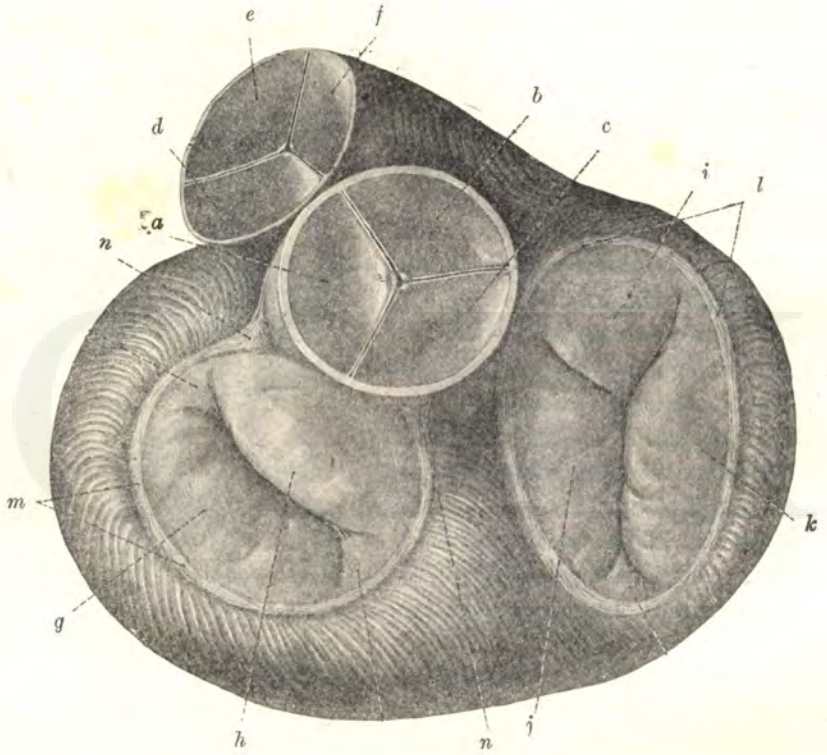
140. ábra. Kivágott emberi szívbillentyű részek. *a* a tüdőverőér félholdas zsebei, a középső zseb teljes, a másik kettőnek csak a fele van meg; *b* az aorta félholdas zsebei, a félzsebek felett egy-egy nyílás látható, itt indul el az a két ér, amely a szívet látja el vérrel, ezek a koszorús erek. A szív csak addig dolgozik, míg a koszorús ereken kellő táplálékot (főkép oxigént) kap. A zsebek alatt a kettős billentyű egyik vitorlája látszik ínas húrjaival és a húrokat feszítő izmocskákkal.

Mindegyik szívgyomor körülbelül 150 gr., azaz 1½ deci vért dob ki magából, amidőn összehúzódik, s ha utána elernyed, *teleszívja* magát vérrel, hasonlón a vastagfalú kaucsuk-ballonhoz, amelyet ha összenyomva víz alá teszünk, szintén megtelik vízzel. A szív munkája csupán ebből áll: *a gyomrok teleszívják magukat vérrel, mikor elernyednek, s kiszorítják magukból a vért, mikor összehúzódnak.*

Mindegyik gyomornak két nyílása van, az egyik a pitvarba visz, a másik a nagy verőerekbe. A pitvarba vivő nyílást, mondottuk már, vénás kapunak hívjuk, a nagy erekbe vivő nyílást pedig artériás kapunak. A vénás és artériás kapukon elhelyezett ellentétes billentyű-szerkezetek szabják meg (139. ábra), hogy a

gyomorba a vér csak a vénás kapukon mehet be s csak az arteriás kapun jöhet ki. A gyomor, mikor teleszívja magát, a vért csak a pitvarokból veheti, mikor összehúzódik, csak a nagy verőerekbe lökheti ki. A billentyű-szerkezetek bámulatos pontossággal dolgoznak, egyetlenegy csepp vért sem engednek ellenkező irányba s így biztosítják a vérkeringésnek változatlan irányát. A vér mindig a pitvarból a gyomorba megy, a gyomorból pedig a nagy verőérbe.

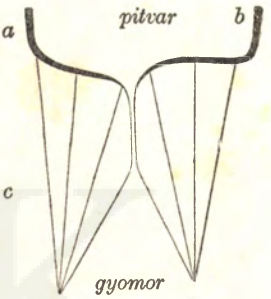
Aki először boncol szivet és először látja e billentyű-szerkezeteket, nem is sejti jóságukat, oly kezdetlegeseknek, gyatráknak látszanak. A vénás kapukon



141. ábra. Az emberi szívbillentyűk alakja záráskor. Mind a négy billentyű felülről látható, miután a pitvarokat és a nagy ereket közvetlen a billentyűk felett levágták. *a, b, c* az aorta holdas billentyűi; *d, e, f* a tüdőverőér holdas billentyűi; *g, h* vitorlás billentyű (kettős a baloldalon); *i, j, k* vitorlás billentyű (hármas a jobboldalon); *l* a jobb vénás kapú rostos gyűrűje; *m* a bal vénás kapú rostos gyűrűje.

vannak a *vitorlás vagy nyelves (cuspidalis)*, az artériás kapukon a *félholdas (semilunaris) billentyűk* (140., 141. ábrák). Érdekes a működésük; hasonlóan szerepelnek, mint a színházi csapó-ajtók, egyik irányból tolva, megnyilnak, ellenkező irányból történő nyomásra bezárulnak. A vitorlás billentyűk működését könnyen megvilágíthatjuk. Képzeljük el, hogy az ovális vénás kapú széléről, amely mindössze hosszúkás, keskeny rés, csőszerű vékony hártya lóg le a gyomor üregébe. Ha a gyomor tele van vérrel és hirtelen összehúzódik, a kitóduló vér akár csak mint keztyűujjat, kifordítaná a csőszerű hártyát a

pitvar felé; a hártyának alsó szélét azonban egész sora az erős ínas húroknak köti a szívgyomor belső felületéhez, úgy hogy alig kezd kifordulni a hártya, máris megfeszülnek az ínas húrok. A kitóduló vér, mint vitorlát a szél, meg-megduzzasztja e hártyákat alulról; a duzzadó, dagadó hártya teljesen elzárja a vénás kaput, amely a gyomorszisztolé pillanatában izmok munkája révén amúgy is megszűkül. A csőszerű hártya a valóságban nem tökéletes, nem teljes; alsó része, hasonlóan a kifeslett kesztyű-ujjhoz, több részre hasadt, úgy hogy a baloldalon két, a jobboldalon három nyelvalakú hártyából áll a billentyű. Épp ezért a baloldalit *kettős (bicuspidalis)*, a jobboldalit *hármas (tricuspidalis)* billentyűnek nevezzük. A vitorlás billentyűk, ha a vér a pitvarból megy a gyomorba, elsímulnak, de fordított irányban egyetlen csepp vért sem bocsátanak vissza a pitvarokba. A bedagadó vitorlák nem csupán a szélükkel érnek össze, hanem elég széles felülettel is tapadnak egymásra (142. ábra).

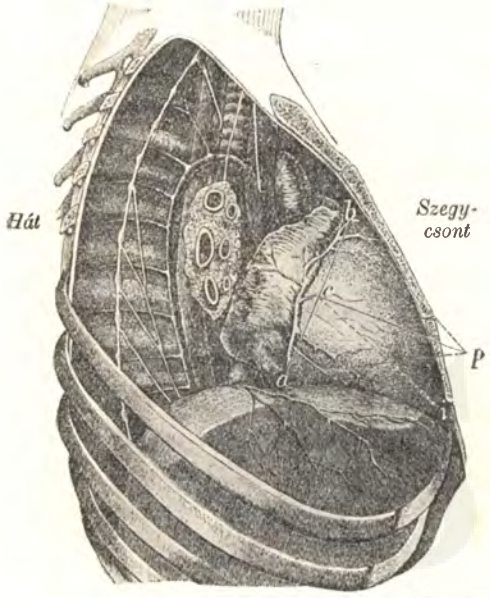


142. ábra. A vitorlás billentyű keresztmetszete. (Vázlatos rajz.) *a—b* a két vitorla, középen bizonyos felülettel fekszik össze. A vitorlahártyák kifordulását a pitvarok felé nem engedik meg, a *c*-vel jelölt ínashurok. (Lásd 139-ik ábra.)

Látjuk tehát, hogy ha a szívgyomrok összehúzódnak, a vért sohasem tolhatják a pitvarok felé; ilyesminek útját állják a vitorlás billentyűk. A vér csakis a nagy arteriákba mehet, amelyeknek kezdetén találjuk a félholdas billentyűket. Ezeknek szerkezete egészen más. Nem állanak útjába annak, hogy a vér a szívgyomorból a nagy erekbe jusson, de feladatuk az, hogy ne eresszék az erekből vissza a vért a gyomorba. Mindegyik félholdas billentyű tulajdonkép három félköralakú zsebecskéből áll, amelyek körben helyezkednek el. A zsebek nyílása oly irányba esik, hogy a gyomorból kirohanó vér elsimítja őket, de az erekből visszatóduló vér megtölti a különben bőre szabott zsebeket, amelyek erősen megduzzadnak. A vérrel telt dagadó zsebek teljesen elzárják a nagy erek nyílását, duzzadó hártyájuk pár milliméteres felülettel fekszik egymásra. Minél szélesebb felülettel fekszenek össze akár a holdas, akár a vitorlás hártyák, annál pontosabban zárnak a billentyűk; ez adja meg *a zárás biztosságát.*

Bámulatos szerkezetek ezek, amelyek az egész életen pár ezer milliószor nyílnak és feszülnek meglehetős nagy nyomások alatt, megszabva szigorúan a vér áramlásának irányát. Előfordul, hogy betegségek következtében a nyelves vagy holdas hártyák szívós, erős szövete megromlik. Képzeljük a legegyszerűbb esetet, hogy a hártyák zsugorodnak s egyre keskenyebbek lesznek; ilyenkor fokozatosan kisebb lesz a zárásnál összefekvő felület és csökken a billentyűműködés biztossága. Ha a zsugorodás tovább megy, a billentyűzárás lassan tökéletlen lesz s a szív többé nem egy irányból veszi vagy nem egy irányba löki ki a vért. Ha lassan, észrevétlenül állanak elő a billentyűhibák, a szív fokozott munkával le tudja küzdeni a beálló torlódásokat. A fokozott munka és a torlódások megnagyobbítják a szívet; a vértorlódások kitágítják üregeit, a fokozott munkában erősen megvastagodik izmos fala, épen úgy, mint a fokozott munka centiméterekkel növelheti a birkozó karjának kerületét. A billentyűhibák az igazi

szívbajok. Ha a szív nem győzi már a fokozott munkát, súlyos zavarok állanak elő, amelyek a vízibetegség egyik csoportjába tartoznak. Volt rá eset, de ez igazán ritkaságszámba megy, hogy a billentyűk kettérepedtek. *Fraentzel* ír le ilyen »érdekes« esetet. Herkules-termetű zsákoló társai előtt fitogtatni akarta erejét s három teli zsákot rakatott vállaira, amit azelőtt nem próbált soha; a zsákok súlya alatt csakhamar összeesett és súlyos vérkeringési zavarok között rövid idő mulva meghalt. A tetembontás igazolta, hogy az aorta holdas billentyűjének egyik zsebe kettérepedt.



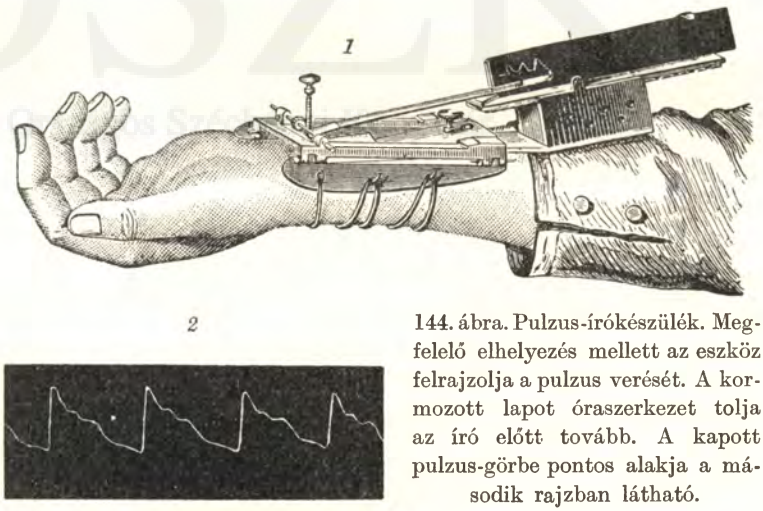
143. ábra. Jobb oldalról megnyitott emberi mellkas. A tüdők eltávolítása után a szív elhelyezése oldalról látható. A szív a rekeszizom kupoláján fekszik, csúcsa előre néz. Valahányszor a szív összehúzódik, csúcsa az *i*-pontból a *p* felé mozog, ez okozza a mellkas baloldalán tapintható szívdobogást, amely különösen jól érezhető nagyobb testi munka után; *a—b* vonal a határt mutatja a szívgyomor és pitvar között, a vonal mögött látható a pitvar, attól hátrább az elvágott erek a tüdő gyökerét jelzik. (Ludwig és Henke nyomán.)

Ismerve most már a billentyűk jelentőségét, még világosabban áll előttünk a szív működése. Említettük, hogy *a szívgyomor kétféle munkát végez, összehúzódásakor nyomó erőt, tágulásakor szívó munkát fejt ki*, hogy milyen erővel teszi, azt altatott operált állatokon megfelelő eszközökkel lemérhetjük. A kísérleti adatok, átszámítva az emberre, azt mutatják, hogy mikor a bal szívgyomor, mely az aortán át az egész testbe sajtolja a vért, összehúzódik, oly erővel tolja ki magából a folyadékot, hogy képes volna U alakú csőben majdnem 3 méterre (272 centiméterre) felemelni. A háromméteres vízmagasság megfelel 20 centiméteres kéneső-oszlopnak, vagyis, amint hivatalosan mondani szoktuk, *200 mm-es (higany) pozitív nyomással dolgozik a bal szívgyomor*. Mikor pedig tágul a bal gyomor, akkor olyan szívó munkát végez, amint az emberre átszámított kísérleti adatokból következik, hogy képes volna a vizet félméterről, pontosan 68 cm.-ről felemelni, felszívni; ez 5 cm.-es higanyoszlopnak felel meg, vagyis a hivatalos kifejezés szerint *50 milliméteres (higany) negatív nyomással dolgozik a bal szívgyomor*. Ime látjuk tehát, hogy a szív üregében percenkint 144-szer változik a nyomás; 72-szer felemelkedik + 200-ra s felváltva 72-szer lesülyed — 50-re. A jobb szívgyomorban a nyomásingadozások sokkal kisebbek, ez sokkal kisebb munkát végez, hiszen csak a tüdőn keresztül hajtja a vért. A szív legerősebb része a bal gyomor, amely az egész testen át préseli a pár kilós vértömeget. + 200-as nyomás dagasztja be a két vitorlájú billentyűt a pitvar felé s sajtolja ki a vért, széttolva a holdas billentyű zsebeit az aortába. — 50-es nyomással szívja új vérrel tele a gyomor magát a pitvarok felől.

A pitvarok összehúzódásának vajmi csekély szerepe van a gyomrok megtöltése körül, az ő feladatuk egyszerűen az, hogy a nagy gyüjtőerekből befutó vérnek helyet adjanak arra az időre, míg a gyomor kiüríti magát, mert ezalatt zárva maradnak a vitorlás billentyűk. Ha nem volnának a pitvarok, a nagy vénákban megállana a vér. Azok a leírások, amelyeket széltében-hosszában olvashatunk népszerű könyvekben, hogy a pitvar összehúzódásával tölti meg a gyomrot, hibásak; hozzájárul ugyan a pitvar némileg a megtöltéshez, de tulajdonkép a gyomor szívja tele önmagát. Gondoljuk csak meg, hogy a pitvarokba tág nyílással torkollanak bele a nagy puhafalú vénák; ha a pitvar összehúzódik, ép úgy tolhatná a vért vissza a nagy vénákba, mint a szívgyomor felé. Hiszen a nagy vénák nyílásain nincsenek billentyűk és mégis minden vér a gyomorba megy, mert ott a szívás — 50 mm.-re emelkedik.

A szívgyomor erős szívótehetsége falainak rugalmasságával függ össze, melyet nagyban fokoz ama körülmény, hogy a szív izomzatának, amely az összehúzódás pillanatában, hasonlóan a birkozó karjához, kőkemény, — érrendszere csak az elernyedés pillanatában telik meg hirtelen vérrel. A szívfal gazdag érrendszerének hirtelen telődése nagyban fokozza annak rugalmasságát, ez magyarázza meg a szívó hatást épen úgy, mint a kaucsuk-ballon, ha új, gyorsabban teleszívja magát vízzel, míg ha régi s falának rugalmassága csökkent, már nem tudja teleszívni magát. Mondanunk sem kell, hogy a szív összehúzódásai és tágulásai megfelelő alak-, helyzet- és keménységi változással járnak.

E mozgásoknak élő emberen három feltünő, külsőleg is észrevehető, tünete van. Az egyik a *szívcsúcslökés* (143. ábra), amely a szívtáj felett látható és tapintható az 5. és 6-ik bordaközben és a gyomrok összehúzódását jelzi. A másik a *pulzus*: valahányszor a bal szívgyomor az aortába belöki a vért, minden verőéren a lökés megérezhető. Ahányszor lüktetnek ereink, annyiszor ver a szívünk. A pulzus erősségéből bizonyos fokig megítélhetjük a szívösszehúzódás jóságát (144. ábra). A harmadik tünet a *szívhangok:* bárkinél, ha a bal mellkas felett fülünket odatéve teljes csendben hallgatózunk, két különböző hangot hallunk, amelyek rendes viszonyok között percenkint 72-szer ismétlődnek. Az egyik hang hosszabb, mélyebb; ez nem egyéb, mint az összehúzódó gyomorizom hangja s a becsapódó vitorlás billentyűk



144. ábra. Pulzus-írókészülék. Megfelelő elhelyezés mellett az eszköz felrajzolja a pulzus verését. A kormozott lapot óraszerkezet tolja az író előtt tovább. A kapott pulzus-görbe pontos alakja a második rajzban látható.

búgása, összeesik a csúcslökéssel és a pulzussal. A második hang rövidebb ideig tart, magasabb; csupán a holdas billentyűk becsapódása okozza; közvetlen az első hangot követi. A két hangot legjobban utánozhatjuk a *bú, tup* szóval. Minden *bú, tup* a szívgyomrok kiürítésének felel meg, utána rövid szünet következik. Billentyűhibáknál, ahol a zárás tökéletlen, a rendellenes irányban visszafutó vér surlódásokat okoz, s ez feltünően megváltoztatja a *bú, tup* hang karakterét. E hangtorzulások kellő megfigyelése mély betekintést ad a billentyűhibák felismerésére; oly finom megkülönböztetéseket tehetünk, amilyenre első pillanatra nem is gondoltunk volna. A pulzus, a csúcslökés, a billentyűhangok s a szív kikopogtatható határai nagyon fontosak, az orvos ezekből merít tájékozást a szív megvizsgálására és állapotának kellő megítélésére.

Ne higyjük, hogy szívünk mindig 72-őt ver. A szívverések száma egészségesekben is sokszor változik, sok minden van reá hatással. Változik pl. életkorok szerint: a pólyás baba szíve 130-at ver, az 5 éves gyermeké 100-at, 10 évesé 90-et, a 15 évesé 80-at, *20 és 60 év között 72-őt*, 60 éven túl ismét szaporábban ver. A szívverésnek ez a korral járó változása részben a test nagyságától is függ. Minél kisebb valaki, annál szaporábban lüktet szíve. A nagy állatoknak: lónak (percenkint 40 szívverése van), elefántnak ritka a szívverése, kis állatoknak: házinyúlnak, tengeri malacnak nagyon szapora. Az általános szabály alól találunk kivételeket, vannak ritka szívverésű emberek és olyanok, akiknek szíve állandóan szaporán ver.

Nagy változást okoz a szívverésben a testi munka. Ha hosszan sétálunk, a szívünk 80-at is, ha futottunk, 100-at is verhet. Minden izommunka, amint látjuk, fokozott szívmunkát és lélegzést kiván. Végeredményben tehát bármily egyoldalú testi munka is fejlesztőleg hat a szívre. A vivónak vagy boxolónak nemcsak a karja lesz erősebb, vastagabb és keményebb, hanem a szív-izma is és a lélegzésnél szereplő izmai is megerősödnek. Valamennyi erősebb és a munkára alkalmasabb lesz. Minél nagyobbszabású a testi munka, pl. hegymászás, futás, evezés, úszás, annál jobban fejleszti és annál munkabíróbbá teszi a szívet: ez a *tornáztatásnak* egyebek között elvitázhatlan *haszna*. Sőt tovább megyünk, ha billentyűhibában szenvedők szívét erősítenünk kell, majdnem az egyetlen mód erre a mérsékelt tornáztatás, amit legkényelmesebben fokozatos hegyi sétákkal érhetünk el (Oertel-kúra). Természetes, hogy e sétákat óvatosan, fokozatosan és csak akkor alkalmazhatjuk, ha a billentyű-beteg még teljesen jól érzi magát. Ha már keringési zavarai vannak és a szíve nem győzi a felmerülő akadályokat, akkor csak a nyugalom használ.

Elmondottuk ezeket, mert a tornáztatásnak a szívre való hatásáról, sajnos, sok ferde nézet van közforgalomban. A testi munka túlhajtása a szívre káros lehet, de itt figyelembe veendő, hogy ennek mértéke egyének és korok szerint változó. Ami káros a tíz éves gyermekre, felette hasznos lehet a húsz éves ifjúra. Gyengébb testalkatnak más a mértéke mint az erősebbnek. Tagadhatatlan, hogy száz meg száz zsákhordó vagy egyéb nehéz testi munkát végző között akad néha egy-egy ember, akinek óriási szíve van, — amely szívmegnagyobbodás idővel halált okoz — de ez nem írható a testi munka rovására; ily esetben bizonyos ismeretlen okoknak és hajlamoknak kellett közrejátszaniok.

Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy a tornáztatásnál a legfontosabb a *fokozatos hozzászoktatás* és egyének szerint változólag bizonyos határoknak betartása. Ha valaki készületlenül és váratlanul túlerős, hosszabb ideig tartó, meg nem szokott testi munkába ugrik bele, pl. versenyúszásba, akkor felette könnyen bekövetkezhet a szívelfáradás kellemetlen jelensége. A szív is csak izom, nem kivétel egyéb izmaink között — ha hirtelen túlterheljük, elfárad ő is. A fáradt szív igen szaporán és felületesen dolgozik, az ember szédül, sőt émelygéssel kapcsolatban hányás is jelentkezhetik. 10—20 percig eltart, míg a szív kimerülése elmúlik. A múló szívfáradás nem jelent betegséget.

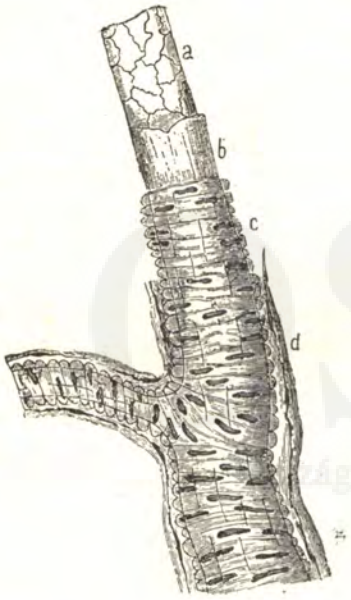
S itt önkéntelenül felmerül egyszersmind az az érdekes kérdés is, hogy egyáltalán mikor pihen szívünk. Minden gyomorösszehúzódás éppen annyi ideig tart, mint a tágulás, azaz telődés. A tágulás alatt az izom pihen, a szív tehát nem folytonosan, hanem ritmusosan, a 24 órából csak 12 órát dolgozik, — a tágulások idejét összeadva, 12 óra pihenést kapunk.

Talán kissé részletesebben beszéltük meg a tornáztatás annyiszor vitatott kérdését, de szándékosan tettük. A pulzusszámra különben még egyebeknek is lehet befolyása. Hideg fürdőben ritkább a szívverésünk, a melegben szaporább. A lázas beteg szíve csekély kivétellel szaporán ver. Ha a koponya belsejében valami az agyvelőre nyomást gyakorol, a szívverés feltünő ritka lesz, pl. percenkint 40—35 stb. Idegrendszerünknek a szívre különben is nagy befolyása van. Kedélyizgalmakra a szívünk szaporábban, mint mondani szoktuk, hangosabban ver. Hirtelen nagyfokú ijedtségnél megállhat, — olvashatunk ilyen halálesetekről. A félelem *szívdobogással* jár, ami nem egyéb erősebb, ép ezért jobban észrevehető szívverésnél. Ideges egyéneknél csekély okok szívdobogást válthatnak ki, ami az éj csöndjében annyira zavaró lehet, hogy álmatlanságot okoz. Nem szívbajok ezek, hanem beidegzésbeli zavarok. Az agyvelőnkben végbemenő pszichikai hullámzások nyomot hagynak, s felzavarják a rendes szívmozgások különben észre nem vett ritmikus csöndjét.

A lelkünkben végbemenő kedélyizgalmaknak könnyen árulója lehet érzékeny szívünk dobogása. Ezért tartották a régiek a szívet az érzések székhelyének. Semmivel sincs több köze a szívnek érzéseinkhez, mint az arcjátéknak, vagy a sírásnak, vagy az izgatott ember kézdobolásának. Az agyvelő bizonyos állapotával, mondjuk hangulatával együtt jár, hogy sírunk, hogy arckifejezésünk megváltozik, hogy szívünk erősebben és szaporábban ver, hogy idegesen játszunk kezünkkel az asztalon. A fájó szerelem, melyet a költők oly szépen énekelnek meg, nem a szív, hanem az agyvelő bánata. Szívünknek is vannak ugyan azért érzései. A test minden részében ugyanis, amint látni fogjuk, s éppígy a szívben is, vannak érző idegek. A szív rendes érzései azonban öntudatlanok s hál' istennek nagyobbára mindnyájunk előtt ismeretlenek: ha billentyűhibával, nagy torlódásokkal, akadályokkal küzd a szív, éles, tűrhetetlen, lesújtó, halálfélelmet keltő fájdalmat okoz a betegnek. E nagy fájdalmaknak csak a morfin az ellenszere.

Tisztán áll tehát szemünk előtt a szívműködés a maga fővonásaiban. A szívgyomrok a legkidolgozottabb izmaink: feladatuk, hogy vért vegyenek át a pitvarokból, tehát a nagy vénákból, és áttegyék a nagy artériákba. Per-

cenkint 72-szer vérrel tömik az artéria-rendszert, amely a feszülésig megtelik. Az aortában például a folyadék nyomása + 200 mm.-es higanyoszlopnak felel meg. A bal szívgyomor minden összehúzódása 150 ccm. (= 1½ deci) vért továbbít az aortába, — ezt a mennyiséget a pitvarokból, a vénákból veszi, onnan szívja el. A nagy vénákban a nyomás nullára csökken, sőt a szívgyomor szívó hatása átterjed a nagy vénák elejére is; ezért oly vészes a nyak nagy vénáinak sérülése: az átlyukadt véna levegőt szívhat magába. A szívgyomrok tehát ritmikus működésükkel hatalmas nyomáskülönbséget hoznak létre az artéria- és véna-rendszer között. A nyomásdifferenciának a hajszálereken keresztül való kiegyenlítődése vezet a vér keringésére. Téves volna azt hinnünk, hogy a szív oly lökést ad a vérnek, hogy az átszalad a hajszálereken. *A szív feladata a főartériában és a fővénában a kellő nyomáskülönbségnek fenntartása.*



145. ábra. Kisebb verőér falának szerkezete. *a* belső hámréteg; *b* rugalmas hártya; *c* körkörös izomréteg; *d* külső kötőszövetes réteg. Landoi nyomán.)

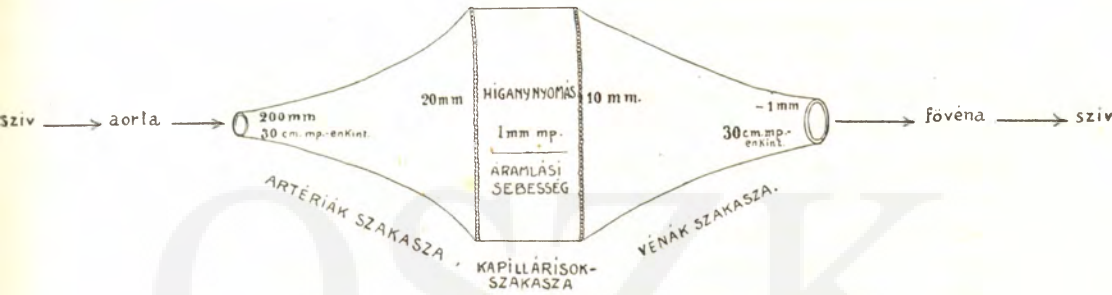
Az állatokon és embereken végzett vérnyomásmérések a következő adatokat adták, higanymilliméterekben kifejezve: az aortában + 200 mm., a fej, a karok, a lábak főbb ereiben + 150 mm., a hajszálerek előtt + 20 mm., a hajszálerek után + 10 mm. és a fővénában 0 mm. vagy —1 mm. a nyomás. Világos tehát, hogy a vér a 200 mm.-es nyomás, tehát a feszülés helyéről a nulla felé fog haladni. Gondoljunk csak a vízvezetékre, ott is a nyomás, igaz hogy pár atmoszféra, viszi el a vizet mindenhová. A nyomásmérés egyik módja az ereken, hogy higannyal töltött U alakú csöveket kötünk az elvágott erekbe és leolvassuk, hogy a csőbe tóduló vér mily magasra tudja a higanyt a másik oldalon felemelni. Ilyen méréseket embereken is végeztek, amennyiben karvagy comblevágásnál úgyis el kell vágni az ereket és megfelelő U alakú csőnek rövidebb időre való bekötése az elvágott érbe az elaltatott betegnek semmiféle kárt nem okoz, a tudomány érdekében pedig nagyon fontos adatokat szolgáltat.

A nyomáskülönbségnek megfelelően az érfalak szerkezete különböző. A verőerekben nagy a nyomás, ezért az érfalak erősek és rugalmasak, s gyűrűszerű, vastag izomrétegük van. Ezek az erek mélyebben, szövetektől takartan fekszenek (145. ábra). Ha megsérülnek, magasra szökik belőlük a vér. A gyüjtőerekben kicsi a nyomás, az érfalak puhák, vékonyak, s dominálnak bennük a hosszanti kötőszövet-elemek. A felületes vivőerek átkékellenek a bőrön, ha megsérülnek, csak bugyog, ömlik, de nem szökik belőlük a vér.

Az aortában tehát állandóan 200 mm.-es nyomás alatt áll a vér; ez a nyomás dagasztja be a holdas billentyűk zsebeit, ezt a nyomást kell legyőznie

a bal szívgyomornak, midőn 150 ccm. vért akar az aortába beszorítani. A 200 mm.-es nyomással betartott holdas billentyűk csak akkor fognak megnyílni, ha a szívgyomorban a nyomás ennél valamivel nagyobb lesz. Ha a szív megáll, a vérkeringés még addig tart, míg a 200 mm.-es nyomás lassan megszűnik. A szív ritmusosan ver, a vérkeringés azért mégis folytonos, mert a szívgyomor összehúzódásai közé eső kis időkben az *érfalak rugalmassága*, feszülése és a 200 mm.-es aorta-nyomás tolja tovább a vért.

Nyilvánvaló tehát, hogy a szív nyomáskülönbséget teremt a két rendszer között s hogy e differencia kiegyenlítődése hozza létre a keringést (circulatio). Hogy milyen lesz ez a keringés, az már most nemcsak a nyomásdifferenciától, hanem a pályától is függ, amelyen a folyadéknak ki kell egyenlí-



146. ábra. A vér árammedrének viszonyai. (Vázlatos rajz.) Az aorta milliárd hajszálérre ágazik szét, amelyek a fővénában szedődnek össze. A szívtől a kapillárisok felé haladva a meder tágul és a surlódási felület nő, a kapillárisoktól a szív felé a fordítottja történik; e viszonyoktól függ az áramlási sebesség, amit az alsó számok tüntetnek fel. A felső számsor a vérnyomást fejezi ki higanymilliméterekben.

tődnie. Vegyük azért szemügyre újból és még gondosabban az érhálózat csőrendszerét, a vérkeringés pályáját.

Végtelenül gazdag az ereknek szerte való elágazása. Elég lesz talán a következő példát felemlíteni. Az aortából a fejbe menő erek közül az úgynevezett karotisznak, azaz a *fejverőérnek*, amely a nyakon a gégecső mellett halad felfelé, 11 fontosabb ága van, amelyek ismét apróbbakra oszlanak. Ha egyik karotisznak a boncolásnál megtalálható összes ágait számba vesszük, úgy reájövünk, hogy 92 ága van. A gégecső másik oldalán fut a másik karotisz, amelynek szintén 92 az ága. A két karotiszon kívül a fejbe még két ér vezet a nyaki gerincoszlop mentén: *gerincverőerek;* ezek mindegyikéből 9—9 ér indul el. A boncolásnál kikereshető ágak száma e szerint a nyakon és fejen összesen 202 ($2 \times 92 + 2 \times 9$). E példából láthatjuk, hogy az aorta-törzsnek, amelynek magának is 40 vagy 50 ága van, erei folytonos elágazással, fához hasonlóan száz meg száz részre oszlanak, amelyek fokozatosan mind szűkebbek lesznek. A tetembontásnál egész jól kikereshetők az 1 mm.-es erek is. Számukat csak találomra mondhatjuk meg. Ám az 1 mm.-es ágak még mind tovább osztódnak, sőt minél finomabbak lesznek az ágak, annál gazdagabb az eloszlásuk. A mikroszkóppal látható $^1/_{100}$ mm.-es és annál finomabb hajszálerek száma több milliárdra rúg. Ezek a legfinomabb ágak már nem haladnak külön; egy-

másba folynak és összefüggő hálózatot alkotnak; ez a kapilláris-hálózat. Így némileg elképzelhetjük most már ezt a végtelenül ágas-bogas, terebélyes hálózatát az ér-rendszernek, amely az egész testet keresztül-kasul hálózza.

Ha már most összehasonlítjuk az egyes ágak keresztmetszetét a főágéval, azt mondhatjuk, hogy minden egyes ágnak a keresztmetszete kisebb mint a főág keresztmetszete, pl. a karotisznak a keresztmetszete körülbelül 9 mm., az egyik főbb ága 6, a másik 5½ milliméteres. A karotisz 92 ágának azonban együttes keresztmetszete sokkal nagyobb mint a karotiszé. Amint a vér a szívtől a kapillárisok felé halad, mind szűkebb csövekbe jut ugyan, de e csövek száma oly rohamosan nő, hogy *együttes keresztmetszetük mind nagyobb és nagyobb lesz*, vagyis amint ki szoktuk fejezni, a vér mind *tágabb és tágabb mederbe* jut (146. ábra). (Meder alatt az együttes keresztmetszetet értjük.) Világos tehát, hogy minél távolabb jutok a szívtől, annál tágasabb lesz a vérmeder, annál nagyobb a *befogadó képessége*. Amíg az egész aortában körülbelül 100 ccm. tér el, addig a hozzá tartozó kapillárisok összeségét csak 1—2 liter folyadék tölti ki. A szívtől mint középponttól a periferia felé a *surlódási felület* is folyton nő. A kapillárisok összeségének a felülete sokkal nagyobb mint az aortának belső felülete. A nagy felület és a kapillárisok szűk volta nagyban növeli a surlódást. Úgy a medertágulás, mint a surlódás növekedése oda vezet, hogy a vér mind *lassabban* halad és *nyomása* egyre *kisebb* lesz, hasonlóan a folyóhoz, amelynek medre nagyon kiszélesedik, folyása, sodra meglassubbodik. Méréseink azt mutatják, hogy valóban így áll a dolog. Az aortában a vérnek áramlássebessége másodpercenként 35—50 cm., már a kapillárisokban alig tesz a vér másodpercenként 1 mm.-nyi utat. Vagyis a szívtől a periferia felé a vér mind lassabban áramlik tovább, de leglassabban a kapillárisokban mozog. Fordítottja történik ennek, mikor a kapillárisokból a gyüjtőereken keresztül visszatérünk a szívhez. Az $^1/_{100}$ mm.-es és annál finomabb kapillárisokból egyre kevesebb, de tágabb csövekbe jutunk. A kapillárisok összeségének óriási keresztmetszetéről mind kisebb keresztmetszetre megyünk át, vagyis, amint az elébb kifejeztük, a véráram medre mind szűkebb lesz. Nos, gondoljunk csak az Al-Dunára, milyen sebes lesz a víz folyása, midőn kiszélesedett, lassú folyású medre megszűkül a Vaskapunál. A szűkülő meder gyorsabb áramlásra vezet. Éppígy, ha a kapillárisokból a szív felé haladunk, a vér áramlása egyre gyorsabb lesz és a fővénákban a vér éppoly sebesen halad, mint az aortában.

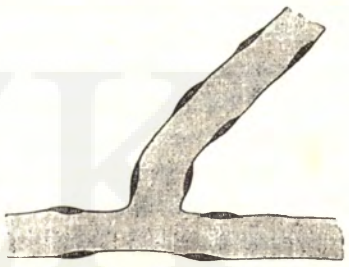
Sokan azt hiszik, hogy a verőerekben a vér sebesebben áramlik, mert ha megsérül az ér, magasra szökik belőle a vér, míg a vénákban lassabban folyik, mert csak ömlik belőlük a vér; ezen különbségnek a nagy és kis nyomás az oka. A gyüjtőerekben épen oly sebes az áramlás, mint a megfelelő verőerekben.

Tanulság mindebből az, hogy a vér gyorsan fut át az artériákon és vénákon, csak úgy repül a szíven át, de lassan mászik a hajszálerekben — ott tölti el a legtöbb időt. És ez nagyon jól van így; a millió meg millió hajszálérben literszámra csúszik a vér milliméterről milliméterre, szépen lassan. A rengeteg sok hajszálérnek felülete óriási; falait pár ezredmilliméteres, mindenütt

zárt sejtréteg alkotja (147. ábra). Sehol a vér oly benső mikroszkópi közelségbe szöveteinkhez nem jut, mint a hajszálerekben. Ezeken a 0·01 milliméternél is finomabb csöveken át kerül érintkezésbe folyton forgó több liter vérünk élő sejtjeink milliárdjaival. Vajjon micsoda feladatot teljesít már most a keringő vér szervezetünkben, miért forgatja a vért a szív szüntelenül, s ha megáll e pár literes folyadék-rendszer, miért következik be a halál? — e kérdések vetődnek itt fel szinte maguktól.

Hangsúlyoztuk már nem egyszer, hogy minden sejt csak addig él, míg anyagforgalmi kötelezettségének eleget tesz; az élő sejtek állandóan fogyasztanak és termelnek anyagokat. Az ember testét alkotó sejtmilliárdok minden legkisebb tagjának hasonló kötelezettségei vannak.

A sokféle anyag közül, amit sejtjeink fogyasztanak és termelnek, jegyezzük meg egyelőre az oxigént (O) és a szénsavat (CO_2). *Minden sejtünk, amíg él, folytonosan oxigént fogyaszt és szénsavat termel.* Nos, eme gázoknak és az összes egyéb anyagoknak szakadatlan fuvarozását teljesíti a keringő vér. A forgó vér juttatja el minden legkisebb sejtünkhöz a szükséges oxigént és egyéb táplálékot, és egyszersmind ő távolítja el, ő viszi el a termelt szénsavat és az egyéb bomlástermékeket. A vér ezt az életfenntartó hivatását nem a szívben, nem is a vastagfalú erekben, hanem a mindennél finomabb hajszálerekben teljesíti, de csak addig, míg forog, míg kering. Ha megáll a vér, nincs ami hozzon új oxigént és nincs ami elvigye a szénsavat; az oxigénhiányt és a szénsavhalmozódást nagyon rosszul tűrik sejtjeink, ezekkel szemben rendkívül érzékenyek, különösen izom-, mirígy- és agyvelősejtjeink. Ha csak pár másodpercig nem kapnak oxigént, vagy nem tudnak túladni a termelt szénsavon, beszüntetik működésüket. Más táplálóanyagoknak hiánya, vagy más bomlástermékek felhalmozódása aránylag hosszabb idő alatt sem okoz észrevehető zavarokat.



147. ábra. Hajszálér hosszmetszete (nagyobb nagyítás mellett). Mutatja az ér falát képező hártya feltünő vékonyságát.

Számos tapasztalattal és kísérlettel igazolhatjuk, hogy a vérkeringés elakadása milyen súlyos zavarokkal jár. Ha pl. házi nyúlnál kikeressük és lekötjük a felső vagy alsó végtagot ellátó verőereket, a lekötés után pár pillanat mulva erőtlenül esik össze az illető végtag s az állat többé nem tudja azt használni, csak húzza maga után. Nem szabad azt hinnünk, hogy az illető végtag pár pillanat alatt elhalt; a szövetek még élnek ott, de működésre képtelenek. *Melegvérű állatok izmai pár másodperc alatt megbénulnak, ha nem kapják meg a szükséges oxigént és nem tudnak megszabadulni a termelt szénsavtól.* (Hidegvérű állatok, mint pl. a béka, kígyó stb. sem az oxigénhiánnyal, sem a szénsavhalmozással szemben nem érzékenyek, s órákig is eltűrik.) *A bénulás még nem halál, csak a szövet munkaképtelensége.* Ha pár perc mulva feloldjuk a lekötött ereket, a végtag újra mozogni kezd. Ha azonban a lekötést meghagyjuk, az egész végtag rövidebb-hosszabb idő múltán visszahozhatatlanul

elhal. Ahol az elhalt végtag határolódik az élő szövetekkel, gennyedéssel járó gyulladás támad, mely hosszú idő alatt odavezet, hogy az elhalt végtag teljesen leesik, leválik, épen úgy, mint a teljesen lefagyott ujjak és fülek, ha elhaltak, leesnek. Az elmondott nyúlkísérlethez hasonló esetek emberen is előfordulnak. Vannak érmegbetegedések, amelyek oda vezetnek, hogy az érfalak belül elvesztik símaságukat, érdesek lesznek. Az érdes, beteg érben könnyen megalszik a vér, s ezzel a keringés benne megakad. Előfordult már nem egyszer, hogy pl. a combba menő összes erekben megalvadt a vér, s az egész végtag elhalt.

És itt fel kell említenünk, hogy a szív izomzata maga is csak addig dolgozik, míg oxigént kap és meg tud szabadulni a termelt szénsavtól. A szív izomzatának, a szívfalaknak nagyon gazdag érhálózatuk van. A hatalmas aortából a legelső két ér visszafut a szívhez és ellátja erekkel. A szív saját érhálózatát *koszorús*, azaz *koronária*-érrendszernek nevezzük. A koszorús érrendszerben a keringést az aorta 200 mm.-es nyomása tartja fenn. Ha altatott és operált állatokon a koszorús ereket lekötjük, párat vonaglik a szív és azután megáll. Az emberen hirtelen támadó szívbénulásoknak nem egyszer a koszorús erek megbetegedése az oka.

Az oxigénhiánnyal és a szénsavhalmozódással szemben igen érzékenyek mirígyszöveteink is. Ha túlszénsavas a szívbajos vére, nem dolgozik a veséje. De talán legérzékenyebb az agyvelő: a szénsavhalmozódás egy-két pillanat alatt bénulttá teszi. A bénult agyvelő mellett nincs mozgás, nincs érzés és nincs öntudat. Bár kissé visszataszító, de legjobb példa erre az akasztás; ez majdnem egy másodperc alatt agybénulást okoz, nem azért, mert a tüdőbe nem jut levegő, hiszen tudjuk jól, hogy lélegzetünket akár egy percig is visszatarthatjuk. Találunk embereket, kik egy teljes percig képesek víz alatt úszni; a lélegzés megakasztása csak egy percen túl vezet agybénulásra. Az akasztás összenyomja a nyaknak puhafalú hatalmas gyüjtőereit, egyszerre óriási vértorlódással elakad a vérkeringés az agyvelőben s csak egyetlen pillanat — és beáll az agyvelőbénulás. Hogy mi történik azután, erről az illető, hasonlóan az ájult vagy elaltatott emberhez, semmit sem tud. Bizonyítják ezt azok az esetek, midőn öngyilkosokat kellő időben az akasztott helyzetből kiszabadítottak s utána életre hoztak; ezek azt mondják, hogy egy pillanat után már semmiről sem tudtak. Igy értjük meg azokat a lehetetlennek látszó helyzeteket, amelyben nem egyszer találtak öngyilkosokat, pl. magas embert alacsony ajtó kilincsére felakasztva. Sokszor teljesen az az impressziónk, hogy az illető az öngyilkosság gondolatával foglalkozva csak próbálta a dolgot, de a hirtelen beállt agybénulás megfosztotta öntudatától és cselekvőképességétől s az illető ott veszett.

Az agyvelőbénulás természetesen még nem jelent halált, csak azt, hogy az illető nem tud semmiről és nincsenek fájdalmai; utána még percekig dolgozik a szív, s még hosszabb ideig élnek a különféle szövetek. Az ember testét alkotó szövetek nem egyszerre, hanem bizonyos sorrendben egymásután halnak el, ez minden halálnál hasonlóan történik. Ha valaki pl. hirtelen szívbénulásban hal meg, a szívbénulást azonnal követi az agybénulás; az illető összeesik, s azt mond-

juk, hogy meghalt, pedig egyes szövetei még 10 perc mulva is élnek és csak lassan halnak el. *Az agybénulással csak az egyéni élet szünik meg, a szövetek halála sokkal később következik be.*

Az elmondott példák eléggé igazolják, hogy minden szövetünknek, legyen az akár az agyvelő, akár a vese, akár a máj stb., a fenntartását, tápláló anyagokkal való ellátását a keringő vér teljesíti, és épen úgy a legkülönfélébb szövetekből az élet során keletkező szénsavat s egyéb bomlástermékeket, amelyek, ha felhalmozódnak, megölnek minden szövetet, a keringő vér hordja el. Az emberi test sejttársaságában szigorú összekötő kapocs ez az örökké mozgó, forgó folyadék-rendszer. Amely terület kiesik e kapcsolatból, az elpusztul. A szívnek nincs semmi más feladata, mint hogy a vért örökös forgásban tartsa. A vérkeringésben képviselt nagy fuvarozási vállalatnak a szív a hajtó mótora.

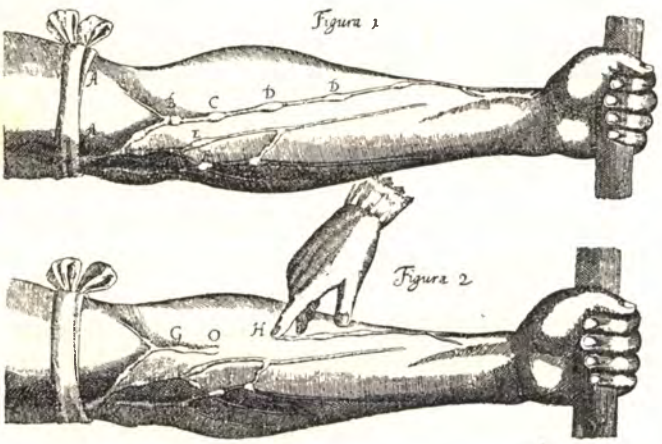
Valaha azt hitték, hogy a szívhez nyúlni nem lehet; pedig a szív koránt-sem *noli me tangere,* igaz ugyan, hogy tőrszúrás a szívbe rendesen gyors halált okoz, legtöbbször elvérzés révén, de voltak már esetek, hogy átszúrt szívű emberek életben maradtak. Sok függ attól, hogy a szúrás milyen irányban hatol át a szív izomrétegén. A szívszúrásnak nagyon különböző a lefolyása, szép példa rá a következő eset. Előfordult, hogy valaki mint bejáró beteg a sebészi rendelésen jelentkezett s előadta, hogy két nap előtt verekedés közben megszúrták és a kés beletört. Az illető rosszul érezte magát, de azért fenn járt. A vizsgálatnál kitünt, hogy a szúrás a szív tájékára esett s a beletört késpenge látható. A penge kihúzására, az illető rövid fél óra alatt elvérzett. A tetembontás igazolta, hogy a szívét átszúrták, de erős izomzata, úgy látszik, annyira körülfogta a pengét, hogy mellette a vérzés elenyésző volt. Ép úgy megeshetik, ha nem is marad bent a szúró eszköz, hogy a szúrás helyén az izmok annyira összehúzódnak, hogy az elvérzést meggátolják, az ilyen esetek meg is operálhatók. Az orvosi irodalom már több esetet ismer, hol nagynevű sebészek a mellkas megnyitásával bevarrták az átszúrt szívet s az illetőket így megmentették.

Még egy érdekes körülményről kell megemlékeznünk. Ha a békának, a teknősbékának, vagy a kígyónak kivesszük a szívét, még órákig lüktet. Kedvező viszonyok között kivett teknősbékaszívek 48 órán keresztül mozogtak. Sőt a kivett nyúl- és kutyaszív is, ha megfelelő hőfokon tartjuk és kellőkép tápláljuk oxigénnel és egyébbel, órákig mozoghat. Említettük, hogy a szív izomzatának igen gazdag az érrendszere, ezen keresztül kell tehát táplálni megfelelő eszközökkel és folyadékkal. Mindez csak azt mutatja, hogy a szív berendezése olyan, hogy testünk többi részétől függetlenül is még jó darabig fenn tudja a keringést tartani. Karizmaink hiába épek, agyvelő nélkül nem tudnak dolgozni; szívünk sokkal függetlenebb izomkészülék.

2. A vér.

A vért szép piros folyadéknak ismerjük valamennyien. Színe a viruló élet szimboluma. Ez adja az arc mosolygó rózsás színét, a kicsattanó piros ajkak biborát. Mikor valaki fülig pirul és lángvörös lesz, arcbőrében hirtelen kitágul-

nak az erek *(vasodilatatio)* és teleszaladnak vérrel. Ha valaki elvérzett, milyen falfehér; ajkai sápadtak, mint a halovány viasz. A vér piros színében jól sejtjük az élet melegét, míg a fehér ajakról a halál fagyossága mered felénk. A mosolygó piros vér élteti szöveteinket; ez az a forrás, amelyből sejtjeink új erőt, új anyagot merítenek.



148. ábra. Rajzok Harvey könyvéből, 1628-ból. Az alsó kar megdagadt gyüjtőerei. Figura 1. A—A szorító kötés, amelyet az érvágásnál használnak; a duzzadt ereken csomók láthatók; a csomók helyén az erekben holdas billentyűk vannak. — Figura 2. Ha ujjunkkal végigsímítjuk az eret O-tól H-ig, azért a G—O rész duzzadt marad, mert a billentyű nem engedi vissza a vért.

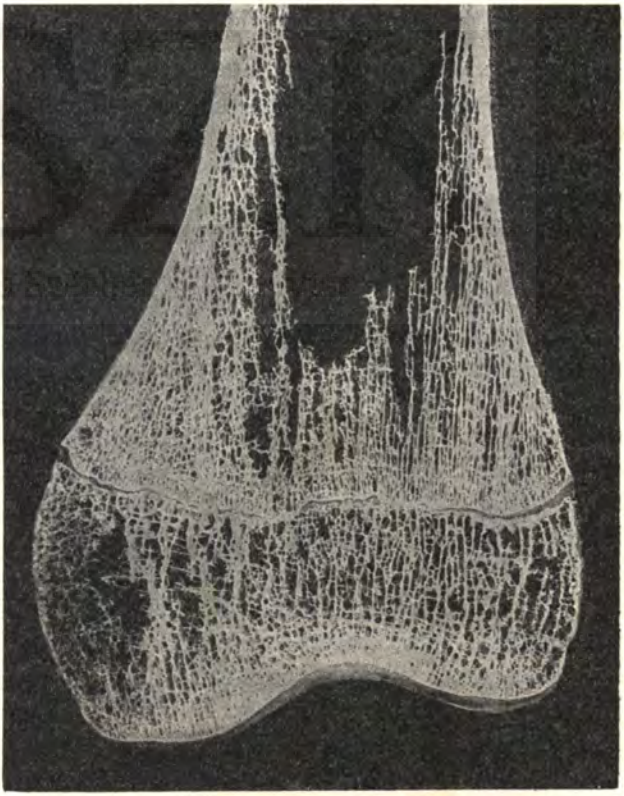
A vérnek vörös festéke oly erősen szinez, hogy sokszor csalódásra vezet. Hányan megijednek orrvérzés esetén; azt hiszik nem egyszer, hogy sok vért vesztettek, pedig gyűszűnyi vér is erősen pirosra tud festeni nagy mosdótál vizet. Néhány köbcentiméter pedig elenyészően csekély veszteség; pár ezerszer annyi az ember vére. A fejlett, felnőtt egyénnek 5—6 liter a vére. A vérmennyiség különben a test súlyától függ, s így emberek szerint változik; legtöbb esetben a test súlyának 7%-a. 500 kilós lónak 35 liter vére van. A vér mennyiségének pontos megállapítása nehéz dolog, pedig egyszerűnek látszik. Első pillanatra az elvéreztetésre gondolunk. Durva módszer, de a mindennapi élet nap-nap mellett alkalmazza a vágóhidakon. Főbekólintással elbódítják az állatot és utána felhasítják nyakereit és kibocsájtják a vérét; nem egyszer láttunk talán mi is elvéreztetést a disznóóléseken, de tévedünk, ha azt hisszük, hogy ilyenkor kifolyik az állat összes vére. Ha felbontják utána az állatot, egyes helyeken még nagyon sok vért találhatunk. A kifolyt rész talán fele az egésznek. A vér összes mennyiségének megállapításánál ezt mind számításba kellene vennünk.

Ha meggondoljuk, hogy több liter a vérünk, beláthatjuk, hogy kisebb vérveszteségektől fölösleges megijednünk. Ha sérülés esetén öt liter vérünkből pl. ½ litert elveszítünk, a lelki izgalmaktól eltekintve a veszteség nem fog különösebb zavart okozni a szervezetben. Nem is olyan régen, mikor még divatja volt az érvágásnak, az emberek természetesnek tartották a kisebb vérveszteségeket. Voltak, akik szinte nem érezték jól magukat, ha bizonyos időközökben eret nem vágattak, nem is az orvossal, hanem a borbéllyal; aki félt a késtől, az piócát használt. Ma az orvos nem alkalmazza ezeket derüreborura, csak megokolt szükséges esetekben. Az eljárás igen egyszerű és kellő tisztaság mellett veszélytelen. Ha karunkat lelógatjuk, a bőr alatt futó kékesen áttünő gyűjtőerek megdagadnak. Jobban duzzadnak meg, ha kendőt csava-

runk a kar köré. Az érvágás egyszerűen abból áll, hogy a könyökhajlás táján kis késsel beleszurunk, belevágunk a megdagasztott gyütőérbe. A vér kibocsátása után a kis sebre egyszerű kötést teszünk (148. ábra).

Elmondottuk az érvágás egyszerű, veszélytelen módszerét azért, mert a vérről való ismereteinknek kiinduló pontjául szolgált, sőt ma is a vérvételnek legegyszerűbb és legkifogástalanabb módja. Az érvágást a tudományos kutatás sokféle irányban értékesítette. Megfigyelték, hogy a kibocsátott vér miként viselkedik; keresték állatokon, hogy az összes vérnek hányadrésze bocsátható ki veszélytelenül; kutatták, hogy mennyi idő alatt és honnan pótolja az állat az elvesztett vért, hogy ismétlődő érvágások hogyan hatnak a szervezetre, és még tovább a kérdéseknek egész sorozata állott elő.

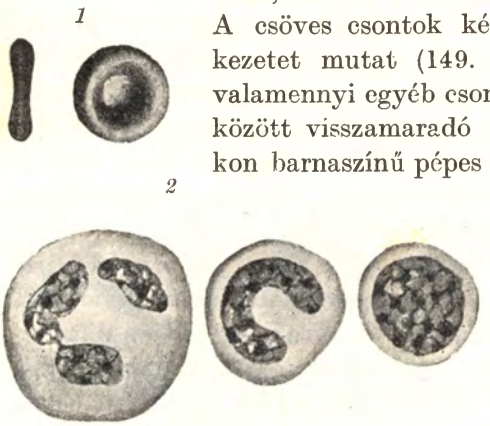
Az állatok vértermelő, vérpótló képessége igen nagy. Szépen igazolják ezt a legújabb idők szérumgyárai. A párisi Pasteur-intézet szérumgyárában, Garche-ban 1900-ban már 130 lóval dolgoztak. A lovak legtöbbjét diftéria-szérum termelésére használják. Kéthetes időközökben eret vágnak rajtuk a nyakon; a megduzzasztott gyűjtőérbe csöves tűt tolnak be, s minden egyes alkalommal több liter vért bocsátanak ki belőle. A csapolást éveken át rendszeresen folytatják. Már 1900-ban volt olyan lovuk, körülbelül 500 kilós, amely a csapolt vérből 1000 kiló szérumot adott. A ló az ismételt csapolások alatt 30-szor vesztette el összes vérét. Szérumtermelése meghaladta testsúlyának a kétszeresét. A hihetetlennek látszó adatok természeteseknek fognak feltünni, ha analogiákra gondolunk. 500 kilós tehén naponta könnyen adhat 10 liter tejet, ez 100 nap alatt 1000 liter tejet jelent. A tej a tehén tőgyében készül, de végeredményében az állat vére adja hozzá a nyersanyagokat.



149. ábra. A combcsont alsó végének hosszmetszése. A csont vége szivacsos szerkezetű, felül csöves; az élőben a szivacsos rész hézagait a vérsejteket készítő vörös csontvelő, a csöves részt a sárga velő tölti ki; az izületi vég és a többi rész között az összenövési vonal látható, a két rész külön fejlődik és fiatal egyéneken porcogóréteg választja el.

Mondanunk sem kell, hogy a vércsapolások a test vérkészítő területeit fokozott működésre indítják. A vérkészítő helyek között legfontosabb a vörös csont-

velő, ez gyártja a vér vörös színét adó sejteket. Csontjainkban kétféle velőt találunk. A hosszabb végtagcsontok nem tömöttek, hanem csőszerűek, belül üresek; az a sárgás-színű zsíros-velő, amit a marhacsontokban jól ismerünk, tölti ki e csöveket. A sárga velő nem készít vérsejteket. A csöves csontok két vége azonban szivacsszerű csontszerkezetet mutat (149. ábra), s hasonlóképen szivacsosak belül valamennyi egyéb csontjaink is. A szivacsszerű csontszerkezet között visszamaradó finom üregeket vörösszínű, főtt csontokon barnaszínű pépes anyag tölti ki, — ez a vörös csontvelő, amely ha összes csontjainkat számbavesszük, igen nagy mennyiséget képvisel. Itt készülnek milliárd és milliárd szám a mi vörös vérsejtjeink — innen jutnak be a keringő vérbe.



150. ábra Emberi vérsejtek 2000-szeres nagyításban. 1. vörös-vérsejt, éléről, piskóta-alakú, szembe kerek, magja nincs. 2. Különféle fehérvérsejtek érdekes magformákkal.

A lovak a csapolás mellett kitünő erőben maradnak, és a vérvételt annyira megszokják, hogy a legtöbb lovon minden különösebb intézkedés nélkül lehet eret vágni. A reggeli etetés előtt elővezetik az állatot, leszorítják a nyakán a fő gyűjtőeret, s ha megdagadt, beszúrják az elég vastag csöves tűt; közben, hogy az állat figyelmét elterelják, esetleg vagdalt répával etetik. A lóvér egyike a legismertebb vérfajtáknak, szérumgyárakban literszám, mondhatnám hektoliterszám dolgoznak vele.

Ha magas hengerüveget teleeresztünk lóvérrel s azt nyugodtan állani hagyjuk jég között, sajátos dolgot tapasztalunk. Jeget ugyanis csak azért alkalmazunk, mert különben a vér megalvad. A lóvér különben is nehezen alvad, jég között órákig folyékony marad. Nos, azt fogjuk tapasztalni, hogy az, amitől a vér piros, az elég gyorsan ülepedni kezd és így lassan két rétegre oszlik a folyadék, alsó, átlátszatlan vörös rétegre, s fölötte világos aranysárga, borhoz hasonló tiszta, átlátszó folyadékra. Az átlátszó folyadék és az átlátszatlan vörös üledék határán pár milliméteres fehéres-szürke réteget látunk. Tehát a vér nedve nem is vörös, hanem sárga, víztiszta folyadék. Gondoljunk az iszapos vízre, milyen sáros, fekete, ha felkavarjuk; de ha pár percig áll, már a durva homok leülepszik, s ha tovább áll. lassan a legfinomabb iszap is leszáll és a sáros keverék az üledék felett ujra kristálytiszta lesz. A nagyobb homokszemeket szabad szemmel látjuk, a legfinomabbakat nagyítóval leshetjük meg. A durvább, súlyosabb részek mélyebbre kerülnek, a legfinomabb, könnyű iszap alkotja a legfelső réteget. Ilyen a vér is: tiszta, átlátszó, világossárga a folyadéka, de tele van milliárd apró vörös testtel. Finomabbak ezek mint a legfinomabb liszt porrészei, csak mikroszkóppal láthatók. A leülepedő mikroszkópos vörös porszemek a vörösvérsejtek. A vastag, átlátszatlan vörös üledék tetején vékony szürkés réteg látható; ez fehérvérsejtekből áll, amelyek könnyebbek a vöröseknél s ezért később ülepednek le. Mint baktériumfaló sejtekről már megemlékeztünk róluk.

Már is sokat tanultunk a lóvér kapcsán, tudjuk most már, hogy a vér háromféle alkotórészből áll: *sárga folyadékból, ez a vérnedv vagy vérplazma;* a plazmában sűrűn elvegyülve kétféle mikroszkópi por úszik, lebeg: az egyik vörösszínű, ezek a *vörös-vérsejtek,* a másik szürke, ezek a *fehér-vérsejtek.* A vörös sejtek dominálnak, tömegük óriási; a fehérek száma e mellett elenyészően kicsi, alig lehet őket megtalálni.

Kifogástalanul lehet a mondottakat a lóvéren bemutatni, más vérrel nem megy olyan könnyen a dolog. Két sajátossága van ugyanis a lóvérnek: először nehezen, feltünő lassan alvad meg, másodszor úszó sejtjei jóval nehezebbek a plazmánál és így egy-kettőre leülepednek. Más vérfajták vagy igen sebesen alvadnak meg és így a leülepedés félben marad, vagy alig van súlykülönbség a plazma és a sejtek között, úgy hogy a sejtek egyáltalán nem szállnak alá.

Ismerkedjünk meg közelebbről a vér egyes alkotórészeivel:

1. A vörös-vérsejtek. Az embernél kerek kis lapocskák (150. ábra), átmérőjük 0.007 mm., középen vékonyak, köröskörül a szélük vastagabb, keresztmetszetük tehát piskóta-alakú. Egy-egy vörös-vérsejt a mikroszkóp alatt sárgászöldes színű, nagy tömegben e sejtek a vér vörös szinét adják. Számuk óriási; sejt-sejt hátán tolong a mikroszkóp alatt. *Köbmilliméterenként a számuk* férfiaknál *5 millió,* nőknél 4½ millió; súlyos vérbajoknál előfordúl, hogy számuk 1 millióra, sőt az alá is csökken. Érdekes, bár nem tudjuk magyarázatát, hogy magas fekvésű helyeken megszaporodnak vörös-vérsejtjeink, számuk felszökik 6, 7, 8 millióra, s visszatérve a magasból, a számuk újból normális lesz. Óriási számok ezek: köbmilliméterenkint 5 millió, egy literben ötezer milliárdot, összes vérünkben *25 ezer milliárdot* jelent. Kétkedve olvassuk e számokat, pedig a számlálása nem is oly nehéz, bárkinél 5—10 perc alatt elvégezhető. Kórházakban nem egyszer meg kell állapitania az orvosnak a vérsejtek számát. A számlálás megfelelő eszközökkel elég egyszerű. Pontosan lemért cseppnyi vért százszorosan higítunk; a higított vér tizedköbmilliméterének csak kis részletében végezzük a számítást a mikroszkóp alatt. A legtöbb emlősállatnak az emberéhez hasonló vörös-vérsejtjei vannak, legfeljebb csak a nagyságuk más (151. ábra).



151. ábra. Különféle állatok vörös-vérsejtjei 500-szoros nagyításban: 1. proteus, 2. béka, 3. gyík, 4. cigányhal, 5. galamb, 6. ember, 7. láma, 8. mormota, 9. kecske, 10. moschus. — A mérőléc legkisebb osztályzata = 1 mikron = 0.001 mm.

A madarak, gyíkok, békák, halak vörös-vérsejtjei oválisak, nagyobbak és magvasak (152. ábra). Az emlős állatok vörös-vérsejtjeinek már nincs magjuk, bár egész fiatalon ezek is magvasak. A vörös csontvelőben, ahol a vörös-vérsejtek készülnek, még mindegyiknek megvan a magja, de mire belekerülnek a keringő vérbe, elvesztik. Nemcsak a vörös csontvelőben, de a

lépben is készülnek vörös-vérsejtek, de csakis az embrióban; a születés után már csak fehér-vérsejteket termel a lép (153. ábra). Vannak a vérnek emellett apró, csaknem láthatatlan úszó részei, az úgynevezett *vérlemezkék*. *Vörös-vérsejtek nélkül az ember élete el nem képzelhető.* Ezekkel szállítja a forgó vér a tüdőből az oxigént a testbe szerteszét. Látni fogjuk majd, hogy a tüdő hajszálerei milyen benső érintkezésbe jutnak a beszivott levegővel. A vörös-vérsejtek felszedik a tüdőben az oxigént és sietnek az áramló vérrel együtt a test minden legelrejtettebb zúgába. Testünk mélyében, a szövetekben fekvő sejtmilliók a vörös-vérsejtektől veszik át a tüdő útján a levegőből szállított friss oxigént. 25 ezer milliárdja e mindennél kisebb vörös porszemeknek dolgozik szakadatlan éjjel-nappal. A keringő vérrel percenkint kétszer fordulnak meg a tüdőben, s kétszer tünnek el a test szöveteinek mélyében. Szinte lázas munka folyik, hogy ellássák a több 100 ezer milliárdos sejttársaság minden egyes éhes tagját a szükséges oxigénnel. 70 kilós emberben 24 óra alatt 700 liter (699 liter O = 1 kiló) oxigént hordanak szerteszét. Egyetlen 0·007 mm.-es vörös-vérsejt 24 óra alatt $0{\cdot}0003^3$ mm., percenkint $0{\cdot}0000002^3$ mm. oxigént szállít. Szép példa ez az oxigén-molekulák minden képzeletet felülmuló kicsiségére.



152. ábra. 1. A galamb és 2. a béka ovális magvas vörös-vérsejtjei nagyobb nagyitásban. Mikroszkóp alatt.

Vajjon mi képesíti a sejteket az oxigén szállítására? Az a vörös-színű anyag, amitől a vér piros.

Minden vörös-vérsejt tartalmaz vasas fehérjét, az úgynevezett *hemoglobint*. A vas adja tulajdonkép a vörös színt és az képesíti a vegyületet az oxigén múló megkötésére s így az oxigén szállítására.

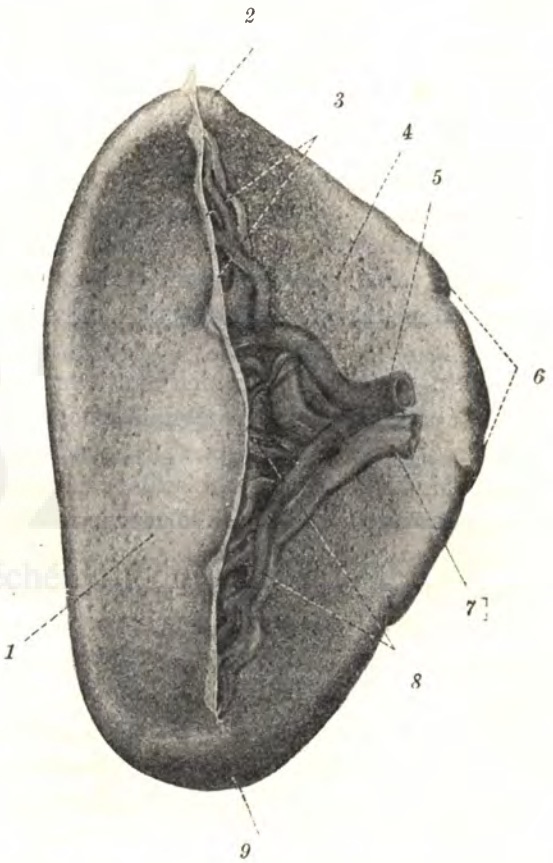
A vér hemoglobin- és vastartalma és oxigén-kötő képessége.

Vér*	Hemoglobin	Vas	Oxigén**
100 *g***	14 *g*	0·06 *g*	21 *ccm*
5000 *g*	700 *g*	3·00 *g*	1050 *ccm*

Összes vérünkben alig van 3 gramm vas. E kis mennyiségű vas nélkül lehetetlen volna az oxigénszállítás, s megszünnék az élet. Ez az oka a vasszedésnek a vérszegényeknél. A vas fehérjéhez kötve szerves vegyület alakjában szerepel itt.

A hemoglobin nemcsak oxigéngázt képes mohón összeszedni, hanem az úgynevezett széngázt is. A széngáz (CO) egyik alkotórésze a világítógáznak, de nagy mennyiségben keletkezhetik rosszul égő, elfojtott kályhákban is. A széngáz-hemoglobin soha többé oxigénszállításra nem alkalmas. Minél több széngázt lehelünk be, annál nagyobb részét rekesztjük ki a hemoglobinnak az oxigénszállításból. Ez adja meg a széngázmérgezés magyarázatát; nagyfokú széngázbelehelés mellett beáll az oxigénéhség, mert oxigénhiányba jut a szervezet.

A hemoglobinnak az oxigéngázzal való egyesülése különös laza vegyület. A hemoglobin felszedi a tüdőben az oxigént, de igen könnyen elereszti, ha élő szövetekkel, élő protoplazmával jut érintkezésbe. A vörös-vérsejtek valóságos mikroszkópi szállító-hajócskák, amelyek a tüdőkapillárisokban felszedik az oxigén-utasokat, de amint a vér az élő szövetekbe érkezik, az oxigén-utasok azonnal megszöknek. A vörös sejtek nem távozhatnak az erekből, csak betegségek kapcsán látjuk őket kiszabadulni örökös börtönük-



153. ábra. Emberi lép; az erek belépési helye a lépkapu. Embrióban a lép vörös-vérsejteket készít, a születés után csak fehér-vérsejteket termel. Egyetlen terület az emberi testben, ahol a hajszálerek nyiltan közlekednek a szövethézagokkal. Sebészi kivétele felnőtt embereknél nem okoz zavarokat. Súlya átlag $^1/_4$ kiló. 1. Ez az oldal a vese felé néz, 2. felső csúcs, 3. hashártyaszalag, 4. gyomor felé eső oldal, 5. verőér, 6. elülső szél, 7. gyüjtőér, 8. lépkapu, 9. alsó csúcs.

* A vérnél gramm vagy köbcentiméter majdnem egyre megy. — ** Az oxigén legnagyobb leköthető mennyiségét mutatják a számok. — *** *g* = gramm, *ccm* = köbcentiméter.

ből. Akadtak vizsgálók, akik meghatározták egy-egy vörös-vérsejtecske felületét. Átszámítva e számot 25 ezer milliárd vörös-sejtre 3000 □-méteres felületet kapunk, ez tulajdonkép az oxigént szállító hemoglobin felülete. *A hihetetlenül nagy terület adja meg az oxigénszállítás biztosságát.* Nevezetesek a hemoglobin kémiai sajátságai: ha oxigénnel egyesül, színe élénk piros, ha elvesszük tőle az oxigént, sötét szederjes külsejű. Ha főzzük a hemoglobint, szétesik, elbomlik és színe barnára változik; ennek a barnaszínű anyagnak már nem hemoglobin a neve, hanem *hematinnak* mondjuk. A főtt marhahús barna színét a hematin adja; a roastbeef barnás szélében már elbomlott a hemoglobin, véres középső részén még nem. Ha a vastartalmú hematint tovább bontjuk, keletkezik a *hematoporfirin,* amely bár színes, de már vasmentes anyag. Nevezetes anyag ez két szempontból: és pedig 1. kémiailag teljesen azonos (isomer) vegyület az epe színét adó anyaggal, a bilirubinnal, jeléül annak, hogy a májban az epe pusztuló vörös-vérsejtek anyagaiból készül, 2. azonos (isomer) vegyület a fillofibrinnel, amely anyag a növények zöld színét adó klorofil egyenes leszármazottja. A vér vörös színét adó hemoglobin és a növény zöldjét tevő klorofil tehát vegyileg rokon testek. Mély biologiai jelentőségű dolgok ezek, a szerves testek kétféle országát alapjukban összekötő analogiák.

2. A fehér-vérsejtek. Átlag kétszer akkorák mint a vörösek, s a legtöbbjének 2—3 magja van; alakjukat amoebaszerű mozgással folyton változtatják (99. ábra). A számuk köbmilliméterenkint 5—10.000 között változik, összes vérünkben tehát 50 milliárd ilyen sejt él. E sejtek képesek kimászni a hajszálerekből, átfurakodnak a hajszálér falát alkotó vékony sejtek között, s bekerülnek így a szövetekbe, a sejtek között fekvő hézagokba. Szanaszét vándorolnak valamennyi szöveteinkben. Az ereken kívül vándorló fehér-vérsejtek száma is lehet vagy 50 milliárd. Ezek azok a sejtek, amelyek alkalomadtán a gennyedést teszik (lásd előbbi fejezet). Számuk a vérben nagyon változó, étkezések, reggeli, ebéd stb. után egy órával sokszor a rendesnek kétszeresére emelkedik. Hatalmasan megszaporodnak betegségek kapcsán, különösen szövetbe zárt genyedéseknél. Képződésükről és feladatukról a felszívódás fejezetében fogunk megemlékezni.

3. A vérnedv, azaz a vérplazma. Oly sok az úszó elem a vérben, hogy együttes térfogatuk majdnem a plazma térfogatával egyenlő. Ha pl. 1 liter vérben pontosan külön tudnám választani az összes úszó elemeket, azok együttvéve 4 deci térfogatot tennének ki, s 6 deci maradna vissza mint plazma. Úgy kell ezt elképzelnünk, mintha a vízbe borsószemeket raknék: amennyi a borsószemek térfogata, annyival növekedik látszólag a víz térfogata. Különösen hangzik, de megfelel a valóságnak, hogy 5 liter vérünkben tulajdonkép csak 3 liter a folyadék, a plazma, és 2 litert tesz ki a milliárd és milliárd úszó sejtes elem. Hogy az egész vér mégis folyadéknak látszik, ennek részben az az oka, hogy az úszó részek végtelenül kicsik és hogy csak alig valamivel nehezebbek a plazmánál. Gondoljunk különben arra, hogy a homokórának finom homokja is majdnem úgy ömlik, mintha folyadék volna.

A tiszta plazma maga világossárga, teljesen átlátszó vizes folyadék, hasonló ahhoz a tiszta folyadékhoz, amely kiszivárog testünkből, bőrünkből a karcolás vagy sérülés helyén, ha a vérzés már megszünt. A vérplazma vegyi összetételét a

következőkben foglalhatjuk össze. Tartalmaz 1% sót, és pedig nagyobb mennyiségben konyhasót (NaCl) és kisebb arányban szódabikarbónát ($NaHCO_3$); igen kevés benne a zsír (0·1%) és a cukor (0·1—0·2%), legtöbb benne a fehérje (7%). A plazma fehérjéi nagyon közel rokon testek a tojásfehérjével; csakhogy a nyers tojásfehérjében, úgy ahogy a tojásban találjuk, sokkal több a fehérje (14%). Ha a nyers tojásfehérjét egyenlő mennyiségű vízzel keverjük és az így higított tojásfehérjét megszűrjük, akkor kapunk körülbelül a plazmával egyenlő sűrűségű fehérjeoldatot. 5 liter vérben a plazmafehérje mennyisége körülbelül 50 darab nyers tojás fehér részének felel meg. Összefoglalva a mondottakat: *a vér nem egyéb, mint sós (1%) fehérje (7%) oldat, amelyben igen kevés cukor, még kevesebb zsír található és amelyben milliárdjai úsznak a vörös- és fehér-vérsejteknek és a vérlemezeknek.*

Fontos sajátsága a vérnek, hogy bizonyos körülmények között megalvad. Nagy ritkán, ha érdes, beteg az ér fala, megalvad a vér az élő testben is (thrombosis) és ilyenkor eltömi, átjárhatatlanná teszi az eret; az ehhez hozzátartozó érterület kiesik a vérkeringésből, sőt ha olyan ér dugul el, amely egyedül táplálta az illető területet, elpusztul, elhal az egész. Ilyenkor a beteg érfal váltotta ki az alvadást, de megalszik a vér mindig és mindenkinél, ha megsérülnek az erek és kifolyik belőlük. A leölt csirkének vagy disznónak kibocsátott meleg vére — tudjuk mindannyian — csak egy darabig marad folyós, csakhamar összeálló, kocsonyás tömeggé alakul át: megalszik. Az alvadt vér sötétpiros, szinte fekete, könnyen széttúrható és darabos kocsonyához hasonló.

A vér kocsonyásodása — azaz megalvadása — állja útját az elvérzésnek. A sérült helyek csak egy darabig vérzenek, idő multán mintegy önmagától eláll a vérzés; ennek az az oka, hogy az elvágott hajszálerek végeit kitölti, elzárja a megalvadó kocsonyás vér. Ha nagyobb erek sérülnek, a megalvadás nem használ, mert a vérző erekből oly erővel szökik ki a vér, hogy a keletkezett kocsonyás anyagot elsodorja. Nagyon bőven ömlik a vér a gyűjtőerekből is, úgy hogy az ér eltömődése ott is nehezen megy.

A nagyobb ereket tulajdonkép össze kell szorítanunk s hosszú időn keresztül úgy tartanunk, ha a vérzést el akarjuk állítani. Legegyszerűbb, ha bizonyos eszközzel, az úgynevezett *ércsipővel* összecsipjük az elvágott nagyobb eret s finom selyemfonállal bekötjük azt. Ambroise Paré (1517—1590) francia borbélynak, később kirurgusnak az érdeme az érlekötés behozatala. Kis dolognak látszik, de a sebészet óriásit lendült vele.

Három alapvető dolog emelte a sebészetet mai igazán magas színvonalára: 1. *a vérzés csillapítása* (ércsipő, érlekötés), 2. *a baktériumok elhárítása* (kézmosás, eszközök kifőzése, kötőszerek sterilizálása) és 3. *az érzéstelenítés tökéletesítése* (kloroform- és éter-altatás vagy helybeli érzéstelenítés). Manapság sokszor nagy műtétnél alig pár gyűszűnyi vért veszít a beteg, mert az elvágott ereket rögtön becsípik. Sokszor 10—20, sőt több ércsipő lóg ki a sebből. A műtevés befejezte után utólag lekötik egyenkint a befogott ereket. A vérzés-csillapítás első kelléke minden operációnak, nemcsak azért, mert meggátolja a nagyobb vérveszteségeket, hanem azért is — amire talán legkevésbbé gondolunk — mert biztosítja a

sebész látását. A vér milliméternél vékonyabb rétegekben is teljesen átlátszatlan folyadék; amire reáfolyik, azt felismerhetetlenné teszi a műtevő orvos előtt. *Tájékozódni vérző sebben nem lehet.* Minden nagyobbacska eret rögtön be kell csípnie a segítő orvosnak; a szivárgó vért vattával kell folyton itatnia, hogy a seb száraz és áttekinthető legyen. A bekötött erek végeibe lassan belealvad a vér, idővel a keletkezett kocsonyás anyag szövetté alakul s örökre elzárja az elvágott kisebb eret.

A véralvadás nagy jelentőségéről igazán tiszta fogalmat csak akkor kapunk, ha már láttunk olyan eseteket, amikor a vér alvadóképessége teljesen hiányzik. Szerencsére igen ritka, de kétségbeejtően szomorú esetek ezek. Vannak emberek, kiknek a vére egyáltalában nem alvad meg; ezt a betegséget, mondjuk inkább testi hibát, *hemofiliának* nevezzük. (A hemofilia különben érdekes példája az ugró öröklésnek. A nagyapától csak a férfiunokák öröklik, de az öröklést csak a család nőtagjai közvetítik és viszik tovább.) A hemofiliások kis sérülések és sebzések kapcsán elvérezhetnek; nem is kell hozzá, hogy nagyobb erek sérüljenek. A vér nem alszik meg és az orvos minden igyekezete mellett is folyton szivárog; az illető egyre vértelenebb lesz és napok mulva végül bekövetkezik a halál. Ilyenkor domborodik ki előttünk igazán a véralvadás életbevágó fontossága.

Sok minden oldalról vizsgálták és kutatták az alvadás mivoltát. A kibocsátott vér nedvében, amint az mikroszkóp alatt jól látható, bizonyos idő mulva keresztül-kasul finom szálak ezrei képződnek, ezek a *fibrinfonalak.* Egész fibrinszövedék keletkezik a plazmában, amely átszövi, magába zárja a rengeteg úszó sejtes elemet; így lesz kocsonyássá a vér. Tulajdonkép a *fibrinkiválás teszi az alvadás velejét.* A fibrin nem egyéb, mint a plazmafehérjék egy faja, amely a vérben oldott állapotban kering, de az alvadás alatt fonalas, nem oldható anyaggá alakul át. Az alvadásnál keletkezett kocsonyás tömeg, azaz a benne lévő fibrinszövedék lassan zsugorodik, a zsugorodó tömegből kiszorul a vér világossárga, tiszta folyadéka, amit nem nevezünk többé plazmának, hanem *savónak,* azaz *szérumnak.* A szérum nem egyéb, mint fibrinmentes plazma. Az alvadóképesség tehát nem a vérsejtek tulajdonsága, hanem a plazmáé. A plazmában még megvan az oldott fibrin, a plazma megkocsonyásodhatik, de a savó mindig folyós marad, mert benne a fibrinnek már nyoma sincs.

Ha az állatból kiömlő vért az egész idő alatt, míg a fibrinszálak képződése tart, nem hagyjuk nyugton állani, hanem folyton keverjük, a keverő bot eltépi, felszedi a képződő fibrinszálakat. Nem képződhetik tehát fibrinszövedék, amely átszőné, áthatná az egész folyadékot és a vér folyós marad, s külön úszik benne az összecsomózott, összesodrott fibrinszövedék. Ha ezt kihalásszuk és vízben kiáztatjuk, hófehér, rostos szerkezetű anyagot kapunk, amely, a rostos szerkezettől eltekintve, hasonlatos a főtt tojás fehérjeanyagához. A véralvadás tehát kétféle eredményt adhat: ha nyugodtan áll a vér, az egész tömeg kocsonyás lesz; ha keverjük, a vér folyós marad és külön csomóban kapjuk a képződő fibrinszövedéket. Csekély eltérést okoz az is, ha a vér lassan alvad és az úszó sejtek gyorsan ülepednek. Ilyenkor, mire a fibrinszövedék

kiképződik, már a sejtek leülepedtek és a keletkező kocsonyás tömeg alul átlátszatlan vörös, felül fehéressárga lesz. Ha most az egész alvadék zsugorodik, felül bőven szorul ki a világossárga, teljesen tiszta, átlátszó savó (l. melléklet).

Sokat kutatták, hogy mi a fonalas fibrin kiválásának oka. Az bizonyos, hogy az oldott fibrin egyszerre csak oldhatatlanná válik. Nagy ritkán előfordulhat az élő, de beteg erekben is, de rendesen csak a kibocsátott vér mutatja az alvadást. Messze vezetne az alvadási viszonyok tárgyalása, csak két érdekes pontját akarjuk itt még felemlíteni e bonyolult vegyi folyamatnak.

A kibocsátott vér nem alvad meg, ha megfosztjuk mész- (kalcium-) sóitól; az alvadáshoz tehát mészsóknak jelenléte szükséges. Régi tapasztalat, hogy piócákban, amelyek vérrel tele szívják magukat, a vér nem alvad meg. Ha piócafejekből vizes kivonatot készítünk (hatóanyaga a herudin), ennek pár csöppje nagymennyiségű vérnek szünteti meg az alvadóképességét. Sok minden befolyásolja még a vér alvadóképességét. Bonyolult vegyi kérdések ezek, amelyek még sok tekintetben tisztázásra szorulnak, ezért nem is bocsátkozunk ez irányban további részletekbe.

Ha elvész a vérnek bizonyos mennyisége, ez halált okozhat; de — említettük már — kisebb vérzésektől nincs okunk megijedni. Ha 5 kiló vérből 1 liter vész el — ilyen hatalmas vérvesztések pedig igen ritkák — még mindig nem lesznek különösebb zavarok. Nagy vérzések kapcsán beálló esetleges zavarokon valaha úgy akartak segíteni, hogy más embernek vagy pl. báránynak a vérét vezették be a vérző ember érrendszerébe. A vér átvezetését egyik egyénből a másikba *transzfúziónak* nevezték el. Nagy reményeket fűztek valaha ehhez, s azt hitték, hogy így nemcsak elvérzés esetén lehet segíteni, de a betegek vérét is megujíthatják majd. Az eredmények azonban nem váltak be, sőt egyik állat vére a másik állatban nagy zavarokat okozott. Két különböző állatnak vérét összekeverve, mind a két vér megromlik, tönkremegy. Egyik állat vére feloldja a másik állat vörös-vérsejtjeit és megfordítva. A vörös-vérsejtek pusztulása pedig nem közömbös, mert ezzel az annyira fontos oxigénszállítás csorbát szenved. *Fajilag távol álló állatok vére nem keverhető, mert egyik feloldja a másikat, de érdekes, hogy fajilag közel álló rokon állatok vére eléggé keverhető.* Felhasználható tehát a vérkeverés a faji rokonság megállapítására is. A faji, vegyi rokonságot még érzékenyebben lehet kimutatni a vérkeverés bizonyos módosított, finomított eljárásával (az Uhlenhut-féle praecipitin reakciókkal). *A módosított vér-, azaz savókeveréssel kimutatták az ember és majom között a vegyi rokonságot, éppúgy az elefánt és a ma már nem élő mammut között.*

Mi csak nagyjában mondtuk el a vér vegyi összetételét, finomabb viszonyai nagyon nehezen vizsgálhatók. *A himlőoltáson átment ember vére nem fogékony a himlővel szemben, a másik emberé igen.* Hiába vizsgáljuk a legfinomabb vegyi eljárásokkal, a két ember vére között nem találunk kimutatható különbséget, pedig hogy az nagyon különböző, nyilvánvaló a himlővel szemben való eltérő viselkedésből. Ép ilyen finomak az eltérések a fajilag rokon állatok vére között is; vegyi elemzés itt sem vezet célhoz, de *egymással és más behatásokkal szemben való viselkedésük elárulja a mélyreható különbséget, vagy pedig az évezredes, százezeréves rokoni kapcsolatot.* A transzfúzió nem vált be; károsnak bizo-

nyult, de a vele szerzett tapasztalatok valóban mély bepillantást adtak a különféle állatvérek biológiai jellemébe.

Későbbi tapasztalatok igazolták, hogy nagy vérzések esetén az egyén megmentésére nem annyira a vér, mint a folyadék pótlása a fontos. A nagy vérvesztésnél a halált nem annyira a vér hiánya, mint az *érrendszernek relatív üressége* okozza. Ha kevesebb a vér, kisebb az aortában a nyomás ; nem 200 mm., hanem jóval kisebb. *Kis nyomás mellett nem telnek meg kellőleg vérrel a szív saját erei,* a koszorús erek, *s a rosszul táplált szív megáll.* Legfontosabb tehát ilyenkor a vérnyomás helyreállítása, ez pedig tiszta 1 százalékos konyhasós víz befecskendezésével is elérhető és ma mindenütt ezt használják, így különösen a nagyobb vérvesztéssel járó súlyosabb műtétek alkalmával.

A forgó vér feladata : mindenhová, minden élő sejtnek oxigént és egyéb tápláló anyagokat szállítani, viszont a sejtek környezetéből a szénsavat és az egyéb bomlási anyagokat (a veseváladék anyagait) kihordani. Természetesen előbbutóbb elfogyna a vér összes oxigénje és egyéb tápláló anyaga és megtelnék szénsavval s egyéb bomlási anyagokkal (a veseváladék anyagaival). Szükségesek tehát területek, ahol egyrészt a vér megújíthatja anyagait és másrészt kidobhatja a bomlási anyagokat. Az oxigént felszedi a tüdőkön át a körlevegőből, a tápláló anyagokat a bélfalon át az ételekből. Kidobja pedig magából a szénsavat a tüdőkön át, az egyéb bomlási anyagokat meg a vesék útján. A gáznemű anyagoknak úgy a felvétele, mint a kiadása a tüdőkön át történik s ez a folyamat : *a lélegzés.* A tápláló anyagok felvételére való a bél ; a felvétel folyamatát *felszívódásnak* nevezzük. A vízben oldott bomlásanyagoktól megszabadul a vér a veséken át, ez a folyamat a *vizeletkiválasztás.* Igy a *tüdő, bél és vese területén át 5 kiló vérünk felszedi a napi szükségleteket és kidobja magából az élet közben keletkezett káros anyagokat.* A forgó vér feladata tehát, hogy *kapcsolatot létesítsen egyrészről a tüdő, bél és vese területe, másrészről a testünket alkotó sejtmilliárdok között.* A forgó vér az emberi test nagy közlekedési vállalata, amely lebonyolítja az anyagi élet forgalmát úgy az anyagok beszállítása, mint kihordása körül. Mellékesen az emberi test *melegének egyenletes elosztását* is végzi.

3. A lélegzés.

Minden állat, akár a vízben, akár a szárazföldön él, állandóan, szünet nélkül oxigént fogyaszt és szénsavat termel. Hetven kilós ember 24 órai oxigénszükséglete 700 liter, szénsavtermelése pedig 560 liter. Körülbelül tehát 1 kiló a napi oxigénfogyasztás és ugyanannyi a napi szénsavtermelés.*

Első pillanatra nem is látszik ez valami tekintélyes mennyiségnek, de bizony egy éven át a napi 1 kiló 365 kiló lesz, tehát több mint 3½ métermázsa oxigén vándorol egy éven át testünkbe és majdnem ugyanannyi szénsav kerül ki belőle. Literekben kifejezve, 2555 hektoliter oxigénről és 2044 hektoliter szénsavról van itt szó egy év alatt. Az óriási mennyiségű oxigén a tüdőlélegzés és az örökké forgó vér útján jut el testünk minden egyes legkisebb mikrosz-

* 699 liter O = oxigén 0° C és 760 mm. Hg barométerállás mellett = 1 kiló
506 liter CO_2 = szénsav 0° C és 760 mm. Hg barométerállás mellett = 1 kiló.

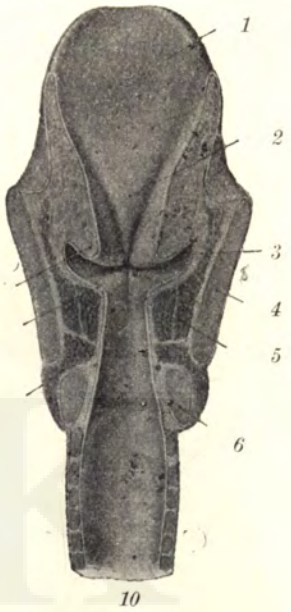
kópi pontjára és ugyancsak a vérkeringés és lélegzés közvetítésével kerül ki a rengeteg szénsav testünk legutolsó, legelrejtettebb zugából is.

Ezekből domborodhatik ki előttünk igazán a lélegzésnek, a tüdőknek fontossága. A tüdő belseje az a hely, ahol a külső körlevegő igazán benső érintkezésbe, századmilliméteres közelségbe jut örökké forgó vérünkkel. Ott válik lehetővé, hogy szakadatlanul vándorolnak oxigénmolekulák a vérbe, s helyükbe szénsavmolekulák lépnek ki a körlevegőbe.

A tüdő belsejébe csőrendszer vezet. A tüdőhöz vezető levegőút az orrnyílásnál, azaz, amint vesszük, a szájnyílásnál kezdődik. Az orr és száj hátul közös üregbe nyílik, melyet *garatnak* nevezünk. A garatnak alsó részéből két irányba mehetünk, a nyelőcsövön át a gyomorba, a gégén át a tüdőbe.

A gége, azaz a *hangrés* alkotja a tüdőhöz vezető levegőútnak legszűkebb részét (154. ábra). A gége után, alatta következik a gégecső (légcső). Nem egyszer előfordul gégemegbetegedések kapcsán, hogy belseje annyira szűkül, hogy már-már a fulladás veszélye fenyeget és szükségessé válik a gége alatt az előbb mondott gégecsőnek sebészi megnyitása, hogy a levegő zavartalanul juthasson a tüdőbe.

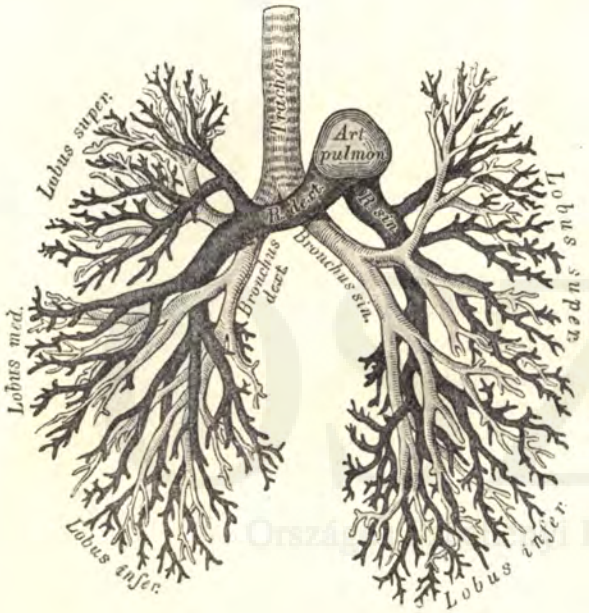
A gégecső egyenesen halad le a nyakon, belép a mellkas üregébe, s ott az aorta íve alatt két erős ágra oszlik, a jobb és bal tüdőnek megfelelően. Az ágakat *tüdőcsövek*-nek vagy *hörgők*-nek nevezzük (155. ábra). A bal tüdő két részből áll, a bal hörgő tehát csakhamar két ágra oszlik; a jobb tüdő három karélyból áll s így a jobb hörgő háromfelé ágazik. A felsorolt ágak mindegyike faágszerűleg mind kisebb és kisebb, egyre számosabb csövekre, majd csövecskékre oszlik. Míg a gégecső átmérője két centiméter, addig a szabad szemmel látható legkisebb elágazásai a tüdőben már csak tizedmilliméteresek, de a számuk több ezerre rúg. A csövek nem esnek össze, nem lapulnak meg soha, mert a csőrendszer falaiban mindenütt porcogós gyűrűket találunk. Ismerjük valamennyien a liba hosszú gégecsövét, porcogós gyűrűknek egész sorozatából áll: ezért tátonganak és nem esnek össze a tüdőhöz vezető utak. Még a milliméternél vékonyabb tüdőcsövecskék is finom porcogós gyűrűk sorozatából állanak. Csak a legfinomabb végső ágak falában nincsenek már porcogós gyűrűk. *A tüdőnek végső legfinomabb részeibe tehát a levegőnek könnyen átjárható, állandóan nyitott, sok ezer ágú csőrendszer vezet.* A végső tüdőcsövecskék



154. ábra. Az emberi gége hosszmetszése. A gége hátsó fele hiányzik, belseje látható. A hangszalagok tájéka legszűkebb része a tüdőhöz vezető levegőútnak. 1. Gégefedő. 2. a gégefedő alsó része. 3. oldalhasadékok a két hangszalag között, ezek nedvesítik kellőleg a hangszalagokat, 4. a pajzsporcogó, amely elül az Ádámcsutkát alkotja, 5. átvágott gégeizom, 6. gyűrűs porcogó, 7. átvágott gégeizom, 8. valódi hangszalagok, 9. álhangszalagok, 10. a gégecső kezdete, láthatók az átvágott porcogós gyűrűk. A valódi és álhangszalagok elül majdnem egy pontba futnak össze, ennek felel meg kívül az Ádám-csutka.

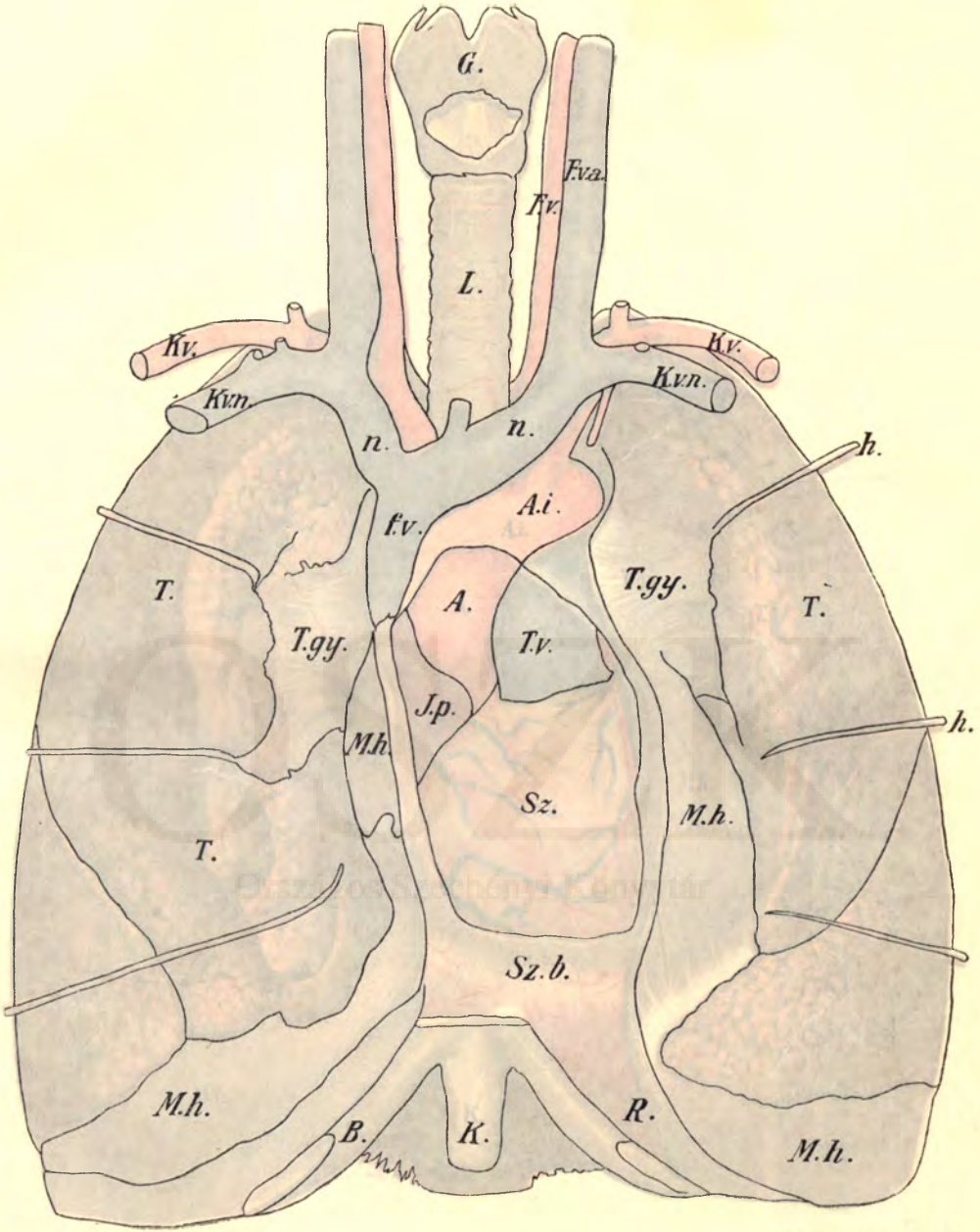
többszörös elágazás után megnyúlt, hosszú hólyagocskákban, *végzacskók*-ban végződnek (156. ábra). Egy-egy ilyen végzacskónak sajátos a szerkezete. Kívülről szőllőfürthöz hasonló, olyannak látszik, mintha csupa apró, sűrűn összefekvő hólyagokból állana, csak keresztmetszetén vesszük észre, hogy ezek az apró hólyagocskák csak félgömböknek felelnek meg s hogy üregük a végzacskó üregével közös.

Egy-egy, a félmilliméternél is kisebb tüdőcsövecske végén 20—25 végzacskó következik, amelyek mindegyikén körülbelül 20 tüdőhólyagocska, azaz csak *félhólyagocska, alveolus* foglal helyet. Körülbelül tehát 400 alveolus esik minden egyes tüdőcsövecske végére. Hozzávetőleges számítás szerint a végzacskók száma 50—100 millióra tehető. Ha minden egyes végzacskó falát kiterítve, kisimítva képzeljük, az apró felületek összege körülbelül 50—100 négyzetméterre becsülhető (7—10 méter magas és 7—10 méter széles területnek felel meg). A tüdőalveolusnak belső bélését pár századmilliméter vékony hámsejtréteg alkotja, amelynek külső felszínét sűrűn hálózzák be a hajszálerek. A tüdő hajszálerei aránylag igen tágak és gazdag fonású, sűrűn közlekedő hálózatot alkotnak. — A hajszálereknek falát szintén pár századmilliméteres egyetlen sejtréteg teszi. A hajszálerekben mozgó vért tehát csupán *két végtelenül finom sejtréteg* választja el az alveolusokban foglalt levegőtől. *E két sejtrétegen át folyik az oxigénmolekuláknak szakadatlan beraktározása a vérbe és vele egyidőben a szénsavmolekulák kiraktározása az alveolus levegőjébe.* A vér felé siető oxigén szembe találkozik az alveolusokba törekvő szénsavval.



155. ábra. A tüdőhöz vezető csőrendszer; porcogós gyűrűk sorozatából áll. Az ilyen csövek nem lapulnak meg, mindig szabad bejárást biztosítanak a levegőnek. Kezdődik a gégecsővel, két főágra oszlik a jobb és bal tüdőnek megfelelően és fához hasonlóan ágazik tovább. A vele együtt haladó, sötétebbre rajzolt csőrendszer a tüdőverőér elágazását tünteti fel. Már a csövek elágazása is eléggé mutatja, hogy a jobb tüdő három, a bal két karélyból áll.

A tüdőhöz vezető ezerágú csőrendszert csillangós hámréteg béleli ki és egész sora a nyúlós nyálkát adó mirigykéknek nyílik belé. A csőrendszer belső felülete, amelyen keresztül folytonosan ki-bevándorol a levegő, minden párolgás mellett sem szárad ki soha. A levegőben úszó finom por legnagyobb része megtapad a csőrendszer falán, csak kevés jut be a tüdő legbelső részeibe, az alveolusokba. A csillangós felületen megtapadó port az élénken mozgó

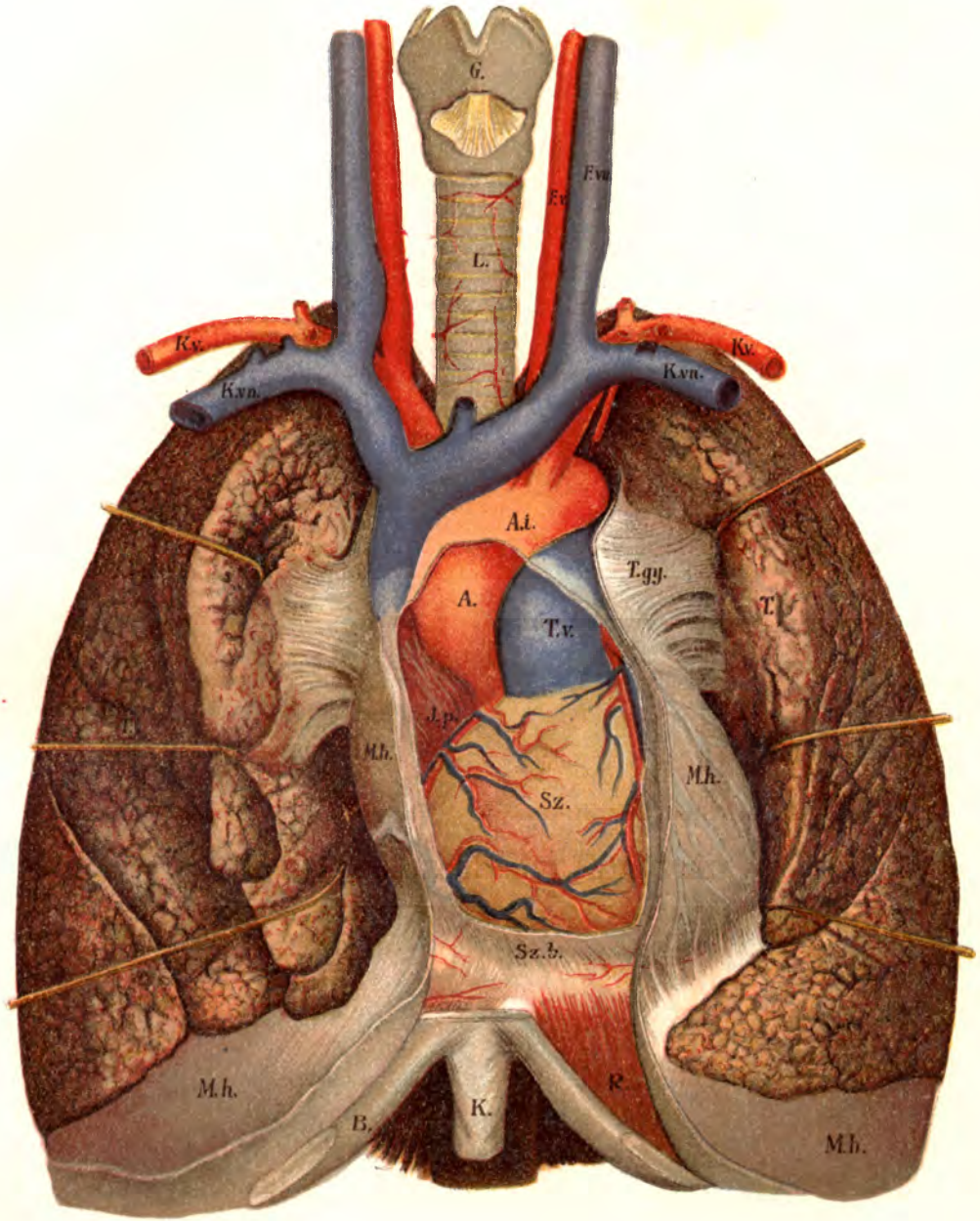


Az Athenaeum r.-t. könyomása.

A MELLÜREG TARTALMA.

Elülről látható a két tüdő és közötte a szív.

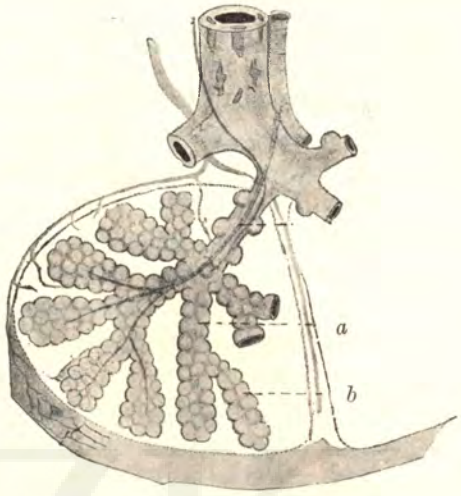
G. gége. — *L.* gégecső. — *T.* tüdők, elülső szélét *h.* horgok huzzák vissza, a bal tüdő két, a jobb három karélyból áll. — *Tgy.* a tüdőgyökér, az a hely, ahol a levegőcső és erek bemennek a tüdőbe. — *Mh.* mellhártya. — *K.* a szegycsont kardnyujtványa. — *B.* bordaporcogó. — *R.* rekeszizom. — *Szb.* szívburok, a rajta vágott nyíláson át látható *Sz.* a szív kisebb ereivel. — *Jp.* a jobb pitvar elülső csücske. — *A.* az aorta. — *Tv.* a tüdőverőér. — *Ai.* az aorta íve hajlik hátrafelé, belőle lép ki. — *Fv.* a fejverőér (carotis) és *Kv.* a kulcscsont alatti verőér (subclavia). — *Fva.* fejgyüjtőér (jugularis). — *Kv.* kulcscsont alatti gyüjtőér (subclavia) e két ér találkozási helyét *gyüjtőeres szögletnek* nevezték el. — *n. n.* névtelen gyüjtőerek. — *fv.* felső nagy gyüjtőér (vena cava superior) belenyílik a jobb pitvarba.


G.
Ev.
Evn.
L.
Kv.
Kvn.
Kv.
Kvn.
A.i.
A.
T.v.
T.gy.
T.
J.p.
M.h.
Sz.
M.h.
Sz.b.
M.h.
K.
R.
B.
M.h.

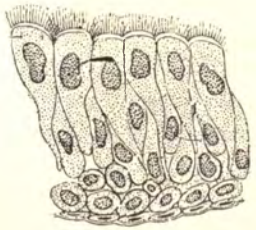
OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

csillószőrök (157. ábra) kihajtják a tüdőből. Hasonló csillangós bélése van még az orrüregnek is.

A tüdők a *mellkas* üregében helyezkednek el. A mellkas csontos vázát hátul a gerincoszlop, oldalt a bordák, elől a bordaporcogók és a szegycsont alkotják (l. a csontváznál). A mellkas nagyjában hordóalakú, keresztmetszete a kártyaszívhez hasonló. Hangsúlyoznunk kell hogy a mellkas olyan hordóhoz hasonló, amelynek felső része igen keskeny, alsó része pedig meglehetősen széles. Sokan azt hiszik, hogy a mellkas felül szélesebb s alul keskenyebb. E tévedésbe a test külső formái ejtenek. Szépen fejlett embereknél a vállak szélesebbek mint a karcsú derék és mégis erősen fűzött nőknél is szélesebb a mellkas alul mint felül. A vállak nem tartoznak a mellkashoz; nézzük meg a csontvázat: ha levesszük a vállövet, a kulcscsontot és a lapockát, akkor fogjuk látni a mellkas valódi alakját. A mellkas bizony felül a legszűkebb, a lélegzéssel együtt járó tágulása a mellkasnak fenn alig valami. A mellkas szűk felső részébe esnek a tüdőknek csúcsai; ezek lesznek tehát a tüdőnek legkevésbbé mozgó, legrosszabbul szellőzött részei. Ez magyarázza meg némileg azt a tapasztalatot, hogy a tüdővész (Magyarországon évente 70.000 ember hal meg tüdővészben) majdnem kivétel nélkül a tüdőcsúcsokban kezdődik. A mellkas üregét a hasüregtől a *rekeszizom, a diafragma* választja el. A rekeszizom elég vékony lemez; kúpolaszerűen emelkedik bele a mellkas alsó részébe. A kúpola teteje inas szövet, az alja köröskörül húsos réteg. A diafragma légmentes választófalat alkot a mellkas és a has között, keresztülmegy rajta a nyelőcső, a lefelé haladó aorta, a felfelé menő fővéna, mindezeket azonban a diafragma szorosan körülnövi.



156. A tüdőcsövecskék végződése. Minden egyes tüdőcsövecske 20—25 hosszúra nyúlt, hólyagosnak látszó végzacskóban végződik. A hólyagok tulajdonkép félgömbös kidudorodásai a végzacskónak. A két tüdő összes végzacskóinak felületét összegezve körülbelül 50—100 négyzetméteres területet kapunk. Az emberi test gázforgalma (O és CO_2) e hatalmas belső felületen keresztül megy végbe.



157. ábra. A gége belső felszínét takaró többrétegű hámbélés. A sejtmagvak jól láthatók, a felületes sejtek csillószőrösek.

A jobb mellkasfélben találjuk a három karélyból álló jobb tüdőt, a baloldalon a két részből álló bal tüdőt. Egy-egy tüdő szabálytalan kúp alakú, fenn emelkedik a csúcsa, lenn a boltozatos diafragmán ül széles alapja. Az egész tüdőt finom hártya borítja be, ugyanoly hártya béleli ki a mellkas üregét. Ennek a hártyának elégszer halljuk a nevét a *mellhártyagyulladások* kapcsán. A tüdő teljesen szabadon tolódhat a mellkas üregében,

egyetlen egy helyen függ szorosan össze a gátor területével: ez a hely a *tüdőgyökér;* itt tér be a tüdőbe a hörgő és itt mennek be a tüdőbe hatalmas erei.

Felnőtt ember percenkint 16—20-szor vesz lélegzetet. Gyors futás után erősen lihegünk, mintegy kapkodunk a levegő után; a légzések száma ekkor 30, sőt 40 is lehet. A levegővétel szapora, erőltetett módját a *diszpnoe* (nehézlélegzés) szóval jelöljük. Minden testi munka többé-kevésbbé diszpnoéra vezet, ami egyszerűen kifejezője a fokozott oxigénfogyasztásnak és szénsavtermelésnek. Máskép kell elbirálnunk azokat a diszpnoékat, amikor a beteg naphosszat ágyában fekszik s a lélegzése mégis olyan, mintha a legnagyobb izommunkát végezte volna. Súlyos tüdő- vagy szívmegbetegedések szerepelnek itt. A gyermek minél kisebb, annál szaporábban lélegzik. A párnapos pólyás baba 30-at, 35-öt lélegzik percenkint. Itt nem annyira a kor, mint a test és vele a tüdők kicsisége játsza a szerepet. Apró állat, pl. a tengeri malac, felette szaporán lélegzik a nagy elefánthoz képest.

Lélegzésünk a ritmikus mozgások közé tartozik. Két szakaszból áll; bevesszük a levegőt, ez az *inspiráció* (belélegzés, belehelés, beszívás); utána kiadjuk, ez az *exspiráció* (kilélegzés, kilehelés, kifuvás). Ha pontosabban megfigyeljük, könnyen reájövünk, hogy az inspiráció rövidebb ideig tart, míg az exspiráció vontatottabb, hosszabb. Hosszúra nyúló exspirációkat látunk az énekesnél, amíg énekel, folyton kifujja a levegőt; a rövid ideig tartó megszakításoknál kell gyorsan inspirálnia. Minden belélegzésnél a mellkas kerülete nő, fiatal egyéneken akár 10—12 centiméterrel is. Ennek megértésére részletesen el kellene mondanunk a bordák elhelyezését, a gerincoszloppal való összefüggésüket, mindez azonban nagyon messze vezetne; talán így is átértjük a mellkasmozgások e nem oly egyszerű mechanizmusát, ha azt tartjuk szem előtt, hogy *a mellkas alkotása olyan, hogy a szegycsontnak vagy a bordák elülső részének emelése a mellkas kerületének, tehát térfogatának nagyobbodására vezet.* Minden olyan izom tehát, amely alkalmas a szegycsontnak vagy a bordák elülső részének emelésére, dolgozhatik a belélegzésnél; *nyugodt lélegzésnél azonban alig használunk más izmot, mint a diafragmát.* A rekeszizom kupolájának süllyedése eléggé tágítja a mellkas üregét ahhoz, hogy felnőtt ember körülbelül fél liter levegőt szívhasson be minden egyes levegővételnél. A tüdő elhelyezése oly sajátos, hogy kénytelen követni a mellkasnak tágulását és szűkülését; magától tágulni a tüdő nem képes, csak összehúzódni tud. *Mellkasmozgás nélkül nincs lélegzés;* ha például valakit oly szerencsétlenül temet el az összeomló épület, hogy feje ugyan szabadon marad, de a mellkasa a rajta lévő súlytól mozogni képtelen, az megfullad. A mellkas jelentőségét mutatják azok az esetek is, midőn tőrrel vagy egyébbel sebet ejtenek a mellkas egyik felén. A keletkezett nyiláson át behatol a levegő a mellkas üregébe, a tüdő azon oldalon egész kicsire összehúzódik és nem vesz részt a lélegzésben.

Nem tekintve a lélegzés egyszerűnek látszó, de meglehetős bonyolult mozgásait, fontosabb lesz immár megállapítanunk, hogy mennyi átlag a tüdőnek *levegő-befogadó képessége,* amit *vitális kapacitás*-nak is neveznek. Felnőtt ember nyugodt lélegzésnél egy beleheléssel fél liter levegőt szív be és ugyanannyit lehel ki. 16—20 levegővételt számítva, a percenkint beszívott levegő

8, azaz 10 liternek felel meg. Könnyen meggyőződhetünk, ha önmagunkat megfigyeljük, hogy szükség esetén sokkal több levegőt is tudunk beszívni és épen úgy kilehelni. Mérések igazolják, hogy a tüdőben kicserélhető legnagyobb levegőmennyiség, ez a vitalis kapacitás, az embereknél átlag 3 liternek felel meg; az egyéni ingadozások azonban igen nagyok. A tüdőkben felcserélhető legnagyobb levegőmennyiséget úgy kapjuk meg, ha az elérhető legmélyebb inspiráció után a lehető legnagyobb exspirációt végezzük, vagyis teleszívjuk magunkat levegővel, amennyire csak lehet, és utána megfelelő eszközbe belefuvunk mindent, amit csak tudunk. A vitális kapacitás nem egyenlő a tüdőbe beleférő összes levegővel, mert a legerősebb exspiráció után is körülbelül ½—1 liter levegő marad vissza a tüdőkben és a hozzájuk vezető utakban, ezt a levegőt *reziduális levegőnek* nevezzük. Olyan kilélegzést végezni, hogy a tüdőben ne maradjon levegő, nem lehet. Élő embernél tehát a reziduális levegő az elérhető minimális, a reziduális és a vitális kapacitás együtt az elérhető maximális levegőmennyiséget jelenti. Számokban kifejezve pl. valakinél a tüdő legkisebb levegőtartalma, amelynél az illető alább nem mehet, 800, legnagyobb levegőtartalma pedig 3800 köbcentiméter; tehát 800 köbcentiméter a reziduális levegő és 3000 köbcentiméter a vitális kapacitás. A vitális kapacitás t. i. nem fejezi ki a tüdőbe beleférő összes levegőmennyiséget, hanem a legnagyobb levegőtartalomnak csak *kicserélhető részét* jelenti. Említettük, hogy nyugodt lélegzésnél percenkint 8—10 liter levegő fordul meg tüdőnkben, tehát óránkint 480—600 liter, vagyis 5—6 hektoliter, 24 óra alatt tehát 120—144, egy év alatt körülbelül 40—50.000 hektoliter levegő halad át tüdőnkön.

Teljes betekintést a lélegzés kémiai jelentőségébe csak úgy kaphatunk, ha megfigyeljük, hogy a mondott óriási levegőmennyiség a tüdőben milyen változásokon megy keresztül. Meg kell határoznunk a levegő összetételét a belehelés előtt és a kilehelés után, a különbségek világosan fogják mutatni a lélegzéssel járó fontos változásokat.

A levegő különböző gázok keveréke. Legnagyobb szerepet játszik benne a nitrogén és az oxigén; *kerek számban 100 liter levegőben 80 liter nitrogént és 20 liter oxigént találunk.* Sok különböző gáz fordul elő ezeken kívül, de csak igen kis mennyiségben (szénsav, vízpára, argon, hélium, neon, krypton, xenon stb.). Fontos reánk nézve a szénsav és vízpára ismerete. Valaha azt hitték, hogy a városi és falusi levegő között az eltérést a szénsav mennyisége okozza. A szénsav a levegőben mindig csak századpercentekben (0·03%) fordul elő, s mennyisége éppen annyi a városokban mint a szabadban. Minden égés szénsavtermeléssel jár, nagy gyárvárosokban tehát igen sok lesz az ipari úton keletkezett szénsav. Manchester összes gyárai a számítások szerint naponta 8 millió köbméter szénsavval árasztják el a várost, s a levegő szénsavtartalma mégsem változik meg. Ha számbavesszük a gázok nagy mozgékonyságát és elgondoljuk, hogy talán 100 kilométeres levegőréteg veszi körül földünket, természetesnek fogjuk találni, hogy a föld különböző helyein a levegő gázösszetétele azonos. Nagy különbségek fordulnak elő a levegő víz-, azaz páratartalmában. A levegő lehet igen nedves és igen száraz. A városok és vidék levegője között a fő különbséget a por- és a bakteriumtartalom okozza.

24 óra alatt elfogyasztunk a levegőből 700 liter oxigént és cserébe adunk 560 liter szénsavat.

A kilehelt levegő abban különbözik a szabad levegőtől, hogy kevesebb benne az oxigén, több benne a szénsav és a vízpára. A tüdőben megforduló levegőből hiányzik az oxigén negyedrésze, szénsavtartalma pedig százszorosára szaporodik. Még száraz levegőnél is majdnem páratelt a kilehelt levegő.

A párateltség okozza, hogy a hideg ablaküveg megnedvesedik, ha reá lehelünk, s hogy téli időben leheletünk ködszerű. Átszámítva 24 órára a talált adatokat, világos betekintést kapunk a lélegzéssel teljesített munka nagyságába. 80 kilós ember egy nap alatt 700 liter oxigént fogyaszt, viszont 560 liter szénsavat termel.* A tüdőn keresztülhaladó levegő vízpárát is visz magával; a tüdő felületén vesztett víz mennyisége nagyon változik aszerint, hogy milyen a levegő hőmérséklete és mennyi eredetileg a nedvessége. Kerekszámban 24 óra alatt 0·5—1·5 liter vizet veszítünk így. A tüdőben megforduló nagy levegőtömeg hőveszteségeket is okozhat. Téli időben még —20° C hidegben is mindig meleg, szinte forró a leheletünk; a hidegebb levegő tüdőnkben felmelegszik, tehát testünk megfelelő melegmennyiséget veszít.

Még mélyebb betekintést kapunk a lélegzés folyamatába, ha kutatjuk, hogy hová lesz az eltünő oxigén és honnan kerül elő a szénsav. Szép feleletet adnak erre a vér gáztartalmának adatai. Módunkban van ugyanis állatokból vért csapolni és bizonyos eljárásokkal egészen pontosan meghatározni, hogy a csapolt vérben mennyi nitrogén, oxigén és szénsavgáz van. Leghelyesebb lesz az állatokat megfelelő altatás és operáció mellett egyszerre két helyen csapolni, hogy módunkban legyen a két különböző vért összehasonlítani. Számos, nagyon nehéz kisérlettel hasonlították össze a tüdőbe érkező és az onnan távozó vért. A kisérletek azért oly nehezek, mert a csapolást a tüdő erein kell végezni és ehhez meg kell nyitni az állat mellkasát és a tüdőmozgásokat mesterségesen kell fenntartani.

Pontos vizsgálatokkal kimutatták, hogy a vér a tüdőben 7% oxigénnel gazdagabb, s 8% szénsavval szegényebb lesz.** Több oxigénnel és kevesebb szénsavval távozik onnan, mint beérkezett. Mialatt 100 ccm. vér keresztülfut a tüdő kapillárisain, az alveolusok levegőjéből felszed 7 ccm. oxigént és cserébe ad 8 ccm. szénsavat. Ez a gázcsere teszi a *tüdő-lélegzés* (mások szerint *külső-lélegzés)* lényegét. *Igy alakul át a tüdőben az oxigénben aránylag szegény, szénsavban gazdag, sötét, szinte fekete-piros, szederjes, vénás vér szénsavban szegényebb, de viszont oxigénben gazdagabb, élénk, mosolygó-piros, artériás vérré.* A szederjes, vénás vér bénítja, a mosolygó artériás vér élteti, táplálja a szöveteket.

A tüdőből a vér a szíven át a test legkülönbözőbb szöveteibe jut és ott oxigént ad át a szöveteknek, s cserébe felszed szénsavat. Minél erősebben dolgozik a szövet, amelyen a vér átszalad, annál nagyobbak lesznek a változások.

A dolgozó izomban a vér oxigéntartalma 7%-kal csökken, szénsavtartalma 8%-kal nő.

* 140 hektoliter levegő fordul meg 24 óra alatt 80 kilós ember tüdejében.

** A % gázoknál térfogatszázalékot jelent, pl. itt 100 ccm. vér 8 ccm. szénsavat veszít stb.

Az izom elrabolja a vérnek oxigénjét és cserébe dobja helyette az élő anyagot, az életet megbénító szénsavat. Az élénkpiros, éltető artériás vér ismét oxigénben szegény, szénsavban gazdag, fekete, szederjes vérré változik. Ez a gázkicserélődés a *szövet-lélegzés* (mások szerint *belső-lélegzés*), mely éppen ellentéte a tüdőben lefolyónak. A szövetek, az *élősejtek eszik az oxigént és szénsavval árasztják el környéküket.* A szövetek élnek a vér rovására, egy-kettőre hasznavehetetlenné teszik, de tovább szalad újra a tüdőbe, ahonnan helyreállítva, rózsáspirosan tér vissza újra és újra megrablói közé.

Igy jutnak szöveteink a szükséges oxigénhez és szabadulnak meg a káros szénsavtól. *Az oxigénből, az élénkpiros vérben az élet mosolyog felénk, a szénsavból, a szederjes sötétszínű vérben a fekete halál int felénk.* A szakadatlan oxigénfogyasztás és szénsavtermelés, amit közös néven az élő anyag gázforgalmának nevezünk, egyik *legfeltünőbb, legjellemzőbb vonása az élet alapját alkotó anyagcsere-folyamatoknak.* Élő sejtjeink milliárdjainak gázforgalmát bonyolítja le szünet nélkül forgó vérünk és ritmusos lélegzésünk. Nem a tüdőnek, nem a vérnek, mint valaha hitték, kell a rengeteg oxigén, nem abban keletkezik literszámra a szénsav. *A tüdő és vér csak átmeneti állomások,* amelyeken keresztülvándorol ellenkező irányban e két gáznemű anyag. Az ember testét a levegő gázainak alig átjárható bőr borítja be, ez elzárja a külvilágtól — a levegőtől — a testünket alkotó sejtmilliárdok tömegét, pedig levegő azaz oxigén nélkül nincs élet. A forgó vér tartja fenn a szakadatlan érintkezést a légkör és a test bármely benső pontja között, hogy ezt megtehesse az egyik pillanatban a tüdő-kapillárisokon halad át és ott 50—100 □ méteres felületen keresztül benső csereviszonyba lép a körlevegővel, a másik pillanatban már a szöveteinkben csúszik tovább a millió meg millió hajszáléren, érintkezve az élősejtek milliárdjaival.

Tudjuk immár a lélegzés lényegét, de bizonyára felébred bennünk a gondolat, hogyan alkalmas a vér — e vizes folyadék — a gázok szállítására. Minden 100 ccm.-e vérünknek 60—70 ccm. gázt hordoz magában. Hogyan történik ez? Minden folyadék a vele érintkező gázokból bizonyos mennyiséget felold. A pohár ivóvíz, amely asztalunkon áll, feloldja lassan a levegő bizonyos részletét. Az oldott gázok ép úgy nem láthatók, mint ahogy eltünik az oldódó cukor vagy konyhasó a vízben. A vízben élő állatok az oldott oxigénből élnek. Amint az anyagok oldhatósága nem egyforma, éppúgy a gázok oldhatósága is különböző. Nem is tekintve, hogy az egyik gáz jobban oldódik a vízben, a másik rosszabbul; az oldott gázmennyiség függ a gáznyomástól és a hőmérséklettől. A szódavízben nagy nyomás alatt sok szénsav oldódik, a forró vízből elszállnak az oldott gázok. Tudva ezt a legtöbben azt hiszik, hogy a vér feloldja és úgy szállítja az oxigént és szénsavat. A tévedés ez irányban csakhamar kiviláglik, ha összehasonlítjuk a víz gázoldó képességét a vér gáztartalmával. 100 ccm. víz a vele érintkező levegőből csak 8 ccm.-t old, a vér pedig 60—70% gázt hordoz magában.* Nem egyszerű gázoldásról van tehát itt szó. Az oxigén és a szénsav *nem mint oldott anyagok, hanem mint laza, könnyen keletkező, de éppúgy könnyen felbomló vegyületek szerepelnek*

* 100 ccm. artériás vér tartalmaz 20% oxigént, 40% szénsavat és 1% nitrogént.

a vérben. A vegyi összeköttetés mellett ugyanis a gáz éppen úgy eltűnik a folyadékban, mint az oldott gáz. Az oxigén a vörös-vérsejtek hemoglobinjával lép vegyi összeköttetésbe. 100 gramm vér 14 gramm hemoglobint tartalmaz, ez szükség esetén 21 ccm. oxigént tud kötni és szállítani. A szénsav megkötését egyrészt a plazma szénsavas sói (szóda bikarbóna), másrészt a vér összes fehérjéi teljesítik. Az oxigénszállítást egyedül a vörös-vérsejtek hemoglobinja végzi, a szénsav-szállítást azonban nemcsak a plazma sói és fehérjéi, hanem a fehér- és vörös-vérsejtek is teljesítik, mert minden sejt fehérjetartalmú s így szénsavkötésre alkalmas. A hemoglobin maga is, amely vasalkotó részével köti az oxigént, fehérje-részével szénsavat is tud szállítani.

Tisztáztuk tehát a vér gázkötő sajátságát, de még mindig nem mondtuk meg, mi űzi, hajtja, mi készteti e gázokat, hogy az egyik folytonosan befelé, s a másik vele ellenkezőleg kifelé vándoroljon. A lélegzésre nemcsak az fontos, hogy az oxigén és a szénsav a mondott irányban haladjanak, hanem szükséges, hogy kellő mennyiségben, kellő sebességgel végezzék útjokat.

A következő példák megvilágítják e dolgok lényegét. Ha a levegő 30% szénsavat tartalmaz, állatot, embert megöl, még akkor is, ha van benne bőven oxigén. Ilyen légkörben az emberek majdnem egy szempillantás alatt öntudatukat vesztik s utána rövid idő multán meghalnak. A szénsav okozta halálesetek elég ismeretesek. Mélyen fekvő zárt pincéket kitölthet az erjedő must szénsava. Az égő gyertya ilyen helyen kialszik, s a belépő ember szótlan esik össze. A nápolyi kutyabarlangban *(grotta di cane)* a levegőnél nehezebb szénsav elárasztja a föld felszínét, s ez okozza az embernél alacsonyabb kutya halálát. Ime a szénsav, amely 40—50%-ban található a vérben, megöli az embereket még akkor is, ha bőven van mellette oxigén. Miért van ez ? itt nem szerepelhet az oxigénhiány, hanem csakis a szénsavhalmozás. Ha künn a levegőben 30% szénsav van, akkor nem tud a testből az élet alatt képződő szénsav kivándorolni, mert *kívül nagyobb a szénsav nyomása mint a test belsejében.* A szénsavhalmozás iránt elannyira érzékeny agyvelőnk rögtön öntudatlanságba esik, amit csakhamar követ a halál. Épp úgy halált okoz, ha az oxigén nyomása a légkörben igen kicsi, mert nincs ami hajtsa az oxigént kellő sebességgel befelé. Minél magasabbra emelkedünk a tenger szine fölé pl. léghajón, annál kisebb lesz a levegő nyomása, egyre ritkább és ritkább levegőrétegekbe jutunk, ahol a légnyomással (barométerállással) arányosan kisebbedik az oxigén nyomása is. 9000 méter magasságban már annyira ritka a levegő, hogy — mint szomorú léghajótapasztalatok igazolják — az emberek elveszíthetik életüket, nem azért, mintha ott fenn nem volna oxigén, de annyira ritka, oly kicsi a nyomása, hogy nem tud kellő sebességgel testünkbe vándorolni. Igy pusztultak el 8600 m. magasságban Sivel és Crocè-Spinelli. Harmadik utitársuknak, Tissandiernak volt még annyi ereje, hogy intézkedett a léghajó leszállását illetőleg és bár utána ő is elvesztette eszméletét, a mélyebb levegőrétegekben ismét magához tért. Átlag 4500—5000 m. magasságban a legtöbb ember már roszszúl érzi magát, 8500—9000 m. magasságban pedig a halállal játszik.*

* A Ferenc-József-csúcs 2664, a Mont-Blanc 4810, az Ararát 5157, a Gaurisankár 8840 méter magas.

Úgy a szénsav, mint a ritka levegő okozta halálesetek eléggé igazolják, hogy kellő nyomásviszonyok nélkül nincs meg a gázok megfelelő vándorlási sebessége. Minden gáz alapsajátsága, *hogy igyekszik a rendelkezésére álló tért teljesen egyenletesen betölteni.* Az égő gyertya hiába fogyasztja szüntelen az oxigént, nem tud maga körül oxigénmentes környéket teremteni, mert ha fogy valahol az oxigén, a szomszéd helyekről tódul oda. Különféle viszonyok között a gázok terjeszkedési törekvése más és más ; megfelelő eszközökkel e törekvés lemérhető és mint nyomás higany-milliméterekben kifejezhető. Meghatározták az oxigén és szénsav nyomását a légkörben, a vérben és a szövetekben. A kapott eredmények világosan mutatják, hogy miért vándorol a szénsav kifelé és az oxigén befelé. A légkörben az oxigén nyomása kerekszámban 160 mm., szöveteinkben 0 mm., viszont a szénsav nyomása szöveteinkben 70 mm., de a légkörben majdnem 0. Az élő anyag az oxigént megköti és nyomását eltünteti, ezért tódul belé minden átjárható úton az oxigén, de viszont szénsav termelésével a környezeténél nagyobb nyomást teremt, s ezért száll a szénsav tovább belőle. *Az egysejtű állatnak nem kell vérkeringés és nem kell külön lélegző-felület, az élő anyag olyan mint az égő gyertya, minden ponton szaladnak belé az oxigén- és távoznak belőle a szénsav-molekulák.* Mellékesen jegyezzük meg, hogy a hatalmas (50—100 m^2) tüdőfelületen át oxigénen kívül a testünkbe kerülhet por, főkép szénpor, különféle baktériumok, éter- és kloroformgőz stb. Minél öregebb valaki, annál több a szénpor a tüdejében és a tüdő nyirokcsomóiban, ez mikroszkóp alatt látható. Operációk előtt, altatásnál az étert és kloroformot belélegzik a betegek. A tüdőfelületen távozhatnak testünkből szénsavon és vízpárán kívül éter- és kloroformgőz, alkohol, metángáz stb. Berúgott ember lehelete alkoholszagú, ez is a tüdőn keresztül jön ki. Szarvasmarha belében a szénacellulóze erjedése igen sok metángáz keletkezésére vezet, ennek jó része a tüdőn át távozik, ezért kilehelt levegőjében sok a metángáz. Az állandó gázcserével kapcsolatosak lehetnek ily mellékes gázcserék is a tüdőn át.

Ha átértettük a tüdőfelület jelentőségét, akkor nem ütközhetünk meg azon, hogy a tüdőfelületet más felületek is helyettesíthetik. A béka főkép a bőrén át lélegzik, a halak pedig a kopoltyúkon. A kopoltyú tulajdonkép óriási felületet képvisel, amely bőven érintkezik a vízzel. A halak a víz oldott oxigénjét használják el.

4. A táplálkozás: emésztés és felszívódás.

Az emberi test anyagi fenntartása súlyos feladatot ró minden egyes emberre. A *tápláló anyagoknak* megszerzése oroszlánrészét teszi az élet küzdelmeinek, ez teszi első sorban a megélhetés harcát. Ez adja annak a nyüzsgő valaminek, amit társadalmi szempontból élet alatt értünk, belső, titkos rugóit, ez mozgatja az embermilliókat az élet harcában.

A *levegő oxigénje* ugyanis mindenkinek rendelkezésére áll. Ezt a testünk fenntartásához folytonosan szükséges anyagot minden előzetes fáradozás nélkül bocsátja rendelkezésünkre a körlevegő. Nem kell munka árán megszereznünk, észrevétlenül vándorol belénk. A föld felületén, a körülöttünk levő 100 kilo-

méteres hatalmas levegőrétegben óriási készlet áll rendelkezésére a földet benépesítő megszámlálhatatlan sokaságú élő világnak.

Egészen másképp vagyunk a táplálkozáshoz szükséges, a szó szoros értelmében vett tápláló anyagokkal. Csak igen ritkán és igen kevés esetben adja ezeket a természet minden előzetes fáradozás, minden ráfordított munka nélkül, mint például a vizet, a sót, a vadon termő gyümölcsöket stb. A tápláló anyagokat legtöbb esetben fáradságos munkával kell megszereznünk.

Nos, mindenekelőtt ismerkedjünk meg ama szervekkel, amelyekben végbemegy a tápláló anyagok feldolgozása. A magasabb rangú állatok mindegyikén hosszú csatorna, ha tetszik: alagút, vezet keresztül; kezdődik a szájjal és végződik a bél utolsó részletével. A csatorna az emberen 8 méternél hosszabb s meglehetősen szűk, a legtöbb helyen átmérője 3 centiméter, csak két helyen tágasabb: a szájban és a gyomorban. Szokásos az egész rendszert *táplálócsatornának* nevezni.*

A laikus előtt a legismertebb része a táplálócsatornának a *szájüreg* a 32 foggal és a nyelvvel. Az orrüreg alá esik: a kettő között vízszintes választófalat alkot a *szájpadlás*, amelynek elülső része csontos, hátulsó része lágy, húsos, ez utóbbi a lágy szájpad, mely a nyelvcsapban végződik. Ha valakinek nyitott száján át a torkába nézünk, a szájpadlás végéről tompa csúcsú húsos részt látunk középen lenyúlni, ez a *nyelvcsap* (uvula). Mögötte van a garat teteje, ide nyílik bele az orrüreg s két vékony csatorna, amely a két fül dobüregeibe visz (Eustach-féle csatorna). Vannak kis gyermekek, akik kettéhasadt szájpadlással, ú. n. *farkastorokkal* születnek; a szájpadlás közepén látható hasadék az orrüregbe vezet. Ez a fejlődési rendellenesség nagy zavarokat okoz az evésnél és beszédnél, de szerencsére elég jól operálható, különösen, ha a gyermek még csak 1—2 éves. A farkastorok igen sokszor együtt jár a nyúlajakkal, t. i. azzal a rendellenességgel, mikor a felső ajkat az orr alatt hasadék osztja szét két részre, ami szintén fejlődésbeli hiba.



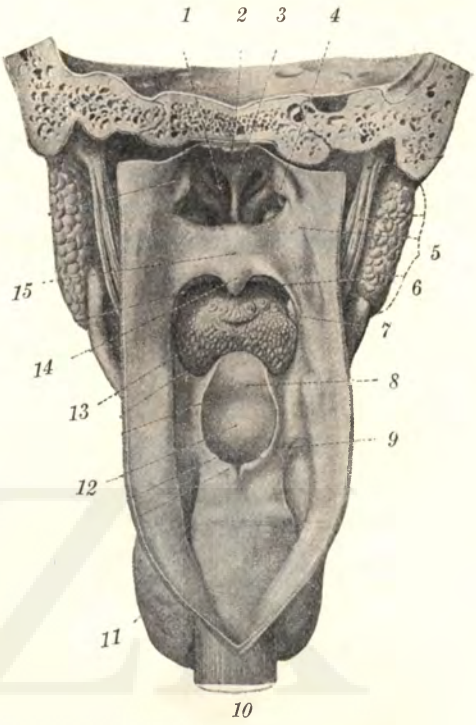
158. ábra. A nyitott száj feneke. Középen a lágy szájpad lecsüngő része, a nyelvcsap (uvula) látszik, amelytől jobbra, balra oldalt a szájpadívek között fekszenek a dudoros felszínű mandulák (tonsilla). A nyelvcsaptól, szájpadívektől és mandolától körülvett szűkebb hely, a torok átmenetet alkot a szájüreg és a garat között; leghátul a garat felszínét látjuk.

A szájüreg hátrafelé átmegy a garatba; az átmenetet alkotó szűkebb gyűrű a *torok* (158. ábra). A torok alját a nyelv hátsó része, tetejét a nyelvcsap és a lágy szájpadlás szélei alkotják, két oldalán helyeződnek el a mandulák (tonsilla). Ezek nem egyebek, mint fehérvérsejt-készítő helyek. Egyes egyéneknél gyulladásokra hajlamosak, ilyenkor megdagadnak, pirosak és fájdalmasak. Sokszor ismétlődő gyulladások eredménye az lehet, hogy

* A táplálócsatorna egyes részeinek hossza: szájüreg 10 cm., garat 12 cm., nyelőcső 25 cm., gyomor 30 cm., vékonybél 6 méter, vastagbél 1·5 méter: összesen tehát átlag 8 méter 27 cm. hosszú

állandóan a rendesnél nagyobbak és minduntalan kellemetlenségeket okoznak, amit legjobban a mandulák kivételével szüntethetünk meg. Egyike a leggyorsabb operációknak az ily mandula-kivétel. A gyermekekre oly veszedelmes diftéria is a torokmandulákon kezdődik.

Az orron és a szájon át hátul közös üregbe jutunk, ez a *garat* (159. ábra). A tetején van a garatmandula, felső része az orrüreg mögé esik, ebbe nyílnak bele a dobüregbe vezető finom fülcsövek. Középső része a szájüreg mögött, alsó része a gégebemenet mögött van; lefelé a nyelőcsőbe folytatódik. Nevezetes hely ez; az alig 12 cm hosszú üreg olyan, mint valami tér, amelybe több oldalról más-más irányba vezető utak torkollanak. A garat falát erős izomrétegek, a garat-fűző izmok alkotják, amelyek a nyelésnél a főszerepet viszik; az összerágott pépes falatot ezek préselik ki a nyelőcsövön át a gyomorba. A garat-fűző izmok tekintélyes erővel dolgoznak; példa reá, hogy vannak egyének, akik fejen állva, avagy fejjel lefelé függő helyzetben enni és inni tudnak. A nyelés azonban mégsem olyan egyszerű. Képzeljük el, hogy a tenyerünkben pépes, csúszós iszapot tartunk s hirtelen összezárjuk öklünket; ilyenkor alul, felül és ujjaink között mindenütt kibujik a pép. Épp így volna ez a garatnál is: a nyáltól csúszós, összerágott pép — ha összehúzódnak a garat-fűző izmok — bejuthatna az orrüregbe, a fülcsövekbe, vissza a szájba, be a gégébe. De a garat-fűző izmok erélyes összehúzódását megelőzőleg a lágy szájpad a lecsüngő nyelvcsappal elzárja az utat az orr felé, hasonlókép elzáródnak a nyílások a száj és gége felé, s így csak egy út marad szabadon, a nyelőcsőbe vezető. Megértjük most már, miért nem tudunk nyitott szájjal nyelni, vagy csak igen nehezen. Ha cigányútra jut valami, mint mondani szokás, akkor a gége felé való zárás volt hibás, s mivel a gégebemenet rendkívül érzékeny, ha véletlenül bejutott ide valami, igen erős köhögést vált ki. Ha a gyereknek diftéria után múló lágy szájpadbénulása van, iváskor a víz

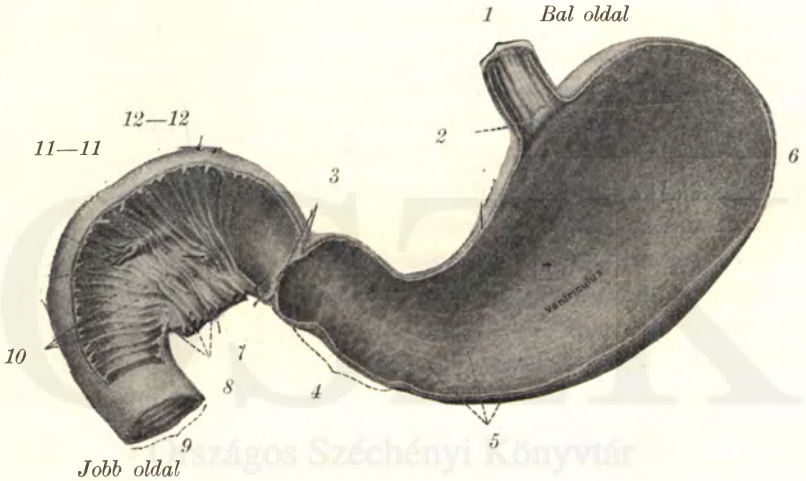


159. ábra. Az emberi garat hátulról felhasítva. A torok itt hátulról látható, az előbbi ábrán pedig elülről. A garat összehúzódása a nyelés legfontosabb mozgása; a garat különben találkozási helye a fül dobüregébe vezető Eustach-kürtöknek, az orr- és szájüregnek, a gégének és nyelőcsőnek. Legfölül szembe látjuk az orrüreg benyílását, középen a szájüreg nyílását kitölti a nyelv gyöki része, alatta a gégebemenet látható. 1. orrkagylók, 2. garatmandola, 3. orrsövény, 4. az Eustach-kürt benyílási helye, 5. fültőmirigy, 6. lágy szájpadívek, 7. torokmandola, 8. gégefedő, 9. a gégeideg nyoma, 10. nyelőcső, 11. pajzsmirigy, 12. gégebemenet, 13. a nyelv gyöke, 14. nyelvcsap — uvula — hátsó felszíne. 15. lágy szájpad hátsó felszíne.

egy része az orron át folyik ki. A garat hátsó fala a nyaki gerincoszlopon fekszik.

A garat alsó végén átmegy a *nyelőcsőbe*. Ez a nyakon a gégecső mögé esik, azután evvel együtt lép be a mellkas üregébe, és a szív mögött és a gerincoszlop előtt fut lefelé, átfúrja a diafragmát. 25 cm. hosszú izmos csatorna; kardnyelők, mint valami hüvelybe, ide dugják bele a kardot és egyebet. A nyelőcső a hasüregbe jutva, csakhamar átmegy a gyomorba.

A *gyomor* az egész táplálócsatornának legtágasabb része. Felnőttnél 2—3 liter, sőt még nagyobb is lehet a befogadó képessége; egyének szerint nagyon változó ez. A gyermek gyomra sokkal kisebb, igen kicsi a



160. ábra. Az emberi gyomor (ventriculus) belseje, az elülső fele hiányzik. A vékonybél patkó alakú kezdete is látható; ide ömlik a bélnyál és az epe. 1. nyelőcső, 2. gyomorkapu (cardia), 3. bélkapu (pylorus), 4. gyomorcsúcs, 5. a gyomor redős belső felszíne, 6. gyomoralap (fundus), 7. a fehérmáj kivezető csövének nyílása, 8. vékonybél ráncok, 9. a vékonybél keresztmetszete, 10. apró gombostűfejnyi nyirokcsomócskák, 11. és 12. a fehérmáj és az epevezető csövek nyílásai.

csecsemőé. Minél kisebb a gyomor befogadó képessége, annál több részre kell a napi szükséges ételmennyiséget elosztanunk. Ez magyarázza meg, hogy a csecsemőket minden 3—4 órában kell szoptatni; a gyermek átlag ötször eszik naponta, a felnőtt csak háromszor. A gyomornak megnyúlt körte alakja van (160. ábra), *vízszintesen* nyúlik el a boltozatos diafragma alatt. A körte szélesebb része, a *gyomoralap* (fundus) bal felé néz, a csúcsosabb vége, a *gyomorcsúcs* (pylorus) pedig jobb felé. A gyomortól balra s kissé hátrább helyezkedik el a *lép* (l. melléklet 180. lap), tőle jobbra, részben előtte fekszik a *máj*. A gyomornak keskeny, csúcsos jobboldali vége egyenesen a vékonybélbe folytatódik; a határon erős gyűrűalakú izom zárja el a gyomor üregét a vékonybél felé. A nyelőcső a gyomornak nem a bal végén, hanem felül, mintegy a körte oldalán nyílik bele a gyomorba. Ezt a nyílást szintén gyűrűs izom zárja el.

A gyomornak tehát két nyílása van, mind a kettőt állandóan gyűrűs izmok zárják. A felső nyílás, a gyomorkapú *(cardia)*, három esetben nyílik meg: nyeléskor, böfögéskor és hányáskor. Az üres gyomor egészen összehúzódik, nem tátong, nem lötyög.

Ha eszünk, a gyomor lassan megtelik és ez többféle változást okoz:

1. A telődés arányában tágul, enged a gyomor; de mindig szorosan veszi körül tartalmát. Természetes, hogy a telődéssel alakja, súlya és így helyzete is megváltozik; az ételek legnagyobb része a körte széles részén helyeződik el, azért ez a rész előredől.

2. A bejutó ételek súlya s egyéb ingerlő sajátsága élénk mozgásba hozza a gyomorfalat. Az üres gyomor nem mozog, a falát alkotó izomrétegek össze-



161. ábra. Az emberi vékonybél patkó alakú kezdete (duodenum) a fehérmájjal elülről. A végighasított fehérmájban láthatók a fő kivezető csövek; a fehérmáj 100 grammos mirigy, körülbelül $^1/_2$ liter bélnyálat ad 24 óra alatt. A fölvágott vékonybélnek ráncos belseje látszik. 1. a duodenum felső vége, 2. a fehérmáj kisebbik kivezető csöve és 3. benyílása a bélbe, 4. a fehérmáj fő kivezető csövének benyílása, 5. a fehérmáj feje, 6. a duodenum alsó vége, 7. a fehérmáj teste, 8. a fehérmáj farka, 9—10. a fő kivezető cső.

húzódottan nyugosznak. Legélénkebb a hullámzó, húzódó mozgás a körte keskeny részén. A gyomormozgás célja az ételek keverése és a már oldott részletek továbbítása. Csalódunk, ha azt hisszük, hogy a gyomorban a keverés valami tökéletes. A gyomorból igen gyorsan tűnik el a víz, és így a tartalom szárazabb, pépesebb és nehezebben lesz keverhető.

3. A bejutó ételek okozzák azt is, hogy a bélbe vivő nyílás rendetlen időközökben ismételten megnyilik s a már eléggé oldott pépet a bélbe bocsátja. Addig ismétlődik ez, míg a gyomor teljesen ki nem tisztul; ezután ismét állandóan bezárul a vékonybél kapuja.

A gyomorban az ételek hosszu időt töltenek, nagy ebéd után 5—6 óráig is elidőzhetnek benne. A gyomor bizonyos fokig arra való, hogy az egyszeri étkezéssel felvett ételmennyiség elhelyeztessék addig, míg részletekben a vékony-

bélbe juthat a végleges feldolgozásra. A vékonybél dolgozza fel igazán az ételeket. A *tápláló csatornának a legfontosabb része a vékonybél* és nem a gyomor, mint igen sokan hiszik. A gyomor például hiányozhatik is, amint azt állatkísérletekkel igazolták. A gyomrától megfosztott kutyát életben tudták tartani, sőt meg is hizlalták. Előfordult már embereknél is, hogy a gyomornak tekintélyes részét ki kellett venni rákos elváltozások miatt és az illetők hosszú időt eléltek, sőt híztak is még utána.

A *vékonybél* a tápláló csatorna leghosszabb része, 6 méter hosszú, körülbelül 3 cm. átmérőjű. Kezdődik a gyomor után patkóalakú résszel, amelynek *duodenum* a neve. A duodenum igen közel esik a gerincoszlophoz, erős szalagok kötik hozzá, úgy hogy nem tolódhatik ide-oda, mint a vékonybélnek többi része. Nevezetes példarab ez: a patkó hajlásában fekszik a *fehérmáj* (pankreasz) feje (161. ábra), amely vízszintesen hosszan nyúlik el a gyomor mögött balfelé. A duodenumba ömlik bele a májtermelte epe és a fehérmáj váladéka, a *bélnyál*, itt keverednek ezek össze a gyomorból jövő pépes, tejfölszerű tartalommal. A duodenum hossza mindössze $^1/_4$ méter. A vékonybél többi része meglehetős szabadon lóg a bélfodornak nevezett erős hashártyaszalagon; hurokszerű csavarodásai elfoglalják a hasüregnek legnagyobb részét, sőt a medence üregébe is leérnek. Mozgásuk elég szabad. Több méteres lefutás után belenyílik a vékonybél a vakbélbe; ennek a helynek vakbélkapú a neve. A vékonybélnek a duodenum patkója után következő részét az anatómia jejunumnak nevezi, a vékonybél alsó 1 méterét pedig ileumnak. Hastífusznál az ileum a betegség székhelye, itt támadnak a legsúlyosabb változások, amelyek néha a bél kilyukadására vezetnek.

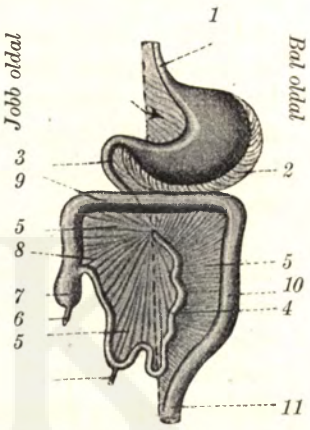
A *vakbél* tulajdonkép kezdete a másfélméteres *vastagbélnek*. Jobb oldalon, a lágyék tájékon fekszik; a vékonybél elég magasan oldalt nyílik belé, alul csenevészes kis nyúlványa van, a féregnyúlvány (162. ábra). Ez utóbbi nem egyszer igen nagy bajoknak okozója. Fejlettsége igen különböző, legtöbbször kisujj hosszuságú s annál vékonyabb, vakon, zsákutcaszerűen végződő csövecske, amelynek belső világa egyenesen közlekedik a vakbéllel (41. ábra). Az egész vakbél alkalmas arra, hogy a tartalom benne visszamaradjon hosszabb időre. Ez a pangó tartalom vakbélgyulladásokra vezet; az ilyen gyulladás kiinduló pontja igen gyakran a féregnyúlvány. A vakbélgyulladás átterjedhet a vakbél körül fekvő részekre, súlyos gennyedéseket okozhat, s nem egyszer oda vezet, hogy a féregnyúlvány egy vagy több helyen kilyukad. Manapság minduntalan hallunk vakbélgyulladásokról. Sokan úgy beszélnek róla, mint valami új betegségről, ami azelőtt nem volt; ez bizonyára tévedés, mert azelőtt is sokan pusztultak el benne, azonban csak az újabb időben terelődött reá a figyelem a boncolások és a sebészi gyógyíthatóság révén. Kellő időben operálva, a baj meggyógyítható a féregnyúlvány, esetleg a vakbél kimetszése által.

A vakbél után a vastagbél további szakaszai a felmenő rész, a vízszintes rész, a leszálló rész, az S-alakú hajlás és végre a végbél. A *felmenő rész* a jobb oldalon eljut a májig, itt derékszögben áthajlik a *vízszintes részbe*, amely harántul fekszik a duodenum és fehérmáj előtt a gyomor alatt. A vízszintes rész a májtól átmegy a lépig, ahol ismét derékszögű hajlással a *leszálló függélyes részbe* jutunk,

amely a baloldalon lemegy a csípőcsontig és *S-alakú hajlással* a medencébe folytatódik. A vastagbél utolsó részlete, a *végsőbél*, a medencében fekszik; ezzel a szájnál kezdődő körülbelül 8 méter hosszú kanyarulatos alagútnak, a táplálócsatornának másik végére jutottunk.

Úgy a vékony-, mint a vastagbelek, ha üresek, összehúzódottak és nyugton maradnak. Ha a gyomorból pépes anyagok jutnak a duodenum elejére, mozogni kezd a bél; minél több anyag jut belé, annál élénkebb a mozgása. A legfontosabb bélmozgató inger a tartalom súlya.

A belek mozgásának nem annyira a keverés, mint inkább a tartalom továbbítása a főfeladata. Ezt a sajátságos mozgást közvetlenül láthatjuk, ha az elaltatott állaton megnyítjuk a has falát. Ilyenkor azt vesszük észre, hogy különböző pontokon gyűrűszerűleg befűződik, összehúzódik a bél, s ez az összehúzódás átterjed a szomszédos pontokra, s onnan megint tovább. Ezt a tovahaladó gyűrűszerű befűződést nevezték el *bél-perisztaltikának*. E mozgás úgy továbbítja a tartalmat, mintha valamely csövet egy ponton ujjaimmal összeszorítanék, s onnan kiindulva két irányba végig húznám rajta összeszorított ujjaimat. Ezenkívül látjuk azt is, hogy az egyes bélrészletek egymás felett elcsúsznak, eltolódnak, tovahengeredrednek, ez utóbbi mozgás azonban kisebb fontosságú. Még csak arra akarjuk az olvasó figyelmét felhívni, hogy a szabadabban eltólható bélrészletek hosszabb hashártya-lemezeken lógnak, amelyek a gerincoszlopnak megfelelő hátsó hasfaltól indulnak el (162. ábra).



162. ábra. Az emberi bélrendszer vázlatos rajza áttekintés szempontjából. 1. Nyelőcső, 2. gyomor, 3. duodenum, 4. vékonybél, 5., 5., 5. a vékonybél fodra, 6. féregnyulvány, 7. vakbél, 8. felmenő vastagbél, 9. vízszintes vastagbél, 10. leszálló vastagbél, 11. végsőbél.

Befejeztük ezzel a táplálócsatorna rövid áttekintő ismertetését. Látjuk, hogy a rajtunk keresztülvivő csőrendszernek olyan a berendezése, hogy az elején bekerülő anyagok bizonyos idő alatt, ha itt-ott hosszabb ideig hevernek is, végül keresztülvitetnek rajta. A szájtól a gyomorkapúig többrétegű lapos hám béleli ki a táplálócsatornát; a gyomorkapútól végig egyetlen egy hengeralakú sejtréteg. Az egész csatorna belső felszínét vékony nyálkaréteg fedi akkor is, ha üres; épp úgy, ahogy az orr belseje vagy a szájüreg mindig nedves, azonképen az egész táplálócsatorna felülete is végig nyirkos.

A hosszú táplálócsatorna feladata az ételek olyatén átalakítása, hogy azok a vérbe felvehetők legyenek. Az ételeknek ez az átalakítása és feloldása teszi az *emésztés folyamatokat*. A feloldott táplálékok felvételét a vérbe *felszívó-folyamatnak* nevezzük. Ez a két folyamat vezet oda, hogy az ételek feldolgozható része a vérbe kerül. A keringő vér szállítja el az átformált táplálóanyagokat a test legkülönbözőbb pontjaira, ő viszi el a milliárdos sejttársaság minden egyes legkisebb tagjának a napi munkához, a napi élethez szükséges anyagokat. Valamint a lélegzésnél megállapítottuk, hogy a tüdőn keresztül felvett oxigént

a forgó vér juttatja el testünk minden egyes mikroszkópi pontjára, épúgy látjuk most, hogy ugyanaz a forgó vér viszi, szállítja a bélben felszedett, vízben oldott táplálóanyagokat a testben szerteszét.

I. Az emésztés-folyamatok.

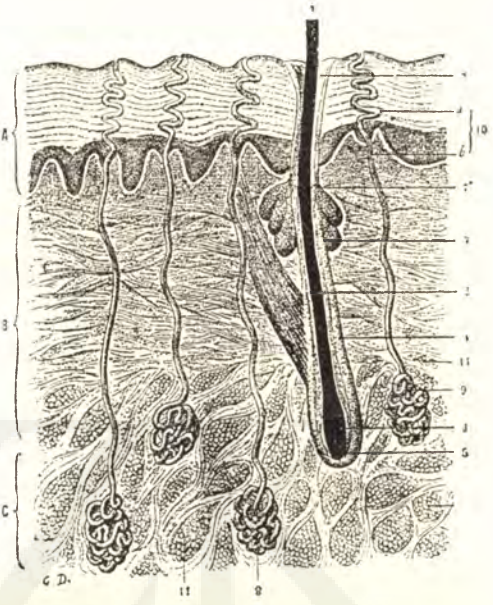
Valaha azt hitték, hogy a táplálócsatornában az ételek mindössze kétféle változáson mennek keresztül: először a rágás révén eldarabolódnak s apró részekre morzsolódnak szét, másodszor az így felaprózott ételek egyszerűen feloldódnak. Később kitünt, hogy az emésztésnél a legtávolabbról sincs egyszerű oldódásról szó, manapság pedig tudjuk, hogy a bejutó ételek bonyolult vegyi változások egész során mennek keresztül, amelyek fokozatosan oda vezetnek, hogy az egyes részek vízben oldhatókká és így felvételre alkalmasakká lesznek. A bonyolult vegyi változások nem maguktól, hanem bizonyos mirigyváladékok hatására jönnek létre. A táplálócsatornához egész sora tartozik a mirigyeknek, amelyek különböző nedveket, ú. n. váladékokat készítenek.

Az ily mirigyek kétfélék: 1. vannak *különálló nagy mirigyek*, amelyek váladéka külön csövecskén folyik be a táplálócsatornába, e csövecskék a boncolásnál legtöbbször szabad szemmel is egész könnyen kikereshetők. Ilyen nagy mirigyek a máj, a fehérmáj (pankreas) és a három pár nyálmirigy (parotis 164. ábra, submaxillaris és sublingualis). A mirigyek szerkezetéről és működéséről talán a legtisztább képet úgy kapjuk, ha a tehén tőgyére gondolunk. Nem egyéb ez, mint hatalmas mirigy, amely a tejet készíti. Ha a telt tőgyet kellőleg összenyomjuk, kijön belőle a váladék; ha kifejtük a tőgyet, hosszabb ideig kell várnunk, míg tejjel újra megtelik. A mirigyek tulajdonkép hatalmas sejthalmazok, amelyek között mindenütt finom csatornarendszerek képződnek; ezek végül összeszedődnek, összefutnak a mirigy kivezető csövébe. A legfinomabb csatornákat körülvevő sejtek készítik a váladékot. A szükséges nyersanyagot a vérből, a körülöttük levő gazdag érhálózatból veszik.

Volt idő, mikor azt tartották, hogy a mirigysejt-halmazok nem egyebek, mint szűrőkészülékek. A különböző váladékokat a vérből leszűrt anyagoknak tartották, s azt hitték, hogy ha a vér az emlő mirigysejtjén szűrődik át, tejet ad, ha a máj sejtjén megy keresztül, epévé alakul. E régi felfogás teljesen hibás. Tudjuk pl., hogy a tej lényeges alkotórészei a sajtnak megfelelő fehérje, a vajat alkotó zsír és az édes ízt adó tejcukor. A vegyi elemzések könnyen kiderítették, hogy a vérben sem a sajtfehérje, sem a vajzsír, sem a tejcukor nincs meg. Nem szűrők a mirigyek, hanem inkább kis vegyi gyárakhoz hasonlók; munkásai a mirigysejtek, amelyek a vérből szedik a nyers anyagokat és abból maguk készítik a váladékot. Ha visszagondolunk a vegyi anyagok beláthatatlan sorára, amit a növényi és állati sejt protoplazmája termelni tud, természetesnek fogjuk találni, hogy bizonyos sejtek tejet, mások epét, mások gyomornedvet készítenek, éppen úgy, mint vannak sejtek, amelyek maguk körül cellulózét, mások csontot és ismét mások porcogót stb. termelnek. A mirigyek váladéktermelő tehetsége igen nagy lehet. A tehén tőgye 24 óra alatt könnyen

készít 10 liter tejet (10 liter tejben körülbelül 350 gramm sajtfehérje, ugyanannyi vajzsír s valamivel több tejcukor van), amelyben több mint egy kiló olyan anyag fordul elő, amelynek a tehén vérében nyoma sincs. A dolgozó mirigy, éppen úgy mint a dolgozó izom, felmelegszik; ha egy darabig dolgozott, pihennie kell, mert sejtjei elfáradnak, akár csak az izomsejtek. Minden mirigy más-más vegyi gyáracska; különböző anyagokat termelnek és hoznak forgalomba.

2. A mirigyek másik csoportja hasonlatos a verejtékelválasztó mirigyekhez. Bőrünk, különösen egyes helyeken, sűrűn tele van apró, csak nagyítóval látható, igen kicsiny mirigykékkel, amelyek mindegyikének csak mikroszkóppal látható külön kivezető csövecskéje van; ezek a csövecskék végtelenül apró, a tűszúrásnál is finomabb likacskákkal nyílnak a bőr felületén. E kis mirigyek készítik a homlokunkon megjelenő gyöngyöző izzadtságot. Téved az, aki azt hiszi, hogy az izzadtság egyszerűen kiszivárog a bőrön át. Az izzadtság sem egyéb, mint váladék, amely éppúgy készül e kis mirigyekben, akár a tej az emlőben. A legtöbb esetben a meleg váltja ki a verejtékadó mirigyek működését. Ilyenkor az izzadással védekezik a szervezet a meleggel szemben, mert midőn a verejték elpárolog a nedves bőrterületekről, fogyasztja a test melegét. De nemcsak a meleg tudja a verejtékmirigyeket működésre indítani, sokszor láthatjuk, hogy hidegben is erős lelki izgalmakra kiüt a veríték az ember homlokán. Nagy vérvesztéseknél hideg veríték borítja az ember testét.



163. ábra. Az emberi bőr keresztmetszése. *A* hámsejtek rétege, felül a sejtek elhaltak, elszarusodtak; alul élők. *B* tömött kötőszövet; a kikészített, kicserzett állatbőrök ezen rétegnek felelnek meg, ez tulajdonkép a bőr, *C* laza kötőszövet a bőr alatt. 1, 2, 3, 4, 5 szőrszál alul hagymájával, tüszőjéhez oldalt kis izmocska megy, 7—7 faggyúmirigykék, váladékuk a szőrtüszőbe ömlik, 9, 10 *a b* verejtékmirigykék gomolyszerű elválasztó résszel és felül csavaros kivezető csövecskével, 11 zsiros szövetterületek.

A verejtékmirigyekhez egészen hasonló berendezésű apró mirigykék végtelen sora található mindenütt a szájüreg falában, kevésbbé sűrűen helyeződnek el a nyelőcsőben, egymás hátán vannak a gyomor falában, elég sűrűen találhatók a vékony- és vastagbélben. Nem egyformák e kis mirigyek, belső szerkezetük egészen más mint a verejtékkészítőké; más sejtekből állnak a száj mirigykéi és egészen mások a gyomorbeliek. A száj mirigykéi készítik a nyúlós nyálkát, a gyomorbeliek a hígan folyó savanyú gyomornedvet, a bél mirigykéi a bélnedvet. Az emésztéskor szereplő összes mirigyeket a bejutó ételek ingerlő hatása indítja működésre.

A táplálócsatorna mirigyváladékai táblázatban összeállítva a következők :

Az emésztésnél szereplő mirigyváladékok.

(A kis mirigykék működése hasonló a verejték képződéséhez — a nagy mirigyeké a tejet adó emlők működéséhez.)

Váladékok	24 órai mennyiség literben	A váladékkészítés helye	Jellemző alkotórészei
Szájnyál	1—2.....	Készül 3 pár nagy, együttesen 70—80 grammos nyálmirigyben és a szájban, nyelvben stb. levő kis mirigykékben	* Nyáldiasztáze (ptyalin)
Gyomornedv ..	$^1/_2$—1 ? **	Készül a gyomorfal sűrűn elhelyezett kis mirigykéiben	Sósav (HCl 0·2—0·3%), * pepszin, * oltó (chymosin)
Epe	1	Készül az 1—$1^1/_2$ kilós májban	Epesavas sók (glykocholsavas natrium), epefestékek (bilirubin és változatai), koleszterin
Bélnyál	$^1/_2$—1	Készül a 100 grammos fehérmájban	* Tripszin, * zsírerjesztő (lipase), * béldiasztáze
Bélnedv	0·1	Készül a bélfal kis mirigykéiben	* Maltáze, * laktáze, * invertáze stb.

Könnyen tanulmányozható az emlőknek, a verejtékmirigyeknek működése, azonban nehezen lehet hozzáférni a belső mirigyekhez. Egész sorát végezték az állatkisérleteknek, amelyekkel nyomról-nyomra sikerült megállapítani, hogy milyen és mennyi váladékot adnak a különféle belső mirigyek, mi indítja meg működésüket, mi a váladékuk jelentősége. Szerencsétlen véletlenek módot adtak arra, hogy egyik-másik belső mirigy működése az emberen is tanulmányozható volt. Egyike a legismertebb példáknak a kanadai vadász esete, amelyről azt lehet mondani, hogy az emberi gyomorról való ismereteinknek alapját teszi. A szerencsétlen vadászt hasba lőtték, a lövés átfúrta a hasfalat és a gyomrot. Nem halt bele a sérülésbe, s hosszú idő múlva úgy gyógyult meg, hogy hasán tágabb nyílás maradt vissza, amely a gyomorba vezetett. Ezen keresztül közelebbről megfigyelhették a gyomor viselkedését különböző behatásokra ; hónapokon át gyűjtötték a megfigyeléseket és adatokat (Beaumont 1834). Épp ez a szerencsétlen eset adta azt az eredményekben oly termékeny eszmét, hogy álla-

* A csillaggal jelölt alkotórészek az emésztést végző erjesztők.

** A kérdőjel azt jelenti, hogy az embernél mindez ideig a pontos mennyiséget megállapítani nem lehetett.

tokat hasonlóképpen megoperáljanak s rajtuk is folytassák a kisérleteket és megfigyeléseket. A rendellenes, nem természetes nyílásokat, amelyek a test felületéről a belső üregekbe visznek, *fisztula* névvel jelöli az orvosi tudomány. Ma már egész sorozata van a különféle fisztula-módszereknek, amelyekkel állatokon a táplálócsatorna és a hozzá tartozó mirigyek működéseit igyekeznek felderíteni. A legújabb korban egyike a legkiválóbb kutatóknak e téren az orosz Pavloff. Vizsgálatai mély betekintést adnak az emésztő-mirigyek működésének finomabb viszonyaiba.

Az ez irányban végzett állatkisérleteknek közvetlen gyakorlati haszna, hogy ma már nem egyszer végeznek életmentő operációkat az ember gyomrán, epehólyagján és belein. Csak néhány adattal akarjuk még megvilágítani a fisztula-módszerek jelentőségét. Ha állatoknál a fisztulán keresztül bevilágítunk az üres gyomorba, s megfigyeljük belsejét, halvány, vékony nyálkaréteggel bevont felületet látunk magunk előtt. Ha a tollszár tompa végével párszor végigsimítjuk e felületet, az egész kipirul, megduzzad, s mint a homlokon a verejték, úgy gyöngyözik elő a szép tiszta gyomornedv az alig észrevehető apró nyilások ezrein keresztül. Ha hosszabb ideig ingereljük tollszárral a gyomorfalat, mozogni kezd, s mind több és több lesz a váladék. Negyed óra alatt akár féldeci, sőt egy deci gyomornedv gyűjthető. A kapott nedv víztiszta, savanyú folyadék, amelyet ha közelebbről vegyileg megvizsgálunk, meggyőződhetünk, hogy pár tized százalék sósavat tartalmaz.

Ha a gyomornedvbe összevagdalt főtt tojást vagy húst keverünk, aránylag rövid idő multán mindegyik teljesen feloldódik. A gyomornedv nem egyszerű víz, hanem sajátos, különös hatásokkal rendelkező folyadék; a keményre főtt és összevagdalt tojást hiába áztatjuk tiszta vízben, napokon át nem oldódik, míg a gyomornedvben, akár mint a cukor a vízben, egészen eltünik. Önként merül fel a gondolat, hogy talán a sósav oldotta fel? Tegyünk kisérletet. Hiába készítünk tiszta kútvízzel egy-két tizedszázalékos sósavat, ez sem tudja a sült húst, a keményre főtt tojást, a sajtot feloldani és mily szépen oldódnak ezek a gyomornedvben. De menjünk tovább, talán felesleges a sósav a gyomornedvben, próbáljuk azt közömbösíteni. A közömbös gyomornedv már nem oldja az említett anyagokat. Meggyőződtünk tehát arról, hogy a sósav kell az emésztéshez, de hogy ez nem szerepel egyedül, mert tiszta, vizes sósav nem tud emészteni. Éppúgy megállapíthatjuk, hogy míg a gyomornedv a test melegén (40° C.) kitünően oldja a főtt tojást, 0° C. fokon már nem dolgozik. Ha felmelegítjük azonban a test hőfokára, újból visszatér oldó képessége; de ha megfőzzük a nedvet, örökre elveszti emésztő sajátságait. A híg sósavat hiába főzzük, az nem változtatja meg jellemét.

Hasonló kisérletek egész sora tanított meg bennünket arra, hogy az egészséges gyomornedvben igen kis mennyiségben (0·1%—0·2%) mindig található bizonyos anyag — amit *pepszinnek* kereszteltek el — amely vizes oldatban, kellő hőfokon, sósav vagy más savak jelenlétében fel tudja oldani a keményre főtt tojást, a sült húst, a vízben oldhatatlan sajtot, de amely elveszti e csodálatos oldóképességét örökre, ha a gyomornedvet egyetlen egyszer felforraljuk.

Közelebbi vizsgálatok beigazolták, hogy a látszólag egyszerű oldódásnál fokozatos vegyi változások egész során megy keresztül a főtt tojás. Nem oldódásról, hanem vegyi átalakulások egész soráról van itt tehát szó és legfeltünőbb a dologban az, hogy a pepszin csak közvetíti, csak mintegy megindítja, fenntartja a bonyolult átváltozást. Elenyészően kevés pepszin óriás mennyiségét a főtt tojásnak tudja átalakítani, de a pepszin megmarad ami volt és semmivel sem lesz kevesebb. Átalakít, átformál más anyagokat, de ő maga változatlan marad. Víz és meleg nélkül nem dolgozik, s ha felforraljuk, örökre munkaképtelen lesz.

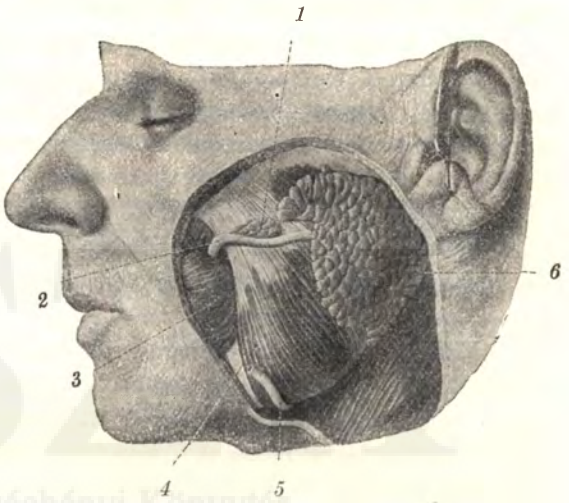
A pepszint s a hozzá rokon különös anyagokat *erjesztőknek (fermentumok, enzimák)* nevezték el. Ma már egész sorát ismerjük az erjesztőknek (lásd az előző tabellát), amelyek a legkülönbözőbb átalakításokat végzik. Az egész emésztés majdnem kizárólag erjesztők munkája. Erjesztőket nemcsak az emésztés-mirigyek készítenek, hanem a legalsóbb rangú, legegyszerűbb élő lények, a baktériumok is. Valaha élesen elválasztották a baktériumokozta erjedéseket a táplálócsatornában lefolyó emésztéstől. Ma már tudjuk, hogy ezek nem egyszer egymáshoz igen közel álló folyamatok.

Egyike a legjobban ismert baktériumos erjedéseknek a cukor átalakulása alkohollá és szénsavvá. Valamennyi szeszes ital ezen úton keletkezik; az átalakítást a baktériumokhoz nagyon közel álló élesztőgomba hozza létre. Aránylag kis mennyiségű élesztő hatalmas cukormennyiséget tud szinte játszva alkoholra és szénsavra bontani, átformálni, átalakítani. A közelebbi vizsgálatok kideritették, hogy az élesztőgomba is tulajdonkép erjesztőt termel, az úgynevezett *zimázét*. Bizonyos eljárással a zimázé kivonható, elkülöníthető az élesztőgombától. A különválasztott zimázé nem él, nem szaporodik, de azért nagymennyiségű cukrot visz szeszes erjedésbe. A zimázé is csak vizes oldatban és kellő melegben dolgozik; forralásra hatása örökre megszünik. Zimázé-erjedés készít a mustból bort, a cukros árpaléből sört. Baktériumokozta erjedés adja az ecetet, az aludt tejet, a kefirt, ez teszi éretté a sajtokat. *Óriási gazdasági jelentőségük* van ezeknek az erjesztőknek. Hosszú tanulmány szükséges az emésztésbeli erjedések bonyolult viszonyainak áttekintésére, itt be kell érnünk egy-két példa felemlítésével.

Valamennyien ismerjük a fehér rizskeményítőt. Szabálytalan fehér darabokban vagy préselt kockákban jön forgalomba. A fehér darabok könnyen törhetők, s ha hideg vízzel leöntjük, szétmállanak, szétporlanak. Csalódunk, ha azt hisszük, hogy ilyenkor feloldódnak. Ha felkeverjük a rizskeményítős vizet, fehér színű, zavaros folyadékot kapunk, amely, ha egy ideig nyugton áll, feltisztul, mert a finom keményítőszemek leülepednek és az edény alján csúszós fehér iszapot adnak. A keményítő tehát hideg vízben nem oldódik; ha azonban hosszasabban főzzük, a finom keményítőszemek felpuffadnak és szürke színű, áttünő, ragadós kocsonyát adnak, ez a főtt keményítő (Kleister). Még hosszas főzés mellett is oldatlan marad tehát a keményítő. Ezért kell a rizst, melynek 70 %-a keményítő, oly soká főzni, míg megpuhul. A megpuhult rizsmagvakban a keményítőszemek szürkés, áttünő, kocsonyás állapotban találhatók. A keményítő, amit eszünk, ugyanaz, mint amit a ruha keményítéséhez használnak, vagy amivel a könyvkötők ragasztanak. Nagyon fontos

táplálék ez. A gabonaneműeknek átlag 60%-a keményítő, amiből következik, hogy a különféle lisztfajtáknak, a belőlük készült kenyérnek, tésztának tekintélyes része keményítőből áll. A tésztát nem nyersen, hanem sülve vagy főve esszük, mindkét esetben a főtt keményítőhöz hasonló állapotban. Mivel tehát a főtt keményítő vízben nem oldódik, hanem csak kocsonyaszerüen duzzad, eredeti állapotában, bizonyos átváltozások nélkül, a felszívásra nem alkalmas. A szürke kocsonya nem tud átvándorolni a bél falán s nem juthat be forgó vérünkbe.

Lássuk csak, milyen sors vár a kenyér keményítő részére a táplálócsatornában. Mikor megrágjuk a kenyeret, bőven elegyedik a száj nyálával. A nyálat a száj apró mirigykéi és 3 pár nagyobb nyálmirigy készíti ; ezek közül az egyik a fültőnél (parotis 164. ábra), a másik az állcsont alatt (submaxillaris), a harmadik a nyelv alatt (sublingualis) helyezkedik el. A nagy mirigyek a kicsinyekkel együtt 24 óra alatt 1—2 liter nyálat termelnek. Első pillanatra talán nem is hisszük, hogy naponta literszám termeljük a nyálat ; a szarvasmarhák és lovak a száraz szénafogyasztásnál vödörszám termelik. De ha meggondoljuk, hogy szárazabb tésztát vagy kenyeret le sem tudunk nyelni, ha nincs elég nyállal keverve, akkor belátjuk, hogy éppen a kenyér- és zsemlyefogyasztás sok nyálképződést kiván. Az ilyen ételek összerágva sok nyállal keverten jutnak a gyomorba. A nyál sajátságosan hat a főtt keményítőre A szürke kocsonya igen gyorsan feloldódik és fokozatos vegyi változások révén végeredményben cukorrá alakul át. A nyálnak cukorrá alakító sajátságáról igen szépen meggyőződhetünk, ha a főtt keményítőt pohárban nyállal keverjük és körülbelül 40 fokra, a test melegére felmelegítjük. A szürke kocsonya eltünik a pohárból és helyette cukoroldat marad vissza. Hasonló tapasztalatokat tehetünk itt is mint a pepszinnél. Ha lehűtjük az oldatot, a keményítőátalakítás elmarad ; ha ismét felmelegítjük a test melegére, cukor képződik ; ha felfőzzük az oldatot, örökre elvész e különös tehetsége.



164. ábra. A fültőmirigy (parotis) elhelyezése. A fültőmirigy körülbelül 25 gramm nehéz, a szájnyál készítésében vesz részt ; a gyerekeknél előforduló járványos mumpsz nem egyéb, mint a fültőmirigy gyulladása. 1 járulékos kis mirigy, 2 a fültőmirigy kivezető csöve belenyílik a szájba a felső második zápfoggal szemben, 3. a pofaizom (buccinator), 4 a rágóizom (masseter), 5 verőér, 6 a fültőmirigy.

A nyál tehát olyan anyagot foglal magában, aminek kis mennyisége is óriási tömeg főtt keményítőt tud cukorrá alakítani, vízzel és kellő hőmérsék mellett. Az átalakítást közvetítő erjesztő a *szájdiasztáze*. Ez nem a szájban dolgozik, hanem a gyomorban. A szájban csak rövid ideig van a kenyér vagy zsemlye ; a rágás után a darabok a gyomorba jutnak. Igaz ugyan, hogy a cukor-

készítést megzavarja később a gyomormirigyek sósavas váladéka ; sósav mellett a szájdiasztáze nem dolgozik, sőt elpusztul.

A keményítőnek az a része, ami a gyomorban nem emésztődik, a bélbe jut, ott keveredik az epével és a fehérmáj váladékával, a bélnyállal. A *bélnyál* a legfontosabb emésztőfolyadékunk. Három különböző erjesztője van :

1. az egyik a *tripszin*, ez képes a sült húst, a keményre főtt tojást, a sajtot feloldani. Hasonlóan hat, mint a gyomor pepszinje, de sokkal erélyesebb. Míg a pepszin csak savanyú oldatban tud érvényesülni, ez ellenkezőleg igen gyengén lúgos oldatban dolgozik ;

2. a másik a *béldiasztáze*, mely a keményítőre hat, s azt gyorsabban alakítja át cukorrá mint a szájdiasztáze ;

3. a harmadik a zsirokra hat, ez a *lipáze*.

Az összes visszamaradt keményítőt tehát a béldiasztáze fogja cukorrá átalakítani. Minden keményítő, amit kenyérrel, tésztával, főtt rizskásával, burgonyával stb. felveszünk : táplálócsatornánkban előbb a szájdiasztázé, később a béldiasztáze közvetítése révén cukorrá alakul. A keményítő hideg vízben egyáltalán nem oldható, forró vízben a legnagyobb része szürke kocsonyává lesz, tehát felszívásra, a vérbe való fölvételre nem alkalmas ; de a cukor, ami az erjesztők révén belőle keletkezik, kitünően oldódik vízben és igen sebesen szívódik fel.

Világos most már előttünk az emésztés feladata : fel kell oldania az ételeket s ha vízben nem oldhatók, fokozatosan át kell vegyileg alakítania addig, míg oldhatókká válnak, sőt még tovább, mert nem minden oldat alkalmas a felszívódásra. Hosszas főzéssel több atmoszféra-nyomás alatt a keményítőt folyósítani lehet ; de az ilyen folyékony keményítő nem szívódik fel ; csak ha cukorrá változik, tud belépni a bélfalon át forgó vérrendszerünkbe.

Ételeink nagyon sokfélék ; összetételük a legváltozatosabb. Mindezekre természetesen nem terjeszkedhetünk ki, elég, ha röviden felsoroljuk, hogy az emberi gyomor és bélrendszer milyen anyagok feldolgozására alkalmas.

* * *

Az ételek vegyi változásai a táplálócsatornában.

A) *A mirigyerjesztők okozta változások = emésztőfolyamatok :*

1. A *kettős cukrok*, aminő a fehér kockacukor vagy a tej cukorja, átalakulnak egyszerű *egyes cukrokká*, amilyen a szőlőcukor, másképmustcukor, melynek a kereskedésben »krumplicukor« a neve.

Az átalakítást végzik a *gyomor sósava, a bélnedv laktázéja, invertázéja és maltázéja.*

2. *A keményítő* (példa a fehér rizskeményítő) átalakul végeredményében kettős és *egyes cukrokká*, főkép szőlőcukorrá.

Az átalakítást végzik a *szájdiasztáze* (nem a szájban, ott rövid ideig van az étel, hanem a lenyelés után a gyomorban) és a fehérmáj útján készült *béldiasztáze*, utóbbi a vékonybélben. A keményítő vízben nem oldódik, a cukrok igen.

3. A *zsír* (disznózsír, libazsír, vaj, olaj, szalonna stb.) *zsírsavra* és *glicerinre* hasad.

Az átalakítást a bélnyál *zsírerjesztője (lipáze)* végzi. A keletkező zsírsav könnyen alakul át *szappanokká*. A zsír vízben nem oldódik, de a szappan igen. A zsír ezen oldásánál fontos szerep jut az *epének* is.

4. A vízben *nem oldható fehérjék* (gondoljunk itt a keményre főtt tojásfehérjére, a főtt vagy sült húsra, a sajtra; ezeket hiába daraboljuk apróra és tesszük vízbe akár 24 órára, sőt továbbra is, nem fognak feloldódni) *feloldódnak*; úgy eltünnek a gyomornedvben vagy bélnyálban, mint a cukor, mikor feloldódik a vízben. Beigazolódott, hogy a látszólag egyszerű fehérjeoldódás vegyi változásoknak sorából áll (képződnek albumoze-testek, peptonok és amidosavak).

Ezt az átalakítást savanyú oldatban a gyomor *pepszin*-je végzi és igen gyengén lúgos közegben a bélnyál *tripszin*-je.

5. A vízben *oldható fehérjék* ugyancsak a *pepszin* és a *tripszin* behatására *hasonló vegyi átalakulásokon* mennek keresztül, mint az előbb említett oldhatatlan fehérjék.

6. A *tej* a gyomorban *friss sajttá* alakul; a sajt további sorsa az lesz, hogy a pepszin és tripszin révén feloldódik (lásd a 4. pontot). A tejből a sajtot a *gyomoroltó (chymosin)* választja ki. Minden sajt, ami a kereskedésbe kerül, szintén gyomoroltó révén készül a tejből. A keletkező friss sajt sokféle utókezelésen mehet át és így jönnek létre a kereskedésben szereplő különféle sajtok.

B) *A baktériumerjesztők okozta változások.*

Egészséges gyomorban a gyomor sósava meggátolja a baktériumok fejlődését. Baktériumokozta változások a vékonybélben és főkép a vastagbélben otthonosak. A szájban is tenyésznek baktériumok, de ezek csak a fogak között maradó ételrészekre hatnak és a fog odvasodásánál szerepelnek pusztító tényezőkül.

7. A keményitőfélékből és cukrokból baktériumok révén *tejsav* képződik éppen úgy, mint ahogy baktériumok alakítják át a tejcukrot tejsavvá és az édes tejből a savanyú ízű aludt tejet készítik. Úgy a csecsemő mint a felnőtt ember belében mindig találunk tejsavat.

8. *A fehérjék* baktériumbehatás alatt a bélben *megrothadnak* s ilyenkor bűzös anyagok keletkeznek. Az ételek salakja az emberből mindig erjedt-rothadt állapotban távozik.

* * *

Áttekintve ezen összeállítást, az eredmények a következőkben foglalhatók össze: 1. az emberi bélrendszer az anyagok három csoportját tudja feldolgozni: a fehérjéket, a zsírokat és a keményítő- azaz cukorféléket, az utóbbiakat közös néven szénhidrátoknak nevezzük. A zsírok feldolgozásával állunk a leggyengébben.

2. Az epének emésztőképessége nincs, pedig sokan azt tartották, csak a már emésztett zsírok felszívódását mozdítja elő. Előfordul, hogy az epe beömlése a bélbe fennakad, ha a szűk epecsatorna, mely a májból a bélbe visz, eldugul. A torlódó epe visszakerül a vérbe és sárgára festi a test összes szöveteit, ez a *sárgaság*. Ilyenkor azt tapasztaljuk, hogy a zsírok feldolgozása a bélben nagy csorbát szenved s hogy az epét nélkülöző bél nagyon renyhén mozog.

3. Az emberi bél egyáltalán nem tud cellulózét feldolgozni; a növényi táplálékok, szövetek tehát tetemes oldhatatlan salakot adnak, míg az állati táplálékok salaktartalma kevés.

4. Az emberi belekben a baktériumok milliárdjai tenyésznek állandóan és a béltartalom különféle változásait hozzák létre, főkép tejsavas erjedést és fehérjerothadást.

Minden anyag, amely akár egyszerűen, akár emésztés útján feloldódik, s amelynek oldata alkalmas arra, hogy keresztülvándoroljon a bél falán, felszívódik. Téved, aki azt hiszi, hogy a bél válogat az anyagok között. Bármilyen anyag, akár hasznos, akár káros a szervezetre, felszívódik, ha oldata fizikai természeténél fogva át tud vándorolni a bél felületét betakaró egyetlen sejtrétegen. Tudjuk jól, hogy mérgezések kapcsán sokszor a legnagyobb mérgek

igen gyorsan szívódnak fel a belekből. Épp így szívódnak fel a bél baktériumai révén keletkezett erjedés- és rothadásanyagok is; szerencsére rendes viszonyok között oly kis mennyiségben, hogy nem okoznak nagyobb zavarokat.

Növényevő állatoknál, pl. szarvasmarhánál a bélben lefolyó erjedés- és rothadásfolyamatok igen nagyméretűek. A száraz széna feldolgozása igen nagy feladatot ró ezen állatok tápláló csatornájára; az anyagok sokkal hosszabb ideig maradnak itt a bélrendszerben mint a húsevő állatoknál. De minél hosszabb időt töltenek az anyagok a bélben, annál nagyobb pusztítást visznek végbe rajtuk a bél-baktériumok; ez magyarázza meg a növényevő állatok nagyfokú bélerjedéseit és rothadásait. Még a különben majdnem oldhatatlan cellulóze is megerjed. A cellulóze-erjedésnek egyik terméke, a metángáz, nagy mennyiségben képződik és szívódik fel. A vérbe került metángáz elszáll a tüdőben, ezért van, hogy szarvasmarháknál a kilehelt levegő jelentékeny mennyiségű metángázt tartalmaz.

Az anyag, amely fel nem szívódik, természetes, hogy visszamarad a bélben és mint az ételek nem értékesíthető salakja, megerjedve, megrothadva távozik belőlük. A különböző ételeknek salaktartalma más és más, általában azt mondhatjuk, hogy az állatoktól származó táplálékok (hús, szalonna, zsír, tojás, tej, vaj és sajt) emészthetetlen, fel nem szívódó maradványa igen csekély, míg a növényi táplálékok (kenyér, tészta, főtt kukorica, rizs és főzelékek) salaktartalma igen nagy. A növényi anyagokban főkép a cellulóze az, ami nem emészthető.

Az ételek salaktartalmának jelentőségéről sok ferde nézet van forgalomban. Tagadhatatlan, hogy a szakácsművészet bizonyos fokig oda törekszik az ételek konyhai feldolgozásánál, hogy megfossza őket a nem emészthető és így nem értékesíthető részektől. Ezen törekvésnek túlhajtását azonban határozottan károsnak, sőt felette károsnak kell tartanunk. Ne feledjük, hogy az egész táplálócsatornának a leghatalmasabb mozgató ingere a tartalom súlya (a másik fontos mozgató inger az epeváladék). Ha az ételeknek kicsi a salaktartalma, a vékonybélben lefolyó felszívódás után alig fog valami visszamaradni, pedig még másfél méteres utat kell a csekély salakmennyiségnek megtenni, hogy a szervezetből kijuthasson, s a csekély súly nem tudja a kellő bélmozgásokat kiváltani. Világos tehát, hogy ha azt akarjuk, hogy a táplálócsatorna tartalma ne csak a vékonybélig, hanem azon túl is kellő sebességgel haladjon, gondoskodnunk kell arról, hogy a felszívás után is kellő súly maradjon a bélben vissza, ezt pedig csak a nagy salaktartalmú növényi anyagok adják meg. Általában azt mondhatjuk, egyéni kivételeket most nem tekintve, hogy idősebb egyének bélrendszere sokkal renyhébb mint fiatal egyéneké, s így ezeknél legkevésbbé lesz helyén a nem egyszer rendelt tej-, hús-, tojásdiéta, ellenkezőleg célszerű a sok főzelék, a korpában gazdag Graham-kenyér, mert biztosítja a kellő bélmozgásokat.

Sok tévedésre akadunk a közéletben az egyes ételek tápláló értékének megítélése körül is. E bonyolult kérdésben itt csak egy szempontot akarunk hangsúlyozni. Nem lehet és nem szabad valamely anyagnak tápláló értékét tisztán a vegyi elemzés alapján megítélni. Sem a fehérje-, sem a zsír-, sem a szénhidrát-

tartalom ismerete nem elég a bírálathoz. A vegyi analízisen kívül a táplálóértéket az adja meg, hogy az illető egyén bélrendszere mennyire tudja a kérdéses anyagot kiaknázni, kihasználni. Szabadjon erre durva példát mondanom; a vegyi elemzés alapján a szénának meglehetős tápláló értéke van, s a szarvasmarha, mert bélrendszere eléggé ki tudja aknázni, meg is él mellette, de az emberre minden vegyi elemzés mellett is értéktelen anyag, mert bélrendszerünk nem tudja feldolgozni.

Nem minden embernek egyforma a bélrendszere, egyének szerint, kortól és betegségtől függőleg nagyon változó. Máskép dolgozik a csecsemő bélrendszere, máskép az öreg emberé; ami a felnőttnek jó, azzal a csecsemő megölhető. Az egészséges ember bélmunkája nem hasonlítható a betegéhez. Világos tehát, hogy egy és ugyanazon tápláló anyagnak értéke is különböző egyéneknél egészen eltérő lesz.

Évszázados vita fűződik ahhoz, hogy csak növényi, vagy csak állati anyagokkal táplálkozzunk-e. A túlhajtás egyik irányban sem helyes, legcélszerűbb a vegyes táplálkozás. A vegetáriánizmust, vagyis a kizárólagos növényi táplálkozást mindenesetre indokolatlan túlhajtásnak kell minősítenünk.

II. Felszívó-folyamatok.

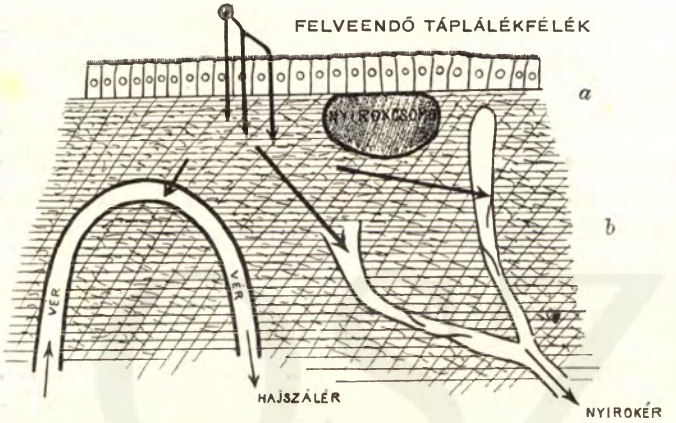
Az az anyag, amely a táplálócsatornában fekszik, bennünk van ugyan, de szorosan véve még nem lépett be testünkbe; egyszerűen a rajtunk keresztülmenő alagutban hever. Az anyagok csak akkor lesznek igazán sajátunkká, ha belekerülnek forgó vérrendszerünkbe. A bejutást a *felszívódás* szóval jelöljük. Ennek útjai és módjai többfélék. A legtöbb anyag felvételét a vékonybél felülete végzi. A vékonybél 6 méter hosszú keskeny csövet formál körülbelül 3 centiméter átmérővel. Belső felülete sűrűn tele van ráncokkal, redőkkel, amelyeket ha kisimítva képzelünk, egy négyszögméteres területet kapunk. A bél felülete bársonyos külsejű; tele van apró, csak nagyítóval látható, finom kiemelkedésekkel, melyektől olyan, mint valami bolyhos szövet. (L. melléklet.) A kiemelkedések között sűrűn találunk mikroszkópi nyílásokat, amelyek apró rövid csövecskékbe torkolnak be. A kiemelkedések a bélbolyhok, az apró egyenes csövecskék a bélmirigyek. Nem annyira mirigyek ezek, mint inkább csak arra valók, hogy a bél felületét nagyobbítsák. Ha az összes, több millióra menő bélbolyhokat és mirigykéket kiterítve képzeljük, a bél felülete a négyszögméternek ötszörösére nő. Az óriási felületet egyetlen sejtréteg takarja be, alatta laza szövetet találunk, amely tele van kapillárisokkal és nyirokerekkel (165. ábra). A bél felületét borító sejtréteget áztatják tehát a megemésztett ételek. *Valamint az egysejtű állatok protoplazmája kívülről fel tud szedni anyagokat, úgy veszik fel a bélsejtek is az oldott részeket,* hogy azután átvigyék a mögöttük fekvő laza szövet hézagaiba. Ez a *felszívás folyamatának első szakasza.* Minden anyag, amely felszívódásra kerül, mindenekelőtt áthalad a bél felületét borító hámrétegen és bekerül a bél laza szövetének hézagaiba. A hámréteg a rajta átmenő anyagokon bizonyos vegyi átalakításokat végez. A szövet hézagaiba kerülő anyag már nem az, ami volt a bél üregében.

A bejutott anyagok a szövet hézagaiból két irányban mehetnek tovább:

1. bejuthatnak egyenesen a vérbe a hajszálerek falát alkotó sejteken keresztül, ezeket az anyagokat a keringő vér ragadja aztán tovább;

2. azok az anyagok, amelyek az erek falán nem tudnak keresztülhatolni, mind mélyebbre és mélyebbre vándorolnak s egyszerre csak bejutnak a nyirokerekbe, amelyeknek végei szabadon közlekednek a szövet hézagaival.

Eljutottunk oda, hogy megadjuk a szövetnedv és szövetnyirok fogalmát. Az emberi test belső folyadékrendszere két részből áll: *a vérből és a szövetnedvből, azaz a nyirokból.** Mi eddig csak a vérről beszéltünk és hangsúlyoztuk hogy 5 kiló vérünk teljesen zárt csőrendszerben forog szakadatlan. Az érrendszernek legfinomabb csatornái, a kapillárisok gazdag hálózattal szövik keresztül-kasul testünk minden részét. A hajszálerek közé eső területeket kitöltik a szöveteinket alkotó sejtrendszerek. A szövetsejtek hol sűrűbben, hol ritkábban fekszenek egymás mellett, de bármily sűrűn állanak is, apró, szabálytalan, egymással közlekedő hézagrendszerek maradnak vissza közöttük, ezek a *szövethézagok*. Végtelenül finom üregrendszerek ezek, hasonlók azokhoz, amelyek átjárják keresztül-kasul a száraz homokréteget. Ha még oly aprók is a száraz homokszemecskék, végtelenül finom hézagok maradnak közöttük. Nem láthatók, de rögtön észrevesszük, ha vizet eresztünk a száraz homokra. A homok elissza a vizet; nem a homokszemecskék maguk szerepelnek itt, hanem a köztük maradó hézagokban tünik el a víz. Még a legfinomabb porladó száraz iszap, vagy a látszólag tömött földrétegek is telve vannak mikroszkópi hézagokkal és ezekkel bizonyos mennyiségű vizet nyelnek el. A vízzel itatott nedves homokhoz hasonlatosak a szöveteink; szövetsejtjeink a homokszemek, a visszamaradó hézagokat a szövetnedv tölti meg. A különféle szövetekben tehát nem egyformák a hézagrendszerek, nedvtartalma minden szövetnek más. Ha megduzzadnak és vizenyősek lesznek



165. ábra. A bélfal keresztmetszetének vázlatos mikroszkópi rajza a felszívó folyamatok feltüntetésére. *a* egyetlen réteg hengerhám takarja a bél belső felszínét. *b* alatta laza szövet vér- és nyirokerekkel, közvetlenül a hámréteg alatt nyirokcsomócskával, amely fehér-vérsejteket készít; a nyirokerek billentyűsek. A nyilak a felszívás útját jelölik, amelynek két szakasza van: I. Az anyagok a hámsejteken át a szövethézagokba kerülnek; ez az élő hámsejtek munkája, amelyek egyszersmind a felvett anyagok vegyi átalakítását is végzik. II. A szövethézagokból két út áll az anyagok rendelkezésére: 1. egyenesen a vérerekbe jutnak a víz, sók, cukrok; 2. a nyirokereken tolódnak tovább egész légiójával a fehér-vérsejteknek a fehérjék és zsírok.

* A szövetnyiroknak semmi köze a nyirkosság fogalmához.

szöveteink, több folyadék tölti ki a hézagokat; csakis a hézagrendszer jelenléte mellett érthető, hogy miként puffadnak fel kivételes esetekben pl. levegőtől az emberi test szövetei. Ha a tetem bőrébe csöves tűt tolunk s azon keresztül a bőr alatt fekvő laza szövetbe levegőt fujtatunk, óriási területen hatalmas bőrpuffadást kapunk. A puffadt helyeken levegő tölti ki a szövethézagokat. A levegő okozta bőrpuffadások betegségek kapcsán is keletkezhetnek.

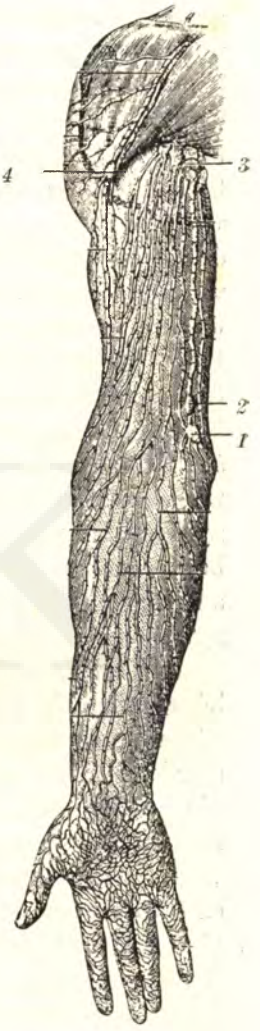
Két belső üregrendszerét ismerjük immár az emberi test szöveteinek. Az egyik elágazó, szabályos, zárt csőrendszer, tartalma a vér, a másik a sejtek között visszamaradó szabálytalan hézagrendszer, tartalma a *szövetnedv*. Az érrendszert kitöltő vér mennyisége 5 kiló, a szövetnedvé ismeretlen, de minden valószínüség szerint sokkal nagyobb mint a véré. (A hetven kilós testből levonva az 5 kiló vért, 65 kiló marad szövetekre, ennek tekintélyes része szövetnedv.)

A testünket alkotó sejtmilliárdok tulajdonképen közvetlenül nem a vérből, hanem a szövetnedvből élnek. Valamennyi sejtünk folyadékban él éppen úgy, mint az egysejtű állatok a vízben. Minden élő sejt csak folyékony milieuben él meg. A sejtjeinket közvetlenül körülvevő folyadékrendszer a szövetnedv.

A szövetnedv azonban szakadatlan csereviszonyban van vérünkkel. A hajszálerekben milliméteres lassúsággal tova csúszó vért egyetlen sejtréteg, a pár ezredmilliméteres kapilláris fal választja csak el a szövetnedvtől. A forgó vérnek éppen az a feladata, hogy a szövetnedvet ellássa a szükséges anyagokkal (oxygéngáz + oldott táplálékok) és eltakarítsa, eltávolítsa belőle az élet közben a sejtek útján termelt káros anyagokat (szénsavgáz + a veseváladék anyagai). A vér és a szövetnedv csereviszonyát a kapilláris falakat alkotó sejtrétegek intézik el.

A vér összetételét jobban ismerjük, a szövetnedvét kevésbbé. Piros, átlátszatlan folyadék az egyik, világossárga, átlátszó tiszta a másik. Mindkettő sós (1%) fehérjeoldat (7%-os). A vér tele van vörös és fehér sejtekkel, amelyeknek száma hihetetlenül nagy, a szövetnedvben csak fehér sejtek vannak, ezek is az erekből vándoroltak ki és számuk rendesen igen csekély. Nemcsak az erekből jönnek ki anyagok a szövetnedvbe, hanem megfordítva, bizonyos alkotórészek a szövetnedvből vissza is vándorolnak a vérbe.

Finomabb vizsgálatok kiderítették, hogy a szövethézagrendszereknek más levezetésük is van. A levezető csőrendszerek a *nyirokerek*. Ne tévesszük össze ezeket a vérerekkel. Hívjuk segítségül a fantáziát; képzeljük el, hogy oly kicsik vagyunk, mint fehér-vérsejtjeink. Említettük, hogy ezek ki



166. ábra. A kar nyirokerei. (Sappey nyomán.) 1, 2 nyirokcsomók a könyök fölött, a kar belső oldalán; 3 hónalji nyirokcsomók; 4 nyirokcsomó a deltaizom szélén. Inficiált seb az ujjakon a hónalj nyirokcsomóinak gyuladására vezethet.

tudnak mászni a vérkapillárisokból, átfurakodnak a hajszálér falának sejtjei között és így bejutnak a szövetnedvbe, a sejtek között elterülö finom hézagrendszerbe. Képzeljük el, hogy a hüvelykujj szöveteiben vagyunk az ereken kívül. Amint a szövethézagok bonyolult labirintusában tovább haladunk, egyszerre csak azt fogjuk tapasztalni, hogy kis csövecskébe jutottunk, amely egyre tágabb, fejlettebb falú lesz, minél tovább megyünk. A csövecske nem zártan kezdődik, hanem teljesen nyitott; nem egyéb mint a hézagok egyenes folytatása (165. ábra). Tovább haladva, jobbról-balról más hasonló csövecskék nyílnak bele. Ujjainkból egész sorozata a hasonló finom csőrendszereknek visz a könyök, onnan a hónalj felé. (166. ábra.) Sokkal finomabbak a nyirokerek, mint akár a verőerek, akár a gyűjtőerek. Sokáig nem is ismerték a nyirokereket, ami abból érthető, hogy alig tudjuk boncolásnál megtalálni őket, mert faluk igen vékony. Összefolyt szövetnedvet tartalmaznak, aminek színe egyáltalán nem üt el a környezetétől. A nyirok bennük csak előre mehet, a nyirokerek belsejében jobbról-balról holdas billentyűket találunk lépten-nyomon, amelyeknek telődő zsebei elzárják az útat visszafelé. Haladjunk tovább. A könyökhajlásban vagy a hónaljban azt fogjuk tapasztalni, hogy a nyirokerek babalakú, de sokkal kisebb csomókba, az úgynevezett *nyirokcsomókba* térnek be. A csomók tulsó oldalán a nyirokerek tovább folytatódnak föl a nyakra. A nagyobb nyirokerek egymásba nyílnak, a számuk mind kevesebb lesz és végül belenyílnak a *nagy vénákba*. A nagy vénákban, amelyeken a vér visszamegy a szívhez, már érezhető a szívgyomrok szívó hatása. Ide nyílnak bele a fő nyirokerek és visszahozzák az összegyűjtött szövetnedvet ismét a keringő vérbe.

A nyirokerek tehát mindkét végükön nyitott erek: kezdődnek a szövethézagokban és belenyílnak a fővénákba. Nagy eltérés ez a vérérrendszerhez képest, mely összefüggő, önmagába visszatérő zárt csőrendszer. A nyirokérrendszer különálló részekből áll, az egyik része a karból, a másik része a fejből stb. viszi a felesleges szövetnedvet a mellkasi fővénák felé. A szövetnedv tehát nem álló folyadék, hanem lassú vándorlásban van a nyirokerek felé. A keringő vérből a kapilláris falakon át új meg új anyagok kerülnek ki a szövethézagokba, ezek tolják lassan a régit a nyirokerek felé. A forgó vérből a kapillárisokon át kikerülő szövetnedv igen lassú áramlással a nyirokereken át visszatér a vérbe. A forgó vérből, mikor áthalad a kapillárisokon, bizonyos mennyiség mindig elvész mint szövetnedv, de ugyanannyi megtérül a nyirokerek útján a nagy vénákba.

Az emberi test belső folyadékrendszere tehát tulajdonkép két részből áll: a sebesen forgó vérből és az igen lassan áramló szövet-, azaz nyiroknedvből. A kettő egymással folytonos csereviszonyban van. Amint már a bélnél mondtuk, valamely anyag a szövethézagokból két úton juthat be a vérbe:

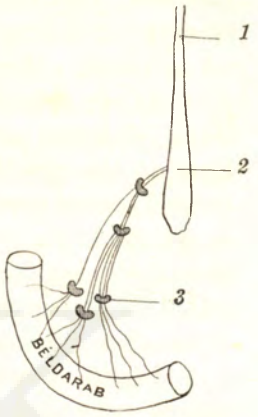
1. vagy egyenest bemegy a kapilláris-falon át a vérbe, ez a legrövidebb, leggyorsabb út, de erre nem minden anyag alkalmas. Igy megy vissza a sejtekből a szénsav, így szívódik fel a bél szövethézagaiból a sós víz és az oldott cukor, így tűnik el a bőr szövetéből a befecskendezett gyógyszer, pl. a morfin;

2. vagy tovább tolódik a szövethézagokon, mert nem tud átmenni a kapilláris-falon, s lassan bejut a nyirokerekbe, és így nagy kerülővel, hosszabb idő

mulva jut be a fővénák, főgyűjtőerek vérébe. Ezen az úton haladnak tovább a bél szövethézagaiból az emésztett zsírok és fehérjék.

Ugyancsak ez utóbbi úton haladnak tovább a szövet hézagaiból nem egyszer a baktériumok is, gyulladást okozva végig a nyirokereken és a nyirokcsomókban. Vannak esetek, hogy a sérült, baktériumokkal fertőzött ujjtól fájó vörös szalagokat látunk képződni a bőrön, amelyek lassan felhúzódnak a könyökhajlás, majd a hónalj felé, ahol fájdalmas, megnagyobbodott csomókat tapinthatunk. A vörös fonalak a gyulladt nyirokerek, a fájdalmas gumók a megdagadt nyirokcsomók (166. ábra). Ha gennyes pattanás van a felső ajkon, megdagadhatnak a nyakon a nyirokcsomók, mert a nyirokerek útja arra megy. Igy találjuk meg a tüdő belső felületéhez tartozó nyirokcsomókban az életen át belélegzett fekete kormot és füstöt a boncolásnál.

A nyirokcsomók tulajdonkép fehérvérsejt-készítő helyek. Felnőtt emberben a lép sem készít mást, mint fehér-vérsejteket, míg az embrióban vöröseket is termel. Felnőttnél adott esetben a lép egészen kivehető, ez nem okoz zavarokat.



167. ábra. A vékonybél nyirokerei. (Vázlatos rajz.) A felszívott fehérje és zsír útja. A nyirokerek felszívódás alatt mint tejfehér utak láthatók; a finoman elosztott zsír tejszerűvé teszi az oldatokat; a tej is zsírgolyócskáktól, amelyek csak mikroszkóp alatt láthatók, fehér. 1 fő nyiroktörzs (ductus thoracicus), 2 fő nyiroktömlő (ciszterna), 3 a bélfodor nyirokcsomói.

Tisztáztuk tehát a bélfelszívás lényegét. A hatalmas bélfelületet beborító sejtréteg átteszi az anyagokat a bél üregéből a bélfal laza szövetének hézagaiba. Innen a sós víz és az oldott cukor egyenesen a vérbe megy, a hajszálerekbe. Az emésztett zsírok és fehérjék a szövetnedvvel együtt, mint tejszerű folyadék (ez az, amit táplálónyiroknak neveztek el) a bélnyirok ereibe jutnak és onnan számos nyirokcsomón keresztülszűrődve bekerülnek a főnyiroktörzsbe (ez a ductus thoracicus), amely a gerincoszlop mellett fölfelé haladva belenyílik a fővénába (167. ábra). A nyirokereken haladó anyagok kellő átalakítását és tovaszállítását nagyban elősegítik a fehérvérsejtek, amelyek éppen a nyirokcsomókban millió-számra képződnek. Már a bél falának laza szövete tele van kicsiny, gombostűfejnyi nyirokcsomókkal (165. ábra); az itt készülő fehérvérsejtek rögtön, még a bél hézagaiban neki esnek a felszívott anyagok feldolgozásának. Minden anyag a felszívás alatt az emberi test anyagaira jellemző vegyi karaktert ölt magára; az emésztéstermékek a felszívás előtt idegenszerűek még testünknek. *Különös szerepet játszik a felszívás körül a máj*, amelynek sajátos a viszonya a belekhez (168. ábra). A belekből távozó vér, mielőtt a szívbe megy, benső érintkezésbe jut a máj szövetével. A belekből, a gyomorból, a lépből összeszedődő gyűjtőerek ugyanis mind egyetlen főérbe gyűlnek össze, ez a portagyüjtőér, amely benyomul a májba és ott újból, másodszor hajszálerekre bomlik, amelyek különös gazdagsággal hálózzák be a máj sejtrendszereit. A bél hajszálérrendszerét tehát követi egy másik a májban. Azok az anya-

gok, amelyek a bélfelszívás alatt a rövidebb úton kerülnek a vérbe, előbb a máj szövetével jutnak benső érintkezésbe és csak azután mehetnek a test többi részeibe. A májnak tehát igen fontos befolyása lehet a felszívott anyagokra. Az epekészítés csak egyik elfoglaltsága a máj sejtjeinek, emellett sokféle egyéb feladatot végeznek e sejtek. A közfelfogás csak az epéről tud, az epe készítését és kiküszöbölését tartja a máj egyedüli hivatásának, sőt igen sokan azt hiszik, hogy az epének az indulatoknál, haragnál is szerep jut. Az epe, amint láttuk, nem egyéb, mint a májnak, ennek a hatalmas mirigynek, a váladéka. Úgy látszik, a máj az epekészítésnél felhasználja a vér kiszolgált, elnyűtt vörössejtjeit, az epének a festékei (bilirubin) ugyanis vegyileg közel rokon testek a hemoglobinnal.

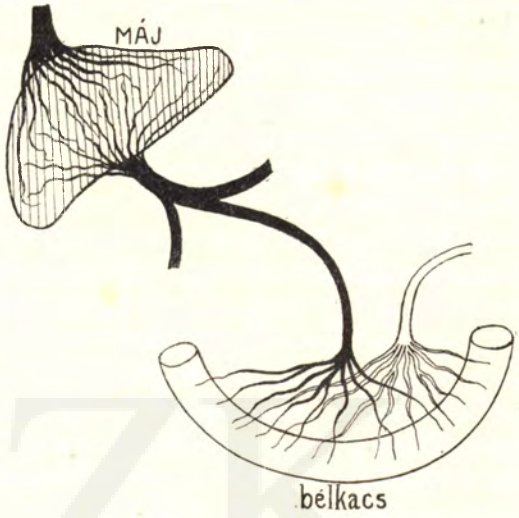
Az epe beömlik a bélbe, de csak akkor, mikor a gyomorból az ételek átmennek a vékonybél elejére ; ha üres a vékonybél, nem folyik belé az epe. Az ilyenkor képződő epe egyelőre az epehólyagban helyezkedik el, amely nem egyéb mint az epe kivezető csövéhez tartozó, vele közlekedő kisebb (½ decis) hólyag. A bélben az epe élénkíti a bélmozgásokat, elősegíti a felszívást, mert ingerli a bél felületét borító sejteket, de e mellett fontos szerepe van a zsírfeldolgozásban is. Epe nélkül az emberi bél alig tudja a zsírokat értékesíteni. Ezek az epe feladatai ; a haraghoz nincs semmi köze.

Lássuk most már legalább egyetlen példában, hogy miféle feladatot teljesít a máj a felszívott anyagok körül. Említettük, hogy a kenyérben a fehérjén kívül nagymennyiségű keményítő van. Ez a szájnyál és a bélnyál behatása alatt cukorrá alakul, s mint ilyen kerül felszívódásra. Nagyobb étkezés után könnyen megeshetik, hogy a bélben rövid három óra alatt $^1/_3$, sőt ½ kiló keményítőből származott cukor kerül felszívásra. A cukor amaz anyagok közé tartozik, amelyek a lehető legrövidebb úton a vérbe kerülnek. A bekerülő nagymennyiségű cukrot a szervezet nem tudja azonnal elhasználni. Nem is az a célja a táplálkozásnak, hogy a bejutó anyagok rögtön elhasználtassanak ; a napi háromszori, esetleg kétszeri étkezésnek 24 órai élethez szükséges anyagokat kell fedeznie. Egyenletes életmód mellett a három, vagy két ízben felvett anyagok az egész 24 óra alatt meglehetős egyenletesen kerülnek végleges fölhasználásra. Ha rövid három óra alatt 500 gramm cukor szívódik fel, a vér cukortartalmának feltünően kellene emelkednie (500 gramm cukor elosztva 5 kiló vérre 10% cukoroldatot ad). De hiába vizsgáljuk a vért a felszívás alatt, cukortartalma majdnem változatlan, 0·1—0·2%, úgy a felszívás előtt, mint azután. Következik tehát, hogy a felszívott cukor majdnem azonnal eltűnik a vérből. Pontos vizsgálatok, amelyek az eltünt cukrot nyomozták, kimutatták, hogy az egész felszívott cukor szépen beraktározva fekszik a máj millió meg millió sejtjében. Igaz ugyan, hogy a máj a beraktározásnál némi vegyi változást csinál a cukorral : átalakítja ugyanis glikogénné. A glikogén vegyileg igen közeli rokona a cukornak, a kettő között a különbség igen csekély ; amily könnyen készít a máj cukorból glikogént, épp oly könnyen lesz a glikogénből ismét cukor.

A rengeteg cukrot, amit a máj saját sejtjeiben fölhalmoz, nem maga fogyasztja el ; a máj csak átmenő stáció a cukorra nézve. A cukorra tulaj-

donképen testünk valamennyi sejtjének szükségük van, de különösen erősen fogyasztják a cukrot a dolgozó izomsejtek. Ezek a munkához szükséges cukrot a forgó vérből veszik, ők a vér cukorjának leghűségesebb fogyasztói; abban az arányban, amint az izomsejtek fogyasztják a vér cukortartalmát, a máj fokozatosan visszaadja a beraktározott glikogént cukor alakjában a vérnek. A cukor tehát csak ideiglenesen helyeződik el a májban arra az időre, amíg egyebütt a szervezetben fölhasználásra kerül.

Ilyen sajátos formában megy végbe az emberi test cukorforgalmának lebonyolítása. Mindamellett, hogy rövid idő alatt nagymennyiségű cukor kerül be a szervezetbe, aminek elhasználása csak hosszabb idő mulva következik be, ez a vér tizedpercentes cukortartalmát megváltoztatni nem tudja. A máj, mint valami érzékeny, pontos szabályozó-készülék, amint a vér cukortartalma csak valamivel fokozódik, a felesleges mennyiséget rögtön elraktározza, viszont, amidőn a fogyasztás révén a vér cukortartalma valamivel csökken, a raktározott mennyiséget rögtön visszaadja. Bámulatosan finom ellenőrzője tehát a máj a vér cukortartalmának; a megszokott egy-két tizedpercenten nem enged változtatni.



168. ábra. A porta gyüjtőérrendszere. A gyomor, lép, fehérmáj és a vékony- és vastagbelek gyüjtőerei közös érbe, a porta gyüjtőérbe folynak össze; a porta gyüjtőér a májban gazdag hajszálérhálózatra oszlik, amely, újra összeszedődve, az alsó főgyüjtőérbe ömlik. A vérből felszívott anyagok, mielőtt a keringő vérrel az egész testben szétoszlanának, benső érintkezésbe lépnek a máj sejtjeivel.

Hasonlókép cselekszik a máj a felszívott zsírokkal és egyéb anyagok egész sorával is. Igen sok anyag időzik átmenőleg, mint valami vasuti váróteremben, a máj sejtjeiben. A máj sajátos viselkedése vet gátat annak, hogy a vérben ne jöjjenek létre anyagtorlódások. A vesék mellett a máj egyike a legfontosabb tényezőknek, amelyek a legkülönbözőbb viszonyok között is biztosítják a vér összetételének állandóságát. Igen finom vizsgálatok kimutatták ugyan, hogy azért előfordulnak a vér összetételében kisebb-nagyobb eltérések, de ezek bizonyos határt sohasem léphetnek túl.

A vér állandóságának nagy jelentőségét éppen a legújabb vizsgálatok igazolták be. A finom csereviszonyok, amelyek létrejönnek a vér és a körlevegő, a vér és a szövetnedv, a szövetnedv és a sejtek között, csakis ezen oldatok állandó összetétele mellett képzelhetők. A testünket alkotó sejtmilliárdok csak bizonyos határozott összetételű és tömörségű (concentrációjú) oldatokban képesek megélni. A vér és a szövetnedv állandó koncentrációjához kapcsolódik sejtjeink és vele együtt egész testünk élete.

Az emberi test anyag- és energia-forgalma.

Megismertük a módokat és utakat, ahogyan a tápláló-csatorna feldolgozza az ételeket. Láttuk a szövetnedvbe, a vérbe való felvétel menetét. A mirigyváladékok emésztő ereje, a hosszú vékonybél hatalmas felületének anyagfelvevő tehetsége megadta a felvilágosítást az emésztő és felszívó folyamatokra. Hallottuk a kenyér példáját: majdnem hatvan százaléka keményítő; minden darab kenyérrel körülbelül 60 gramm keményítő kerül belénk (3 drb kenyér — a vendéglőben szokásos nagyság szerint — 180 gramm keményítőt és 21 gr. fehérjét tartalmaz). A száj- és a bélnyál behatására minden keményítő cukorrá változik a táplálócsatornában. 70 kilós ember nap-nap mellett 300—500 gramm keményítőt, azaz cukrot fogyaszt. *A cukor nem édesség, hanem egyike a legfontosabb táplálékoknak.* A vérbe jutott cukor ideiglenesen letelepszik a májban, hogy meg ne zavarja az emberi test belső folyadék-rendszerének, a vérnek és a szövetnedvnek majdnem állandó összetételét és tömörségét. 300—500 gramm cukor egy nap alatt: az egy év alatt 150—180 kilót jelent. Hová lesz a rengeteg cukor? Mivé változik át testünkben? Legnagyobb részét dolgozó izmaink használják el. Állatkisérletekkel igazolták, hogy 1 kiló élő lóizom (= hús) óránkint 2 gramm cukrot fogyaszt, akkor is, ha nem dolgozik, de ha munkát végez, akkor ugyanannyi idő alatt 9 grammot használ föl. Az izom szövetében a cukor benső viszonyba kerül a levegőből fölvett oxigénnel; a vér minden 100 ccm.-re, amely az izmon keresztülhalad, 7 ccm. oxigént veszít. Az izom szövete az a hely, ahol a cukor fokozatosan egyesül az oxigénnel és végső eredményben szénsavra és vízre változik át. Az oxigénnel való egyesülés folyamatát a kémia oxidációnak nevezi. A cukor tehát oxidáció útján szénsavvá és vízzé alakul át; hasonló ez a folyamat a stearingyertya égéséhez. A gyertya izzó lángja nem egyéb mint a stearin heves egyesülése a levegő oxigénjével. A megolvadt stearin állandóan szivárog a bélen át a láng felé, a heves egyesülés az oxigénnel adja a fényt és a meleget: azaz a lángot. A gyertya, ha elég, stearinanyaga eltűnik, mert az oxigénnel való egyesülés útján a stearin szénsavvá és vízzé alakúl át. A szénsav mint gáz, a víz mint pára száll a levegőbe.

Az anyag, mikor elég, nem vész el, csak átalakul; látszólag eltünik akkor, amidőn az átalakulás gáznemű anyagok keletkezésére vezet, de a keletkezett gázok együttes súlya hajszálra egyenlő az elégett anyag és a fogyasztott oxigén súlyával. A különböző anyagok az égés alatt különböző oxigénmennyiséget fogyasztanak és változó arányban termelnek szénsavat. A termelt szénsav és a fogyasztott oxigén térfogatának arányszáma alkalmas arra, hogy adott esetben megállapítsuk az elégett anyag mivoltát. Ha az arányszám 1, akkor cukor vagy azzal rokon testek, ha az arányszám 0·7, akkor stearin azaz általában zsírok égtek el. Akár az emberi testen kívül, akár az ember szöveteiben folyik le a cukor vagy a zsír oxidációja, végső eredményében ugyanazon anyagok fogyasztásával és termelésével jár, és a vegyi átalakulás mennyiségi viszonyai az utolsó milligrammig ugyanazok. A belehelt levegőből eltünő oxigén és a kilehelt szénsav térfogatának arányszáma mindig elárulja, hogy mikor alakul át cukor a szöveteinkben és mikor megy

bennünk zsír-oxidáció végbe. Az életet már a rég elmúlt időkben is nagyon helyesen az égéssel analóg folyamatnak gondolták. A zsír az emberi szövetekben ugyanazon vegyi átalakuláson megy át, mint a stearinból készült gyertya, mikor elég. A cukor is, ha vastányérban kellőleg felmelegítjük, megfeketedik, azaz elszenesedik, s azután lángra lobban és lassan teljesen eltünik, elég, azaz szénsavvá és vízzé alakul át, épen úgy, mint a naponta evett keményítő, azaz cukor, mint szénsav és víz távozik belőlünk. Minden égés oxigén-fogyasztással, szénsav- és víztermeléssel jár; ilyen az emberi test élete is. Minden elmuló pillanattal fogynak testünk anyagai, könnyebbek leszünk, mert a tüdőn át felvett oxigén és testünket alkotó szerves anyagok egyesüléséből szénsav, víz és a veseváladék anyagai keletkeznek, amelyek távoznak testünkből. Valamint pillanatról pillanatra kisebb lesz és fogy az égő gyertya, épúgy percről percre könnyebb lesz az éhező ember is. Új meg új anyagok folytonos felvétele menti meg testünket a pusztulástól, amint évekig éghet és világíthat az olajmécs, ha új meg új olajjal tápláljuk.

Az élő anyag hasonló, mint *Ostwald* mondta, a gyertya *lángjához*. A nyugodtan égő gyertya lángja változatlanul egyformának látszik, pedig minden pillanatban más és más. Pillanatról pillanatra új meg új oxigén és stearin lép be a láng területébe, hogy a következő pillanatban mint szénsav és vízpára távozzék belőle. A lángot tevő részek minden pillanatban újak és a láng látszólag mindig ugyanaz. Szakadatlan változatok egész sorozata adja a látszólag állandó és egyforma lángot. *Az élet is csak látszólag állandó állapot*, valójában *szakadatlan anyagi változások sora*. A folytonos anyagi változás fenntartására nap-nap után bizonyos anyagmennyiséget kell felvennünk. A testünkben végbemenő anyagi változások összegét a *test anyagforgalmának* nevezzük. Az anyagforglomhoz szükséges anyagokat az ételekből vesszük fel.

Az ételek nem egyebek, mint különféle módon elkészített táplálószerek. Az elkészítés legfőbb módjai a sütés és a főzés. Kevés anyag van, melyet természetes, nyers állapotban eszünk, a legtöbbje bizonyos konyhai átalakulásokon megy keresztül, amelyek egyrészt könnyebben emészthetőbbé, másrészt ízletesebbé teszik a felveendő anyagokat. A táplálószereknek és a belőlük készült ételeknek hosszú, változatos sorát ismerjük. Ha azt keressük, hogy az ételek és a táplálószerek milyen alkotórészekből állanak, a vegyi analizis a következőkre tanít. Minden étel tartalmaz különféle arányban vizet, sókat (só alatt itt nemcsak a konyhasó, hanem meszes, magnéziumos, foszforos stb. sók is értendők), amelyek nem éghetők és szerves anyagokat, amelyek elégnek.

A szerves anyagok három nagy csoportja szerepel ételeink összetételében, és pedig: 1. a fehérjék, 2. a zsírok és 3. a szénhidrátok. Ezeken kívül aránylag elenyésző mennyiségben egyéb anyagok is találhatók ételeinkben. (L. bővebben a »Hogyan éljünk« című fejezetet.)

Százával végezték a vizsgálatokat abban az irányban, hogy a napi táplálkozással mennyi fehérjét, zsírt, szénhidrátot, sót és vizet veszünk fel. Keresték, hogy az ötféle anyag közül melyik a legfontosabb? Vajjon nélkülözhetünk-e egyeseket közülök, mennyit és milyen arányban használunk el naponta? Egész sorozata merül fel itt a különféle gyakorlati kérdéseknek, amelyek-

nek részleteire ki nem térhetünk; az eredményeket csak főbb vonásokban foglalhatjuk össze. Mindenekelőtt kitünt, hogy az ötféle anyag közül nélkülözhetetlenül szükségesek *a fehérjék, a sók és a víz.* Kutyákat hónapokon keresztül tartottak úgy, hogy sem zsírt, sem szénhidrátot nem kaptak enni és mégis csupán fehérje-, só- és vízfogyasztás mellett kitünő erőben maradtak. Ezek nélkül azonban magasabb állati szervezet meg nem él. Ha az ételt mesterségesen megfosztjuk összes sóitól és ezzel etetünk állatokat, hiába kapnak akármennyi fehérjét, zsírt, szénhidrátot és vizet, néhány hét alatt elpusztulnak a sóhiány, a *sóéhség* tünetei között. Hasonlót mondhatunk a fehérjéről, *hiába kap az állat bármi mást, fehérje nélkül meg nem él.* Az elmondott kisérletek nem oly egyszerűek. A természetadta ételek vegyesen tartalmazzák ezen anyagokat, s így mesterséges utakon kell fehérjementessé vagy sómentessé tenni azokat. Nem volna helyes viszont csak fehérjével táplálkoznunk, mert óriási munka hárulna bélrendszerünkre; a zsírokat és szénhidrátokat sokkal könnyebben dolgozzuk fel. Ha 24 órai szervesanyag-szükségletünket csak fehérjével akarnók fedezni, 2½—3 kiló sovány, zsírtalan sonkát kellene naponta megennünk; az emberi táplálócsatorna ezt nem tudja feldolgozni. Igyekeztek tehát megállapítani azt a legkisebb fehérjemennyiséget, amelynél kevesebb mellett az ember meg nem él. Ezt a mennyiséget »*fehérjeminimum*«-nak nevezték el. Számos kisérlet alapján megállapították, hogy az emberi test minden *10 kilójára legkevesebb 12 gramm fehérje* szükséges 24 óra alatt. 70 kilogrammos embernek tehát nap-nap mellett legalább 84 gramm fehérjét kell felvennie, mert ennél kevesebb fehérje mellett beállanak a *fehérjeéhség* káros tünetei.

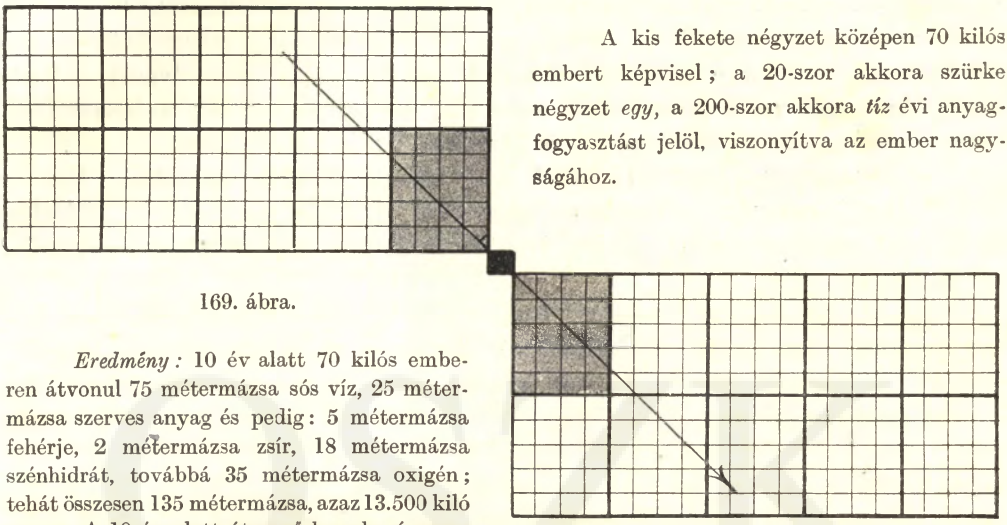
A »fehérjeminimum« ismeretének nagy a nemzetgazdasági jelentősége, a táplálkozás módja kihat az emberek munkaképességére és korára; valószinűleg eltérő táplálkozás okozza, hogy például az angol munkás hosszabb életű mint a magyar munkás stb. Jegyezzük meg azonban, hogy a »fehérjeminimum«-nak megfelelő 84 gramm korántsem fedezi napi szervesanyagszükségletünket, ahhoz 600—700 gramm fehérje, tehát 2—3 kiló sovány, zsírban nagyon szegény sonka kellene, amint már említettük is. A legtöbb ember öntudatlanul is úgy válogatja össze ételeit, hogy fehérjéből naponta a minimumnak alig másfélszeresét, azaz 120 gramm fehérjét fogyaszt, egyéb szerves anyagszükségletét zsírral és szénhidráttal pótolja.

Számos vizsgálattal törekedtek arra, hogy megállapítsák eme három szerves anyagnak az emberre legmegfelelőbb arányát. Átlagban azt mondhatjuk, hogy erősebb izommunkát nem végző 60—70 kilós férfi 24 óra alatt elhasznál 100 gr. fehérjét, 60 gr. zsírt és 400 gr. szénhidrátot. Ezen vizsgálatoknál tekintetbe kellett venni az emberi táplálócsatorna dolgozóképességét is. Gyomrunk és bélrendszerünk az egyik ételt könnyebben, a másikat nehezebben tudja feldolgozni. Táplálócsatornánk a különböző ételeket nem egyformán tudja értékesíteni; az egyiket nagyobb, a másikat kisebb veszteséggel használja fel; a bevett ételek és a táplálócsatorna végén távozó salak pontos vegyi összehasonlítása adnak erre feleletet. Manapság már tudjuk, hogy egyes ételek egyrészt egymagukban, másrészt más anyagokkal keverve az

emberi bél részéről mennyire értékesíthetők, sőt adatokkal rendelkezünk immár a beteg bél munkaképességéről is.

A következő összeállítással az ember anyagforgalmának nagyságát és jelentőségét akarjuk megérzékíteni:

Az ember anyagforgalma 25 éves kortól 35-ig.



A kis fekete négyzet középen 70 kilós embert képvisel; a 20-szor akkora szürke négyzet *egy*, a 200-szor akkora *tíz* évi anyagfogyasztást jelöl, viszonyítva az ember nagyságához.

169. ábra.

Eredmény: 10 év alatt 70 kilós emberen átvonul 75 métermázsa sós víz, 25 métermázsa szerves anyag és pedig: 5 métermázsa fehérje, 2 métermázsa zsír, 18 métermázsa szénhidrát, továbbá 35 métermázsa oxigén; tehát összesen 135 métermázsa, azaz 13.500 kiló anyag. A 10 év alatt átmenő konyhasó maga több az ember súlyánál. 10 év alatt a szervezetből kikerülő sós víz, a szénsav és a veseváladék anyagai szintén 135 métermázsát képviselnek. Ha pár kilóval több kerül ki mint a bevétel volt, akkor az illető pontosan annyival soványabb, ha kevesebb a kiadás, akkor annyival kövérebb lett tíz esztendő alatt.

A kiadás és bevétel közti differenciával változik az ember testsúlya — ez az anyagmegmaradás elve az élő szervezeteknél. Az óriási anyagforgalom lebonyolításánál a tüdő-, bél- és vesefelület viszi a főszerepet. E felületeket egymással és az ember testét alkotó milliárdos sejttársaság minden egyes tagjával a keringő vér köti össze. Minden érkező és minden távozó anyag megfordul átutazóban 5 kiló vérünkben, anélkül hogy annak összetételét és tömörségét feltünő módon meg tudná változtatni.

Ime, amint látjuk, egy hosszú életen át a métermázsák százai vonulnak át 70 kilós élő anyagi rendszerünkön. A gázoktól: az oxigéntől és szénsavtól eltekintve, amelyek a tüdő belső felületén vándorolnak befelé és kifelé, az összes egyéb anyagok sós (1%) vízben oldva haladnak át rajtunk. *1%-os sós víz az általános oldószere mindennek, ami bejut testünkbe és távozik belőle.* Az ember belső folyadékrendszere: *a lassan áramló szövetnedv és a gyorsan forgó vér*, amelyen a felsorolt anyagok áthaladnak, *szintén 1%-os sóoldat.* Az embernek a nagyfokú párolgás és beszáradás ellen védett, bőrrel fedett, lezárt testében csak úgy sós vízben folyik le a szöveteket alkotó sejtmilliárdok élete, mint ahogy a tenger vizében élnek azon egészen alacsony rangú állatok, amelyek még nem tettek szert belső folyadékrendszerre. A sótalan víz (párolt = desztillált víz) megölője az élő anyagnak. Desztillált vízben gyorsan pusztulnak el az összes vizi állatok az egysejtű állatoktól kezdve. A desztillált víz méreg az emberi testre. A sós víz, amely az átvonuló anyagoknak több mint felét teszi ki, tehát csak oldószer,

amely változatlanul megy át testünkön. Egy év alatt áthalad rajtunk 7½ métermázsa sós víz és felveszünk vele 2½ métermázsa fehérjét, zsírt és szénhidrátot. *Az utóbbi anyagok szakadatlan átalakulásához kötődik az élet.* Valamennyi széntartalmú, mint minden szerves anyag. Lényeges különbség van azonban az életnél szereplő szerves anyagok három nagy csoportja közt.

1. A legegyszerűbb anyagok a *szénhidrátok:* ide tartoznak *a keményítőfélék* és a *különféle cukrok;* ezek nem egyebek, mint az említett szőlőcukornak ($C_6H_{12}O_6$) kettős és sokszoros vegyületei. Csupán szénből, hidrogénből és oxigénből állanak. Az emésztés valamennyit egyes cukrokká alakítja át és mint ilyenek jutnak testünkbe, ahol kellő mennyiségű oxigénnel egyesülve teljesen szénsavvá és vízzé alakulnak át. A fontosabbak a következők:

a) *Egyes-cukrok: szőlő-* (= must- vagy krumpli-) cukor, *gyümölcs*-cukor;

b) *kettős-cukrok: nádcukor* (= répacukor = fehér kockacukor), *tejcukor* (a tejben), *malátacukor* (a csírázó árpakeményítő elcukrosodásánál keletkezik, ebből lesz a sör);

c) *sokszoros-cukrok: celluloze* (sok van a növényi táplálószerekben, bélrendszerünk nem tudja megemészteni), *keményítő* (a gabonaneműek, lisztek, tészták főtömege), *glikogén* (a máj készíti átmenőleg az ételek cukorjából).

Gazdag szénhidrát-, azaz keményítő-táplálkozás mellett esetleg a felvett cukor nem tud mind eloxidálódni és akkor bonyolult vegyi átalakulások révén zsírrá változik és mint ilyen marad vissza a testben. *A hízásnak induló egyének zsírja keményítőből, kenyérből, tésztából lesz, nem pedig a fogyasztott zsírból.*

2. A *zsírok* szintén csak szénből, hidrogénből és oxigénből állanak, de a az egyes alkotórészek százalékos aránya egészen más és a vegyület benső szerkezete is eltér a szénhidrátokétól. A különféle táplálószerek (szalonna, disznózsír, libazsír, vaj, olaj, ürűfaggyú) zsírja nem egyéb, mint három főzsírnak, a stearinnak, palmitinnak és az oleinnak változó arányú keveréke; minél több valamely keverékben a stearin, annál inkább faggyúszerű, ha sok az olein, az olajhoz lesz hasonló.

A zsír testünkben szintén szénsavvá és vízzé alakul át. Ritkább eset az, hogy mint zsír visszamarad szervezetünkben.

3. A szerves anyagok között legfontosabb a *fehérje. Élő sejt fehérje nélkül nem képzelhető, az ember nem él meg fehérjementes táplálószerek mellett.* A fehérjék a legbonyolultabb vegyületek; a legegyszerűbbek egyike közöttük a sokszor említett tojásfehérje. Lényegesen eltérnek az előző két csoporttól. *A fehérje alkotásában nemcsak szén, hidrogén és oxigén vesz részt, hanem mindig van benne nitrogén és kén,* sőt vannak foszforos és vasas fehérjék is. A fehérje az egyetlen szerves anyag, amely testünkben nem tud teljesen eloxidálódni.

Belőle nemcsak szénsav és víz keletkezik, de egész sora a nitrogén-, kén-, foszfor- és vastartalmú bomlásanyagoknak, amelyeknek jó része csak félig oxidálódott vegyület. Fehérjében gazdag táplálkozásnál egy részük zsírokká, esetleg szénhidrátokká is átalakulhat. A testünkben lefolyó fehérje-oxidációnak egyik legfontosabb nitrogén-tartalmú bomlásanyaga az *ureum* (100 grm. fehérjéből az emberi testben 35 grm. ureum keletkezik), amely a vese váladékának legjellemzőbb része.

Látjuk tehát az eddig mondottakból, hogy az emberi testben a szerves anyagok három fajtájának : a szénhidrátoknak, a zsíroknak és a fehérjéknek szakadatlan bontása, oxidációja megy végbe. A szénhidrátok és zsírok teljesen oxidálódnak, s igen egyszerű testekké, vízzé és szénsavvá alakulnak át. Egyedül a fehérje bontása akad el a nitrogéntartalmú ureumnál. A fehérje súlyának csak 35—40%-át teszi ki a belőle képződött ureum ; 60—65%-a szénsavvá, vízzé, egyéb nitrogén-, kén- és foszfortartalmú anyaggá alakúl át.

Az élet folyamán képződő egyszerű anyagokat, amilyenek a szénsav, víz, ureum, egyéb nitrogén-, kén- és foszfortartalmú anyagok, bomlásanyagoknak nevezzük. A bomlásanyagok viszonyítva a szénhidrátok, zsírok és fehérjék összetételéhez, oxigénben gazdag vegyületek ; hiszen a levegő oxigénjének felhasználása révén keletkeztek. A bomlásanyagok az emberi testre nézve nemcsak fölöslegesek, hanem károsak, sőt erősen mérgező hatásúak ; a testben való fölhalmozódásuk menthetetlenül halált jelent. A szénsavról már elmondottuk, hogy a tüdőn, annak hatalmas belső felületén keresztül távozik a körlevegőbe. Ha a szénsavkiküszöbölés pár percre elakad, szöveteink nagy része, első sorban az agyvelő, felmondja a szolgálatot és az egyén öntudatlanul esik össze.

A víz egy kisebb része elpárolog a tüdő és a bőr felületén ; lehelletünk mindig páratelt s a bőrön át, ha nem is izzadunk, ha bőrünket száraznak érezzük is, kis mértékben ugyan, de állandóan, észrevétlen párolog a víz. Úgy a tüdő-, mint a bőrpárolgás azonban rendes viszonyok között a víznek csak csekély részét távolítja el ; gondoljuk csak meg, hogy az oxidáció útján képződő vizen kívül mennyi vizet fogyasztunk az étkezés alatt, hogy megadjuk az oldószert a táplálékok felszívásához. Ez a sok sós víz a többi bomlásanyagokkal együtt a veséken keresztül távozik testünkből.

A *vesék* babalakú (11 cm hosszú, 5 cm széles) tömött testek ; a gerincoszloptól jobbra és balra a 12-ik hát- és a 3-ik ágyékcsigolya közé eső területen helyeződnek el a hátsó hasfalon. Nem egyebek mint erekkel igen gazdagon ellátott mirigyek. A két vese együtt körülbelül 300 grammot nyom. A vese babalakú behajlásában elég tágas üreget találunk, ez a *vesemedence*, amelyből több apró üreg, az úgynevezett *vesekelyhek* mennek a vese felé. Minden egyes vesekehelybe sok nyíláson át ömlik be a vesék váladéka. A vesemedence alsó részéből vékony *csatorna* vezet a *hólyag felé*. (Közelebbi viszonyokat lásd a 170. ábrán.)

A vesék kettős feladatot teljesítenek testünkben :

1. lebonyolítják a szervezet sósvízforgalmát,
2. kiküszöbölik a szénsavon kívül keletkező összes egyéb bomlásanyagokat.

1. Testünk *vízforgalmánál* kétféle víz szerepel. A víz nagyobb részét az ételekkel vesszük fel, hiszen az emésztés végén minden anyag sósvízben feloldva jut belső folyadék-rendszerünkbe ; kisebb része a víznek a testünkben végbemenő oxidáció kapcsán a cukorból, a zsírból és a fehérjéből keletkezik. A felvett és a bennünk keletkező víz felhigítaná vérünket és szövetnedvünket ; a vesék azonban abban az arányban, amint új meg új sósvíz jut testünkbe, eltávolítják azt belőlünk. A vesék nagyon érzékeny szabályozó készülékek ;

nem engedik meg, hogy testünk sósvíztartalma szaporíttassék. Ha valaki többet iszik, veséje több vizet fog elválasztani; viszont ha valaki erősen izzad és így a bőrén át veszít vizet, ugyanannyival kevesebb távozik a veséin keresztül. A vesék mindig csak a szervezetre felesleges sósvizet távolítják el. Egy életen át métermázsái a sósvíznek távoznak a veséken keresztül.

2. A vese másik feladata a bomlásanyagok kiküszöbölése. Egyedül a szénsav távozik a tüdőn keresztül; az összes egyéb bomlásanyagok kiküszöbölése, eltávolítása a vesék feladata. Az a nagytömegű sósvíz, amely a veséken keresztül amúgy is távozik, kimossa, kiviszi testünk bomlásanyagait. A vese váladékában foglalt anyagok egyenrangúak a tüdőn át távozó szénsavval. A közfelfogás a vesék váladékát nem egyszer egyenrangúnak tekinti az ételek salakjával; ez a nézet teljesen hibás. A salak az ételek azon része, amit bélrendszerünk nem tudott értékesíteni, ami tehát belőlük visszamaradt. Ezek az anyagok keresztülmentek ugyan testünk alagútján, de belső folyadékrendszerünkbe nem jutottak be. A vesék váladéka ellenkezőleg nem egyéb, mint az ételeknek értékesített, felszívott része, amelyet milliárd meg milliárd sejtünk a levegő oxigénjével fokozatosan egyesítve, a többször felsorolt bomlásanyagokká alakított át. A salak az ételeknek időközben megrothadt, megerjedt, hasznavehetetlen részét teszi; a vesék váladéka ellenben az élettel együtt járó termelése sejtmilliárdjainknak.

Ha meggátoljuk a vesék működését, akkor egyrészt teljesen elakad az emberi test sósvízforgalma, másrészt az élet folyamán képződő bomlásanyagok kiküszöbölése. A teljes elakadás halált jelent. Ha egyszer a vesék annyira betegek, hogy feladatuknak nem tudnak megfelelni, a beteget saját bomlásanyagai pusztítják el. A halálnak ezt a formáját urémiának nevezzük, mert a veseváladék legjellemzőbb anyaga az ureum és végeredményben a halált első sorban az ureumnak, de azonkívül az összes egyéb bomlásanyagoknak mérgező hatása okozza.

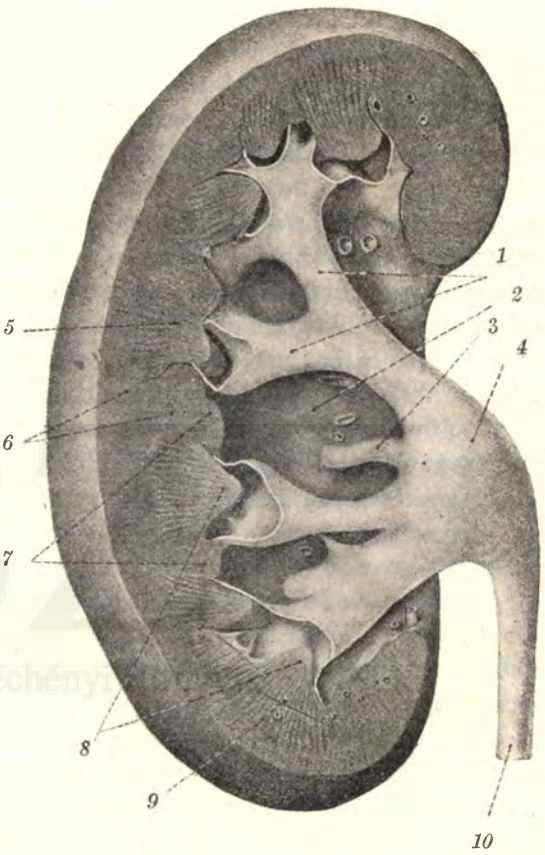
A vese tulajdonkép mirigy, de különbözik a többiektől abban, hogy nem maga készíti váladékát. A tej az emlőmirigyben készül, ép úgy a nyál a nyálmirigyben, a gyomornedv a gyomorban stb. Ha valakinek operáció útján eltávolítják az emlőjét, nem lesz többé teje, de különben az egyéb zavarokat nem okoz. A vesékkel másképen áll a dolog: azok az anyagok, amelyek a vesén keresztül távoznak, testünk összes élő sejtjeinek termelései; ha a veséket eltávolítjuk, ezek az anyagok tovább képződnek és igen rövid idő alatt megölik a szervezetet. Hangsúlyozzuk tehát még egyszer, hogy *a vese nem maga készíti a váladékot és csak arra vállalkozott, hogy a mindenütt képződő bomlásanyagokat a felesleges sósvízzel együtt kitakarítsa szervezetünkből.* A vese bizonyos fokig ellenlábasa a májnak, ketten együtt féltve őrzik belső folyadékrendszerünk állandó összetételét és tömörségét. A felszívódás alatt bejutó táplálóanyagok legnagyobb része ideiglenesen raktározódik a májban, a bejutott felesleges vizet pedig kidobják a vesék.

A máj útjában áll a táplálóanyagok torlódásának, viszont a vese meggátolja a sósvíz felesleges felhalmozódását; ketten együtt tehát biztosítják a vér állandó koncentrációját.

Az emberi testben végbemenő bonyolult vegyi változások sorát hasonlítottuk a stearingyertya égéséhez. A levegő oxigénjének felhasználásával elég a gyertya ; szénsavgáz és vízpára keletkezik belőle. Mi is folytonosan oxigént fogyasztunk és szénsavat termelünk ; bennünk is szerves anyagok pusztulnak el víz és egyéb bomlásanyagok keletkezése mellett. Sok a közös vonás a két folyamatban, de a szerves anyagok egyszerű égése és az emberi test bonyolult oxidációja között — amit *emberi anyagcserének, anyagforgalomnak* nevezünk — mégis lényeges, ma még megmagyarázhatatlan különbségeket találunk.

A szervezetben többféle anyag oxidálódik egyszerre. Két nagy csoportja a szerves anyagoknak : a cukrok és a zsírok éppúgy szénsavat és vizet adnak az emberi anyagcsere alatt, mint mikor testünkön kívül elégnek. A keletkező végső testek mindkét esetben ugyanazok, de ebből korántsem következik, hogy a két folyamat maga is ugyanaz. A cukor például különböző utakon és módokon alakítható át szénsavvá és vízzé. *A kiindulópont mindig cukor, az eredmény mindig szénsav és víz, de a közbelső út igen sokféle lehet.*

Ha vastányérban hevítem a cukrot és így elégetem, előbb kiszárad, azután megfeketedik azaz elszenesedik, majd lángra lobban és végül szénsavra és vízre ég el.



170. ábra. Az emberi vese, elülső felszínéből vékony szelet hiányzik. 1 Vesekelyhek, 2 veseöböl vagy vesekapu, az erektől és a zsírtól megtisztítva, 3 kis vesekehely, 4 vesemedence, 5 vesepiramisok, 6 a vese kéregrésze, 7 veseoszlopok, 8 veseszemölcsök, 9 vesepiramisok, 10 levezető cső a hólyagba. Minden veseszemölcsön 10—20 kis csövecske nyílik, amelyen a váladék a kelyhekbe ömlik ; a veseszemölcsök száma 7—12.

Gyorsabb lesz az átalakulás a következő módon. Száraz cukorporból pasztillát préselünk és erős, légmentesen záró vashengerbe helyezzük. A vashenger szerkezete olyan, hogy 25—30 atmoszféra nyomású tiszta oxigéngázzal tölthető. A hatalmas nyomás alatt a $1^1/_2$ decis vashengerbe több liter oxigén préselhető. Ha most a zárt henger belsejében villamos szikrával meggyújtjuk a pasztillát, pillanat alatt elég az egész. A hengerből teljesen eltűnik a cukor és helyette szénsav és víz található. Itt nem szenesedik el, nem feketedik meg a cukor, hanem szempillantás alatt átalakul. Az erős kis vasedényeket, amelyekben sok atmosz-

féra oxigénnyomás alatt hihetetlen gyorsasággal égetjük el az anyagokat, *égető bombáknak* nevezzük. A bombamódszer arra is alkalmas, hogy meghatározzuk pontosan a cukorégéssel keletkezett melegmennyiséget.

A cukor azonban még más úton is átalakítható. Szénsavra és szeszre, azaz alkoholra esik szét, ha vizes oldatába élesztő gomba kerül. A keletkező alkohol párologtatással összegyűjthető. Ha meggyújtom az összegyűjtött alkoholt, az gyorsan és könnyen, kékesen lángolva átalakul szénsavra és vízre. A cukor tehát ismét teljesen szénsavvá és vízzé változott, de az út egészen más volt mint a vastányérban és a bombában való égetésnél.

Három különböző módját mondtuk el tehát a cukor átalakulásának, de vannak még más módok is. Mindig szénsav és víz keletkezett s a fogyasztott oxigénmennyiség mindig ugyanaz volt, de az átalakulás más és más utakat követett. Az emberi testben csak azt tudjuk biztosan megállapítani, hogy a szénhidrátok valamennyien cukor alakjában kerülnek felszívásra. A bejutó cukor mint glikogén ideiglenesen letelepedik a májban. A glikogén, mikor szükséges, újra cukorrá változik és a keringő vér szétosztja cukoréhes élő sejtjeink milliárdjai közt. Hogy mi vár reá azután, mi sorsa lesz tovább, ezt már nem tudjuk, itt elveszítjük az emberi cukorforgalom fonalát, csak a távozó szénsavat és vizet ismerjük, amelyről tudjuk, hogy cukorból keletkezett. Csak találgatjuk, hogy a szervezet a cukor anyagcseréjét milyen módszerekkel végzi, de biztosat erről nem tudunk. Az oxidáció semmi esetre sem olyan, mint amilyet a vastányérban vagy a bombában láttunk. *Az égéshez száraz cukor és magas hőmérsék kell, holott az ember testében az egész átalakulás vizes oldatban 37° C. mellett folyik le.* Talán még leginkább hasonlíthatjuk az élesztőgomba okozta átalakuláshoz: ott is vizes oldatban, szinte észrevétlen alakul át a cukor szénsavra és alkoholra; de ez csak kezdet, mert az alkohol továbbalakításához már ismét égés szükséges. Ha a mondottakat mérlegeljük, be kell látnunk, hogy a szó szoros értelmében nem felel meg a valóságnak az a kifejezés, hogy a cukor elég szervezetünkben. *Az égés alatt tulajdonképen azokat a gyors oxidációkat értjük, amikor az anyag száraz állapotban fény és láng, azaz tűz jelensége mellett alakul át. Az emberi oxidációk lassan, vizes oldatban, 37 C. fokon, a tűz jelensége nélkül folynak le, kísérő tünetük az élet a test melegével.*

Az emberi cukorforgalomnak ma még nem ismerjük az útjait. A cukorbetegek azt mutatják, hogy az oxidáció bizonyos határozott feltételektől függ, amelyeknek elvesztése a valódi cukorbetegségre vezet. A cukorbetegeknél a bélen át beérkező cukor változatlanul távozik a veséken keresztül; nem tud átalakulni szénsavvá és vízzé, hiába van ott a levegő oxigénje; a beteg szövetei végleg elvesztették cukoroxidáló képességüket.

Látjuk tehát, hogy bár a cukor szerves táplálóanyagaink közt a legegyszerűbbek egyike, még sem ismerjük teljesen az átalakulásait. A zsírok sorsáról még kevesebbet tudunk. Akár rajtunk kívül lángolva ég el a zsír, akár bennünk vizes oldatban alakul át, az eredmény mindig szénsav és víz, éppen úgy mint a cukornál, de titok előttünk, hogy miképen csinálják ezt élő sejtjeink.

Táplálékaink között a legbonyolultabb, de legfontosabb anyag a fehérjék csoportja, amelyek nélkül magasabb állati szervezet meg nem él; ezeknek átala-

kulását legkevésbbé ismerjük. Az emberi fehérjeforgalomnak már az eredménye is egészen más mint a fehérje égésének termékei.

A zsírnál és a cukornál legalább a végső produktumok ugyanazok, a fehérjénél azonban ezek is teljesen különbözők. Az emberi fehérjeoxidációnál ureum, ezenkívül egyéb nitrogén-, kén- és foszfortartalmú vegyületek és mellette szénsav és víz keletkeznek, de a fehérje elégetése a testen kívül pl. egyáltalán nem ad ureumot.

Mindezek csak arról győzhettek meg bennünket, hogy az oxidációnak sokféle formája s különféle útja van. Az életet elvégre felületesen hasonlíthatjuk az égéshez, de tulajdonkép a kettő között óriási a különbség, csak *közös vonás bennük az oxidáció.*

Az élettel együtt járó vegyi változások nagyon bonyolódottak és sokoldalúak. Az emberi test titokzatos vegyi gyárnak tekinthető, amelyben az említett három anyag kerül sajátos feldolgozásra. Az emberi anyagcserének legjellemzőbb oldala az oxidáció, de vegyi gyárunk mindenféle más módszerekkel is dolgozik. A finomabb vizsgálatok kiderítették, hogy az oxidáción kívül még egész sora az egyéb vegyi folyamatoknak (redukció, fermentáció, hasadás, átmeneti szintezis stb.) megy végbe szervezetünkben. Pár szóval ide jegyezzük, részben megismételjük az emberi anyagcserére jellemző fontosabb adatokat.

1. Az emberi testben a szerves anyagoknak oxigéngázzal való egyesülése lassan, fokozatosan és vizes oldatban 37° C. hőmérsék mellett megy végbe.

2. Az oxidáció mellett sok más vegyi folyamat szerepel a szerves anyagok átalakulásánál: erjedések, közbülső szintézisek, redukciók, hasadások stb.

3. A bevett anyagok és végső bomlástermékek közé egész sora esik a közbülső, fokozatos átmenetet képező anyagoknak; a végső anyagcsere-produktumokkal szemben ezeket közbülső (intermedier) anyagforgalmi termékeknek nevezzük.

4. A bejutó anyagok csak bizonyos változás után alkalmasak az oxidációra. A legtöbb tápláló anyag ugyanis, ha *a rendes út megkerülésével és nem a bélfalon át* jut be a testbe, — pl. bőr alá fecskendezéssel — a vesén keresztül oxidáció nélkül távozik. Minden táplálék, a bélfalon való áthaladtában, átalakul. Legjobban szembeötlik ez a fehérjéknél: akármilyen állati vagy növényi fehérjét eszünk, a fölszívás alatt már csak olyan fehérjéket találunk, amelyek az emberi test fehérjéinek felelnek meg. Ha sajtfehérjét eszünk, a vérünkben még sem találunk sajtfehérjét stb. A tápláló anyagok kellő átalakítását a felszívás alatt leginkább a bél hámrétege végzi.

5. Az élet nemcsak anyagbontásból, hanem anyagépítésből is áll. Rengeteg anyag elhasználása, elbontása mellett igen lassan nő a fejlődő gyermek teste. A kifejlett egyén is folyton újra készíti, újra építi testének anyagait, hogy azután elbonthassa. A hízó ember keményítőből zsírt csinál. Ugyanazon keményítővel különféle állatokat hízlalva, a keletkező zsírok nem egyformák; mindenik állat a saját speciális zsírját készíti ugyanabból a keményítőből stb. Az építő folyamatokat *asszimiláció*-nak nevezzük, a *disszimiláció*-val, az anyagbontással szemben. Az asszimiláló folyamatok az életre nem kevésbbé fontosak mint a bontó átalakulások.

6. Az emberi test különböző részeiben és szöveteiben nem egyformák a vegyi változások. Más az izom anyagcseréje, más a mirigyeké, más az agyvelőé stb. *Nincs két sejtünk, amelynek anyagcseréje teljesen egyforma volna.*

* * *

A szerves anyagok oxidációja, akár gyors, akár lassú, mindig melegtermeléssel jár. Télen is, nyáron is, megfelelő öltözködés mellett állandóan 37° C. a testünk hőmérséke. Hajnali órákban pár tized fokkal alacsonyabb, esti órákban pár tizeddel magasabb. A legkülönbözőbb viszonyok között is igyekszik testünk a mondott hőmérséket megtartani. A 37° C.-nál magasabb hőmérséket a »láz« szóval jelöljük. A legkülönbözőbb betegségeket láz kísérheti és ezen magas hőmérsékek a szervezetre károsak. Említettük már, hogy az ember, ha teste 30° C.-ra lehűl, félrebeszél, nincs magánál, ha 24°—26° C.-ra hűl alá, meghal. Az embernek tehát, amíg él, folyton meleget kell termelnie, hogy ki ne hűljön. Ha 70 kilogramm vizet pl. a fürdőkádban 37° C.-ra felmelegítek és utána a szobában állani hagyom, az pár óra alatt lehűl a szoba hőmérsékletére. Az ember teste, ha meghal, éppen úgy kihűl pár óra alatt.

Testünknek állandó hőmérsékét csak folytonos melegtermeléssel tudjuk fenntartani. *Nap-nap mellett annyi meleget kell termelnünk, mint amennyit elveszítünk, mert csak így lehet testünk állandó hőfokon.* Felnőtt ember napi melegvesztesége átlagban 2500 kaloria. Kaloria alatt azt a melegmennyiséget értjük, amely szükséges 1 kilogramm nullafokos víznek 1 fokkal való felmelegítéséhez.

Az ember tehát 24 óra alatt annyi meleget ad át környezetének, hogy ezzel a meleggel 2500 kiló vizet lehetne zérus fokról 1° C.-ra fölmelegíteni, vagy ami körülbelül ugyanaz, 25 kiló jéghideg vizet felforralni. Nap-nap mellett tehát minden 70 kilós embernek 25 kiló víz felforralásához szükséges meleget kell előállítania a vesztett meleg fedezésére, máskép nem lehetne a test hőmérséke állandóan 37° C. (Egyének, életmód, foglalkozás szerint a napi melegvesztés lehet kevesebb vagy több.)

Ez a melegmennyiség a fehérje, zsír és cukor bennünk végbemenő oxidációjából származik. Az anyagcsere neve alatt összefoglalt bonyolult változások adják a test melegét. *Nem valami külön helyen képződik az emberi test melege, hanem valamennyi élő sejtünknek együttes termelése az.*

De az anyagcsere-folyamatok nem minden testrészben, nem minden szövetben ugyanoly erősek. Ahol sok a sejt, ott élénkebb az anyagcsere, ahol kevés, ott gyöngébb. Egyes szövetek működése nagy vegyi változással jár, a másoké kisebbel. Minél nagyobbak a vegyi változások a szövetben, annál nagyobb a melegtermelésük; különféle szöveteink tehát változó résszel járulnak hozzá a közös melegtermeléshez.

Testünknek sejtekben leggazdagabb területei az izmok és a mirigyek, ezekben óriási vegyi munka folyik; ezek — de különösen az izmok, amelyeknek tömege óriási — viszik tehát a vezérszerepet a napi melegtermelésben, a többi szövetek melegtermelése sokkal kisebb.

Igen sok meleget termel a hatalmas máj, melyben a vegyi raktározásoknak és átalakulásoknak hosszú sora folyik. A máj az emberi test legmelegebb pontja. Mikor a hónaljban 37° C.-t mérünk, a májban 39—40 fok körül jár a hőmérsék.

A leghidegebb a test felülete ; ez érintkezik a környezettel, amely elszedi tőle a meleget. A bőr hőmérséke a legtöbb helyen átlag 30° C.

Az emberi test, mint minden szerves anyag, nagyon rosszul vezeti a meleget. A máj és izmok termelte meleg nagyon lassan oszolnék a testben szerteszét, ha rétegről rétegre kellene tovaterjednie. A májban is, az izomban is megrekedne a saját melegük.

Az emberi test melegét a keringő vér keveri el, hiszen minden szövetünket az erek gazdag csatornahálózata járja át. A vérnek alig van saját melegtermelése, a benne úszó milliárd sejt csak oxigént szállít, valami különösebb vegyi változás a vörös vérsejtekben alig megy végbe ; de a vér fölszedi a meleget az izmokból és a mirigyekből. Bármily különösen hangzik is, saját »forró« vérünk hűti a májat és az izmokat. A vér »forrósága« az izmoktól és mirigyektől származik. De kerül-fordul a vér és a forró-meleg májból és izmokból a hidegebb bőrbe jut. A vér hordja ki belülről a bőrünkbe a meleget, hordja szakadatlan, új meg új meleget adva ; a bőr meg, akarva nem akarva, átadja a hidegebb környezetnek. Az a meleg, amit a bőr élő sejtjei termelnek, igen kevés. A forgó vér belsőnket hűti, bőrünket melegíti.

Ha tornázunk, erős izommunkát végzünk, izmainkban a vegyi változások fokozódnak, az izom melegtermelése megkétszereződik. A szervezet a fölösleges melegtől szabadulni igyekszik, a bőr erei kitágulnak, bőrünk kipirul, szívünk szaporábban ver és sebesen forgó vérünk a kipirult, erősen izzadó bőrben több meleget veszít.

Ha fázunk, a szívünk ritkábban ver, a bőr erei összehuzódnak, a lassabban mozgó vér a szűk ereken kevesebb meleget juttat a bőrnek. A fázó test, amennyire lehet, gátat vet a belső meleg kihordásának.

A nyugvó izom nyáron kevesebb meleget ad, télen többet. Legtöbb meleget az izom akkor ad, ha dolgozik. Szöveteink melegtermelése bizonyos határon felül nem mehet, de éppen úgy nem sülyedhet bizonyos határon alul.

Számos kísérletet végeztek a melegtermelés viszonyait illetőleg : az eredmények igen érdekesek. A fontosabbak, nyugvó állatra vagy emberre, a következők : egy kiló élőszövet 1. annál több meleget termel, minél hidegebb környezetben van az állat ; 2. annál több meleget termel, minél kisebb az állat (a házinyúlnak a saját testsúlyához képest sokkal nagyobb a felülete mint a lónak, azaz a test egy kilójára lónál kisebb felület esik mint a házinyúlnál) ; 3. annál több meleget termel, minél jobban táplálkozik az állat ; az éhező állaté sokkal kevesebbet termel.

Az élet velejét tevő vegyi átalakulások akarva nem akarva mindig melegtermeléssel járó folyamatok. Az élő szövet, ha kell, termelhet többet, de bizonyos minimumnál kevesebbet nem.

* * *

Az emberi test melege a fehérje, zsír és szénhidrátok oxidációjából keletkezik; élő sejtjeink milliárdjai egyesítik ezeket a szerves anyagokat vizes oldatban a levegő oxigénjével. *Az egyesülés meleget ad és munkavégzésre alkalmas.* A szerves anyagokban bizonyos munkavégző tehetség — energia — rejlik, amely elégéskor meleggé vagy más energiaformákká alakul át. A szerves anyagokban rejlő energiát vegyi energiának nevezzük. A vegyi energia átalakul az elégésnél meleggé, esetleg munkává vagy más energiaformákká, közvetve vagy közvetlenül. Ha a puskapor elég, a benne rejlő vegyi energia meleggé, fénnyé, hanggá és golyót kidobó erővé alakul át. Valamely éghető anyagnak vegyi energiatartalmát úgy fejezhetjük ki legjobban, hogy átalakítjuk az egészet meleggé; a kapott melegmennyiség egyenértéke az energiatartalomnak. *Az állati szervezetek csakis a táplálóanyagokban foglalt vegyi energiát tudják értékesíteni, ez adja az állatok melegét és munkáját.*

A táplálóanyagok energiatartalma adja az emberi test egyedüli erőforrását, *az ember minden működése ezen energiának közvetlen vagy közvetett átalakulása.*

Számos vizsgálatot végeztek abban az irányban, hogy az emberi test a fehérje, a zsír és a keményítő energiatartalmának mekkora részét tudja értékesíteni.

Vegyük a fehérje példáját: az ember a fehérjét nem tisztán, hanem egyéb anyagokkal keverve kapja az ételekben. Kitünt, hogy a fehérje egy része már a táplálócsatornában elpusztul, elrothad, úgy hogy mindig kevesebb fehérje kerül felszívásra mint amennyi a megevett ételek fehérjetartalma volt.

A fehérjeemésztéshez mirigyváladékok, tehát mirigymunka szükséges, viszont a felszívásnál a bél hámsejtjei dolgoznak. A mirigyek és a hámsejtek a munkájukhoz szükséges energiát a testből veszik; szóval a fehérje feldolgozása és felvétele mindenkor határozott energiaveszteséget okoz testünknek. *Ez állandó, elkerülhetetlen veszteség, és ennyivel kisebbnek kell számítanunk minden ételnek energiaértékét.* A fehérje mindig csak munka árán, az egész test energiakészletének megkárosításával, juthat be az élő szervezetbe, és így leghelyesebb a fehérje energiatartalmából ezt is leszámítanunk.

Végül a fehérjeforgalom végső terméke, az ureum, még mindig tovább égethető; azt az energiatartalmat tehát, ami az ureumban van, a szervezet nem használta fel. A fehérje teljes, azaz nyers-energiatartalmából (5754 kal.) le kell számítanunk tehát: 1. a táplálócsatornában elveszett részletnek energiatartalmát; 2. testünknek a feldolgozás és a felvétel révén keletkező energiaveszteségét; 3. a belőle keletkező bomlás-anyagok energiatartalmát.

Csak a levonások után visszamaradó résszel (ez fehérjénél átlag 4100 kal.) növelheti a fehérje az emberi test energiakészletét. A táplálóanyagok nyers energiatartalmának tehát csak egy része értékesíthető az ember testében. Az erre végzett vizsgálatok alapján a fehérje, a zsír és a keményítő hasznosítható energiatartalma a következő:

1 kiló fehérje	4100	felhasználható	kaloria	5754	nyers	kaloria
1 » zsír	9300	»	»	9423	»	»
1 » keményítő	4100	»	»	4182	»	»

Összehasonlítva ezt az anyagok nyers kaloria-értékével, kiviláglik, hogy a legkisebb veszteséggel használja ki a szervezet a keményítőt és legnagyobbal

a fehérjét. Az ember útján hasznosítható kaloriaértéket felhasználva kiszámíthatjuk a 24 órai táplálkozás energiaértékét.

Napi 100 gr. fehérje-, 50 gr. zsír- és 400 gr. keményítőfogyasztás mellett a naponta bevitt energiamennyiség 2515 kaloria lesz :

100	gramm	fehérje	410 kalória
50	»	zsír	465 »
400	»	keményítő	1640 »
		Összesen	**2515** kaloria

Felnőtt 70 kilós ember 24 órai energiaszükséglete, amelynek legnagyobb részét hőtermelésre, kisebb részét izommunkára (szívizom, lélegzési izmok stb.), szellemi munkára stb.-re fordítja, átlag 2000, 2500, 3000, 3500 kaloria (nagyon sok függ attól, hogy nyugvó vagy erős izommunkát végző emberről van-e szó). Ezen napi energiaszükséglet egy részét a fejérje-minimum törvénye szerint fehérjével kell fedezni. 70 kilós embernél a fehérje-minimum 84 gramm (minden 10 kilóra 12 gramm), ami 344 kaloriát képvisel. Ha az illetőnek 2500 kaloria a napi energiaszükséglete, hiányzik még 2500—344 = 2156 kaloria energia. A hiányzó energiát az illető tetszés szerint fehérjével, vagy zsírral, vagy keményítővel pótolhatja. *Kisérletileg igazolták, hogy a táplálóanyagok a fehérje-minimumon felül egymást energiatartalmuk szerint kölcsönösen helyettesíthetik. (Isodynamia törvénye.)* Minthogy az emberi táplálócsatornára a fehérje feldolgozása igen nagy munkát hárít, a fehérje-minimumon felül hiányzó energiát leghelyesebb lesz elsősorban a legkönnyebben feldolgozható keményítővel, másodsorban az elég könnyen értékesíthető zsírral pótolni.

A felnőtt ember 24 órai és egy évi anyagszükséglete.

Az élethez szükséges anyagok	Nyugvó férfi anyagszükséglete		Nyugvó nő anyagszükséglete		Izommunkát teljesítő férfi anyagszükséglete		
	24 órára gramm	1 évre kiló	24 órára gramm	1 évre kiló	24 órára gramm	1 évre kiló	
O_2 = Oxigéngáz	1000	365·0	1000	365·0	1000	365·0	Az oxidációhoz szükséges
Fehérje.....	100	36·5	90	32·8	130	47·4	Éghető szerves anyagok
Zsir.....	60	21·9	40	14·6	100	36·5	
Szénhidrát ...	400	146·0	350	127·7	500	182·5	
Konyhasó	20	7·3	20	7·3	20	7·3	Sósvíz általános oldószer (nem éghető)
Viz	2000	730·0	2000	730·0	2000	730·0	
Összesen.....	3580	**1306·7**	3500	**1277·4**	3750	**1368·7**	

70 kilós, izommunkát végző férfi testén egy év alatt $13^1/_2$ métermázsa anyag megy keresztül: $7^1/_2$ métermázsa sós víz (10%) bevisz a bélfalon át $2^1/_2$ métermázsa éghető szerves anyagot, amely egyesül a tüdőn át bejutó $3^1/_2$ métermázsa oxigéngázzal. Az oxidáció eredménye lesz, hogy a szerves anyagok átalakulnak szénsavvá, vízzé és a veseváladék anyagaivá és távoznak a szervezetből.

Kissé messzire jutottunk az ember anyag- és energiaforgalmának tárgyalásában. Az élettani tudományok egyik legfiatalabb, hatalmas ága ez ; óriási

gyakorlati fontosságú, mert ezen tudomány adatai alapján épülnek fel a helyes táplálkozás elvei. Nagy a nemzetgazdasági jelentősége is, mert ez fogja megadni a mértéket a katonaság, a munkásosztályok stb. táplálkozásának irányítására.

Az anyagi élet tanulságai.

Az anyagi élettel összefüggő működések sorának végére jutottunk. Beszéltünk a *szívről*, vérünk fáradhatatlan, buzgó forgatójáról; *érrendszerünkről*, amely keresztül-kasul járja egész testünket és a hajszálerek gazdag hálózatával benső érintkezésbe juttatja forgó vérünket szöveteink minden utolsó porszemével. Látjuk, hogy a *lélegzés* teszi lehetővé a körlevegő oxigénjének szakadatlan beáramlását testünkbe, viszont a szénsav kivándorlását belőle. A *táplálócsatornában* az emésztési folyamatok átalakítják az ételeket kellő formára. A *bélhám felszívó ereje* beviszi és átalakítja testünk részeivé a tápláló anyagokat. Az *anyagok* szakadatlan bontásából lesz a szénsav, a veseváladék. *Az anyagbontásban van minden működésünknek — még a szövetépítésnek is — erőforrása.* Ez a bontás adja a test *melegét.*

Bonyolult berendezések ezek — amelyektől nagyon messze áll az egysejtű állat, alkotásának egyszerűségével és kicsiségével; és mégis az élet alapjelenségei mindkettőnél ugyanazok. Az egysejtű állat vizes környezetben él; felületének minden pontján vándorol be az oxigén és az oldott tápláló anyag, és éppúgy kerül ki a szénsav és minden egyéb bontásanyag. Kicsiny testében a változások szakadatlan sora, a szünet nélkül való gáz- és anyagforgalom adja az életet, épen úgy, mint pillanatról pillanatra új meg új anyagok átalakulása adja a gyertya lángját. A lángnak is megvan az ő sajátos, egyszerű anyagforgalma, amelynek eredménye a meleg, a fény, a pusztító tűz, amely elsorvasztja a stearint, átalakítva a benne rejlő munkaképességet, energiát fénnyé, meleggé, közvetett utakon valamely eszköz, gép mozgásává.

Az egysejtű állatok anyagforgalma már igen bonyolult folyamatok összege, amelynek eredménye az élet összes jelenségeivel együtt. Az állat, ha éhezik, épúgy sorvasztja protoplazma testét, mint a gyertya lángja a stearint, de ha nem éhezik, ha megfelelő anyagok állanak rendelkezésére, nem sorvad, mert pusztuló testét szakadatlanul újra építi. *Az építő munka hiányzik a gyertyánál.* Az anyagbontás csak az élet egyik felét teszi, az építő munka talán nagyobbik fele. Építő munka nélkül a meglévő élő anyag mennyisége egyre csak kisebbednék, akár csak az égő gyertya stearinja. Az élő anyag ellenkezőleg nő és szaporodik, mert amennyivel túlszárnyalja az építő munka a bontást, annyival nő az állati test.

Az erő forrása azonban egyedül a bontott anyagok vegyi energiájában rejlik; az anyagbomlás adja a mozgáshoz, az oszláshoz, az érzéshez és az egysejtű állat minden életjelenségéhez, sőt az építő munkához is a szükséges energiát.

Az emberi test sejttársaságában az élet veleje azonos az egysejtű állatéval. A mi sejtjeink is sós folyadékban élnek, a szövetnedvben, állandóan fogyasztva oxigént és táplálóanyagokat, amelyeknek elbontása adja az életet. A bonyolult berendezések, amikkel megismerkedtünk, csak arra valók,

hogy a milliárd meg milliárd sejthez eljuttassák a levegő oxigénjét, az ételek táplálóanyagait és eltávolítsák a sejtek környékéből a bomlásanyagokat.

A takaró bőr megvédi az emberi test hatalmas sejttársaságát a káros külső behatásoktól, megoltalmazza a fokozott párolgástól, amely belső folyadék-rendszerének beszáradására vezetne. Minden emberi test egy-egy lezárt folyadékrendszer, amelyben számtalan sejtmilliók élnek. A sejtmilliók gáz- (O_2 és CO_2) cseréje a tüdő, a vízben oldott (tápláló- és bomlás-) anyagok forgalma pedig a vékonybél és a vese hatalmas felületén megy végbe. *A felsorolt felületek épségéhez kötődik az ember anyagi élete.*

A magasabb rangú állati testre jellemző, hogy a gázok és az oldott anyagok forgalmának lebonyolítása rejtett, védett belső felületeken megy végbe és az összeköttetést a különféle sejtrendszerek között a forgó vér adja meg. A párolgás okozta változások az állatoknál minimumra csökkennek; a külső felületnek, a bőrnek anyagforgalmi jelentősége háttérbe szorul.

A magasabb növényi szervezetek külső felületekkel dolgoznak (óriási gyökér- és levélfelület), a párolgás itt nagyfokú. A hatalmas külső felületek helyhez, talajhoz kötöttséget jelentenek, amivel együtt jár a növények időről-időre változó, évszakos élete. A magasabb rangú állatok az időjárástól és párolgástól független belső folyadék-rendszerre tettek szert. A ráncokba szedett belső felületek és a forgó folyadék mellett elesik a talajhoz kötöttség, és kifejlődnek a függetlenebb, mozgó, élő, állati testek. Az emberi test sejttársaságának harmonikus együttélése csak bizonyos szigorú feltételek és kapcsolatok mellett vált lehetővé. Az anyagi élet legfőbb kapcsolatai a következők:

1. Keringési kapcsolat. Forgó vérünk — érrendszerünk — összeköti a test minden részét egymással, táplálóanyagokat, oxigént szállít, szénsavat és bomlásanyagot hord ki és keveri, elosztja a test melegét. A keringés felfüggesztése kisebb területeken bénulást, utóbb szövetelhalást okoz. A szív megállása gyors halállal jár.

2. Gázforgalmi kapcsolat (O_2 és CO_2). Lebonyolítását a tüdőfelület végzi (csekély szerep jut a bőrnek is), elakadása fulladással jár. A gázforgalomnak lebonyolítása kellő nyomás-viszonyok nélkül fennakad.

3. Oldott anyagok forgalmának kapcsolata (sós víz, fehérje, zsír, szénhidrát és bomlásanyagok). Lebonyolítja a bél- és a vesefelület (a bőr itt is csekély feladatot teljesít). A felsorolt anyagok forgalmának elakadása egyrészt éhségre, szomjúságra és végül éhhalálra vezet, másrészt urémiára.

4. Koncentrációs kapcsolat. Sejtjeink élete csak bizonyos tömörségű oldatban marad meg. Belső folyadék-rendszerünk koncentrációja közel állandó, ezt biztosítja a máj raktározó és a vesék anyagkiküszöbölő ereje (kis részben a bőr is szerepel).

5. Kémiai kapcsolatok. Testünkben a vegyi változások egész sora megy végbe. A különféle szervekben és szövetekben e folyamatok nem egyformák; bizonyos vegyi munkamegosztás fejlődött ki testünkben. Szövetterületeink kémiai kölcsönhatással vannak egymásra. A kifejlett ember életét csak szöveteinek kémiai együttműködése biztosítja, vagyis az emberi testben a szövetek között bizonyos nélkülözhetetlen vegyi kapcsolatok fejlődtek; ha ezeknek

egy láncszeme elvész, a szervezet vegyi mechanizmusa súlyos zavarba jut, esetleg teljesen fennakad. (A petéből fejlődő embriónál egy darabig a sejteknek vegyi egyenrangúsága áll fenn, a vegyi munkamegosztás csak későbbi fejlődés eredménye.) A legújabb idők mutattak rá a vegyi együttműködés néhány nélkülözhetlen láncszemére. Vannak az emberi testnek olyan részei, mint a *pajzsmirigy*, a *mellékvese*, amelyek működésével még pár évtized előtt nem voltak tisztában. Volt idő, mikor csenevészes szerveknek tartották, míg végre kitünt, hogy nélkülök az egész test kémizmusa romba dől.

A pajzsmirigy 60 grammos szerv a gégecső két oldalán; ha megnagyobbodik, ez alkotja a golyvát. Ha a pajzsmirigy betegségek kapcsán elpusztul, vagy ha állatoknál operációval eltávolítjuk, röviddel utána úgy az ember, mint az állat is elpusztul. A pajzsmirigy bizonyos szerves jódvegyületet készít, amelynek hiánya mellett az összetett állati test vegyi mechanizmusa fölmondja a szolgálatot. Épp úgy nem él meg az ember mellékvese nélkül sem, itt is vegyi okok szerepelnek. Kisérletileg igazolták, hogy a fehérmáj váladéka — a bélnyál — nélkül meg tudunk lenni, de a fehérmájnak magának eltávolítása halálos cukorbetegségre vezet. *A pajzsmirigy, a mellékvese, a fehérmáj stb. különkülön nélkülözhetetlen láncszeme az ember testében végbemenő bonyolult vegyi folyamatoknak.* Bár nem ismerjük pontosan a működésüket, annyit látunk mégis, hogy a vegyi munkamegosztás oly feladatokat rótt rájuk, amelyeknek támogatása nélkül bonyolult vegyi rendszerünk megáll, akár az óra, amelynek egyik kereke eltörött.

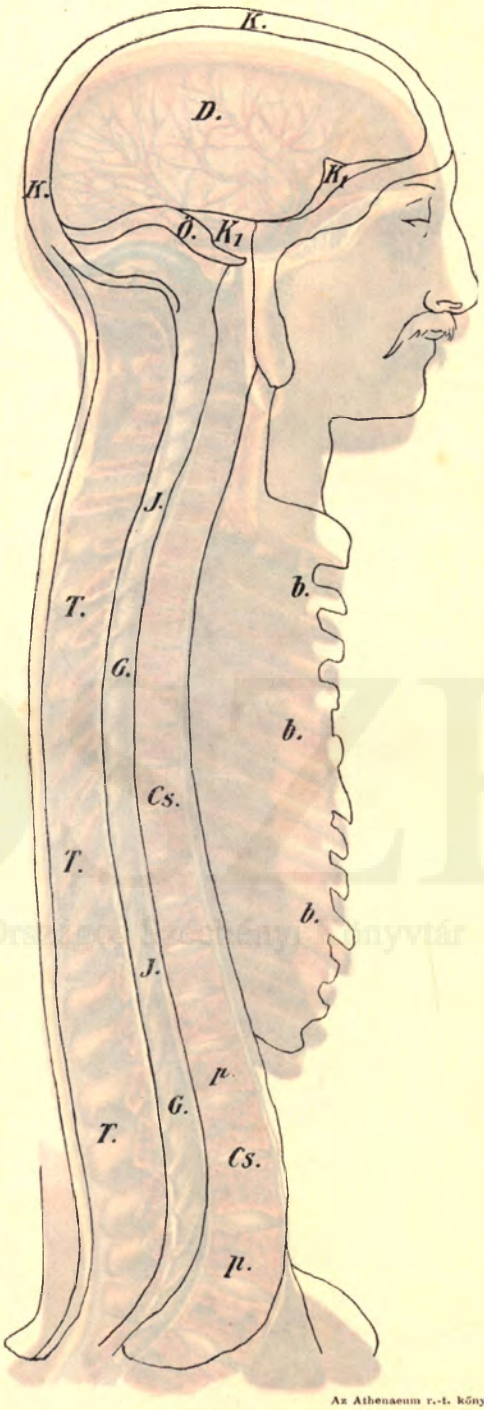
A felsorolt szigorú kapcsolatok fűzik szétválaszthatatlanul egybe milliárdos sejttársaságunkat, amely összeforrott, símán együttműködő egységet alkót mindaddig, míg minden egyes sejtcsoport kifogástalanul végzi a neki osztályrészül jutott kötelességeket és feladatokat. A sejttársaság szerves együttműködése megteremti, megadja egyszersmind az emberi testnek azt a 37 C. fokos hőmérsékletet, amely az életnek szintén nélkülözhetetlen kelléke.

A felsorolt kapcsolatok mind elégtelenek, a szervezet sejteit igazán az idegrendszer köti össze harmonikus egységgé, amely az állatokat magasan a növények fölé emelte és amelynek fejlettsége az embert a föld urává tette. Mielőtt áttérnénk az idegrendszer ismertetésére, az anyagi élet befejezéseként csak azt óhajtjuk különösen hangsúlyozni, hogy energia-forrásunk teljesen ismert. Az állati szervezet a táplálóanyagokban foglalt vegyi energiát használja fel minden működésére és így tehát nincs okunk felvenni még az idegrendszer legcsodálatosabb működéseire nézve sem, hogy ezek létrehozásánál bennünk valamely — az eddig ismert energiaforrásoktól független — erő szerepelne.

V. AZ IDEGRENDSZER ÉS A VELE ÖSSZEFÜGGŐ ÉRZÉKSZERVEK SZERKEZETE ÉS MŰKÖDÉSE.

Nem könnyű feladat az idegrendszer szerkezetét átérteni.

Az idegrendszernél a szabad szemmel látható részek ismerete — amire a tetembontás tanít — nagyon durva alapot ad a tájékozódásra, sőt a mikroszkóp is csak különös módszerek mellett enged betekintést a bonyolult viszonyokba.

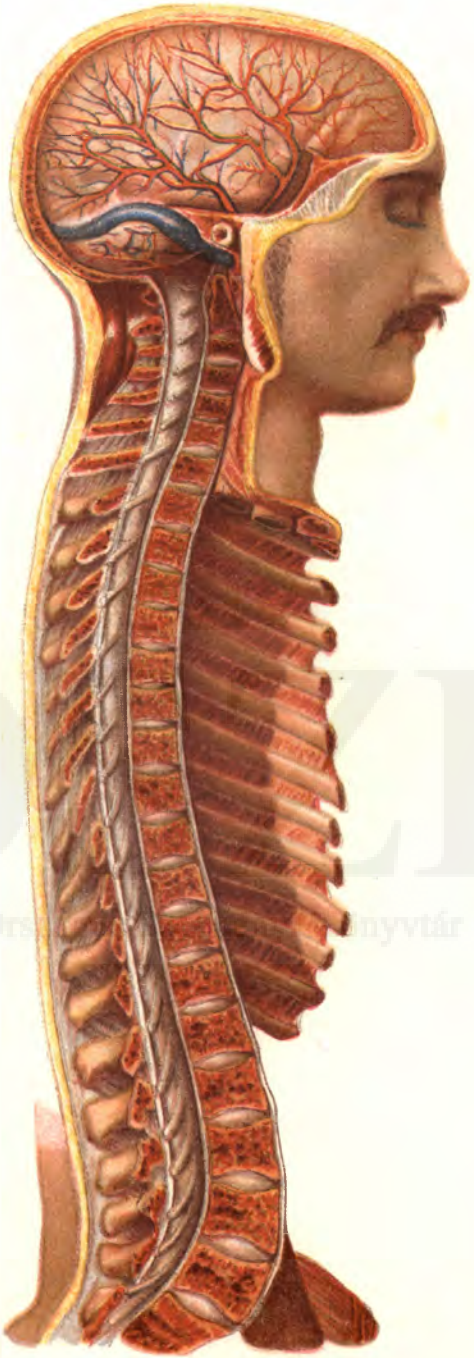


Az Athenaeum r.-t. könyomása.

MEGNYITOTT KOPONYA ÉS GERINCOSZLOP.

Benne látjuk a hártyákba burkolt agyvelőt és gerincvelőt.

K. koponyacsontok átmetszete. — *K1.* a koponya alapcsontjai. — *Cs.* csigolya-testek átmetszete. — *p.* porcogó a csigolya-testek között. — *T.* a csigolyák tövisnyulványai. — *b.* bordák. — *G.* gerincvelő. — *J.* a belőle kilépő idegek. — *D.* erekkel ellátott kemény agyburok — dura mater — alatta finomabb burkok és az agyvelő. — *Ö.* a haránt gyüjtőeres öböl; ez a koponyaüreg tág gyüjtőeres üregeinek egy része.



OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

Az idegrendszer vizsgálata a biológiai kutatások egyik legnehezebb mezejére vezet bennünket.

A szabad szemmel látható részek ismerete a XIX. század elején már csak kiegészítésekre szorult, de a finomabb viszonyok kiderítését alig félszázaddal ezelőtt kezdték el. (Stilling 1859.)

Az idegrendszer főrészét az agyvelő és a vele összefüggő gerincvelő alkotja; szokásos ezeket együttesen *középidegrendszer*nek nevezni.

Az agyvelő hármas burokba takarva jól védett helyen, a koponyaüregben, fekszik (l. melléklet); súlya átlag másfél kilónál kisebb. A magyarországi mérések szerint (Laufenauer-Weisbach) középkorú férfi agyveleje 1375, nőké átlag 1245 gramm.

Vannak jóval nehezebb agyvelők is; már ritkák az 1700—1800 grammosak, de találtak 2 kilónál is nehezebbet. Kiváló szellemi tehetségekkel rendelkező emberek agyveleje átlag nehezebb; de megfordítva, a nagysúlyú agyvelők nem okvetlen jelentenek szellemi kiválóságot, mert igen egyszerű, szerény tehetségű embereknél is találtak 2 kilós agyvelőt.

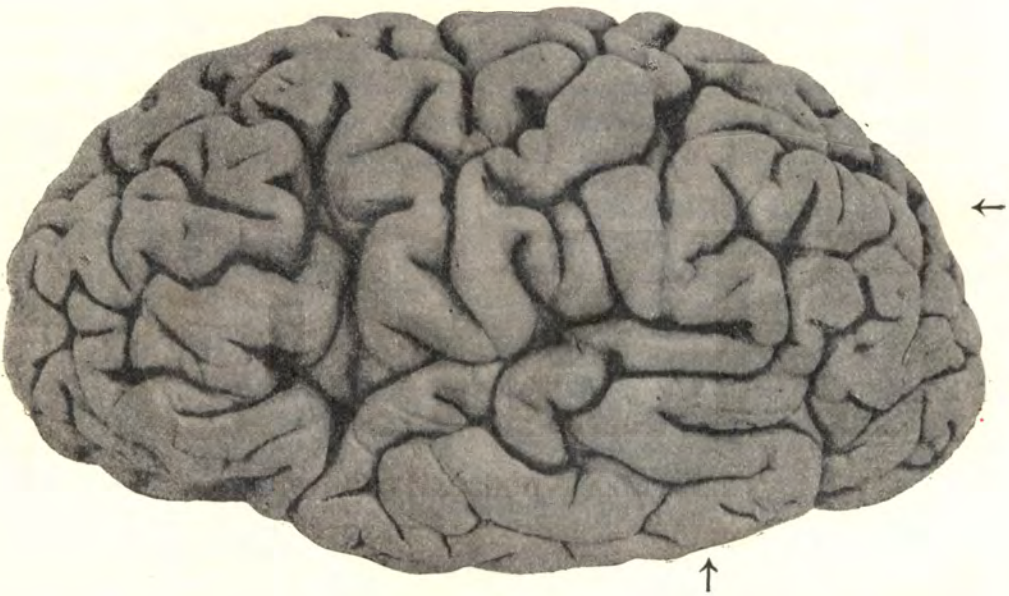
Kiváló egyének agyvelőinek súlya:

Turgenyev író, 65 éves	2120	grm.
Cuvier anatómus, 63 éves	1829	»
Volta természettudós, 82 éves	1745	»
Petrarca költő, 70 éves	1602	»
Kant bölcsész, 80 éves	1600	»
Schiller költő, 46 éves	1580	»
Gauss matematikus, 78 éves	1492	»
Broca antropológus, 56 éves	1484	»
Dante költő, 56 éves	1420	»
Sónya Kovalewsky * (nő), 41 éves	1385	»

Az agyvelőt takaró burkok közül a külső (dura mater) a legerősebb, a legvastagabb, szorosan rátapad a koponyacsontok belső felszínére; a belső (pia mater) finom hártya, teleszőve gazdagon erekkel; ez közvetlenül az agyvelő felszinén fekszik, behatolva a legfinomabb hajtásokba és mélyedésekbe. A durva, vastag külső burok és a finom eres belső hártya között van a legfinomabb u. n. pókhálóburok (arachnoidea). A burkok között visszamaradó hézagokat, épen úgy mint az agyvelő belsejében található üregeket, savós folyadék tölti ki. Erős, csontos üregben, gondosan betakarva, begöngyölve, folyadékkal kipárnázott helyen, ütközések és rázódások ellen védetten fekszik tehát az intelligencia, a szellemi élet nemes szerve (l. melléklet). Az agyvelő felső részét a középvonalban keskeny, mélyen bevágó hasadék választja el jobb és bal félre, azaz két *féltekére*; ezek az agyvelő legmagasabb rangú részei, amelyek az embernél az állatokét messze fölülmuló fejlettséget értek el. A féltekék felszíne (171. ábra) tele van mélyebb és felületesebb barázdákkal, amelyek között tekervényes alakú részek, a *girusok* maradnak vissza.

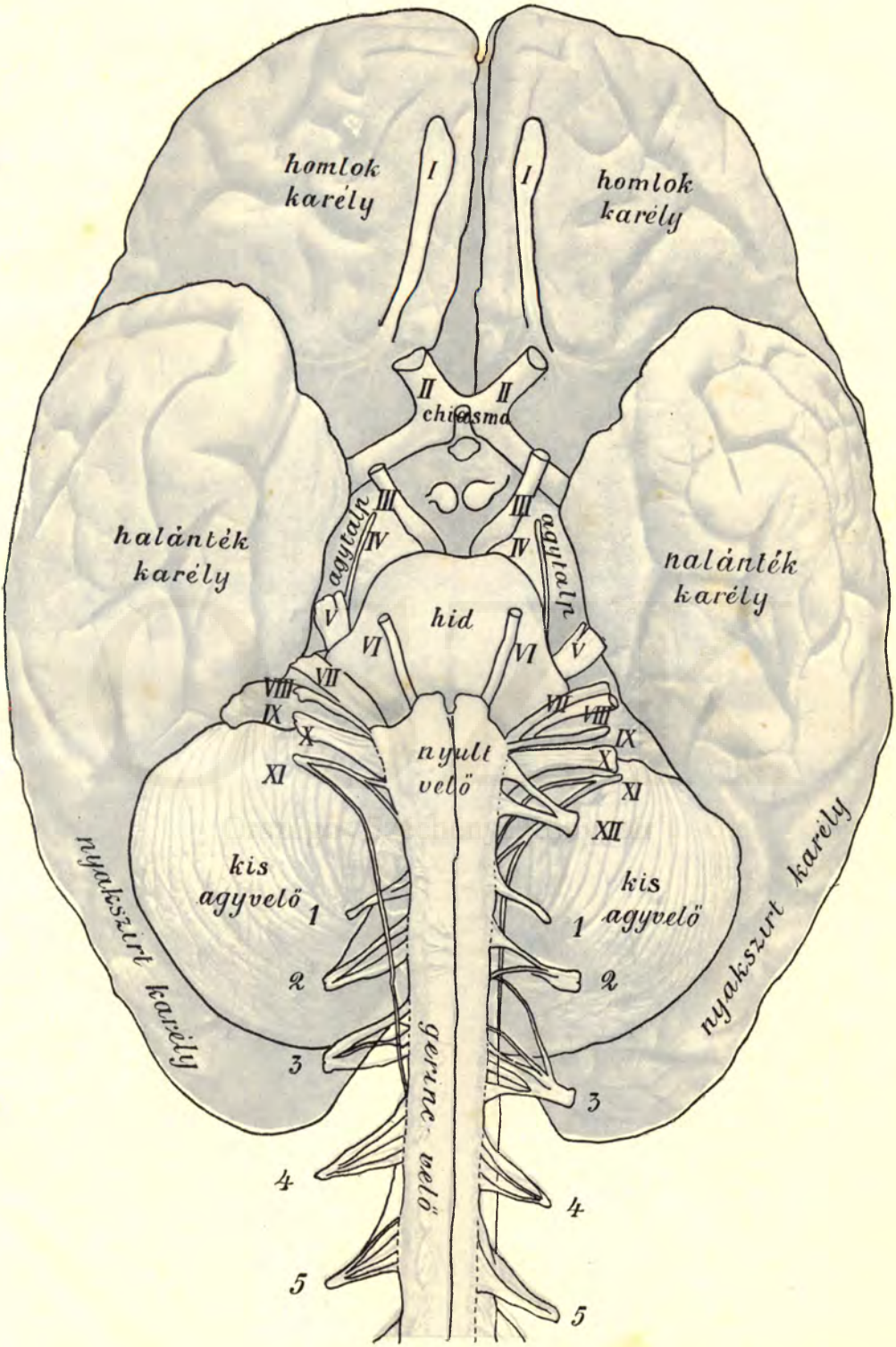
* Sónya Kovalewsky, orosz származású kiváló matematikusnő, a stockholmi egyetem tanára volt. Agyvelejét, amelynek felszínét rajzban közöljük (171. ábra), Retzius dolgozta fel, súlyát az alkoholban tartott agyvelő súlyából számította ki.

Az embrió agyveleje a fejlődés kezdetén síma ; csak később keletkeznek rajta a barázdák és a közöttük kidudorodó girusok, megsokszorozva az agyvelő felszínét. Egy-egy féltekén a mélyebb barázdák szerint több részt, u. n. karélyokat különböztetünk meg ; ilyenek a koponyatájékok szerint : a homlok-, a halánték-, a fal- és a nyakszirtkarély, ezeken kívül minden féltekének még két karélya van : a törzskarély (insula) és a sarlókarély. Egy-egy félteke tehát 6 karélyból áll. A törzskarély a félteke legmélyebb hasadékának, a Sylvius-ároknak fenekén fekszik, fölötte az árok szélei összeérnek, úgy hogy az egész karély nem látható. A sarlókarély a két féltekének egymás felé néző u. n. belső felszínén van ; a külső felszínén tehát csak a többi négy karély látható,



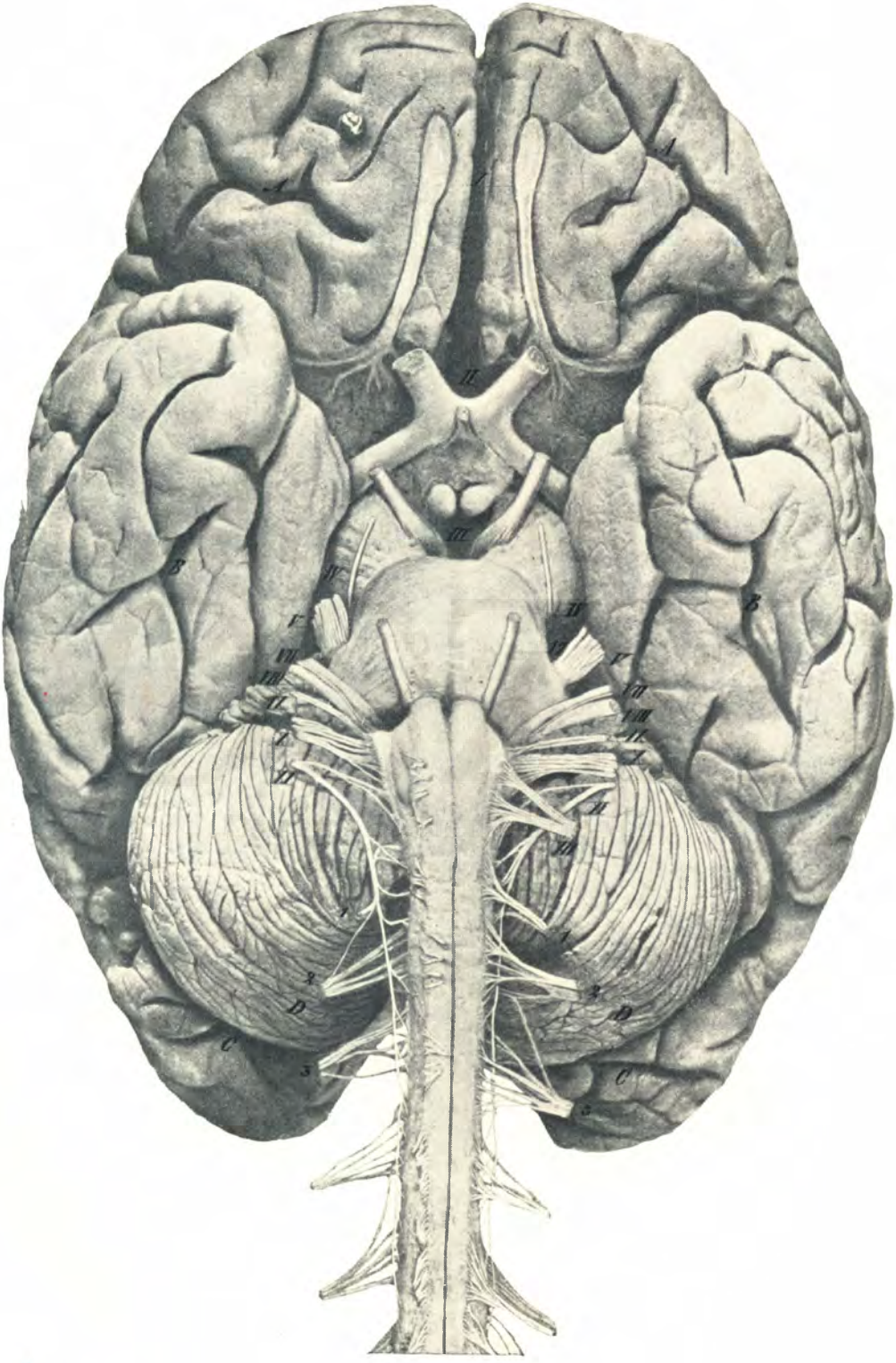
171. ábra. Sónya Kovalewsky agyvelejének bal féltekéje. A külső felszín látható, a nyilakkal jelölt találkozási hely különös fejlettségű. Hasonló eltérést találtak más híres matematikusok agyvelején is. (Retzius nyomán.) Sónya Kovalewsky (1850—1891), orosz nő, a stockholmi egyetemen a felső matematika kiváló tanára volt. Agyvelejének súlya 1385 gramm.

ezért ismerik ezeket a laikusok is legjobban. A két féltekét haránt gerendázat, a *kérgestest* egyesíti, alatta vannak az *összekötő velő* részei, amelyek átmennek a karcsú *középvelőbe*, utána következik a *hídnak* nevezett rész, majd *a nyúltvelő*. A híd és nyúltvelő fölé esik a *kis agyvelő*, amely a féltekék után a legjelentősebb része az agyvelőnek. A felsorolt hét rész (két félteke, összekötő- és középvelő, híd, kis agyvelő, nyúltvelő, 172. ábra) együtt kitölti a koponya üregét és közös neve az agyvelő. A nyúltvelőnek egyenes folytatása, a *gerincvelő*, már nem a koponyaüregben fekszik, hanem a csigolyák alkotta gerinccsatornában ; szintén hármas burok takarja be és folyadék veszi körül. Míg az agyvelő méretei a fej szélességét és hosszát közelítik meg, a gerincvelő kisujjnál vékonyabb ; nem ér le a gerinccsatorna végére, hanem már a második ágyékcsigolyánál csúcsosan végződik, helyesebben csak igen vékony fonál



AZ EMBERI AGYVELŐ ALSÓ FELSZINE.

Az agyvelő ezen alsó felszinével fekszik a koponya alapján. A római számok a 12 pár agyvelőideget, a közönséges számok a felső 5 pár gerincvelőideget tüntetik fel.



AZ AGYVELŐ ALSÓ FELSZINE.

(Rüdinger után.)

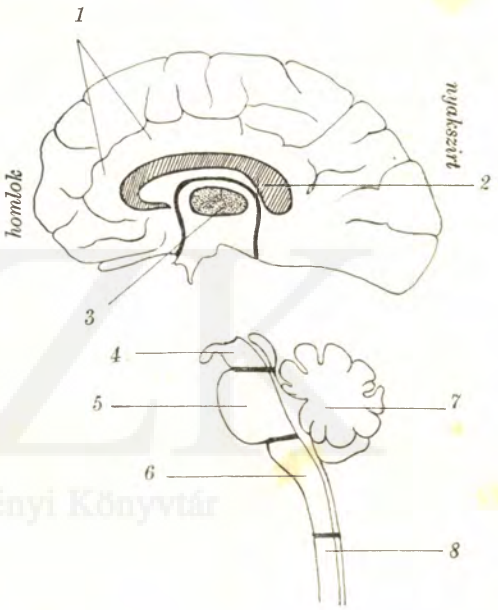
OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

teszi további folytatását. Két helyen, a nyaki és ágyéki tájon, a gerincvelő vastagabb mint egyebütt: ezek az úgynevezett nyaki és ágyéki duzzanatok. Az emberi gerincvelő mindössze 35—40 grammot nyom.

Az agyvelő belsejében folyadékkal telt, egymással összefüggő nagyobb üregeket találunk, ezek az *agygyomrok* (172. ábra), amelyeknek folytatásaként alig látható finom csatorna húzódik végig a gerincvelő közepén.

Az agyvelő szövete meglehetős puha, összetartása olyan mint a borjúvelőé, állománya elég könnyen szétkenhető.

Ha szeletekre vágjuk, rögtön szembeötlik a metszéslapon, hogy két különböző színű részből áll; felváltva találunk hófehér és szürke területeket. A féltekéknek mindenütt pár milliméteres *szürke kérgük* van, a féltekék belsejében, a középen nagyobb szürke tömegek találhatók, ezek a *törzsdúcok*. A gerincvelő közepén furcsa alakú *szürke területet* találunk, amelyet vastag fehér réteg vesz körül; ha lehámoznók pontosan a fehér részeket, sajátszerű H-alakú szürke oszlop maradna vissza keskeny összekötő középdarabbal és terjedelmes oldalrészekkel. Egyebütt ismét apróbb csomók fordulnak elő az agyvelőben, ezek az úgynevezett *szürke magvak*. Egész sora a vastagabb és vékonyabb fehér fonalaknak és kötegeknek indul ki úgy az agyvelőből, mint a gerincvelőből. Ezeket az elágazó fehér fonalakat, amelyek széjjelmennek az egész testben, *idegeknek* nevezzük, valamennyit pedig együtt közös névvel *perifériás idegrendszernek*. Az agyvelő alsó felszínéről párosával 24 ideg megy el (l. melléklet). Az *agyvelőidegek* a fej összes részeit látják el: az első pár a két szaglóidegből áll, amelyek az orr tetején ágaznak el, utána következnek a szemekhez menő látóidegek, a következő három pár a szemet mozgató, forgató izmokat igazgatja s így tovább (l. összeállítás). A gerincvelőből összesen 33 pár ideg indul el, mindegyik két gyökérrel kezdődik, amelyek közül egyik a gerincvelő elülső, a másik a hátulsó oldalán ered, megfelelően az előbb említett H-alakú szürke terület négy szabad szárának. Minden két csigolya között úgy a jobb-, mint a baloldalon egy-egy ideg hagyja el a gerinccsatornát.



172. ábra. Vázlatos rajz a középidegrendszer beosztásáról. Félbe vágott középidegrendszer; az áttekinthetőség kedvéért a felső részt elválasztottuk az alsótól. Az agyvelő részei: 1 féltekevelő, 2 kérgestest, 3 összekötő velő, 4 középvelő, 5 híd, 6 nyúlt velő, 7 kis agyvelő — a felsorolt részek mind a koponyaüregben vannak, 8 a gerincvelő, mely a gerinccsatornában fekszik.

Az összes idegek, amint látjuk, párosak, a jobboldaliak a jobb testfélen, a baloldaliak a baloldalon ágaznak el. Egy-egy testfélre 45 ideg jut (12 agyvelő- és 33 gerincvelőideg).

A gerincvelőidegek, mielőtt széjjelmennek a testben, gazdag fonatokat alkotnak, különösen azok, amelyek a nyakon, a felső és alsó végtagban ágaznak el (l. melléklet); ezek a nyak-karfonat és a medence-combfonat.



173. ábra. Az emberi agyvelő üregrendszerének pontos formája. (Retzius nyomán.) Az agyvelő üregrendszerét olyan oldattal öntik ki, amely kihüléskor megmerevedik és utána óvatosan leszedik az agyvelőt. — *abc* az oldalsó agygyomor a féltekék belsejében; *d* a harmadik agygyomor az összekötő velőben; *e* a negyedik agygyomor a híd, a nyúltvelő és a kisagyvelő között fekszik. A tágas gyomrokat szűk csatornák kötik össze; ezen üregrendszert az élőben savós folyadék tölti ki.

A 12 pár agyvelőideg működési köre főbb vonásokban.

I. pár — csak érző — *szaglóideg (n. olfactorius)*, elágazik az orr tetején, ha megsérül, elvész a szaglás.

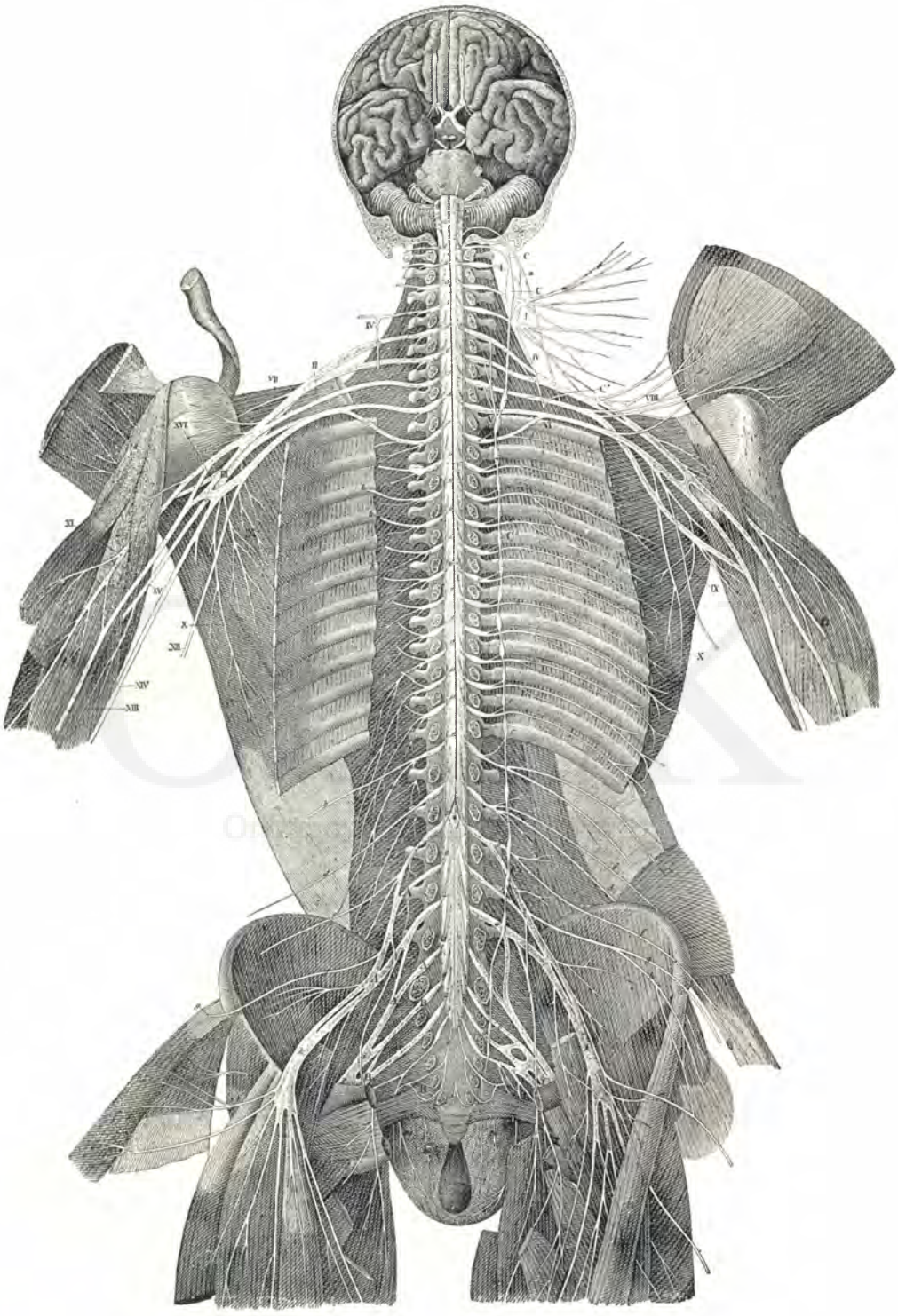
II. pár — csak érző — *látóideg (n. opticus)*, 5 milliméter átmérőjű, ½ millió tengelyfonala van, sérülése vakságra vezet.

III. pár — csak mozgató — *szemmozgató ideg (n. oculomotorius)*, a felső szempillát emeli, a szembogarat (pupilla) szűkíti, a szemlencsét beállítja a közelbe való nézésre, a szem mozgatását, forgatását végzi a IV. és VI. pár idegekkel együtt. Az oculomotoriusnak 15.000 tengelyfonala van.

IV. pár — csak mozgató — *sodróideg (n. trochlearis)*, 1200 tengelyfonala van.

VI. pár — csak mozgató — *távolító ideg (n. abducens)*, 3000 tengelyfonala van. A III., IV., VI-ik ideg együttesen végzi a szemmozgásokat. Az egyes idegeknek sérülései kettős látásra vezetnek. Egy szemgolyót 6 izom forgat, ezek igazgatását idegrendszerünk *19.200 tengelyfonál* közvetítésével végzi.

V. pár — vegyes ideg — *háromosztású ideg (n. trigeminus)*. A rágást végzi, ellátja az összes rágóizmokat. Érzőidege az arc és majdnem az egész fej bőrének, az arc és koponyacsontok legnagyobb részének, az egész szemgolyónak, az orrüreg belsejének, a szájüregnek, az alsó és felső fogsornak, sőt az agyvelőt borító burkoknak is.

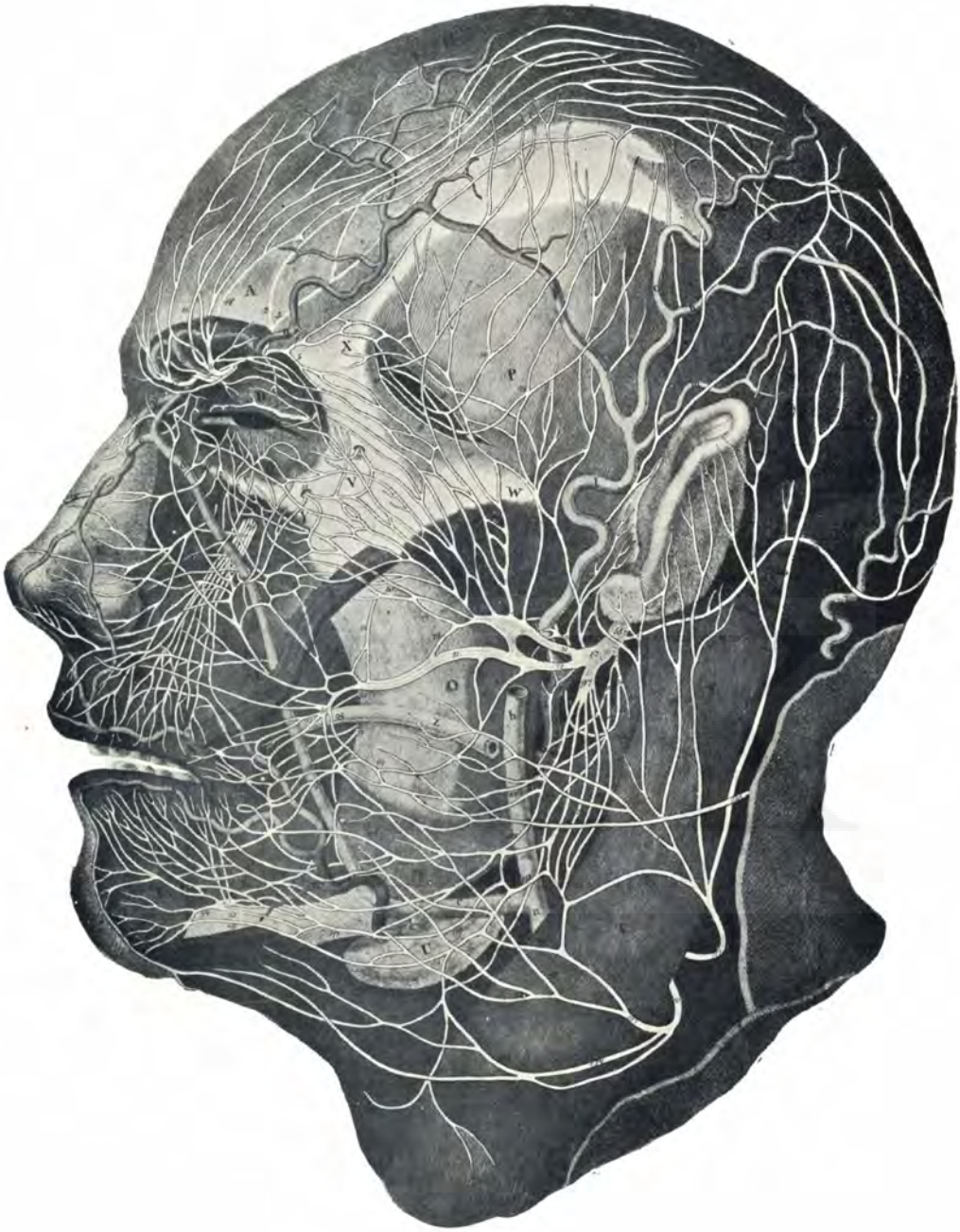


A KÖZÉP IDEGRENDSZER A BELŐLE KIINDULÓ IDEGEKKEL

AZ AGYVELŐ ALSÓ, A GERINCVELŐ ELÜLSŐ FELSZINE LÁTHATÓ.

/Régi atlasz nyomán./

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár



A FEJ BEIDEGZÉSE:

A látható fehér vonalak a szabadszemmel kikereshető idegfonatok. A szemöldök helyén és a szem alatt a csontból kilépő idegek a trigeminus (V. agyvelő-ideg) ágai, amelyek a homlokot, szemhéjakat, orrhátat, felső ajkat s az arc megfelelő részét látják el érző ágakkal. A fül alatt lép ki az arc-ideg (VII. agyvelő-ideg), ellátja a mimikánál szereplő összes izmokat és a pirulásnál működik; legalul bujnak elő a nyakizmok között a nyak-idegek, felfelé haladnak, érdekeltek az alsó ajak mozgásánál és részben az arc érző idegei, ezek már gerincvelői idegek.

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár
OSZK

Ezen hatalmas érzőterület zavarai közé tartoznak a fogfájások, a náthával járó kellemetlen érzések, a főfájások, a migrén, a szemgyulladásokat kísérő fájdalmak stb.

Ezen terület izgatása okozza pl. erős torma evésénél a tüsszenést, könnyezést, szemzárást, fokozott nyál- és gyomornedvelválasztást; ezek mind a trigeminus érző ágainak reflexei.

VII. pár — csak mozgató — *arcideg (n. facialis)*, ellátja a mimikánál szereplő összes izmokat, azonfölül fontos nyálelválasztó ideg és az elpirulásnál szerepel.

VIII. pár — csak érző — *hallóideg (n. acusticus)*, sérülése süketséggel jár. A hallóidegnek, mint érző idegnek, erős irányító befolyása van a test összes mozgásaira, a fej- és szemmozgásokra és így a test egyensúlyban tartásánál s az ezzel járó térbeli tájékozódásnál szerepel.

IX. pár — vegyes ideg — *nyelvgaratideg (n. glossopharyngeus)*. A torok és garat mozgását végzi, a nyelésnek az idege, szerepel a nyálelválasztásnál is. A toroknak, garatnak és a fül dobüregének érzőidege. Torok- és fülgyuladásoknál ez az ideg vezeti a fájdalmat. Izlőideg.

X. pár — vegyes ideg — *bolygóideg (n. vagus)*.

a) A szív érző és gátló idege, a szívverést szabályozza.

b) A gége, a tüdőhöz vezető utak és a tüdő érzőidege; a gége mozgásait végzi, a beszédnél és énekelésnél szerepel.

c) A nyelőcső, gyomor és belek mozgatóidege, az első kettőnek egyszersmind érzőidege, a beleknek nem.

XI. pár — csak mozgató — *járulékos ideg (n. accessorius)*, két izmot lát el a nyakon és a tarkón.

XII. pár — csak mozgató — *nyelvideg (n. hypoglossus)*. A nyelv mozgásait végzi, szerepel beszédnél, evésnél, nyelésnél.

Minél távolabb megyünk a gerincvelőtől a folytonos elágazás révén, annál vékonyabbak lesznek az idegek; ha végig követjük lefutásukat, meggyőződhetünk, hogy a legfinomabb ágak a test minden részét ellátják: a bőr, az izmok, a mirigyek, a csontok, a porcogók, az erek tele vannak az idegek szabad szemmel már nem látható finom végeivel. Egyesek mentén kisebb-nagyobb csomókat, *idegdúcokat* találunk. Gazdag csomó-, azaz dúcrendszerük van azoknak az idegeknek, amelyek a szívhez, a tüdőhöz, a májhoz, a gyomorhoz, a belekhez, szóval a belső szervekhez, a zsigerekhez és erekhez mennek. A perifériás idegrendszernek ezt a részét, amely a kezdetén a gerincoszlop két oldalán dúcok összefüggő láncolatából áll, *szimpátiás idegrendszernek* keresztelték el (látható a mellékleten a gerincvelőtől jobbra). Valaha azt hitték, hogy a belső szervek működése teljesen független a középidegrendszertől és hogy az imént említett dúcrendszer vezetése alatt áll. Tagadhatatlan, hogy a szimpátiás idegrendszer működése függetlenebb mint az egyéb idegeké; de azért végső eredményben ez is a középidegrendszer befolyása alatt áll. Már most is hangsúlyozhatjuk, hogy az a körülmény, hogy valamely működésünkre nincs az akaratnak befolyása, egyáltalán nem jelenti azt, hogy az a középidegrendszertől független, hiszen magának a középidegrendszernek is vannak területei, amelyek az akarattól függetlenül dolgoznak. Az idegek csodálatos gazdagsággal szövik át az egyes testrészeket; szép példát nyújt erre az arc idegfonatainak rajza (l. melléklet).

Foglalkozzunk talán mindenekelőtt a perifériás idegek szerkezetével. A mikroszkópi vizsgálat kiderítette, hogy egy-egy ideg egész sorából áll a finom idegfonalaknak, vagy amint régebben hívták, idegrostoknak. Valóságos kábelrendszerek az idegek, amelyekben sűrűn egymás mellett haladnak a finomabbnál finomabb idegrostok. Az alig 5 mm. átmérőjű látóidegben pl. a mikroszkópi

számítás félmillió, egymásmellett haladó rostot talált; megtanulhatjuk ebből egyrészt, hogy milyen hihetetlen óriási összes idegeinkben az idegrostok száma, másrészt következtethetünk végtelen finomságukra. A legfinomabb hajszál vastag fonál az idegrostok hihetetlen finomságához képest. Idegrostjaink nem egyformák, de a különbségek, amint kitünt, nem lényegbe vágók, mert valamennyi idegrostnak sohasem hiányzó legfontosabb része a *tengelyfonál*, azaz *idegfonál* (axon, neurit).

Minden idegrostnak a tengelyét pár ezredmilliméteres vékony fonál alkotja, amelynek külső burkolása többféle lehet: vannak egészen csupaszok, viszont mások, amelyek különböző rétegekkel burkoltak. Sok a csupasz idegfonál a szimpátiás idegrendszerben; a gerincvelő idegeiben viszont mindannyian burkoltan haladnak; itt az idegfonalaknak erősen fénytörő, fehérnek látszó, zsiros hüvelyük van; ezek a velős idegrostok. Ugyanazon idegfonálnak a burkolása hosszú lefutása közben a különböző pontokon különböző lehet, ebből is kiviláglik, hogy a burkolás csak másodrendű szerepet játszik. Az idegfonalak hossza nagyon különböző. Idege válogatja; vannak akár egyméteres idegfonalak is, ilyenek például a gerincvelő ágyék részéből a talphoz menő idegek fonalai. Igazán csodálatos, hogy a pár ezredmilliméteres fonalak mily hosszúak lehetnek. Az egymás mellett haladó idegfonalak nem közlekednek egymással; ahol az ideg elágazik, ott tulajdonkép csak az addig együtt haladó idegfonalak elválnak egymástól, ahol pedig fonatot alkotnak, ott egyik idegnek a fonalai csatlakoznak a másikhoz és megfordítva.

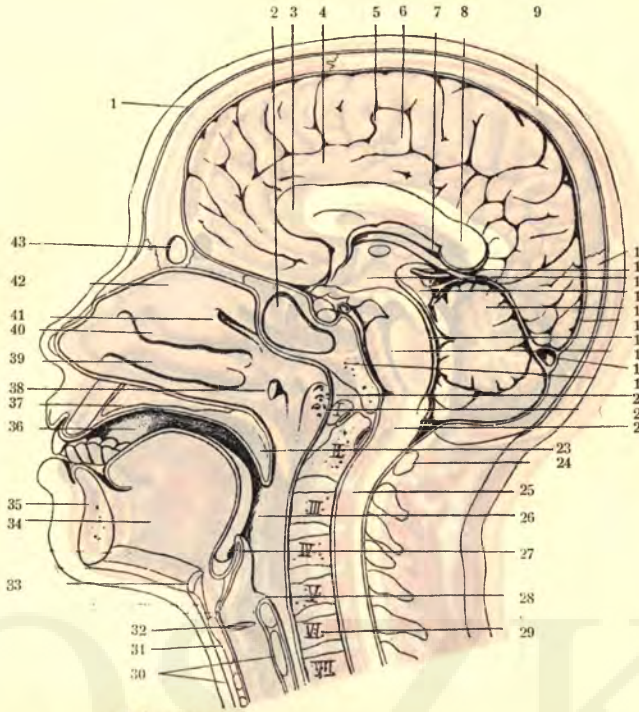
Valamennyi idegünk tehát egész soráról, ezreiből, tizezreiből áll a mindennél finomabb idegfonalaknak, az egymástól független, elszigetelt vezető utaknak.

A letünt XIX-ik század második felében a kisérletek hosszú sorát végezték az idegfonalak működésének megállapítása céljából. Ezek eléggé tisztázták a pár ezredmilliméteres fonál sajátságait; igaz ugyan, hogy egy-egy fonalat egyedül vizsgálni nem áll módunkban, de elvégre az idegek nem egyebek, mint százezrei a párhuzamosan haladó fonalaknak és így elárulják azok sajátságait. Az idegsérülések és átvágások adták az első fontos adatokat az idegfonalak működéséről. Ha valamely ideg elszakad vagy állatoknál kisérletileg átvágjuk azt, a bekövetkező legfeltünőbb két jelenség, amelyet már nagyon régóta ismerünk, *az izombénulás* és *az érzéstelenség.*

Az átvágott ideghez tartozó összes izmokat nem tudja többé használni sem az állat, sem az ember. Az előbb még kitünően dolgozó izom az átvágás után azonnal tehetetlenül, petyhüdten esik össze. Hiába marad meg az izom vérkeringése, hiába megy rendben a táplálása, mégis működésre képtelenné válik. A beálló izombénulás csak ritka esetekben javul meg hetek, hónapok multán, ha az elvágott idegvégek elég közel fekszenek egymáshoz és újból összenőnek. Ellenkező esetben az izombénulás egyszersmindenkorra megmarad, sőt hetek, hónapok multán a középidegrendszertől elszakadt izom teljesen eltünik, elpusztul. Ha valakinél tehát elszakadnak a kar idegei, annak felső végtagja mozdulatlanul lóg minden legcsekélyebb mozgás jele nélkül. A másik szembeötlő jelenség a kar teljes érzéstelensége lesz. Átszúrhatjuk tűvel, megégethetjük a bőrt, eltörhetjük akár a csontot; ez az illetőnél nemcsak hogy fájdalmat nem okoz, de esetleg észre sem veszi, mert az átvágott idegű karnak nincsenek semmiféle érzései.

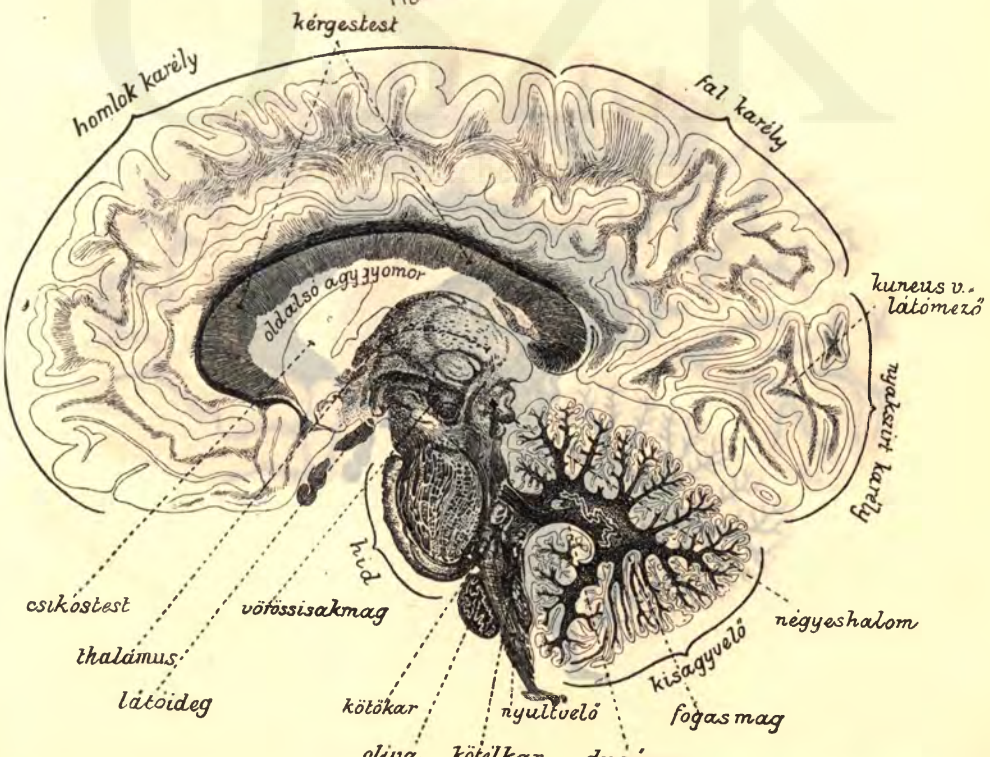
Az idegsérülések tehát megtanítottak arra, hogy idegek nélkül nincs izommüködés, izomösszehúzódás, sőt maga az izom teljesen szétesik, elpusztul, eltünik, s hogy érzéseink csak ép idegek mellett jöhetnek létre. A frissen átvágott idegeknél még egyéb érdekes tapasztalatokat is szerezhetünk. Ha villamossággal ingereljük az átvágott idegnek azt a végét, amely az izmokba folytatódik, akkor az izmok összehúzódnak; ha azonban az átvágott idegnek a gerinc-

Emberfej a nyak felső részével. Középvonalban kettévágva látható a koponyaüreg az agyvelő részeivel, gerinccsatorna gerincvelővel, az orrüreg, szájüreg a kettévágott nyelvvel, a garat, gége és nyelőcső. A római számok a hét nyakcsigolya testét jelölik, a köztük maradó kékes helyek a csigolya közti porcogók.

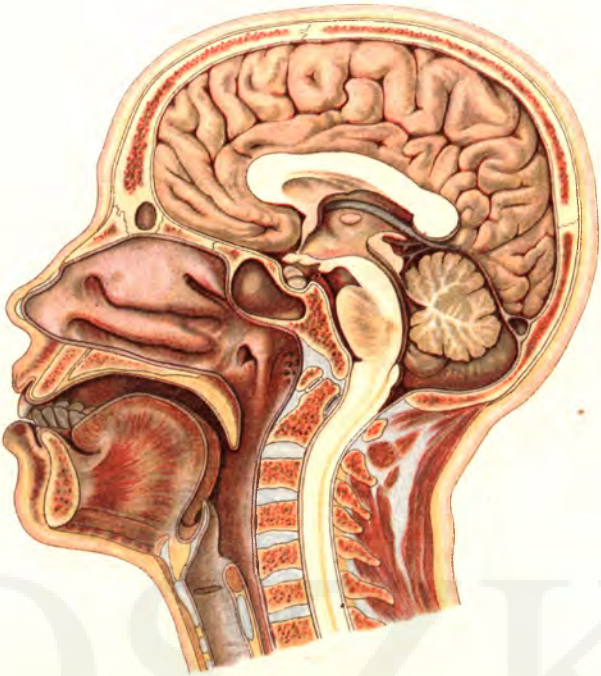


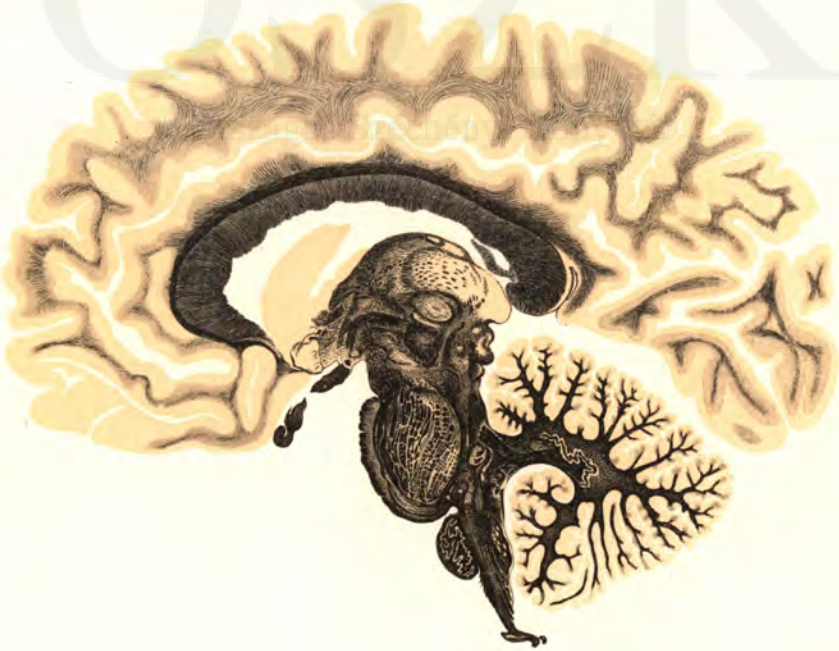
1. Homlokcsont.
2. Ékcsonti öböl.
3. Kérges test.
4—6. A nagy agyvelő jobb felének (haemisphaera) belső felszine.
7. Az agyvelő nagy gyüjtőere.
8. Kérges test.
9. Falcsont.
10. Nyakszirtcsont.
11. Toboz testecske.
12. Harmadik agygyomor.
13. Négyes halom.
14. Kis agyvelő.
15. Kemény agyburok.
16. Negyedik agygyomor.
17. Híd.
18. Gyüjtőeres öböl.
19. Koponya alapcsontja.
20. Garatmandula helye.
21. és 24. Az első nyakcsigolya átvágott részei.

22. Nyult velő.
23. Lágy szájpad.
25. Gerincvelő.
26. Garat ürege.
27. Gégefedő.
28. Átmenet a garatból a nyelőcsőbe.
29. Hatodik nyakcsigolya teste.
30. Gyürűporc.
31. Pajzsporc.
32. Hasadék a hangszalagok között.
33. Nyelvcsont.
34. Nyelv izmai.
35. Alsó állkapocs keresztmetszete.
36. Szájüreg.
37. Kemény szájpad.
38. A dobüregbe vezető csatorna Eustach-kürt nyílása.
39. Alsó orrkagyló.
40. Középső orrkagyló.
41. Felső orrkagyló.
42. Szagló terület.
43. Homloköböl.



Tizedmilliméteres vékony festett agyvelőmetszet, az egész agyvelőn keresztül. A metszet a felső rajznak megfelelő, avval a különbséggel hogy nem a középvonalban, hanem attól fél centiméterre jobbra megy át az agyvelőn. A világossárga részek a valóságban az agy, velő szürke részei, a fekete részek valóságban hófehérek. Ha az agyvelőt bizonyos eljárással (Weigert-módszer) megfestjük, akkor épen olyan szinü lesz, mint a rajz mutatja. Nagy nagyitásnál meggyőződhetünk, hogy a világossárga helyek tele vannak idegsejtekkel, a sötét részek nem egyebek, mint keresztül-kasul menő pálya-rendszerek. A metszet sokkal kisebb az eredetinél.





OSZK
Országos Széchényi Könyvtár



velővel összefüggő részét villamozzuk, az viszont érzéseket és csakhamar fájdalmat okoz.

Az idegfonál működésének tisztázására még egyszerűbb kísérletet is tehetünk: a frissen leölt béka combjában kikeressük a legnagyobb ideget (n. ischiadicus) és vele összefüggésben meghagyjuk a lábikraizmokat. Ha most az ideget ollóval megcsípjük vagy forró kötőtűvel érintjük vagy gyönge villamos áramot vezetünk át rajta, abban a pillanatban hirtelen összehúzódnak a béka lábikraizmai. Meggyőződhetünk tehát, hogy bizonyos külső behatások az ideget izgatni tudják. Mindazokat a külső behatásokat, amelyek magát az ideget, bármely pontját izgatják, *idegfonálingereknek nevezzük.*

Nem minden külső hatás izgatja az ideget, sokszor nagyon durva beavatkozások hatástalanok maradnak. Ha párolt vízbe tesszük pl. a lelógó békaideget, rövid idő alatt elhal, teljesen működésképtelen lesz, az izgalom legcsekélyebb jele nélkül. Egész sora a különböző anyagoknak hasonlókép hat. Látjuk tehát, hogy valami az idegre igen káros, sőt pusztító lehet, anélkül hogy izgalmakat okozna. Míg egyrészről tehát a nem izgató behatásokat nem szabad minden esetben az idegre előnyöseknek tartanunk, addig másrészt helytelen volna az ingereket mindig károsaknak mondanunk. Igaz ugyan, hogy a forró kötőtű tönkreteszi az ideget mikor izgat, de viszont a villamosság gyenge áramai, amelyek kitünően izgatnak, az idegre inkább előnyös hatással vannak. Ezek után azt mondhatjuk, hogy a külső behatások háromfélék: 1. vagy károsak az idegre, 2. vagy előnyösek, 3. vagy közömbösek, és hogy úgy az egyik, mint a másik csoportban lehetnek ingerek és nem-ingerek.

Ha az összes idegfonálingereket csoportosítjuk, kitünik, hogy vannak *a)* vegyi, *b)* hőbeli, *c)* mechanikai és *d)* villamos behatások, amelyek az ideget izgatni képesek vagy kárral, vagy haszonnal. Hiába keressük azonban az idegfonálingerek között a fényt, a hangot; ezek idegeinket nem izgatják; hiába eresztem reá a napfényt a kikészített békalábszár idegére, hiába érik azt a legerősebb hanghullámok, nem tudnak rajta izgalmat okozni. Az ember is a fényt vagy a hangot nem idegével érzi meg, hanem a látóhártya vagy a hallószalag (Corti-berendezés) különös sejtjei azok, amelyek fölveszik a fényt, megérzik a hangot és továbbadják a velük összefüggő idegfonalaknak.

A látóhártyának csap- és pálcikasejtjei, a hallóvégkészüléknek pedig szőrsejtjei azok, amelyek átalakítják az idegre különben hatástalan fényt és hangot idegfonálingerekké. Egész sorát ismerjük az ilyen különös sejteknek, az úgynevezett *érzékhámoknak* (174. ábra), amelyek bámulatos finomsággal fölfognak olyan külső behatásokat, amelyek a idegfonalakra különben hatástalanok és amelyek átalakítják azokat idegfonálingerekké. Ilyenek az orrüreg tetején sűrün elhelyezett szaglósejtek, a nyelv szemölcseinek oldalán található izlősejtek. Idegrendszerünk, amely különben csak vegyi, hőbeli, mechanikai és villamos ingerekkel szemben volna érzékeny, az érzékhámok közvetítésével a külső változások egész sorával lesz ingerelhető.

A kicsiny, mikroszkopi érzékhámok teszik a külvilággal való összeköttetésünknek legértékesebb elemeit. Akinél elpusztulnak a látóhártya csapsejtjei, az többé nem javítható vakságra jut; a fény az illetőre örökre elveszett, a vakító nap sem hat reá; mindig és minden csak koromsötét marad körülötte.

Az idegfonálnak azt a tulajdonságát, hogy bizonyos külső behatásokkal szemben fogékony, *ingerlékenységnek (ingerelhetőség, irritabilitás)* nevezzük.

Az ideg ingerlékenysége nem egyforma, a körülmények szerint változó ; ugyanaz a villamos áram egyszer könnyebben és erősebb izgalmakat okoz, máskor nehezebben hat. A békakísérlet példája még másra is tanít : akármilyen messze vagyok az izomtól, akármilyen óvatosan alkalmazom az ingereket az ideg végére, az izom mégis majdnem azonnal és igen erősen összehúzódik. Korántsem kell az egész ideget megrántani, mint valaha hitték, a régi húzós kapúcsengetyűk mintájára. Mindezekből az következik, hogy a vegyi inger, a forró kötőtű, a villamos áramcsapás, ott ahol érte az ideget, valamelyes elváltozást hozott létre, amely elváltozás nagy sebességgel végigterjed az idegen és a hozzá tartozó izomnak összehuzódását váltja ki. A tovafutó ismeretlen változást, amely, ha az izomhoz jut, az összehuzódását okozza, ha az agyvelőbe jut, érzést vagy fájdalmat vált ki, *idegizgalomnak,* helyesebben *idegfonál-izgalomnak* nevezzük. Viszont az idegnek az a tulajdonsága, hogy rajta ilyen izgalmak tova haladnak, adja az *ideg vezetőképességét.* Tisztáztuk tehát az *inger* és az *ingerlékenység,* továbbá az *izgalom* és a *vezetőképesség* fogalmát.

Sokan és sokat keresték az idegizgalom lényegét, de hogy mi az tulajdonkép, azt ma sem tudjuk. Ne ütközzünk meg ezen, hiszen az alapvető jelenségek jórészének lényegével egyáltalán nem vagyunk tisztában. Hogy mi a fény, mi a villamosság, mi a vonzás, azt époly kevéssé tudjuk, mint ahogy nem ismerjük az idegizgalom lényegét. Sokakat megtéveszt e körülmény és azt hiszik, mert nem tudjuk pl. megmondani, mi a fény és mert csak hipotézissel felelhetünk e kérdésre, hogy a fényjelenségekből levont szabályok is bizonytalanok. Óriási tévedés ezt hinni ; a fény teoriája sokszor változhat meg, de a százszor meg százszor észlelt jelenségek és a belőlük levont összefüggések mindig fennmaradnak. Az idegfonálizgalom lényegét sem ismerjük, de azért sok adattal rendelkezünk, a pontos észlelések sok biztos összefüggést és maradandó szabályt állapítottak meg. *Helmholtz* volt az első, aki az elmult század közepén meghatározta, hogy békaidegen a terjedéssebesség másodpercenkint harminc méter. Kitünt továbbá, hogy az idegizgalom terjedéssebessége függ a hőmérséktől, állatfajtól és az állat erőbeli állapotától. Lehűtött idegen lassan terjed az izgalom, 1 méter is lehet a sebessége másodpercenkint, fölmelegített idegen (60° C megöli az ideget) 60, 70, 100 méter. A csiga idegein milliméteres lassusággal megy az izgalom ; *az ember idegein a terjedéssebesség 40—120 méter közt változik.* Hibás nézet, hogy az idegizgalom terjedéssebessége embernél télen más mint nyáron. A legforróbb nyári napon az ember teste épúgy 37° C-os, mint a téli fagyos hidegben. Kiéhezett, lesoványodott állatok idege lassabban vezet.

Az idegizgalom két fontos szabályát állapították meg : a szigetelt és kétirányú vezetést.

A szigetelt vezetés azt jelenti, hogy egyik tengelyfonálról az izgalom sohasem megy át a mellette fekvőre. Idegeink, amelyekben százezrei a tengelyfonalaknak haladnak együtt, százezer külön útat képviselnek. Mindegyik függetlenül dolgozik a másiktól — az elpusztult útakat a szomszédos tengelyfonalak nem helyettesíthetik. A kétirányú vezetés alatt azt értjük, hogy ha valamely ideget a pályája közepén izgatunk az izgalom épúgy halad az egyik, mint a másik irányban.

Egyebet alig tudunk az idegizgalomról. Mikroszkóp alatt a nyugvó és izgatott ideg között nincs különbség ; a legfinomabb vegyi vizsgálat sem talált eltéréseket, s az idegizgalom nem melegíti fel az ideget. *Magán az idegen az izgalmat felismerni nem tudjuk mindig, csak az ideggel összefüggő részek működése árulja el azt.*

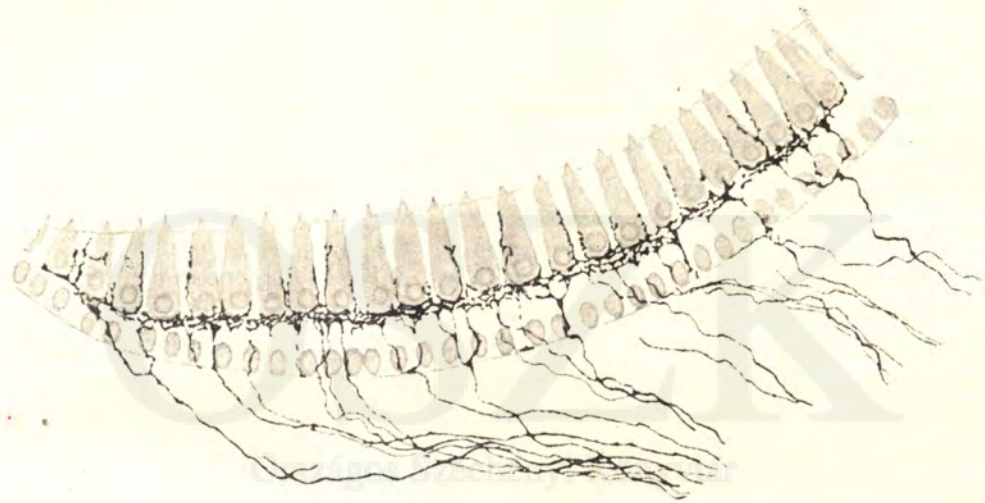
Egyetlen egy végtelenül finom, csak megfelelő igen kényes berendezésekkel kimutatható változás kiséri az idegfonál izgalmát és ez abban áll, hogy *az izgatott idegen múló elektromos differenciák támadnak,* amelyek eltünnek azonnal, ha az izgalom végigment az idegen.

Hogy mi tulajdonkép az idegizgalom, hangsulyozzuk még egyszer, nem tudjuk ; az a régi felfogás, amely villamos áramnak gondolta, nem bizonyult valónak ; az ideg izgalmát igen finom villamos változások kisérik ugyan, amelyek valószinűen mérhetetlen kicsi vegyi eltérések eredményei, de maga az idegizgalom nem azonos a villamos árammal. Átgondolva az eddig mondottakat, annyit már is megállapíthatunk, hogy *a középidegrendszerből kiinduló 43 pár ideg sok milliós, egymástól független vezetékrendszert képvisel.*

A testünkben széjjelmenő millió meg millió szigetelt vezetésű fonál felerésze alkalmas arra, hogy a közép-idegrendszerből izgalmakat vigyen ki a test bármely pontjára, másik felerésze viszont a test bármely belső vagy külső pontjáról a középidegrendszerbe szállít ilyeneket.

Középidegrendszerünknek tehát a perifériás idegek révén testünk minden pontjával kettős kapcsolata van. Az idegfonalak egyik része a perifériáról hoz, a másik része oda visz izgalmakat. A középidegrendszerbe érkező és az onnan távozó gyorsjáratú izgalmak a test távoleső részeinek harmonikus együttműködését teszik lehetővé.

A kivezető fonalakat *centrifugális*, a bevezetőket pedig *centripetális* pályáknak nevezzük.



174. ábra. A hallólée sejtjei a hozzá menő idegfonalakkal. A felső nagy szürke sejtek alakítják át a hanghullámokat idegizgalommá, a vékony fekete vonalak az idegek. (Lenhossék Mihály után.)

I. Lássuk mindenekelőtt, hová vezetnek a centrifugális idegfonalak és micsoda feladatok végzésére alkalmasak a középidegrendszerből a perifériára kivitt izgalmak.

A tudományos kutatások az ember kétféle szövetéről mutatták ki eddig teljes biztossággal, hogy azokban centrifugális fonalak végződnek, és pedig a mirigyszövetekről és a különféle izmokról.

a) A mirigyszövetekben végződő idegek intézik a mirigyváladék készítését, ezek az *elválasztó, szekretórius idegek.* Az idegfonalaknak a mirigysejtekkel való összefüggése nincs még eléggé tisztázva; az idegeknek az elválasztást szabályozó működését azonban számos példával és állatkisérlettel kifogástalanul igazolták. Ha pl. kutyánál kikeressük megfelelő operációval a nyálmirigyek idegeit és ezeket villamos árammal ingereljük, bő nyálfolyás indul meg, amely a villamozás beszüntetésére megáll. Épp így kimutatták, hogy kutyánál az ételek látása megindítja a gyomornedv elválasztását, amely elmarad azonban akkor, ha a gyomor szekretórius idegét, a vagust, előzetesen elvágjuk. Az elválasztó idegek adják a magyarázatát az embernél annak, hogy az agyvelőben lefolyó kedélyizgalmak nagyfokú könnyelválasztással, azaz sírással járhatnak; ha azonban az egyik oldalon a könnymirigyek elválasztó idege beteg és nem vezet: síráskor csak a másik oldal könnyezik. Hasonló kapcsolatok félelemnél a beálló izzadások.

b) Az izomszövetben végződő idegeket *mozgató, motorikus idegeknek* nevezzük. Mozgató idegek sérülése, átvágása izombénulásokra vezet; a békalábszárral tett kisérlet pedig igazolja, hogy mozgató idegek izgatása izomösszehuzódást okoz, mint ahogy a gyujtózsinór végigégése kiváltja a puskapor robbanását. Az ember testében kétféle izomszövetet találunk: az akarat befolyása alatt álló izom legtöbbje haráncsikos szerkezetű, míg az akarattól független mozgások legnagyobb részét síma izmok végzik. Az akarattól független mozgások körül a fontosabbak a következők: a szívverés, a lélegzés, a nyelés, a gyomor és a belek mozgása és végül az erek mozgása. Az erek t. i. szűkülni és tágulni képesek *(érszűkítő és értágító idegek)*, így jő létre az elpirulás és az elsápadás.

A felsorolt mozgások az akarattól függetlenek ugyan, de azért az idegrendszer igazgatása alatt állanak. Igy érthető, hogy az agyvelőben lefolyó kedélyizgalmak a szívverés, lélegzés ritmusának megváltozásával, pirulással és elsápadással stb. járhatnak. Az akarat befolyása alatt álló mozgások nagyon sokfélék; itt csupán kettőre akarjuk felhivni a figyelmet, a kézmozgásokra és beszédre (amely utóbbi nem egyéb mint a gége, a garat és száj részeinek kellő mozgatása); ezeknek tökéletessége emeli az embert magasan az állatok fölé.

c) A centrifugális idegek harmadik csoportját teszik a *gátló idegek.* Régi tapasztalat, hogy a vagus (X. agyvelőideg) izgatására a szív ritkábban ver, sőt megáll; épúgy ismerünk ideget *(n.* splanchnicus), amelynek izgatása megállítja a mozgó beleket stb. A gátló idegek mechanizmusa nem eléggé ismert, úgy látszik szintén izomban végződő idegek, amelyeknek hatása a motorikus idegekkel ellentétes; a hatás módjának menete azonban ismeretlen.

d) Betegeken tett tapasztalatok és bizonyos kisérletek alapján a centrifugális idegeknél negyedik csoportot is vesznek fel, olyan idegek volnának ezek, amelyek az egyes testrészek anyagforgalmát irányítják, elnevezték *trofikus idegeknek.*

Mindezek után azt mondhatjuk, hogy a középidegrendszerből kiinduló izgalmak alkalmasak a mirigyműködések megindítására, a mozgások létrehozására és megszüntetésére, és végül a szövetek anyagforgalmának irányítására. A felsorolt különböző működéseknek közös vonásuk, hogy a szövetekben végbemenő vegyi folyamatok hirtelen megváltozásáról van szó, s így végeredményben azt kell mondanunk, hogy az idegrendszerből kiinduló centrifugális izgalmak a szövetek vegyi forgalmát változtatják meg.

II. Lássuk most, hogy a centripetális idegfonalak honnan hozzák az izgalmakat. Eleve is ki akarjuk emelni, hogy centripetális izgalmak nemcsak a rajtunk kívül eső világból jutnak be agyvelőnkbe, hanem éppen úgy a saját testünkből, annak majdnem minden legkisebb pontjáról. Az agyvelőnkbe érkező izgalmak tehát nemcsak a külső világról adnak értesítéseket, hanem testünk belső viszonyairól és állapotáról is. Különösen a népszerű munkák nagyon mostohán bántak el mindig a testből magából származó izgalmakkal, viszont a külsőkkel, melyeknél az érzékszervek közvetítése szerepel, bőven foglalkoztak; ez már annyiban is helytelen, mert nagyon egyoldalú felfogásra vezet. Az idegrendszer nemcsak a külvilággal hozza közelebbi kapcsolatba az embert, hanem sokszorosan összeköti a test távoleső részeit, pontjait, megadva a módot arra, hogy egymástól messze fekvő területek pontosan együtt működhessenek. Az idegrendszernek eme megállapodott, állandósult belső kapcsolatai teszik lehetővé az annyi különféle szövetből és testrészből álló emberi testnek, a milliárdos sejttársaságnak közös életét.

A növényeknek nincs idegrendszerük, a viruló fát alkotó sejtmilliárdok mégis harmónikusan együttdolgoznak. A növény példája igazolja, hogy élő sejtrendszerek közös anyagforgalma idegrendszer nélkül is lebonyolítható. A legalsó fokon az állatoknak sincs idegrendszerük, de még a magasabb ranguak-

nál is arra tanít a fejlődéstan, hogy például a tyúkembriónak előbb lüktet fejlődő kis szívecskéje és csak később fejlődik szívének idegrendszere.

A közös anyagforgalom tehát az állatoknál is korábbi eredetű és az idegrendszer sokkal későbbi keletű. Tagadhatatlan, hogy bizonyos fokon, ahol először jelennek meg kezdő nyomai az idegrendszernek az állatvilágban, első sorban külvilági kapcsolatokat szolgál, azokat értékesíti az állat védelme és anyagforgalma érdekében. A magasabb rangú állatoknál és az embernél azonban az idegrendszer belső kapcsolatai nélkül az élet el nem képzelhető. A fejlődő idegrendszer igazgatása alá kerülnek lassan többé-kevésbé összes szerveink.

Az emberben már a középidegrendszer súlyosabb megbetegedései a különben ép szervekkel rendelkező test életét lehetetlenné teszik; az agyvelőnek (pl. nagyobbfokú vérzés a féltekében = gutaütés), sőt sokszor csak egyes idegeknek (pl. a két vágusznak átmetszése) durva sérülései pedig halálhoz vezetnek. *Idegrendszerünk kérlelhetetlen centrálizációval köti egész életünk rendes, kellemes lefolyását, sőt megmaradását a koponyatartalom épségéhez.* Az ember a külvilági kapcsolatoknak tekintélyes részét nélkülözheti, amint ezt teljesen süket és vak egyén példája igazolja, míg ehhez hasonló nagy hiányok a belső kapcsolatokban az anyagforgalom lebonyolítását lehetetlenné teszik.

Ezek alapján centrifugális idegfonálrendszerünket két csoportra oszthatjuk:

1. belső idegfonálrendszerek, amelyek a test belsejének különböző pontjairól vezetnek izgalmakat a centrumba,

2. külső idegfonálrendszerek, amelyek a külvilágból származó izgalmakat vezetik a centrumba. E kettős beosztást csak az áttekinthetőség kedvéért alkalmazzuk, éles határt vonni tulajdonkép a két csoport között nem lehet, sőt be kell vallanunk, hogy a beosztás kissé erőltetett.

1. Foglalkozzunk mindenekelőtt a belső idegfonálrendszerekkel.

Már a mindennapi életben tett tapasztalat lépten-nyomon figyelmeztet arra, hogy belső testrészeinknek és szerveinknek is vannak érzései. Mindenekelőtt egész sora ismeretes a táplálócsatorna érzéseinek: a múló szomjuság érzése a garat szárazságával függ össze, az éhség az üres gyomor izomérzése, a jóllakottság a telt gyomoré, a hányást megelőző kellemetlen émelygés szintén a gyomor érzései közé tartozik; az epehólyag tűrhetetlen fájdalmakat okozhat, ha kövek akadnak el kivezető csatornájában, ugyancsak ismeretesek az ehhez hasonló vesekólikák is; a beleknek rendesnél gyorsabb mozgása a bélnyugtalanság sajátos érzésével, heves mozgása éles fájdalmakkal (hascsikarás), a végbél teltsége vagy gyorsabb mozgása a székletevés szükségének érzetével jár; ehhez hasonló a telt hólyag részéről a vizelés szükségének érzése, amely hosszabb visszatartás után a fájdalomig fokozódhat. Épúgy vannak érzései a tüdőhöz vezető levegőutaknak, ezek a köhögést erőltető érzések; a tüdőgyulladással járó szúrófájdalmak a mellhártya érzései. A szívbetegeknél támadó szívfájdalmakról már megemlékeztünk. Az agyvelő burkainak fokozott izgatása adja a főfájások egyik csoportját. Az izmok érzései között legismertebb a fáradtság érzése. A megrándult inak, izületek, az eltört csont, mind nagyon fájdalmasak. Ismerjük nagyon jól a test legkülönfélébb helyein keletkező, elrejtett, mélyen fekvő reumás fájdalmakat. Az embereken végzett számtalan operáció érdekes tapasztalatokkal gazdagította a belső érzések ismeretét. *Belső érzéseink, mások szerint közérzéseink vagy szervérzéseink, igen számosak, összességük adja az ember közérzetét.*

A felsoroltakból kitünik, hogy a test minden pontján keletkezhetnek izgalmak, amelyek érzésekre vezethetnek. A mikroszkópi kutatás be is igazolta, hogy a csontok, a csonthártya, a porcogók, az inak, a belső szervek mind tele vannak finomabbnál-finomabb idegfonalakkal, amelyek centripetális vezetésre alkalmasak. Csalódunk azonban, ha azt hisszük, hogy ez a gazdag beideg-

zése a belső részeknek csak arra való, hogy alkalom adtán fájdalmat vagy egypár egyéb érzést okozzon. A belső részek harmónikus együttműködéséhez a fájdalom alig járulhat hozzá, az legfölebb a fájdalmas helyek kiméletét biztosítja, épúgy az éhség, szomjúság, jóllakottság, a székletét és vizelés szükségének érzése nagyon kevéssel segíti elő a belső részek együttműködését. Aki ezen pár érzésből és az alkalomadtán támadó fájdalmakból akarja megítélni a belső idegkapcsolatok fontosságát, az bizony nagyon hibásan jár el.

A kísérleti élettan és betegeken tett tapasztalatok a belső kapcsolatok hosszú sorozatát mutatták ki, csakhogy ezek nem járnak érzéssel. És itt igen fontos fordulóponthoz jutottunk. Szokássá vált egy időben a centrifugális idegfonalakat általában mozgató idegeknek, viszont a centripetális fonálrendszert érzőknek nevezni. Ezen kifejezésekben található meg sok hibás felfogás forrása és kiinduló pontja, ép ezért célzatosan kerültük és helyette a centrifugális és centripetális szavakat alkalmaztuk. Már a centrifugális idegfonalak tárgyalásánál meggyőződtünk arról, hogy a központból távozó izgalmak különféle működéseket válthatnak ki, és pedig a mirigyváladék készítését, az erek szűkülését és tágulását, a nyelést, a gyomor, a belek, a hólyag mozgását, a szívösszehúzódás ritkítását és siettetését, a mozgó belek megállítását, a mellkas lélegző mozgását és végül bizonyos szándékos mozgásokat. A felsorolt változások csak egy részét irányítja, kiséri az akarat, nagy része az akarattól független, sőt nem is tudunk létezésükről, nem tudjuk mikor mozog a gyomrunk, nem érezzük, amint egymáson tolódnak, ide oda csúsznak mozgó beleink, nem tudjuk, mikor dolgoznak gyomormirigyeink stb.; az izzadást ellenben megérezzük, de azért akarattal izzadni mégsem tudunk. *Nem tudjuk eléggé hangsúlyozni, hogy középidegrendszerünk, sőt sokszor agyvelőnk is egész sorát intézi a működéseknek az akarat legkisebb hozzájárulása nélkül és hogy egész soráról az agyvelő útján intézett változásoknak nincs tudomásunk.* A »mozgató ideg« kifejezés hajlamosítja különösen a laikust, hogy csak az akarat befolyása alatt álló tudatos izommozgásokra gondoljon.

Hasonló bírálatot kell mondanunk a centripetális vezetést teljesítő idegfonálrendszerünkre is. A középidegrendszerbe, sőt az agyvelőbe beérkező izgalmak csak bizonyos esetekben járnak érzéssel, úgy hogy igen sokszor a bemenő izgalmakról, sőt az azok útján kiváltott működésekről sejtelmünk sincsen. Középidegrendszerünk egész sorát kapja folyton az izgalmaknak, amelyek szerint cselekszik és küld a periferiára izgalmakat és ezeknek csak egy részét kíséri az érzés, az akarat, azaz a tudat. Az alvó emberben egész sora megy végbe szakadatlanul a működéseknek, amelyekkel együtt jár, hogy izgalmak mennek be és jönnek ki az idegrendszer középrészeiből. Az alvásban az idegrendszernek csupán egyes részei vesznek részt, a nyugalom csak bizonyos területekre szorítkozik, a többiek dolgoznak, nem egyszer fokozott erővel, pl. alvó ember intenziv lélegzése, horkolása. A kloroformmal altatott ember nyel és hány, ezt pedig csakis az idegrendszer végzi. Ezért leghelyesebb a periferiás idegrendszer tárgyalásánál centrifugális vagy kivezető és centripetális vagy bevezető fonálrendszerről beszélni és egyelőre a középidegrendszerbe érkező és távozó izgalmakat említeni. A belső centripetális idegfonalak kísérletileg kikutatott működései közül pár példára szorítkozunk. Ha a szívben a nyomás fokozódik, az ebből származó izgalom bemegy a nyúltvelőbe és ott olyan izgalmak kiküldésére vezet, amelyek a szívverést ritkítják és a test belsejében értágítást okoznak; — a szívverés ritkulása és az erek kitágulása a vérnyomás kisebbedésére, tehát a fokozott szívbeli nyomás csökkenésére vezet. Ime a szívből az idegrendszerbe küldött izgalmaknak mennyire fontos szabályozó, reguláló szerepük van. Hasonlóan állandóan szabályozzák a tüdőből bemenő izgalmak a lélegző mozgásokat. Ha az idegrendszerbe érkező izgalmak rövid úton áttevődnek a centrifugális utakra és így a beérkező izgalom működéseket vált ki a periferián, ezeket *reflex-működéseknek* nevezzük. A gyomorba jutó ételek oly izgalmakat küldenek a központba, melyek a gyomormozgást és gyomornedvelválasztást vonják maguk után, vagyis reflex gyomormozgást és nedvelválasztást okoznak. A belső centripetális fonálrendszerek között egyike a leghatalmasabbaknak az izmokból, inakból és az izületfelszínekről a központba menő idegfonalak tekintélyes sora, amelynek izgalmai a legtöbbször érzéssel járnak, amit közös névvel *izomérzésnek* mondunk. Az izomérzés adja tudtunkra a végzett mozgást (ez lényeges elemét teszi az akaratnak; ha valaki sem előre, sem utólag nem tud a végzett mozgásról, ott nem szerepel akarat), elárulja bekötött szemek mellett is izmaink állapotát, a végtagok és vele a test helyzetét, s megadja mozgásaink mértékét.

Izomérzés a tapintással kombinálva adja vak embernél a térbeli tájékozódást, a testek alakjának és súlyának felismerését. *Jogosan lehet az izomérzést az ember hatodik érzékének*

nevezni, átmenetet alkot ez a külvilági kapcsolatokhoz; az alak-, a súlyfelismerés, a térbeli tájékozódás már külső változásokról adnak értesítéseket. Az izomérzés nagy jelentősége akkor tünik ki, mikor valaki elveszti. Vannak gerincvelőbetegségek, amelyek sokszor óriási pusztulást okoznak az izomérző fonálrendszerben. Az ilyen emberek pontról pontra igazolják az előbb mondottakat: nem tudnak sötétben tájékozódni, nem tudják ilyenkor végtagjaik helyzetét megmondani; nappal, ha nem nézik lábaikat, nem tudnak menni, mozgásaik hasonlók a járni tanuló gyermekéihez, ki még nem tudja a célnak megfelelő mértéket eltalálni mozgásainál. Az ilyen állapotot *ataxiának* nevezzük.

Látjuk tehát a belső centripetális idegfonalak jelentőségét: az esetek legtöbbjében fontos reflex-szabályozásokat végeznek; az izomérzést kivéve, nem társul hozzájuk érzés, csak akkor, ha az ingerek erősebbek a szokottnál, s ilyenkor legtöbbször vagy jól ismert közérzéseket, amilyen az éhség, szomjuság, székletevés szüksége stb. okoznak, vagy bizonytalan elhelyezésű, különféle jellegű fájdalmasságra vezetnek.

2. Tekintsük át másodszor azokat az idegfonálrendszereket, melyek a külvilágból hoznak izgalmakat. Ezekhez az esetek legtöbbjében érzés társul, bár nem mindig.

Ezeknek az idegfonalaknak a végei vagy a test felületén helyeződnek el, vagy, ha mélyebben fekszenek, akkor is olyan a berendezésük, hogy külvilági hatásoknak hozzáférhetők. Különféle rendszerei az *érzékhámoknak* szerepelnek itt, amelyek bámulatos finomsággal megéreznek és átalakítanak olyan külső behatásokat, amelyek különben magára az idegfonalakra teljesen hatástalanok volnának. Valóságos külön felfogó és átalakító készülékei vannak az idegeknek; ezeket már régóta *érzékeknek, érzékszerveknek* nevezzük.

Ide tartoznak a bőr érzései, amelyeket tapintás neve alatt foglalunk össze; továbbá az ízlés és a szaglás; a legfejlettebb két érzékszervünk pedig a fül és a szem. E külvilági kapcsolatoknak köszönjük összes ismereteinket és tudásunkat; a rajtunk kívül eső világ csak a felsorolt útrendszeren át hathat agyvelőnkre, sőt a felsorolt utaknak periferiás végén elhelyezett érzékhámok csak bizonyos külső behatásokkal szemben érzékenyek, csak korlátolt számú külső változást tudnak átalakítani idegfonálizgalommá.

A külső változásoknak egész sora lehet és van, amely érzékszerveinkre nem hat. Mi a külvilági változásoknak csak kis része iránt vagyunk érzékenyek. Ez egyszerű tételben bennfoglaltatik minden ismeretünk, tudásunk relatív volta. Tudásunk nem ölelheti fel a külvilág összes változásait, csak bizonyos irányokban haladhat, és pedig azokban, amelyek érzékszerveinknek hozzáférhetők. Mi a rajtunk kívüleső világot nem a maga egészében, csak bizonyos, bár kiterjedt részletekben ismerjük. Nagy túlhajtás és hiú nagyzás volna tőlünk, ha reá akarnók fogni a rajtunk kívüleső világra, hogy abban csak olyan változások vannak, mint amilyeneknek felfogására érzékszerveink alkalmasak.

A természettudományok fejlődése már eddig is számtalanszor beigazolta az ellenkezőjét, és egész sorát mutatta ki azoknak a váltakozásoknak, amelyek érzékszerveinkre nem hatnak és amelyeket bizonyos eszközök vagy átalakítások révén érzékeinknek hozzáférhetővé tehetünk. Mily szépen mutatja meg a barometer mozgása szemünknek a levegő nyomásának változását, míg bőrünk az ilyen nyomásingadozásokat nem érzi meg. A fotografáló lemez közvetítésével meggyőződhetünk az ultraibolya sugarak létezéséről; a fénynek legfinomabb rezgései szemünkre már hatástalanok. A mikroszkóp egész világot tárt fel a tizedmilliméter alatt, ahol a szabad szem

látása elakad. A fluoreszkáló lemezek láthatókká teszik a Röntgen-sugarakat, amelyek átvilágítják a szemünknek átlátszatlan testek egész sorát. A drót nélkül való telegrafálásnál a kis Kocherer megérzi Amerika partjain az Angliából elinduló elektromos hullámokat.

Bőrünk legérzékenyebb helyén észrevesszük az 1 milligrammos porszemet, ha annál kisebb súly esik pl. homlokunkra, nem juthat tudomásunkra ; ennek ellenében pedig a legfinomabb mérleg a milligramm tizezredrészét is megérzi, tehát tizezerszer érzékenyebb mint bőrünk legfinyásabb helye. A bőr érzései az izomérzésekkel együtt még külön gyakorlat mellett is a súlyösszehasonlításoknál 10% hibával dolgoznak ; a legfinomabb mérleg 20 milliószor érzékenyebb a nyomáskülönbségek iránt mint testünk. (Leo Grunmach.) Való igaz, mint Tyndall mondja Spencer nyomán: »Minden eszköz, amivel észlelünk, minden súly, térfogat, mérleg, mikrometer, nonius, mikroszkóp, termometer és így tovább, mind kibővíti mesterségesen érzékeinket épen úgy, mint minden emelő, csavar, kalapács, ék, kerék, esztergapad mesterségesen növeli mozgásaink területét.«

Habár tudásunk az eszközöknek és módszereknek egész sorával fegyverezte fel érzékeinket és habár közvetett utakon megsokszorozta a külvilágnak reánk való hatását : ismereteink még mindig töredékesek, kiegészítésekre szoruló részletekből állanak, amelyek csak bizonyos megközelítésekkel, amelyeknek mértékét nem ismerjük, adnak felvilágosítást a való világról. A közvetett módszerek a legtöbb esetben messze túlszárnyalják érzékszerveink természetadta finomságát. A bőr hideg- és melegérző-tehetségét, amely legjobb esetben $^1/_5$ fok differenciát érez meg, messze felülmúlják az ezredfokot megmutató termometerek. Az emberi szem a szivárvány elnyújtott szalagján 500-féle színt különböztet meg, a fizika mérőeszközei pedig a látható színek között 20.000 sőt 40.000 árnyalatot tudnak megmutatni (Wiener). A natriumnak milliomod milligrammja sárgára festi a lángot és így felismerhetővé válik ; eszerint mégis vannak érzékszerveink, amelyek lefőzik a tudomány legfinomabb módszerét is. A szagló érzékhámok megérzik a merkaptán vegyületnek oly kis mennyiségét is, amely az előbb említett nátrium mennyiségének $^1/_{250}$-része (Emil Fischer és Penzoldt). A legfinomabb vegyi módszerek nem érnek nyomába a borismerő ízérzésének (Wiener).

Bármilyen sok módszerrel és eszközzel toldotta meg érzékszerveinket a tudomány, végeredményben minden külső hatás a szem, a fül, a szaglás, az ízlés, a bőrtapintás és az izomérzés által képviselt utak valamelyikén, esetleg több úton egyszerre jut agyvelőnkbe. Tudásunkra tehát, amely tulajdonkép együttes eredménye a külvilág hatásának és az érzékszervekkel felszerelt idegrendszer mechanizmusának, e sajátos felfogó-rendszer ráüti a saját, emberi bélyegét. Valamint a hibás fotografáló-lencse torzult képeket ad, amely torzulásokban nem a fény, hanem a lencse sajátossága tükröződik vissza, úgy a mi ismereteinknek is megvannak azok az oldalai, amelyekben felfogó-rendszerünknek, szemünknek, idegünknek, agyvelőnknek architekturája tükröződik vissza.

Ha szemünk a levegőt úgy látná, mint a vizet, talán hasonló volna a világról alkotott fogalmunk a víz fenekén élő állatokéhoz. Milyen más volna felfogásunk, ha szemünknek, mint a Röntgen-sugárnak, átlátszók volnának fabutoraink és a hegyeket takaró hatalmas erdők. Vajjon milyen lehet a vakember térfelfogása ?

A megismerhetőnek mértéke az ember ; nem a rajtunk kívüleső világ változik, hanem az ember, annak felfogó-rendszere, az érzékszervek, az idegek és *főkép a középidegrendszer, az agyvelő.*

Ugyanaz a külvilág más eredményt ad a hottentotta egyszerűbb agyvelejében, mást az európai civilizált ember műszerekkel és módszerekkel kibővített, különben is fejlettebb idegrendszerében.

Más eredményt kapunk a fejletlen gyermek és mást az aggastyán hanyatló agyvelejében. Más eredményre vezet a külvilág hatása a fejlett kutya-

agyvelőben, mint a béka fejletlen idegrendszerében. *A külvilág hatása, azaz ismerete nem egyedül az emberi fajnak privilégiuma; minden állatnak megvan erről a maga felfogása, melynek mértékét idegrendszerének fejlettsége szabja meg.* Nem intelligencia kell a megismeréshez, szükségképpeni következménye az a külvilág és az idegrendszer kölcsönhatásának; a hülyének is van ismerete az őt körülvevő világról. A külvilág és a tökéletesebb idegrendszerek kölcsönhatásának magasabb eredményeit jelöljük az *intelligencia* szóval. Messze vezetne ezeknek részletezése; visszatérve az érzékszervekre, megelégszünk még a következők hangsulyozásával.

a) A modern orvostudomány pontosan meghatározta az érzékszervek működésének határait, egyének, betegségek stb. szerint való változását.

Pontosan tudjuk pl., hogy a legdurvább még megérezhető fényrezgés hullámhossza 0.000835 mm., a legfinomabbé 0.000318 mm.; a legmélyebb hang rezgésszáma 16 körül van, a legmagasabbé 40.000 körül. Az alsó és felső határ természetesen egyének szerint változó.

Meghatározták minden egyes érzékszervnél az úgynevezett *ingerküszöböket*, azokat a leggyöngébb behatásokat, amelyeknél kisebbek már meg nem érezhetők (pl. egy milligrammnál kisebb nyomás nem érezhető meg a homlok bőrén).

Meghatározták továbbá, hogy az egyes érzékszervek milyen finom különbségeket tudnak felismerni a külső hatás változásainál, azaz mennyivel kell a külső hatásnak megváltozni, hogy az érzésben ez felismerhető legyen. (A Fechner-féle szabály, amelyre a könyvek mindig hivatkoznak, csak az érzések bizonyos csoportjára áll, nem valamennyire.) Ezenkívül kikutatták érézékszerveink hibaforrásait (érzékcsalódások). Mindezekből láthatjuk, hogy ugyanazt tették érzékszerveinkkel, amit a modern tudomány megkíván műszereinktől; pl. a mérleggel való pontos dolgozás megkívánja, hogy ismerjük a mérleg maximális megterhelését, érzékenységét és hibaforrásait.

b) Érzékszerveink, amellett hogy érzésekre vezetnek, *tudtunkon kívül fontos szabályozó működéseket is váltanak ki, vagy tartanak fenn.*

A látóhártyára ható fény szűkíti a szembogarat, ez a reflex védi a szemet a túlsok fénnyel szemben. A bőrre ható hideg okozza, hogy a szív ritkábban ver, a bőrerek összehúzódnak és izmaink feszessége nő; a bőrre ható meleg viszont az izmok petyhüdtségére, a bőrerek kitágulására, izzadásra és szapora szívműködésre vezet — ezek mind igen fontos reguláló reflexek.

Lássuk most már röviden az egyes érzékszerveket:

1. *Tapintás:* Az ember bőre megérzi a hideget, meleget és az érintést; ez utóbbit tudományosan nyomásérzésnek nevezzük. *A hideg, a meleg és a nyomás érzéseit együtt tapintásnak nevezzük.* Tapintása csak a bőrnek és ezenkívül az egyes testnyilások kezdetén rövidebb-hosszabb területeknek van. A nyelvnek pl. végtelen finom a tapintása, de már a garaté nagyon rossz, a nyelőcsőnek meg nincs. A nyelőcsőben nem érezzük, hol megy le a falat, ép úgy nem tudjuk, hogy hideg-e vagy meleg. Ha forró a falat vagy elakad, nyomást vagy tompa fájdalmat ad; érez a nyelőcső valamit, de nem érintést, hideget, meleget, tehát tapintása nincs. Durva a tapintásunk a talpon, finom az ujjak hegyén, a nyelven, a homlokon. Közeleső érintéseket nem tudunk a bőrön megkülönböztetni, az ilyen két érintés érzésben egybeolvad. A háton az egybeolvadó érzések távolsága több centiméter lehet, a nyelv hegyén csak 1 milliméter. (E távolságok szerint képzelt körök a Weber-féle érzőkörök.)

A bőrnek egyéb érzései is vannak, mint a viszketés, borzongás, fájdalom stb., ezek a bőr közérzései.

2. Izlés. Az izlő végkészülékek, az úgynevezett izlőbimbók, mikroszkopi kicsinységűek és a nyelvszemölcsök oldalain helyeződnek el. Négy főízt különböztetünk meg : az édeset, keserűt, sósat és savanyút. Nem tudjuk az anyagoknak mi alapon van ízük ; de csak vízben vagy nyálban oldódó anyagok hatnak az izlőbimbókra.

3. Szaglás. Az orrüreg tetején van a szaglóhám. Az állatok fejlett szaglóképességével szemben az emberé nagyon rossz. Hogyan jönnek létre a szagérzések, nem ismeretes ; csak a gáznemü anyagoknak van szaguk. A szagok csoportosítása nagyon nehéz, számuk óriási. Csodálatra méltóan finom a jóorruaknál a szaglás ingerküszöbe. Az anyagoknak oly kifejezhetetlenül kis mennyiségét árulja el sokszor a szag, amit semmiféle vegyi módszerrel még csak távolról sem lehet megközelíteni.

Érzékeink között első helyen áll szemünk és fülünk ; ezek az emberi megismerésnek és a tudomány tovafejlődésének legfontosabb tényezői ; különösen a szem, amely a rajtunk kívül eső világ megismerésére talán a legtöbb adatot adta. Érdekes, hogy ezen két legfontosabb érzékünk alaki szerkezete mennyire elüt egymástól.

4. Hallás. A szem alkotása igen egyszerű, könnyen áttekinthető, míg a fül alakviszonyai a legbonyolódottabbak közé tartoznak. A boncolásnál a szemhez könnyen hozzáférhetünk, míg fülünk leglényegesebb részét a koponyacsontok legkeményebbike, a sziklacsont zárja magába. Hosszú idő telt el, míg lassan tiszta képet szerezhettünk a hallószervnek legbelső velejét tevő részéről, amelyet bonyolult mivoltánál fogva labirintusnak kereszteltek el.

Hallószervünket három részre szokásos osztani : *külső, középső és belső fülre.*

A külső rész a *fülkagylóból* és a dobhártyáig vivő csatornából áll, ez a *külső hangvezető,* amely meglehetős szűk és görbe lefutású. A külső hangvezetőnek belső vége már a sziklacsontban van ; fala merev, míg külső vége porcogós. Ha kissé kitágítjuk a csatorna elejét és eltüntetjük lehetőleg a görbületeit, akkor kellő megvilágítás mellett (a fültükrözés eszközeivel) beláthatunk a pár centiméteres csatorna végére, ahol nemcsak a vékony dobhártya látható, hanem a kis fülcsontok közül a kalapácsnak a nyele is áttünik a vékony hártyán. Olyan esetekben, midőn a dobhártya hiányzik, belátunk a dobüregbe is. Maga a dobhártya, s ami azontúl van, már a középső fülhöz tartozik. A fülkagylónak nem igen jut lényegesebb szerep a hallásnál. Előfordult már, hogy emberek elvesztették sérülések folytán fülkagylójukat és hallásuk mégis kifogástalan maradt. Mellékesen megjegyezzük, hogy levágott fülek, különösen a fülcimpák, visszavarrhatók s az esetek legtöbbjében szépen visszanőnek.

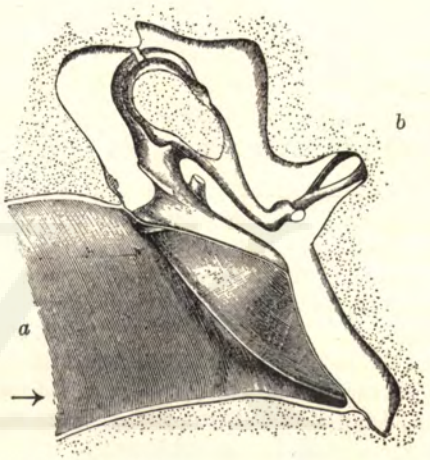
A dobhártya mögött levegővel telt tágasabb üregbe jutunk, *ez a dobüreg,* amely a hozzátartozó melléküregekkel, a benne elhelyezett 3 kis fülcsontocskával s az azokhoz tartozó két kis izmocskával alkotja a középső fül részeit. (175. ábra.)

A *dobhártya* maga finom, levélpapir vastagságú, kissé ovális hártya, amelynek leghosszabb átmérője majdnem 1 cm. A hártya nem tökéletesen egyenes, hanem igen lapos tölcsérhez hasonló. A tölcsér nem egészen szabályos, mert legmélyebb pontja nem esik a hártya közepére. A dobhártya a külső hangvezető végét nem zárja el függélyesen, hanem ferde elhelyezésű. Egyének szerint a dobhártya nagysága és ferdesége változó. Érdekesnek tartjuk felemlíteni, hogy Kubelik Jannak, a híres hegedűművésznek aránylag nagy s majdnem függélyesen álló dobhártyája van. A dobhártya nem tökéletesen szabad hártya, mert belső felszínébe belenőtt a kalapács nyele és pedig

úgy, hogy a kis fülcsontocskának a vége éppen a tölcsér csúcsára esik. A dobhártyának a hallásnál már jelentős szerep jut, bár ki kell emelnünk, hogy dobhártya nélkül is megmarad a hallás, ha a fül belső részei különben teljesen egészségesek. Az emberek egész sora nem is sejti, hogy dobhártyájuk hibás.

Elég gyakori eset ugyanis, hogy a dobüregben gennyedések keletkeznek ; különösen súlyos lefolyása van azoknak, amelyek rendesen gyermekeknél skarlatina (vörheny) után támadnak. Nem is oly ritkán egyszerű náthákhoz is csatlakozhatnak hasonló, bár könnyebb lefolyású gennyedések. Mindezeknek az adja meg a magyarázatát, hogy a dobüreget vékony csatorna, az *Eustach-kürt* köti össze a garat tetejével, ezen keresztül terjednek be a gyulladások.

A dobüreg gyulladásai éles fájdalmat okoznak, ezek az úgynevezett fülszaggatások, amelyek túlszárnyalhatják a legerősebb fogfájásokat. Elhanyagolt dobüreggyulladások sokszor évek mulva nagyon szomorú következményekkel járhatnak. A gennyedések átlyukaszthatják a dobhártyát, így jönnek létre a fülfolyások. A hosszú ideig tartó lassú gennyedés elpusztítja az egész dobhártyát, a fülcsontok egy részét, sőt még mélyebbre terjedő változást is okozhat és így lassan, évek multán, sokszor észrevétlen súlyos, már nem javítható nagyothallás hoz vezet. *A férfikorban fellépő nagyothallás az esetek legtöbbjében a gyermekkorban szerzett elhanyagolt, évtizedes fülfolyás végső stádiuma,* amelyet már ilyenkor helyrehozni nem lehet. Fülorvosoknál igazán mindennapos tapasztalat, hogy intelligens emberek nem is sejtik, hogy évek hosszú sora óta folyik a fülük, csak a kezdődő nagyothallás viszi őket az orvoshoz. Szükségesnek tartottuk ezt felemlíteni, mert igazán végtelenül elszomorító, hogy a különben egyszerűen kezelhető bántalom hány embert tesz szerencsétlenné és ha valahol, úgy igazán a fülfolyásoknál vétkes könnyelműség az elhanyagolás.



175. ábra. A fül dobüregének függőleges metszete. *a* a külső hangvezető vége, amelyet elzár a tölcséralakú dobhártya. A nyíl jelöli a hang irányát. A dobhártya mögött van a dobüreg, amelyben a három kis fülcsontocskának összefüggő sora látható ; a kalapács nyele összenőtt a dobhártyával ; *b*-nél van a kengyel talpa, a kettő közé esik az üllő.

A legtöbb hang a levegő útján kerül a fülünkhöz. A *hang* nem más a levegőben, mint *a levegőrészecskék rezgése,* amelyek hol közelednek egymáshoz, hol távolodnak egymástól, és így sűrűbb és ritkább levegőrétegek keletkeznek. A hang magassága attól függ, hogy ezek a sűrűsödések és ritkulások, vagyis rezgések másodpercenkint hányszor ismétlődnek. Minél ritkábbak, annál mélyebb a hang és megfordítva. A legmélyebb hangnál, amit tapasztalás szerint az emberi fül megérez, az ismétlődések száma másodpercenkint 16. A legmagasabb hangnál, amit egyátalán felismerünk, a rezgésszám 40.000 körül jár. Az alsó és felső határ egyének szerint változó. Vannak egyének, akiknél a 16-os rezgés nem okoz hangérzést, csak a 18-as vagy 20-as.

Épp úgy előfordul, hogy valakinek hallása már a 36.000-ik rezgésnél megszünik. A zenében szereplő hangoknak rezgésszáma körülbelül 40 és 4000 közé esik. A legmélyebb emberi énekhang rezgésszáma 80 körül, a legmagasabbé 1020 körül van. Ha a külső hangvezetőt vattával betömjük, rosszul halljuk a mély hangokat, sőt egy részét a legmélyebbeknek nem is halljuk, viszont a magas hangok hallását a vatta nem fogja zavarni. Ezen egyszerű

kísérlet arra tanít, hogy ha valaki rosszul hallja a mély hangokat, annál első sorban a hangvezetés akadályára kell gondolnunk, feltünő hiányok a magas hangok megérzése körül ellenben a labirintusbetegségnek előjelei.

A legkülönfélébb hangok levegőrezgéseit rendes viszonyok között a dobhártya veszi át.

Ismeretes a fizikából, hogy különösen a tölcséres hártyák, ha még feszességük is változtatható, a hangoknak hosszú sorával tudnak együtt rezegni. A kifeszített hegedűhúrok például erre nem képesek; hiába rezeg körülöttük a levegő, nyugalomban maradnak, csak bizonyos nekik megfelelő hangokra válaszolnak, míg dobhártyánk bármiféle magasságú hanggal együttrezgésbe jön.

A dobhártya rezgéseit átveszik a *fülcsontocskák*, első sorban a már említett *kalapács*, amelynek nyele belenőtt a dobhártyába. A kalapács közli a rezgéseket az *üllővel*, ez pedig a *kengyellel*. (175. ábra.) A három fülcsontocskát apró szalagocskák kötik össze egymással és a környezettel; súlyuk bizonyos fokig reánehezedik a dobhártyára.

A fülcsontok súlya végzi a dobhártya tompítását, mert hiszen a dobhártyának nem egyszer a legkülönfélébb, pillanatról pillanatra változó rezgések sorát kell átvennie. Hasonló itt a fülcsontok szerepe a hangszerek pedáljához, amely megszünteti az utórezgéseket. Két kis izmocska is megy a fülcsontokhoz, egyik a kalapácshoz, másik a kengyelhez. A kalapácsizom, ha összehúzódik, változó feszességet ad a dobhártyának; a kengyelizom viszont csökkenti a kengyelnek kitéréseit. A dobüreg levegővel van tele, amely az Eustach-kürtön a garatból kerül ide. A dobhártya szabad és könnyű mozgásának az a biztosítéka, hogy mindkét oldalán ugyanaz a levegőnyomás; ha differencia volna ebben, az kiegyenlítődik az Eustach-kürtön át, amelynek garati vége azonban csak minden nyelésnél és bizonyos hangok kiejtésénél nyílik meg. Az Eustach-kürt adja a magyarázatát, hogy akadtak lyukas dobhártyájú emberek, akik a cigarettafüstöt a fülükön át eresztették ki.

A kengyel talpa finom hártyával zárt nyílásba, az ovális ablakba illik bele. A kengyel talpának finom rezgéseit átveszi a vele összenőtt *ablakhártya*. Az ablakhártyán túl bonyolult csontos üreg, a csontos labirintus következik, amelyben a fül legfontosabb része fekszik. A már felsorolt részek: a fülkagyló, a hangvezető csatorna, a dobhártya, a dobüreg kis csontocskái, mind arra valók csupán, hogy a hangrezgéseket elvezessék a jól védett, rejtett helyre, ahol a hallóideg végkészüléke található. Sokszor a vezető részek durva sérülései mellett, ha a belső fül ép marad, a hallás kielégítő lehet.

A csontos labirintus *tartalma* teszi a *belső fület*, ez a hallószervnek legősibb része. Minél alacsonyabb rangú valamely állat, annál több hiányzik a külső vezetőrészekből. A madarak legtöbbjének nincs fülkagylójuk; hangvezető csatornájuk rövid és hallásuk mégis kitünő. A gyíkoknál, békáknál még a külső hangvezető is hiányzik, dobhártyájuk a bőrrel egy vonalban, szabadon fekszik. Még alacsonyabb fokon a dobhártya és a fülcsontocskák is hiányzanak, sőt az egész dobüreg is; csak a labirintusnak megfelelő részt találjuk egyszerű, könnyen áttekinthető, világos szerkezettel. *Gömbölyű, folyadékkal telt hólyag az egész, amely összefügg a hallóideggel:* ez a bonyolult labirintusnak legősibb formája. A hólyag belsejét egyetlen sejtréteg béleli ki; a sejtbélés egyes helyeken átalakul és itt a sejtek szoros összefüggésbe jutnak a hallóidegfonalakkal.

Ezek a sejtek a halló, azaz a hangot felfogó sejtek. Az idegfonalakat a hang rezgése érintetlenül hagyja, őket a hang nem izgatja közvetlenül; a módosult hámsejtek, a hallósejtek veszik át a hangot és alakítják át előttünk ismeretlen módon a velük összefüggő idegfonalak izgalmává. Ha elpusztulnak a hallósejtek, hiába jutnak el a hangrezgések az idegfonalakig, nem okoznak többé izgalmakat. Embernél egész rendszere van a hallósejteknek, számuk 25—30—40 ezerre rúg.

A finom hártyájú, folyadékkal telt hallóhólyag körül a fejlődés későbbi szakában csontos váz képződik, amely, mint valami házikó, magába zárja a hallóideg finnyás végkészülékét. A házikó rendesen tágasabb mint a hólyag, s a visszamaradó hézagot folyadék tölti ki, amelyben pár helyen megerősítve mintegy úszik, lebeg a hallóhólyag. Kétféle folyadék szerepel itt: az egyik a hólyagot belül tölti ki, a másik kivül veszi körül. A csontos házikónak két, hártyával zárt ablaka van, ezeken keresztül közlekedik a külvilággal. Az emberi fül labirintusa elvileg azonos az elmondott egyszerű berendezéssel, de úgy a csontos házikó, mint a benne lebegő hártyás üregrendszer igen bonyolult formáju (l. melléklet); ezért kapták a *labirintus* nevet. A hártyás labirintus több ponton lép a hallóideggel összefüggésbe, úgy hogy az embernél a hallás végső készülékeinek száma 6: három hallóléc, két hallófolt és hosszabb hallószalag (Corti-szalag) keletkezik.

A csontos labirintusnak itt is két hártyával zárt ablaka van, amely a dobüregre néz; az egyik ablak kerek, a másik ovális, az utóbbinak hártyájával nő össze a kengyel talpa. A levegőrezgéseket átveszi a dobhártya, evvel együtt rezegnek a fülcsontocskák, különösen a kengyel talpa; ez közli a rezgéseket a hártyás labirintust körülvevő folyadékkal, amelyben a rezgések minden irányban egyenletesen terjednek. Ha a külső folyadék rezeg, akkor vele mozog a belső is, szóval a hártyás labirintus összes részei rezgésbe jutnak. A rezgések iránt csakis az ideggel összefüggő módosult hámsejtek érzékenyek, amelyek a rezgéseket a velük összefüggő idegek izgalmává alakítják át.

A fül működésénél már most az a kérdés merül fel, mi szerepe van a hallásnál a hatféle végkészüléknek. A *Corti-szalag* a legfejlettebb, ez minden esetre a zenei és a beszédhallás végkészüléke. Felmerül most már a kérdés, hogy miként képes a Corti-szalagon elhelyezett sok ezer hallósejt annyi különféle hangérzésnek és az ezekkel összefüggő jelenségeknek: harmóniának, disszonanciának stb. magyarázatát adni. Erre természetesen csak elmélettel felelhetünk.

Egybevetve a sokféle újabb teóriát, mégis csak azt kell mondanunk, hogy a *Helmholtz*-féle rezonancián alapuló magyarázat a legmegfelelőbb, amely azonban a Corti-szalag finomabb szerkezetének ismeretén alapszik és így nem terjeszkedhetünk ki reá. A hallófoltoknak és hallóléceknek szintén van a hallásnál szerepük, de azonkívül, különösen repülő és úszó állatoknál, a test egyensúlyozásánál és a térbeli tájékozódásnál is működnek oly módon, hogy reguláló reflexeket váltanak ki; a szemmozgásokat, fejforgatást és a test összes izmait szabályozó érzéseket adnak. Emberen a jelentőségük sokkal kisebb, mutatják azok az esetek, midőn mindkét labirintus teljes elpusztulása mellett a siketségen kívül csak lényegtelen zavarokat látunk a testmozgásokban.

5. Látás. A szem szerkezete a fülénél sokkal egyszerűbb és így röviden végezhetünk vele.

A szemgolyó kis fotografáló kamrához hasonló, amelynek hármas fala, burokja van. A külső erős, feszes védőhártya, amely elől üvegszerűen tiszta, átlátszó. Az átlátszó részt szarú- vagy *üveghártyának* nevezzük, a szem fehérét alkotó átlátszatlan rész az *inhártya*. A második réteg, az úgynevezett *szőlőhártya* (fekete szőlőszem héjjához hasonló), sokkal vékonyabb, de egészen fekete, ez teszi tulajdonkép valódi sötétkamrává a szemet (l. melléklet). E második réteg gazdag érhálózata táplálja az egész szemgolyót. A szőlőhártya egy része elől az üveghártya alatt látható, ez a rész, az *irisz*, adja a szem színét. Az irisz közepén kerek fekete területet látunk, amely világosságban kisebb, sötétben nagyobb. E fekete kör, amelyet *szembogárnak* (pupilla) neveznek, nem egyéb, mint kerek nyílás; ezen át jut a fény a szembe; tágulásával és szűkülésével szabályozza a szembe bejutó fény mennyiségét.

Az irisz és az üveghártya között fekvő tért, a szem csarnokát, folyadék tölti ki, a csarnokvíz.

Az irisz mögött közvetlen, ott ahol a fekete szembogár látszik, fekszik a *szemlencse*, amely idősebb korban meg szokott zavarosodni, szürkülni, sokszor annyira, hogy a látást megakasztja; ez a szürke hályog, amelynek gyógyítása abból áll, hogy a szem belsejéből kiveszik az átlátszatlanná vált lencsét.

A lencse mögött fekvő nagy területet üvegszerűen tiszta, kocsonyás tömeg, az u. n. *üvegtest* tölti ki (81. ábra). Az üvegtest és a szőlőhártya közt finom vékony hártya található a szem fenekén, amely a látóideggel függ össze; ez az ideg- vagyis *látóhártya* (retina).

A fény tehát, amely kívülről behatol a szembe, átmegy az üveghártyán, utána a csarnok vízén, azután a szemlencsén, végül az üvegtesten és így jut a látóhártyára.

Tévedés azt hinni, hogy a szemlencse egyedül alkotja a szem törőrendszerét, — tagadhatatlan, hogy nagyon fontos része — de az üveghártya, a csarnokvíz és az üvegtest is hozzátartozik a törőrendszerhez, a keletkezett kicsiny fordított képeket a felsorolt részek együttesen adják.

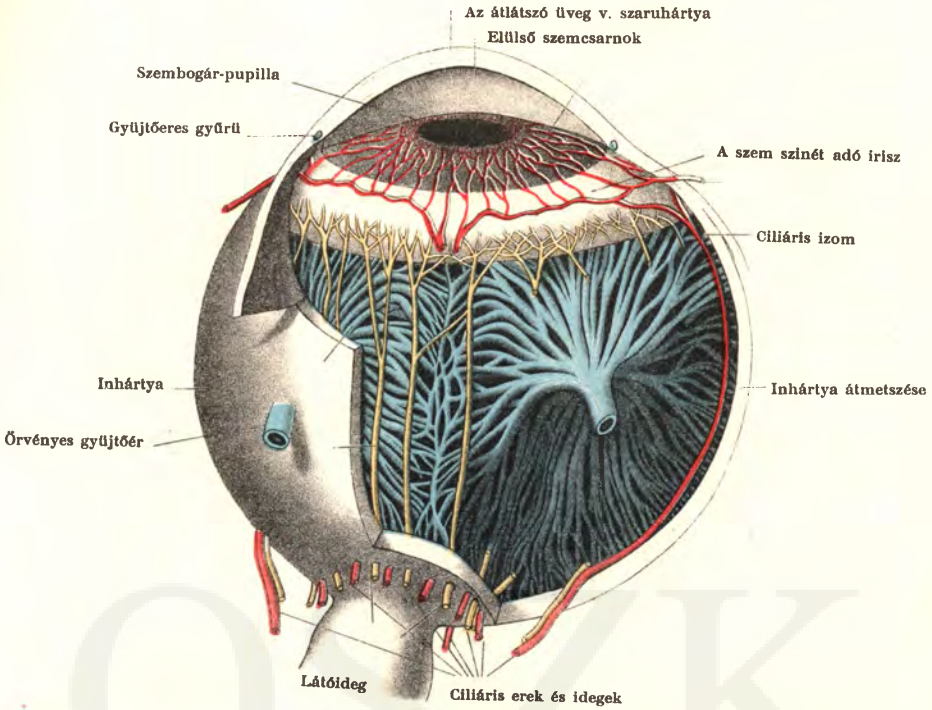
A látóhártyán keletkezett képet az úgynevezett *pálcika-* és *csapsejtek* alakítják át az idegfonalak izgalmává. A szemben csakúgy fordított képek keletkeznek, mint a fotografáló kamrában, csakhogy e képek nagyon kicsik.

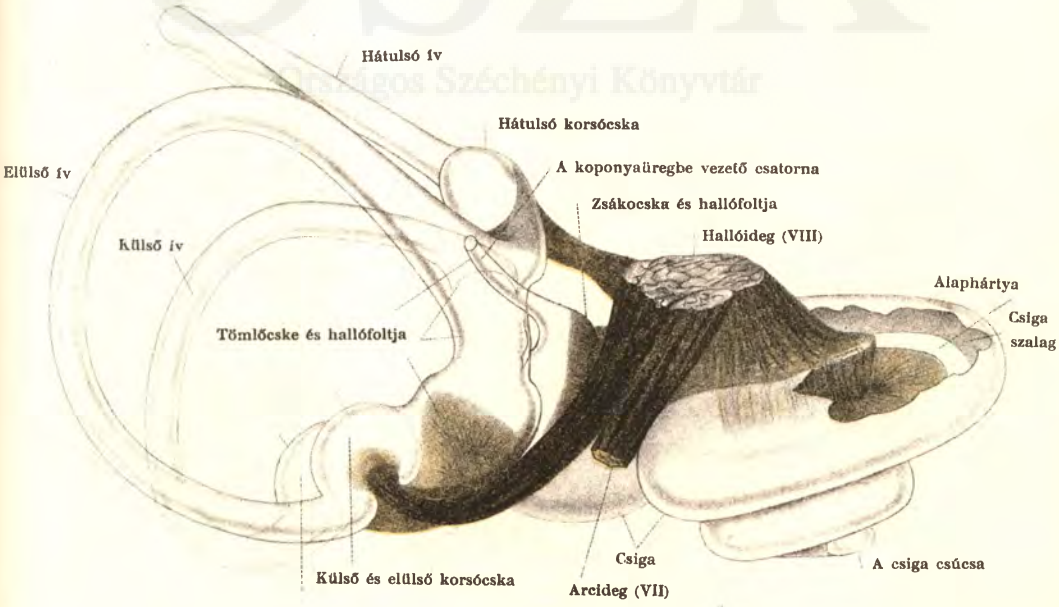
Tudjuk jól, hogy a fotografáló kamrákat a különböző távolságokra be kell állítani; ha távolabb van a tárgy, összetoljuk, ha közelebb van, széthúzzuk a kamrát. A szemgolyó hossza változatlan, a szemet a különböző távolságra a szemlencse alakváltozása állítja be: ha közelre nézünk, szemlencsénk domborúbb lesz, ha a távolba tekintünk, ellaposodik. A szemlencse tulajdonképp saját rugalmasságánál fogva domborodik, ezért nem tud öreg ember közelre nézni, mert idővel elveszti a szemlencse rugalmasságát. A szemlencse csak akkor domborodhatik, ha felszabadul az üvegtest terpeszkedő nyomása alól; a felszabadítást a ciliáris izom végzi.

A szem közelre való beállítását *alkalmazkodás* szóval jelöljük, a szem alkalmazkodik ugyanis a közeli távolságokhoz, a ciliáris izom tehát az alkalmaz-

EMBERI SZEM.

A külső burok hiányos; a lefejtett területen látszanak a szölő hártya részei. (Testut nyomán.)





A JOBB FÜL HÁRTYÁS LABIRINTUSA A HALLÓIDEG VÉGZÓDÉSEIVEL.

(Újszülöttből Retzius nyomán).

ATHENAEUM R.T. BUDAPEST

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár



kodás izma. A szemlencse domborodóképessége és a ciliáris izom működése teszik szemünket alkalmassá arra, hogy közeli és távoli tárgyakat egyformán élesen láthassunk. Természetes, hogy az alkalmazkodás csak bizonyos határok között segít; a legközelebbi pont, amit rendes szemű ember átlag látni tud, 10 cm.-re esik a szem elé. (Rendes olvasási távolság 30 cm.)

Vannak emberek, akik távolba rosszul látnak, de közelre jól, ezek a *közellátók*. Ezen állapotnak az esetek legtöbbjében abban van a magyarázata, hogy az illetők szemgolyója hosszabb a kelleténél. Vannak megfordított esetek is, amikor a szem ellenkezőleg rövidebb, az ilyen egyének az u. n. *messzelátók*, akik viszont arról panaszkodnak, hogy a közelre való nézés fárasztó; hosszabb ideig nem tudnak közeli munkát végezni, de távolba jól, sokszor csak elég jól látnak. Sokszor a rosszullátásnak nem a szemgolyó hibás hosszusága az oka, hanem a törőrendszer szabálytalansága. A törőrendszer bizonyos szabálytalanságai annyira torzíthatják a keletkező képeket, hogy a felismerés nehézzé válik (asztigmatizmus). A látóhártya, amelyre a törőrendszer veti a képeket, nem minden pontján egyformán finom. Legfinomabb helye, az úgynevezett *látógödröcske*, alig $^1/_3$ milliméter széles; a kis gödröcskén túl csakhamar nagyon durva felfogó képességű lesz a látóhártya, szélei már nem is érzékenyek a fény iránt. A fényátalakító érzékhámok a pálcika- és csapsejtek. A kis gödröcskében azonban csak csapsejteket találunk; mindeniknek külön idegfonala van, sűrűn állanak egymás mellett és nagyon finomak, úgy hogy a kis, egyharmadmilliméteres helyre körülbelül 40 ezer csap esik. E kicsiny hellyel tehát 40 ezer részletet tud megkülönböztetni szemünk. Érthető lesz ezek után, hogy minél messzebbre nézünk, annál kevesebb részletet látunk, mert minél messzebb esik valami, annál kisebb képet ad: szemünkben így tehát az amúgy is kicsiny képek még sokkal kisebbek lesznek; már pedig minél kevesebb csapsejtre esik a kép, annál kevesebb lesz a részlet. A látóhártya durva széli részei már nem is a látásnál, hanem inkább a térbeli tájékozásnál játszanak szerepet.

A látóhártya megkülönbözteti a fényt és a színeket. A színlátás magyarázatára csak teóriákkal rendelkezünk. Mindegyik szemben külön kép keletkezik. Rendes viszonyok között tehát minden látott tárgyról két külön képet kapunk, amelyek nem is lesznek egészen egyformák, mert hiszen a két szem egymástól 6 cm. távolra esik, ami különösen közelről való nézésnél feltűnő különbséget ad a két kép között. A két, sokszor eltérő képet érzésben az agyvelő eggyé olvasztja, sőt minél eltérőbbek a képek, annál testiesebb látás lesz az egybeolvadás eredménye. A két kép egybeolvadásának azonban az a feltétele, hogy a két szemben a képek egymásnak megfelelő, összetanult látóhártya-területeken keletkezzenek, mert különben az összeolvadás lehetetlen és zavaró kettős látás áll elő, amint azt hirtelen szemizombénulásoknál nem egyszer tapasztalták. Ezért fontos, hogy a két szem a milliméter törtrészéig pontosan együtt mozogjon, mert csakis ez adja a biztosítékát a zavartalan egyes látásnak.

Érzéseink lényege. Érzéseink legnagyobb részét az érzékszervek útján szerezzük. Ismereteink az érzéseken épülnek fel, fontos lesz tehát pár szóval

megemlékeznünk az *érzések székhelyéről és keletkezéséről.* Válasszuk példának a látásérzéseket. A mellékelt rajz (176. ábra) megmutatja, hogy a szemből elinduló idegfonálrendszerek az agykéreg bizonyos pontjaira vezetnek el végeredményben. A féltekevelő nyakszirtkarélyának azt a részét, ahol a látóideg pályája végződik, *látókéreg-mezőnek*, máskép rövidesen *kuneusz*-nak nevezzük.

1. Lássuk mindenekelőtt, hogyan jő létre pl. a gyertya látása, hol és micsoda változás van bennem, mikor az előttem álló gyertyát szemlélem, mi az, ami a gyertyából belém kerül?

A gyertyából kiinduló fénysugarak, áthaladva a szem törőrendszerén, fordított, kicsinyített képet adnak a látóhártyán, ahol bizonyos számú és elhelyezésű csapsejtizgalom jő létre. A csapsejtek izgalma megfelelő számú idegfonál izgalmává lesz. A látóidegfonalakon az izgalom az említett terjedéssebességgel szigetelten bemegy a kuneuszba és ott előttünk ismeretlen változást hoz létre. *Ez az ismeretlen változás ottbenn az agyvelőben, a félteke szürke kérgében, a kuneuszban adja a gyertya érzését,* mert akárhol megszakad a pálya, hiába van teljesen ép szemünk, látásérzés többé nem jön létre, amint azt számos tapasztalat igazolta betegeken.

2. Még jobban igazolják a látás székhelyét azok az esetek, amidőn teljesen sötétben fényérzések keletkeznek, valahányszor valami úton-módon kiváltjuk a kuneusz izgalmát. A szemgolyó villamozása vagy nyomása fényérzéssel jár, a villamáram és a nyomás t. i. magát az idegfonalakat izgatja; a látóidegfonalakon az izgalom pedig mindig csak a kuneuszba mehet és ott okoz változást, ez pedig fényt, színeket, látást jelent.

Vannak szerencsétlen betegek, akiknek ki kell venni egyik szemét, ilyenkor a látóideg átvágása mindig hatalmas fényérzéssel jár, sőt ha napok mulva a kivágott szem helyén villamozzuk a látóideg átvágott részét, az illetőnek fényérzései keletkeznek. Bizonyos változásai a kuneusznak álomképekre vezetnek, elmebetegeknél pedig hallucinációkra.

És végül 3. *valahányszor akár betegség, akár sérülés folytán elpusztul a kuneusz és környéke, a látás örökre elvész, még álomképek sem fogják mulattatni vagy zavarni az illetőt.*

A három pontban felsoroltak szigorúan igazolják, hogy a látásérzések a nyakszirtkarély területén jönnek létre. Hasonló viszonyban van fülünk a halántékkaréllyal stb.

Mindezek igazolják, hogy minden érzésünk tulajdonkép valami ismeretlen agyvelő- azaz agykéregváltozás. Az érzéseknél szereplő agykéregterületeket *érző kéregmezőknek* nevezzük. Az érző kéregterületek más és más pontjának izgalmai különböző érzéseket jelentenek.

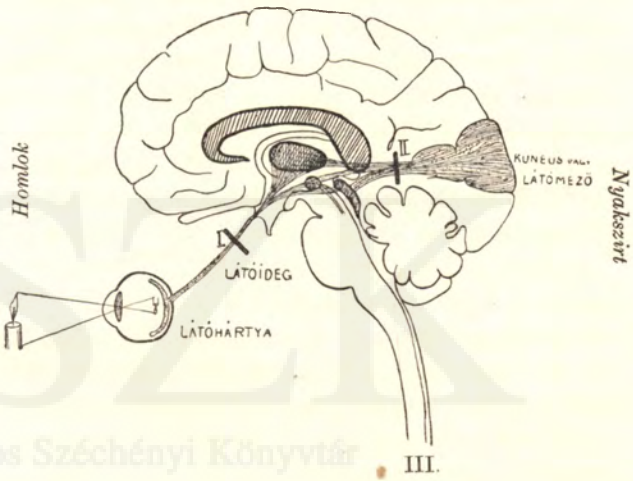
Átgondolva a mondottakat, két fontos tételt állapíthatunk meg:

a) Előttünk égő gyertya áll és agyvelőnkben ennek bizonyos ismeretlen sejtváltozás felel meg. Az idegsejtek változása és az égő gyertya két teljesen különböző dolog; érzéseink tehát csak a külvilágnak vagy testünkben végbemenő változásoknak megfelelő jelrendszerek.

b) Az érzéseknek megfelelő változások mind az agyvelőben folynak le, de mi nem ott érezzük, hanem a periferián. A fájdalom az agyvelőben van és csak

mi helyezzük ki a bevezető idegfonalak végére. Ha megütjük a könyökünket, az ott menő idegtörzset, elzsibbad a kisujjunk, mert a megütött idegnek ott vannak végződései. Ha valakinek a lábát levágják s a gyógyulásnál zsugorodik az elvágott ideg vége, fájdalmakat fog érezni a levágott láb ujjaiban vagy egyebütt.

A középrendszer felépítésének alapelvei. Befejeztük a periferiás idegrendszer ismertetését. Láttuk, hogy milliói a centrifugális vezetésű idegfonalaknak mennek széjjel a testben, behálózva a különféle izmokat és mirigyeket; a középidegrendszerből távozó izgalmak izom- és mirigymunkát indítanak meg és tartanak fenn. Másfelől egész sorát ismertük meg a centripetális vezetésű fonálrendszereknek, amelyek részben a test mélyében keletkező belső ingereket, részben a test felületéről külső hatások révén keletkezett izgalmakat szállítanak a középidegrendszerbe. Az érkező izgalmak igen fontos szabályozó működéseket, reflexmozgásokat és reflex-elválasztásokat váltanak ki, és az esetek egy részében különféle érzésekre vezetnek.



176. ábra. A látóideg pályája. (A középvonalban, hosszában félbevágott középidegrendszer.) A látómező, azaz a kuneusz a nyakszirtkarély belső felszínén látható; pusztulása teljes vakságot ad még akkor is, ha a szem és a látóidegpálya teljesen ép. A látóidegpálya megszakadása akár az I-gyel, akár II-vel jelölt helyen szintén vakságra vezet. III. gerincvelő.

Amint látjuk, a középidegrendszerbe akármilyen közvetítéssel is, de mindig csak idegfonálizgalmak mennek be és belőle csak ezek jönnek ki. A hallóideg fonalain ugyanaz az ismeretlen változás, amit idegizgalomnak nevezünk és ami 40—120 méter sebességgel halad, érkezik a centrumba, mint amilyen idegizgalom jön be pl. a talp idegén, és hasonló változás megy az izmokhoz és mirigyekhez. Középidegrendszerünk nem hanggal, nem fénnyel, nem mirigyelválasztással, hanem mindig csak idegfonál-izgalmakkal dolgozik.

A legkülönfélébb idegfonalak izgalmai mai tudásunk szerint teljesen azonos változások, csakhogy erősebbek, gyengébbek, folytonosak, szakadozottak lehetnek. A különbség csak abban van, hogy a hallóidegen csak a fülből jöhetnek izgalmak, míg a látóidegen csak a szemből, a talp idegén csak a talpról; a fülben a hangok, a szemben a fény, a talpon a nyomás és a hideg vagy meleg tud okozni izgalmakat, mert mindeniknek más és más a végződése, az érzékhámja. Az útrendszerek pedig szigetelten vezetnek és egymással föl nem cserélhetők. Midőn ezeket először halljuk, kétkedően gondolunk arra, hogy mikép magyarázható a középidegrendszer sokoldalú működése kizárólag beérkező és

távozó idegfonálizgalmakkal. Nem értjük, miként keletkezik a változatos, sokoldalú működés az egyhangú, azonos karakterű idegizgalmakból. Talán a telefonhasonlat megvilágítja némileg az idegrendszer sajátszerű berendezését. A középidegrendszer hasonlatos a telefonközponthoz, onnan is vezető fonálrendszerek mennek széjjel a város számos pontjára, viszont a város különféle helyeiről vezető fonálrendszerek mennek be a központba. Ezeken a vezetődrótokon mindig csak villamos áram jön és megy, és mégis a központ kifogástalan működése — kapcsolása — mellett egyszerre, egy időben a város távoleső helyein a legkülönfélébb ügyek intézhetők el igen sebesen.

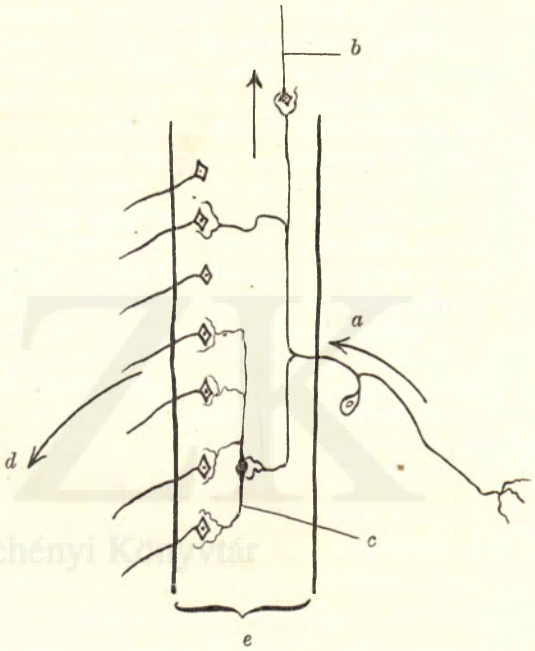
Lássuk már most, hogy az agyvelőből és gerincvelőből kilépő millió meg millió út honnan jő és hová megy mai tudásunk szerint.

A középidegrendszer mikroszkóppal való vizsgálata mindenek előtt kiderítette, hogy úgy az agyvelő részeinek, mint a gerincvelőnek alapszövetét, alapvázát finom szálakból szőtt hálózat teszi, amelyet neuroglia-szövetnek neveztek el. Mondottuk, hogy az agyvelő és gerincvelő keresztmetszetén már szabad szemmel fehér és szürke területeket látunk. A fehér területek mikroszkóp alatt csupa velőhüvellyel burkolt idegfonálrendszereknek bizonyultak, míg a szürke területeken a neuroglia szövetéből alkotott fészkekben elég nagy ágasbogas sejteket találtak; ezek az *ideg-* vagy *dúcsejtek*. Ezek szerint nem is olyan régen még úgy mondották, hogy a középidegrendszer három részből áll és pedig: neuroglia-alapvázból, azaz összetartó kötőszövetből, másodszor ideg-, azaz dúcsejtekből és harmadszor külön idegfonálrendszerekből. Az idegsejtek és az idegfonalak között való összefüggést különfélekép képzelték el. A pontosabb vizsgálatok azonban csakhamar kiderítették, hogy tulajdonkép mindenik idegfonál nem egyéb mint hosszú nyúlványa az idegsejteknek; olyan idegfonál, amelyik nem egyenesen idegsejtből indulna ki, nincs. Igy tehát az idegrendszerben nincsenek külön sejtek és ettől függetlenül külön idegfonalak; hanem tulajdonkép csakis *idegfonalas sejtek* vannak. Hogy még jobban kifejezésre jusson az idegfonalaknak a sejtekkel való egyenes összefüggése, az idegsejtet hosszú idegfonalával és minden egyéb elágazásaival együtt *neuron*nak keresztelték el. Ma tehát azt kell mondanunk, hogy az idegrendszer két részből áll: egy csupán támasztó jellegű *neurogliavázból* és ebben elhelyezett *neuronrendszerekből*.

Egy-egy neuron nem egyéb, mint különös alakú, hosszúra nyúlt sejt, amelyen a következő részeket különböztetjük meg (l. melléklet): a neuronközpontot maga az idegsejt (= dúcsejt) alkotja, meglehetős nagy maggal és legtöbb esetben a protoplazmában elhelyezett festékhalmazzal. Az idegsejtnek kétféle nyúlványai vannak: 1. protoplazma-nyúlványok, amelyek rövidebbek és vastagabbak, faágszerüleg igen gazdagon elágaznak; ezek az úgynevezett *dendritek*; 2. egyetlen vékony, de igen hosszú nyúlvány, amely akár 1 méteres is lehet; ez nem egyéb, mint a már annyiszor emlegetett *idegfonál* (= tengelyfonál, neurit, axon). Régebben azt tartották, hogy az idegfonál hosszú lefutása alatt el nem ágazik, ez azonban nem bizonyult valónak. Ha valamely idegsejtből elindulunk és idegfonala mentén tovább haladunk, azt fogjuk tapasztalni, hogy igen finom, sokszor messze elnyúló oldalágakat ad. A különböző neuronfajtáknál az oldalágak elhelyezése, száma igen sokféle lehet. Eltekintve az oldalágaktól, a főidegfonálon továbbhaladva, hosszabb-rövidebb lefutás után az idegfonál végére jutunk, ahol az rendesen több ágra oszolva végződik. A végződés ismét többféle lehet, nem egyszer az idegfonál legvége számos apró fonálra bomlik hirtelen, amelyek virágkehelyhez hasonló elhelyezésben egy másik

neuron központját alkotó dúcsejtet fognak körül. Vannak hosszabb, rövidebb neuronok; a felsorolt részek közől egyesek, pl. a dendritek vagy az oldalágak, hiányozhatnak. Az elágazás gazdasága igen változó. A hosszabb idegfonalak erősen burkoltak, csak a kezdetükön, esetleg a legvégükön maradnak csupaszok.

Minden neuronnak megvan a sejtes központja és az abból kiinduló idegfonala. Ha meggondoljuk, hogy a neuronnak minden része, úgy ahogy az idegfonálról kimutattuk, izgalomba tud jönni és az izgalmakat vezetni tudja: belátjuk, hogy e sokágú, hosszú fonalú neuronok alkalmasak egyrészt különféle kapcsolásokra, változó összeköttetésekre, másrészt izgalmaknak a távolba való vezetésére. A hosszú idegfonál könnyen szállít izgalmakat a testből a középidegrendszerbe — annak egyik pontjáról a másikra — viszont onnan a testbe. A középidegrendszerben az izgalom kisebb-nagyobb kerülőt tehet; egész során mehet át az egymással összefüggő neuronoknak. A periferiás idegrendszer nem egyéb, mint milliós sorozata a középidegrendszerbe bevezető és az abból kivezető neuronoknak. A kivezető (= centrifugális) neuronoknak sejtközpontjai közel a kilépés helyéhez fekszenek a középidegrendszerben, míg viszont a bevezető (= centripetális) neuronoknak sejtközpontjai a középidegrendszeren kívül fekszenek, leginkább az igen közeli dúcokban. A belépő és kilépő neuronok között egyenes, közvetítés nélkül való kapcsolat is van, de az összeköttetések legtöbbjét külön rövid neuronrendszerek végzik (177. ábra), ezek az úgynevezett kapcsoló — asszociáló neuronok. A kapcsolások nemcsak a gerincvelőben, hanem magasabban, pl. a nyúlt velőben is létre jöhetnek. A legmagasabb kapcsolások a bevezető és kivezető neuronok között a félteke-velő szürke kérgében folynak le. Általános elvül kimondhatjuk, hogy minél magasabbra megyünk az állatvilágban, annál inkább elhanyagolódnak a gerincvelői kapcsolatok, mert megvan a törekvés arra, hogy az összes kapcsolatok mind magasabb és magasabb agyvelőrészek felé tolódjanak az alsóbb részek önállóságának csökkentésével. A szürke kéregben a kívülről érkező izgalom sokszor egész során halad át az asszociáló neuronoknak, míg a kivezető utakra ér. Ha a beérkező izgalom bizonyos működéseket vált ki, vagyis kevesebb vagy több áttétel



177. ábra. A bevezető és kivezető neuronok kapcsolatai a gerincvelőben. *a* bevezető neuron; sejtközpontja kívül esik a gerincvelőn (a spinalis dúcban), *b* az agyvelő felé vezető neuron, *c* kapcsoló azaz asszociáló neuron; összeköti a bevezető neuront több kivezető neuronközponttal, *d* a kapcsoló neuron fölött közvetlen összeköttetést látunk a bevezető és kivezető neuron között, *e* gerincvelő.

után kivezető neuronokhoz jut és az azokkal összefüggő szerveknek működésére vezet: *e kapcsolást vagy kapcsolási sorozatot reflexeknek vagy reakcióknak nevezzük.* Éles határ nincs a kettő között, a különbség az, hogy a reflexek akaratunk ellenére, igen sokszor tudtunkon kívül folynak le, míg a reakciókat a kisérő érzések tudatossá, *akart működéssé* teszik. Szellemi működéseink nem egyebek, mint a legmagasabb rangú, legbonyolódottabb reakciók. Eléggé elterjedt hibás felfogás, hogy a reflex útján keletkező működéseket nagyon kezdetlegeseknek képzelik; már a tudtunkon kívül vagy akaratunk ellenére lefolyó reflexek mechanizmusa is nagyon bonyolódott lehet.

Ha szemünkbe porszem hull, akaratunk ellenére könnyezünk és pislogunk. A trigeminus (V-ik agyvelőideg) mint érzőideg viszi be az izgalmat az agyvelőbe, és az arcidegen (VII. agyvelőideg) visszatérő izgalom tartja fenn a könnyezést és pislogást. Sokszor ugyanazon reflex-működést különféle helyekről lehet kiváltani, pl. a tüsszenés (orron át való gyors kilélegzés) bekövetkezhet az orr belsejének, a látóhártyának, a kéz, a fej és a talp bőrének izgalmára; egyének szerint a kapcsolás változó; van ember, ki ha kezével hideg kilincset fog vagy mezitláb hideg kőre lép, máris tüsszent; a másik viszont, ha napba néz vagy a nap erősen fejbőrére tűz; a leggyakoribb ok a tüsszenésre, ha az orr belsejében izgat valami. Igen bonyolódott reflex-mechanizmus már a nyelés, amelynél azt látjuk, hogy bizonyos izgalmakra az egymástól távol eső izmoknak egész sora határozott sorrendben és erővel lép együttes működésbe (ezek az úgynevezett asszociált mozgások). Egy fokkal feljebb megyünk s már ott vagyunk pl. a diktandóra való írásnál. *Az idegrendszer alapvonása, hogy változó kapcsolások egész sorára alkalmas;* szép példát nyújt erre már az emberétől oly messze eső békagerincvelő is. Ha a békának úgy vágjuk le a fejét, hogy csak gerincvelője marad és most bőrét különböző pontokon izgatjuk végtagjaival, bámulatosan szabályos védő és törlő mozgásokat fog végezni, fényesen igazolva a primitiv békagerincvelő sokoldalú kapcsoló tehetségét.

Ilyen kapcsolatoknál az izgalomnak többször kell áthaladnia idegsejteken. Az idegsejteken az izgalom 1. feltünő lassan és 2. mindig csak egy irányban megy át (ez utóbbinak nem tudjuk egyelőre magyarázatát adni). Minél több sejten megy át az izgalom, annál hosszabb lesz a reflex vagy reakció ideje, amely különben sok minden egyéb tényezőtől is függ (l. A szellemi élet jelenségei fejezetet). E kapcsolatok világosan igazolják, hogy a neuronoknak egymással össze kell függniök. Az összefüggés módja egyike a legvitásabb kérdéseknek, egyesek az *érintkezés* (contactus), mások a *folytonosság* (continuitás) hívei, mi a magunk részéről azt hangsúlyozzuk, hogy ennek szövettani eldöntése mindig csak részletkérdés marad és a kapcsolatok körül tett élettani tapasztalatokat nem érinti.

Épúgy elhibázottnak tartjuk azokat a törekvéseket, amelyek, támaszkodva a neuronok közti szorosabb összefüggésekre, a neuronsejt jelentőségét háttérbe akarják szorítani. A biologia arra tanít, hogy különféle sejtek igen szoros működési kapcsolatokba léphetnek, sőt e kapcsolatoknak mikroszkóppal igazolható alakiságok is felelhetnek meg, s mégis mindez a sejt egységét nem érinti. A centrifugális neuron és a hozzá tartozó izomsejt oly szorosan kapcsolódik egybe, hogy, ha a neuron megsérül, hiába minden táplálás, vele pusztul az izomsejt is; egyik a másik nélkül el sem képzelhető; azért senkinek sem jutna eszébe az izomsejt és a neuronsejt külön létezését tagadni.

Megvan a törekvés a középrendszerben az azonos működésű neuronok sejtjeinek közös elhelyezésére, így jönnek létre az egyes idegközpontok, az úgynevezett dúczok; épen így együtt, egy kötegben haladnak a középidegrendszerben az azonos működésű idegfonalak is. A hasonló működésű, együtt haladó fonálrendszerek adják az idegrendszer pályáit. Ezeknek kikeresése

és végigkövetése a gerincvelőben és az agyvelőben egyike a legnehezebb feladatoknak. Hiába vágjuk finom sorozatos szeletekre az egész idegrendszert, az egyes metszeteken csak idegsejtcsoportokat látunk és különféle irányban haladó, elvágott idegfonálrendszereket. Egy-egy metszetbe a hosszú pályáknak csak kis részlete kerül; ki tudná megmondani a metszetben látható idegfonáldarabkákról, hogy milyen sejtcsoportból indultak el és merre visz útuk. Az egyik velősen burkolt idegfonál talán vékonyabb, a másik vastagabb,



178. ábra. A baloldalon megnyitott emberi koponya. Az agyvelőt takaró burkok leszedése után az agyvelő külső felszíne látszik barázdáival és girusaival. Az egyes agyvelőrészek működését a beírások mutatják. Az aláhúzással jelölt agyvelőrészek működése bizonytalan, míg az alá nem húzott területek működése teljesen biztos, amennyiben ezek ember-operációk alkalmával villamos izgatással ismételten igazolt mozgató-mezők. (Horsley nyomán.)

különben teljesen egyformák. Hogy honnan jöttek, hová mennek, mi volt a működésük, ez le nem olvasható a mikroszkóp alatt. És mégis, ma már a fontosabb idegpályáknak lefutását végig a gerincvelőn és az agyvelőn pontosan ismerjük. Vannak ugyanis betegségek, amidőn egyes pályák egész hosszukban kipusztulnak; megsérül a gerincvelő bizonyos helyen és az elszakadt idegfonalak végleg tönkremennek. Ilyenkor sorozatos metszeteken, metszetről metszetre menve végig követhetjük a hosszú pálya lefutását, mert az ép idegfonalak között élesen lehet megkülönböztetni a pusztulókat. Ehhez hasonló

módszereket alkalmazva állatokon, az egész középidegrendszert elejétől végig sorozatos szeletekre bontva, nagy fáradsággal lehetővé vált az egyes idegpályák kikutatása. E pályák ismertetése nem ide tartozik, csak egyet említünk meg.

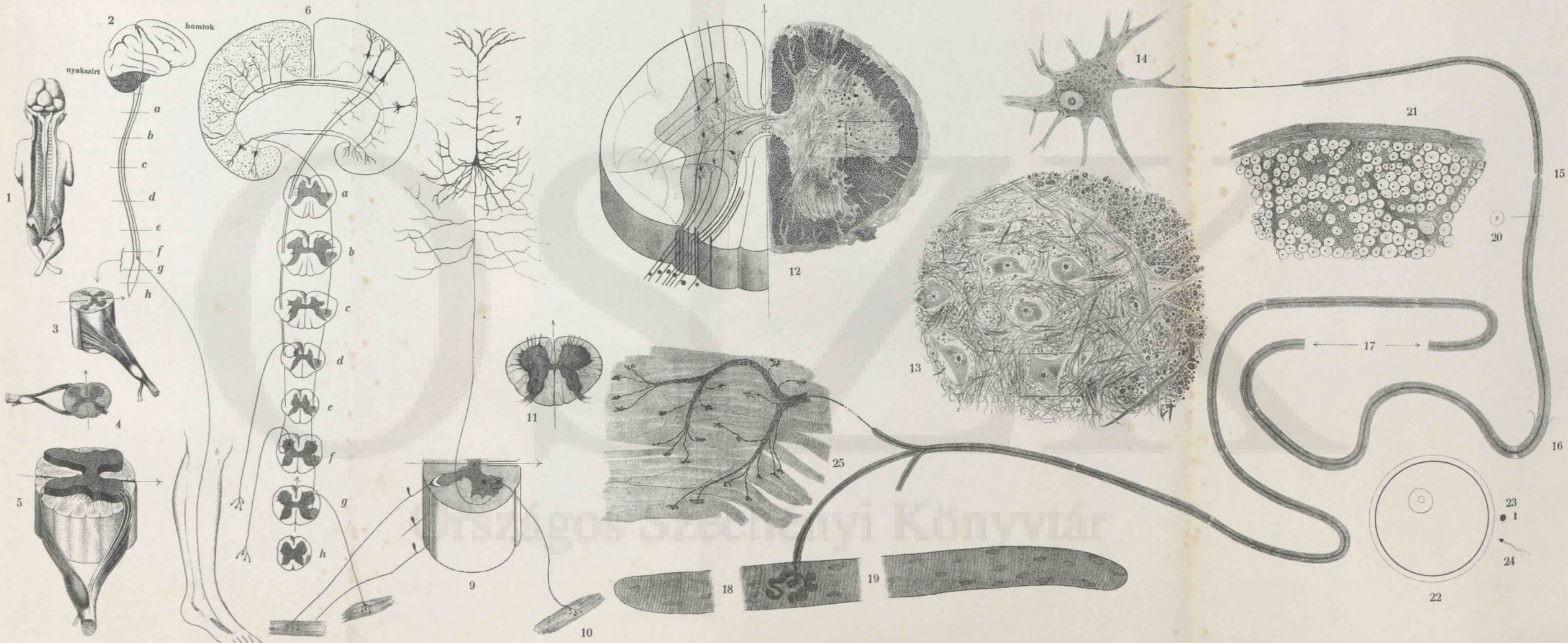
Egyike a legpontosabban ismert pályáknak a végtagok és a törzs izomzatának mozgató-pályája *(piramis-pálya)*. E mozgásoknak legmagasabb középpontja a féltekevelő szürke kérgében van, azokon a helyeken, amelyeket a rajz mutat (178. ábra).

A mozgató kéregmezőket az egyes állatoknál, pl. kutyánál, a legapróbb részletekig ismerjük, annyira, hogy még az egyes újjak mozgató központjait is meg tudjuk jelölni. A vizsgálatok úgy történnek, hogy az altatott állatnál megnyitjuk a koponyaüreget és az agyvelő felszínén villamos izgatással kikeressük, hogy az egyes helyeknek milyen mozgások felelnek meg. Az állatokon végzett ilyen kisérletek azt is megmutatták, hogy a koponyát veszélytelenül lehet megnyitni és hogy az agyvelő korántsem olyas valami, amihez nyúlni nem szabad; egyes részei veszélytelenül vizsgálhatók, sőt el is távolíthatók. Ma már a mozgató kéregmezőket emberen is bámulatos finomsággal ismerjük, nemcsak agyvelősérülések és betegeken tett tapasztalatok és boncolások útján, de koponyaoperációk alkalmával végzett pontos villamos vizsgálatok alapján is. Vannak a félteke szürke kérgének bizonyos változásai, amelyek súlyos görcsökre vezetnek — ezeknek egy része megfelelő operációval gyógyítható és ilyenkor a görcsokozó helyeket, amelyeket eltávolítani akarnak, villamozással kell operáció közben kikeresni.

A mozgató kéregmezőben, ha mikroszkóppal vizsgáljuk, nagy piramisalakú idegsejtek sorozatát találjuk; az ezekből kiinduló idegfonalak közösen haladnak le a gerincvelőbe. Az idegfonalak végei egy-egy gerincvelői idegsejtet vesznek körül, az ebből kiinduló idegfonál már a perifériás idegekbe kerül és az izmokban végződik. Az agyvelő kérgéből tehát az izgalom két neuronon át már az izomba jut. A röviden vázolt útak, amelyek a mozgató kéregmezőből a különféle izmokba vezetnek, együttesen valamennyien a fő mozgató pályát adják, amelynek lefutását pontról pontra ismerjük (lásd melléklet).

Az agyvelő legmagasabb, úgynevezett szellemi működéseinek neuroncentrumai a *féltekevelő szürke kérgében* helyeződnek el; ebből érthető, hogy a féltekék nagysága bizonyos fokig mértéke a szellemi képességeknek, de a nagyság nem az egyedüli tényező e tekintetben, sok függ attól is, hogy mily kiterjedésű a féltekék felszíne, vagyis mennyi barázda és girus van rajta; kisebb agyvelőnek is, ha sok rajta a barázda, nagyobb lehet a felszíne. A szürke kéreg átlag pár milliméter vastag, minél vastagabb, annál értékesebb. Az agyvelő eddigi ismertetéséből megtanultuk, hogy középidegrendszerünkben határozott lefutású, szigetelten vezető útrendszerek haladnak, amelyek a szürke kéreg különböző területeire vezetnek, vagy onnan indulnak el. Ez máris magában foglalja, hogy a szürke kéreg különböző mezői más és más működéseket teljesítenek. Már eddig is beszéltünk a látás, hallás és különféle mozgások kéregmezőiről. Más szóval összes működéseink az agyvelő más és más helyére lokalizálódnak.

A *lokalizáció* tanának csiráit, bár igen félszeg alakban, megtaláljuk Gall (1796) frenológiájában (koponyatan). Ma már a lokalizáció nem olyan tan többé, amit vitatni lehet. Nem teória már, hanem olyan valóság,



AZ IDEGRENDSZER FELÉPÍTÉSÉNEK ALAPELVEI.

Obersteiner, Edinger, Bechterew, Kölliker, Testut, Stöhr, Ramon y Cajal, Erb, Allen Thomsen stb. nyomán összeállította Pekár Mihály.

ATHENAEUM R.T. BUDAPEST

1. Három hónapos emberi embrió természetes nagyságban. (Kölliker. u.) Nyitott koponya és gerinccsatorna mellett az egész középidegrendszer elhelyezése látható. Legfölül van a két félteke, alatta a túlnagy középvelő, utána a kettősnek látszó kisagyvelő, ezután következik a nyúltvelő és végül a gerincvelő a nyak- és ágyékduzzanattal.

2. Felnőtt ember teljes középidegrendszere (látható az agyvelő, a kisagyvelő, a nyúltvelő és a gerincvelő) jobb oldalról; rajta megjelölve a félteke velő szürke kérgéből a láb izmaiba vezető út; a hosszú út két neuronból áll: az egyik neuron sejtközpontja a szürke kéregben van, idegfonala lemegy a gerincvelő ágyékrészébe és összekapcsolódik a másik neuron sejtközpontjával, amelynek idegfonala a legrövidebb úton kilép a gerincvelőből és lemegy a lábizmokba. A felső neuron körülbelül félméteres, az alsó egyméteres.

3. Egy centiméteres darabka az emberi gerincvelő ágyékrészéből (természetes nagyság). Látható a sajátszerű H alakú belső szürke rész; a nyíl előre mutat. Látjuk a jobb oldalon eredő gerincvelő-ideg elülső és hátsó gyökerét és a hátulsó gyökérhez tartozó gömbölyded csomót, az úgynevezett **spinális dúcot,** amelyben a gerincvelőbe vezető bőr- és izomérző neuronok sejtközpontjai vannak.

4. Az előbbi gerincvelőrész keresztmetszete.

5. Ugyanaz, amit a 3. rajz tüntet fel, nagyítva. A fehér részek leszedése után a szürke H kiemelkedik.

6. Felül a két félteke szürke kérgének szélesre rajzolt vázlata, alatta nyolc gerincvelői metszet a 2. rajzban azonos betűkkel megjelölt magasságokból *a/* felső nyakrészből, *b/ c/* nyaki duzzanatból, *d/ e/* háti részből *f/ g/* ágyékduzzanatból, *h/* a gerincvelő végső csúcsából. A metszetsorba belérajzoltuk az előbb (l. 2.) említett két neuron lefutásának közelebbi viszonyait. A kéreg metszetén láthatók a felső neuronnak piramis sejtjei, a kilépő idegfonál egyik oldalága átvezet a másik félteke szürke kérgébe; a gerincvelő felé haladó fonalak kereszteződnek; aminek az eredménye, hogy a baltestfél mozgásait a jobb félteke intézi és fordítva. Ha a baloldali pontozott kéreg elpusztul, az onnan kiinduló összes idegfonalak szintén elpusztulnak. A szétesőmozgató pálya a mikroszkóp alatt jól fölismerhető a gerincvelő-metszetek jobb oldalán oldalt és baloldalán elül megjelölt helyeken.

7. A piramis-sejt elágazásának pontosabb rajza.

8. A bőrből a gerincvelőbe vezető érző neuronok.

9. A gerincvelő vázlata jobb oldalról (a nyíl előre mutat). Felülről jön a piramis-sejt idegfonala. A hátsó gyökéren a bevezető, az elülsőn a kivezető neuronok haladnak.

10. Izom a hozzátartozó mozgató neuronnal.

11. Az emberi gerincvelő ágyékrészének vékony metszete kétszeres lupénagyításban; hátul a bevezető, elül a kivezető neuronok idegfonalai láthatók.

12. Az előbbivel azonos metszet **nyolcszoros** nagyításban; a rajz balfele mutatja a neuronok elhelyezésének vázlatát, jobb fele a festett metszetnek természetes rajzát. A pontozott széli részek keresztbevágott idegfonálrendszerek; a belső részeken a szürke foltocskák idegsejtek és ott hosszanti idegfonáldarabkák is láthatók.

13. Az előbbi rajzban négyszöggel bekerített helynek erősebb nagyítása. Idegsejtek és idegfonalak láthatók; a metszet nem nyujt felvilágosítást az idegfonalak lefutásáról, ezt pusztuló idegpályáknál sorozatos metszeteken kell végigkövetni.

14., 15., 16., 17., 18., 19. **Az izomsejttel összefüggő teljes 1 méteres neuron 250-szeres nagyításban.**

14. Idegsejt az előbbi rajz megjelölt helyéről; a dendriteknek csak a kezdete látszik. Az ilyen óriási sejtek a ritkábbak közül valók. A sejtből elinduló idegfonál eleinte rövid darabon csupasz, azután zsírnemű velőshüvelyt kap, amely bizonyos távolságokban

(15.) gyűrüszerü helyen hiányos

16. Kilépés a gerincvelőből; itt az idegfonál igen finom második burkot kap.

17. A méteres idegfonál 250-szeres nagyítása mellett e helyen körülbelül 250 méter darabot ki kellett hagynunk. Az idegfonál a végén 3 részre ágazik; csak az egyik ágat folytatjuk, amely a hosszú több száz magvú izomsejt közepén sajátszerű formával végződik. A hosszú izomsejtet két helyen

(18., 19.) megszakítottuk, mert a valóságban 10 centiméteres izomsejtet ezen nagyítás mellett 25 méterre kellett volna rajzolnunk.

20. A velősen burkolt idegfonál keresztmetszete (a fekete pont az idegfonál).

21. Az ember alsó végtagjának legnagyobb idege, a nervus ischiadicus (ez fáj az isiásznál); ennek keresztmetszetéből egy darabka látható ugyancsak 250-szeres nagyításban; sűrün egymás mellett fekszenek benne a vékonyabb és vastagabb velővel burkolt idegfonalak; az egész ischiadicusban több százezer fonál halad.

22. Emberi pete.

23. Emberi vörösvérsejt oldalról és lapjáról

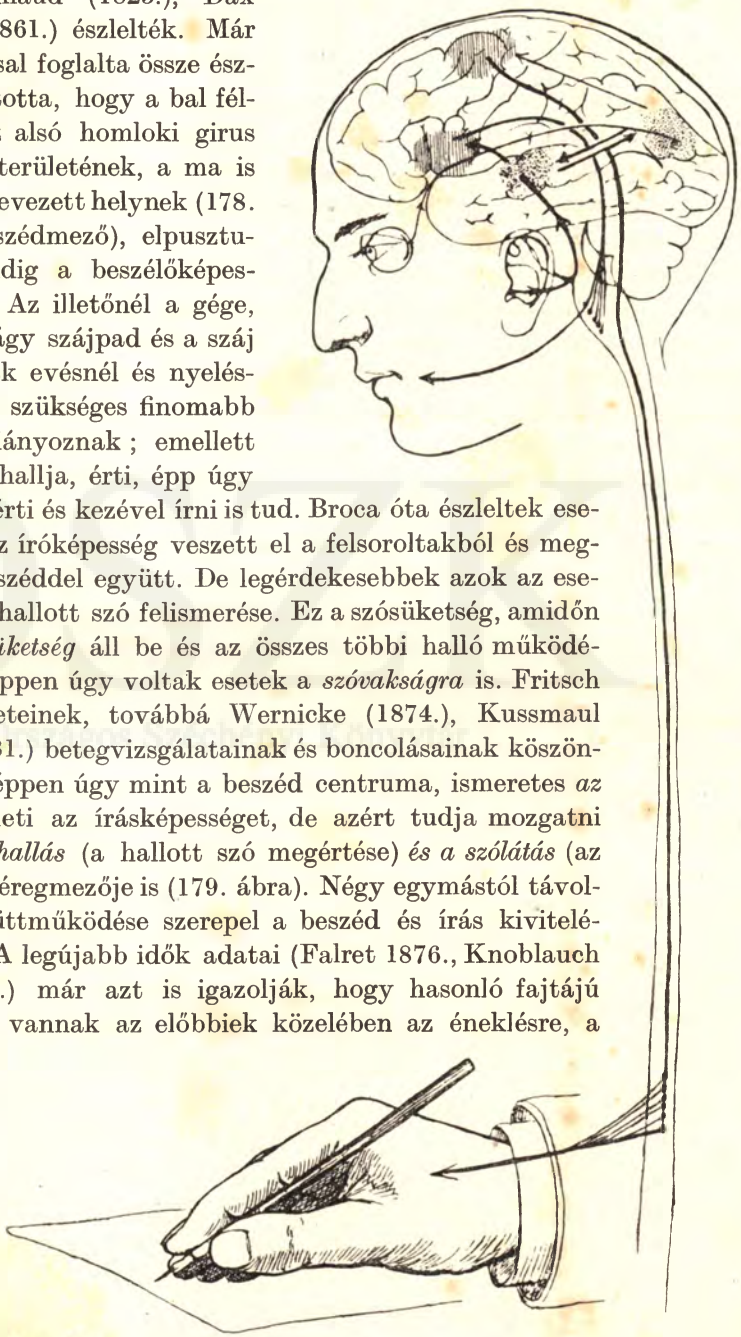
24. Emberi spermafonál 250-szeres nagyításban nagyságösszemérés céljából.

25. Velősen burkolt idegfonalak végződése az izomszövetben 150-szeres nagyításban.

26. Mérőléc a legkisebb osztályzat = 1 mikron = 0·001 mm. A mérőléc csak a 250-szeres nagyításokra szól.

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

melyet a boncolásoknak és állatkisérleteknek százai ismételten teljes biztonsággal beigazoltak. A figyelmet a magasabb szellemi működések lokalizált voltára a beszélőképesség elvesztésével járó agyvelősérülések hívták fel. Az első ilyen eseteket Bouillaud (1825.), Dax (1836.) és Broca (1861.) észlelték. Már Broca nagy éleslátással foglalta össze észleleteit és megállapította, hogy a bal féltekevelő felszínén az alsó homloki girus bizonyos határozott területének, a ma is Broca-féle mezőnek nevezett helynek (178. ábra — mozgató beszédmező), elpusztulása az emberen mindig a beszélőképesség elvesztésével jár. Az illetőnél a gége, a garat, a nyelv, a lágy szájpad és a száj egészen jól mozognak evésnél és nyelésnél, de a beszédhez szükséges finomabb mozgások teljesen hiányoznak; emellett a mondott szavakat hallja, érti, épp úgy az írott szót is látja, érti és kezével írni is tud. Broca óta észleltek eseteket, ahol viszont az íróképesség veszett el a felsoroltakból és megmaradt a többi, a beszéddel együtt. De legérdekesebbek azok az esetek, amidőn elvész a hallott szó felismerése. Ez a szósüketség, amidőn csak *szavak iránti süketség* áll be és az összes többi halló működések megmaradnak; éppen úgy voltak esetek a *szóvakságra* is. Fritsch és Hitzig állatkisérleteinek, továbbá Wernicke (1874.), Kussmaul (1877.) és Exner (1881.) betegvizsgálatainak és boncolásainak köszönhető, hogy ma már, éppen úgy mint a beszéd centruma, ismeretes *az írás* (valaki elvesztheti az írásképességet, de azért tudja mozgatni kezét és ujjait), *a szóhallás* (a hallott szó megértése) *és a szólátás* (az irott szó megértése) kéregmezője is (179. ábra). Négy egymástól távoleső centrumnak együttműködése szerepel a beszéd és írás kivitelénél és megértésénél. A legújabb idők adatai (Falret 1876., Knoblauch 1888., Edgrem 1895.) már azt is igazolják, hogy hasonló fajtájú különeső centrumok vannak az előbbiek közelében az éneklésre, a hangszereken való játszásra, a melodia felismerésére és a kotta-olvasásra is. Larionoff (1898. Szent-Pétervár) kutya-kisérleteiből, amelyekben a halántéki girust különböző pontokon megsértette, kitünt,



179. ábra. A beszéd és írás mechanizmusa. A kézmozgató azaz íróközpontnak és a száj-, torok-, garat-, gégemozgató azaz a beszélő központnak kapcsolata a szólátó és szóhalló központokkal.

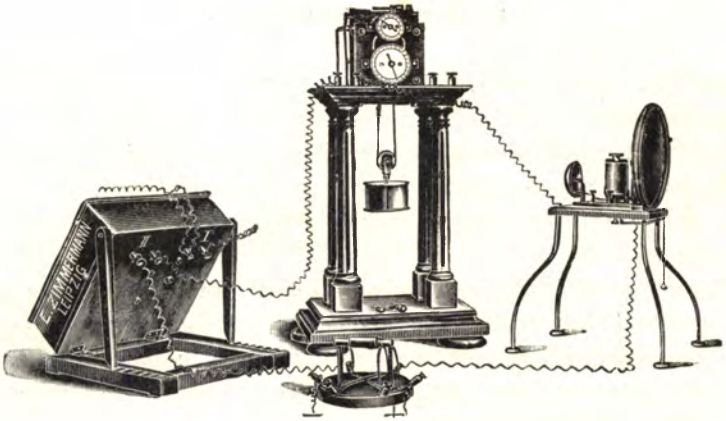
hogy a hangsor, skála magasabb és mélyebb hangjainak felismerése a halló kéregmező különböző pontjaihoz kötődik.

Szellemi működéseink pontosabb lokalizációja az utolsó évtizedek munkásságának eredménye.

* * *

Végére jutottunk az ember szerkezetét és működését tárgyaló fejezetnek. A XIX. század a sejtekben és a sejtélet jelenségeiben megtalálta az emberi test működésének reális alapjait. Az ember nem egyéb mint egyszerű tagja az állatvilágnak, testének keletkezése, fejlődése, felépítésnének alapelvei azonosak az állatokéval. Szövevényes anyagi életének lebonyolítása ugyanazon utakat és módokat követi, ugyanolyan föltételektől függ mint az állatoknál, még fejlett idegrendszerének mechanizmusa is teljesen azonos azokéval. Egyedül idegrendszerének az állatokét messze fölülmúló hatalmas fejlettsége és az ezzel összefüggő magasabb szellemi képességek emelték arra a magaslatra, amelyen az élő anyagi rendszerek sorában áll. Összes vizsgálódásaink oda vezetnek, hogy mindezideig nem találtunk okot ama felvételre, hogy az emberi testben valamely különös, másutt nem található erők működnének. Az emberi test ugyanazon anyagokból áll, mint az egyéb élő anyagi rendszerek, és végső elemzésben ezek sem egyebek, mint az élettelen világot alkotó anyagok bonyolódottabb formái.

Hogy mindez miért van így, ezt a kérdést föl sem vetettük; végső okokat és magyarázatokat a természettudomány nem adhat. Szemügyre vettük idegrendszerünk, agyvelőnk szerkezetét és meggyőződhettünk, hogy az csupán különféle hatások egybekapcsolására alkalmas. A modern természettudomány nem szalad hiú ábrándok után és sohasem keres egyebet, mint bizonyos emberileg elérhető megközelítéssel az észlelhető jelenségek között felvehető, fennálló szigorú összefüggéseket. A modern természettudomány ezzel tudásunknak megadta természetes, az emberi agyvelő mechanizmusának megfelelő határait.



Berendezés pszichofizikai időmérésekhez.

A SZELLEMI MUNKA TERMÉSZETE.

A SZELLEMI MUNKA valóságos *munka*, mely mint ilyen az agykéreg idegelemeinek ép működését tételezi fel. Tény az, hogy az agykéreg sérülései, megbetegedései bizonyos szellemi működések kiesésével, megváltozásával szoktak járni. Tény, hogy az agyvelő vérbősége, vérszegénysége, az agyban keringő vér vegyi összetétele szoros kapcsolatban van a szellemi működések mineműségével. Tény, hogy az elme fejlettsége, gazdagsága elválaszthatlanul összefügg az agykéreg fejlettségével, s hogy ennek hibás vagy tökéletlen fejlődése az elme gyengeségével jár együtt.

Másrészt tény az, hogy az elmében beálló változások egyúttal az agykéregben is kimutatható változásokkal járnak. *Schiff*-nek állatokon végzett kisérletei szerint külső ingerek, minők pl. az étel látása, szaglása, az állat agykérgében hőemelkedést idéznek elő, ezenfelül az érzések nyomán támadó érzelmi behatásoknak, izgalmaknak külön hőemelkedés felel meg. Az álomképek is, mint *Mosso* bebizonyította, mérhető hőemelkedést idéznek elő az agyvelő kéregállományában.

Mindezen, itt csak röviden felsorolt tények megdönthetlen bizonyítékai annak a tételnek, hogy a pszichikai munka szorosan kapcsolatos bizonyos anyagi változásokkal, nevezetesen az agykéreg molekuláris változásaival.

De hogy a szellemi munka valósággal munka, azt bizonyítja magának a működő emberi elménck tapasztalati vizsgálata is.

Elsőben is, miként minden anyaghoz kötött mozgás, az *összes elmebeli folyamatok az időben folynak le*. Ez a tény a laikus előtt magától értetődik, pedig az elemi szellemi működésekre nézve csakugyan nem is egykönnyen bizonyítható.

Tényleg, nehéz is elképzelnünk, miként lehet megmérni, meddig tart valamely észrevevés, valamely megkülönböztetés, vagy akaratbeli elhatározás?

Pedig alkalmas viszonyok között, szigorúan megszabott feltételek mellett pszichológiai laboratoriumokban ma rendkívüli precizitással állapítják meg egyszerűbb és összetettebb szellemi folyamatok időtartamát.

Érdemes is, hogy az ily időmérések módjáról legalább megközelítő fogalmat szerezzünk.

A pszichofizikai időmérések közös alapja azon időtartamnak meghatározása, mely az észrevevés tárgyát szolgáltató hallási, látási, vagy egyéb inger megjelenése és az észrevevés pillanatában végzett egyszerű mozgás megkezdődése között eltelik.

A szellemi munka időbeli lefolyását *Wundt* óta leginkább az úgynevezett *reakciós vizsgálatokkal* mérjük. Reakció alatt azt a mozgást (visszahatást) értjük, melyet valaki végez, midőn valamely látási, hallási vagy egyéb benyomást, melynek észrevevésére figyelme el volt készülve, tényleg észrevett, megismert, illetve megkülönböztetett.

Ilyen reakciók időtartamának mérése útján azt találták, hogy valamely fényingerre, pl. színes papirlapra való egyszerű reakció időtartama 133 ezredmásodperc. Ha azonban két szín, pl. fehér és fekete között kell különbséget tenni, s ezek közül csak az egyikre reagálni, a *megkülönböztetés* míveletére magára is kell átlag 50 ezredmásodperc ; ennyivel tudniillik az ilyen összetett reakció hosszabb lesz az egyszerűnél. Igen gyakorlott és fegyelmezett egyéneken végzett vizsgálatokat *Titchener*, megállapítva, hogy egy szín *felismerése* átlag 30, egy betű vagy rövid szó felismerése átlag 50 ezredmásodpercig tart. Ugyancsak időbe kerül két *cselekvés közötti választás is*. Ha például nemcsak azzal nehezítjük a feladatot, hogy többféle inger között kell különbséget tenni, hanem azzal is, hogy — mondjuk — az egyikre a jobb kézzel, a másikra a bal kézzel kell reagálni, a reakció időtartama a felismerési és megkülönböztetési idő tartamán felül még 60—80 ezredmásodperccel nő.

Cattell vizsgálatai szerint ahhoz, hogy valamely szín meglátásakor a szín neve eszünkbe jusson, elég tekintélyes időre : $^1/_4$—$^1/_3$ másodpercre, hogy egy meglátott betűről a betű neve eszünkbe jusson : $^1/_7$—$^1/_6$ másodpercre van szükségünk.

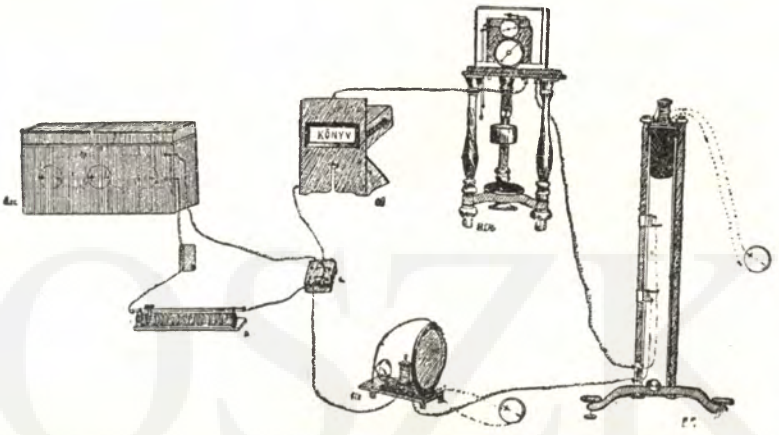
Tehát időbe kerül a képzeteknek elménkben való felszínre jutása is. Ugyancsak időt követel a képzetek egymáshoz fűzése is. Ahhoz, hogy valamely szóról valamely más szó jusson eszünkbe, a gyakrabban használt szófűzéseknél átlag 4—5 tized, a kevésbbé gyakoriaknál átlag 1—2 egész másodpercre, tehát igen tekintélyes időre van szükség. Hogy anyanyelvünk valamely szaváról egy más, jól elsajátított nyelv megfelelő kifejezése eszünkbe jusson, ahhoz átlag 250—400, valamely egyszerű összeadás elvégzésére felnőtt, gyakorlott egyénnek 220—320 ezredmásodpercre van szüksége.

Az ilyen reakciós vizsgálatoknál villanyos szerkezetű óra szerepel, mely azon pillanatban indul meg, midőn az inger megjelenik, s megáll, amint a vizsgált egyén az inger észrevevését alkalmas reakciós készülékkel megbeszélt módon jelzi. Ilyen óra a Hipp-féle *kronoszkóp* (180. ábra), mely a másodperc ezredrészeit mutatja. Érzéki, pl. hallási ingerek előidézésére használhatunk egyszerű Morse-féle *kopogtatót*, melynek lenyomása hallási ingerül szolgál s egyszersmind az órához vezető villanyáram útját is zárja, — vagy speciális készülékeket, minő a Römer-féle *hangkulcs* (l. 180. ábra alul középütt), melybe beleszólva a készülék megrezdülő jávorfalemeze eszközli az áramkör zárását,

azaz lehetővé teszi a villanyáram szabad keringését. Látási ingerek előidézésére az Ahlber-féle optikai ingerkészüléket, vagy a *mnemométert* (fejléc 289. lap) alkalmazhatjuk. Mindkettőnél az inger megjelenése egyszersmind szabaddá teszi a készülékbe kapcsolt áram útját a kronoszkóphoz.

Hogy összetettebb képzetsorok megértése vagy elsajátítása időbe kerül, annak bizonyításához nem kell kisérlet, azt a mindennapos tapasztalat eléggé bizonyítja.

De nem érdektelen bizonyítékai az egyszerűbb szellemi folyamatok időben való lefolyásának azok az éppen hazánkban elemi iskolás gyermekeken



180. ábra. Berendezés reakciós vizsgálatokhoz. Balról villanytelep, melyből az áram az Ahlber-féle látási ingerlő készüléken át juthat csak a Hipp-féle kronoszkóphoz. Ennek mutatószerkezete azon pillanatban indul meg, midőn a látási készüléken lévő látási inger (pl. a szín, vagy nyomtatott szó, stb.) elől a fém-fedőlap elugrik s járhatóvá teszi az órához vezető áram útját. Megállnak pedig a mutatók azon pillanatban, midőn a reagáló egyén a meglátott optikai ingernek megfelelő reakcióját (pl.: a látott szót) a Römer-féle hangkulcsba mondja s hangja legelső rezgései segélyével az áram útját megszakítja. Jobbról a kronoszkóp pontosságának ellenőrzésére szolgáló esőgép látható.

végzett vizsgálatok sem, melyek azt mutatják, hogy az összeadandónak egyetlen egységgel való növekedése az összeadás időtartamának kimutatható növekedésével jár. Igy például az elemi osztály első iskolaévének vége felé 15 jól számoló gyermek átlagos összeadási időtartama a következő volt:

4 + 1 = 1·46 másodperc	5 + 1 = 1·57 másodperc	6 + 1 = 1·33 másodperc
4 + 2 = 1·77 »	5 + 2 = 1·66 »	6 + 2 = 1·74 »
4 + 3 = 2·60 »	5 + 3 = 2·73 »	6 + 3 = 3·10 »
4 + 5 = 3·63 »	5 + 4 = 3·20 »	6 + 4 = 4·02 »
		6 + 5 = 4·52 »

Mindezen vizsgálatok tehát egységesen és kétségtelenül mutatják, hogy *a legelemibb szellemi folyamatok is az időben folynak le.*

Már pedig joggal felvehetjük, hogy *az a folyamat, az az erőkifejtés, az a munka, melynek minden egyes mozzanata külön időt követel meg, anyagon végbemenő mozgás.*

A szellemi munka anyaghoz kötött természetének megítélhetéséhez nagyban hozzájárulnak azon vizsgálatok is, melyek tanusága szerint ezek a most felemlített időtartamok a legelemibb szellemi míveletekre vonatkozólag is megváltoznak, ha az agykéreg anyagában bizonyos változások jönnek létre, melyeket abban mesterségesen, pl. mérgező, izgató, bódító anyagoknak a vérbe való bevitelével idézünk elő.

Igy *Kraepelin* és iskolájának vizsgálatai szerint eleinte gyorsítják, de csakhamar lassúbbá teszik a szellemi folyamatok időtartamát: az alkohol, a paraldehid, a morfium. Eleinte lassítólag, majd gyorsítólag hatnak: az éter, kloroform és amilnitrit mérsékelt adagjai; kizárólag lassítják: az alkohol, éter, kloroform, klorálhidrát nagyobb adagjai. Kizárólag gyorsítólag hatnak: a tea, a koffein.

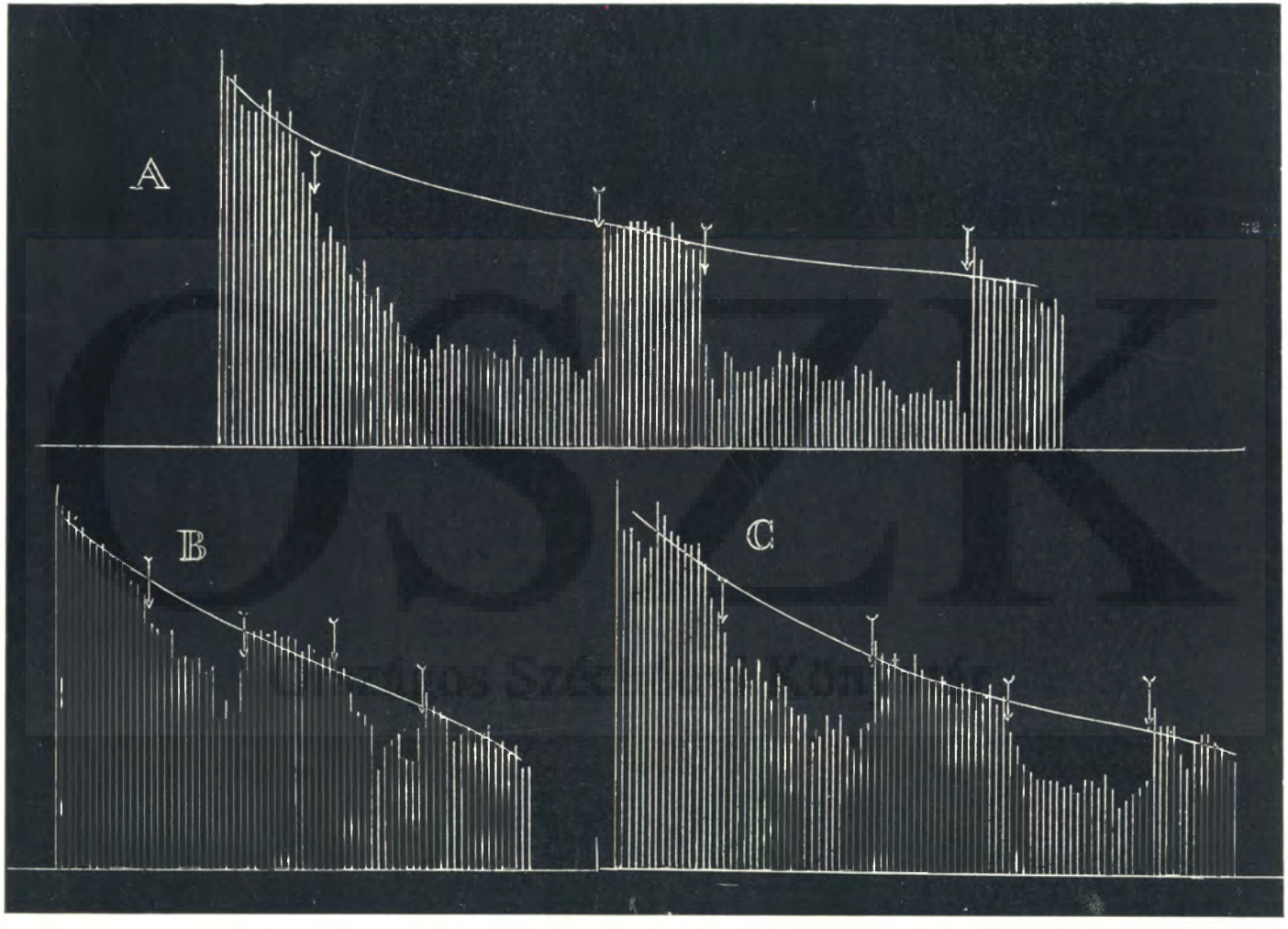
De eltekintve egyéb élettani és kóros befolyásoktól, ugyancsak módosítólag hatnak a szellemi folyamatokra, még pedig azok minőségén kívül időbeli lefolyásukra is, azon tényezők, melyek az agykéregnek a *korral* járó változásaiban állanak. A gyermekkorban például, midőn az agykérgi idegpályák még nem fejlődtek ki teljesen, *Ziehen* vizsgálatai szerint, melyeket nagyszámú, különböző korú gyermeken végzett, a képzettársítás jóval lassúbb mint a felnőtt korban és évről évre kimutatható módon gyorsul. Viszont e sorok írójának vizsgálatai, melyeket *Bálint* Rezsővel egyetemben 60 évnél idősebb egyéneken végzett, összehasonlítva azokkal, melyeket velük hasonló műveltségű fiatalabb korúakon eszközölt, azt mutatják, hogy az aggoknál átlagban véve a megkülönböztetés és választás körülbelül 40 %-kal, valamely egyszerű ítélőmívelet kb. 20 %-kal, a szabad képzettársítás több mint 50 %-kal hosszabb időt vesz igénybe mint a fiataloknál.

Végül a szellemi munka és a fizikai munka összefüggését bizonyítják azon később méltatandó vizsgálatok is, melyek kétségtelenül mutatják, hogy nemcsak a hosszas *szellemi munka által létrejött kimerülés hat csökkentőleg az izommunkára, hanem kihat a hosszas testi munka által létesített testi kifáradás a szellemi munkára is.*

Ha tehát a szellemi munkát tényleges munkának tekintjük, melyet okunk van az agykéreg elemeinek vegyületeiben lefolyó molekuláris mozgásokkal kapcsolatosnak tekinteni, joggal beszélhetünk *pszichikai energiáról* is.

Az iránt, vajjon a szellemi munka azonos-e az agyvelő idegelemeiben lefolyó molekuláris mozgási folyamatokkal, avagy — amint újabban hirdetik — a szellemi energia ezen agyelemek működése által termelt, természetére nézve mostanáig nem ismert s az eddig ismertektől eltérő természetű külön energiaforma-e: biztossággal nyilatkozni ma még nem lehet.

De ha a szellemi energia lényegét nem is ismerjük, felette érdekes betekintést nyujtanak már eddig is a szellemi munka természetébe azon kísérleti búvárkodások, melyek a pszichikai energiának egyrészt korlátozott, véges voltát, másrészt egységes természetét mutatják ki.



AZ AKARATLAGOS IZOMMUNKA CSÖKKENÉSE EGYIDEJÜLEG TÖRTÉNŐ SZELLEMI MUNKA ESETÉN.

Lehmann ergogrammjai.

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

A pszichikai energia a maga teljességében a *figyelem* állapotában végzett szellemi munkában nyilvánul. Az agyunkba pillanatonkint bejutott ingerületeknek ugyanis csak csekély része vált ki az agykéregben olyan folyamatot, mely mint teljesen tudatos elmebeli változás válnék lelki tartalmunkká. Hová is jutnánk, ha az utca fülünket érő zajának, látóhártyánkat érő látási benyomásainak, a környező levegő hőbehatásainak, ruházatunk révén bőrünkre gyakorolt nyomási érzeteknek minden részlete minduntalan tudatunkra jutna! Elménk igazi, belső munkára egyáltalán képtelen volna, gazdagsága egyszersmind tétlenséget jelentene.

Miként önmagunk észlelése is mutatja, de amint az különösen *Wundt*-nak és iskolájának vizsgálataiból kiderült, egy-egy időpontban csak nagyon csekély számú érzet vagy képzet lehet jelen elménkben. S ami ennél is fontosabb, ezen elmetartalmak közül teljes tudatosságra, igazi »pszichicitás«-ra, tehát *figyelemre* egy-egy pillanatban csak egy-kettő tarthat igényt.

Midőn pszichikus energiánk teljességét, mit a pszichológia nyelvén *figyelem*-nek nevezhetünk, valamely külső inger tartja lekötve, ugyanakkor belső szellemi munkát végezni képtelenek vagyunk és viszont. Iróasztalunknál ülve elmerülhetünk munkánkban, s mit sem tudunk a falióra ketyegéséről. Amint azonban valamely véletlen folytán a ketyegés kerül figyelmünk gyújtópontjába, megszünik a termékeny szellemi munka.

A figyelem feltételeiről, sajátosságairól e folyamat lélektana nyujt felvilágosítást. E helyütt vele csakis mint a szellemi munka legintenzívebb alakjával foglalkozunk, amennyiben a figyelem viselkedésében ismerjük meg a szellemi munka természetének, ökonómiájának, egészségtanának legfontosabb feltételeit.

Ép azért rá kell térnünk bizonyos felette fontos kisérletekre, melyek a belső képzetekre irányuló figyelem és a szándékos mozgásokra irányuló akarat között fennforgó kapcsolatot világítják meg, melyek tehát a pszichikai és fizikai energia közötti viszonyról nyujtanak felvilágosítást.

E vizsgálatokat *Lehmann* kopenhágai pszichofizikus végezte az *ergograf* nevű műszerrel. (Az ergografot, forgóhengert és a kimografiont bemutatja a 183—4. ábra.) Az ergograf a kezünkkel végzett húzó mozgásokat átvitel útján forgó óramű kormozott hengerére írja fel hullámok alakjában, mely hullámok magasságából a végzett munka méterkilogrammokban pontosan kiszámítható. A húzásokat sorozatosan, akaratunk teljes megfeszítésével egy metronóm üteme szerint végezzük. Ilyenkor a beálló kifáradással arányosan a hullámok magassága is egyre csökken. Ezen egyre fogyó hullámok sorozata az akaratlagos izommunka kifáradási görbéje, mely begyakorlott egyénekre nézve jellegzetes egyéni alakulatot mutat.

Táblánkon adunk egynéhányat Lehmann idevágó kisérletei közül. A kellőképen begyakorlott kisérleti egyén bizonyos ütemben végzi a húzást, s miután vagy 20 súlyemelését feljegyeztük, elébe tesszük papirosra írva a fizikai munka folytatása közben végzendő szellemi munkát. Ennek befejezését az egyén jelzőszóval tudatja s a súlyemelést ezután is teljes erővel folytatja.

A mellékleten látható *B* görbén a két baloldali nyíl közé eső munka folyamán 4 háromjegyű számot adott össze »fejben« az egyén. E kettős — értelmi

és akaratbeli — munkát tisztán akaratbeli munka, majd ismét egyidejű értelmi és akarati, végül újból puszta akaratbeli munka követte.

Az ábra *C* görbéjében látható sülyedések már nehezebb fejszámolásnak felelnek meg, még pedig az egyénnek fizikai munka közben 6 ötjegyű számot kellett összeadni.

Végül az ábra *A* görbéjében a feladat még jóval nehezebb : az első 657×34, a második 392×43. Mindegyik esetben látjuk, mint *csökken az akaratbeli munka az értelmi munka végzése közben, még pedig annál inkább, minél nehezebb a szabott feladat.* Világos, hogy mindkét fajtájú munka, úgy az, mely a számoláshoz szükséges emlékképeknek felidézésére, mint az, mely az izmokra ható akaratnak kifejtésére szükséges, egy forrásból merít, egy energiaforrásból nyeri táplálékát.

Ugyanígy járunk különben, ha valamely szellemi munkát, melynek elvégzéséhez szükséges átlagos időtartamot valamely egyénre nézve ismerjük, teljes erőmegfeszítést igénylő testi munka közben akarunk elvégeztetni. Ha az egyén teljes energiáját a fizikai munkára fordítja, közben a szellemi munka akad fenn, s ez csak a fizikai munka befejeztével lesz folytatható.

Az a figyelem tehát, melyet külső ingerek felfogására, emlékképeknek elménkbe való idézésére használunk, azonos természetű azzal az erőllyel, melyet fizikai munkát végző szerveink beidegzésére, az izmokban lévő feszerők felszabadítására fordítunk, midőn valamely cselekedetet nem mint reflexműködést, nem gépiesen, hanem szándékosan végzünk.

Mindezen felsorolt vizsgálatok egyértelműen mutatják, hogy a *pszichikai energia,* melyet *figyelem*-nek nevezünk, s amely éppen az a tényező, amely elménk folyamatainak a teljes, tiszta tudatosság jellegét megadja, ez az energia mindannyiunknál felette határolt, véges valami. S miután, mint kimutattuk, ezen energia az agykérgi idegelemekben lefolyó molekulaváltozásokhoz van kötve, okunk van következtetni, hogy egy-egy időpontban az agykéreg elemeit alkotó bonyolult vegyületek csak igen kis mértékben tudnak a vegyi szétbomlás oly fokára emelkedni, melynek elménkben a képzetek teljes világossága felel meg, szóval : *egy-egy időpontban az agyelemek felhalmozott energiájának csak igen csekély része használható fel munka alakjában.*

* * *

Az a sajátság, ami az idegrendszer működését egyéb élő szövetekétől, pl. a csontokétól, az izmokétól stb. megkülönbözteti : *a nagyfokú gyakorlékonyság.* Értjük ez alatt az idegállomány azon természetét, melynek folytán minden változás, melyen az idegelemek átesnek, bennük bizonyos hajlamosságot hagy vissza e változás megismétlődésére. Ha tehát az idegelemek molekuláris szerkezetét valamely inger bizonyos munka árán megváltoztatta, az inger megszüntével is fennmarad bizonyos változás, melynek révén hasonló természetű inger másodízben az előbbi változást már kevesebb energiaveszteség árán tudja előidézni; vagy pedig a későbbi inger azonos mennyiségű energia felhasználásával az előbbi munkát tökéletesebben, intenzívebben képes végezni. E fennmaradó változást *gyakorlat*-nak nevezzük.

Kimutatható a gyakorlat az egyszerű állati idegen, ha azt erőművi, vagy még inkább villamos ingerrel izgatjuk s az izgatás eredményét, az ideggel összefüggő izom összehúzódását, alkalmas készülékre görbék alakjában feliratjuk. Ha az izgatás olyképen történik, hogy az újabb inger olyankor hat be az idegre, midőn még a megelőző inger okozta változás hatása nem szünt meg egészen, akkor bekövetkezik az ideg ingerelhetőségének fokozódása. Vagyis ilyenkor már csekélyebb erejű inger elégséges ahhoz, hogy benne oly fokú ingerületet tudjon kiváltani, amilyet az előbb csak erősebb inger tudott előidézni. Sőt e jelenség többszörös megismétlésével oly csekély ingerek, melyek kezdetben egyáltalán nem tudtak hatást kiváltani, most oly fokú összehúzódásokra vezetnek, milyeneket kezdetben csak nagyon erős áramokkal tudtunk előidézni.

Az ideganyagnak ezen alapvető fontosságú elemi sajátosságát érvényesülni látjuk elmeéletünk mindennemű nyilvánulásai terén. *Mindenütt a megismételt munka nyomán bizonyos változás marad fenn, mely a jövőre nézve munkamegtakarítást, illetve fokozott munkakihasználást jelent.* A felhasznált energiának csak egy része fogyasztódik el kifelé nyilvánuló munka alakjában; egy másik, tán jelentősebb része mintha arra fordíttatnék, hogy az idegelemekben létrejött molekuláris változást minél huzamosabban fenntartsa. Ez tehát lekötött, potenciális energia volna, mely hasonló ingerek későbbi behatásakor fog csak felszabadulni, tetőzve az ilyenkor beható ingerben képviselt munkaerőt.

A gyakorlékonyság az az ökonomiai elv, mely lehetővé teszi a mult minden munkájának a jövő érdekében való értékesítését.

Jelentkezik ezen gazdaságos berendezés úgy az érzések, miként a mozgások, valamint az összetettebb szellemi folyamatok területén. Igy pl. bőrünket egy körző két végével érintve, a két csúcsot csak bizonyos távolságból érezzük kettőnek; e távolságon belül pedig csak egy érintést érzünk. E távolság, melyet tapintási körnek nevezünk, bizonyos bőrterületekre állandó. Igy a nyelv hegyén 1, az ujjak párnáján 2 mm., az ajkakon 5, a kézháton 30, a háton 68 milliméter. Kisérleti vizsgálatok mutatják, hogy a tapintási körök gyakorlat által kisebbíthetők, vagyis a tapintás érzékenysége fokozható, bárha e fokozásnak megvannak a maga szűk határai. Gyakorlati értékesítést nyer az érzékek ezen gyakorlat útján való fokozása pl. a vakoknál, kik hallóérzéküket mellett első sorban a tapintásra vannak utalva, de még inkább a vak süketnémáknál, kik teljesen alsóbbrendű érzékeikre utalvák. Ennek példája *Bridgman* Laura nevű amerikai leányka, ki süketnémán született, két éves korában megvakult s nemsokára ugyancsak betegség folytán szaglását és ízlését is csaknem teljesen elvesztette. Megfelelő nevelés mellett tapintó érzéke gyakorlatában annyira vitte, hogy a siketnémák tapintás útján felfogott ujjbeszéde segélyével egészen művelt egyénné küzdötte fel magát. Nála a tapintó körök átmérői jelentékenyen megkisebbedtek. Ugyancsak tanulmányozhatjuk a gyakorlat hatását a hallásra, midőn a hallás úgynevezett különbségi küszöbét keressük. Azt látjuk, hogy a kevéssé gyakorlott egyén a középmagas zenei hangok területén legfölebb oly hangokat tud még mint különbözőket felfogni, a melyek fizikailag 1—2 rezgésszámmal különböznek egymástól, tehát pl. az 500 rezgésű hangot meg képes különböztetni, mint alacsonyabbat, az 502 rezgésűtől. Gyakorlattal azonban a hallás

annyira élesíthető, hogy a rezgésszám egy harmad-, sőt egy negyedrészének különbözeteit is érzésbeli különbségekként tudjuk felfogni, vagyis a jó hallású gyakorlott egyén az 500 rezgésű hangot mint alacsonyabbat képes megkülönböztetni az 500·3 rezgésszámútól.

Ugyanez áll a színérzésekre s az érzékek minden területére nézve.

Tény az, hogy az érzékek ezen gyakorolhatásának nem vesszük kielégítő hasznát. A nevelés inkább a szorosan vett értelmi működések fejlesztésére fektetvén a súlyt, nem fordít elég gondot az érzéki figyelem kiépítésére s az egyes érzékek céltudatos és módszeres gyakorlására. A véletlennek, a körülményeknek engedi azt át, minek folytán többnyire éppen a művelt ember nem tudja elegendőképen kihasználni egyébként ép érzékeit. Ennek folytán kétségtelenül a képzetek, az emlékképek nem oly élesek, nem oly színesek, mint a gyakorlott érzékű egyénéi, s gondolkodásunk nem oly plasztikus, nem is oly magvas, mint aminő lehetne. Megszoktuk a fősúlyt nem az érzéki benyomásokra, hanem azok szimbolumaira, a szókra helyezni, s beleéljük magunkat a szavak olyanféle használatába, hogy a jelek mögött hiányzik a megfelelő kép. Vagyis szavakban, nem pedig szavakban és képekben gondolkozunk.

Az értelem fejlesztése mellett tehát az érzékekben megadott képességeink gyakorlat útján való módszeres és lehető tökéletes kiépítése hozzátartozik azon programmhoz, melyet azoknak, kik az emberiség fejlesztését a haladó megismerés alapján akarják irányítani, követniök kell.

A gyakorlat — mint mondottuk — érvényesül a *mozgások* területén is. Az, amit az állati ideg ismételt villamos izgatásánál láttunk, bonyolultabb formában megismétlődik, valahányszor valamely új mozgási formát kell elsajátítanunk, pl. a vívást, a korcsolyázást, a zongorázást, vagy akár valamely idegen nyelvnek anyanyelvünkben ismeretlen hangját. Kezdetben nagy erőfeszítésre — csekély az eredmény, majd kellőkép beosztott ismétlések után egyre kevesebb munkára nagyobb az eredmény. Bizonyíthatjuk az ismétlődő munka ezen kiépítő hatását a mozgásokra a már ismertetett reakciós vizsgálatokkal. A reakciók időtartama ugyanis a gyakorlat befolyása alatt hosszú időn át állandóan rövidül, bár e rövidülés bizonyos határon túl nem terjed.

Ugyancsak ilyen módon mutatható ki az idegrendszer említett alapvető sajátossága, a gyakorlékonyság, az eminensen *szellemi* munkára nézve is, minő pl. a felismerés vagy a képzetek felújítása : a reprodukció.

Ha pl. 4 ismeretlen fényképet egyenkint átlag 3 másodpercig szemügyre veszünk s azután bizonyos idő multával, pl. 10 perc mulva, e képeket 12 másik, még nem látott képpel elkeverve adják elébünk, hogy keressük ki a 16 kép közül az elébb látott 4 képet, a sorra átnézett képek egynémelyikénél bizonyos sajátszerű érzésünk támad, mely különbözik a többiek szemlélésénél támadt érzéstől. Mennél többször néztük át az első 4 alakot, annál biztosabban és gyorsabban fog beállani ez az érzés, melyet a *felismerés érzésének* nevezünk. Ez az érzés épp azon folyamatból ered, mely az ingereknek már előzetesen bejárt utakon való könnyebb haladásából, illetőleg a jelen ingerületnek a már előzetesen megindított, de teljesen még le nem folyt hasonló ingerülettel való meggyarapodásából származik.

Hasonlóan fog állani a dolog az emlékezés bonyolultabb fajtájánál, a reprodukciónál, midőn képzeteknek elménkbe való szándékos felidézéséről, eszünkbe juttatásáról van szó.

Ha egyszer, vagy még inkább, ha többször végighaladtam valamely eszmeláncolaton, a gyakorlékonyság az eddigiek szerint többféleképen juthat kifejezésre. Igy pl. megtörténhetik, hogy mástól hallván ezen eszmeláncolatot, felismerem azt mint olyat, melyet valamikor magam is végiggondoltam. Vagy bizonyos számú ismételt végigolvasás útján betanulván e képzetsort, ha később, pl. másnap, újból ugyanannyi ismétlést fordítok betanulására, már aránytalanul könnyebben és gyorsabban tudom betéve elmondani mint előző napon. Vagy pedig olykép bizonyíthatom a munka révén beállott s fennmaradó gyakorlatot, hogy ugyanazon képzetsorozat — mondjuk pl. valamely betanulandó vers, — melynek első elsajátítása, mondjuk, 10 ismétlésbe került, holnap már 6 ismétlés árán ugyanoly kifogástalanul lesz elsajátítható, s még egy hónap mulva is elég lesz 7 vagy 8 ismétlés, tehát kevesebb munka, annak hiánytalan betanulásához. Hogy az egyszer létrejött gyakorlat szerfelett lassan vész el, hogy még évtizedek mulva is kimutatható az épp említett módokon, annak további részletezése a sajátképeni pszichológia feladata. *Ebbinghaus* kísérletei, melyek Byron Don Juanjának betanulására vonatkoztak, azt mutatták, hogy a gyakorlatban nyilvánuló munkamegtakarítás 24 óra mulva is még 50 százalék, s még 17 év multán is, midőn Ebbinghaus a hajdan betanult versszakokra már egyáltalán nem emlékezett, teljesen új versszakokhoz viszonyítva még 20% munkamegtakarítás volt az újolagos betanulásban kimutatható.

Mint említők, a gyakorlat nyilvánulhat a valamely szellemi munka elvégzésére szükségelt idő fokozódó rövidülésében. E tekintetben a gyakorlat, bár apránkint, de szinte a végtelenségig fokozható. Sok jelenség, mit az életben az egyén korával karöltve haladó észbeli fejlődésnek tulajdonítunk, nem egyéb a napról napra fokozódó gyakorlatnál. Ezért találjuk pontos méréseinknél, hogy a szellemi míveletek időbeli lefolyásában a műveletlen felnőtt körülbelül a művelődése kezdetén álló gyermekkel áll egy magaslaton. Mindkettőnél a bonyolultabb szellemi míveletekben való gyakorlat hiányzik. Igen szépen derül ki a gyakorlat ezen munkakönnyítő, időt megtakarító hatása azon vizsgálatokból, melyeket e sorok írója közel 200 különböző osztálybeli elemi iskolai tanulón fővárosi iskolai tanítók közreműködésével végzett.

Az első elemi osztályban pl. a tizes számkörbeli kivonás átlagos időtartama volt :

a jó	a közepes	a gyenge számolóknál	
2·7	4·6	5·9	másodperc.

A második osztályban ugyanezen míveletek időtartama már leszállott :

a jó	a közepes	a gyenge számolóknál
1·6	2·1	3·2-re.

A harmadik osztálybelieknél pedig :

a jó	a közepes	a gyenge számolóknál	
1·5	1·7	1·8	másodpercet vett igénybe.

Ugyanezen míveletek tartama középiskolai tanulóknál, vagy számolással foglalkozó kereskedőknél, tisztviselőknél még jelentékenyen megrövidül.

Az a sok-sok idő és munka tehát, mit évek során át iskolás korunkban elemibb s összetettebb számolgatással töltünk, nem tünik el, hanem gyakorlat alakjában érvényesül s mint fokozott munkakészség, idő-, illetve munkamegtakarítás alakjában jut nyilvánulásra. Ugyanez áll természetesen minden szellemi munkára, melynek útjait egyre megújuló ismétlésekkel bejártakká tesszük.

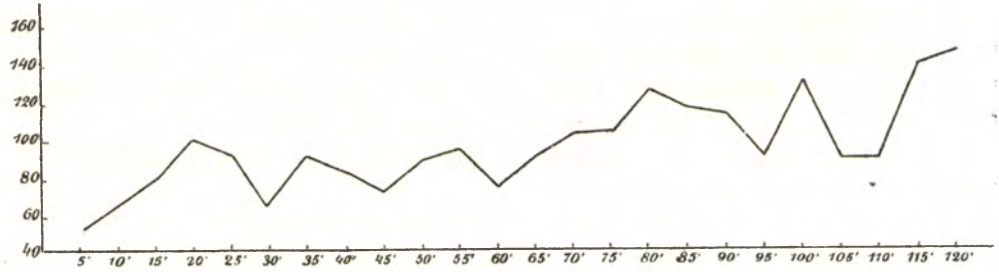
Látjuk mindezekből, hogy a gyakorlat ideg- és elmeéletünknek gazdasági szempontból legfontosabb alapsajátsága s ha az elme ökonómiájáról szólunk, első sorban e tulajdonságnak észszerű kiaknázásáról kell elmélkednünk.

E célból azonban a szellemi munkát nemcsak egyes szaggatott nyilvánulásaiban kell tekintetbe vennünk, hanem folytonosságában is, minthogy a termékeny elmemunka mindig csak bizonyos hosszabb időn át folytatott hasonnemű dolgozás alakjában képzelhető.

A tanuló, a hivatalnok, a mérnök, az író szellemi munkáját olyképen végzi, hogy egy-egy feladatába elmélyedve, annak átgondolására, elsajátítására, feldolgozására rendszerint több órára terjedő összefüggő munkát szentel.

Ha az elmét ilyen folytatólagos munkájában észleljük, azt tapasztaljuk, hogy megtaláljuk az ily munkában a kezdeti nekifekvést, az ezt követő kezdeti elernyedést, majd az igazi lendületet, melynek beálltával a munka vagy lassan fokozódó sebességgel, vagy bizonyos nagyobb ingadozásokat nem mutató egyöntetű tempóban halad, míg egyre észrevehetőbbé válik a kifáradás, mely végül, nem ritkán egy újabb befejező erőfeszítés végső lendülete után, teljesen uralomra jut, s a munka befejezésére késztet.

Igen világosan jelentkezik a szellemi munka menete az úgynevezett folytatólagos munkamódszerek alkalmazásában, melyeket Kraepelin müncheni elmeorvos-pszichológus honosított meg a lélektani búvárkodás terén.



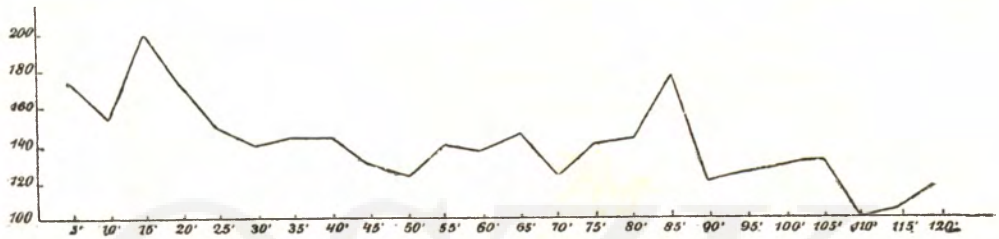
181. ábra. A szellemi munka menetének görbéje kétórai betéve tanulás folyamán (Kraepelin után).

Ezeknek közös elve az, hogy bizonyos igen egyszerű szellemi működést végeztetünk hosszabb időn, pl. 1½—2 órán át s azután megvizsgáljuk, hány ilyen elemi folyamatot végzett az egyén az első, második, harmadik stb. ötperces vagy negyedórás időszakban, s a végzett elmemíveletek számából összeállítjuk a szellemi munka görbéjét.

Ime itt adjuk az egyik ilyen vizsgálat eredményét, melyben számjegyekből összeállított soroknak két órán át folytatott betanulásáról volt szó. A vízszintes vonal (abscissa) az ötperces időszakokat, a baloldali függélyes a betanult számjegyek számát mutatja.

Látjuk, hogy a munka a 2-ik óra végén még mindig javulóban volt, igazi állandó kifáradás még nem mutatkozott.

Viszont a következő ábrában, melynél egyjegyű számokból álló számsorok folytatólagos összeadásáról volt szó, azt észlelhetjük, hogy a munka gyorsasága tetőfokát az első negyedóra végén már elérte, s attól fogva — eltekintve a másfél óra mulva jelentkező végső lendülettől — mindvégig a kifáradás fokozódó hatása jut kifejezésre.



182. ábra A szellemi munka menetének görbéje kétórai számolás folyamán (Kraepelin után).

A fontos tétel, melyet önmagunk észleléséből vonhatunk le, s melyet az exakt kisérlet sokkal kifejezőbben megerősít, az, hogy *a szellemi munka közben maga a munka emeli a munkaképességet.* E jelenséget részben abból magyarázhatjuk, hogy valamely munkához hozzálátva, előbb azon munkából, melyet elménk eladdig végzett volt, magunkat ki kell vonnunk és alkalmazkodnunk kell az új munkakörhöz. Ez azonban nem elégséges magyarázat, mert hiszen láttuk, hogy a betanulás munkaképessége még a második óra végén is nő. Valószínűbb, hogy a figyelmi energia a munka elején az előbbi munkán kívül mindennemű külső inger, szervi érzetek, felmerülő asszociációk között aprózódik el. Ellenben a munka haladtával, ameddig a kifáradás túlsúlyra nem vergődik, a felhalmozott feles energiának fogyasztása kedvező állapotokat teremt a tömecsmozgás folytatódására : a munka jól esik, egyre simábban folyik. Tart ez mindaddig, míg az energiaforgalomban túlsúlyra nem kezd vergődni a deficit, azaz amíg a többkevesebb feles erő elfogyasztódott. Amíg ez be nem állott, az energiát egyre teljesebben a megkezdett munkairány foglalja le magának, egyre jobban belemélyedünk, belemelegedünk tárgyunkba s eközben a külső világ s szellemi életünk egyéb területei egyre jobban elvesznek számunkra, minden egyéb iránt szórakozottak leszünk.

A második fontos tétel, hogy a *szellemi munkában kezdettől fogva ellene működik a gyakorlatnak a kifáradás.* A normális, szellemileg friss egyén munkagörbéjében ez eleinte csak kevéssé jut kifejezésre. De valamely ok folytán kimerült egyéneknél vagy agybeli ideggyengeségnél, mely állandó szellemi kimerültségben nyilvánul, a szellemi munka menetében a gyakorlat egyáltalán nem is jut nyilvánulásra, s kezdettől fogva a kifáradás érvényesül.

Egy ilyen fiatal, szellemileg fáradt egyén összeadási görbéjét vizsgálva, a következő értékeket nyertük:

Az 5—5 percnyi időszakokban végzett összeadások száma:

1. öt perc	528
2. » »	512
3. » »	496
4. » »	473
5. » »	422
6. » »	392.

Vagyis a munkaképesség kezdettől fogva csökkent, míg ugyanezen egyén megerősödött állapotában, öt hónappal utóbb vizsgálva, a következő értékeket adta:

1. öt perc	527
2. » »	540
3. » »	532
4. » »	554
5. » »	562
6. » »	579.

Ekkor tehát némi kezdeti csökkenés után, mely a harmadik ötperces időszakban mutatkozott, állandó emelkedés következett be s a félóra végén fáradtságnak nyoma nem volt jelen.

Mint már fentebb kifejtettük, okunk van feltételezni, hogy a munka folyamán az energia forrásaiként szolgáló vegyületek egyre folytatódó bomlása s a helyükbe lépő bomlási termékek térfoglalása egyre nagyobb gátlást fejt ki a munkával szemben. A lendület ezt egy ideig győzi ugyan, de azután enged s egyre kifejezettebb lesz a szabad energia megfogyatkozása.

A kifáradás eme, mindannyiunk előtt ismert bénító hatását csak egy módon tudjuk elkerülni: pihenő időszakok, *szünetek* közbeszúrása által. Bár erre a kényszerű tapasztalat már ősidők óta megtanította az embert, a kifáradás és a szünetek közötti viszony helyes megértése csak a kísérleti pszichológiának az utolsó évtizedekben való szárnybontogatásával veszi kezdetét.

Kiderült tudniillik biztos törvényként e vizsgálatokból, hogy e szünetek, ha helyesen alkalmazzuk őket, csak a kifáradás káros állapotát szüntetik meg, a gyakorlatot, a megindult lendületet érintetlenül hagyják.

Megfelelő szünetek közbeiktatásával ugyanis azt érjük el, hogy *a szünet után nagyobb sebességgel, könnyűséggel dolgozunk tovább, mint amilyet a szünet előtt egyáltalán elérni képesek voltunk.* Ami egyértelmű azon harmadik, szerfelett fontos elvvel, hogy *a munka a munkaképességet nemcsak a munka folyamára, de az ezen túl terjedő időre is emeli.* Nemcsak a sajátképeni gyakorlat marad fenn tehát valamely munka után, megkönnyítve ugyanezen munkának másodszor való elvégzését, hanem fennmarad bizonyos ideig a gyakorlatnak munka közben beálló sajátos alakja, a munkalendület is.

A beállott lendület ezen megmaradása még 24 órai szünet után is kimutatható. Fontos azonban mégis, hogy *a szünet túlhosszú ne legyen.* Mert akkor nem-

csak a kifáradást előzzük meg, hanem egyszersmind időt engedünk az idegrendszernek, hogy a beállott lendületnek megfelelő fizikai folyamatok is teljesen visszafejlődjenek, vagyis elvész a gyakorlat is. Ha például egy órai összeadás után öt percnyi szünetet tartunk, ez teljesen elég lehet a kifáradás elkerülésére, vagyis a szünet után legalább is oly erővel dolgozunk tovább, mint az első negyedórában. Ha azonban egy teljes negyedórai szünetet tartunk, munkánk értéke a második órában csekélyebb lesz, mert az első óra folyamán szerzett lendület elveszett. Ellenben két órai munka után már egy negyedórai szünetnek igen kedvező hatása mutatkozik. Az elme ökonómiája szempontjából tehát nagyon fontos, hogy *a munkaszüneteket időpontjukra és tartamukra nézve úgy válasszuk meg, hogy azok a kifáradást enyhítsék, de ne gyengítsék egyszersmind a megszerzett gyakorlat hatását.*

Csak természetes, hogy e szünetek tartamára nézve általános érvényességű részletes utasításokat megállapítani nem lehet. A szünet nagysága a munka minősége, az egyén kora, munkabírása, gyakorlottsága, individuális alkata szerint lesz meghatározandó.

A változatosság jelentősége. Az előbb mondottakból igen jól megérthető azon tapasztalatból ismert tétel, hogy, ha a kifáradás szakában a szellemi munkát másfajta munkával váltjuk fel, ismét könnyebben dolgozunk. Ez természetes, mert hiszen ilyenkor az energia más forrásait vesszük igénybe. De az agybeli elemek sokoldalú kapcsolatából folyik az is, hogy bármely fajtájú szellemi munkánál az agykéregnek nemcsak *egy* mezejét vesszük igénybe, hanem jóformán valamennyi területét. Hiszen gondoljuk meg, hogy már egy névnek puszta említése e névnek hallási képét, esetleg nyomtatott és irott látási képét, az íráshoz, kiejtéshez szükséges mozgások képét, az egyén arcát, hozzáfűzött emlékeinket, hangulatainkat s ezekhez kapcsolódó különféle képzetek sorozatát hozza együtt rezgésbe. Ebből érthető, hogy a fáradtság állapotában, mint azt *Weygandt* kisérletei bebizonyították, csak a *könnyű* másfajta munka fejti ki a változatosság kedvező hatásait. Nehéz munka, bármennyire más is, a szabad energiájukban megfogyott agybeli elemekre kimerítőleg hat. A »*varietas delectat*« mondás érvényessége tehát csak szűk korlátok között áll meg. A kimerült ember előbb pihenje ki magát s csak azután szórakozzék, mert különben a szórakozás még fokozottabban fárasztja.

A mondottakkal kapcsolatban önként felmerül az a kérdés is, *pihentető-e a szellemi munkában kifáradt egyénre a testi munka, pl. a tornázás, a sport különféle nemei?*

E kérdés körül felvilágosítást adnak *Mosso* kisérletei, aki ergográfos vizsgálataival kétségtelenül kimutatta, *hogy a szellemi kifáradással együtt a testi munkaképesség is csökken.* Tán még jelentősebbek Kraepelin tanítványának, *Bettmann*-nak vizsgálatai, ki kisérletileg bizonyította, *hogy a testi kifáradás a szellemi működést nagy mértékben zavarja,* sőt valószínüleg erősebben csökkenti, mint ugyanoly tartamú szellemi munka. Már e kisérletek előtt tapasztalták egyes tanférfiak, hogy az iskolás gyermekek fárasztó tornaórák után figyelésre, szellemi munkára képtelenek. Szóval, többféle módon igazolt tény, hogy a *fárasztó* testgyakorlás, ugyanúgy mint a sport, sőt hosszabb séta is

szellemi munkát megelőzőleg végezve, ez utóbbira nem hat üdítően, hanem károsan.

Mindez világos és érthető, amint a szellemi és a testi energiát nem tekintjük két, egymástól különböző erőnyilvánulásnak.

* * *

Már az eddigiekben láttuk, hogy a szellemi energiának ilyetén felfogása, mely szerint az materiális folyamatokhoz van kötve, amely felfogás egyébként egyáltalán nem foglal magában valamely előzetes ítéletet magának a materiának mibenléte iránt: megengedhetővé teszi a szellemi élet különböző nyilvánulásainak egységes megértését az idegrendszer egy kétségtelen alapsajátságából: a gyakorlékonyságból.

S midőn már eddig is egyszersmind arra is súlyt helyeztünk, hogy ez irányú tapasztalásainkból a pszichikai energiánkkal való helyes gazdálkodás irányító elveit is felállítani próbáljuk, átvisszük pozitív alapokra fektetett okoskodásunkat a gyakorlat elvének egy további érvényesülési terére: a *tanulásra.*

Nemcsak az iskolás gyermek tanul manapság, s nemcsak a jó pap tanul ma holtig. A természet erőinek megismerése és kiaknázása s ezek révén az egész mindenség megismerése napról napra valóságos lökésekkel halad előre. A tudás, a műveltség tartalma, keretei napról napra bővülnek, átalakulnak, nemcsak új tudások, de új tudományágak is keletkeznek s mind igényt tartanak a művelt ember elméjében való helyfoglalásra.

Hová, hogy helyezzük el mindeme tömegeket?

Sollier számításai szerint egy napon átlag ötvennégyezer tudatunkra jutó benyomás éri agyvelőnket. Ez egy évben húszmillió és hétszáztízezer, egy hatvanesztendős emberélet folyamán ezerkétszáznegyvenkét millió és hatszázezer, tehát több mint egy milliárd benyomást jelent.

S bárha Meynert számításai szerint az agykéreg sejtjeinek száma hatszáz millió, Sollier szerint pedig több mint egy milliárd — ami megfelelne a tudatos benyomások fenntemlített számának, — sőt Hammarberg és Thomson újabb kutatásai szerint kilenc milliárd, mindez csekélység a képzetek azon számához képest, mellyé ezen milliárdnyi benyomás számtalan és elképzelhetetlen tarkaságú változataiban elménkben feldolgozódik. Mert hiszen elménkben, s különösen a művelt ember elméjében, a külvilágból érkező benyomások a szellemi életnek csekély töredékét teszik. Elméje tartalmát azoknak kapcsolódása, permutációja és kombinációja alkotja.

Épp ezen okokból döntő fontosságú mindannyiunkra, kik károsodás nélkül óhajtunk művelt emberek lenni, hogy elménk háztartását erőinek s ezek törvényeinek minél teljesebb megismerése alapján rendezzük be, s azután e megismerések alapján rendezzük a jövő nemzedék munkatervét is.

A tanulás mechanikájának kutatása a nyolcvanas évek óta nem egy jeles elmét foglalkoztatott.

Itt is az a kérdés merül fel, *melyik a tanulás azon módja, mely* a tanulás alapját képező idegélettani jelenséget, *a gyakorlatot, a lehető legtökéletesebben aknázza ki, minél kevesebb energia felhasználásával.*

A megtanulásra méltó anyag mennyisége végtelen lévén, egyáltalán nem fenyeget bennünket az a veszély, hogy ilyetén ökonómiai elvekkel elménket elkényeztetjük s elszoktatjuk a munkától.

A kérdést helyesebben így állíthatjuk fel: *melyik a tanulás azon módja, mely az energia minden pazarlása nélkül a legtartósabb, legbiztosabb s legpromptabb* (leggyorsabban rendelkezésünkre álló) *tudást biztosítja?*

A tanulásra fordított munkát legcélszerűbben a teljes tudáshoz szükséges idővel mérjük, avagy egyszerűbben, ha nem is oly pontosan, magával a betanuláshoz szükségelt ismétlések számával. Amint hogy a tanulás nem is egyéb, mint gyakorlatnak ismétlések útján való megteremtése.

Ezen ismétléseket igen különbözőképen oszthatjuk be. Igy valamely anyagot, pl. szónoklatot vagy hosszabb költeményt megpróbálhatok olyképen elsajátítani, hogy ma, mondjuk, minden részének betanulására átlag 12 ismétlést fordítok. De végezhetem munkámat több részre osztva is, midőn tudniillik ma is, holnap is 6—6-szor ismétlem át a megtanulandó anyagot. Kérdés, melyik a tanulás célszerűbb módja?

Különböző buvárok kutatásai kétségtelenül bizonyították, hogy *valamely anyagnak elménkbe vésésére használt bizonyos számu ismétlésnek nagyobb a hatása, ha azt hosszabb időre osztjuk szét, mintsem ha azt egymás után végezzük.* Ha valamely verset, szónoklatot kell betanulnunk, sokkal jobban s tartósabban tanuljuk azt meg, ha annak, mondjuk, tizenkétszeres átismétlését nem egymásután végezzük, hanem két részre osztva, 2—3 napi közbeeső szünettel. Sőt még jobb lesz az eredmény, ha a tanulás munkáját 4×3 ismétlésre osztjuk szét, melyek mindegyikét néhány nap választja el egymástól. Ha valamely egyénnel egy egész nap együtt vagyok, ha valamely nevet egy óra folyamán ez egyénnel kapcsolatban húszszor hallok is említeni, nem fogom oly biztosan és oly hosszú időre megtartani, mintha bizonyos időközökben újra meg újra találkozván vele, bár rövidebb időre, de újból felismerve látom arczát, s hallom ezzel kapcsolatban nevét.

Persze fontos, hogy a szétosztott megismétlés ne oly nagy időközökben történjék, hogy az első ízben keltett benyomás teljesen elhalványulhatnék.

Itt is tehát a gyakorlatnak már előbbiekben kifejtett törvényét látjuk érvényesülni. Az egymásutáni túlsok ismétlés a figyelem energiájának kifárasztásával jár, minek folytán figyelmünk a későbbi ismétlések folyamán nem fog teljes intenzitásában rendelkezésünkre állani. Célszerűen megosztott ismétlésekkel pedig elkerüljük a figyelem ezen lankadását, anélkül hogy a gyakorlatot s a lendületet elveszítenők.

Következő kérdés a *tanulás módja. Valamely betanulandó anyagot,* mondjuk valamely napra kiosztott feladatot, *egészben tanuljunk-e be, avagy részeire osztva?* Legtöbben ez utóbbi módszert követik. Pedig *Steffens Lotti* kisérletei kimutatták, s azóta számos lélektanbúvár kisérletei megerősítették, hogy kétségtelenül az egészben való tanulás a helyesebb. Ez, bár első pillanatra különösnek látszhatik, rögtön megérthető lesz, ha a következő két szempontot vesszük figyelembe. 1. A felaprózott részekben való tanulás eleve is lemond arról, hogy a figyelem, vagyis a szellemi energia maximuma a tanulás tárgyára fordulva maradjon.

2. A részekre osztott tanulásnál az energiát felesleges, sőt káros irányzatokban erősítjük meg, melyeknek hatástalanná tétele utóbb munkába, időbe kerül. Ha például nyolcsoros versszakokat négy soronkint tanulunk be olykép, hogy a négy-négy sort elolvasva addig ismételjük, míg hibátlanul elmondani tudjuk, akkor a negyedik sor végét minden ismétléskor összekötjük az első sor elejével, ugyanígy a nyolcadik sorét az ötödikével, stb. Ha most az egész nyolc sort egyben akarjuk tanulni, a negyedik sor végeztével elménkben nem az ötödik sor, de az első sor eleje fog felmerülni, s e reprodukciós irányt bizonyos erőfeszítéssel le kell előbb győznünk, hogy a versszakot a maga egészében elmondani tudjuk. Az ilyképen származott erő- és időveszteség hosszabb anyagnál egész tekintélyes lehet. Tény, hogy valamely anyagot a legkülönbözőbb egyének saját előzetes várakozásuk ellenére nemcsak gyorsabban tanultak be az egészben való betanulás útján, hanem sokkal tovább tartották is meg elméjükben. — *Meumann*, zürichi tanár, legújabb kisérletes buvárlatai szerint valamely hosszabb anyagot legcélszerűbb a maga egészében betanulni, de olyképen, hogy bizonyos nem túlrövid, s az értelmi kapcsolatra tekintettel lévő részekre bontjuk, melyek után rövid szünetet tartunk ; e szünet után pedig nem ismételjük az átolvasott részletet, hanem áttérünk a következőre és így tovább. Csak az egésznek ilyetén átolvasása mellett térünk vissza az elejére s folytatjuk ugyanily módon az ismétlést.

A gyakorlat élettani alapjából, hogy t. i. az ingerület könnyebben halad végig az oly úton, melyet már bejárt, folyik a *megszokás* jelensége s a *szokás hatalma*. Az az ingerület, mely gyakran haladt végig bizonyos idegpályákon, ha újból fellép, csakis bizonyos akadályok legyőzésével képes ezektől részben eltérő pályákon járni. Ha valamely képzetsorozatot gyakorlat, azaz ismétlés útján magunkévá tettünk, e sorozat egyes részeinek fellépése mindig magával hozza az igyekvést, hogy a többi képzet is felidéződjék. Tehát az olyan képzetek vagy cselekvések, melyek bizonyos képzetekkel már társultak, csak nehezebben, nagyobb munka árán kapcsolódnak az eddigiektől eltérő képzetekhez. E sorok írójának kísérletei kétséget kizáró módon bebizonyították, hogy az eredeti képzetekhez pusztán *hasonló* képzetek is csak nagyobb munka árán társíthatók újabb képzetekkel. Valamely tapasztalatot vele azonos természetű vagy hozzá hasonló tapasztalatok megerősítenek hatályosságában. De ezek az egymással rokon tapasztalatok, képzetek nem maradnak meg elménkben külön tartalom gyanánt, hanem mennél gyorsabban követi az egyik a másikat, annál inkább eggyé forrnak. Ellenben az egymással nem rokon tapasztalatok, bár egymást nem erősítik, de nem is zavarják egymás önállóságát, nem vezetnek tévedésekre, nem gátolják egymást olyankor, mikor egyikükre vagy másikukra vissza akarunk emlékezni. Valamely elménkbe bejutott képzetsorozatból azon képzetek lesznek legkevésbbé állandók, azokat felejtjük el leghamarább, s azok fognak legtöbb fáradság és idő árán eszünkbe jutni, amelyek egymáshoz hasonlók. Az egymással rokon vagy pláne az egyforma természetű elmetartalmakat csakis a hozzájuk csatlakozó megkülönböztető társítások révén tudjuk elménkben széjjelválasztani. Ezért is fontos a *megértésen* alapuló tanulás, mert a megértéssel, az anyagba való elmélyedéssel az egymással rokon, egymáshoz hasonló képzetek

finomabb megkülönböztető jelei is felelevenülnek tudatunkban és segítségünkre lesznek a betanultak huzamos megtartásában és könnyű felújításában.

Érdekes tudni, hogy valamely betanult képzetsorozatban a gyakorlat a sorozatnak nemcsak legközelebbi szomszédos tagjaira, tehát nemcsak egyik láncszemről a másikra terjed, hanem az ilyen eszmeláncolat minden egyes része valamennyivel bizonyos kapcsolatot nyer. Bizonyítható ez többek között értelmetlen szótagokból alkotott sorokkal. Ha ilyen már betanult soroknak pl. 1-ső, 3-ik, 5-ik, stb., avagy 2-ik, 4-ik, 6-ik tagjából új sorokat alkotunk, ezek bizonyos idő mulva még mindig kevesebb ismétlés árán tanulhatók be újból, mint valamely teljesen ismeretlen tagokból álló sorozat. Sőt, ha valamely ilyen értelmetlen szótagokból álló betanult sort teljesen megfordítunk, ez 24 óra mulva új anyaggal szemben még mindig jelentékeny megtakarítást mutat. Az ilyen társításokat *mellék-*, illetve *visszafelé ható asszociációknak* nevezik. A mellékasszociációk közül a képzeteknek elménkben való megtartásánál igen nagy szerep jut a tér- vagy *helyzeti asszociációknak*. Midőn pl. valamely anyagot nyomtatásból betanulunk, annak a könyv lapján, a sorban való helyzete is megtapad bennünk és jelentékeny segítőként szerepelhet az illető szónak eszünkbe juttatásánál. Igen gyakran tapasztaljuk, hogy még évek mulva is valamely szövegből hiányzó kifejezésnek előbb a lapon, a sorban való helyzete jut első sorban eszünkbe.

E mellékasszociációk horgok, melyek segélyével nem egy már elmerülő képzetet halászunk ki a feledésből. Ilyen mellékasszociáció voltaképen, — csakhogy nem látási, de hallási — az ütem, a ritmus is, melyben tanulunk, s mely pl. szabályok megtanulását könnyíti, ha azokat versbe foglaljuk.

A már felsoroltak mellett tekintetbe veendő azonban a tanulás ökonomiájánál több más körülmény is, nevezetesen a betanulandó anyag minősége, a tanuló egyén felfogási és emlékezési típusa, stb. Míg pl. értelmileg összefüggő anyagra nézve a már levezetett tételek irányadók, másként áll a dolog idegen nyelv szavainak, történelmi adatoknak s egyáltalán számadatoknak, úgyszintén képleteknek betanulásánál. Ezekre nézve legcélszerűbb igenis a minél tökéletesebb *beemlézés*. S épp ennél az emlézésnél fontossá válhatik a tanulási típus kellő kihasználása is. Vannak olyanok, akik a betanultaknak főleg látási képére, tehát a nyomtatott szóra, képletre, annak a könyvben, a sorban elfoglalt helyére emlékeznek. Ezen ú. n. *vizuális típusuak* mellett viszont vannak olyanok, kik inkább saját hangjukra, a megtartandó szónak az ütemben elfoglalt állására, hangsúlyozott vagy hangsúlyozatlan voltára emlékeznek vissza: ezek az *auditiv típusuak*. Végül a kizárólag *motorikus típusuak* inkább mechanikusan végzett szájmozgásokra emlékeznek vissza, s legjobban képesek valamely keresett szót magukban felidézni, ha az azt megelőzőket magukban halkan mormolják. Ez utóbbi csoporthoz tartozók a sajátképeni »magolók«. Van azonban sok vegyes-típusú is.

A kifejezetten auditiv típusú egyénnek csendes helyre van szüksége, hogy tanuljon, mert minden beható zörej, beszélgetés, zene figyelmét erősen megosztja, elvonja. Ellenben a vizuális típusút a környező lárma alig bántja; ez leghelyesebb, ha homloka elé fogja a kezét, hogy az olvasott szöveg látási

felfogásában a környező látási benyomások figyelmét el ne vonják. A hallási típusú tanuló, ha kellően figyel, már az iskolában, a tanító előadásából megtanulja leckéje javát. A tisztán látási típusúra nézve a hallottak nem válnak tulajdonává, míg azokat el nem olvasta, bár némelyiknél mindaz, amit hall, azonnal áttevődik maga elé képzelt nyomtatott vagy írott betűbe. Az erősen motorikus típusúak pedig, ha valamit megjegyezni akarnak, azonnal rendesen utána mondják az olvasott vagy hallott szót.

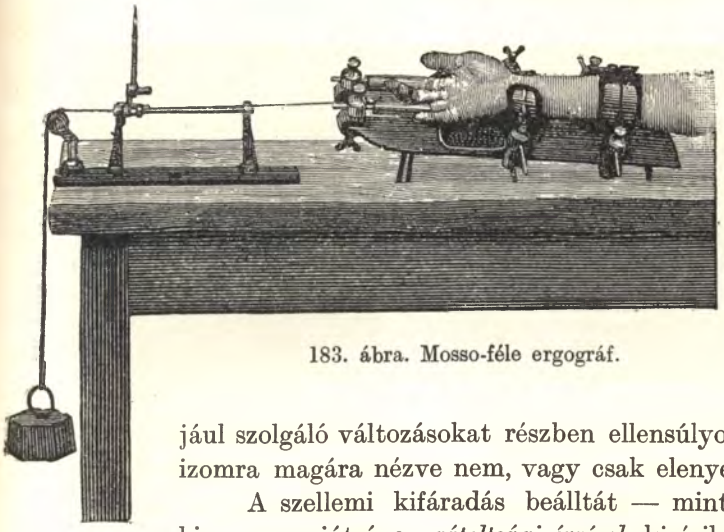
A betanulásnál, főleg az emlézésnél számba jő a *tanulás tempója* is. Erre vonatkozólag a vizsgálatok amellett szólanak, hogy az oly anyag ismételt áttanulását, mely előttünk már eléggé ismerős, célszerűbb gyors tempóban, mintsem lassan végezni. Ily módon egyrészt az ismétléseket rövidebb idő alatt jobban halmozhatjuk, másrészt könnyebb elkerülnünk a figyelemnek a már túlontúl ismert tárgyra nézve lassú olvasásnál könnyen beálló elkalandozásait.

* * *

Az elménkben munkaközben mutatkozó *kifáradás érzése* jelzője annak az agyunkban végbemenő folyamatnak, mely első sorban a szellemi energia forrásaiként tekinthető elemek erőfelhasználása útján támad. Sokan a kifáradást javarészben az agybeli munka közben létrejövő bomlási termékek okozta önmérgezésnek tulajdonítják. De ez is csak olyképen képzelhető el, hogy az idegelemek vegyi alkatában a munka folytán keletkezett hasadások az elégtelen pihenés folytán el nem takarodhattak s nem pótlódhattak. Tehát a normális energiaforrás helyébe lépett bomlási anyagok lassítják, gyengítik a figyelem működését.

A fizikai erőkifejtéseinknél beálló kifáradás ugyan első sorban az izomban áll be, míg maga a vezető ideg alig mutat kifáradást. Maguk az idegközpontok azonban itt is elég gyorsan mutatják a kifáradás tüneteit, ami a következő élettani kisérletből világlik ki. Ha az ergográf segélyével azt a munkát, mit kezünk ujja bizonyos súly többszörös felemelésekor végez, hullámvonalak alakjában feljegyezzük, bizonyos idő mulva a hullámok a jelentkező kifáradás hatása alatt egyre alacsonyabbak lesznek. Az ilyen egyre kisebbedő magasságú hullámsorozat az *izomkifáradás görbéje*, mely egyénenkint különböző lehet, de minden esetben előbb-utóbb fokozatosan a nullás értékbe megy át.

A Mosso-féle kisérlet eredményeit feltüntető 185. ábrán látjuk jobbról balfelé nézve V jelzéssel az akaratból eredő súlyemelések egyre csökkenő magasságú görbéit. Midőn a 24-ik és 25-ik emelés már alig jár valamelyes eredménnyel, az akarat központjának működését villamárammal pótoljuk a medianus-ideg villamos izgatása útján. Ilyképen elég tekintélyes összehuzódásokat érünk el, s ha már most 11 ily összehúzódás után, — mialatt az agybeli mozgató központ pihent, az izom azonban tovább dolgozott — újból akaratunkkal mozgatjuk ujjunkat, kiderül, hogy a központ pihentetése meghozta eredményeit : a munka frissült erővel folyik tovább. Az ábra a kisérletnek többször egymásután való megismétlődését mutatja.

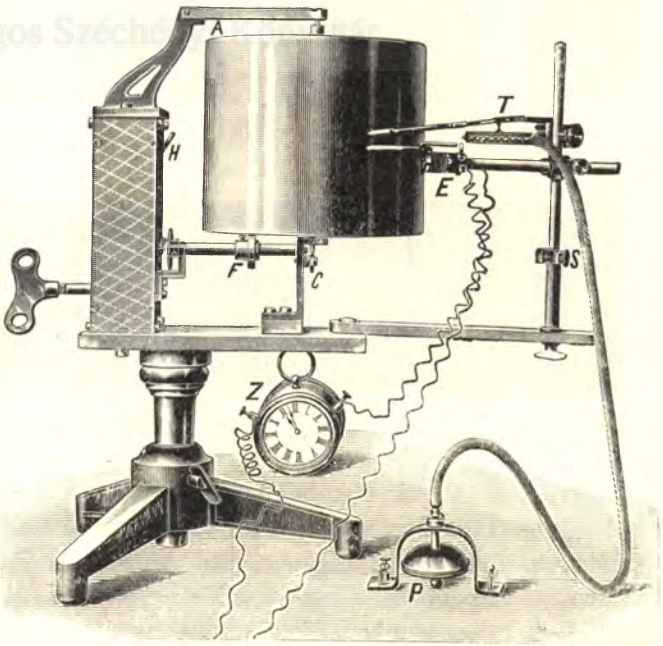


183. ábra. Mosso-féle ergográf.

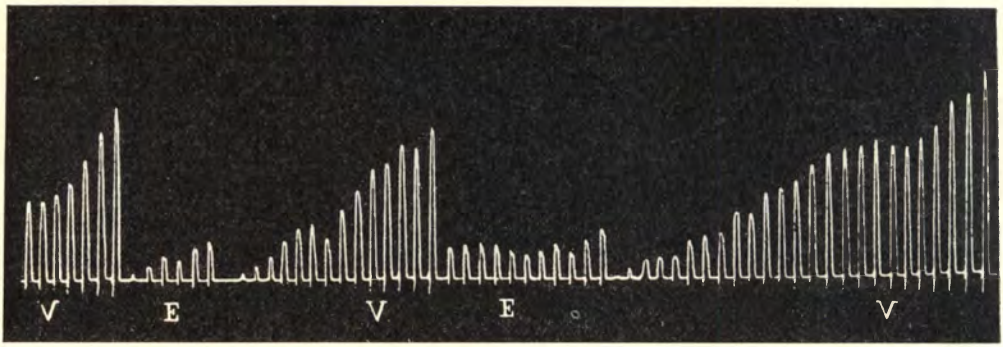
Ama benső viszony folytán, melyet fejezetünk kezdetén a szellemi és fizikai energia között megállapítottunk, kétségtelen, hogy a megfelelő központokban hasonló természetű kifáradás áll be a tisztán szellemi munka folyamán is. De a szellemi kifáradás alapjául szolgáló változásokat részben ellensúlyozza a gyakorlat, mely az izomra magára nézve nem, vagy csak elenyésző mértékben létesül.

A szellemi kifáradás beálltát — mint tapasztalatból tudjuk — bizonyos sajátságos *gátoltsági érzések* kisérik, melyek folytán az érdeklődés megcsappan, a munkakedv csökken, s melyek ellen csak nagy erőfeszítéssel küzdhetünk. Ha ezen érzéseket nem vesszük tudomásul, bizonyos idő mulva erőt veszünk a kifáradáson, s a munkát — bár rendszerint egyre szaporodó hibákkal s egyre fogyó gyakorlattal — még jó ideig tovább tudjuk folytatni. Ilyenkor mindenek szerint az idegelemek rendelkezésre álló feles energiáján kívül azok tartalékenergiáját is fogyasztjuk, anélkül hogy az elfogyasztott energia pótlására szükséges időt, pihenést az idegzetnek megadnók.

Idegelemeinknek rendkívül bonyolult vegyi szerkezete az ilyen mértéken túl való fogyasztást hosszú időn át meglepőn jól tűri. Sőt néha látszólag alkalmazkodik is az ilyen túlfokozott igényekhez. Valósággal azonban többnyire az történik, hogy csak a mechanizmus finom jelzései mennek veszendőbe. Elveszítjük a kifáradás érzetét, a szellemi munka ezen szabályozó berendezését. Mennél tovább dolgozunk, annál kevésbbé vagyunk fáradtak; a fáradtság utóbb a munka befejezése után sem jelentkezik, sőt már olyankor sem, mikor szeretnők. Nem tudunk pihenni. S lassan-lassan a kifáradás



184. ábra. Kimográfion, melyre az ergográf hullámvonalait átvitel útján felírjuk.



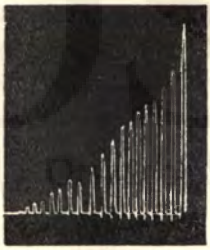
185. ábra. Az akarat működésének pótlása villanyárammal kiegyenlíti a kifáradást. (Mosso után).

érzete helyett beáll egy másik, kellemetlenebb érzés: a *kimerültség* érzése, megfelelően a beállott kimerültség állapotának. A *kifáradás* fiziológikus, tehát *normális állapot;* a *kimerülés betegség.*

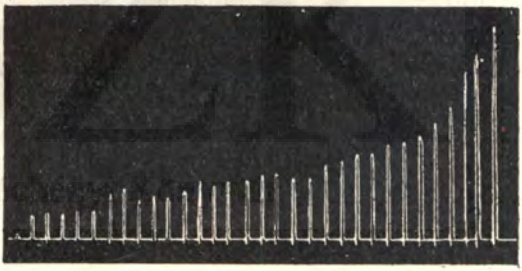
Az idegrendszer energiapótlását, illetve a felhalmozódott bomlási anyagok eltakarítását — mint már említettük — a munkát meg-megszakító *szünetek*



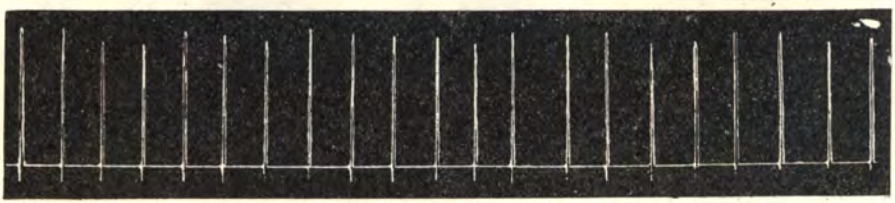
186. ábra.



187. ábra.



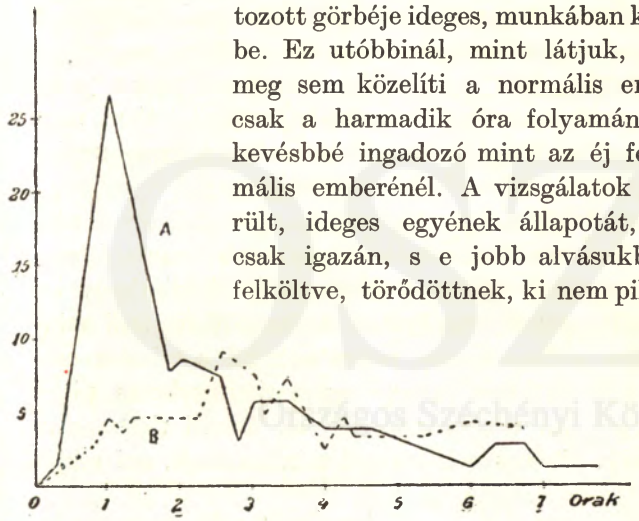
188. ábra.



189. ábra. A szünetek befolyása az izomkifáradásra. Maggiora szerint.

útján érjük el. A szünetek befolyását az akarattól függő izommunkára mutatják a 186—189. ábrán látható, jobbról balfelé olvasandó kisérletek. Minél csekélyebb a szünet, annál hamarább kimerül az izom. A 186. ábra esetében minden másodpercben, a következő kisérleteknél csak minden 2-ik, 4-ik, illetőleg 10-ik másodpercben történt egy-egy emelés, közben a kéz pihenhetett. Az első esetben már a 14-ik húzást a teljes kimerülés követte. A másodikban 18, a harmadikban 31 húzás után állott be a kimerülés, a 10 másodperces

ütemnél pedig kifáradás egyáltalán nem jelentkezett. A szervezet legtökéletesebb pihentető és energiapótló berendezése pedig a működésében időszakosan önként beálló hosszú szünet: az *alvás*. A kiadó alvás után a szellemi munka jól esik, újult erővel folyik tovább. Hiányos alvás után a szellemi munka görbéje kezdettől fogva a kifáradási típust mutatja. Az alvás pihentető hatása függ az alvás tartamától és az alvás mélységétől. Maga a normális alvás sem egyformán mély. Mint Kohlschütter, valamint Michelson kísérleteiből látjuk, a normális álom az első negyedóra folyamán felületes, majd nagyon gyorsan méllyé válik s körülbelül a második óra elején éri el mélysége tetőfokát. Ezután gyorsan megcsökken, s a második óra végétől a hetedik óra végéig fokozatosan megy át a szendergésből az ébrenalvás, majd az ébredés állapotába. A sajátképeni mély, teljes pihenés ideje a mélyen alvónál tehát alig 1—2 órára terjed. A 190-ik ábra összefüggő vonala normális, ellenben pontozott görbéje ideges, munkában kimerült egyén alvását mutatja be. Ez utóbbinál, mint látjuk, az alvás mélysége egyáltalán meg sem közelíti a normális emberét, legnagyobb mélységét csak a harmadik óra folyamán éri el. Viszont reggel tájban kevésbbé ingadozó mint az éj folyamán és mélyebb is a normális emberénél. A vizsgálatok szépen magyarázzák a kimerült, ideges egyének állapotát, kik reggel felé alusznak el csak igazán, s e jobb alvásukból az érzékek ébredése által felköltve, törődöttnek, ki nem pihentnek érzik magukat, ámbár izomzatuk pihent, s érzékszerveik nem működtek az éjszaka folyamán.



190. ábra.

Ha a szellemi energiát túlságosan igénybe vesszük s nem engedünk magunknak idejekorán kellő pihenést, a fent említett viszonyoknál fogva, miként a kifáradás, úgy az álmosság érzése is a gyakori elhanyagolás folytán elvész, s beáll az álmatlanság kínos állapota.

A szellemi épség fennmaradása ilyképen azon kisebb és nagyobb szünetektől függ, melyeket az idegrendszernek a maga munkája közben erői pótlására nyujtunk. Miként már említettük, e szünetekre nézve abszolut mértéket felállítani nem lehet. Bizonyos, hogy, miként minden ép szerv, úgy a szellemi munkáé is a munka útján edzhető, s mintegy hozzánő feladataihoz. Bizonyos azonban az is, hogy ennek az edzésnek nagyon is megvannak a maga természetvonta határai, melyeken túl nem mehetünk.

Mindabból, amit a szellemi munkára nézve mondottunk, folyik, hogy szellemi energiánkat anyagi folyamatokhoz kötött, véges erőnek kell tekintenünk, mellyel, ha nem is kényeztetéssel, de gondos takarékossággal kell bánnunk. A túlságos takarékosság következményei is károsak: ha nem használjuk szellemi erőinket: nem áll be a gyakorlat; ha túlhosszú, túlgyakori szüneteket tartunk: elvész a már megszerzett lendület. Pedig minden igazi elmeműködés alapja

éppen a gyakorlat. Viszont, ha túlpazarok vagyunk, ha szellemi életünk tekintetében nem tiszteljük a természet törvényeit, vagyis ha a munkával járó szabad energiánkbeli veszteségünket nem pótoljuk idejekorán, ha hosszú időn át igénybe vesszük energiabeli tartalékainkat is, ezzel idegzetünket alapjában támadjuk meg s magunk készítjük elő az agyvelő kimerülését, az elme mulandó vagy végleges csődjét, s egyúttal állandóan hiányos idegenergiájú nemzedék keletkezését.

Maguk a vallások is felismerték energiánk ezen véges és pótlásra szoruló természetét. Midőn a modern állam bölcs belátással kötelezővé teszi a vasárnapi munkaszünetet, ezzel szankcionálja az ó-szövetség rendelkezését, melyet az magának a teremtő Istenségnek hasonló viselkedésével hoz oki kapcsolatba. »Hat napon munkálkodjál és minden dolgodat elvégezzed« — mondja bölcsen a tízparancsolat s hozzáteszi: »hetednapon semmi dolgot ne tégy, se te, se fiaid, se leányod, se szolgád, se semmiféle barmod, sem az idegen, aki közepetted vagyon«. Rendelkezésének megszegését pedig a maga könyörtelen szigorúságában halállal bünteti Mózes parancsolata, talán jelezni óhajtván vele a pusztulást, mely a természet pihenést parancsoló törvényének tiszteletben nem tartásából az emberiségre háramlik. Maguk a különböző vallások ünnepnapjai is bölcs pihentető állomások az emberi életnek örökös vásárjában.

Ma, midőn a vallások rendelkezései mellett az értelmiségünkből eredő törvények kezdenek érvényre jutni, ugyancsak szigorú törvényekkel kellene az államnak minden polgára részére megfelelő pihenést biztosítani. S minthogy itt első sorban a szellemi munkáról szólunk, törvényben kellene biztosítani minden ilyen munkás polgár részére a hetednapos pihenőn kívül a minden esztendőben való minimális kétszeri kéthetes, avagy egyszeri négyhetes pihenést. A nemzetek, az államok értelmi tőkéje nemcsak az állami tisztviselők munkaerejében rejlik, s a kellő pihenés lehetőségét mindenkinek, aki erejét állandóan megfeszítve fogyasztja, biztosítani kellene.

Egyelőre azonban önönmagunk feladata, a szellemi munka természetét felismerve, ezen megismerésből védelmünkre a megfelelő tapasztalatokat meríteni.

A »nyolc órai munka, nyolc órai szórakozás, nyolc órai alvás« jelszava, ha ma tán még nem is valósítható meg, nagy, általános érdekű elvet foglal magában, melynek részletei iránt csekély felfogásbeli eltérések lehetnek, melyért azonban mindannyiunknak érdemes küzdenünk.



Martin nyomán. Szenoik a Maláj-félszigetről.

AZ EMBER FAJI SAJÁTSÁGAI.

I. FAJI FEJLŐDÉSTAN.

Az emberi fajták kialakulása.

AZ EMBERI FAJTÁK kialakulása az embertan egyik legnehezebb, ezideig még nagyon kevéssé megközelített kérdése. A megfejtés elé gördülő nehézségek legnagyobbika az, hogy megállapodott, úgynevezett *állandó* fajtát hiába keresünk. Az emberi fajták folytonos átalakulásban, keverődésben vannak s az elegyedő fajtákon belül az illető fajták tiszta képviselői mellett mindenütt a korcsok, azaz a más fajtákkal való érintkezés következtében támadt keverék-egyének egész sorozatait találjuk.

A fajták kialakulása tekintetében első sorban a *természetes kialakulás* lehetőségét kell figyelembe vennünk s csak másodsorban azt a temérdek *külső behatást*, melyet a földrajzi és éghajlati tényezők okoztak.

Stratz, ki »Az ember természetrajza« című legújabb művében a fajták természetes kialakulását egészen új fényben mutatja be, az embernek testi tulajdonságait három csoportra osztja: *ősi*, *csökevényes* és *előrehaladó* tulajdonságokra.

Az *ősiek* szerinte azok, amelyek egysejtű lényből emberré alakulásunk során fejlődtek ki s mind a mai napig változatlanul tovább öröklődnek. Ilyenek például az emberi magzatnak méhenbelüli megerősítése, a végtagok kialakulása stb.

A második csoportba sorolt *csökevényes* tulajdonságok valamikor az előrehaladók közé tartoztak és felesleges voltuk következtében csökevényessé csak újabb előrehaladó tulajdonságok fellépte és hatalmas fejlődése következtében váltak. Ilyenek visszafejlődött fogazatunk és némely érzékszervünk.

Az *előrehaladó* tulajdonságok végül azok, amelyek az emberiség további fejlődését teszik lehetővé. Ilyeneket úgyszólván napról napra szerzünk, de legnagyobb részüket el is hagyjuk, anélkül hogy azokat teljesen a magunkévá tettük volna, s csak kisebb részük az, mely igazán mélyreható faji átalakulásokat idéz elő.

A fajták keletkezését Stratz úgy képzeli, hogy az »emberi« tulajdonságok megszerzése után az embernek csak egyetlenegy méltó ellenfele maradt, maga az ember; minthogy azonban a kiválogatás nagy törvénye, mely szerint mindenkor csak a legtehetségesebb boldogul, nemcsak az egyénre, hanem a »társult« ember kisebb-nagyobb csoportjaira is érvényes: a még felhasználható csökevényes és az előrehaladó tehetségek nagyobb mennyiségének tulajdonosai a gyengébbeket elébb-utóbb félrelökték, a könnyebb megélhetés forrásaitól elűzték, s továbbra is hatalmasan fejlődő külön *uralkodó fajtákként* váltak ki. Ennek következtében a gyengébbek akárhány töredéke teljesen kiveszett, vagy a fejlődésnek egy-egy korábbi fokán megállva, ma különálló, de pusztulásnak indult emberfajtaként szerepel.

A történelmi háttér kedvéért megemlítendőnek tartjuk, hogy az embertani tudomány bölcseleti korában, melyet a megfigyelés teljes hiján, tisztán spekulativ alapon, Jean-Jacques *Rousseau* indított meg, a fajták kialakulását nem az *előrehaladásból* és *megállásból*, hanem egyesegyedül *visszafejlődési* processzusokból akarták megfejteni. Ez a nézet a tényleges viszonyok megfigyelése után megdőlt, de megvolt az a haszna, hogy ráirányította a figyelmet azokra a fajtatöredékekre, melyek eredetileg tényleg magasabb fejlődési fokból alacsonyabb sorsra jutottak. Ilyenek főkép az u. n. *perem*-népek.

Ezek a perem-népek oly fajtatöredékek, melyek régebben jobb körülmények között valamely földség belsejében, termékeny vidéken éltek, honnan, miután a testi és lelki satnyulás minden kínját elszenvedték, végtére a kontinensnek terméketlen, szirtes, tán épen jeges vidékeire — a peremekre — szorultak. Példákul említjük az eszkimókat, a koi-koinokat vagy hottentottákat, a brit szigetek kelta maradékait stb.

A régi nézet szerint, melynek *Lombroso* volt legkiválóbb képviselője, az emberi fajták fejlődésének egyes állomásait a *gyermek*, a *nő* és a *férfi* fejlődési fokozatai jelölnék. A gyermek bimbó, a nő fejletlen férfi. A gyermek a legalacsonyabb, a nő a tökéletesebb, a férfi a legfejlettebb fajtákat képviseli. Az újabb kutatások fényében ez az elmélet is felszínesnek bizonyult. Különösen *Havelock Ellis* idevágó tanulmányainak az az eredménye, hogy a kifejlett nő a kifejlett férfinál nem alacsonyabb rangú, mert vele nem egyirányú, hanem elágazó fejlődésű; sőt akárhány tekintetben a férfinál sokkal előrehaladottabb tulajdonságokat mutat.

A fajták tehát a külbehatásoktól függetlenül keletkezhettek. Eredetüknek belső okai mellett azonban nyomban a keletkezés után a földrajzi és éghajlati külső tényezők a belsőkkel teljesen egyenlőrangúan szintén közreműködtek. Ez a felfogás, *Darwin* alkalmazkodási elméletével némi ellentétben, a társas embert nem mint tudatosan alkalmazkodót tünteti fel, hanem mint az akaratától függetlenül működő belső és külső széthúzó erők egyszerű

eredőjét. A fajták további kialakulására tehát mindenekelőtt szülőföldjük volt döntő behatással.

A régi *monogenetikus* felfogás szerint az ember-majom csak egyetlenegyszer, tehát egyetlenegy helyen alakult emberré; holott az *előrehaladó fajkeletkezés* tanúságtétele értelmében a fajták csak később válhattak ki, tehát valószinűleg már nem az ősfajta eredeti szülőhelyén, hanem különböző időben s más-más helyeken. E helyek összessége adja az emberiség lakóterületét, az *oikomené*-t, mely a fehér népek hagyománya szerint eredetileg csak a bibliai édenkertre terjedt ki, az évezredek folyamán azonban egyre növekedett, elannyira, hogy lakatlan területeket földünkön ma már alig találunk.

A fajták kialakulását illetőleg eddigelé csakis az európai fajtákról s ezeknél is kizárólag a *születés utáni faji fejlődési jellegek* tekintetében vannak bővebb ismereteink, míg a kezdetleges fajtákról e tekintetben nagyon keveset tudunk. Hogy e keveset is megérthessük, közbevetőleg az úgynevezett *visszaütésnek* (atavizmus) ezen a téren is fontos szerepéről kell szólanunk, amennyiben a felsorolandó faji fejlődési jellegek legtöbbje atavisztikus jelenségnek magyarázható. A visszaütés lényege, mint tudjuk, az, hogy valamely egyén vagy az egyének bizonyos csoportja minden kézzelfogható külső ok nélkül hirtelen oly testi vagy lelki állapotot tüntet fel, amilyenben jelenlegi állapotánál alacsonyabb fejlődési fokán élt, még pedig úgy lényi, mint törzsi fejlődése folyamán. A visszaütés legközönségesebb alakja pl., ha a gyermek nem szüleire, hanem nagyszüleire üt. Ennél nagyobb fokú visszaütés a sokemlőjüség (polymastia), midőn a férfi és a nő rendes páros emlőjén kívül fölös, rendszerint nem teljesen kifejlett második vagy harmadik pár emlő is fellép. Efféle visszaütés százával ismeretes. Osztályozásuk abból indul ki, hogy hová ütnek vissza, alacsonyabb emlősre, hüllőre, halra vagy még ennél is alacsonyabb rangú állatokra. A sokemlőjüség, a fölös számmal fellépő ujjak és lábujjak, nyak és ágyékcsigolyák, az ú. n. majomfül stb., pl. csak az alacsonyabb rangú emlősök jellegei. Ezek *Wiedersheim* szerint állati leszármazásunknak megdönthetlen bizonyítékai. A visszaütések természetéből azonban az is következik, hogy nem minden fajnál azonosak s nem is egyenlő gyakoriságúak; az anthropológiailag fejlettebb fajoknál ugyanis kevésbbé gyakoriak és kevésbbé mélyrehatóak, mint a fejlődés alacsonyabb fokán állóknál.

A világba lépő fehér gyermeknek egyik legfeltünőbb sajátsága bőrének sötét rózsaszíne, mely csak a második héttől kezdve fehéredik meg. A színes fajták újszülöttjei ugyancsak rózsaszínűek, csakhogy valamivel sötétebb árnyalatúak és végleges színükre szintén csak a későbbi fejlődés folyamán tesznek szert, még pedig a négerek egy év alatt, az arabok négy év alatt. A természettudományi gondolkodásmód fényében e jelenség lefolyása igen sokat mond; többek között azt, hogy az összes emberi fajták között a fehér a legrégibb, a színes fajták pedig egytől-egyig fiatalabbak, ami úgy értendő, hogy a fehér fajta még azután is fejlődött, amikor a színes fajták körülötte már régesrég elmaradoztak. Ezt a felfogást az idevágó egyéb megfigyelések egész sora is támogatja.

Néhány évvel ezelőtt *Baelz* hírneves német-japán orvos a japán újszülötteknél az ágyéktájon tojásnagyságú kékes-szürke foltokat figyelt meg, amelyekről azt vélte, hogy csak a sárga fajtánál fordulnak elő, amiért is mongolfoltoknak nevezte el azokat. Az Európa- és Amerikaszerte haladéktalanul megindult megfigyelések azonban máris bizonyítják, hogy a Baelz-féle mongolfoltok, melyeknek létezéséről ezelőtt nem tudtunk, a fehér s valamennyi színes újszülöttnél is megvannak, igaz, hogy aránytalanul kisebb százalékszámban.



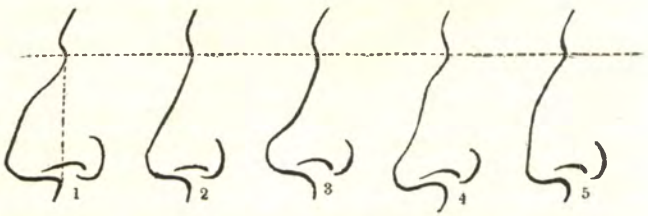
191. ábra. Európai és mongol ember szeme.

Pruner bég, az emberi *hajzat* legjobb ismerője, azt észlelte, hogy az újszülött néger gyermek hajszála még nem csavarosan kunkorodott, mint felnőtt korában, hanem hegye kivételével egyenes, szálas. Az európai szőke gyermek későbbi »utánsötétedése« a néger gyermeknél is tapasztalható, melynek hajzata a születés után barna és szintén csak később feketedik meg.

Ugyancsak a bőrrel összefüggésben említendő, hogy a fajták jellemző illata (szaga), melyet a verejtékmirigyek váladékai terjesztenek, csak a felnőtteknél érezhető. Az újszülött és a gyermek szaga az összes fajtáknál rendkívül gyenge, ami az előbbiből folyólag a verejtékmirigyek gyengébb működésére vezetendő vissza.

A szem szivárványhártyájának színe, mely a felnőtteknél a hajzat színével bizonyos összefüggésben (correlatio) van, az összes fajtabeli gyermekeknél — hasonlóan a hajzathoz — eleinte mindig kékes-szürke színű s csak a fejlődés folyamán szokott megvilágosodni vagy megbarnulni.

A szemen tapasztalható további jelenség, mely igazán fajmegállapító, a hasított vagy mongol szem, magyarán a kajlaszemüség, mely a teljesen felnőtt mongolfajtájú egyének elmaradhatatlan testi jellege. (191. ábra.) Fejlődéstanilag a szemhéj idétlen kifejlődésének magyarázzák. Ez a jelenség oda magyarázható, hogy a mongol fajta nem egyéb, mint a fejlődés bizonyos fokán megállott európai fehér ember, ami az újszülött bőrszínéből vont fenti következtetésünkkel is egyezik.



192. ábra. Az orr különböző alakjai. (Topinard után.) 1 sasorr, 2 egyenesorr, 3 piszeorr, 4 vércseorr, 5 szemitaorr.

Az embrionális állapotnak egy-egy fázisát tüntetik fel továbbá az orrnak némely alakjai, melyek egyes alakjai kisebb-nagyobb számban a fehér embernél is előfordulnak, azonban jobbára egy-egy fajtára jellemzők (192. ábra). Legkezdetlegesebb a lapos mongol orr, ezzel szemben legfejlettebb az egyenes orr, mely az európaiaknál gyakori.

Szintén fejlődési visszaütés, mely az egyes fajtáknál különböző arányszámban fordul elő, a föntebb is említett ú. n. majomfül, melynek hegyén kis

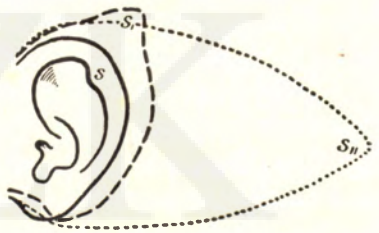
csücske látható, melyről már Darwin azt állította, hogy az állati fül hegyének maradéka.

Az ajkak és a fogazat fejlődése tekintetében sem teljesen egyformák az egyes fajták. Az ajak lehet duzzadt, közepes vagy keskeny kifejlődésű. Az ausztráliaiaknál több ízben negyedik, sőt ötödik zápfogra is akadtak. A négerek fogazatának sajátságos előrenyomulása (prognathia) szintén elég fontos.

Fajmegállapítás szempontjából lényegesek még a végtagok egyes részeinek arányai között tapasztalható különbségek. Igy pl. az alsó végtag u. n. lábikrája a kezdetlegesebb fajoknál a legtöbbször gyengén fejlett vagy egyáltalán nincs meg. Nem tagadható továbbá, habár az idevágó alapos egybehasonlító tanulmányoknak ezidőszerint még híján vagyunk, az újszülött lábának és ezen a nagyujjnak feltünő mozgékonysága, továbbá a csecsemőnek az a tulajdonsága, hogy az elébe tartott tárgyak megragadására kezét-lábát egyaránt használja. Ez a tulajdonság csak a legfejlettebb fajtáknál tűnik el teljesen, a kezdetlegesebb fajtáknál azonban többé-kevésbé mindvégig fennmarad.

Ezzel nagyjában rendre vettük az egyes fajtáknál eddigelé észlelt, de javarészt még csak ezután igazolandó fejlődésbeli faji eltéréseket, melyek összessége az egyes fajták különböző termetnagyságában, valamint azok szellemi képességeiben találja kifejezését.

Az átlagos termet ilyképen a legfontosabb fajmegállapító fejlődési jellegek egyike, sőt valamely kevert fajtájú lakosságnál akárhányszor magában véve is elég, hogy segítségével az azt alkotó fajtákat egymástól elkülönítsük.



193. ábra. Fülkagylók. *S* emberi; *SI* pávián; *SII* szarvasmarha.

Hogy a *termet* mily határok közt ingadozik, *Bollinger* következő összeállítása mutaja:

Különféle emberfajták átlagos termetnagysága centiméterekben:

Patagoniaiak	180·3	Észtek	164·0
Nyugati indiánok	177·0	Déli franciák	163·0
Keleti indiánok	173·0	Kínaiak	162·5
Lívek	173·6	Óbajorok	162·0
Angolok	172·7	Olaszok	162·0
Lettek	170·4	Malájok	157·0
Svédek	170·2	Lappok	152·4
Belgák	168·6	Akkák (afrikai törpe fajok)	140·0
Északnémetek	168·0	Busmánok (afrikai törpe fajok)	137·2
Ausztriai németek	167·0	Obongók (afrikai törpe fajok)	137·0

A test többi részeinek arányai közül különösen a végtagoknak a termethez való arányát kutatják, mindeddig kevés eredménnyel, mert az egyes fajtákon belül előforduló eltérések akárhány esetben sokkal nagyobbak mint azok, melyek a különböző fajták között észlelhetők.

Ugyancsak ide tartozik az egyes *fejlődési korszakok* tartamának változandósága, mely az egyes fajtákra szintén rendkívül jellemző.

Igy pl. a fiúnak ifjúvá serdülése, a leánynak hajadonná fejlődése az egyes fajtáknál más-más időben szokott bekövetkezni. Ezt az időpontot különösen a kezdetleges népek ismerik jól, mert náluk rendesen kisebb-nagyobb u. n. avató-ünnepséggel van egybekötve. Ebben a tekintetben az éghajlat, a táplálkozás s a nevelés is nagy behatással vannak, de valamennyiöknél erősebb befolyása van magának a fajnak. Hazánkban pl. egyenlő külső körülmények között a szerb lányok 13—14, a zsidó lányok 14—15, a magyar lányok 15—16, a tót lányok pedig csak átlag 16—17 éves korukban válnak nagy leányokká.

Faji jelleg az egy-egy családban előforduló gyermekek átlagos száma is.

Végül az átlagban elérhető életkor tekintetében is lényeges faji különbségeket találunk. A halál sem egyformán arat. A testi szervezet, az életmód s a táplálkozás mellett ebben a tekintetben is a legnagyobb szerep mindenesetre a fajtának jut. A művelt fajták átlagos életkora is erősen változik, de mindig sokkal magasabb mint a kezdetleges népeké. Akárhány néger népnél az aggkor a meghaladott 30—35 évvel kezdődik s 50 éves férfiú már a legnagyobb ritkaságok közé számít.

II. FAJI TESTTAN.

1. Faji jellegek.

Faji jellegeknek — miként az a megelőző szakaszból is kitünt — azokat nevezzük, melyeket az emberiség bizonyos csoportja, egy-egy fajtája, őseitől átörökölt, hogy azokat, mint az élet küzdelmeiben évezredek folyamán kipróbáltakat, lehetőleg változatlanul továbbörökítse. A faji tulajdonságok elveszését az átöröklés törvénye csak akkor engedi meg, ha értök cserébe újabb, a veszendőnél előnyösebb testi vagy lelki tulajdonságra tehetünk szert.

Ebből folyólag az imént fölsorolt faji fejlődéstani tulajdonságok és az itt felemlítendő faji jellegek között csak lényegtelen és nem mindig határozottan körülvonalozható különbség állapítható meg. Az előbbiek az egyes emberen ritmikus egymásutánban észlelhetők, az utóbbiak pedig az illető fajt egy folyamban, születésétől kimulásáig, kisérik. Topinard ezeket az állandó faji jellegeket, megkülönböztetésül az előbbiektől, melyeket legnagyobb részt csak emberré lételünk után szereztünk, *állati jellegeknek* nevezi és a maga részéről első sorban a *csonttani* jellegeket tartja ilyeneknek. Manapság az állandó faji jellegek kutatását az emberi szervezet minden egyes részére terjesztik ki, amire különösen a fajok állandóságáról szóló elméletnek térfoglalása szolgáltatta az alkalmat.

Mielőtt ehelyt a faji jellegek legfontosabbjainak felsorolásába fognánk, röviden arra kell rámutatnunk, hogy majd minden egyes fajtán belül látszólag *két alfajta* különböztethető meg, melyek azonban a legtöbbször csak egy és ugyanazon fajtának természeti és kulturális alakjai. Sőt ismerünk olyan fajtákat is, amelyeknek természetes típusú tagjait az életért való fokozott küzdelem már többé-kevésbbé felemésztette. Ilyen pl. az európai zsidóság. Külön természeti és kulturális alfajtákat különösen az egyes művelt fajtákon belül

találunk. Az angol parasztasszony és az előkelő lady között a különbség épakkora, mint a magyar parasztasszony és a magyar delnő, avagy a szatszuma típusú japán cselédleány és a kosiu típusú gésa között. Hasonló jelenségeket az állattenyésztők is ismernek. A kultúrtípusnak sajátos ismertető jelei is vannak. Ilyen pl. az úgynevezett sasorr, mely épp ezért a világ összes fajtái között fellelhető, még az újguineai pápuáknál is, kiknél az első utazók tájékozatlanságukban szémita keveredést gyanítottak.

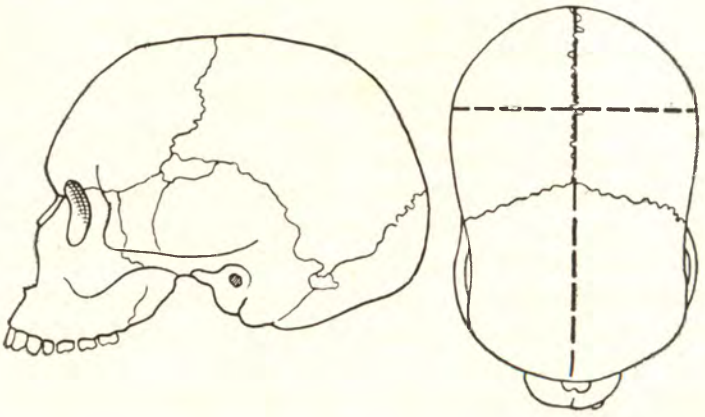
A fajták állandó jellegei közül a termettel, mint fejlődési jelenséggel már föntebb foglalkoztunk. A bőrszínre vonatkozólag azonban, noha föntebb ezt a kérdést is érintettük, még meg kell jegyeznünk, hogy a fehér és színes felnőtt emberek között ebben a tekintetben az eltérések tulajdonképen lényegtelenek. Igy feltünő, hogy valamennyi faj bőre a mikroszkópi vizsgálatnál azonos szerkezetet mutat és az emberi fajták színárnyalatai tulajdonképen úgy keletkeznek, hogy a bőrnek felülről számított harmadik rétegébe, az úgynevezett Malpighi-féle rétegbe egyazon barnaszínű szemcsés festéknek szemei hol gyérebben, hol sűrűbben rakódnak le. Érdekes útmutatást szolgáltattak ebben az irányban azok a kisérletek, melyeknél a fehér ember egy-egy bőrdarabját színes, legtöbbször néger testére plántálták át s megfordítva, azzal az eredménnyel, hogy a fehér bőr a fekete testen csakhamar megfeketedett, a néger fekete bőre pedig meghalványodott.

A különböző bőrszínek keletkezését megmagyarázni mindeddig nem sikerült. Tisztán a földrajzi tényezők (forró éghajlat) az emberi bőr színeződéseit aligha idézhették elő. A búrok népe délafrikai hazáját már századok óta lakja, azért csak olyan rózsás arcúak, mint ma is Hollandia napsütötte térségein lakó véreik. A fehér ember arcbőre szintén a legváltozatosabb színárnyalatokat mutatja. A sárgás bőrű alföldi magyar, a barna talián és a rózsásfehér svéd között a fehér bőr tekintetében is meglehetősen nagy különbségekre bukkanunk. A bőrszínek közül a legfontosabb: az úgynevezett fehér, a sárga, barna és fekete bőrszín. Az indiánok régebben rézvörösnek mondott bőre tulajdonkép a barna színek különös árnyalatait mutatja. A rézvörös elnevezés különben arra vezethető vissza, hogy az északamerikai indiánok harcba indulásuk előtt vasrozsda festékkel vörös színűre mázolták be testüket.

Ismeretesek egyébként azok a különös emberek, kiknél a bőr festőanyaga néha majdnem teljesen hiányzik. Az ilyen embereknek, ha fehérek *albinó*, ha színesek, *kakerlak* a nevük. Ezek minden fajnál fellelhetők, de úgy látszik, mintha némely polinéziai és afrikai fajtánál a rendesnél sokkal nagyobb számban volnának meg. A festékanyag hiánya náluk nemcsak a bőrre, hanem a szőrzetre és a szem szivárványhártyájára is kiterjed. Ép azért fehér hajúak és minthogy a festéktelen szivárványhártya mögül a vérdús érhártya kilátszik, vörösszeműek. Természetes, hogy az albinó a fény behatására nagyon érzékeny s szemét nappal többnyire zárva tartja.

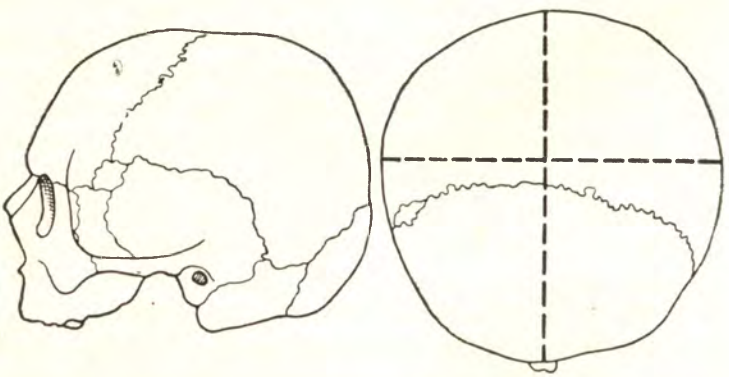
A bőrszín, hajszín és a szem szivárványhártyájának színe máskülönben is szorosan egybefügg (correlatio), amennyiben a világos bőrszín rendesen világos hajszínnel és világos szemszínekkel (kék, szürke), a sötét bőrszín viszont sötét haj- és szemszínnel jár együtt (színkomplexiók).

Az a törekvés, mely az emberi fajták valamennyi jegyének egybevetésén alapuló s egyúttal az egyes fajták közötti rokonságot is mutató *természetes rendszer* felállítását célozza, Broca francia tudóst és tanítványait a termet és a színkomplexiók rendkívül ingatag talajáról idejekorán az ezeknél sokkalta állandóbbnak ismert *csonttani* alkat megvizsgálására vezette. Különösen a *koponya*, mint az emberi agyvelő rendkívül szövevényes alkatú tartója, volt az a testrész, mely az idevaló kutatást jó néhány évtizeden végig teljesen lekötötte. A fajta-koponyák, azaz a bizonyos fajtákra állandóan jellemző koponyák tanulmányozása céljából új, »exakt« módszert kerestek s ezt *Retzius* óta a *koponyamérésben* (kraniometria) találták meg. Ennek a segédtudománynak az a törekvése, hogy a koponyán észlelhető boncolótani alkotóelemek mértani viszonyainak meghatározása útján állapítsa meg a faji jellegeket. Később ugyanezt a módszert az egész élő testre is alkalmazták. (Emberméréstan — anthropometria.)



194. ábra. Hosszúfejű (dolichokephal) koponya. (Huxley nyomán.)

A kraniometria első eredményeit szintén Retziusnak köszönhetjük, ki midőn az agyvelőkoponya legnagyobb hosszanti átmérőjét a koponya legnagyobb szélességével arányba állította, más szóval kiszámította, hogy a fej legnagyobb szélessége a fej legnagyobb hosszúságának hány százalékát teszi ki s a nyert arányszámot, illetve százalékszámot, az úgynevezett *fejjelzőt*, végigelemezte, azt tapasztalta, hogy a koponyák általában két osztályba sorozhatók. Ez a két osztály a *hosszú* és a *kerek koponyák* osztálya. (Dolichokephal és brachykephal koponyák. 194. és 195. ábra.) Retzius azt is tapasztalta, hogy az ő szűkebb hazájában, Svédországban, a hosszú koponyák a hódító germánokra jellegzetesek, a kerek koponyák pedig a skandináv föld lapp vérű őslakosságára.



195. ábra. Kerekfejű (brachykephal) koponya. (Huxley nyomán.)

A hosszúfejűség és kerekfejűség határait, melyek közé *Broca* később még a *középfejűeket* (mesatikephalokat) illesztette be, többszörös ingadozás után a frankfurti nemzetközi egyezmény következőleg állapítja meg:

dolichokephal	75·00 és ezen aluli	jelzőszámmal
subdolichokephal	75·01—74·33	
mesatikephal	77·78—80·00	
subbrachykephal	80·01—83·33	
brachykephal	83·34 és ezen felüli	

Némelyek még hyperdolichokephal és hyper- sőt ultrabrachykephal fokozatot is különböztetnek meg.

Retzius és közvetlen követői immáron azt vélték, hogy a koponyaalakoknak ezzel a felosztásával egyszer és mindenkorra megtalálták a fajok osztályozásának természetes kulcsát. Ám a későbbi kutatások eredményei ezt a hitet korántsem igazolták. Kiderült ugyanis, hogy miként ezt *Ranke-Heilborn* ideiktatott táblázata mutatja, a koponyának három főalakja a legkülönbözőbb fajták sajátsága. A tisztavérű svéd vagy angol ember hosszú koponyáján a néger jóval túlteszen. Ezek pedig sehogysem tüntethetők fel egyfajtájuaknak. A fejjelzőnek és ezzel együtt a fejmérés és a testmérés eredményszámainak mindazonáltal megmaradt az a jelentőségük, hogy a test szemmelláthatő (anthroposkopikus) jellegeivel egyetemben, miként Svédországban láttuk, az egymással elkeveredött különböző embertani fajták szétválasztását (elemzését) egyáltalán lehetővé tették.

Ranke-Heilborn táblázata kivonatosan a következő:

A megmért koponyák száma	A nép, illetőleg fajta megnevezése	A hosszúfejűek száma %-ban	A középfejűek száma %-ban	A kerekfejűek száma %-ban
	I. Európa.			
607	Németek	16	41	43
—	Északnémetek (Virchow szerint)	18	51	31
100	Középnémetek	25	29	46
1000	Délnémetek (óbajor)	1	16	83
100	Tiroliak	—	10	90
95	Szlávok	3	25	72
—	Franciák (Auvergnei, Topinard szerint)	5	7	88
86	Lappok	—	28	72
88	Finnek	6	30	64
	II. Ázsia.			
58.	Kínaiak	12	54	34
75	Észak- és középázsiai mongolok	6	27	67
	III. Amerika.			
917	Északamerikai indiánok	17	43	40
248	Közép- és délamerikai indiánok	18	31	51
127	Eszkimók	86	9	5

A megmért koponyák száma	A nép, illetőleg fajta megnevezése	A hosszú-fejűek száma	A közép-fejűek száma	A kerek-fejűek száma
	IV. Ausztrália és Oceánia.			
88	Ausztráliai	89	11	—
167	Melanéziai	81	18	1
98	Mikronéziai	56	39	5
149	Polynéziai	63	23	14
	V. Afrika.			
—	Négerek (Topinard szerint)	56	38	6

A koponyatest azonban három irányban terjed ki, tehát csakis mind-három dimenziójának ismerete esetén jellemezhető. E célból a német *Virchow* a koponya magasságát, valamint e magasságnak a fej hosszúságával alkotott arányszámát megállapítván, az így nyert magassági jelző alapján a koponyákat következőleg osztja fel:

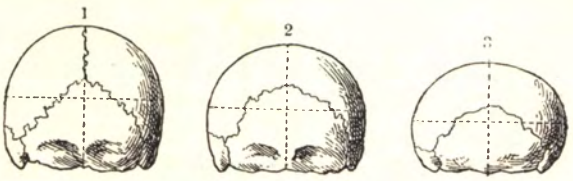
magasfejűek (hypsikephalok) 75·01 és azon felüli;
középfejűek (orthokephalok) 70·01—75·00;
laposfejűek (chamaekephalok) 70·00 és azon alul jelzőszámmal (196. ábra).

Az *arcváz*, azaz az orrtőtől az állkapocs csúcsáig leérő csontrendszer megfelelő viszonyainak tanulmányozását *Kollmann* és *Quatrefages* végezték. Beosztásuk ez:

Keskenyarcúak (Kollmann szerint leptoprosopok, Quatrefages szerint dolichopsok) 90·00 és azon alul maradó jelzőszámmal.

Szélesarcúak (Kollmann szerint chamaeprosopok, Quatrefages szerint brachiopsok) 90·01 és azon felüli jelzőszámmal.

Broca és Topinard és az ő iskolájuk, melyhez *Török* Aurél magyar antropológus is számítandó, hasonló módon dolgozták fel az arcváz majd minden részét. A szemüregnél az alacsony, közepes és magas, az orrnál a keskeny, középszéles és széles, a szájpadlás tekintetében pedig szintén a keskeny, középszéles és széles alakokat különböztetik meg.

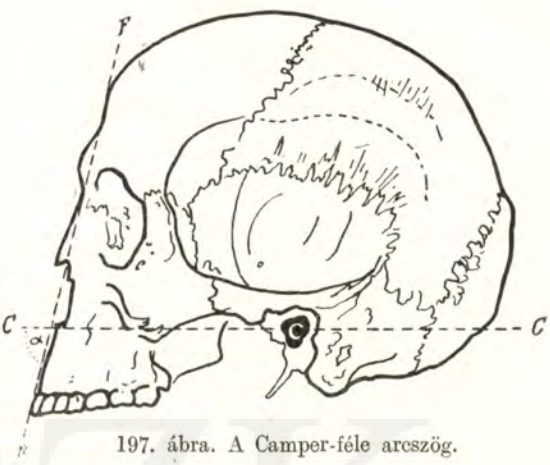


196. ábra. 1 Magasfejű (hypsikephal), 2 középfejű (orthokephal), 3 laposfejű (chamaekephal) koponyák. (Virchow szerint.)

Régebbi észlelet az is, hogy az arckoponyák faji jellegének kifejtésére egynémely szög is alkalmas. Ezek között csak egyet említünk, azt, amelyet *Camper* állapított meg, s melyet *Jacquart* és *Cloquet* megjavítottak, ez az úgynevezett arc-, jobban mondva arcélszög. Camper szögének szárául azt a horizontálist vette, mely a fülnyilás közepétől az orrtövishez húzható, továbbá az úgynevezett arcvonalat, mely az anatómiai tarhelytől a felső középső metszőfog fogmedrének széléig terjed. Ez a szög a fehér fajtáknál a derék-

szöghöz tényleg sokkal közelebb áll mint a színes fajtáknál. Emezek *egyenes arcúak* (orthognath), amazok *ferde arcúak* (prognath) (197. ábra).

A mérések segélyével nyert jellegeken kívül a koponyán régebben a majomszerűeknek (pithekoid) vélt jellegeket szokták megfigyelni. Ilyenek pl. a *keskeny homlokszélesség* és az *inka-csont*, azaz a nyakszirtcsontnak az a nagy ékelt csontja, melyet Virchow először, még pedig félig-meddig állandóan a perui sírokból került koponyákon, figyelt meg (innen a neve is), és mely, mint azóta kiderült, csekélyebb százalékszámban bármely fajta koponyáin is előfordul (198. ábra); a *japán-csont*, mely az előbbihez hasonlóan a járomcsont ébrényi harántos varrása nyitvamaradásának köszöni létét, s melyről szintén azt hitték, hogy csak japán koponyán fordul elő. Ilyenek továbbá a nyakszirtdudor, a lappokra jellemző szájpadlásdudor, a fogak szétállása stb.



197. ábra. A Camper-féle arcszög.

Ugyancsak abból a célból, hogy azt faji jellegül lehessen felhasználni, a *koponya ürtartalmának* meghatározásával eléggé behatóan foglalkoztak s tagadhatatlan, hogy a szellemi fejlettség nemcsak az állatoknál van egyenes arányban az illető állatfaj koponyájának tartalmával, hanem az emberi fajtáknál is. Megjegyzendő, hogy a nő agyvelejének mennyisége, tehát súlya is, nemkülönben a női test átlagsúlya is, a férfiakénál átlagban mindenkor kisebb. Természetes, hogy az egyes ember szellemi képességének megitélésére sem a koponya ürtartalma, sem az agyvelő súlya egymagában nem elég, amennyiben az agyvelő mennyisége mellett az agy szervezetének tökéletessége is tekintetbe veendő. A koponya további vizsgálata folyamán a koponyát felülső, hátulsó, alsó, elülső és két oldalsó nézetében (úgynevezett normákban vagy keretekben) a lehető legalaposabban megvizsgálják. Sőt akadt búvár, aki a koponyákat a hátsó nézetben látható körvonalak szerint osztályozza *(Sergi)*, még pedig gyakorlatilag elég sikerrel. Főbb kategóriái az *elliptikus*, a *tojásdad*, az *ötszögű fej* stb.


198. ábra.
Inka-csont perui koponyán.

Az arckoponya különálló részét, az állkapcsot is behatóan vizsgálták, különösen mióta kiderült, hogy az alsóbb s különösen a kihalt fajták állkapcsai az állati tipus felé hajlanak.

A koponya tanulmányozásáról végre áttértek a csontváz többi részének beható vizsgálatára és az egyes csontok nagyságbeli arányainak megálla-

pítására. A legnagyobb érdem ezen a téren *Klaatsché*, ki ebben az irányban folytatott hosszas munkája eredményeként az emberi csontvázon megfigyelhető jellegeket három csoportba osztja. Olyanokra melyek az emberré levés előtti korszakból valók; olyanokra, amelyekre az emberré levés folyamán tettünk szert, s végül azokra, amelyeket már mint emberek szereztünk. A testtanilag kezdetleges fajtáknál, úgyszintén az összes fajták embrióinál, a két első csoportba tartozó jelleg, a magasabb fajtáknál a harmadik csoportba való a túlnyomó. Klaatsch idetartozónak veszi az ősemlősök kézszerű fogódzó lábát, amelyen az öreg lábujj, csak úgy mint a kézen a hüvelyk, minden egyes lábujjal szembeállítható. Tényleg az ausztráliaiak és a délamerikai indiánok több törzse ma is az öreg- és a második lábujj között viszi nyilát, sőt íjját is ezzel ajozza. A fogódzó láb tehát egyúttal emlék abból a korból, amikor az ember is főkép a fákon tanyázott (l. melléklet), amint ezt fogazatunk is megdönthetetlenül bizonyítja. Ide tartozik továbbá az a jelenség, hogy a gerincoszlop ágyékgörbülése az alacsonyabb fajtáknál sokkalta kevésbbé kidomborodó, a keresztcsont sokkal keskenyebb, a végtagok pedig azt a típust közelítik meg, amelyet mi európaiak csak az újszülötteken látunk.

Klaatsch minden tekintetben modern eredményei, melyek a kihalt fajtákról is bő felvilágosítást szolgáltattak, az emberről szóló ismereteinket nagyban előmozdították. A csontvázon kívül körülbelül 25—30 év óta az *eleven emberi testet* is mind többen vizsgálják. Volt idő, midőn alig néhány testrész arányainak megméréséről azonnal új fajták létezésére és azok mineműségére következtettek. Ma már ezen rég túl vagyunk s a mérési adatoknak csak annyi fajmegállapító jelleget tulajdonítunk, amennyit bármely másik úgynevezett leíró jellegnek, mint pl. a bőrszínnek, hajszínnek, szemszínnek, csecsalaknak stb.

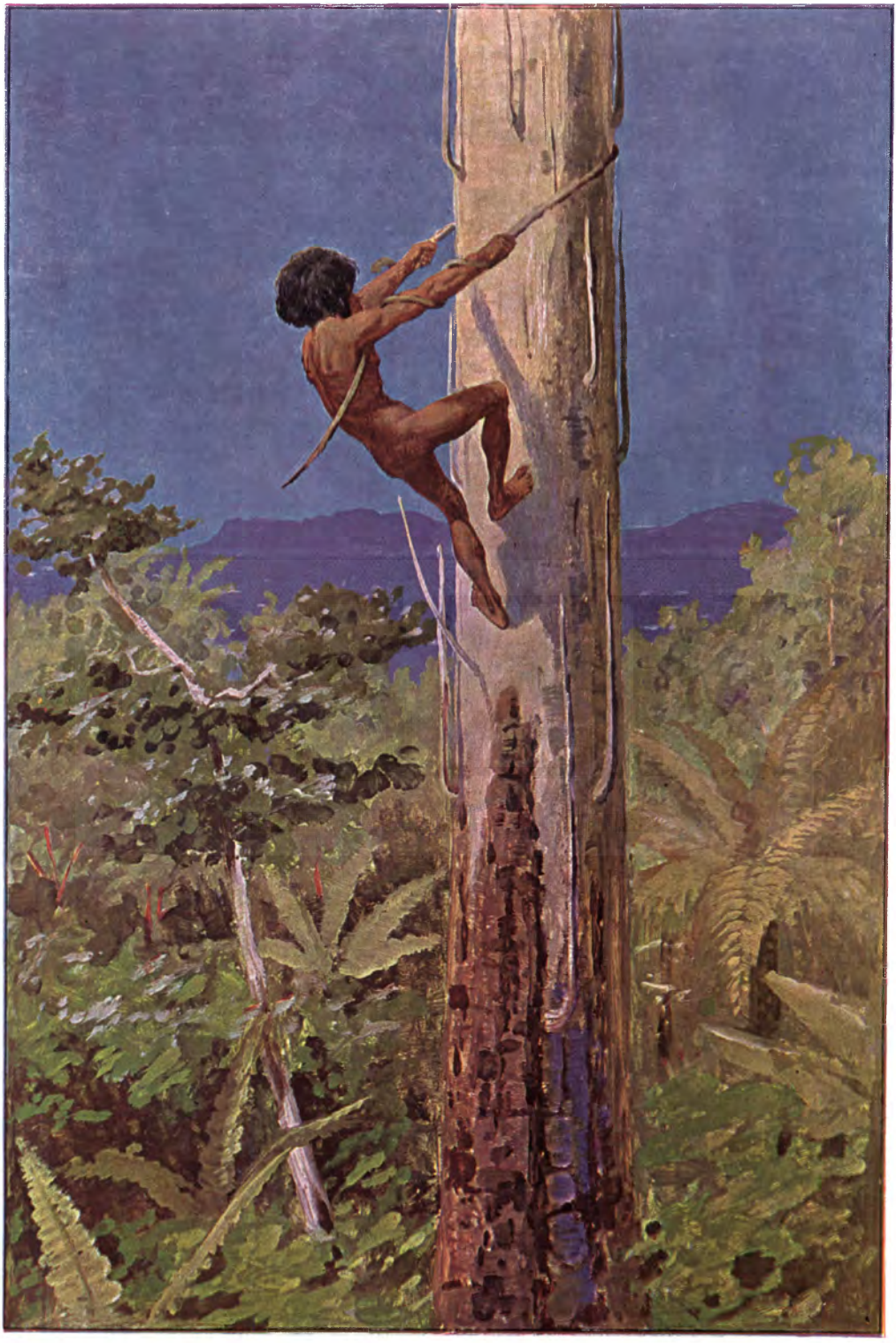
A megelőzőkben a fajták jellegeinek felsorolása alkalmával mindig a férfin, mint a fajták képviselőin, észlelt állapotokról és jelenségekről volt szó, noha a faji jellegek jó részét csak a nőknél és gyermekeknél találjuk meg, amit az újabb kutatók azzal magyaráznak, hogy a teljesen kifejlett nő majd minden egyes fajtán belül további fejlődésre képtelen, végső állapotot jelezne, amit főleg az a tény bizonyít, hogy a női jellegek a föld összes fajtáinál feltünően azonosak.

* * *

A test faji jellegeinek vázolását imígyen befejezve, felmerül az a kérdés, nincsenek-e faji jellegek az úgynevezett *szellemi* jelenségek térségein belül is? A felelet az, hogy igenis vannak. Hiszen a kultúrák különbözősége is jórészt az illető fajta szellemi különbözőségének a következménye. Az európai árja kultúra más mint a kínai, mongol művelődés; ez ismét eléggé jellemzetesen különbözik a melániziaitól, olyannyira, hogy csak nagy elméjű tudósoknak sikerült az összes kultúrákban közös emberi kultúrvonásokat felismerniök.

Itt van a helye annak a kérdésnek, vajjon a legmagasabb kultúra befogadására, illetőleg kifejtésére valamennyi fajta képes-e? A felelet egészen napjainkig az volt, hogy nem. »Barna agyvelő sohasem ébredhet szőke gondo-


OSZK
Országos Széchényi Könyvtár



Az Athenaeum r.-t. nyomása.

AUSZTRÁLIAI ŐSLAKÓ FÁRA MÁSZIK.

Kranz V. festménye után.

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

latra«, volt a jelszó, mellyel a többnyire germán vérű csatázók azt akarták kifejezni, hogy a kultúráért mint olyanért lángoló északi fajjal a tulajdonkép sokkal reálisabban gondolkodó, amellett művészvérű barna déli népek nem állhatnak sorompóba, vagy csak annyiban, amennyiben köztük is egyes felszívatlan szőke elemek működnek, amint azt akárhány esetben kimutatni vélték. Ezt a szellemi »pangermanizmust« akkor érte az első vereség, amidőn a babilóniai régészeti ásatások során kitűnt, hogy a Mezopotámiában virágzott ősi szémita kultura e föld őslakossága, a sumir-akkád nép örökségeképen szállott a bevándorlott szémitákra. Pedig az ősnép nyelve, mint az ékírás megfejtése után most már bárki meggyőződhetik, határozottan az ural-altáji nyelvek jellegét tünteti fel, sőt valószinű, — mint az ásatások között lelt arcszobrok is mutatják — hogy ez a nép vére szerint szintén az eladdig magasabb kulturára képtelennek tartott ural-altáji fajtához tartozott.

Újabb döntő csapást az orosz-japán háború mért e tanítások hirdetőire. Korántsem felejtjük, hogy Japán 45 milliónyi lakosságából ma mindössze legfeljebb 3% mondható európai műveltségünek, de viszont be kell vallanunk, hogy ez a 3% a kulturális világfelfogás és erőkifejtés terén bármelyik európai nemzettel kiállja a versenyt.

Amerika egyes államainak képviselőházaiban és szenátusaiban egyébként a néger vérű férfiak is elég szép számmal foglalnak helyet.

Ezzel kapcsolatban megemlíthetjük, hogy eléggé kidomborodó faji jellegnek tekinthető az a *gyorsaság* is, amellyel az egyes fajok a műveltséget magukévá teszik. A gót és longobárd s nemkülönben egyes hún vitézek a római császárok udvarában műveltség dolgában csakhamar elsőrangú helyre vergődtek; az ausztráliai és néger gyermekek, kiket fehér fajtájúakkal együtt iskoláztattak, eleinte ez utóbbiakat messze túlszárnyalják, de azután — legalább az első ivadékon — csakhamar megállapodnak, a kultúra önálló fejlesztésére pedig teljesen képteleneknek bizonyulnak. Ez ugyan a szumir-akkádokról és japánokról mondottaknak némileg ellentmondani látszik. De csak látszik, mert ezt a részleges kulturális képtelenséget csak az első ivadékon figyelték meg, más kísérletekből pedig kitűnt, hogy ebben a tekintetben 2—3 ivadék századok, sőt évezredek hátramaradásán is játszva győzedelmeskedik.

2. Az emberfajták osztályozása.

Valahányszor az áttekinthetőség megkönnyítése céljából a természeti lények egyik-másik csoportját osztályozni igyekszünk, mindannyiszor az a törekvésünk, hogy az osztályozás eredménye egyszersmind az illető lények között fennálló közelebbi vagy távolabbi rokonságot is kifejezze. Azt az ideális »felosztás«-t (tudományos műnyelven »rendszer«-t), mely ezt a célt megvalósítja, *természetes rendszernek* mondjuk, helyesebben csak mondanók, mert ily tökéletes rendszert eddigelé a természet egyetlen egy osztályában, sőt az egyes alosztályokon belül sem sikerült megállapítani.

A természetes rendszerrel szemben azokat az idevágó kísérleteket, melyek a felosztás alapjául *egyetlenegy* jellegre támaszkodnak, pl. az emberfajtákat a

hajszín, fejalkat, nyelv, kultúra stb. szerint osztályozzák, *mesterséges* rendszereknek mondjuk. Az áttekintést ezek is megkönnyítik, az egyes tagok közötti rokonságot azonban nem mutatják, mert ez az összes vagy legalább is számos testtani jelleg hasonlóságán alapszik.

A következőkben a történeti fejlődés folyamán keletkezett legfőbb mesterséges, természetes és természetes-történeti rendszerek rövid áttekintését adjuk.

Mesterséges rendszerek.

Az emberiségnek fajtákra való felosztása majdnem oly ősi, mint maga az emberiség. A legrégibb, amelyről tudomásunk van, I. Meneptah egiptomi király korából (XVII. sz. Kr. e.) maradt reánk, még pedig hieroglifikus falfestményen, mely négy emberfajtát ábrázol: az egiptomi vörösbőrűt, a fekete négert, a sárgabőrű szémitát és a rózsásbőrű fehéret. Ezek elég jól megtartott színes képei kitünően demonstrálják, hogy e fajtáknak mai képviselői az azóta lefolyt 3600 év alatt, testileg legalább, teljesen ugyanazok maradtak.

A bibliai felosztást, mely szerint a három főbb emberfajta: a fehér, a sárga és a fekete Noé három fiától, Jafet, Szem és Kámtól származik, csak azért említjük fel, mert történeti nevelésünk folytán a közbeszédben a jafetita, szemita és kámita szókat még eléggé gyakran alkalmazzuk.

A görögöknél és rómaiaknál különösen Aristoteles, a természettudományok atyja, és az idősb Plinius próbálkoztak meg az emberiség fölosztásával, illetőleg egyes embercsoportok jellemzésével.

A középkoron végig ebben az irányban újabb kísérlettel nem találkozunk.

Az első, aki ezzel a kérdéssel szemben tudatosan lép fel, a természetrajz atyja, *Linné Károly*, ki ennek folytán az embertani tudományok történetében is méltó helyet foglal. Linné rendszere nagyjában az egyes fajták *földrajzi eloszlásán* alapszik, ami már magában véve eléggé érdekes jelenség, ha megfontoljuk, hogy életének főmunkája, azaz növénytani rendszere során, mindenkor szorosan alaktani (morphologiai) alapon állott. Az egyes fajtákat jellemző leírások révén azonban kitűnik, hogy Linné tulajdonképpen szintén a bőr- és szemszín szerint osztályozta az embereket.

Linné az emberiséget rövid jellemzéssel a következőleg osztja fel:

I. A bölcs ember (Homo sapiens).

1. A napi ember (Homo diurnus). Műveltség és lakóhely szerint négy alfajra oszlik.

a) Az amerikai (Homo americanus) vöröses bőrű, nyálkás vérmérsékletű, fölegyenesedő tartású. Fekete, szálas, vastag hajzatú, orrlyukai tágak, arca szeplős, álla majdnem szakáltalan. Nyakas, megelégedett, szabad természetű, teste labirintikus vonalakkal van befestve; szokásokkal kormányozzák.

b) Az európai (Homo europaeus). Fehér, vérmes, húsos; sárgás, fürtös hajzatú, kék szemű. Mozgékony, éleseszű, találékony, ruházata testhez símuló; törvényekkel kormányozzák.

A lelki életre és az ebből folyó kulturális térre is átnyúló, egyébként gyermeteg jellemzéseit elhagyván, rendszerének további vázlata:

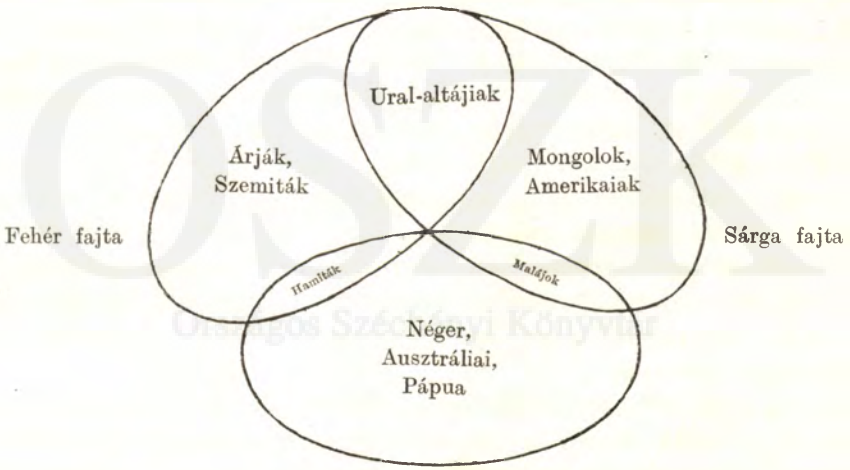
c) Az ázsiai (Homo asiaticus).

d) Az afrikai (Homo afer).

2. A torzszülött ember (Homo monstruosus). Ehhez az alosztályhoz számítja az alpesi lakosságot, valószínüleg az ott nagy számban előforduló hülyék, (cretin) miatt, továbbá a tűzföldieket, hottentottákat és kínaiakat.

II. Vad ember (Homo ferus). Ide sorolja a többivel szemben a mikrokephalokat (szószerint kicsinyfejűeket), mely fogalom alatt valamely ismeretlen vadnépet érthetett, mert nem hihető, hogy ebbe azokat a minden fajta kebelén belül nagy ritkán észlelhető beteg embereket sorolta volna, kiknél az alapi koponyacsontok idő előtt való gyors összenövése a koponyát a növekedésben meggátolja.

A mesterséges rendszerek során a második *Cuvier* rendszere, ki a bibliai felosztást követve, három főfajtát vett föl: a fehéret, a sárgát és a feketét, amelyekből keveredés folyamán három alfajta keletkezett. Rendszerét így szokták szemléltetni:



Fekete fajta.

Cuvier rendszerét később több ízben fejlesztették. Első ízben Broca és Topinard francia, másodízben Quatrefages belga anthropologus, sőt ha úgy vesszük, Stratz rendszere, melyet ebben a fejezetben nagyjában mi is elfogadunk, szintén csak Cuvier rendszerének fejleménye. Természetes, hogy a rendszer modern fejlesztői a régebben elhanyagolt anthropologiai jellegekre is tekintettel voltak s a természetes rendszer megközelítésére törekedtek. *Topinard* pl. a következő testtani jellegeket vette figyelembe: orrjelző, hajzat, fejjelző, szín, termet s e jelek szerint a *fehér fajtát* anglo-skandinávokra vagy kymerekre, finnekre, középtengeriekre, szémitákra, egiptomiakra, lappokra, ligurokra és keltoszlávokra osztotta fel. A *sárga fajtát* szerinte a következő alfajták teszik: eszkimók, tehuelek, polineziaiak, amerikai vörösbőrűek, guaranik és peruiak. A *fekete fajtát* végül az amerikaiak, busmanok, melanéziaiak, afrikai négerek, tazmánok és negritók teszik ki. Az alfajtákat Topinard típusoknak nevezi.

Quatrefages rendszere számos kicsinységtől eltekintve az előbbitől főleg abban különbözik, hogy az amerikaiakat és oceániaiakat külön főcsoportnak vette.

A fölsorolt mesterséges rendszerek főleg a bőrszín szerint osztályozták az embert. Az osztályozók másik csoportja a koponyára, illetőleg a koponya alkotására alapította rendszerét.

Első köztük *Retzius* Anders stockholmi tudós volt, ki a koponyákat hosszú- és kerekfejűekre, egyenes és ferde állkapcsúakra osztja. Az egyenes és ferde állkapcsot egyszersmind az illető faj szellemi tehetségeinek mértékéül veszi.

Fölosztása a következő: I. 1. Egyenes állkapcsú hosszúfejűek. Ilyenek: a germánok (norvégek, normannok, svédek, dánok, hollandok, flamandok, angolszászok, német frankok); kelták (skótok, irek, angolok, vallonok, gallok), rómaiak, görögök és származékaik; hinduk, perzsák, arabok, zsidók.

2. Egyenes állkapcsú kerekfejűek: az európai ugorok (szamojédek, lappok, vogulok, osztjákok, cseremizek, mordvák, csuvasok, magyarok, finnek); európai törökök; szlávok (csehek, vendek, tótok, morlákok, horvátok, szerbek, lengyelek, oroszok, újgörögök); lettek; albánok; etruszkok, raetiaiak, baszkok.

II. 1. Ferde állkapcsú hosszúfejűek: az összes afrikai törzsek, a tunguzok, kínaiak, ausztráliaiak, eszkimók, az amerikai törzsek egyik része.

2. Ferde állkapcsú kerekfejűek: az ázsiai magyarok és törökök, cserkeszek, turkománok; afghánok, tatárok, mandzsuk, mongolok, malájok, polinéziaiak, pápuák, az amerikai törzsek másik része.

A rendszer fogyatékosságai nyilvánvalók. Tán legnagyobb hibája, hogy egymáshoz közel álló fajtákat (pl. az ugorokat és törököket), úgylátszik különböző földrajzi lakóhelyük miatt, hol a magasabb, hol az alacsonyabb rangú népfajták közé számítja.

Retzius rendszerének kibővítésére *Kollmann J.* bázeli anthropologus vállalkozott, ki nemcsak az élő, hanem az európai kihalt emberfajtákat is tanulmányozása körébe vonta. Az emberiség ősi tipusául a középfejű, szélesarcú alakot vette fel. Ebből szerinte még a jégkorszak előtt átalakulás útján hat alfajta keletkezett, mely az egész földön elterjedt, később pedig kiterjedt vándorlások és áthatások révén tizennyolc altípusra (varietásra) oszlott, melyek hajzatuk szerint válnak el egymástól.

Kollmann rendszere is tarthatatlannak bizonyult, amiben a legnagyobb érdem a magyar anthropologusok fejét, *Török Aurélt* illeti meg. *Ranke János* azt hozza fel ellene, hogy az ausztráliaiak, malájok, pápuák és negritók egymásétól feltünően különböző hajzatát nem minősítette faji jellegnek.

Kollmann rendszerének azonban megvan az a határozott érdeme, hogy a fejlődés, azaz az evolució egyedül megbizható bázisáról a fajok állandó fennmaradását hirdeti, azaz kimondja, hogy a fajok igenis átalakulnak, csakhogy az egyszer félig-meddig megállapodott fajok hosszú időn át szinte változatlanoknak látszanak.

Ugyancsak a koponyaalakulás alapján épp napjainkban másik két új rendszer keletkezett, a *Sergi*- és a *Wilser*-féle.

Sergi a maga rendszerét, melyről föntebb már esett egy-két szó, zoológiainak mondja, mert azt tisztán testtani jellegekre, azaz a koponyának arra az alakjára alapítja, melyet az hátulról nézve mutat. Rendszere azért érdemel különös figyelmet, mert a koponyának Retzius fölfedezte két főalakját, a hosszukás és a kerekfejű koponyát egymásból nem fejleszthető specifikus alapformának tartja s ezt fejlődéstani adatokkal bizonyítja. A hosszukás koponyák ősi alakja szerinte az elliptikus koponya s ennek legfontosabb válfajai a tojásdad és az ötszögű koponya. Ez utóbbiban az embriókorbeli koponya fennmaradását látja, melyből egyik-másik koponyaalkotórész későbbi fejlődése útján az előbbi két fejlettebb alak keletkezik. A kerek koponya eredeti, ősi alakja szerinte a gömbölyű koponya. Válfajai az ékalakú és a lapos koponya ; nagyon ritka alakként a kockás koponya is ismeretes.

Sergi felosztása eddig eléggé használható. Az olyan koponyák, melyeket szabad szemmel nehéz a főbb kategóriák szerint osztályozni, elég ritkák ; számuk azonban azonnal emelkedik, amint Sergi, hogy rendszerét az emberiségnek felosztására is alkalmassá tegye, az egyes koponyaalakokat továbbra is teljesen egyéni benyomásai alapján osztályozza.

Wilser rendszere Retziusra és Cuvierre egyaránt támaszkodván, főfajtákul a hosszúfejű fekete bőrű afrikait, a hosszúfejű fehér bőrű európait és a kerekfejű sárga bőrű ázsiait állítja fel, melyek között számtalan átmenet konstatálható.

A mesterséges rendszerek harmadik csoportját megalapítói, *Müller* Frigyes és *Haeckel* Ernő, a hajzatra és a nyelvre alapították, »mert ezek még a koponyánál is állandóbban öröklődnek ivadékról ivadékra«. Rendszerük, noha a mesterséges rendszer jellegét nyiltan elárulja, főkép gyakorlati célokra rendkívül alkalmasnak bizonyult. Vázlatát a következő táblázat mutatja :

- *I. Göndörhajúak*
  - *a)* Csomóshajúak
    1. Hottentották
    2. Pápuák
  - *b)* Gyapjashajúak
    3. Afrikai négerek
    4. Kafferek
- *II. Simahajúak*
  - *c)* Merevhajúak
    5. Ausztráliaiak
    6. Hyperboréok
    7. Amerikaiak
    8. Malájok
    9. Mongolok
  - *d)* Fürtöshajúak
    10. Dravidák
    11. Nubiaiak
    12. Középtengeriek

Ezek a fajták nyelvük és az ezen alapuló szellemi műveltségük alapján néptörzsekre oszlanak. Igy például a középtengeri fajt a következő néptörzsekre osztják fel : 1. Baszkok. 2. Kaukázusi népek. 3. Hamito-szemiták : *a)* hamiták ; libiaiak, az etiopiaiak egy része a bedzsákkal, szomálikkal, dankálikkal, gallákkal, régi és jelenlegi egiptomiakkal ; *b)* szemiták, északiak : khaldeusok, szíriaiak, héberek, szamaritánusok, fönikiaiak ; déliek : arabok, etiopiaiak.

4. indo-germánok (indiai csoport a cigányokkal, az irani perzsa csoport, kelták, itáliaiak, thrako-illyrek, görögök, letto-szlávok, germánok).

A rendszernek határozott előnye, hogy a kulturális beosztás a természetrajzinál jóval könnyebb lévén, ezen a réven egynémelyik csoport, t. i. azok, amelyeknél a nyelvi és kulturális jellegek egyúttal bizonyos testi jellegekhez kötvék, meglehetősen jól különválnak.

Kizárólagosan a művelődési állapotok szerint, tehát szintén egyoldalúan, *Ratzel* Frigyes igyekezett az emberiséget osztályozni. Felosztásának az a baja, hogy a kezdetleges műveltségű népeknél rendkívül aprólékos, a magasabb műveltségűeknél ellenben túlságos sok népet foglal egy-egy művelődési körbe.

Természetes rendszerek.

A vázolt mesterséges rendszerek mellett a természetrajzilag iskolázott búvárok már régtől fogva a testi és lelki jellegek egyetemességén alapuló és a rokonságot is feltüntető *természetes* rendszer létesítésén fáradoztak.

Közöttük az első *Blumenbach*, a göttingai egyetem híres professzora. Rendszere következő:

Az emberiségnek öt fajtája van:

I. Kaukázusi fajta.

Fehérbőrű, piros-pozsgás, barna hajú, kerekded koponyaalkatú. Arca tojásdad, helyesebben olyan, melynek minden egyes része egyenletes kifejlődésű. Homloka sima, lapos; orra keskeny, gyengén ívelt; szája kicsiny; a mellső állkapcsok fogai merőleges állásúak; az ajak, különösen az alsó, szerény kifejlődésű; álla kerekded. Arcvonásai kecsesek, szépek. Ide számítják az összes európaiakat, kivéve a lappokat és a finn törzs többi töredékeit, továbbá nyugoti Ázsia népeit a Kaspitenger, az Ob és a Ganges folyamokig, végül északi Afrika népeit.

II. A mongol fajta.

Ennek koponyáját négyszögletűnek mondja, az orr és a járomívek laposak, álla kissé előre nyúlik.

III. Az éthiop fajta.

Feltünő jellemvonása a koponya hosszúsága, mintha mindkét oldal felől benyomták volna. Csontjai különösen erősek és nehezek. A járomcsontok kifelé állók, az áll nagy és erős.

IV. Az amerikai fajta.

Egyenesen kiszélesedő homloka magasnak tetszik, a szemüregek mélyen fekvők, álla erős és széles.

V. A maláj fajta.

A maláj fajta koponyájának hosszúsági átmérője kissé megrövidült, a falcsontok oldalvást kiállók, az orr és a járomcsontok laposak, a felső állkapocs előreálló.

Blumenbach rendszerének kiépítői *Peschel* és *Huxley*. Előbbinek érdeme, hogy a pápuák, ausztráliak, dravidák, hottentották faji különállását észrevette

és a három nagy fajtával, a négerrel, mongollal és középtengerivel egyenlő rangra emelte.

Huxley jelentősége szintén abban csúcsosodik ki, hogy rendszerébe néhány új, tisztára testtani szempontot iktatott, ami az egyes fajtáknak az eddiginél szabatosabb szétválasztására nyújtott módot.

Négy típust különböztet meg: 1. az *ausztrálos*, 2. a *négeres*, 3. a *világosfehér* és 4. a *mongolos* típust.

Az *ausztrálos* típus jellegei a következők: Jókora termet, arányos kéz, vékony láb, a barna különféle árnyalatait mutató bőrszín, barna szem, fekete színű, finom, hullámos, de sohasem gyapjas haj. A fej hosszú, hátulról nézve ötszögű, az orr széles, de nem lapos. Az állkapocs erős, az ajkak vastagok. A fogak ferdén egymásra állók és erősek, különösen a szemfogak. A férfi medencéje szűk. Testi hasonlatosságuk alapján Huxley az előindiai dekáni fensík lakóit is ide számítja. Az ausztráloid és a világosfehér típus keverődése az úgynevezett »sötétfehér« tipus keletkezésére vezetett, amelyhez a régi egiptomiakat és mai utódjaikat számítja.

A *négeres tipus* főbb képviselőit a délafrikai négerekben látja. Testük arányos, bőrük színe a barna valamennyi árnyalatát mutatja, egészen a koromfeketéig.

Szemük barna vagy fekete; hajuk fekete, rövid, gyapjas, kócos. Koponyájuk hosszú, hátulsó nézetben ötszögű. Állkapcsuk erősen előreálló. Ajkuk duzzadt. A busmanokat e tipus külön alfajának tartja; a néger és a busman keveréke a hottentott.

E tipus második válfajának a negritókat mondja, kik közé az újkaledoniaiakat, tasmanszigetieket, Újguinea és a Torres-szoros bennszülöttjeit számítja. A negritókhoz tartoznának továbbá az andamanszigetiek, a fülöpszigetiek, Malakka lakói stb.

A *világosfehér tipust* főkép Közép-Európa lakói képviselik. A világosfehérek vagy más szóval a szőke tipusúak arányos testűek és többnyire magas termetűek; bőrük majdnem színtelen, szemük világos, azaz szürke vagy kék színű. Hajuk szőke, vörös és barna színű. Koponyájuk a hosszúfejűség és kerekfejűség valamennyi fokozatát mutatja. Elterjedésének határai északon és nyugaton Izland és a Kanári-szigetek, keleten Hindosztán és a Jeniszei, délen a Szahara északi széle, Szíria és Észak-Arábia. A nyugoti és déli vidéken a világos és fehér tipusnak úgynevezett sötét altipusa van leginkább elterjedve, melynek jellemző képviselői az írek, bretonok, spanyolok, déli olaszok, görögök, örmények, arabok stb. A szőkéknél rendesen alacsonyabb termetűek, sötétebb bőrszínűek, barna hajúak és barna szeműek.

A *mongoloid* vagy *sárga tipus* képviselői többnyire zömök termetűek, bőrük sárgásbarna színű; szemük és szálas hajuk fekete. A hosszúfejű japánok és ajnók kivételével valamennyien kerekfejűek; orruk kicsiny, lapos; szemük rése ferde. Testi jellegeik szerint ide sorozza Huxley Amerika népeit és az eszkimókat is.

Huxley rendszere ma már jórészt elavult, egyes részeiben azonban a későbbi kutatások számára szilárd alapot teremtett.

Természetes történeti rendszerek.

Schurtz Henrik a természetes rendszerek közül azokat, amelyek fölállításánál az egyes fajták kialakulására és történetére is tekintettel voltak, *természetes történeti rendszereknek* nevezi. Ilyent eddig hármat ismerünk: *Keane*, *Deniker* és *Fritsch-Stratz* rendszereit. A két első csak Európa népeivel foglalkozik.

Keane a régészeti leletek és Európa népeiről gyűjtött eddigi ismereteink alapján elsőnek mutatott rá arra, hogy Európa és egyáltalán az egész földkerekség jelenlegi fajtái többnyire egyes kihalt fajták leszármazói, esetleg e leszármazóknak és a később jöttmenteknek keverékei. Mellettük a leszármazástani tapasztalatok tanulságai szerint itt-ott, pl. egyes elzárt területeken, ez ősfajták utódai a maguk eredeti tisztaságában élhetnek és élnek is. Európára nézve három történetileg és testtanilag egyaránt jól jellegzett fajtát vesz fel. Ezek a *szőke* és *hosszúfejű európai*, a *barna és kerekfejű alpesi* és a *barna és hosszúfejű földközi fajta.*

Nyomdokában haladva *Deniker*, a francia anthropologusoknak ez idő szerinti vezére, összesen hat európai fajtát (race) állapít meg. Ezek:

1. A szőke, hosszúfejű, magas termetű *északi fajta.* Jellemző testi tulajdonságai Deniker szerint a következők: Igen magas termet (középszámban 173 cm.), szőke, néha vöröses, hullámos haj, világos, legnagyobbrészt kék szem, hosszú fej (a fejjelző az élőkön 76—79), fehér-rózsás bőr, megnyúlt arc, kiálló, egyenes orr. A tiszta vagy csak kevéssé elváltozott tipus Svédországban, Dániában és Norvégiában, Skóthon északi részében, Anglia keleti partján és északi részében, valószínűleg Irország északkeleti részében, a Far-Oer-ök északi szigetein, Hollandiában, a Friz-szigeteken, Oldenburgban, Slezvig-Holsteinban, Mecklenburgban és valószínűleg Poroszország szomszédos részeiben, továbbá a balti tartományok partján és Finnország svéd lakosságában fordul elő.

Az északi fajtának szőke vagy gesztenyeszín hajú, középfejű, nagy- vagy középtermetű alfajtája van, a »szubnordikus« alfajta, mely különösen északi Németországban, a lettó-litvánok, a finnországi tavasztok és szavolákok között, továbbá a főfajta területén terjedt el.

2. A szőke, alacsony termetű *keleti fajta.* Képviselői a fehér oroszok, a pinszki mocsarak poljechcsukjai. A tatár-finn fajtával keveredve ez a fajta Magyarországon, továbbá a finnországi karélok között is rendkívül elterjedt.

Ennek a fajtának is van alfajtája, mely szőke vagy gesztenyeszínű, középfejű és nagyon alacsony termetű. Ez a visztulai alfajta, melynek jellegei a lengyelek, a poroszországi kasubok, továbbá valószínűleg Szászország és Szilézia lakosságán észlelhetők. Más fajok közé elkeveredve Litvániában, végül Oroszország Vologda, Olonec, Urszk, Voronyec, Rjezán és Jároszláv kormányzóságaiban található.

3. A barna, hosszúfejű, alacsony termetű *iber-szigeti* fajta. Igy azért hívják, mert az iberi (pirenei) félszigeten, továbbá Korzikában, Szardiniában terjedt el leginkább. Találjuk még Franciaországban: Angoulêmeben, Limousinben, Périgordban és déli Olaszországban.

Más szerzők ezt a fajtát *földközitengeri fajta* néven említik.

4. A barna, erősen kerekfejű, alacsony termetű, *szevenni* vagy *nyugoti* fajta, melynek legjobban jellegzett képviselői a Szevennek hegységét és a középső és nyugati Alpokat lakják. Ez a fajta rendkívül elterjedt. Előfordul Franciaországban a Bretagne belsejében, Poitouban, a Provenceban; Olaszországban a Pó felső völgyében, Toszkána egy részében, Erdélyben és valószínűleg Magyarország közepén. Más fajtákkal elkeveródve, Európa roppant sok pontján a középső Loire medencéjétől délnyugoti Oroszországig, majd áthaladván Piemonton, a középső Svájcon, továbbá a Schwarzwaldon, középső Bajorországon, Karinthián, Morvaországon, Galicián egészen Podóliáig található. Ezt a fajtát a különböző szerzők kelta, kelta-ligúriai, kelto-szláv, szarmát, rhétiai, ligúriai avagy alpesi faj néven említik.

5. A barna, magas termetű *tengerparti* vagy *atlanto-földközi* faj. Kiterjedésének határai: Spanyolország Gibraltártól a Guadalquivir torkolatáig, Portugália északi partja, a francia Gascogne és az alsó Loire völgye, továbbá a Tiberis torkolatáig terjedő tengerpart, valamint Bulgária, Macedónia és Görögország partvidékei.

6. A barna, kerekfejű, nagy termetű *adriai* vagy *dinári fajta*, mely főkép az Adriai tengertől északra elterülő vidékeken lakik, különösen Boszniában, Dalmáciában, Horvátországban. Ezzel a fajtával, csakhogy némileg átalakult alakban, még az olaszországi Romagnában, Veneziában, a tiroli ladinok, a svájci rumuncsok közt és az úgynevezett francia-belgiai tájakon Lyontól Liègeig, továbbá az Ardennekben és talán Németalföld zélandi tartományában is találkozunk. Ugyanezeket a jellegeket, bár szintén némileg megváltozva, figyelhetjük továbbá meg az alsó Pó völgyében, északnyugati Csehországban, talán a román Svájcban, Elszász-Lotharingiában, Franciaországban a Loire középső folyásától keletre, végül Alsó-Ausztriában, Morvaországban, a Kárpátokat lakó hegyi ruthénség és az oroszországi pultavai kormányzóság ukrainai lakossága között.

Nagy érdeme *Denikern*ek, mint a felsoroltakból kitűnik, hogy az európai világosfehér lakosság három klasszikus fajtája, az *északi*, *alpesi* és *középtengeri* fajták mellett újabb három, jól jellegzett fajtát különböztet meg: a *keleti*, az *atlanti-középtengeri* és az *adriai* fajtákat.

Hibát, mint alább látni fogjuk, akkor követett el, midőn teljesen elégtelen észleleti anyagra támaszkodva, a magyarságot szintén az európai fajták közé sorolta.

* * *

Az eddigi összes eredményeknek, de különösen Fritsch kutatásainak felhasználásával, teljesen az egyedül helyes *fejlődéstani* (történeti-természetrajzi) alapon, még pedig az állattani földrajz adatainak belevonásával, néhány évvel ezelőtt a hollandi *Stratz* próbálkozott új rendszer megállapításával.

Stratz rendszerének az a kiindulási pontja, hogy az összehasonlító boncolótani adatok és a történetelőtti emberfajták csontmaradékainak közös tanulságai szerint az emelkedett fővel járó majomember kortársa gyanánt valószínűleg oly ősi emberfaj létezett, mely a későbbi fejlődés folyamán keletkezett összes emberfajták csiráit magában egyesítette.

Ám ennek az ősfajtának uralkodásától, tehát a geológiai harmadkor végétől, a mai napig a föld történetében aránylag rövid idő mult el, ami bizonyossá teszi, hogy ennek a fajtának egyenes leszármazói többé-kevésbbé változatlanul ma is köztünk élnek. Kérdés, hogy hol? A modern anthropologia ennek a kérdésnek megfejtését az állattani földrajztól valamint az összehasonlító ethnografiától és ethnologiától várta, és nem hiába. Az állattani földrajz ugyanis rámutat azokra a teljesen elzárkózott tartományokra, melyeknek állati lakói összességükben, vagy legnagyobbrészt, ősi, mindmáig kezdetleges állati fajták tagjai. Egyúttal kimondja, hogy az ősi ember is csak ezeken a vidékeken maradhatott napjainkra. Ezek az »ősi állati tartományok« Ausztrália, Új-Guinea, Amerika és a sarkvidékek. Valószínű azonban, hogy a geológiai időkben Afrikának állatvilága is teljesen külön állott s csak később érintkezett az ázsiai állatvilággal. Ezeket a kijelölt területeket sorra vizsgálva, tényleg azt látjuk, hogy azok mindegyikén oly fajták élnek, amelyek mindmáig a kőkori műveltség legalsóbb fokán tengődnek. Ezek a fajták az ausztráliaiak, az új-guineai pápuák, a délamerikai indiánok, a délafrikai koikoinok (hottentották) és az eszkimók, melyeket *ősi* (protomorph) fajtáknak nevezünk.

Szemben ezekkel az itt felsorolt ősi fajtákkal és ezeknek néhány, immár a peremekre szorult töredékeivel, amilyenek a ceyloni veddák, a jézói ájnók, a borneói dajákok stb., a területük és állatviláguk szerint összefüggő többi földségeket lakó fajták szabadon fejlődtek, úgy testileg, mint művelődés tekintetében. Ezek közül három fajta válik ki, melyek jelenleg a föld uralmán megosztoznak, amiért is *uralkodó* (archimorph) fajtáknak nevezhetők. Ez a három fajta a *fekete bőrű* (melanoderm), a *sárga* (xanthoderm) és a *fehér* (leukoderm) fajta. A testileg észrevehetően különálló többi fajták zömét később alakult *keverék* (metamorph) fajtáknak mondja Stratz, melyek, mint elnevezéseik mutatják, keveredés útján keletkeztek, még pedig részint a sárga és fehér, részint pedig a fekete és fehér fajták keveréke gyanánt.

Stratz arra is figyelmeztet, hogy az emberi fajták ilyetén fölosztása a *nyelvek* természetes fölöszlásával valóban meglepően egyezik. Az ősi fajták lakóhelyein az amerikai, a dravida és az úgynevezett izolált nyelveket beszélik. Az uralkodó fajták közül a fehérbőrű faj lakóhelyein az indogermán és hamitikus-szémita nyelvtörzs terjed el, míg a tiszta fekete bőrű fajták elterjedése a néger és a bantu nyelvek elterjedésével esik egybe. A sárga bőrű fajták területén az uralaltáji és délkeletázsiai nyelveket beszélik.

III. FAJI ÉLETTAN.

1. Állati jelenségek.

A faji élettan tudományunknak legkevésbbé művelt területe. Ám újabban a tudományosan képzett utazók legnagyobb része erre a térre is kiterjeszti megfigyeléseit. Igy Martin Rudolf a maláj félsziget belső törzseiről szóló művében az e vidéket lakó *szenoi* törzs faji élettanának állati részével külön fejezetben foglalkozik, melynek rövid ismertetéséből eléggé tájékozód-

hatunk arról, hogy mit ölel fel ez a tudományág. Ennek a vidéknek őslakói, a szerinte a malájokhoz tartozó szenoik (kép a 311. lapon), az európaihoz képest rendkívül kicsinyek, soványok, szóval igénytelenek, noha az öregebbek kivételével eléggé izmosak. Egyes izmaik, így mellizmuk, továbbá felső karjuknak kétfejű és combjuk négyfejű izmai meglehetős erős kifejlődésüek. Utóbbiak az egyenes állású férfiúnál a térdkalács felett nagy bőrredővé gyűrődnek.

Valamint a legtöbb magasabbrangú emberfajtánál, úgy a szenoi nők és leányok teste is gömbölydedebb, telibb mint a férfiaké, ami részben az arc aránylag csekélyebb magasságára és nagyobb szélességére vezetendő vissza. A test harmonikus külseje a bőralatti zsírszövet egyenletes elterjedésének folyománya. A felső kar kissé lapos, a comb kerekded, a lábikrák jól kifejlődöttek. Martin külön megjegyzi, hogy noha az esztétikai momentum az embertani felvételeknél teljesen kizárandó, a maga részéről a szenoikat arányosaknak és szépeknek látta. A negroid tipus szertelen csunyaságával, a mongoloid népek lompos, tagbaszakadt alakjaival itt seholsem találkozunk, állatias vonásokról pedig szó sem lehet. A gyermekeknél, továbbá a déli műveltebb szenoiknál akadt azonban afféle pöfeteg has, amilyen az európai szegényebb néposztályoknál gyakori, és itt is, ott is a kizárólag növényi eledel következménye.

A szenoik testének ez a harmonikus kifejlődése különösen akkor tűnik fel, ha nyugodtan megállva, féllábukra támaszkodnak. Martin egyetlenegyszer sem tapasztalta, hogy a szenoik egy lábon állva, néger módra, másik lábukat is erre helyezik, vagy hogy botra támaszkodva kerülik az eldülést. Állani nem igen szeretnek, azért, amint csak módját ejthetik, leguggolnak. Járáskor térdeik gyöngén becsuklanak, a fejüket rendesen kissé félre hajtják, karjaikat lógatják, ujjaikat állandóan kissé begörbítik, tenyerük felső combjuk felé fordul és sohasem hátrafelé, mint más kezdetleges népeknél.

Egyenesen ülni nem igen tudnak, minthogy hátuk az előre hajlott testtartás következtében elébb-utóbb kisebb-nagyobb mértékben meggörbül, ami reájuk nézve a percnyi ülést is kényelmetlenné teszi. Guggoló helyzetük, melyet végtelen könnyedséggel foglalnak el, a más kezdetleges népeknél dívótól teljesen elütő.

Alvásra úgy készülnek, hogy hanyatt fekszenek és lábukat annyira behúzzák, hogy talpuk a földet éri. Alvásközben természetesen önkénytelenül is változtatják helyzetüket. Fejüket csak ritkán támasztják alá, legfeljebb karjukkal vagy gyékénnyel. Azok az anyák, akiknek csecsemőjük van, alvás közben a gyermeket mellükre fektetik.

A gyermekek hordozására nagyobb darab kéregszövetet használnak, melyet a jobb vállon és a bal hónaljon általvetnek és a bal vállon csomóba kötnek. Az egész apró gyermekek ebben egészen eltűnnek. A kendőnek gyengéd megmozdítása elégséges, hogy a gyermek szája éppen az emlőt érje, ami a szoptatást rendkívül megkönnyíti.

A nagyobbacska gyermeket, ha a menéstől kifáradt, ugyanígy hordják, csakhogy nem fekvő, hanem ülő helyzetben, mikor is a gyermek anyja csípőjén hátrafelé ül, azaz bal és jobb válluk egymást kölcsönösen érinti ami a szenoi nőket csak nagyon kevéssé fárasztja.

A szenoi férfiak járása a mienktől teljesen különbözik, s ezt nagyrészt mindennapi, megszokott környezetük okozza. Mert azokon az erdei utakon, amelyeken az európai csak a parang nevű nagy kés felhasználásával képes áthatolni, a bennszülött minden segítség nélkül is olyan gyorsan és ügyesen mozog, hogy szinte lehetetlenség az üldözése. Járása mindamellett rendkívül óvatos. Térdét folytonosan erősen meghajtva, fejét egyre emelgetvén, hol bal, hol jobb lábát emeli magasra, majd óvatosan és könnyedén újra a földre rakja, aminek az az oka, hogy az őserdő talaján a gyíkok, kígyók és tövisek nem valami ritkák. A szenoik lépése hosszú, talpukat a maguk egész hosszában, de kissé kiállva rakják a földre, annyira, hogy lábuk nyomai majdnem egy vonalba esnek.

Ugorni vagy futni egyetlenegyszer sem látott Martin szenoikat, még akkor sem, ha a zivatar kitörése előtt védett helyre menekülhettek volna. Vándorlás közben karjaikat többnyire behajtva s kissé előre tartják, részint hogy az elébük álló akadályokat elhárítsák, részint mert a szenoi fuvócsöve, ásója vagy parangkése nélkül ritkán indul útra. Fejük rendkívül mozgékony. Az azonban, hogy a könnyebb mozgékonyság kedvéért fejüket óraszámra magasan tartják: mese.

A szenoik rendkívül ügyes mászók. A fa törzsét két kézzel általfogják és vékonyabb fáknál két lábukat egymással szembe helyezik, hogy a talpuk a maga egészében a kéregre tapadjon. Mászáskor lábukat s kezüket váltogatva emelik. Lábuk öregujjának nagy szerep jut a mászásnál.

Úszni Martin nem láthatta őket.

Testük erejének megmérésére ritkán nyílik alkalom. Saját életmódjuk nagyobb megerőltetést csak ritkán igényel, az akadályokat pedig inkább megkerülik, semhogy elhárítanák. A rendes munkától azonban nem irtóznak, amit az is bizonyít, hogy noha nagyobb terhek hordásában semmi gyakorlatuk nincsen, még sem riadnak tőle vissza.

A légköri kellemetlenségek, a forróság avagy az eső miatt sohasem panaszkodnak, noha testük egészen meztelen. Egyedül az éjszakai lehüléssel szemben érzékenyebbek. A fájdalmat a szenoik hősiesen viselik. Nyitott vagy akár evesedő sebekre ügyet sem vetnek. Az éhséget és szomjúságot sokáig tűrik, igaz, hogy az őserdőben valami ennivaló mindig akad.

Testük hőmérsékletét *Amandale* orvos mérte meg, még pedig három esetben. Két látszólag egészséges embernek hőmérsékletét másfélórai gyaloglás után 37·5° C.-ban állapította meg. (A levegő hőmérséklete ekkor 33·4° C. volt.)

A szenoik transpirációja jelentékenyen csekélyebb mint az európaié, szaguk erős, de még mindig gyengébb mint a kínai teherhordó kuliké. Némely kisebb törzs vallási fogadásból kerüli a mosakodást. Hogy ilyképen a bőrbetegségek napirenden vannak, könnyen elképzelhető. Arckifejezésüket az utazók általában gyengédnek, sőt félénknek mondják. Mogorva külsejű legény alig akad köztük. Arcizmain mindamellett még a közönséges szenoi is teljesen uralkodik. Erősebb indulataikban azonban egész testük résztvesz. Ha öröm éri a szenoit, ezt hangos kiáltással jelzi, ha megbántják vagy feldühösítik, rövid felkiál-

tással felugrik s eliramodik, de sohasem szitkozódik. Sírni sem látta Martin az ő szenoiait.

Érzékeikre vonatkozólag azt írja, hogy látóképességük jó, de azért semmivel sem volt jobb mint az övé, tán azért, mert síkságon sohasem éltek.

Martint, mint maga bevallja, csak egyben multák felül, a legkisebb mozgás észrevevésében. Biztos lövéseiket is ennek köszönhetik. Ugyanezt több utazó is állítja. Hallásuk is rendkívül éles, úgyszintén szaglásuk is, annyira, hogy — erdővidék lakói lévén — a tábori tűz füstjét órányi távolságra megérzik.

Rendes betegségeik közül a bőrbetegségek legkülönfélébb fajtáit, a mocsárlázat, a lábak kifekélyedését, az elefantiázist, és a behurcoltak közül a himlőt említi fel. Idegbajok sem ritkák.

Martin előadásának itt adott vázlatos kivonatolásával csak arra akartunk rámutatni, hogy a *faji élettan állati* részére mily fontos s életbevágó problémák kutatása és megoldása vár.

2. Emberi jelenségek.

Nyelv és írás.

Az állati test egyik általános tulajdonsága, hogy úgy a kívülről, mint belülről eredő behatásokra visszahat: reagál. E magukban teljesen egyenlő értékű visszahatásoknak bizonyos része a saját emberi szempontunkból aszerint osztályozható, amint az illető hatások fülünkkel, avagy szemünkkel foghatók fel. Előbbiek a tagozatlan és tagozott hangbeszéd *(nyelv)*, utóbbiak a különálló és sorozatos jelbeszéd *(taglejtés)* útján nyilvánulnak.



199. ábra. Jelződob a dobbeszédhez (Afrika).

Ebben az értelemben az állatok legtöbbjének, mondhatnók mindegyikének, van vagy legalább lehet nyelve, csakhogy erről nem szerezhetünk könnyen bizonyságot. A magasabbrendűeknél a beszédnek mindkét fajtája, csiráiban legalább, mindenkor észrevehető. A ló kaparása jelző beszéd, mely néha az egyensúlyozott közérzület, máskor a türelmetlenség jele; a macska dorombolása, a kutya farkcsóválása és meglehetősen sokoldalú tagozatlan hangbeszéde, ugatása pszichikai jelenségeknek külső kifejezései. Az a vita, hogy a hangbeszéd és a jelbeszéd közül melyik a régibb, valószínüleg az előbbi javára döntendő el. A gégében elhelyezett hangszálak ugyanis az emberi test egyik legfontosabb szervének, a levegőáramot ritmikusan befogadó és kiszorító tüdőnek szomszédságában helyeződnek el és annak minden nagyobb reakciójában a hangszálak »taglejtéseként« résztvesznek: hangot adnak. A kéz, a kar, a fej stb. bizonyos irányú céltudatos mozgatása ennél aránylag nagyobb belső ingerre szorul, amit eléggé bizonyít az is, hogy a taglejtő beszéd csiráival, vagy egyes fejlettebb formáinak csökevényeivel mindenütt, a föld összes műve-

letlen és művelt népeinél egyaránt találkozunk; tökéletes taglejtő beszédre, mondjuk taglejtő nyelvre, ellenben seholsem, amennyiben még a siketnémák jelképes beszéde sem mondható ilyennek.

Az eddig jelzett beszédfajok mindegyikénél a reakció tisztán a beszélő testén váltódott ki, de már a legkezdetlegesebb népeknél oly beszédre találunk, amelyhez különös szerszámokat használnak. Ilyenek a dobbeszéd, a fénybeszéd stb. (199. ábra.)

A nyelv keletkezésére vonatkozólag a nyelvvel foglalkozó szaktudósok, mint azt e munka »A lelki életről« című fejezetéből látni fogjuk, több elméletet állítottak fel, így a *feltalálási*, az *utánzási*, a *természetutánzási* és végül a *csoda* elméletet; ám ma már mindezeknek csak történeti értékük van.

Ezek közül a *feltalálási elmélet*, mint neve is mondja, minden egyes szónak, sőt nyelvtani alaknak külön fölfedezését és általános elfogadását teszi fel. Ez az elmélet általánosságban már régen teljesen elévült; egyes szókra és máskép megérthetetlen nyelvtani alakokra azonban ma is széltiben élnek vele.

Az *utánzási elmélet* alapeszméje az, hogy a nyelv nem egyéb mint a tapasztalatok hangbéli ismétlése. Ez a legrégibb és a legelterjedtebb e fajta elmélet. Hibája, hogy az egyes szavak hangja és jelentése aránylag nagyon ritkán, sőt az esetek legtöbbjében egyáltalában nem fedik egymást. Igy, a nyelvet jelentő szók: a görög »glotta«, a latin »lingua«, a német »Sprache«, a magyar »nyelv« bizony sem egymás között, sem a nyelvvel mint testi szervvel semmiféle utánzási összefüggésben nincsenek.

A *hangutánzó elmélet* azon a nézeten alapszik, hogy a nyelv azokból az érzelmi hangokból keletkezett, mikbe az ember az egyes tárgyak látására tört ki. Fogyatkozása, hogy megfigyelési alapja még az előbbieknél is ingatagabb, noha kétségtelennek látszik, hogy *egyes* szavak tényleg így keletkeztek. Szélsőséges felfogásban ez az elmélet átvezet az úgynevezett *csodaelméletre*, mely a nyelv keletkezésének történeti elméletei közül az utolsó. Ez az elmélet bevallotta, hogy a nyelv keletkezéséről tényleges ismeretünk nincs, miért is a nyelvet emberfölötti, szellemi hatalom művének tartja. Ez a nézet, bármennyire furcsának találjuk, ilyenné csak a fejlődési elmélet általános térfoglalásával vált. Ne felejtsük ugyanis, hogy *Cuvier* kataklizmás elméletéből, melyet a kornak legjobbjai évtizedeken át vallottak, egyenesen az következik, hogy az egyes újabb teremtések folyamán keletkezett lények összes tulajdonságaikkal, tehát a nyelv birtokában, léptek erre a világra. Ezt az elméletet az dönti meg, hogy nincs természetes alapja.

A fejlődés általános törvénye a nyelveket is hatalmába vonta, annál inkább, mert tulajdonképen annyi a nyelv, ahány a beszélő ember. Hogy az Árpádkori magyarságot a maga magánhangzós kihangzóival ma már alig értenők, nagyon valószínű, aminthogy a Tiszavidék lakója a göcsej magyarjait is csak figyelmes odahallgatással érti meg teljesen. A történeti idők folyamán keletkezett és a földrajzi fekvés okozta *nyelvjárások* sokasága és eltérő volta különösen a nagy népek nyelvére jellemző, mint amilyen pl. az angol, francia, német, orosz, arab, maláj, kínai nyelv. A kisebb nyelveknek, mint pl. a magyarnak,

legtöbbször kevesebb tájszólása és szójárása van; emezeknél a nép nyelve egyszersmind a szellemi kultura hordozója, azaz az *irodalmi nyelv*. Amazoknál az évszázados használat folyamán külön irodalmi nyelv fejlődik, legtöbbször úgy, hogy egyik vagy másik okból a többi közül kiemelkedő tájszólást irodalmi nyelvvé tették meg, amint ez a fentemlített nagy nyelvek mindegyikénél megtörtént. Ott ellenben, ahol egy-egy területen sok nyelv érintkezik, melyek törzsük szerint teljesen különállók, külön nyelvet kotyvasztanak össze, mely rendesen valamely, az illető helyen régebben használatos nyelvre támaszkodik, és a formák és nyelvtani szabályok meglehetős mellőzésével szókincsét minden válogatás nélkül onnan veszi, ahonnan kínálkozik. Ilyenek a Földközi és Vörös tengerek kikötőiben használt lingua franca (olasz), a kelet-ázsiai pidzsin inglis (angol), a Szurinámban használatos taki-taki (karaib) stb.

A nyelvek felosztása. A történeti folytonosság kedvéért e helyt is megemlítendőnek tartjuk, hogy első sorban a szerkezet, másodsorban szókincsük alapján a nyelveket még nem is nagyon régen *egytagú, bekebelező, ragozó és hajlító* nyelvekre osztották fel.

Az *egytagú nyelvek* kizárólag egytagú szógyökűek, amiért mások »*gyökös*« nyelveknek is nevezték. A szók viszonyítása ezek kölcsönös áthelyezése útján történik. Meringer Rudolf ezt a következő példával illusztrálja. Ez a kínai mondat: ugo (én) ta (ütlek) ni (téged) azt jelenti: én ütlek, s ebben *ugo* az alany, *ta* az állítmány, *ni* a tárgy. Ha pedig a mondat ezt az alakot ölti: ni (te) ta (ütsz) ugo (engem), mely azt jelenti (te) ütsz, akkor a *ni* mint alany azt jelenti, hogy én, az *ugo* pedig, mint tárgy, minden legcsekélyebb átalakulás hijján »engemet« jelent.

A *bekebelező* nyelvek, melyek közé főleg a polinéziaiak sorolandók, lehetőleg arra törekszenek, hogy a mondat részeit egyetlen szóvá tömörítsék.

A *ragozó* nyelvek jellemzését bővebben tárgyalni felesleges, hisz édes magyar nyelvünk is ezek közé tartozik. A szógyökök ezeknél is változatlanok, a szóképzést a gyökhöz ragasztott képzőkkel, azok viszonyítását ragokkal végezzük.

Marad végül a *hajlító* nyelvek csoportja, melynek legfeltünőbb sajátossága, hogy a gyökök hangzóinak megváltozása szóképző illetve viszonyító hatású lehet, továbbá hogy ezeknél a gyökök, képzők és ragok akárhányszor egyetlen szóba olvadnak össze.

Ám a nyelveknek ez a felosztása *mesterséges* s nem fejezi ki az egyes nyelvek között fennforgó közelebbi vagy távolabbi rokonsági viszonyt.

Épp azért e felosztás mellőzésével újabban megelégszenek azzal, hogy az egyes földrészekben előforduló nyelveket összetartozóságuk, illetve rokonságuk szerint a következő apróbb csoportokba osztják.

Amerikai nyelvek. A legjobban jellegzett s legegységesebb nyelvcsoport, mely sok egyéb jellel együtt határozottan amellett szól, hogy az amerikai fajta önálló művelődésnek indult *ősi (protomorph)* fajta, s nem a mongol amerikai ága.

Mindannyian szerkezetükre nézve bekebelezők. Szókincsük rendkívül eltérő, ami azonban csak arra mutat, hogy az amerikai nyelvek kialakulása

rendkívül hosszú idők fejleménye. Eddigelé körülbelül 60 amerikai nyelvcsaládot tanulmányoztak, melyek közül 40 Északamerikára, a Csendes óceán és a Sziklahegység között fekvő folyamvölgyekre esik, míg a hatalmas földrész többi részén összesen 20 nyelvcsalád észlelhető.

Ázsiai nyelvek. *Schurtz* az ázsiai nyelvek zömét három nagy nyelvcsoportra osztja, a kína-hátsóindiai, az ural-altáji és a szémita nyelvcsoportokra. Míg az első csoportba tartozók rokonsága alaposabb bizonyításra szorul, a másik csoportba tartozók egybetartozása úgyszólván kézzelfogható.

Az ural-altáji nyelvcsoport három ága, a finn, magyar és török nyelv Európában is elterjedt; a szémita nyelveket pedig Afrikában is beszélik, hol különösen régi águk, az úgynevezett hamita nyelvek terjedtek el.

Különálló, eddigelé még kevéssé ismert ázsiai nyelvcsoportok a dravida, korjék és kaukázusi nyelvcsoportok.

Afrikai nyelvek. Afrika nyelveit négy nagy csoportba oszthatjuk, melyek előfordulási területei azonban többszörösen egymásba tolódnak. Ezek: északon a szémita nyelvekkel rokon hamita nyelvek, a szudáni négerek nyelvei, a bantu nyelvek és végül a földség déli vidékeit lakó hottentotta és busman nyelvek, melyek úgynevezett csettintő hangokban gazdagok. Madagaszkár szigetén néger és polinéziai nyelvjárások is dívnak.

Indonéziában, Polinéziában és Melanéziában a maláj-polinéziai nyelvcsoport otthonos; kivétel *Ausztrália,* melynek nyelvei önálló csoportba foglalhatók egybe.

Az *európai* nyelvek végül három csoportba sorolhatók. Ezek: az indoeurópai vagy árja nyelvek, az ural-altáji nyelvek s végül némely mindeddig kevéssé ismert különálló nyelv, amilyen a baszk nyelv, melyet legújabban dravidának mondanak. Ezeknek majdnem mindegyike Ázsiába is átnyúlik.

Az ind nyelvek közül a legrégibb a *véd* nyelv, melyen már két évezreddel Krisztus születése előtt a brahmaizmus szent könyveit írták.

A későbbi vallási irodalom nyelve a *szanszkrit* (a megszentelt) nyelv, melyet egy időben általánosan irodalmi nyelvnek is használtak.

Az *ind* nyelveket ma körülbelül 209 millió ember beszéli, még pedig számos szójárás szerint, melyek közül a szindi, kásmiri, pancsabi, hindi, nepali, bihari, bengali és asszámi nyelvjárások a legismertebbek. Ide tartozik a *cigányok* nyelve is, melyet ez az Indiából Egiptomon és Törökországon át Európába származott, kipusztíthatatlan nomád hajlamú néptörzs mindmáig meglehetősen tisztán megőrzött.

Az *iráni* nyelvek az ó-ind nyelvekkel (a véddel és a későbbi szanszkrittal), közel rokonok. Egyes nyelvei az *ó-perzsa,* melyből az új-perzsa fejlődött, továbbá az a nyelv, melyen Zarathustra szent könyveit írta, az úgynevezett *ó-baktriai* vagy aveszta nyelv. Élő tagjai ennek a nyelvcsaládnak a már említett *új-perzsa,* melybe a mohammedánizmus révén sok arabs elem is vegyült, továbbá a *kurd, osszét* és *afghán* nyelvek.

Az *örmény* nyelv körülbelül a Krisztus utáni V. század óta ismeretes. Ma, miként a nép, mely beszéli, Kisázsiában, Mezopotámiában, Georgiában, Törökországban van elterjedve; Galiciában (Lemberg) és Magyarországon (Szamosujvár, Erzsébetváros) egyes kisebb örmény töredékek találhatók.

A görög nyelvet gazdag irodalom örökíti meg az utókor számára. Három fő tájszólását különböztethetjük meg: az ión, attikai és a dór dialektust. Homerosz költeményei főkép az ión dialektust mentették meg. A Kr. e. V. század óta közgörög irodalmi nyelv fejlődik, melyből a mai *újgörög* nyelv alakult.

A nyelvtudományi kutatások alapján ide iktatandó be a még csak a XVII. század óta ismeretes *albán* nyelv, melyet a Balkán-félszigeten Skutari és Janina központokkal az albánoknak közel 8 milliónyi népe beszél.

Az *itáliai* nyelvek közül legfontosabbak a rómaiak nyelve, a *latin*, melynek emlékei a Kr. e. III. századba nyúlnak vissza. Kétféle latin nyelv volt, az irodalmi és a népnyelv. Ez utóbbi társai az *oszk* és az *umbriai* nyelv, míg a szomszédos *etruszk* nyelv valószínüleg az ó-európai nyelvek egyik maradványa.

A közlatinságból magában Olaszországban és a rómaiak hódított tartományaiban, az ott dívott nyelvek behatása alatt, a ma is élő, úgynevezett *román* nyelvek alakultak. Ezek: az *olasz*, a *szárd*, a *provanszál*, a *francia*, a *portugál* és az *oláh* (rumuny, ladin) nyelvek.

A *kelta* nyelvek legrégibb maradékai a római történetírók műveiben előforduló *gall* személynevek. Ezeknek a nyelveknek brit és ír ága a Krisztus utáni VIII—IX. század óta ismeretes. A ma is élő kelta nyelvjárások a következők: az *ír* (Irországban), a *gél* (Skótországban), a *kimri* (Walesben), a *breton* (a francia Bretagneban).

A *szláv* nyelvek a litván-lett nyelvekkel együtt közös alapnyelvre vezethetők vissza. A szláv nyelvek legrégibb emléke *Cyrill* és *Method* biblia-fordítás a (IX. század), melynek nyelve mindmáig az óhitű görögök egyházi nyelve.

Az élő szláv nyelvek az *orosz* (három fő nyelvjárása a nagyorosz, fehérorosz és a kisorosz nyelv), a *bolgár*, a *szerb-horvát* és a *szlovén* vagy *vend*, továbbá a *cseh*, *tót* és *lengyel* nyelv.

A *litván-lett* közeli rokona, az *ó-porosz* nyelv, csak a XVII. században halt ki végkép. Ma körülbelül másfél millió ember beszéli a *litván* nyelvet, még pedig Poroszország északkeleti és keleti, és Oroszország nyugati részében. A *lett* nyelv a liv és kur földön, főkép Riga körül él.

A *germán* nyelvek a Krisztus utáni első évszázadokban merülnek fel. A legrégibb adatok szintén a római és görög írók műveiben szétszórtan található személynevek. A nyelvemlékek közül *Wulfila* gót püspök bibliafordítása emelendő ki. Sok dialektusa már igen korán alsó- és felső-német tájszólásra ágazik szét. Igazi irodalmi nyelve *Luther* bibliafordítása óta fejlődik.

A germán nyelvek régiségük szerint így csoportosíthatók: az északi vagy *skandináviai* nyelvek, az *izlandi*, *norvég*, *dán* és *svéd*, az angolszászból erős kelta és francia keveredéssel keletkezett *angol* nyelv, a *hollandi*, az alsó- és felső-németre oszló *német* nyelvek.

A többi európai nyelvek a baszk kivételével az *ural-altáji nyelvek* csoportjába tartoznak, a hová nemrégiben egyesek a baszk nyelvet is számították.

Az ural-altáji nyelvekhez tartozik mindenekelőtt a *török*, jobban mondva az oszmánli-török nyelv, a *magyar*, az *észt*, *liv*, *finn* és *lapp* nyelv.

* * *

A nyelv szoros kiegészítője az *írás*, melyet kissé merész általánosítással a jelképes beszéd egyik fajának mondhatnánk, még pedig alkalmas körülmények között beszédnek, mely szavát hosszú évezredeken át hallatja. Kulturális fontosságát egymaga ez a tény is eléggé jelzi.

Az *írás eredetét* kutatva, mindenekelőtt a kezdetleges népek ama írásfajtáinak megfigyelésére terelődünk, melyeknek alkotói egyelőre megelégedtek azzal, hogy valamely eseményt egy-két határozott rajzolt vonással, zsinórra kötött boggal úgy megrögzítsenek, hogy a hozzáértő, az írástudó, a jel láttára a megírt esemény természetét azonnal megértse. Ilyen jelképes írások pl. a peruiak *csomóírása* (l. Műveltség Könyvtára I. kötet 270. lap, 178. ábra), az északamerikai indiánok *gyöngy-* vagy *vampunírása*, az a sok számrovás, melyet a műveltebb népek alsóbb rétegei, Magyarországon is, különösen számolásbeli események feljegyzésére és egyben ellenőrzésére még mindenfelé használnak. (200. ábra.)



200. ábra. Finn naptárrovás.

A jelképes írás azonban aránylag kicsi körre szorítkozik. E fogyatékosságán segítendő, oly írásra törekedtek, melyet bárki, bármelyik nyelven helyesen elolvashasson. Erre csak egy mód kínálkozott, az illető esemény mentől hívebb lerajzolása. Tényleg ismerjük az ilyetén írást, még pedig hol kezdeteiben, mint pl. a szumirok és az egiptomiak legősibb írásában, hol pedig aránylag kifejlődve, mint a régi mexikóiak képes kódexeiben.

A *képes írás* ama előnye, hogy legalább nagyjában mindenki megérthette, az emberiség vezető szellemeit korántsem elégítette ki. Ezek törekvése oda irányult, hogy a képes beszéd a hangzó beszéd legkisebb részletét is visszaadja, amit csakis a képek megszaporításával, mondatokat kifejező összetett jelekké való összevonásával érhettek el. A kínai írás a fejlődésnek ezt a fokát mutatja.

Kínában, hol a birodalom óriási kiterjedése és a lakosság nagy száma következtében rendkívül sok az egymástól nagyban eltérő dialektus, ez a mindenektől olvasható írás az a kapocs, mely a birodalmat közművelődési tekintetben egyesíti, tehát ugyanazt a szerepet tölti be, mint az európai népeknél a dialektusok tömegét áthidaló irodalmi nyelvek.

A szójeltől a tagozott beszéd egységének, a szótagnak, jelzéséig a szó-*tagoló írásig* már csak egy lépés volt. Az ókor nagy kultúrnépei (a babilóniak, egiptomiak stb.) ezt is megtették. Egy-egy szótag állandó jeleinek rendesen a vele azonos kezdetű szónak jelét választották.

A *hangírás*, melynek minden egyes hangra külön jele, betüje van, az írás művészetének koronája. A jelek száma a lehető legkisebbre fogy le s az európai nyelvekben 24—25 közt váltakozik.

Hogy ezt a fajta írást ki fedezte fel, vagy mely nép használta először, azt ma még homály fedi. A görögök *Kadmos*-nak tulajdonítják, ki állítólag a fönikiaktól tanulta el; ennek azonban ellentmond, hogy a betüírás rendszere árja és nem szémita jellegű.

A betüirástól a nyomtatásig sok idő telt el. Végre úgy a sárga, mint a fehér faj elméjében ennek gondolata is megszületvén, az utóbbi kezén vette azt a merész röptet, amelynek az emberiség legbecsesebb kincsét, a gondolatszabadságot, és ennek ikertestvérét, a lelkiismereti szabadságot köszönhetjük.

Aki azt hinné, hogy azok a jelenségek, melyekkel az *emberi élettan* foglalkozik, olyanok, melyek kizárólag az emberen figyelhetők meg, az állatokon pedig egyáltalán nem észlelhetők: ezzel a természettudományok egész szellemével ellenkező gondolatával nagyot tévedne. A szorosan vett emberi biológia alá sorolt jelenségek legtöbbje végső elemzésben mégis az állatokkal közös testi szervezetünkből folyik. A fenti különválasztást tehát csak az menti, hogy az állatoknál észlelhető »emberi« fajélettani jelenségek az emberéhez viszonyítva úgy fontosság, mint mennyiség tekintetében valóban eltörpülnek. Hogy a közösség s egyuttal az óriási fokozati különbség jellemzésére példát mondjunk: a hajlék építése az emberi fajbiologia egyik valóban kimagasló része, s mégis akárhány állatot ismerünk, még pedig az állatország valamennyi törzsébe tartozót, mely a hajléképítés dolgában, ha az emberrel nem is versenyezhet, elismerten rendkívül ügyes.

Nagyon nehéz továbbá annak a kérdésnek eldöntése, hogy az emberi faji élettani jelenségek közül melyik a legősibb, melyik az, mely mint első szellemi produktum az *állattól való végleges elválást s az emberré levés befejezését* jelzi; az első öngerjesztette tűzszikra-e, az első kacéron a nyak köré akasztott csigafüzér-e, avagy az első dal? A döntés azért kényes, sőt lehetetlen, mert mindezekre a kulturális tényezőkre nem egymásután, hanem többékevésbbé egyidejüleg tettünk szert, mert a legkezdetlegesebb kulturális vívmányok is tulajdonképen egytől-egyig szellemi vívmányok, amint hogy az ősember, aki először jött arra a gondolatra, hogy dörzsöléssel tüzet gerjesszen, ezt megelőzőleg a szellemi javaknak (a tapasztalatoknak) óriási mennyiségére tehetett szert: ismerte a villám gyujtó hatását, a tűzhányók kitörését, az őserdő meggyulladását, a csiga-karperecek fúrásánál előálló dörzsölt melegséget, szóval a tűz összes természetes keletkezési módjait. Szintolyan elsőrangú »szellemi« megnyilvánulás: az első végleges ház, az első nemezelt vagy szőttes ruha, az első csónak stb.

A kezdetleges társadalom.

Az emberi élet figyelmes tanulmányozója hovatovább észreveszi, hogy az az ezernyi jelenség, mely az ember földi életét kiteszi, egytől-egyig a *társult emberen* észlelhető és sohasem az egyesen, amint hogy a társadalmon kívül élő ember nincs s el sem képzelhető. Rendkívül érdekes tehát, sőt az emberiség jövő fejlődése útirányának megismerése céljából elkerülhetetlenül szükséges, hogy a társulás kezdeteibe, a társadalom fejlődésének folyamatába is be-betekintsünk. A kutatásnak ezen a terén, sajnos, nélkülözzük a multat a jelennel egybekötő ama letagadhatatlan kapcsolatokat, melyekkel a néprajzi kutatások egyéb térségein majd mindig bőven rendelkeztünk. A kőkorszak emberét megismerhetjük a jelenleg is kőkorszakukat élő fajták tanulmányozásából, a kezdet-

leges vallások többé-kevésbbé mind máig eredeti tisztaságukban élnek, a vedda élő lombköténykéjénél kezdetlegesebb ruhadarab el sem képzelhető, de teljesen kezdetleges társadalmi viszonyok között élő emberközösséget eddigelé a föld kerekén még sehol sem találtak. A kutató tehát kizárólag a társadalom keletkezése és korábbi fejlődése idejéből ránk örökített ősmaradékokra (survivals, Überlebsel) szorul, melyek a multak mélységesen sötét éjszakájában gyönge mécsesként világítanak. Mindamellett nem csekély értékűek azok az eredmények, melyeket a kutatásnak ezen a területén elértek.

A társulás, s ezzel a mai fejlett társadalom minden esetre ott és akkor vette kezdetét, ahol s amikor a minden emberi létnek alapja: a futólagosan vagy tartósan megkötött *házasság* nyomán kezdetleges *család* alakult s több ilyen család egymáshoz csatlakozott. A társadalom kezdetét kutató búvárok, *Westermarck, Achelis* stb. épp azért majd kivétel nélkül az *ősi házasság* kérdésének megoldására törekedtek. Érdekes, hogy kutatásaik majd egyhangulag arra az eredményre vezettek, hogy az állattól elváló, sőt elvált ember okvetlenül nagyobb közösségben, úgynevezett hordában *(klan*-ban) folytatta emberré fejlődésének nagy művét. Ez a kezdetleges társadalom természetesen alig képzelhető úgy, hogy több vagy sok család családi egységének és sajátos családi életének megőrzésével tömörülhetett volna. Ennek ellentmond az emberi szervezetből vonható az a tanulság, hogy a *születések száma*, némi szabályosnak látszó váltakozással, az egész évre meglehetősen egyenlően osztódik el, nem úgy mint az állatoknál, sőt a majmoknál is, ahol a születések, az egyes állatfajok szerint váltakozóan, mind ugyanabba a bizonyos időszakba esnek. Ennek az állati örökségnek elhagyása s az új rend meghonosulása azonban valószínüleg évezredekig tartott, még pedig azok között a körülmények között, amelyeket a tudós szakirodalom a *promiszkuitás* műszóval jelez, és melynek az a lényege, hogy a hordán belül élő férfiak a hordába tartozó valamennyi nőnek férjei, amiből ismét az következik, hogy a gyermek sem az egyes család, hanem a horda gyermeke, mert hiszen csak a gyermek anyja bizonyos, atyja pedig mindig bizonytalan. Ez a társadalmi állapot hozta magával azt is, hogy a társadalom fejlődésével karöltve járó anyagi



201. ábra. Esernyőház, amelyben egy klán családjai együtt laknak. Kína.

és szellemi kiválóságból származó előnyökben való részesedés, az öröklés (főnökség, papság, vagyon) mindenkor az *anyai leszármazás* rendjén történt *(anyai jog,* matriarchatus). Igy történt és így történik ma is, hogy akárhány afrikai néger törzsnél a főnököt nem a fia váltja fel, kiben esetleg a főnöki vérnek egyetlen cseppje sem pezseg, hanem a főnök nénjének a fia, kinél ez ki van zárva. Míg ezt az itt rekonstruált állapotot az ősmaradékok egész sora bizonyítja (201. ábra), addig nem ismerünk oly ősmaradékot, mely a kezdetleges nőközösség mellett egyúttal a kezdetleges vagyonközösség (kommunizmus) mellett szólna. Ez ott, ahol fellépett, aránylag kései fejlődés vívmánya.



202. ábra. Holland-újguineai »Ifjak háza«.

Mutatja ezt az ősmaradékok másik csoportja, mely az egész földön elterjedt, s néhol régi értelméből teljesen kivetköződött. Értjük az egykorúak szoros közösségét, amint az mai primitív népeink *férfi-, nő-, ifju- s leány-közösségeiben* visszatükröződik. Képzeljük ugyanis magunkat valamelyik horda tagjának s rögtön beláthatjuk, hogy csakis az egykorúak, amint a magyar mondja, az egyvivásuak érzik és érezhetik jól magukat egymás között.

A gyermek másképgondolkozik mint a felnőtt, ez ismét másképtesz-vesz, cselekszik mint az aggastyán. A nő gondolkodása a férfiéval csak nagy ritkán egyeztethető össze. Ez a törekvés annyira erős, hogy a kezdetleges kulturális állapotokban élő népek között akárhány helyen a leányok külön házakban, a felnőtt férfiak ellenben rendszerint a gyülekező (község) házban tartózkodnak. (202. és 203. ábra.) A nők és férfiak elválasztásában egyébként a nemi élet és némileg a vallási momentum is játszik bizonyos szerepet. Az egy hordába tartozó egyénekben ugyanis az összetartozóság érzése idővel annyira erősbödött, hogy ennek az őket kebelükbe fogadó első társadalmi intézménynek keletkezését másvilági, de minden esetre felsőbb behatásnak tulajdonították. Amidőn ugyanis az ősember — még a »horda-állam« korában — a vallásnak ama kezdetleges fokára emelkedett, melyet közönségesen *animizmusnak,* a természet meglelkesítésének nevezünk, többi anyagi és szellemi holmijával együtt meglelkesítette a hordát is, amennyiben azt leg-

többször valamely rengeteg állattal azonosította és a horda tagjait ez állat hasonszőrű fiókáinak minősítette.

Az illető állat volt a törzs védője, szimboluma, irokéz indián szóval *totemje*. Kezdetleges rajzát minden egyes hordabeli viselte (204. ábra). Idővel, a vándorlások megkezdésével természetszerüleg a horda is szétoszlott több kisebb hordára, amelyek mindegyike külön totemet is választott magának idővel. Előbbi összetartozásuk érzete azonban ekkor is megmaradt, amint ezt az ilyen rokon klánok között fennálló kölcsönös házassági tilalmak bizonyítják.

Rámutatván az őskori társadalom reánk örökített maradványainak fontosságára, vizsgáljunk meg közülök néhányat, melyek mai bonyolult társaságunkban is fel-feltünedeznek. Ilyenek pl. a vérrokonok házasságkötésére vonatkozó tilalmak, melyeket úgy látszik szorosan a horda, illetőleg klán kebelén belül fennálló és imént vázolt viszonyoknak erőszakos megváltoztatása céljából állítottak fel, és amelyeknek végső kinövései közé tartozik, hogy Kínában nemcsak a vérrokonok nem köthetnek egymással házasságot, de még az egynevűek sem, és hogy Angliában a férfi felesége halála után sem veheti el a sógornőjét.

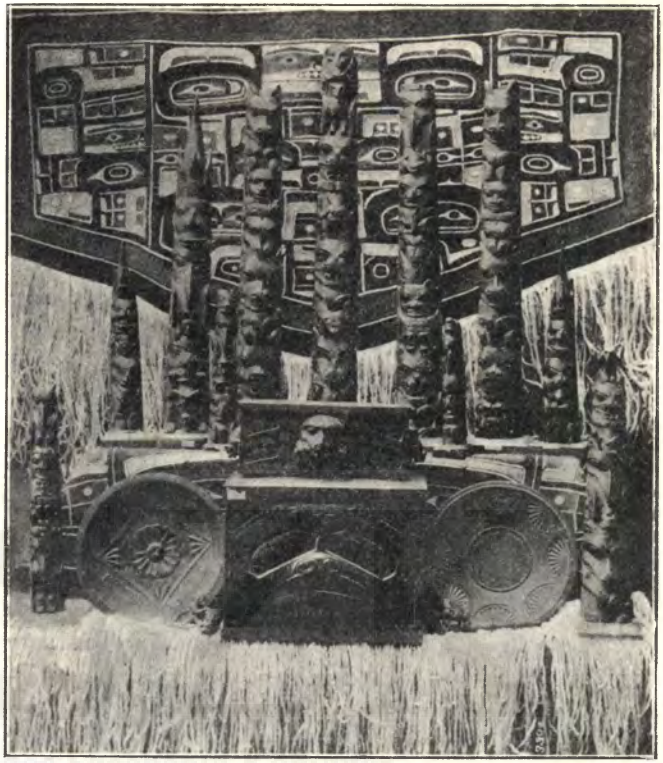
Szorosan az ősi állapotokban gyökeredzenek pl. a *gyermek örökbefogadása* és az ezzel rokontermészetű *testvérré fogadás*.

Mindkettőnek az volt eredeti czélja, hogy a klánon kívül álló egyéneket is fel lehessen ennek kötelékébe venni, kiket azután a megfelelő jogokkal



203. ábra. Ujzélandi község- (gyülekezési) ház.

és kötelességekkel lehessen felruházni. Utóbbi aktust a legtöbb nép *vértestvérségnek* nevezi, ami minden bizonnyal az őskori időkben szokásos kölcsönös vérkicserélés emléke. A klánok utolsó maradékainak egyike, az úgynevezett *házközösség* (zadruga), mely azelőtt az európai népek legtöbbjénél dívott s különösen a délszlávoknál néhol egész terjedelmében ma is fennáll. A házközösség feje (sztároszta, sztarzsina), mint neve is mondja, vagy a legöregebbik férfitag, vagy az, kit különös érdemei alapján erre a tisztre megválasztanak, aki a munkát felosztja s a közös bevételekkel gazdálkodik. Az evésre, alvásra közös termeik vannak.



204. ábra. Totemoszlopok mintái, melyeknek színesre festett eredeti példányai néha 10 méter magasak s melyek az északnyugoti indiánok templomai előtt állanak.

Érdekes jelenség az is, hogy úgy az ősidőkben, mint pedig mai kezdetleges kulturáinkon belül a tényleges kommunizmus sehol sem volt meg, amennyiben az *egyéni vagyon* fogalma teljesen egykorú a klánnal, amit a mai kezdetleges népeknél fellelhető analog állapotok, továbbá a sokfelé elterjedt *tulajdonjelek* is mutatnak, amelyek arra valók, hogy mindenki a maga tulajdonára ráismerjen. (205. ábra.) Ennek okát részben ismét a kezdetleges vallási viszonyokban kell keresnünk, amelyek nem engedték meg, hogy klán-társuk halála után a klán-tagok a megholt hagyatékán osztozkodjanak, — aki ezt bizonyára megbosszúlná.

Az örökösödés első sorban az anyai rokonság foka szerint történt. Az atyai rokonság csak sokkal később lett mértékadó. Az *anyai és apai jog* néhol keverten is érvényes, így Afrika némely törzseinél, melyeknél a főnökségben a leányok, a vagyonban ellenben a fiúk leszármazói örökölnek.

Arra, hogy a *vérbosszú*, mely a kezdetleges kulturákban általános, s a *párbaj*, mely mérsékelt alakjában az európai úgynevezett legműveltebb rendeknél is dívik, szintén ősmaradék, ezek után úgyszólván felesleges hangsúlyoznunk. Eléggé mutatja ezt az a tény, hogy mindkettőnek kötelezettsége az apáról a fiúra is átszáll.



205. ábra. Tulajdonjegy újguineai nyílon.

Az eddig fölsorolt társadalmi ősmaradékok mindegyikéről kivétel nélkül kitünt, hogy eredeti összefüggésükből a legtöbbször teljesen kiszakítva, az úgynevezett *szokások és társadalmi intézmények* alakjában ma is élnek közöttünk. Rendszerbe foglalásuk azonban köteteket igényelne, miért is csak egyszerű fölsorolásukra szorítkozhatunk.

Igy a *prostitució* sem más, mint az ősi promiszkuitás csökevénye, és ugyancsak ide tartozik az úgynevezett *háromnegyed házasság*, mikor a nő s a felnőtt leányok a hét bizonyos napján testük feláldozásával kereshetik meg élelmüket. Ugyancsak a promiszkuitás idejére vág vissza, hogy a kezdetleges népek túlnyomó többsége a nő házasságelőtti érintetlenségére alig helyez súlyt. Ellenkezőjét csak a legműveltebb népeknél tapasztaljuk.

A mai modern *egynejű, egyférjű házasság* a fejlő kulturának vívmánya.

Az átmeneti tagok a promiszkuitástól a művelt európai szerelmi házasságához nagyjában ezek: a *csoportházasság*, mely Ausztráliában volt és van elterjedve s több férfinak több nővel való házassága. Mérséklése, ha minden férfinak egy főneje s több mellékneje van, s megfordítva, amikor is a férfi főnejétől származó gyermekek az édes, a többiek a mostoha gyermekek. Második főfontosságú átmeneti alak a *többnejű házasság (polygamia)*, melyet Mohammed tudvalevőleg vallása törvényes institucióí közé fogadott be és így állandósított. Ennél sokkal kevésbbé fontos a *többférjűség (polyandria)*, mely csak ott lép föl, hol a nőkben nagy a hiány. Manapság Elő-India hegyes vidékein dívik, ámbár a magyar nyelv némely szavajárása, így pl. mikor a feleség férje öccsét kisebbik urának szólítja, arra enged következtetni, hogy a magyarság egy része vándorlása alkalmáva ezzel az intézménnyel szintén megismerkedett.

A házassági formák mindegyikét a *meny asszonyszerzés* előzi meg. Ebben a tekintetben kulturális fejlődésünk második fokán, mely az elsővel homlokegyenest ellenkezik, föllép az exogámia, azaz a *kívülről való házasodásra* irányuló törekvés, állítólag azon a címen, hogy a *törzsön belüli házasság* (endogámia) sokszor meddő maradt avagy beteg utódokat létesített.

A kívülről való házasodásnak legegyszerűbb formája a *nőrablás*, melynek egykori, majdnem általános elterjedéséről többek között lakodalmi szokásaink tanuskodnak, minthogy ezek lényegükben a nő elrablását jelző szimbolumoknak láncolatai.



206. ábra. Csallóközi legénykorona.

A nőrablásnak másik formája a *nő vásárlása*, minthogy a nő váltságdíja nem magát a nőt, hanem atyját illeti, ki ezért kész lemondani arról a a jogáról, hogy a nőrablót üldözze. A nővásárlás egyébként majd mindig színlelt nőrablással van egybekötve.

A *szülés* körüli ősmaradékoknak se szeri, se száma. Hogy a nő a terhesség közben és a szülést követő hosszabb-rövidebb időben tisztátalan, rendkívül általánosan elterjedt vélemény, mely tudvalevőleg földünk akárhány helyén oda fajult, hogy a szülő nőket a társadalomból egyenesen kiküszöbölik. A szegény nők ilyen helyzetben vagy az erdők vadonjaiban vagy pedig külön erre a célra összetákolt kunyhókban szülnek s magzataikkal csak hetek múltán keresik fel régebbi lakásaikat.

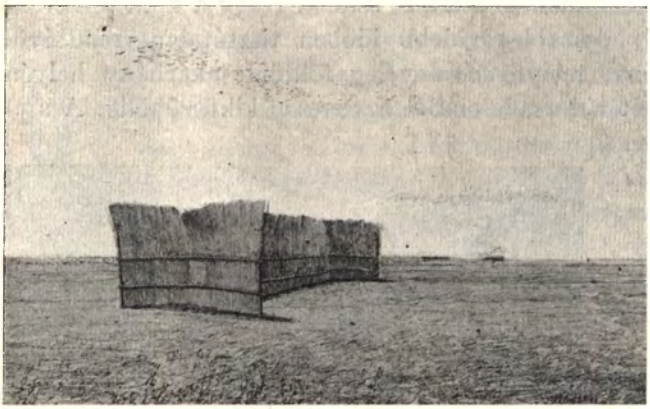


207. ábra. Északborneói levegő-sír.

A *szülői szeretet*, mint állati örökség, a legelterjedtebb jelenségek egyike, de azért megesik, hogy a külső körülmények (éhség, stb.) nyomása alatt teljesen megsemmisül s a *gyermekgyilkosság* valóban ragályos betegségként terjed. Ebben a tekintetben a kínaiak vergődtek szomorú hirhedtségre.

A szülést közvetlenül követő szokások közül a *férfi-gyermekágy* (couvade) ismét a hordák korába vagy legalább is annak határmesgyéjére vezet vissza, abba az időbe, midőn az apa részéről különös jelre volt szükség, mellyel újszülött gyermekét a maga vérének ismerje el. Ez a külső jel ebben az esetben az, hogy a lebetegedését váró nővel együtt a férje is ágyba fekszik s a szülés s a gyermekágy egész ideje alatt betegként ápoltatja magát. A szokás mélyebb értelme nyilvánvaló. A férfi gyermekágya azt jelzi, hogy a születendő gyermek az övé. Ezt a szokást, melyet először az északamerikai indiánoknál, majd később a Spanyol- és Franciaország határán lakó, ma is kétes eredetű baszkoknál figyeltek meg, azóta egyik-másik kopottabb formájában nagyon sok helyütt konstatálták. Igy szolnokdobokamegyei oláhjainknál ma már csak abból áll, hogy az apa bárányból süvegét újszülött gyermekének fejére téve, ezt kétkézre fogva a szomszédok láttára ég felé emeli.

A *név megadása*, majd pedig a felnőtt ifjak s leányok *avatási* ünnepe (206. ábra), mely utóbbi fiúknál legtöbbször a körülmetélés szertartásával van egybekötve, az ősember mindennapi életében legalább is volt olyan fontos, mint aminő ma. Korát illetőleg mindkét szokás a társulás kezdetének korszakába látszik visszanyúlni.



208. ábra. Magyar pásztorok szárnyékja. Hermann Ottó után.

Magának a *körülmetélésnek* magyarázata még mindig késik, noha kisérletekben nincs hiány. Még néhány évvel ezelőtt a következő vallási színezetű magyarázat dívott. Minden élő lény a felsőbbeké, kik reánk haragszanak, mely nehezetelés a kezdetleges népek naiv hite szerint az első gyermek föláldozásával kiengesztelhető; ez áldozatot később szimboluma, a körülmetélés váltotta fel. Ma sokkal észszerűbb magyarázatot fogadtak el. Eszerint a körülmetélés abból a szintén indokolatlan gyermeki hitből fakad, hogy az a termékenységet fokozza. Hogy ennek a szokásnak az iszlám és a szémi vallásúakon kívül a kezdetleges népek közül is sokan hódolnak, tudvalevő dolog.

Az őskori és kezdetleges népek az aggastyánokkal szemben a legtöbbször a kegyetlenségig ridegek. A munkára képtelen *öregek kitétele*, elhagyása náluk mindennapi dolog volt s az ma is. A halált követő *temetésen* mégis a gyermeki, rokoni és baráti érzület egésze nyilvánul meg. Fokozza ezt az a félelmes sejtés, mely az embert a megfoghatatlannal szemben mindenkor rabjává teszi.

A halál fölfogásának magyarázatát a temetkezési szertartások tükrözik vissza a leghívebben. Ezek legtöbbjének az a célja, hogy a halottból eltávozott lelket kiengeszteljék s arra bírják, hogy régi lakásáról lemondva, abba többé vissza ne térjen. Ezért adják melléje fegyverzetét, mindennapi szerszámait, kedvenc lovát, kutyáját, s látják el étellel, itallal, esetleg pénzzel is. A temetkezés módjai közül a leggyakoriabbak az *elföldelés* és az *elégetés*. A hullák kitétele szintén eléggé elterjedt (207. ábra) és nem ritka a *kétszeres temetés* sem, mely legtöbbször a félig elenyészett hulla csontvázának megtisztogatásával, esetleg megfestésével jár együtt. A *halotti tor*, melyen az elköltözött számára üres helyet hagynak, továbbá a *halott emlékére rendezett ünnepek* majdnem általánosak s a fönti szokásokkal együtt a *másvilági életbe* vetett hitből értelmezhetők. A rabszolgák tömeges lemészárlása, a hinduknál dívott özvegyégetés mind ebből a kezdetleges hitből fakadtak. A *gyásszal* mindenütt találkozunk.



KŐKORI EMBEREK.

(Cormon F. festménye után.)

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

A fölsoroltaknál néprajzi szempontból kevésbbé tanulságosak azok a társadalmi szokások, amelyek a mindennapi érintkezés körül figyelhetők meg és amilyenek pl. a *köszönés, jókivánság* kifejezése a tüsszentés után, a tisztaság *(mosakodás, fürdés)* stb.

A hajlék.

Köztudomású dolog, hogy a hajlékrakás ösztöne akárhány féregnél, a méhnél, hangyánál, némely halnál, majd minden madárnál, az emlősök nagy részénél s végül magánál az embernél is a legerősebbek egyike; még pedig nem annyira azért, hogy az időjárás kellemetlenségei ellen óvja magát, hanem inkább azért, hogy alvás idejére, mely az ősembernél csakúgy, mint a gyermeknél és az állatoknál, a kulturális embernek ebbéli szükségleténél sokkal tovább tart, külső ellenséggel szemben a lehető leghatásosabban védekezzék. Igazi hajlékról tehát csakis ott lehet szó, ahol ezt az utóbbi célt is valamennyire megközelítették. Az ausztráliai bennszülöttnek, a Tűzföld lakóinak és a ceyloni veddának esténként ágakból, lombokból hevenyészett *háló vacka* (fészeklakás) ennek a célnak alig felel meg, csakúgy nem, mint pl. a magyar pásztor egyszerű *szárnyékja* (208. ábra), azaz cserényfala, mely alatt legfölebb a széllel és esővel szemben talál valamelyes oltalmat. Tökéletesebb ennél ugyancsak a magyar pásztor cserénye és vasalója, mert mindkettő elzárható, sőt, minthogy az utóbbit árok veszi körül, a külső ellenségek, kiváltkép a vadállatok ellen teljesen megvéd.

A hajlék mindkét céljának azok az *élőfákon* elhelyezett lakások is megfelelnek, aminőket különösen brit Uj-Guineában észleltek.



209. ábra. Fűház, Fidzsi szigeten. Festetics R. gróf után.

Ott, ahol a fa nagy mennyiségben fordul elő ha nem is épen a legbiztosabb, de mindenesetre a legkönnyebben hozzáférhető, a legkevesebb fáradsággal megmunkálható építési anyagnak kinálkozik, mely árvízveszedelem vagy tűzvész okozta pusztulása után bármikor könnyen pótolható. S valóban a fa még ma is a legfontosabb építkezési anyag. *Faház* tulajdonképen a nomadizáló beduin szövetsátra és a kirgizek nemezjurtja, faházak a kínaiak és japánok valóságos építészeti remekei, a Csendes tenger szigeteit lakó maláj, melanéziai és polinéziai törzsek háza (209. ábra), a délamerikaiak hajléka, az volt az északamerikaiak földsátra (210. ábra) és vigvámja is.

továbbá a délafrikai négerek méhkasszerű kunyhói (211. ábra), amennyiben mindezek váza fából készült és mindössze az erre reáboruló takaró készült nemezből, fakéregből s állati bőrből. De nemcsak a kezdetleges népek lakása épül fából. A fát mint építési anyagot Európa északon lakó művelt népei is kedvelik, még pedig főleg melegtartó tulajdonsága miatt. A norvég, a svéd, az orosz, a finn (212. ábra), az Alpesek, a Kárpátok lakója, de még az alföldi magyarság is, boronákból, deszkákból összerótt faházban, akárhányszor pedig cserényfonatos házban lakik. A különösen Hátsó-Indiában gyakori *úszó házak* is faházak. Hogy a görög templom őse faház volt, szintén bizonyos.



210. ábra. A navajó-indiánok sátoralakú földháza. Cutbing után.

A faházzal mindenesetre egykorú a hajléknak az a másik fajtája, melyet néhol maga az anyaföld nyújtott, értjük a természetes *barlangokat,* melyek a



211. ábra. Délafrikai kafferek méhkasszerű kunyhójának faváza.

néprajzi és embertani kutatásra azért is kiválóan fontosak, mert az ősember legtöbb maradékát ezek őrizték meg.

A természetes barlangok mellett az ember már eleve mesterséges barlangokat is vájt, természetesen csak ott, ahol azt a geológiai viszonyok megenged-



212. ábra. Finn faház.



213. ábra. Északamerikai indiánok sziklalakásai (ú. n. pueblo). Nordenskiöld után.

ték, pl. Észak-Amerikában (213. ábra) és Kínában. A bevándorló magyarság is ilyen, félig a földbe süllyesztett putrikban lakhatott eleinte, különösen télvíz idején, amikor a sátor kellőleg meg nem védhette.

Egyebütt, különösen Afrikában, a cukorsüveg vagy kaptár formájú vertföldű házak, majd az eleintén vályogból, később égetett téglából s végül kőből épült paloták teljes sorozatait látjuk, élükön az indusok, egiptomiak, görögök, rómaiak és a mai európai népek világra szóló *kőépítményeivel*, melyeket csak legújabban vált fel az építkezési anyagok legideálisabbika, a vas és az üveg.

Az építkezések sorából az eszkimók jégkunyhói sem hiányozhatnak. (214. ábra.)

Itt kell rámutatnunk azokra a külön védelmi eszközökre és intézményekre, amelyek lehetővé tették, hogy a hajlék az éjszakai álom idejére a külső ellenségek ellen valóban megvédjen, melyek tehát éppen olyan régiek, mint maga a ház. Ilyen védelmi intézkedés, hogy az ősember hajlékát erdőbe vagy mocsárba rejti, árkokkal veszi körül, avagy csak a beavatott számára hozzáférhető szikla hasadékaiba építi. (Cliffdweller-ek Amerika mély folyamvölgyeiben.) Értjük továbbá ezek alatt az *elkerítés* és a *kapuzatok* különféleségeit.

A szudáni négerség hevenyészve egymásra halmozott áthatolhatatlan *tüskekerítéssel* védi meg alvó helyét (szeriba), melyet a legtöbb helyt élő vagy boronasövény, majd később a fonatos és kőkerítéssel váltanak fel.

Leghatásosabb védelmi szer a *cölöpös építkezés*, melyet a malájok lakta vagy valamikor behatásuk alatt állott területeken, szárazon és vízen egyaránt szokásos



214. ábra. Eszkimó-jégkunyhó belseje.

(215. és 216. ábra), s melynek a bronzkor elejéről származó nyomai Európa majdnem összes tavaiból (köztük a Fertőből és a Balatonból is) előkerültek.

A kultúra fejlődöttebb fokán a lakóházon kívül olyan pótló helyiségekre is akadunk, amelyek többé nem magát az embert, hanem egyik-másik szerzett



215. ábra. Cölöpös házak Ugi szigetén. (Salamon-szigetek.)
Festetics R. gróf után.

jószágát, állatját, gabonáját, szénáját, ruháját védik meg. Ezeket egyszóval *melléképületeknek* mondják. A néprajzra nagyon fontosak, amennyiben általános tapasztalat, hogy mindazokban az országokban, amelyeknek népe az illető földet nem eredettől fogva lakja, hanem bevándorlott, a jövevény tulajdonképeni lakóházát elődjeitől készen veszi át, de miután, különösen eleintén, kényelmetlenül érzi magát benne, az átvett lakóház mellé — melléképületek alakjában — régi lakását, vagy legalább is ennek valamely mását építi fel és, hacsak lehetséges, ebben tartózkodik. A melléképület tehát az illető nép hajlékának ősibb alakját tünteti fel. Kitünő példa erre a finnek kettős lakóháza. Rokon állapotra mutat az is, mikor a magyarság telke közepén szabadon álló nyári konyhát vagy legalább is kenyérsütő kemencét épít.

A melléképületek legfontosabbjai az istállók, ólak, magtárak, csűrök, pajták, kútak stb.

De van a házaknak még egy másik, néprajzi tekintetben szintén rendkívül fontos fajtája, az, melyet nem az egyes ember, hanem közösségek számára építenek, még pedig, miként a legműveltebb népeknél a templomokat és középületeket, a rendesnél nagyobb arányokban. Ide tartoznak a világszerte elterjedt, de különösen a malájságnál nagy szerepet játszó *társas házak*, melyek néhol külön férfi-, nő-, legény- és leányházakra taglalódnak. Ezekben az illető társadalmi vagy korcsoport közös vagyonát is őrzik (202. ábra).

Végül ide sorolandók a kezdetleges népeknél mindenfelé elterjedt, a lakóházaktól szigorúan elkerített menstruáló-, szülő- és halottasházak.



216. ábra. Malgasok cölöpös kunyhója (Madagaszkár szigeten).

A társulás és a védekezés ösztöne még abban a tényben is megnyilvánul, hogy világszerte aránylag nagyon kevés az olyan népek száma, melyek családonként külön laknak, amennyiben a legtöbb kisebb-nagyobb *közösségekké* (község) tömörül. Az előbbi életmódra a barangoló (nomádizáló) népeknél találunk példát, továbbá az európai művelt népek között Skócia, Skandinávia, Finnország, Vesztfália, Felső-Ausztria lakóinál és végül a tanyáin, szállásain előszeretettel tartózkodó alföldi magyarság között.



217. ábra. Dagesztáni falu. Kaukázus.

A tanya és a falu között kettős az átmenet. Azoknál a népeknél ugyanis, melyeknél a házközösség egyik vagy másik fajtája dívik, egyetlen tető alatt gyakran négy-öt család is meghúzódik (201. ábra). A másik átmeneti alak többnyire a négy-öt házból álló házcsoport, amilyen pl. a magyar oláhságnál is elég gyakori.

A *falvak* maguk többféle elrendezésűek (217. ábra). A legősibb falualak a szétszórt falu, melynek házai minden látszólagos rend nélkül épültek. Másik elrendezés az utcás falu, melynél a házak utcákba sorakoznak. Érdekesek még a körös faluk, közepükön a községházával vagy templommal, ezek körül a házakkal s csak egyetlenegy a templom-téren vakon végződő fő-utcával. Azelőtt általánosan szláv jellegűnek tartották, újabban azonban régebbi eredetűnek vallják. Magyarországon különösen az alföldi nagy városok elrendezkedése még úgyszólván teljesen ismeretlen lévén, ezen a téren esetleg igen érdekes fölfedezésekre van kilátásunk.



218. ábra. Németföldi házurna.

A hajlék tulajdonképen ruházatnak is tekinthető, amennyiben az időjárás kellemetlenségei ellen is megvéd. Ez majdnem szószerint vehető, amennyiben a kezdetleges népek legtöbbje, a jégházat lakó eszkimókat sem kivéve, odahaza a lakásán minden más ruhát levet.

A történetelőtti korszak házait meglehetősen hűen a sirokban lelt úgynevezett házurnák mutatják. A 218. ábrában bemutatott házurna a hosszanti oldalon középen elhelyezett bejárójával s magas, zsupot utánzó háztetejével a mai oláh ház meglehetős analogonja.

Ékszer, ruházat.

Az ékszer és a ruha igazi emberi alkotásnak mondható, mert ismerünk ugyan állatot, melynek maga készítette, esetleg a maga számára átalakított hajléka van, de nem ismerünk olyant, mely testét külsőleg reá alkalmazott holmival ékítené vagy ruhával borítaná.

Föntebb a hajlékot ruhának mondtuk, e helyt a ruhát az illető egyén külön hajlékának vesszük, hiszen mindkettőjük célja azonos, amennyiben a ruházatnak is az egyik főcélja, hogy az emberi testet az időjárás viszontagságai ellen megvédje. Másik céljának, kevésbbé megfigyelések, mint inkább valláserkölcsi nézetek alapján, régebben a szeméremérzet kielégítését tartották, melyet azonban legjobban az a tény cáfol meg, hogy ott, ahol az éghajlati viszonyok megengedik, a tulajdonképeni ruházatot mindenütt az ékszer, illetőleg a test ékítése előzi meg, vagy legalább úgy mennyisége, mint értéke szerint felül-

múlja. Ez a megfigyelés arra mutat, hogy a ruházat, csak úgy mint az ékszer, az ősidőben mindenekelőtt szépérzékünk kielégítését szolgálta, amit az a másik tény is bizonyít, hogy a kezdetleges népeknél főképen a férfi ékíti magát, s a ruhája is drágább, míg a nőknek legtöbbször olcsóbb ékszerrel s főleg a női test bizonyos gyarlóságait enyhítő ruhafélékkel kell beérniök.



219. ábra. Tatuált és festett lábú birmai.

Az ékítés módjai kétfélék, aszerint, amint magán az emberi testen hajtatnak végre, avagy külön ékszert alkalmaznak.

Az első csoportba a test festését, a testnek sebhelyekkel való díszítését és végül a test hímzését (a *tatuálást)* soroljuk.

A *test festése,* a legműveltebb európaiakat sem véve ki, mondhatni, világszerte dívik. Az anyag, amit erre a célra felhasználnak, rendesen föld, a legtöbbször mész vagy valamely színes agyagféle (oker). Kiemelendő jelenség, hogy már a testékítésnek ezen a fokán is bizonyos szimbolizmus vehető észre, azaz a kezdetleges ember máskép festi magát, ha torba vagy táncolni indul, máskép, ha »a harci útra lépett«, végül máskép, ha gyásza van.

A metszett, vagy még inkább az égetett sebhelyekkel való díszítés az ausztráliai s némely új-guineai törzseknél s az afrikai négereknél ma is nagyon divatos.

A testhímzés (tatuálás) végül szintén az egész világon elterjedt szokás és az európai népek alsóbb rendjei között szinte mindennapi jelenség. Az eszközök, melyekkel a legtöbbször rendkívül fájdalmas műtétet végrehajtják, kicsi nyeles fésű, melyet gyenge ütéssel az eleven bőrbe vágnak bele, míg a fésű fogai az irhát érik, amit a vér serkedése mutat. A sebhely vágását a különböző festékekkel való bedörzsölés követi, mely rendesen az illető bőrdarab gyulladását okozza, s ennek elmúltával a kívánt színezést eredményezi (219. ábra).



UJZÉLANDI MAORI TÖRZSFŐNÖK.

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

A fentérintett szimbolizmus a sebhelyekkel való ékesítésnél, de még inkább a testhímzésnél kiváló szerepet játszik. A sebhely ilyképen megmutatja, hogy boldog tulajdonosa asszony-e már, vagy felnőtt hajadon, férfi-e avagy gyermek. A malájok jó részénél minden egyes használt mintának más-más betegség-távolító hatást tulajdonítanak. A tatuálás legnagyobb mesterei mégis az ujzélandi maorik, kiknél az egyszerű hős, a hadvezér avagy a király rangja már messziről ismerhető fel testhímzéseiről (l. melléklet).

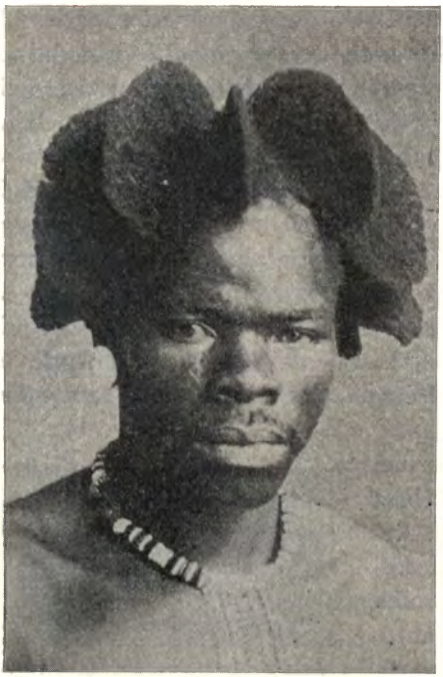


220. ábra. Keletindiai brahmán pap fejékszere.

Az ősi ékszert maga a természet szolgáltatta. Egy-egy virágszál, az elejtett vad agyara vagy patája, esetleg szarva, a hurokra került madár tolla, a csillogó kagyló s a színes csiga: íme az ősember ékszere, mely anyaga, de legfőképen rendeltetése szerint a következőleg osztályozható:

Fejékszer. A hajviselet, mely sokszor a legfurcsább alakot ölti, kivétel nélkül szintén a test csinosítását célozza. Díszéül különféle hajkosárkákat, forgókat, tűket, homlokkötőket alkalmaznak. (220. és 221. ábra.)

A fejen egyébként nincs egyetlenegy olyan rész sem, melyet nem ékesítenének. A szemöldököt hol kitépik, hol feketére festik, az orr cimpájába Indiában ezüst rozettákat erősítenek, az orrsövényt majdnem az összes primitív népeknél átfúrják és koráll-, vagy fapálcikával díszítik. Hasonlóképen átfúrják a füleket és az ajkakat, melyekbe az ezernyi alakú fülbevalókat és ajakdugaszokat erősítik. A fogakat hol lereszelik, hol megfestik. (222. ábra).



221. ábra. Néger hajviselet

A *nyakék* többnyire láncalakú. A legkezdetlegesebb láncokat gyümölcsmagvak, állati fogak zsinórra fűzéséből kapták, miket később a fémből készült láncok és a legtöbbször magvakat, fogakat stb. utánzó csüngőkből készült fűzérek váltottak fel.

A *melldíszeknek* se szeri, se száma, úgyszinte a *karkötőknek* sem, melyek a felkar és alkar kötőire oszlanak. Ezek anyaga a lehető legtarkább. Csigakarika, fűrost és gyökérfonadék, elefántcsont, teknősbéka, vas, réz, sárgaréz s végül nemes fémek egyaránt képviselve vannak (225. ábra). Az *ujjak* díszéről, a gyűrűkről és körömvédőkről sem szabad megfeledkez-

nünk. Ugyanaz a jelenség ismétlődik az *övek* tekintetében is. A *láb* ékszerei valamivel ritkábbak. Kivételt a bokára való lábperecek tesznek, melyek a karperecnek másai.

Az ékszerhez számítandók még a *legyezők* különféle fajtái, továbbá a különféle hatalmi jelvények (jogar, mandarin-jelvény, főnöki pálca stb.).



222. ábra. Bornuei daják kireszelt fogai.

A mondottak után mintegy magától értetődik, hogy a felsorolt ékszerek majd mindegyike egyuttal szimbolikus jelentésű, mint pl. a koronák, a papi fövegek, a leányos párta, a menyasszonyi koszorú avagy a kezdetleges műveltségű pápuáknál a férfiasságot jelentő *fonatos karperec*, a karikagyűrű stb. A melldíszek Európában legkedveltebb fajtájának, a nyakláncok és rendjelek e mélyebb értelmére elég egyszerűen reámutatnunk.

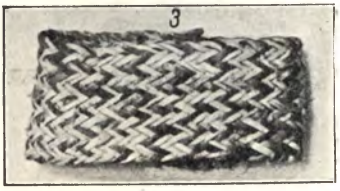


223. ábra. Amerikai indiánnő ajk-ékszere.

A papi és katonai öltözet egyszersmind rangjelző dísze szintén csak a ruhadarabbal egybeolvadt ékszernek tekintendő.

Az ékszerekről mondottak nagyban a ruházatra is érvényesek. Már a kettő közötti válaszfal megvonása sem könnyű dolog. Dísz-e egy-egy divatos párisi női kalap avagy inkább ruhadarab, ki a megmondhatója? Ékítés nélkül való ruhadarab egyébként nincs is, mert még ott is, ahol a ruhadarabnak valóban az az elsőrendű feladata, hogy a testet megóvja, mint pl. a sarki tájakon, ez egyszersmind ékszernek, az egész test ékszerének is mondható. A ruházatot *Schurtz* és újabban *Stratz* sarki (borealis), mérsékeltégövi (subtropikus) és forróégövi (tropikus) csoportokba osztályozza.

A forróégövi ruha akárhányszor egyszerüen a lágyéktájékra erősített leveles ág (226. ábra) avagy lelógó fűrostokból, prémből, tollakból, kéregnemezből készült, esetleg fonott-szövött kötény, melyet a legtöbbször már igazi ruhaszámba veszünk. *A mérsékeltégövi ruha* jellemző alkotórészei az ingszerű alsóruha, amelyre köpenyszerű, könnyen levethető felsőruha járul. A lábat rende-



224. ábra. Rost-karkötő. N.-Ujguinea. Biró L. után.



225. ábra. Ujguineai mell-ék. Biró L. u.

sen csak sarúval védik. *A sarki öltözet* ezzel szemben a testhez álló alsóruhából, szorosan a testhez simuló felsőruhából és a lábakat is védő nadrágból illetőleg harisnyából áll. Mindezek az öltönydarabok a harisnyák belefoglalásával kettesével is szerepelhetnek.

A napsugarak és az eső ellen mindhárom ruházkodási területen belül alkalmas fejrevalókkal védekeznek. A sarki népek a felsőruhával egy darabból varrt csuklyát sem vetik meg.

Vessünk most már egy pillantást azokra a főbb anyagokra, melyekből az ember ruházata készül.

A trópusoktól a sarkok felé haladva, ez a sorrend: friss lombfűzérek, szárított, néha festett s elég ügyesen egymáshoz fű- és rostszálakból bogozott köténykék (228. ábra), miket néha még a trópusokon is kisebb állatok kikészítetlen bőrével cserélnek fel. Ugyancsak itt lépnek fel az első fonottasok is (pl. a rafiapálma hasított leveleiből), továbbá a papirosszederfa (Indonézia) és egynémely fügefák háncsából veregetés, áztatás és néha ragasztás útján készült növényi nemezek (tapa), melyeket akárhányszor óriási nagyságban készítenek és matricák alkalmazásával elég csinosan meg is festenek.



226. ábra. Ceyloni vedda lombruhában.

A fonottasok és szövöttesek anyagát az újhollandi kender, a gyapot, a csalán, kender és len rostjai, nagy területen a selyemhernyók gubójának vékony, erős, fényes és könnyen festhető szálai szolgáltatják. (Kina, Japán, India.)

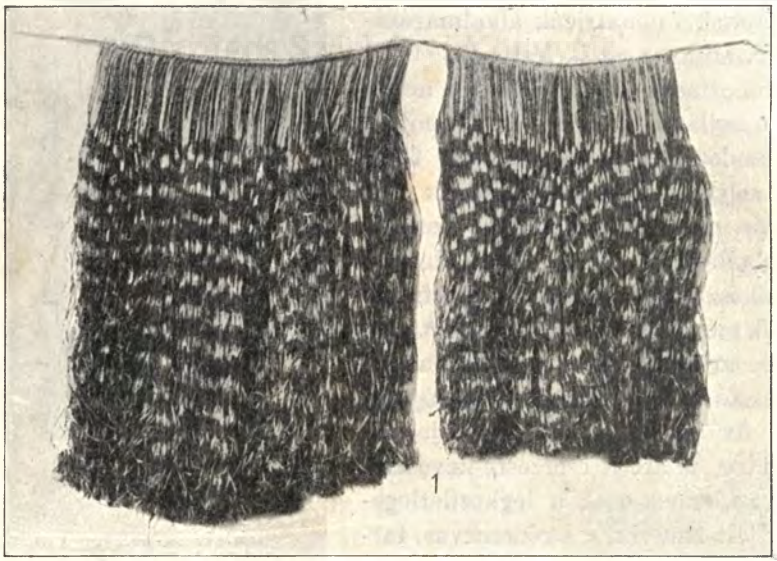
A kikészített bőrök hazájául Afrikát jelölhetjük meg, hol ezt a mesterséget még a kevésbbé művelt törzsek is értik, s ahonnan a cserzés különböző módjai Európába kerültek. Az északi és déli sarktájakon, ahol a hideg miatt a cserzésre kevesebb szükség van, ennek csak a legkezdetlegesebb módjait ismerik, s a rénszarvas, farkas, medve és a madarak bőrét többékevésbbé természetes állapotukban használják ruháik készítésére.

Valamint az ékszer, úgy a ruha is egyszersmind az illető egyén kilétét is



227. ábra. Gyászruhás özvegy. Treasury szigetéről. (Salamon-szigetek.)

visszatükrözi. Alig volt vagy van a világnak oly népe, melynek a ruházkodást illetőleg — a legtöbbször csak hallgatagon kötelezőnek elfogadott, de néha törvényben is megírott — *ruházkodási szabályzatai* nem volnának. Ismeretes dolog, hogy Európában a középkorban a ruházkodás tekintetében a legaprólékosabb dolgokra nézve is volt rendelet és az ellene vétőket szigorúan megbüntették — mégis mindez hiába volt: az ember veleszületett szépérzékénél fogva ebben a tekintetben korlátokat nem ismer sem az egyes ember, sem a tömeg, mely módosuló izlésével ruházatát is állandóan változtatja. Mondhatnók, nincs két egyforma ruha, még a katonák egyenruhái közt sem. A ruházkodásnak ez a tervszerű változtatása a *divat*, melynek nemzetgazdasági haszna abban rejlik, hogy az ember folytonosan új, szembeötlő, legalább egyik vagy másik tekintetben szép és célszerű öltözeti alakok feltalálására törekszik, miáltal sok ezer embertársát állandó munkához, keresethez juttatja.



228. ábra. Női rostkötény (Ujguinea). Biró Lajos nyomán.

Vannak azonban népek s korok, amelyek a mindennapi élet küzdelmeitől egyik vagy másik okból távol esvén, hosszabb-rövidebb időre mintegy szellemi tétlenségre kárhozódnak, amit az illető népek egész kultúrájában



ŐSKORI EMBEREK KÜZDELME A MAMMUTTAL.

(V. M. Vasnetzoff-nak a moszkvai történelmi múzeumban levő festménye után.)

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár

beálló megállás jelez. Ezek a népek a ruházkodásban is megállanak. S ez a tétlenségi momentum az, melynek a *népviseletek* fennmaradását köszönhetjük. Ezek ugyanis nem mások, mint bizonyos régebbi, néha ősrégi korokban fejlődött viseletek, miket valamely nép megszeretett, magáévá tett s több ivadékon át változatlanul továbbörökít. Némi módosítással ugyanez a *nemzeti* viseletekre is áll.

A ruházatnak tán legérdekesebb fajtája az, mely viselőjének lelki állapotát is visszatükrözi, minő a konfirmációs, menyasszonyi, gyászruha stb.

Táplálkozás.

Az emberi táplálkozás módja, amint azt a ma élő népeknél ismerjük, az állatok és főkép a hozzánk legközelebbi rokonságban lévő majmok táplálkozásához képest óriási haladást jelent, amennyiben ez utóbbiak kizárólagosan növényekkel táplálkoznak, az ember pedig a szó szoros értelmében mindenevő lénnyé fejlődött, minek megfelelően eredetileg növényevésre berendezett fogazata is átalakult.

Táplálkozásának reformjára kétségkívül fejlettebb agyműködése vitte rá az embert, mely végig próbáltatta vele, hogy mi az ehető és tápláló és mi nem az, miközben csak az ismeretlentől való félelmét kellett leküzdenie. Ez úton haladván, már az ősember ott, ahol erre hely és mód kínálkozott, mint pl. a



229. ábra. Lisztőrlő asszonyok.

hatalmas óceánok partjain avagy a sarkvidékeken, a növényi táplálkozással csakhamar felhagyott, s amint az e korbeli maradékok (Dániában, Portugáliában stb.) bizonyítják, néhol majdnem kizárólagosan a tengerpartokon kipusztíthatatlan mennyiségben előforduló osztrigákra s más kagylós állatokra avagy a sarkokon vízi emlősökre vetette magát, míg viszont India lakói, különösen egyes vallási nézetek nyomása alatt (buddhizmus) az állati élelemről majdnem teljesen lemondtak.

Az egyes ételektől való tartózkodásnak sokféle fajtái a legtöbbször vallási természetű ú. n. *tabu-tilalmak* alá sorolandók, melyek azonban akárhány esetben kizárólag az egyes élelmi cikkek kipusztításától való félelemnek szüleményei. A legősibb táplálék, noha azt csak a legritkábban szokták ideszámítani, mindenesetre a víz, még pedig az *édes víz*. A népek virágzása mindenkoron ettől a nélkülözhetetlen tápláléktól függött, mert a szomjúság a legborzasztóbb s az éhségnél sokkal veszedelmesebb kín. A víz mellett a mezei és erdei növények különböző gyümölcsei, a füves növények keményítőt, részben cukrot termelő gyökerei és földalatti szárai (hagyma, gumó, tőke), továbbá az apróbb állatkák, férgek, kagylók, csigák, halak, kétéltűek, hüllők és a kisebb madarak, emlősök, szóval azok, melyek kevés fáradsággal szerezhetők meg, lehettek és voltak is bizonyára az ősi ember legfőbb táplálékai. A kezdetleges ember még ma is kizárólag ezekből él, még pedig majd mindenütt oly módon, hogy a felsoroltak valamelyikét főtáplálékul szemeli ki, a többinek pedig csak alárendelt szerep jut. A tulajdonképeni táplálék mellett az emberek szinte kivétel nélkül az u. n. *élvezeti szereknek* is hódoltak. Ezek a legtöbbször ital, ritkábban étel s még ritkábban füst alakjában élvezett szerek főkép az idegekre hatnak, részegítéssel, kábítással, esetleg az idegerő rövid ideig tartó fokozásával.

Lássuk már most az egyes népcsaládok legfontosabb táplálékait, még pedig első sorban a növényieket. Ezek közül a legfontosabbak a *lisztadó* növények, melyeket az elsőség már csak azért is megillet, mert ezek a legősibbek. Valószinű ugyanis, hogy ezeket az ember már a tűz megismerése előtt is ismerte (229. ábra). A legkiválóbb lisztadó növények a fűfélék közé tartozó gabonafélék (búza, rozs, árpa, rizs és kukorica). Legfontosabb köztük a *búza*, melynek egyéb alfajait az Atlanti óceántól a Csendes óceánig úgy az ómint az újvilágban mindenfelé termelik, még pedig az évi 14° C.-nál magasabb átlagos nyári hőmérsékletű vidékeken. A többi gabonafélék közül az észak felé való előnyomulást illetőleg a rozs, zab és árpa következik, mely utóbbi Európa legészakibb vidékein is megérik.

A búzaféléknél nem kisebb jelentőségű a *rizs*, mely szintén sok millió ember legfontosabb, sokszor egyedüli tápláléka (India, Kína, Japán, Amerika). Termeszteni csak ott lehet, ahol a talaj vízzel elárasztható és az évi átlagos hőmérsék 23°-ra emelkedik. A kukorica (török búza, tengeri) hazája a trópikus Amerika. Ezt jelenleg úgy déli Európában, valamint Ázsiában és Afrikában is óriási területeken termelik.

Afrika kenyérnövénye az u. n. *néger buza*, szorghó vagy szorghóköles, mely a mifelénk is divatos igazi kölesnél nemzetgazdaságilag sokkal fontosabb.

A fűféléken kívül lisztes terményük miatt nagyobb mennyiségben termelik Európában, Szibériában és belső Ázsia fensíkjain a *pohánkát* (hajdinát), továbbá a *hüvelyeseket,* a borsó-, lencse- és paszuly-féléket, némely helyen a disznó-babot, a farkas-babot, a csicseri-borsót és még néhány kevésbbé fontos idetartozó növényt is.

A lisztadó növények nagyon fontos csoportját a *szágó*-pálmák teszik, melyeknek törzse finom, fehér lisztet tartalmazó bélszövettel van kitöltve,



230. ábra. Cukornádprés S.-Salvadorban.

melyből a lisztet gondosan kimossák. Ide sorolhatók még a cukros tartalmú növények, a cukornád és a répafélék egyik-másik fajtája. (230. ábra.)

A magjaiban avagy belükben lisztet rejtegető növényekkel egyenlő fontosságúak azok, melyek a lisztet, jobban mondva a keményítőt, földalatti részekben gyüjtik egybe táplálékul az embernek.

Amerikában és behozatala után Európában is e téren a *burgonyát* illeti az első hely, mely második hazájában is sok emberi nyomornak vetett véget. Még nála is nagyobb fontosságú a lisztes gyökerű *taró,* mely a trópusok alatt, Ázsiában, a Csendes tenger szigetjein és Nyugat-Indiában a lakosság sokszor egyetlen főtápláléka. Mielőtt megeszik, megszárítják s megpörkölik, hogy megfosszák csípős nedvétől. A gumós növények óriása a *jám,* mely a liliomfélék

rendjébe tartozik. Gumóit vízben áztatják, főzik, illetve pörkölik, hogy bódító hatásukat elvegyék. Belőle készül a mandióka-liszt, amelyből a *kaszava*-kenyeret, a Csendes tenger szigetvilágának főtáplálékát sütik. Amerikában a *batáta* helyettesíti. Ennek gyökerét is kimossák, szárítják és kipréselik, hogy a benne levő mérges nedvtől megszabadítsák. A mandióka-liszt finom fajtáját Európában tapióka néven árúsítják.

A fák és fás növények legtöbbje gyümölcsében nyujt emberi eledelt, mely azonban tápláló anyagban, azaz fehérjében, többnyire rendkívül szegény (alma, körte, barack, cseresznye stb.).

Kivételt egyedül a *kenyérfa* tesz, melynek 1—2 kg. súlyú dinnye-alakú gyümölcse a Csendes tenger szigetjein, Keleti és Nyugati Indiában a nép legfontosabb tápláléka. Termékenységben csak a *banána* vetekedik vele, melynek fürtökben elhelyezett uborka-alakú gyümölcse sok lisztet és cukrot tartalmaz.



231. ábra Mésztartók a bételrágáshoz.

A pálmák közül ide sorolandók a *kókusz*-pálma és a *datolya*-pálma.

A tápláló növények utolsó tipusa az *olajos növények*. Legfontosabbak köztük az olajfa, a repce, a len, a szézam, a mák és a kender.

Az *élvezeti cikkeket* szolgáltató növények sorát azokkal nyitjuk meg, melyeket a civilizált emberiség használ. A legfontosabb közülök a *szőlő*, melynek bogyója erjesztett állapotban a *bort* szolgáltatja. Borrá kiforró mustot egyébként más gyümölcsökből is sajtolnak. Az élvezeti cikkeket szolgáltató növényeket egyáltalán aszerint csoportosítjuk, amint szesz vagy alkaloid tartalmúak. Előbbiek közé tartoznak a gabonafélék, amennyiben a germánság nemzeti italát, a *sört*, árpából vagy búzából főzik, s az alkaloid-tartalmú komlóval fűszerezik.

A rozsból Észak-Európában, a rizsből Japánban, Kínában, Indiában, a kukoricából Mexikóban *pálinkát* főznek. Ugyancsak pálinkát főznek jóformán valamennyi cukortartalmú gyümölcsből és keményítőtartalmú magvakból vagy gyökerekből, így pl. az afrikai sört vagy pombét a durrha-kölesből.

A szeszmentes, alkaloid-tartalmú élvezeti szerek, a tulajdonképeni *stimulanciák*, főkép idegzsongító hatásúak, s az előbbiekhez hasonlóan addig, míg kis mértékben élvezzük, az emberi szervezetre kevésbé károsak, amiből azonban nem következik, hogy teljesen egészséges szervezetnek szüksége van rájuk. Legfontosabb közülök a *kávé*, az arabs eredetű *kávé*-cserje termésének, az úgynevezettt kávébabnak forrázata, továbbá a *tea*, melyet Kínában, Japánban és az Indiákon óriási mennyiségben termesztenek, végül a *kakao*, mely amerikai eredetű. Az előbbinek forrázatát gyönge tűz felett szárított leveleiből készítjük, míg az utóbbiét magjának zsírtalanított lisztjéből. Amerikában a fagyalfélékhez tartozó *paraguay-teát* fogyasztják nagy mennyiségben. Ugyancsak Délamerika északi részeiben a kokanövény levelének porát élvezik, melytől az éhséget, a szomjúságot elfelejtik és örökké vidámak. Az északázsiai népek, a tungúzok, jukagirok, csukcsok jakutok és osztjákok az erdei bogyókból és a légyölő gombából készítenek bódító italt. A malájság kedves élvezeti szere a *bétel*. A bételdiót, azaz az aréka-pálma termésének kis darabkáját kagylókból égetett mészporral a

bételbors levelébe göngyölítik, ezt rágja aztán a malájság apraja és nagyja (231. ábra).

Az eddig felemlített élvezeti szereket legnagyobbrészt főzetek alakjában vesszük magunkhoz. Van azonban olyan növény is, melynek alkaloidját füst alakjában szívjuk magunkba. Legismertebb, mert legáltalánosabb használatú ezek között az egész világon elterjedt *dohány*, továbbá a mák, melynek megszáradt tejnedve az *ópiumot* szolgáltatja. Ennek gőzétől előbb mámoros álom fogja el beszívóját, melyet csakhamar a teljes kimerülés követ. Kínában, Japánban rendkívül elterjedt. Indiában a *hasis* pótolja. Ez a keletindiai kender leveleinek, terméseinek, gyökereinek megőrlött pora és nemcsak pipából szívják, hanem különböző ételekbe is belekeverik. Hatása az ópiuméhoz hasonló. Ugyanilyen hatása van az *ürömnek*, melyet pálinkában feloldva különösen a franciák isznak. Ide tartozik még a Csendes tenger szigetvilágának legkedveltebb bódító szere, a *káva* (5-féle bors). Ezt úgy nyerik, hogy a növény gyökerét összerágják, közös tálba köpik és vízzel felhígítják.



232. ábra. Előkészületek a káva-készítéshez Fidsi-szigeteken. Festetics R. gróf után.

Az élvezeti szereknek itt fölemlített csoportján egészen kívül állanak azok a finomabb fajtájú gyümölcsök, melyek nem annyira rendes táplálékul, mint inkább frissítőkül szolgálnak.

Ilyen gyümölcsök a narancs, a nemesített alma, körte, szilva és a dinnye-fajok, végül a fűszernövények hatalmas csoportja. Végső elemzésben a szagló idegekre ható illatszerek is ide sorolandók, amelyek többnyire a virágok illatos olajainak s csak néha egyik-másik állati termék, pl. a pézsma, szeszes oldatai.

Az állatországból nyert táplálékokra térve, ismételten kiemelendő, hogy olyan állat, mely az embernek eledelül nem szolgált, talán alig van. Szükség esetén még a ragadozó, rossz szagú és még rosszabb ízű állatok húsát sem vetették meg; általánosságban azonban kimondható, hogy az ember főkép a növényevők húsából él, mely megszorítás természetesen csak az emlősökre és ragadozókra vonatkozik, mert a halak között a ragadozók húsa sem megvetendő (pl. csuka). Az alacsonyabb rendű állatok közül a maguk hazájában megeszik az alligátort, a nilusi krokodilust, a különböző gyíkok, békák, sőt a kigyók legtöbbjének húsát is. A rovarok közül a vándorsáska a Földközi tenger mellékének kedves eledele. A rákokat mindenütt eszik, úgyszintén a

tengeri nyolclábúakat, a legtöbb csigát és különösen a kagylók sokaságát is. Az olasz köznép mindezeket igen jellemző kifejezéssel tengeri gyümölcsnek (frutta di mare) mondja. Az állatok a saját húsokon kívül a zsiradékot, tejet és a tojásokat szolgáltatják.

Félig fűszer, félig táplálék végül a *só*, melyet az ásványország szolgáltat még pedig többnyire kősó alakjában. Talán még többet a tengerből párologtatnak. A só nyerésének legkezdetlegesebb alakja az, mikor az Astrolabe-öböl pápuái a tenger vizében áztatott fadarabkákat megszenesítik, porrá zuzzák s ezzel füszerezik ételüket. (233. ábra.) Vannak egyébként népek, amelyek előtt a só használata ez idő szerint még ismeretlen.



233. ábra. Pápuák sópótléka.

Meg kell végül emlékeznünk az *emberevésről* (kannibálizmus). Rendes táplálékul ember embert ma sehol sem eszik, talán nem is evett soha, hacsak nem a különböző ünnepek alkalmából (Salamon-szigetek) vagy a csatában elesetteket, esetleg foglyokat eszik meg; szóval az emberevés mindenkor valami nagyobb lelki izgalom kifolyása.

Ide tartozó néprajzi fontos tényként azt is konstatáljuk, hogy vannak népek, melyek a dögtől sem irtóznak, továbbá hogy a rendszeres, egyöntetű táplálkozás szintén a kultúra vívmánya, míg a kezdetleges ember mértéktelen lakmározások és hetekig tartó koplalás között tölti életét.

Nem mellőzhetjük annak megemlítését sem, hogy az alkoholos élvezeti szerek egyikét-másikát az állatország szolgáltatja. Legismertebb ezek közül a *kumisz*, melyet a lótej erjesztése révén nyernek s melyet az ősi magyarság kedves italának tekinthetünk, továbbá a *méhser*, mely valamikor az árjaság egyedüli részegítő itala volt.

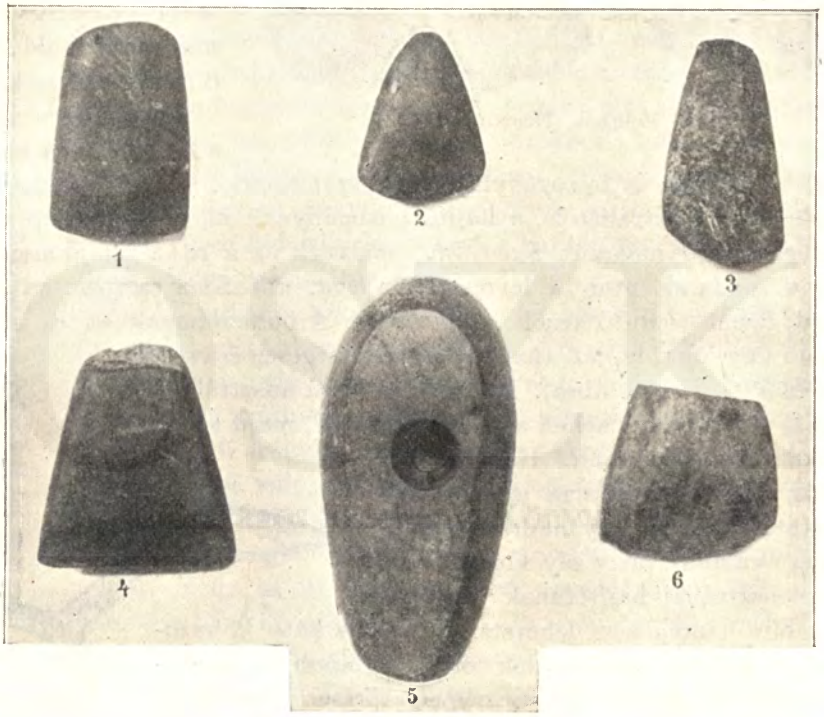
A fegyver.

Ha az emberi elme vívmányait a reájok fordított szellemi munkának foka szerint osztályozzuk, a fegyverzetet meglehetősen alacsony hely illeti meg. Mert az a gondolat, hogy az ember megtámadói ellen egy-egy készen talált husánggal vagy útszéli kővel védekezzék, valóban igen közelfekvő. Épp azért ugyancsak könnyen érthető, hogy valamennyi fegyver, a legegyszerűbbtől a legösszetettebbig, mindig egyetlen alapeszmére vezethető vissza, arra, hogy az egyes fegyverek nem egyebek mint az emberi test támadó és védekező szerveinek hasonmásai (projekciói). A kőbalta az ököl hasonmása, a buzogány, a pajzs az egész karé stb. Hogy a fegyverek melyik fajtája a legrégibb, alig dönthető el, szintúgy jóformán eldönthetetlen az a másik kérdés is, hogy a fegyverek a régibbek-e avagy az ember használta egyéb eszközök. Mindkét kérdésre ugyanis a föld különböző pontjain más-más feleletet nyertek.



234. ábra. Chelles-i tipusú pattintgatott kőbalta (Franciaország).

A legelső *fegyver* minden esetre fából, csontból, kőből készült, csakhogy a fa és a csont rendkívül hamar pusztul és így az ősember fegyverei közül bizony csak a tiszta kőből valók avagy a felemás fából s kőből készültek kőalkotórészei maradtak napjainkra. Az ősember kőfegyvereit, illetve kőszerszámait csak a XIX. század közepe óta ismerték fel ilyenekül. Régebben a természet játékának tartották azokat, avagy mennyköveknek vélték. Ezek a leletek azonban, az illető földtani rétegek után ítélve, csakis a diluviális korszakba nyúlnak vissza (234. és 235. ábra), holott az igazi ősember már a geológiai harmadkor végén is okvetlen itt élt a földön.



235. ábra. Göcseji újabb kőkori balták, ú. n mennykövek.

Tényleg újabban mind több és több helyen harmadkori rétegekben is találnak olyan köveket, amelyek, noha az emberi kéz nyomait nem mutatják (eolithok), a reánk maradt legrégibb fegyverekül, illetve szerszámokul tekinthetők (236. ábra).

Míg a támadó fegyvereket fából, csontból, kőből, később rézből, bronzból, majd pedig vasból és acélból készítették, a védelmi fegyverek előállításánál a bőrnek és a fonatoknak is nagy szerepe jutott.

Legősibbek minden esetre a tisztán fából készült fegyverek. Ezek közül is a buzogányt illeti meg az elsőség. Ütésre való és annál veszélyesebb, mentől nehezebb az ütő bunkója, miért is ezt már az ősidőkben kővel, később pedig valamely fémmel pótolták. Mint ilyent nemcsak fegyverül használták, hanem a karddal egyetemben egyszersmind a hatalom jelvényévé is vált, melyet a ma élő

kezdetleges népek legtöbbje díszítéssel lát el; ezen díszítés legfiatalabb hajtását ismétlő lőfegyvereink tusájában láthatjuk.

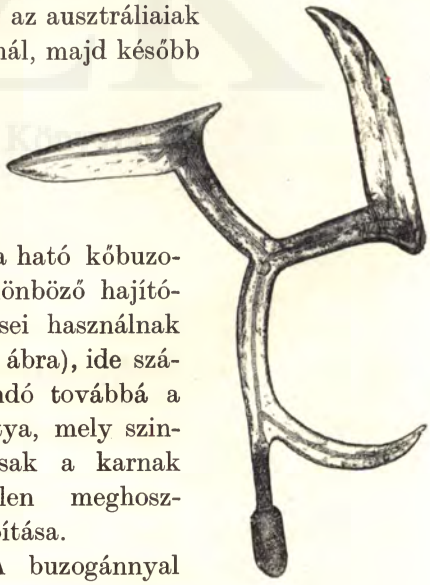
A fegyverek történetében nevezetes esemény, amikor az ősember megismeri a hajított kő célszerűségét és ezentúl mindennemű fegyvereit, mint a műkifejezés mondja, *a távolba hatásra* alakítja át. A buzogányból ilyenformán a hajító buzogány alakult, mely rendesen rövidebb nyelű és könnyű, hogy nagyobb távolságra szolgáljon. Ezt manapság különösen a délafrikai törzsek kedvelik. A magyarság *fokosa*, a hetedhét országra szóló csáti bunkó szintén a buzogányfajtákhoz számítandó. Az ősi *eurázsiai* területen, beleértve Ausztráliát is, a hajító buzogánynak lapos alakja fejlődött ki, a közönségesen úgynevezett *bumerang*, melynek az a ritka tulajdonsága van, hogy pl. a madarak után a levegőbe hajítva, abban az esetben, ha a dobás félre ment, ismét a hajító kezébe száll vissza. A bumerangnak ez a tulajdonsága onnan van, mert lapját tűz fölött mesterségesen csavaros felületté alakítják (237. ábra). Ma már csak az ausztráliaiak használják, régebbi emlékeken a babiloniaiaknál, majd később a perzsáknál is megtaláljuk. Hogy a régi magyarság is ismerhette, arra az a szólásmód mutat: »nem ér egy hajítófát« (t. i. valaki vagy valami), mely oly korból való, mikor az ausztráliai hajítófának Európában még híre-hamva sem lehetett. A távolba ható kőbuzogánynak ősi alakjai közül valók még a különböző hajítókések, miket különösen Afrika némely törzsei használnak (238. ábra), ide számítandó továbbá a parittya, mely szintén csak a karnak végtelen meghosszabbítása.



236. ábra. Eolithok (Németország).



237. ábra.
Ausztráliai bumerang.



238. ábra. Bari négerek hajítókése.

A buzogánnyal rokon természetű ütő fegyverek, melyeket csak későbbi korok alakítottak át, a *balta* és a *kard*. Ezek közül a kard az, melyet a kezdetleges népek ritkábban használnak. A fából és a csontból ugyanis csak úgy alakítható kard, ha ezek szélét valamely éles tárggyal, a legtöbbször cápafogakkal szegélyezik (239. ábra). Igazi szerephez a kard csak a fémek korszakában jut,

míg a balta, noha félig-meddig mint szerszám, a kőkorszaktól kezdve napjainkig a leggyakoribb fegyverek egyike. Az északamerikai indián s a somogyi kanász kezében mint hajítóbalta a legfélelmetesebb fegyverek egyike.

Előbbi kettővel együtt a kar projekciója-, illetve meghosszabbításaként a szúró fegyverek legfontosabbika, a *lándzsa*, szintén ősi időben léphetett fel. Fényes tulajdonsága, hogy a közelbe és a távolba ható fegyverek előnyeit egymagában egyesíti. Eleinte természetesen tisztán fából készült s csak később látták el a fánál tartósabb és hegyesebbre kicsiszolható csont-, kő- (obszidián) és fémhegyekkel. A lándzsának rövidebb, hajításra is alkalmas fajtája a *dárda*. Ha zászlórúdnak is alkalmazzák, kopja és dsida a neve. Bizonyára nagy lépés volt előrefelé, amikor a lándzsát néhol kizárólagosan a hajítás céljának megfelelően kezdték átalakítani, azaz hegyesre faragták és hegyét szakákkal látták el, melyek az ejtett sebeket rendkívül veszedelmessé tették. Az európai múzeumokban ezeket a dárdákat sokáig nyilaknak nézték, miket íjjak segítségével lőnek el, míg végre kiderült, hogy ezek elhajítására külön készülékek szolgálnak, a *nyíldobók*.



239. ábra. Polinéziai kard.



240. ábra. Ujguineai nyíl.

A *nyílnak* állandó, lényeges alkotórészei hegye és szára; ritkábban előforduló, lényegtelenebb részei a hegy és a szár közé iktatott sulyzó és a szár végére alkalmazott szárnyak, melyeknek az a rendeltetésük, hogy a repülő nyíl irányát megtartsa (240. ábra). A nyíl elröpítésére az *íjj* való, melynek mintáját maga a természet szolgáltatta. Főbb részei az íjj fája és húrja. Előbbi alkotása szerint megkülönböztetjük az egyszerű és az összetett nyilat. Néha az íjj fáját szarúval cserélik föl. Húrját a bambusz felső kérgéből hasított szijacsból s egyéb növényi rostokból, ritkábban állati belekből, készítik (242. ábra).

Az európai középkor híres *szerszámíjja* (Armbrust) nem egyéb tusra erősített s ravasz segítségével elsütött közönséges íjjnál. Érdekes, hogy az európai fegyverzetnek ez a darabja az európaiak révén több kezdetleges népnél is elterjedt.

Az íjj s nyíl használatának járulékos szerszámai a fából, csontból vagy ércből készült *ujjvédők*, továbbá azok az apró ujjvédőzacskók, melyek valamely puha anyaggal megtöltve s az ujjra akasztva, a visszapattanó húr erős ütését fölfogják (241. ábra).

A távolba ható fegyverek egészen más fajtája, melyet bátran mai lőfegyvereink egyenes ősének mondhatunk, a *fuvócső*. Ezt a fegyvert az őserdő lakói találták föl, mert ott az íjj s a nyíl a sűrű növényzet miatt csak nagyon nehezen kezelhető. Ennek megfelelően elterjedésének két középpontját ismerjük, a Nagy Szunda-szigeteken és Dél-Amerika középső részeiben. A rendesen 1½—2 méter hosszú, hibátlan egyenes fából dolgozott, néha kátránnyal sürített csö-

vekre olykor kést is erősítenek. A fuvócső egyébként a nemtelen fegyverek közé sorolandó, mert a belőle kifújható finom szeg csak akkor gyilkol, ha megmérgezik.

A puskapor felfedezése után az eddig fuvással összeszorított levegőt ennek a csodás keveréknek a fölrobbanása szolgáltatta. Az eleintén fából, bőrből, kőből készített ágyúféléket csakhamar a fémágyúk és fémpuskák váltották fel. Az e téren elért eredmények tökéletességéről a Műveltség Könyvtárának első kötete számol be, melynek »A technika a hadviselésben« című fejezete a különböző puskák és ágyúk részletesebb ismertetését adja.



241. ábra. Ujjvédő.

A *védelmi fegyvereknek* mindössze két fajtáját ismerjük, azt, mely az egész test vagy egyes részeinek védelmezése céljából az illető testrészre mozdulatlanul van ráerősítve, ez a *páncél*, s a másikat, mely a karra erősítve szabadon mozgatható, ez a *pajzs*. Előbbi rostfonásból (Gilbert-szigetek), fapálcácskákból (ájnók), kéregből, szarúból, csontból vagy fémpikkelyekből készül. Az egyes testrészek védelmezésére néha egy-egy darab bőrrel is megelégszenek. A pajzsok úgy alakjukat, anyagukat, mint rendeltetésüket tekintve rendkívül változatosak. A legegyszerűbb, mely gazdáját főkép a buzogányütések ellenében védi meg, nem egyéb mint egyszerű rúd kis védővel a kéz számára. Ez a rúd aztán egyre szélesedik, úgy

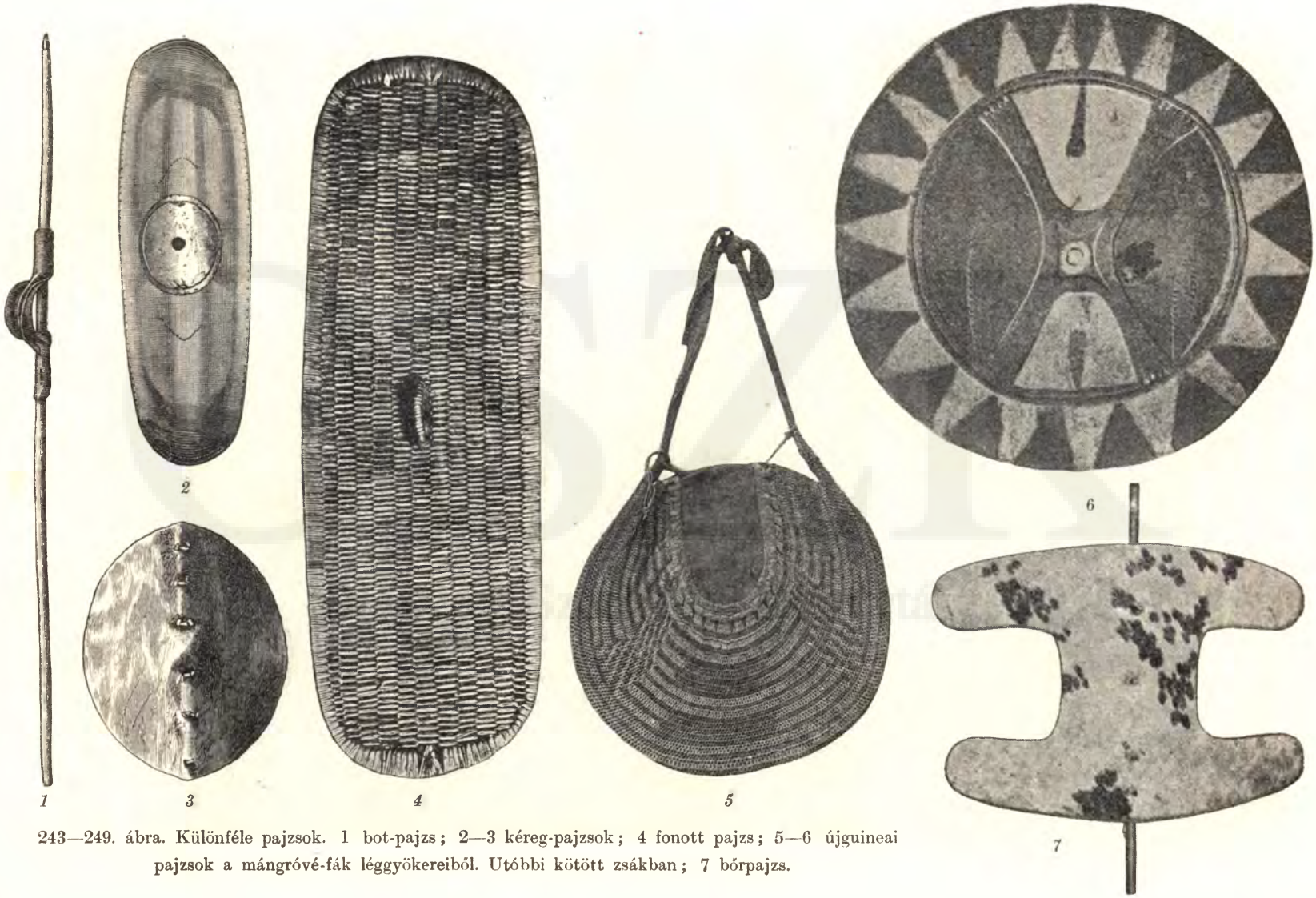


242. ábra. Ujguineai íjj, húrja bambusz-szíjacs. (Biró L. u.)

függőleges, mint pedig vízszintes irányban. A könnyű egyensúlyi helyzet megóvása céljából azonban a legtöbbször kerek alakot ölt. Anyagukra nézve hársnemezből, rostfonadékból, bőrből s végül fémlapokból készülnek a pajzsok. (243—249. ábra.)

Az eljárások. (Technikák.)

Az emberiség kulturális javai között azt az elvont csoportot, amelynek segítségével az ember az imént vázolt s a későbbiekben vázolandó kulturális javait előállítani képes, a néprajz *»eljárások«* (technikák) néven nevezi. Az emberiség ugyanis az ismeretek bizonyos összegét akárhányszor valamely szerszám vagy ügyesség alakjába öntötte. A következőkben természetesen csak a legfontosabb technikákat érinthetjük. Legfontosabb mindenesetre a tűz előállítása. A *tűz* tudatos gerjesztése kulturális téren oly fontos lépés volt, amint az emberré levés terén a fölegyenesedés és a társulás. A tűz kizárólag az embernek



243—249. ábra. Különféle pajzsok. 1 bot-pajzs; 2—3 kéreg-pajzsok; 4 fonott pajzs; 5—6 újguineai pajzsok a mángróvé-fák léggyökereiből. Utóbbi kötött zsákban; 7 bőrpajzs.

kulturális java, s fajunkat többi élő társai fölé megmérhetetlen magasságra emelte.

Első tudatos élesztését illetőleg sok mindenféle elmélettel találkozunk. Legvalóbbszínű, hogy az ősember megszámlálhatlan évezredeken át a kozmikus tűz, a tűzhányók és a villám tüzének fölfogására és megőrzésére szorítkozott, amire pl. a római tűzőrző Veszta-szüzek intézménye is reámutat. Volt olyan tudós is, aki a viharverte őserdők száraz törzsei közé fonódó liánák dörzsölését vélte a tűzvészek okozójának, aminthogy ennek ellenkezője tényleg máig sincs bebizonyítva. Nem felejtendő az sem, hogy nedves állapotban egymásra halmozott fűfélék, falevelek néha maguktól is meggyulladnak, s végül hogy a fa és különösen a kagyló s kő megmunkálásakor fellépő hőt az ősember már nagyon korán észrevehette és a tűzgerjesztés céljaira használhatta föl.

A mesterséges tűzgerjesztésnek nagyjában négyféle módja van. Két különböző keménységű fának összedörzsölése puszta kézzel (250. ábra) avagy valamely egyszerű fúrószerű készülék segélyével; nagyobb keménységű kőnek a (kova, pyrit) megcsiholása acéllal; a levegőnek hirtelen és nagyfokú összeszorítása és végül vegyi folyamat. A tűzgerjesztés első módja az egész földkerekségen el van terjedve; a keményebb fa helyett itt-ott csontot vagy követ használnak. A keletkezett tűz felfogására pedig úgy ennél, valamint a következő módnál, taplót használnak, azaz könnyen gyulladó és szárított gombát, egyes növények pl. némely ürömféle porrá zúzott leveleit stb. Az acéllal, kovával, taplóval való tűzgerjesztés módja a népek alsó rétegeiben mindmáig el van terjedve. A levegő hirtelen összeszorításánál fellépő óriási hőt Borneo dajákjai használják fel. A vegyi processzuson alapuló tűzgerjesztés



250. ábra. Fidzsi-szigetiek tüzet dörzsölnek.

módja csak a legutóbbi évtizedek vívmánya. A tűz birtokában az ősember immár a fát is jobban kezelhette. A kőbaltával hetekig, hónapokig eltartott, míg az őserdőnek egy-egy fáját ledönthette, körüle rakott tűz segítségével ugyanannyi órába sem tellett. Hasonlókép a törzsek kivágása, a vékonyabb ágak meggörbítése is elég könnyen s gyorsan ment végbe a tűz segélyével. Szilárd hajléképítésére csak most gondolhatott az ember. De használták a tüzet a kőfejtéshez is, a megmelegített kő vízzel leöntve ezer darabra hasadt szét. Használták a mesterséges kő, a tégla, és a mesterséges kőből készült edények, az agyagedények készítésére, a sokféle fém kiolvasztására, megmunkálására, szerszámmá, fegyverré való átalakítására, a testnek égetési sebhelyekkel való diszítésére s végül eladdig nyersen, legfölebb rothadt vagy erjedt állapotban élvezett táplálékának megpuhítására, emészthetőbbé tételére (sütés, főzés, párolás).



251. ábra. Braziliai indián halat süt.

Valamiként Afrika közepén néhol ma is tapasztaljuk, a földkerekség egyéb pontjain is fel kell tennünk egy-egy tiszta fakorszakot, azaz olyant, amelyben az összes kulturális javakat a fa szolgáltatta, de nem szabad felednünk, hogy ez a favilág már csak azért sem volt életképes, mert a fa megmunkálását csakis nála keményebb anyaggal, kővel, végezhették eredményesen.

S ez átvezet a kő megmunkálására. Az első kő, melyet az ősember használt s nyomában a kezdetleges népek mindmáig előszeretettel használnak, a vulkáni talajban sokfelé előforduló *obszidián*, mely tulajdonképen nem egyéb, mint természetes üveg. Az obszidiánnak ugyanis kiváló tulajdonsága, hogy a nagyobb darabokra, az ú. n. magokra (nucleus), vízszintes irányban mért ütés avagy gúzzsal való összeszorítás következtében kés-penge alakú levelek hasadnak le róla, melyek kész eszközül használhatók. Másik előnyös tulajdonsága, hogy a leírt pengék, alkalmas csonteszközzel megütve, műkifejezéssel pattintásra, apróbb szilánkokban is leválnak, ami a használattól kopott darabok kiélesítését teszi lehetővé (252. ába).

A *tűzkövet* ugyanez a tulajdonság jellemzi, bár megmunkálása valamivel nehezebb, s ennélfogva hosszadalmasabb.

A kő megmunkálásánál továbbá arra törekszenek, hogy élesre fenjék, símára csiszolják és átfúrják. Jó szerszám csak így készülhet belőle. Előbbi

kettő aránylag könnyű dolog, nehezebb a kövek átfúrása. Ám az ősember ezt a nehéz feladatot is megoldotta, facső, kemény homok és a túlságos felmelegedést gátló víz segítségével. A mai primitív törzsek kőkalapácsai, illetőleg kőbaltái azt is megmutatják, hogy miként történt a kövek foglalása. (253. ábra.)

A különféle kőszerszámok (vakarók, kések, balták, fúrók) birtokában a csont és szaru feldolgozása sem okozhatott nagyobb nehézséget.



252. ábra. Obszidián pattintgatása.

Innen a fémek technikájának föltalálásáig ismét megszámlálhatatlan évezredek multak el. Hiszen földünkön ma is vannak óriási területek, melyeknek lakói a fémeket sem ismerik, így Polinéziában, Melanéziában, a sarkok tájékán, Délamerika belsejében, Ausztráliában stb.

Amint az eddigi kutatások világosan mutatják, az a sorrend, mely szerint a fémek a mai civilizált világ területén belül úgy következtek egymásra, hogy a színrezet a bronz, s ezt a vas követte, nem tekinthető állandónak.

A fémek legtöbbje ugyanis aránylag kicsi és határolt területen fordul elő. Így az aranyat középső és déli Amerika északi részeiben, Közép-Afrikában, déli és délkeleti Ázsiában már ősrégi időben ismerték, míg egyebütt teljesen ismeretlen volt. Legtöbbször mosás utján nyerték s részben ma is így nyerik (254. ábra). Szintúgy sokáig ismeretlen volt az ezüst is, mely színállapotban sokkal ritkábban fordul elő s érceiből sem egykönnyen nyerhető. Az ólom hazájának Kínát mondják; az ónnak rézzel alkotott ötvözete, a bronz, a Földközi és Atlanti tenger közén fejlesztette az emberiség szine-javának kulturáját. Tiszta rézkorszakot (melyet újabban sokan tagadnak) eddigelé Magyarországon és Észak-Amerikában véltek megállapíthatónak. A fémek királya, a vas, Afrikából származik, hol a négerség a föld színén szabadon fekvő gyepvaskövet maga alkotta kohókban kezdetleges, de a célnak megfelelő fujtatók segítségével faszéntűzön már évezredek óta kiolvasztja. Hasonlóan ügyes vasmunkások Kelet-India és a nagy Szunda-szigetek lakói. Hogy a vasgyártás mai korunk társadalmi életében milyen fontos szerepet játszik, arra rámutatnunk is elég.

Végül a kőszénről, petroleumról és az aszfaltról kell megemlékeznünk, melyek, noha *Marco Polo* híres utazó értesítése szerint a kőszenet Kínában már régen ismerték, mint hő- és fényforrások szintén csak az utóbbi időben váltak a kultúra elsőrendü tényezőivé.

Az *eljárások* másik csoportja az ember *ruházata* körül forog. A legidősebb ruhadarab a forró égöv alatt valamely fának vagy cserjének lombos ága, a hidegebb ég alatt az elejtett állatok prémje volt. A művelődés előrehaladtával mindkettőt megjavították. Amint a faág többnyire szárnyas leveleit egymásba

fonták, miként azt többek között Uj-Guinea és Ceylon lakóinál mindmáig láthatjuk, misem esett közelebb, mint hogy ilyen fonadékot rendszeresen készítsenek. Anyagát a fák hosszúra nyúlt levelei s ezek hiányában a hasított rostok szolgáltatják (255. ábra). Hogy a kezdetleges népek ezen a téren valóban remekelnek, arról könnyen meggyőződhetünk. A fonottasokat megelőzőleg



253. ábra. Ujguineai pápuák kőbaltái. Biró Lajos után.

azonban az emberiség jókora része a növényi eredetű ruha kérdését olykép igyekezett megoldani, hogy kellő áztatás után a fák belső háncsát lehántolták, az így nyert szíjacsot hideg, esetleg forró vízben hosszabb ideig áztatták s azután kő- avagy fasulykolóval addig puhították, míg a kivánt célnak megfelelt. Példa erre a malájság föntebb említett *tapá*-ja (256. ábra). Hasonlóan alakították át a nyers prémet is. A legelső, mert legfontosabb teendő a hús- és zsírrészek eltávolítása volt, s valószinű, hogy a kőkor-

szak két első szakából, az eolith és a palaeolith korszakból, reánk maradt kőeszközök legnagyobb része erre szolgált. A második fokon itt is a nyersbőrök sulykolása a fődolog, pl. a lazac bőrét ezzel alakítják viselhetővé. Majd arra is rájöttek, hogy a szőrétől, erőművi úton, azaz kaparással megszabadított prém, ha olajjal, tejjel, vizelettel többszörösen bekenik, simulékonnyá válik, amikor is könnyebben vágható szíjakra és ruhadarabokká is alakítható. Nagy lépés volt a cserzésig, melynek lényege abban áll, hogy a bőrt, melyen a nedvesség még mindig áthatol, áthatatlanná teszi, ami egyúttal rothadását is meggátolja. A bőrkészítésnek ezen a fokán a szőrtele-



254. ábra. Aranymosás a Drávában.

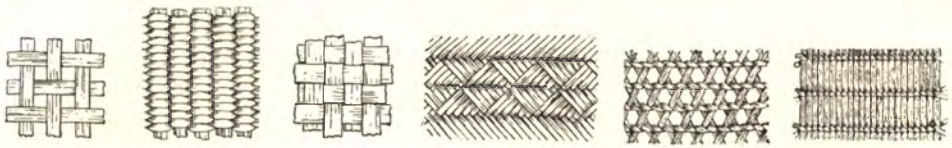
nítést maró anyagokkal (oltott mésszel stb.) végzik, cserzésre pedig legtöbbször a különböző csersavtartalmú növényrészek kivonatát használják, így pl. a csergubacsot, az ecetszömörcét stb. Az irhát úgynevezett fehér cserzés útján timsóval készítik.

Visszatérve a fonottasokra, ennek az eljárásnak végleges tökéletesedését a szövésben látjuk, mely nem egyéb, mint nagy arányokban végrehajtott, egyszerűsített fonás. Míg azonban a fonáshoz való anyagot jóformán bármely növény szolgáltathatja, addig a szövéshez megkivántató, finomra foszthatő és mégis erősen szívós fonalat már csak kevés növényben találjuk meg.

A fonottasok, szőttesek festése, majd később mintázása is elég nagy kulturális előrehaladást jelent. A festéshez eleintén ásványi, később növényi színeket alkalmaztak.

A kész szövetekből varrással készült a ruha. Cérnául kezdetben növényi rostokat, majd később foszlányokra tépett állati inakat alkalmaztak. A tulajdonképeni cérnázás, mely a növényi, állati rostokra egyaránt kiterjeszkedik, sőt néhol a fémeket is körébe vonta, aránylag kései fejlemény.

Az eljárások utolsó fontos csoportja az *agyagművesség*, mely különösen a főtt ételek mindennapossá válását tette lehetővé. Vizet főzni agyagedény nélkül is lehet, valamint az ősember a főtt, helyesebben a párolt étel



255. ábra. Különféle fonások.

elkészítését már régóta ismerte. A víz ugyanis olykép is fölforralható, hogy nyilt tüzön köveket melegítünk és azokat egyenként a vízzel telt kéregedénybe dobjuk. Kellő elővigyázat mellett különben az ilyen vizzel telt kéreg- vagy faedény a nyilt tűznek is kitehető. (257. ábra.) Párolt ételt pedig úgy készítettek, hogy egy-egy kőrakást fölhevítettek, az ételt levelekbe burkolva reá helyezték, a köveket ismételten vízzel leöntötték, mikor is az így támadt forró vízgőz az ételt megpuhította. A kezdetleges népek ugyanezt a hatást még úgy érik el, hogy vermet ásnak, abban tüzet raknak s a levelekbe, jó illatú fűszerekbe burkolt húsdarabot beleteszik s aztán a forró földbe néhány órára elhantolják. Mindezeknél a főzési eljárásoknál sokkal tökéletesebb és tisztább, ha az étel jól kiégetett edényben tehető a tüzre. Ám edények formálására csak ott jöhettek rá az emberek, ahol az ehhez egyedül alkalmas anyag, az agyag, nagyobb mennyiségben fordul elő. Edényeket ugyanis a könnyen megmunkálható zsírkőből is készítenek, pl. az eszkimók, csakhogy ez az anyag alig néhány helyen van elterjedve, általánossá tehát nem válhatott. Az agyagedények készítésének első fokán: egy-egy kókuszdiót, tököt,



256. Ujguineai pápuák diszített tápa-terítője.

később kosarat agyaggal tapasztanak körül, mire nyilt tűzbe vetik, melyben csak a megkeményedett agyagmag marad meg. Második foka, hogy a kezdetleges gölöncsér, aki a legtöbbször (260. ábra.) nő lehetett, mert a vad népeknél ma is a nők készítik az edényeket, a kellőleg előkészített agyagból hosszabb-rövidebb kolbászokat formál s azokat a fenékből kiindulva egymás fölé helyezi. (259. *c* ábra.) A hézagokat a végén kitöltik. Ennél sokkal tökéletesebb eljárás, midőn az edény falát egy lapos deszkácska s egy belülről oda tartott kockaalakú kő segítségével trébelik. (259. *a* és *b* ábra.) Utolsó lépés végül, melyet európai őseink csakis az újabb csiszolt kőkorszak elején tettek meg, a korong felfedezése, melyet csakhamar az a másik nem kevésbbé fontos javítás követett, hogy a napon kiszárított edényeket többé nem a nyitott füstös tüzön, hanem zárt kemencében égették. A tökéletesség legnagyobb fokát, t. i. a teljes vizáthatatlanságot a fénymáz alkalmazásával sikerült elérni (258. ábra), mikor is az egész edényt vékony üvegréteggel vonják be, holott azelőtt erre legfölebb egyes gyantanemüeket használtak. Hogy a porcellán alapjában szintén csak finom agyagedény, általánosan ismert tény.



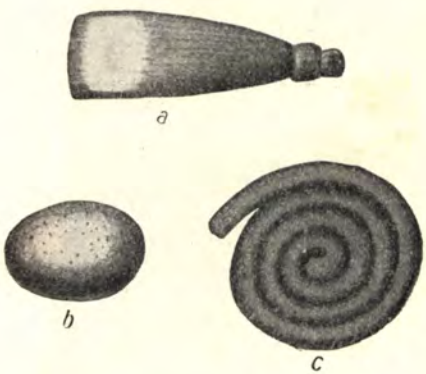
257. ábra. Víz forralása kéregedényben a Nikobári szigeteken.



258. ábra. Gömöri mázos agyagkorsó.

Az *üvegre,* mely aránylag késő idők találmánya, szintén reá kell mutatnunk. Aránylag csekély elterjedését anyagának, a finom kovaporondnak és a szóda ritkább előfordulásának, továbbá törékenységének kell tulajdonítanunk.

S ezzel a néprajz tekintélyes és fontos részét tevő eljárások felsorolásának végére értünk. Az érintett eljárásoknak ma ezernyi, sőt milliónyi leszármazottja van, különösen amióta az ősi munkafelosztáshoz hasonlóan az utódok is egyes munkákat (vadászat, halászat, hálókötés stb.) a férfi, másokat (főzés, edénykészítés, ruhakészítés) a nő munkakörébe utaltak. Ez által az eljárások egész területén egyrészt az egyes nemzetek és vidékek között, másrészt pedig a technikák letéteményesei, a munkások között a legmesszebbmenő munkafelosztás létesült.



259. ábra. Ujguineai gölöncsérszerszámok.

A gazdaság.

A megélhetés gondjai minden korban és minden népnél nagyok voltak. E tekintetben általános érvényű tétel, hogy a gondok a művelődés folytonos előrehaladásával aránylagosan csökkennek. Ezt a tételt legjobban a legkedvezőbb körülmények között, tehát a trópusok alatt élő népek példája bizonyítja, amennyiben az illető vidék fő élelmező cikkének, pl. a rizsnek,

jámnak vagy kókuszdiónak egy-két évi kimaradása a legiszonyatosabb éhinséget és emberpusztítást vonta és vonhatja még ma is maga után. A jövőről, de legalább a holnapról való gondoskodás ugyanis elsőrangú kulturális szerzemény. Nem felejtendő továbbá az sem el, hogy a kezdetleges népek, ősiek és maiak egyaránt, a különböző ételtilalmak százait ismerték és ismerik el magukra nézve kötelezőknek és így megeshetett, hogy úgyszólván terített asztal mellett pusztultak el éhen.

A máról és a jövőről való gondoskodás tekintetében, a gazdaság legősibb alakjai szerint, a föld népeit a következőleg osztályozhatjuk.

A gazdálkodás legalsóbb foka a *vándorló* vagy *böngésző* gazdálkodás. Az ember abból él, amit a legkönnyebben a keze ügyébe ejthet. Ma a bokrok

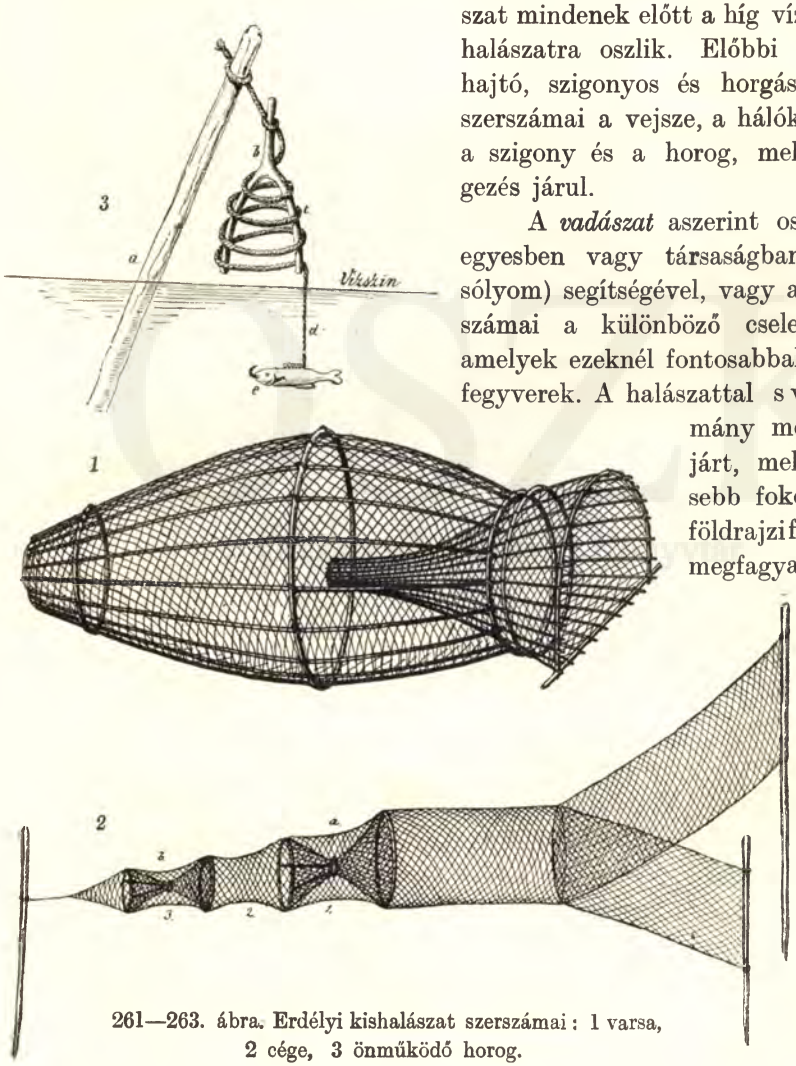


260. ábra. Női gölöncsérek Ujguineában. (Biró L. után.)

s füvek bőven kínálkozó magjaival és gyökereivel, holnap dög husával, majd ismét napokig koplal, hogy adandó vadászszerencse alkalmával heteken át dúslakodjék, s ami azzal rendesen együtt jár, ünnepeljen. Mikor a böngésző nép valamely elháríthatatlan természeti akadály következtében, avagy számbeli megfogyatkozása miatt egy helyen kénytelen megállani, további létezése vagy nem létezése rendesen attól válik függővé, hogy képes-e gazdaságát célszerüen megváltoztatni, avagy sem. A művelődésnek ezen a fokán döntötték el a népek, hogy adott körülmények között az úgynevezett *ősfoglalkozások*, a halászat s pásztorkodás közül, az illető területen melyik a jövedelmezőbb, mert oly nép, mely akár a legkedvezőbb körülmények között, tehát mikor viznek és a vadászterületnek egyaránt bővében van, a halászatot és vadászatot egyforma szeretettel s ebből folyó rátermettséggel üzné, csak nagyon kevés van. A két ősfoglalkozás egyébként az azzal foglalkozók lelkületét is gyökeresen

megváltoztatja. A *halászat*, habár az ősembernek ellenséges elemmel, a vízzel kellett megbirkóznia, mindenkép kevesebb veszéllyel jár s az embereket közös munkára szorítja, míg a vadász élete soha sem biztos, és megélhetése majdnem kizárólag egyéni tulajdonságaitól függ. Az emberi ész fejlesztésére, a kultúra előmozdítására mindkét foglalkozás egyaránt a legnagyobb hatással volt; s fontos behatással voltak a munkaképesség fejlesztésére és fokozására is.

A tengeri halászat már kezdettől fogva más csapáson indult mint a kis vízen vagy folyóvízen való halászat. Utóbbi rokon foglalkozás a vadászattal, mit szerszámai, a különféle tőrök és cselek is bizonyítanak. (261—263. ábra.) A halászat mindenek előtt a híg vízen való és a jeges halászatra oszlik. Előbbi főfajtái a kerítő, hajtó, szigonyos és horgászó halászat, főbb szerszámai a vejsze, a hálók különböző fajtái, a szigony és a horog, melyhez még a mérgezés járul.



261—263. ábra. Erdélyi kishalászat szerszámai: 1 varsa, 2 cége, 3 önműködő horog.

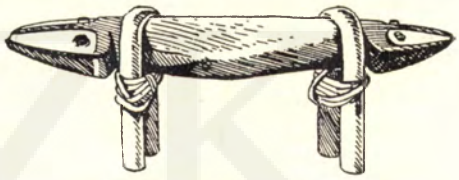
A *vadászat* aszerint osztályozható, hogy egyesben vagy társaságban, állatok (kutya, sólyom) segítségével, vagy anélkül űzik. Szerszámai a különböző cselek s csapdák, és amelyek ezeknél fontosabbak, a távolba ható fegyverek. A halászattal s vadászattal a zsákmány megóvása is együtt járt, mely a legkezdetlegesebb fokon az illető vidék földrajzi fekvése szerint a hús megfagyasztására, avagy a napon való mentől tökéletesebb kiszárítására törekedett.

A halászat és pásztorkodás között mutatkozó különbségek legfontosabbika abban nyilvánul meg, hogy míg előbbi a vele foglalkozókat többékevésbbé helyhez köti, s legfölebb arra kényszeríti, hogy halászó-helyeiket (vonyó, tanya) az évszaknak megfelelően változtassák, addig a vadászember helyét folytonosan változtatni kénytelen. Ebben a tekintetben tehát a vadászat az, mely az ősfoglalkozásoktól a pásztorkodáshoz és földmíveléshez való átmenetet képviseli.

Az első fokon ugyanis a pásztorkodó népek mindenütt kóborlók (nomádok). Egyes állatok szelidítése a legkönnyebben úgy képzelhető, hogy a vadász az e célra kiszemelt állatok egy-egy fiókáját foglyul ejtette s annyi ivadékon át gondozta, míg a szelidítés sikerült. Ezt a nézetet azok az újabb észleletek is támogatják, melyek szerint a nomád pásztorkodáson át nem esett népeknek a háziállatok szelidítése körül semmi érdemök, mert ezek jobbára csak dísznek és mulatságnak tenyésztenek egyes állatokat, nem pedig anyagi előnyök kedvéért és nem is rendszeresen, pl. a délamerikai indiánok. A teljes *megszelidülés* fokán tulajdonkép csak egy állatot ismerünk, a *kutyát,* mely az embert mindenüvé elkisérte, a sarkoktól az egyenlítőig s mely a vadász ember mellett vadásszá, a pásztor mellett nyájőrré a földmívelő kezében házőrzővé vedlett át, szóval a maga nemében ugyanazokon az átalakulásokon esett át, mint maga az ember. Utóbbi a kutyának ezt a hűségét mintegy azzal jutalmazta meg, hogy husának evését majd mindenütt tabuálta (tilalomba rakta), s ott is, ahol a kutya husától nem irtóznak, mint pl. a pápuáknál, a tor rendesen valamely vallási jellegű ünnepség legkimagaslóbb része. A kutya mellett a tulok különféle fajtáit (bivaly, zebu, ják), a tevefélét (dromedár, láma), a birkát és kecskét, továbbá a sertést, a lovat, a szamarat és az elefántot illeti az első hely. Félig szelidített háziállatra is vannak példáink. Ilyen többek között a macska, mely különösen faluhelyen önállóan jár a tápláléka után. A madarak közül a tyúkféléket, galambokat, ludak és rucák fajtáit eléggé nagy területen tenyésztik, az amerikai származásu pulykát, a keletindiai eredetű pávát, a fácánt, melynek hazája Kína, már sokkal kisebb területen ismerik. A féligmeddig szelidített háziállatok közé számítható a méh is. Az állattenyésztők egyrésze, így néhány délafrikai törzs, háziállatot csak azért tart, hogy állatjai számával kérkedjék, azokban rejlő gazdagságát fitogtassa. Ezek az élő állatot a világ semmi kincséért le nem vágják, állatjaik tejét nem élvezik és csak a döglött állatok húsát eszik. Az igazi állattenyésztő népek legfőbb képviselői Belső- és Közép-Ázsia füves térségeit népesítik be.



264. ábra. Ujguineai pápuák faásója. (Biró L. u.)



265. ábra. Ujguineai pápuák alvózsámolya.

Az első földmíves valószínüleg ugyanott termett. *Földmívesnek* ugyanis valójában csak az mondható, ki állatjai és a maga számára a téli eleséget takarmányfüvek s különösen a gabonafélék állandó elvetésével és learatásával biztosítja. A földmíves ősi hazája ilyformán csakis a mérsékelt égövben kereshető, mert az a forróégövi lakos, ki az ő éltető néhány szál kókuszpálmáját, kenyérfáját, vagy datolyapálmáját gondozza, még nem földmíves a szó mai értelmében. Természetes, hogy a földmívelésnek is megvolt a maga fokozatos

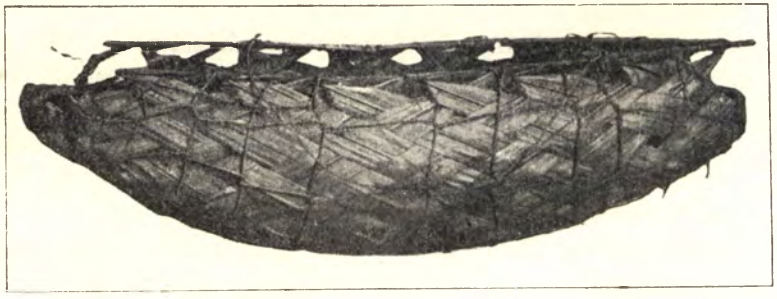
fejlődése. A kezdetleges népek kapás mívelése és a mezőgazdasági gépek légiójával dolgozó modern racionális gazdálkodás között óriási a távolság és szintoly hosszú az a másik időköz is, mely az irtások hamujának egyszerű kihasználását a parlagon hevertetést teljesen kiküszöbölő modern műtrágyázás alkalmazásától választja el.

Némileg kisebb a haladás, amely a *gazdasági eszközök* tökéletesítése terén észlelhető. Különösen alapeszméjük az, mely alig változott. Az ősi irtókapa, a kezdetleges ásó, a sarló, a kasza, a csép a legkomplikáltabb gépekben is vissza-visszatérnek. A régi alapeszmének ez a megmaradása a földmívelés és állattenyésztés valamennyi eszközén és szerszámán, de magának a földmívesnek konzervativ gondolkodásmódján is egyaránt észlelhető.

A gazdasági eszközök közé osztjuk be azokat is, melyeket máskülönben *házi eszközöknek* neveznek, s amelyek javarészükben a társult emberrel egykorúak. Ilyenek mindenféle bútorjaink, melyek nagy része újabb keletű, amennyiben a kezdetleges embernek egy-egy alvózsámoly (265. ábra), kosár és tarisznya (266. ábra), de még magyar parasztjainknak is néhány lóca, asztal, fogas és a költészetünkben annyiszor megénekelt tulipántos láda a fő mobiliája. Az ágy, különösen a magasra vetett ágy, mindenkép kései szerzemény, a paraszt nem is használja, és csak mutatóba tartja.

A konyhaszerszámok közt némileg nagyobb a változatosság, talán azért is, mert ez a nő birodalma, ki a veleszületett maradisággal minden egyes darabot megőriz, még azokat is, melyek a használatból már rég kimentek. Főtípusaik az edények, mozsarak, kosarak, kések és merítők. (267. ábra.)

A házi szerszámok között kettő van, melyet fontosságuk miatt külön fölemlítésre méltatunk. Az egyik a tűzhely, a másik a mécses. Előbbi, miként azt a szlávból vett másik magyar elnevezése: kemence(kő) is mutatja, eredetileg hordozható kő, amelyet a könnyebb hozzáférhetés és a tűz biztonságosabb elkülönítése céljából később megrögzítettek és rendesen mell magasságára emeltek. A mécses legegyszerűbb fajtája ott, ahol erre alkalmas gyantás



266. Ujguineai pápua levélfonalas szatyor. (Biró L. után.)

fafélék találkoznak, utóbbiaknak egy-egy meggyújtott, lehetőleg lapos forgácsa; ott pedig, ahol a fának híjával vannak, úgyszintén a magasabb műveltség területén valamely zsírba (olajba) áztatott növényi rost.

Az ősfoglalkozások felsorolt javainak előteremtésében a kezdetleges társadalom minden egyes tagja úgylátszik egyenlően vesz részt. De ez csak látszik, mert a beható vizsgálódás során azonnal kitünik, hogy a nyilak, íjjak, az edény és a hajó, valamint a ritkább ékszerek és ruházati darabok készítését még a legvadabb törzseknél is rendesen az ilyenekben legügyesebb ember: a született iparos kezére bízzák. Az ipari munka felosztásával s századokon át egy-egy kézben való meghagyásával megszületett az *iparosok rendje,* melyre jellemző, hogy noha mindenkor a tehetségesebbekből került, csak nagyon ritka helyen becsülték meg kellőképen, tán azért, mert az ipari foglalkozások nagy része (bőrcserzés, mészárosság stb.) a piszkos munkák közé tartozik, másrészt pedig abból az okból, mert az iparos, ki készítményét értékesíteni óhajtja, bizonyos tekintetben mindig vevőitől függ.



267. ábra. Ujguineai pápuák kávaivókája (1) és kanala (2). Mindkettő kókuszdió héjából.

Az iparos, különösen a kezdetlegesebb korból reánk maradt kisiparos eme sorsán a *kiskereskedő* is osztozik. Olyan társadalom, melyben az utóbbit, a javak kicserélőjét, becsülik, sokkal kevesebb van, mint olyan, melyben, ha nem is mindig megvetéssel, de legalább is bizonyos lenézéssel vagy kicsinyléssel viseltetnek iránta. Ez az állapot különben nagyban hozzájárult ahhoz, hogy adott körülmények között külön iparos és kereskedő rendek (céhek) alakultak, melyek tagjaiknak befelé kellő méltánylást biztosítottak s kifelé is nagyobb tekintélyre tettek szert.

Magának a kereskedelemnek fejlődési skálája az iparénál jóval terjedelmesebb. Legalsóbb foka, az úgynevezett *néma kereskedés,* olyankor észlelhető, amikor például a ceyloni mocsári vedda éjnek idejében a művelt vidék tanyái elé lopódzik, s erdei gyümölcseit, esetleg más fölös vagy értékes jószágát, a házak küszöbéhez lerakja, hogy másnap ismét eljöjjön és az adományáért ugyanarra a helyre lerakott nyílhegyeket, késpengéket stb. átvegye. A kereskedésnek ez a neme *cserekereskedés,* melynél a kicserélendő javak értékét mindenik fél külön, a másik fél utólagos, de néma hozzájárulásával állapítja meg. Az igazi cserekereskedésnél, melyet a legtöbbször nyitott piacon folytatnak, a néma kereskedésnek némi maradéka olyankor észlelhető, amidőn az eladó fél a még csak ezután jelentkező vevő fél javára áruját eladottnak jelenti ki, ami ellen a vásári hatóságok mindenkor erélyesen küzdöttek. A piaci kereskedés néhol, pl. Afrika és Ázsia belsejében, óriási mértéket ölt, amint hogy egyáltalán a piaci, vagy ami ezzel teljesen egyenlő értelmű, a *vásári kereskedés* leginkább a kezdetleges művelődésű népeknél dívik s a magasabb kultúra országaiban ma már csak félig-meddig ősmaradékként tengeti életét. Szemben az itt említett s a világ minden népénél előforduló szomszédos kereskedéssel, a tengerészet alapos ismeretén vagy a modern szárazföldi közlekedés eszközeinek használatán alapuló

nemzetközi kereskedés régebben csak egyes pontokon támadt s csak legújabban válik általánossá.

Mindazok az akadályok, amelyekkel egy-egy ország népe szomszédjainak kereskedelmi fölénye ellen védekezik, amilyenek a vámok, a kötelező lerakodók, az egyedárúságok, csiráikban már a kezdetleges kereskedelmi viszonyok között is előfordulnak. Ebben a tekintetben tán legtanulságosabb, hogy Belső-Afrika több népe a vámok valamint a be- és kivitel kérdését a lehető legegyszerűbben s mégis gyökeresen úgy intézte el, hogy úgy az ország belsejébe, valamint az azontúli országokba szánt árukat a határszélen feltartóztatott kereskedőktől megváltják s illendő nyereséggel maguk adják tovább.

A kereskedelemmel egyetemben s főleg ennek érdekét szolgálva, csakhamar a *forgalom* is nekilendül. A kereskedelmet nélkülöző kezdetleges társadalom beéri az egyes lakótelepeket összekötő gyalogjárókkal, egyes kisebb forgalmi akadályokon átvezető bürükkel, amelyeket különösen a sivatagban avagy a dús növényzetű tropikus vidékeken legtöbbször csak a beavatott vezetők ismernek. Ilyen helyeken a többfelé ismeretes s néha kilométernyi hosszban vezetett rőzseutak jelentik egyelőre a haladás legmagasabb fokát.

Valódi *út* azonban csak az, melyet megnyitása után tömegesen használnak, mert út jellegét csak ez tünteti föl. Az igazi útak közül a karaván-útak még csak gyalogos és lovas használatra valók (teve, öszvér számára is), gondozást alig igényelnek s a legtöbbször természetes útak. Mesterséges útakra csak akkor van szükség, amikor a kezdetleges szerkezetű talpas, majd az ezeket felváltó tömör kerekű s végül a küllős kerekű kocsi jelenik meg az úton,



268. ábra. Madagaszkári bennszülöttek kereskedelmi csónakja.

melyeket északon télviz idején a csengő-bongó szán vált fel. Ugyancsak a járóművek megjelenése követeli az első úszó és szilárd *hidakat* is. A gyalogos ugyanis, még ha terhet visz is, a kezdetleges népeknél sokfelé ismert liána-

vagy kötélhidakkal tökéletesen beéri. Nem úgy az ember- vagy állatvonta járómű, melyet a folyókon csak tutajon, kompon, avagy rendes álló-hidon szállíthatnak át. A modern közlekedési eszköz, a megszabott s gondosan víz-



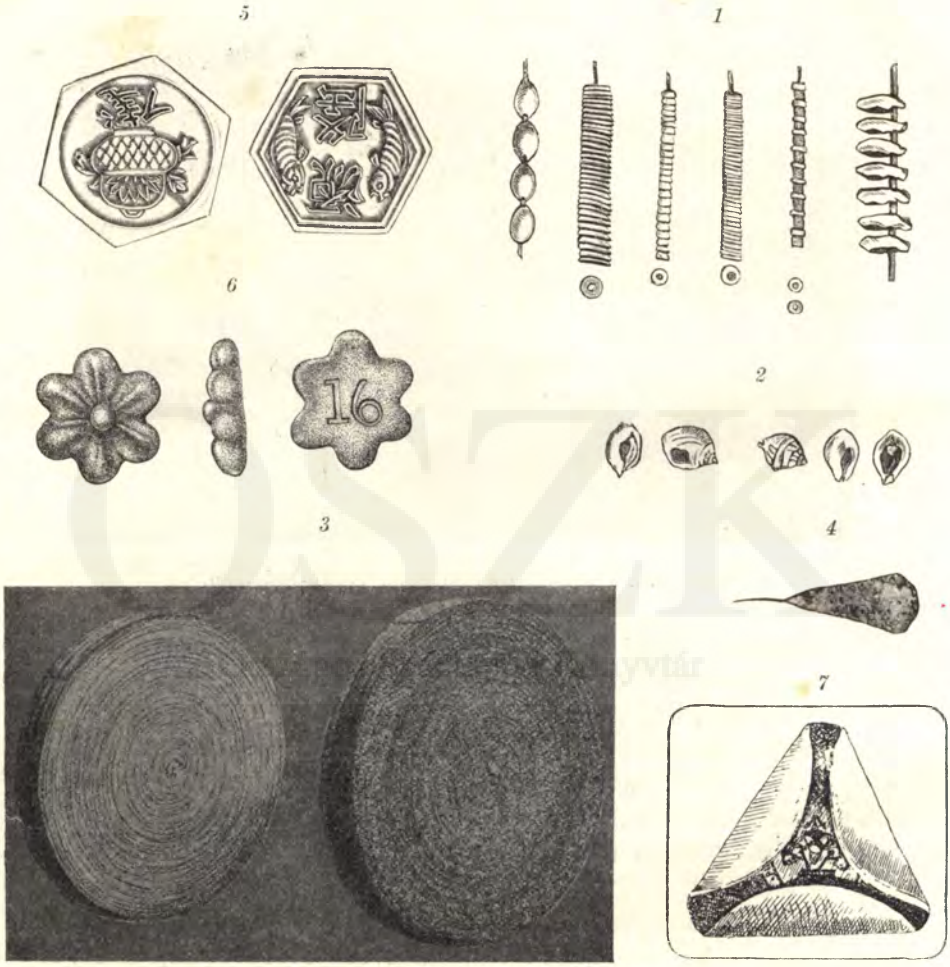
269. ábra. Folyóátkelés tömlőkön, Észak-Indiában.

szintezett sínpályán haladó gőz- vagy villamos-kocsi számára készült építészeti csudákra, a tengeröblöket általfogó vashidakra, az Alpok és az Andesek gyomrán áthaladó alagutakra itt csak utalunk.

Míg azonban a szárazföldi járóművek legfontosabbika, a *kerekes szekér*, csak a legujabban, mondhatni a gőz leigázása óta, tökéletesedett annyira, hogy nagyobb távolságokra is használható, addig a vízi járómű, a hal testét utánozó *hajó*, készítői e cél elérésén már ősidők óta fáradoznak s céljukat többféle útonmódon el is érték.

A hajó fejlődésének legalsó fokát az a vizbe dőlt fatörzs jelenti, melyet a rajta lovagló pápua kezével, mint a legprimitivebb evezővel hajt előre. A tökéletesség nagyobb foka, mikor több fatörzset, ilyenek hiányában pedig bambusznádat, kórót, a fát teljesen nélkülöző vidékeken pedig felfujt állati tömlőket talpakká, tutajokká egyesítenek (269. ábra). A harmadik fokot a kéreg- és az ezzel egyenlő rangú bőrcsónak jelzi. Előbbire a délamerikai indiánság, utóbbira az eszkimók kajakja a legjobb példa. A fejlődés legmagasabb foka felé akkor indult el az ember, amikor az első fatörzset csónakká vájta, elébb tüz, később tökéletes kő- illetve fémszerszáma segítségével, melyet evezővel hajtottak. Ilyenek a mi balatoni bödönhajóink is. A későbbi felfedezések valamennyien ennek a hajó-tipusnak tökéletesítését célozzák. E célból először is vendéghajóval látták el, azaz a hajó mellé még egy másik hajót, avagy tömör fát erősítettek, mely a hajót még a legnagyobb viharban is óvta a fel-

dőléstől. A vitorlát, melyet eleinte növényi rostokból fontak, később pedig szőttek, még pedig rendesen a kéznél levő legszivósabb fonalból, már a vendéghajós vagy kirakodós csónakokon is alkalmazták. A háromárbocos vitorlás, a turbinás-gőzös a fejlődés eddigi betetőzői. A biztos forgalomnak másik két segítőeszköze, az *irányítótű* (kompasz) és a *térképek* elég kései keletűek.



270. ábra. Különféle kezdetleges pénznemek: 1—2 az oceániaiak csigapénzei; 3—4 gyapotszalag- és vaspénz Közép-Afrikából; 5 sziámi porcellánpénz; 6 kínai ólompénz; 7 a szakolcai kalapos céh nemezből készült kalapalakú szükségpénze.

Utóbbiak első kezdetei az úgynevezett *pálcikás térképek*, amilyeneket a Marshall-szigetek lakóinál találunk.

A kereskedelemmel karöltve járó egyéb kulturális vivmányok közül még az általános értékmérő-eszközre, a *pénzre* kell néhány szóval reátérnünk. A pénz fejlődése tekintetében nagyjában három fokot ismerünk: a fitogtató, a valódi és a jelképes pénzt. Az első tekintetében a nyelvészeti és az újabb néprajzi kutatások egyaránt arra az eredményre vezettek, hogy ez a legkezdetle-

gesebb pénz mindenkor nélkülözte a fogalommal járó *értékmérő* jelleget, melynél fogva bármely más javat meg lehet érte szerezni. A pénznek ez a fajtája csak arra való, hogy birtokosa gazdagságát fitogtathassa, aki pénzétől semmi áron nem válna el, amint viszont nem is igen akad ember, ki a legtöbbször csak képzelt értékeket beválthatná. Ilyen pénzek pl. a Karolin-szigetek egynémely lakójának tekintélyét emelő malomkő nagyságú sziklatömbök, miket nagy fáradsággal fejtenek le az eleven sziklából s szállítanak tulajdonosuk háza tájékára. Ilyen továbbá a délafrikai négerség marhaállománya, amelynek, mint már föntebb említettük, semmi tényleges hasznát nem veszik.

A rómaiaknál a marha (pecus, innen pecunia = pénz) már értékmérő-egység, tehát valódi pénz, melynek főjellemzője, hogy pénzértéke és valódi, azaz használati értéke egymást teljesen fedik. A valódi pénznek alfaja az úgynevezett ékszerpénz, melynek használati értékét, miként az elnevezéséből is kitünik, az adja meg, hogy ékszerül is hordható. Ily ékszerpénzül, hogy csak egynéhányat is említsünk, a többek között a következő tárgyakat használták vagy használják: csigákat, kutyafogakat, disznóagyarakat, delfinfogakat, halcsigolyákat, ujjpereceket, rézkarikákat stb. Az ékszerpénz maradéka az a különösen a déli szlávságnál mindmáig divó szokás, hogy vagyonukat aranypénzek alakjában nyakékül hordják.

Idővel azonban, különösen ott, ahol külső, azaz a szomszédos területekre is átterjedő kereskedelem fejlődött, a pénznek oly fajtája vált szükségessé, mely kicsi helyen elfért, nagy értéket képviselt s valamely okból általános közkedveltségnek örvendett. A pénznek ezt az alakját, a jelképes pénzt, sokféle formájában csak az igazán művelt népeknél találjuk. Ám ez is sokféle változáson ment keresztül. A középkori Oroszországban a sarki állatok prémjei a pénzegységek, s az Obmenti osztjákság évi adóját ma is ezekkel fizeti. A kauricsiga-pénz és a gyöngypénz általánosan ismertek. A fémpénzt eleinte rudak alakjában ismerték, melyekből tetszés szerinti darabokat vágtak le, miket a mérleg segítségével értékeltek. A határozott értékű, kivert nemes ércpénzek, az úgynevezett érmek, s ezek helyettesítői a váltópénz és végül a par excellence jelképes pénz, a papirpénz sokféle formái a pénz fejlődésének betetőzői.

A kereskedelemmel járó másik vivmány a *mérték* és a *súly*. Ezek körül ugyanaz a jelenség tapasztalható, mint a szerszámok körül, amennyiben kezdetleges fokon kivétel nélkül az emberi test egyes részeinek nagyságbeli ismétlései vagy ezekből alakultak, ilyenek pl. az öl, a láb, a sing, a hüvelyk, az ezek négyszögesítéséből és köbözéséből alakult terület- és ürmértékek, végül az adott nagyságú ürmértékbe férő tömegek súlyából kiadódó súlybeli egységek.

3. A művelődés szellemi javai. (Ethnologia.)

Ide soroljuk az emberi elme mindazon kulturális produktumait, melyeknek megteremtésére nem az anyagi megélhetés biztosítása vitte rá az embert. Ha az anyagi élet kulturális termékeit valamely fa törzséhez, ágaihoz, edényeihez hasonlítjuk, akkor a szellemi kultura termékeit, a vallást, a művészetet s a tudományt ugyanezen fa frissen zöldelő hajtásának, illatozó virágjának és édes

nedvű gyümölcsének mondhatjuk. Ezek eredetének, kezdetleges formáinak kutatása természetesen a legnehezebb feladatok egyike; de rendkívül eredményesnek igérkezik, mert az a forrás, amelyből ebbéli kutatásaink táplálkoznak, t. i. a napjainkra maradt ősi népek megfelelő kulturális vivmányainak, továbbá a népek száján élő hagyományok, mesék, mondák, babonák, közmondások összege, az ugynevezett *folklore*, még úgyszólván érintetlen és a szó szoros értelmében kimeríthetetlen.

Vallás. Az ember szellemi produktumai között okvetlenül a *vallásé* az elsőség. Minden vallásnak az a célja, hogy a hivőnek e földi lakást még akkor is kedves, vagy legalább türhető, otthonává tegye, ha a sors kegyetlenül sujtja.



271. ábra. Ujguineai ősszobor. (Biró L. után.)

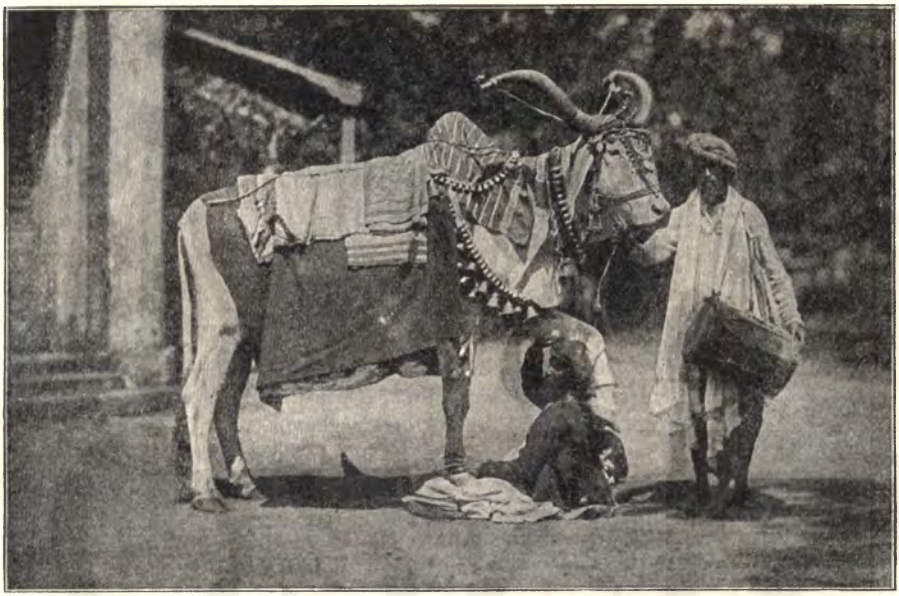
Az új-guineai pápua nem érzi magát nyugodtnak, amíg a holtak birodalmába költözött társának hite szerint örökkön-örökké körülötte lebegő szellemét kezdetleges, dogmákba nem foglalt vallásának követelményei szerint ki nem engesztelte.

Ez a példa a vallás amaz ősforrásához is elvezet, melyet tudományos műszóval *manizmusnak* hivunk (a klasszikus *manes* — elköltözött ős lelke — szóból). E forrás fenekén ugyanis ott leljük azt a végtelen lesujtó, sok esetben szinte eloszlathatatlan félelmet, mondhatni borzadályt, melyet akkor érzünk — és vajjon melyikünket kerülte el — midőn vérünk, barátunk, versenytársunk a szemünk láttára vált meg az élettől és az enyészetnek lesz áldozatává. Különösen a kezdetleges, az ősember rabja ennek az érzésnek, amint azt világszerte megfigyelték. S ez érzés lecsillapítását elérendő, indul meg benne az a rendkívül szövevényes gondolkodási processzus, mellyel az életrekelés és a halálnak előtte — valljuk be, mindnyájunk előtt —



272. ábra. Szellemek háza Német-Ujguineában.

megfoghatatlan eseményeinek megmagyarázására törekszik. A manizmus mélységes voltát legjobban az az ezernyi kezdetleges emberszobor és álarc mutatja, mely majdnem minden kezdetleges népnél feltalálható s egytől-egyig az ősök tiszteletével függ össze. A manizmust mint vallási világ-



273. ábra. Szent bika Benaresben (Keletindia).

nézletet az *animizmus* (a latin *animus* = lélek szóból), a meglelkesítettség hite váltja fel. Ekkor már a teremtés lényeges, talán legfőbb részének érzi magát az ember, s a körülötte levő mindenség minden egyes tagját emberré lelkesíti, élő lénnyé avatja, kik között nálánál hatalmasabbakat és gyengébbeket ismer. Amazoknak szolgál, emezeknek parancsol. A napot s a holdat földünk mondhatni valamennyi népe meglelkesítette s ugyanez történt valamennyi magasabb heggyel, különösen ha tüzet hánytak. Nem kevésbbé »éltek« az emberek hitében a tengerek s a folyóvizek a hatalmas folyamtól az utolsó csermelyig. Más kisebb embercsoportok, a legtöbbször földrajzi környezetüknek vagy reájuk nézve érthetetlen természeti jelenségeknek behatása alatt egyes köveknek (pl. a mekkai Kába köve, mely meteoritnak látszik), növényeknek (szent fák, a lótusz, az aszklepiász, melynek magjából a régi hinduk szoma nevü áldozati italukat készítették, a szlávok hársa, a magyarság szent fája, az üröm stb.), sőt állatoknak (ibisz, fehér elefánt, Kelet-Indiában a szent majmok stb.) is teljes emberi lelket szántak (273. ábra). Mi több, mindezeket, illetőleg a bennök lakó lelket csak úgy tisztelték és ezt a tiszteletet hozzájuk intézett fohász (ima) vagy áldozat alakjában éppúgy kifejezték, mint saját őseik elköltözött lelkei előtt. A vallásnak ezen a fokán áll a belsőafrikai négerek fetisizmusa (a portugál fetiso = ünnepelek szóból). A néger nem a fetisül választott kovakövet imádja, hanem annak képzelt lelkével helyezkedik összeköttetésbe, hogy azt vagy



274. ábra. Álarcok: 1, 3 tánc-álarc Ujmecklenburgból és Ujhebridákról; 2 őst utánzó álarc Ujguineából; 4 ceyloni betegségbűvölő álarc; 5 japán újévi álarc. (M. N. Múz. Népr. oszt.)

kiengesztelje, vagy esetleg megfélemlítse, ha máskép nem, *álarcokkal*, melyeket a föld minden népénél találunk (274. ábra). Ami a fetisizmust ezen az alacsony fokon megtartja, az a körülmény, hogy a néger a meglelkesítést a legkisebb kicsinységekre terjeszti ki, melyeknek eredete, összefüggése, mondjuk élete, a reáruházottnál bővebb magyarázatot nem igényel. Máskép van ez azoknál a népeknél, kik a körülöttük lévő fontosabb természeti jelenségeket lelkesítették meg, s ezeket a fiatal népek hatalmas képzelő tehetségével magyarázni igyekezvén, hatalmas mithoszok megteremtői lettek (görög, római, mexikói, polinéziai, germán). Ezek eleinte magával a vallással nagyon lazán függtek egybe s csak később váltak annak sohasem hiányozható jellegévé. A feltünőbb természeti jelenségeknek, a csillagzatoknak, az oceánoknak, a tűzhányóknak meglelkesítése a szük köréből kiemelkedő emberben végtére a térbeli és az időbeli *végtelenség* fogalmát támasztotta.

Ez utóbbi szülte az animizmusnak azt a millió ember lelkét elfogó újabb változatát, melyet *lélekvándorlásnak* (metempsichozisnak) nevezünk. Az ember immár *halhatatlannak* érzett lelke gazdájának elhalása után is folytatja létét, növényben, állatban, tán épenséggel másik emberben, aszerint, amint erre jó vagy rossz tetteivel rászolgált. A paradicsomi számkivetés, a jónak elválasztása a rossztól, szóval az *erkölcsi* (morális) világ megállapításának kötelessége itt szakadt az érett emberiségre. S mert határai szinte véghetetlenek, az erkölcs is a megfoghatatlan dolgok, a vallásiak közé sorozódott, hogy végső kifejlődésében itt-ott a vallás összes többi elemeit rendre megfojtsa (pl. Konfucse tanításában).

Láttuk tehát, hogy saját szövevényes vallásaink elemei: a *mithologia*, a *kultusz* (áldozat, ima) és végül a *morál* szintén az evolúcio eredményei.

Lássuk még ezek végső kifejlődését azon a fokon, amelyen fejlesztésükön többé nem az egész törzs, nem az egész emberiség munkálkodik, hanem egy külön kaszt, a *papság*, amelynek egyes tagjai egyéni rátermettségüknél fogva erre a feladatra különösen hivatottak. Amidőn föntebb a főnöki hatalom kifejlődését vázoltuk, rámutattunk arra, hogy kezdetben a papi hatalom is a főnökök személyében összpontosult, sőt valószinű, hogy a papi tehetséghez tapadó hatalom volt az a lépcső, mely a főnökség eléréséhez vezetett. Hogy melyek azok a papi tehetségek? Kezdetleges népeknél főképen a jóslás (divinatio) s a gyógyítás tehetsége, melyek, akár magasabb szellemi tehetségénél fogva űzze azokat valaki, akár pedig ámításból, a többségre mindenkor nagy hatással vannak. Mindkettőhöz az a feltevés füződik, hogy az illetők felettük álló lényekkel, másvilági hatalmasságokkal érintkeznek. S tényleg a kezdetleges népek papjai főképen jóslással és gyógyítással foglalkoznak. A papi hatalom ezentúl két irányban fejlődhetik és fejlődött is. Az első irány a válogatottak kasztjának megtisztulásához vezetett. Ezen az uton haladva, a papság lemondott arról, hogy a másvilággal való közlekedést közvetítse és a földiekről egészen letéve, testileg, lelkileg a túlvilág felé igyekezett mindhamarabb emelkedni. Utját az önkinzás, sanyargatás (mortificatio) jelzik. A képzelt mennyországok magasfalú zárdák kapuin belül kezdődnek *(egyházi rendek)*. A világvallások papsága mind ezen az úton indult és csak a legujabban készül némileg ismét a földre visszaszállani.

A papság fejlődésének másik irányát India bráhmán (papi) kasztjánál látjuk legjobban kifejlődve (277. ábra). A brámaizmus virágzási korában (400—500 Kr. u.) a papság hatalma odáig emelkedett, hogy egyenesen azt hirdethette, hogy a papi zsolozsmák hallatára, a papok hozta áldozatok illatára valamennyi isten és maga a hatalmas hármas egység (a trimurti) is a papi akarat hűséges végrehajtójává alacsonyodik le. A megfoghatatlan, végtelen, örök isten a



275. ábra. Ceyloni kuruzsló papok.

legutolsó fokú bráhmánnak, vagyis inkább a papok szolgáltatta s mindeneknél hatalmasabb kultusznak szolgája. Hogy az itt érintett, alapjában véve animisztikus, vagy mint régebben mondották volna, samanistikus elemektől néha még a



276. ábra. Tibeti barátok (lámák).

legeszményibb papság sem egészen mentes, könnyen érthető, ha meggondoljuk, hogy a leírt fejlődés nem külön-külön, hanem a létező vallásokon belül egymást sokszorosan át meg átszőve, egymást hol hátráltatva, hol pedig előmozdítva, nem is egyszerre, hanem hosszú idők folyamán folyt le.



277. ábra. Indiai bráhmán.

Ezek után még az ú. n. *uralkodó vallások* felosztásáról kell szólanunk. Érdekes, hogy ezek kialakulása az ősvallás szolgáltatta közös emberi alapon, a hívők főfoglalkozása szerint vett többféle irányt. Igy azt látjuk, hogy mindazon népek, amelyek ma is nyájaikkal barangolnak, vagy történetük folyamán hosszabb ideig nomádizáltak, a vallás mithoszi részét közös irányban fejlesztették, még pedig az egyistenben való hivés (monotheizmus) felé. Ezzel szemben a nagy földmívelő népek (hinduk, kínaiak, egiptomiak) sokistenhivők (politheizmus), s legfölebb papi kasztjaik legkiválóbbjai révén közelednek az egyisten fogalmához. Az eredeti állapotokat ezen a téren az a csudálatos körülmény is százszorosan megváltoztatta, hogy a kezdetleges népektől és alakulófélben levő vallásaiktól eltekintve, a művelt népek között ma alig van egy is olyan, amely a maga ősi vallását követné. Az új vallásokat pedig mindenkor és mindenütt a föld hatalmasai terjesztették, ha másképen nem lehetett, hát tűzzel-vassal.



278. ábra. Eperjesi jaslicskárok (Bethlehemjárók).

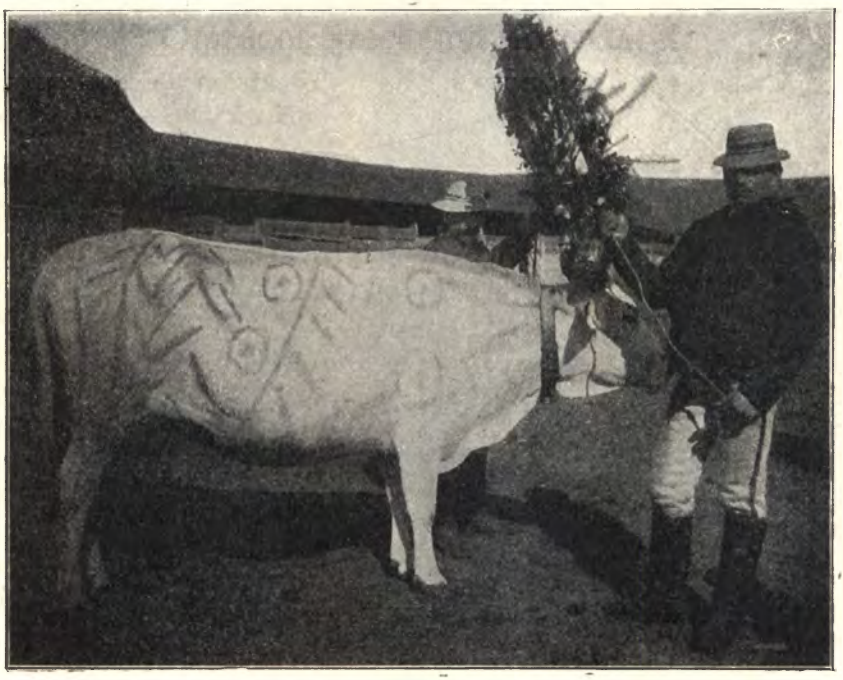
Igy lőn a *kereszténység*, a zsidók kisded népének ez a tipikus lelki produktuma: az árjaság és a közte lakó ugor-török magyarság és finnség vallása, melyet ma ilyképen kb. 450 millió ember követ. Ez az egy istent hirdető vallás eredetileg kultusz híján indult, később a meghódolt népek ősi kultuszát kezdte élesztgetni



279. ábra. Buddha-szobor Japánban.

(a karácsony, husvét, pünkösd s a szentek ünnepjei mind az árja ősvallás maradványai), erkölcstanának alapjául pedig a felebaráti szeretetet vallotta. Igy vallják Kína, Sziám, Birma, Japán és Tibet népei körülbelül 400 milliónyi számban Buddha nézeteit, miket ősi, tisztán animisztikus vallásukra erőszakkal ojtottak reá. Igy váltak Elő- és Közép-Ázsia samánkodó török hordái az arabs eredetű iszlámnak legvitézebb harcosaivá. Az ősi vallás nyomai mindezeknél ma is föllelhetők, de mélyen a mindennapi életrakta rétegek alatt. (278. és 280. ábra.)

Emlékezzünk még meg Zoroasztternek az iráni kultuszból szakadt vallásáról, melynek mithosza két főalapelv, mondjuk a jó és a rossz isten (Ormuzd és Áhrimán), avagy a fény és a sötétség harca körül forog; a természetnek és jelenségeinek imádásából később spekulativ úton hatalmas épületté tömörült keletindiai *brahmaizmusról*, mely később Gotama Buddha királyfiban (279. ábra) reformátorát lelte, aki a földi

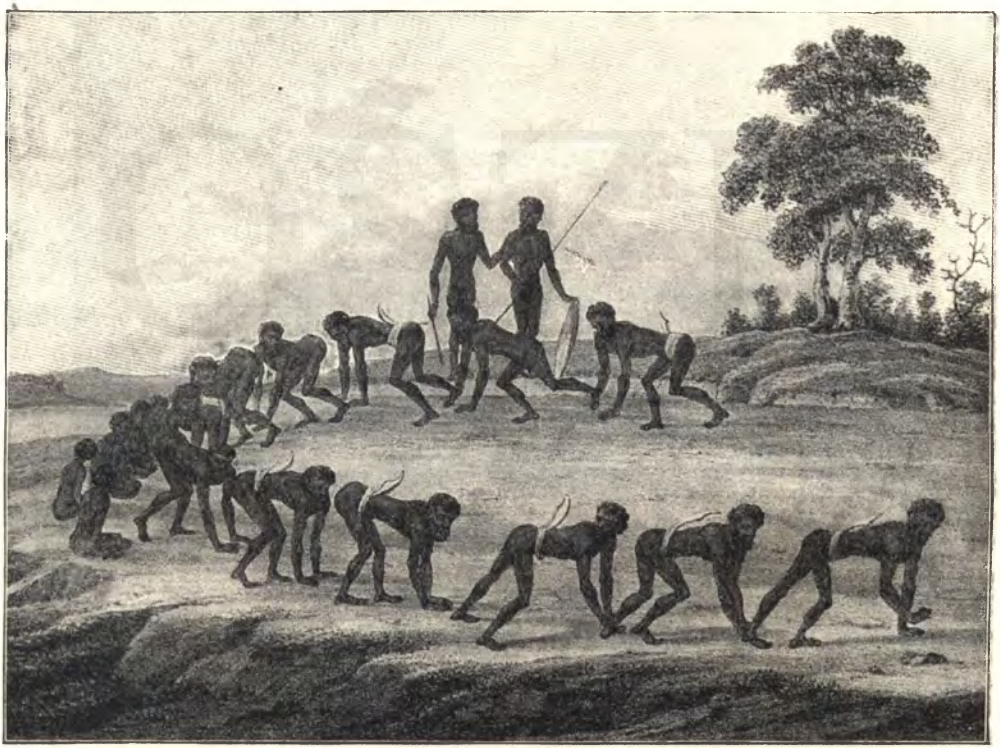


280. ábra. A szamosujvári Turkajárás naprajzos, napkoszorús ökre.

szenvedés súlya alatt kimondja, hogy csak a semmisülés, a hőn óhajtott *nirvána* rejti számunkra az igazi megváltást; végül a *mozaizmusról* és a *kereszténységről*, valamint ezek leghatalmasabb sarjáról, a Mohammed alapította *iszlámról*. Ezzel felsoroltuk a fejlettebb vallások legfőbbjeit. Ami rajtuk kívül esik, az mind a kezdetleges vallások körébe tartozik, melyeknek szabványai nem kevésbbé körülírtak és az egyesre akárhányszor leküzdhetetlen súllyal nehezednek.

Művészet és tudomány.

A művészet eredetéről szóló elméletek közül ez idő szerint tán Grosse elméletének van a legnagyobb tekintélye. Ez a tudós a gyermekjátékokat és a művészeteket az erőfeleslegek kitörésének tartja, amelyek időről-időre nemcsak a gyermekben, hanem a felnőttekben is fölgyülemlenek. Tényleg minden



281. ábra. Ausztráliai bennszülöttek kutyatánca. (Dumont d'Urville után.)

nap láthatjuk, hogy mindazok az emberek s népek, akiknek s amelyeknek teljes erejét a mindennapi megélhetésért vívott küzdelem ki nem meríti, azaz a legkezdetlegesebbek és a kultura létráján legelőrehaladottabbak, a művészetek egyik-másik ágát nagy előszeretettel művelik, fejlesztik.

A művészetek ugyanis ethnológiai szempontból két csoportba: az *időbeli és térbeli művészetek* csoportjába oszthatók. Amazok, a tánc és a zene, az alacsonyabbak; emezek, a szobrászat, építészet és a festészet, a magasabbak.

Végkifejlődésükben, tán a tánc kivételével, mindkét csoport rendkívül impozánssá erősödött. Ezek méltatása külön tudományág, a művészettörténelem feladata.

Fontos egyébként, hogy a művészetek a vallással is a legszorosabban összefüggnek, amennyiben a vallás egyik alkotó eleme, a vallás gyakorlása (a kultusz), az alsó fokon majd mindig kizárólag tánc, azaz ütemes rithmikus mozdulatok alakjában jelentkezik, ami a testi s lelki erőfölösleg kiegyenlítésének bizonyára legegyszerűbb módja. (281. ábra.) Az ütem megtarthatásán azzal könnyítettek, hogy a tömeges táncban résztvevők mindegyike az ütemet a maga számára kézcsattanással, lábtoppantással, majd táncszóval, azaz énekkel, külön jelzi olyképen, ahogy a tömeges munkát ilyennel kísérni szokás. Hogy a gége és más testrészek túlfáradásának elejét vegyék, később



282. ábra. Ujpommerániai dukduk-álarcosok rezgőtánca.

az ütemzés munkáját alkalmas *zeneszerszámokkal* végezték. A kézcsattanást és lábtoppintást ezentul a dobok és csörgők, az éneklést a búgófák, sípok, trombiták és húros hangszerek legiójára bizták, még pedig néha oly módon, hogy mindkétféle eszköz együttesen szerepelt, az egyik mint a taktus, a másik mint a taktusokat egybefűző dallam létesítője.

De régen ismert tény az is, hogy nemcsak a *zeneköltés* fejlődött a legtöbbször álarcban lejtett és a testi szerelem (az erotika) világába is eltévedő vallási táncokból, hanem bennök gyökeredzik a *szóköltészet* virágos fája is.

A vallási és a profán tánc közötti határ megvonása rendkívül háládatlan feladat, mert hiszen a kezdetleges népek harci, időszaki, állatutánzó stb. táncai is majd mind ezen események animisztikus, tehát ősvallási jelentőségéből folynak.

A térbeli művészetek közül minden esetre a *szobrászat* a legősibb, mert ez egyszerűen a térbeli viszonyok hűséges megtartásával járó utánzás (283. ábra), míg



Az Athenaeum r.-t. nyomása.

A BARI-NÉGEREK HADI TÁNCA.

Természet után rajzolta Harnier Vilmos.

SZÉCHÉNYI KÖNYVTÁR 14

OSZK

Országos Széchényi Könyvtár

az *építészet*, különösen a sík vidéken, nagyfokú képzelőtehetséget feltételez, a *festészet* pedig hosszas elvonással járt, melynek célja a testek részleges anyagtalanítása (dematerializáció) volt. Mégis ezen a téren is akárhány kez-

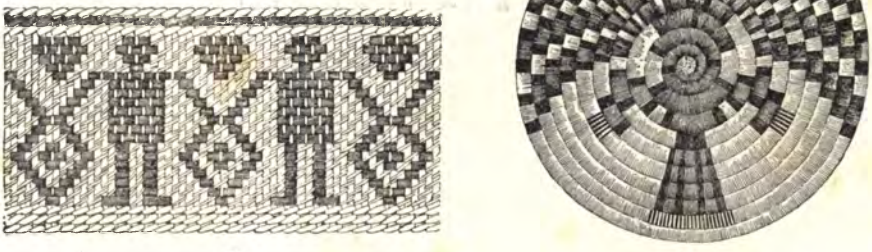


283. ábra. Áldozati állatok rajza.

detleges nép igen jelentékeny dolgokat produkál. Nincs természetesen kizárva, hogy a művészetek itt jelzett fejlődési sorozata a kezdetleges fok későbbi elhanyagolása, illetőleg a fejlettebb művészeti ág visszafejlődése útján látszólag megbomlik.

Hogy az ősök szobrocskáinak és álarcainak készítése révén, kezdő fokán a szobrászat is a vallásiak köréből indul ki (283. ábra), ahogy régebben a művészetek egyáltalán legnagyobbrészt a vallás szolgálatában állottak, azt immár egészen megszokott jelenségnek találjuk.

A rajz is kezdetben nem szabadon, hanem mindig valamely tárgyhoz kötötten jelentkezik, még pedig ilyenkor mindig mint *diszítés* (ornamentum). A primitiv ornamentum keletkezéséről szintén sokáig folyt a vita. Grosse követői ezt is merőben az erőfelesleg kitörésének tartják, mások a diszítést a kezdetleges ember és társadalom ama szükségletére vezetik vissza, hogy az egyén és a horda közös vagyonát a másétól avagy



1 2

284. ábra. Tárgyszerű ornamentumok: 1 emberrajzos gyékény; 2 a zuni indiánok sasrajzos, fonatos tála.

a más hordáétól megkülönböztesse, amiért is minden egyes tárgyat bizonyos jellel, úgynevezett tulajdonjeggyel kellett ellátniok. Ezeknek a jegyeknek egymásután való többszörös alkalmazásából keletkeztek volna aztán az első ornamen-

tumok. Egy harmadik nézet szerint az első ornamentum tulajdonkép vallási eredetű, amennyiben nem egyéb mint az animisztikus világnézetből folyó kisérlet, hogy a tárgy meglelkesítését kívülről is jelezzék (285. ábra). Vannak végül olyanok is, kik az ornamentum gyökerét velünk született szépérzékünkben látják s az ornamentumok különféleségének okát a diszítendő tárgyak anyagában találják (284. ábra). Tény az, hogy a kezdetleges ornamentumok e nézetek mindegyikét igazolnilátszanak, amennyiben a primitiv ősnépeknél eleinte egyedül az állati motivum ismeretes. A növényi dísz fellépése a magasabb fokot jelzi. Az ú. n. mértani dísz végül, melynek megalkotása kifejlődött elvonási képességet, tehát hatalmas észbeli munkát tételez föl, legtöbbször állati és növényi ornamentumoknak a gyakori alkalmazás következtében a fölismerhetetlenségig kopott alakjait mutatja, melyek azonban azonnal érthetőkké válnak, mihelyt az illető motivumoknak nagyobb sorozatát figyeljük meg. A mértani ornamentumoktól jól megkülönböztetendők azok a szimbolikus jelek, melyek az ethnografusok kutatása nyomán a föld valamennyi kihalt és élő népénél egyaránt előfordulnak, amilyen pl. a horgos kereszt, ó-indiai és nemzetközi nevén svasztika.



285. ábra. Indián hal-ornamentumok.



286. ábra. Japán orvos.

Eredetileg a marha bélyegzésénél használt tulajdonjegyek egyike volt. Jelentőségéről könyveket írtak, a legvalószinűbb, hogy a napistenek ősi jele.

Végül a tudományok kezdetéről kellene megemlékeznünk. Ám ne tévesszük szem elől, hogy tulajdonképen eddig is az emberi tudás kezdeteivel, eredetével foglalkoztunk, amennyiben a kultura előrefelé tett minden

egyes lépése, történjék az bármi irányban is, mindenkor tudáson alapul, melyet ha rendszerbe szedtünk, tudomány a neve. Az ismeretek föltételezett rendezése az egyes tudományágak terén természetesen más-más időben következett be.

A beteg test gyógyításán az emberek megszámlálatlan milliói fáradoztak. (286. ábra.) A mértan elemeire a földosztásnál volt égető szükség, látjuk is, hogy már aránylag korán virágzik. Az ősembert a csillagos ég titkai von-



287. ábra. A híres mexikói naptárkő.

zották leginkább. (287. ábra.) A tudomány számtalan ágának keletkezésének kutatása a tudományok történetének feladata. Az embertan, a mindeneket összefoglaló tudományok tudománya, melynek az előadottak csak legcsekélyebb fejezetét teszik, csak tegnapról való tudomány. Ez a tény emberi természetünkben leli mélységes okát, miért is szinte azt mondhatnók, hogy az emberiség csak ennek a tudománynak megteremtésével lépte át gyermekkorának határát.

IV. FÖLDÜNK FŐBB EMBERFAJTÁINAK LEIRÁSA.

Miután a megelőzőkben a faji boncoló- és lényfejlődéstan főbb eredményei alapján az emberiség felosztását megkisérlettük, majd pedig az emberi élettan szorosan vett emberi jelenségeit vázoltuk, befejezésül Stratz fentebb adott

felosztása alapján az egyes fajták rövidre szabott testtani és kulturális (néprajzi) jellemzését adjuk. Elébb azonban a testtani és kulturális jellegek fajmegállapító értékéről teszünk egy-két megjegyzést. Ha ugyanis a dolgokat jól megfontoljuk, könnyen beláthatjuk, hogy azok a különbségek, melyek e jellegek közt mutatkoznak, nem olyan mélyrehatóak, amint az első pillantásra látszik.

Az európai északi fajta szőke haja s kék szeme csakúgy az alkalmazkodás eredménye, mint a bőrcsizma és a prémes- vagy posztóöltözet, melyekkel a tőle lakott vidék klimatikus mostohasága ellen védekezett. A hindu barna testszine, lenge gyapotöltözete és tehetetlen tépelődése a lét kérdései felett, bárhogy is tekintsük, az agyvelőnek teljesen egyenlő értékű alkalmazkodási produktuma.

A sarkok körüli vidékek lakóinak háza, ruházata, szóval művelődési vagyona, bármely embertani fajtához tartozzanak is, többé-kevésbbé azonos; ahogy a különböző fajtákhoz és nemekhez tartozó sarkkörüli állatok és növények is mind az ú. n. sarki jellegeket öltik fel, prémjük megsűrűsödik, színtelenítődik stb.

Ám az egyes állati fajtákon belül az ebből az *alkalmazkodásból* folyó jellegeket szorosan fajmegállapítóknak veszik, nem képzelhető tehát ok, amely ugyanezt az eljárást az emberiség felosztásánál megtilthatná, mert hogy a jegesmedve bundája testéhez oda van nőve, a csupasz ember bundája pedig levethető, hogy a jegesmedve mellső lába ütésével teríti le a prédáját, az eszkimó pedig szigonnyal, azaz mesterségesen megtoldott kézzel ejti el a jegesmedvét, ezek csak fokozati, de nem lényeges különbségek

Ha a testtani és a kulturális leíró jellegek egyenlő értékét ilyképen elismertük, ezzel megkíméljük magunkat attól, hogy az emberiség felosztását kettős alapon létesítsük, azaz egyrészt testtani alapon, fajtákra osztva, másrészt néprajzi alapon, a nemzetek, népek, törzsek stb. szerint.

Ehelyt az emberi faj fölosztását fajták szerint mutatjuk be, melyek ismét akár testtani, akár néprajzi jellegeik alapján alfajtákra, esetleg változatokra különülnek.

Ezen vállalkozás keresztülvitelére itt-ott még nagyon kevés az észleleti anyag, ilyenkor tehát — mint az itt következők során nem egyszer — egyelőre csak vagy egyoldalú testtani, vagy néprajzi, sőt ezek híján hellyelközzel földrajzi áttekintéssel kell beérnünk.

A/ Ősi (protomorf) fajták.

Stratz szerint az ősi pusztuló fajták a következők: 1. *ausztráliaiak* (pápuák, melanéziaiak); 2. *koi-koinok;* 3. *amerikaiak;* 4. *indooceániaiak* (batták, dajákok, tongák, aeták, polinéziaiak, maorik, hovák); 5. *szétszórt ősfajták* (ájnók, veddák, dravidák, eszkimók, akkák).

Hazájuk szerint ez ősi fajták a következőleg oszlanak meg: az ausztráliaiak, pápuák és melanéziaiak hazája a tágabb értelemben vett Ausztrália, amennyiben Uj-Guinea, melyet a pápuák laknak, továbbá a melaneziai szigetek

(Uj-Guinea, Bismarck-szigetek, Salamon-szigetek, Uj-Hebridák, Uj-Kaledonia) egytől-egyig Ausztrália testének elszakadt részei. 2. A koi-koinok (busmanok, hottentották) stb. hazája Dél-Afrika. 3. Az amerikai ősfajta kizárólag Amerikára szorítkozik. 4. Az indoóceániaiak közül a batták hazája Szumátra, a dajákoké Borneo, az aétáké a Filipin-szigetek, a polinéziaiaké a Szendvics, Markézas, Paumotu-, Husvét-, Számoa- és Tonga-szigetek, a maoriké Uj-Zéland, a hováké végül az Afrika keleti partja mellett fekvő Madagaszkar. 5. Az ájnok hazája Jézó és Szachalin szigetek, a veddáké Ceylon, a dravidáké Elő-Indiának dékáni fensíkja, az eszkimóké Észak-Amerika sarki vidékei és Grőnland, az akkáké belső Afrika. Látnivaló tehát, hogy a pusztuló ősfajták elszórva laknak, még pedig, miként azt föntebb már jeleztük, mindig oly területeken, melyek egyik-másik földtani vagy földrajzi okból egészen napjainkig a többi földrészekkel való érintkezéstől el voltak zárva.

Tulajdonképeni ausztráliai ma már csak mintegy 4000 lélek él, a pápuák és melanéziaiak száma körülbelül 200.000, a délafrikai koi-koinoké pedig 50.000 (Fritsch). Ezeknél sokkal nagyobb számok azok, melyek a dél- és középamerikai indiánság hozzávetőleges lélekszámát jelzik. Elég tekintélyes számúak az ide sorolt indoóceániaiak is, továbbá a dravidák is. (Több millió.) A pusztuló ősfajtáknak fönt megnevezett többi képviselői csak alig néhány ezerre rugnak.

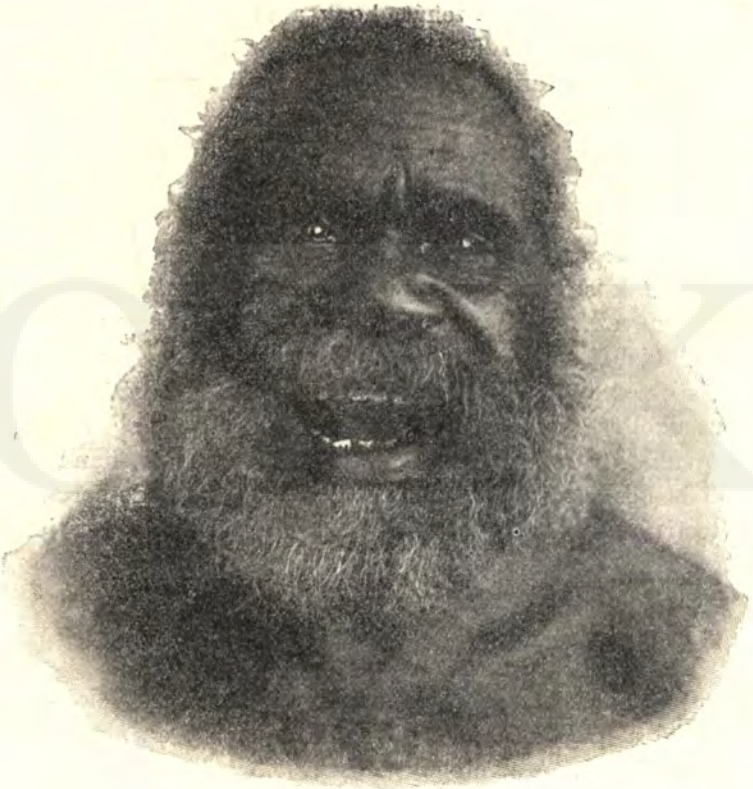
Ez összeállításból tehát kitünik, hogy az ősfajták egy része a kihaláshoz van közel, másik része egyelőre még életképes ugyan, a későbben tárgyalandó uralkodó törzsekkel szemben azonban elvégre mégis csak oly csekély számúak, hogy a létért való küzdelmet ezekkel föl nem vehetik, hanem pusztulásra, vagy legalább is beolvadásra vannak kárhoztatva. Az ide sorolt fajták szomatológiai (testi) leirását, egyszersmind az ősi fajták testi jellemzéséül, a következőkben foglaljuk össze.

1. Ausztráliaiak, pápuák és melanéziaiak.

Az *ausztráliaiak* középtermetűek, hosszúfejűek, a homlok- és hátszirtdudorok, továbbá a felső állkapocs erősen kifejlettek, az alsó állkapocs ellenben gyenge kifejlődésű. A zápfogak erősek. Törzsük nyulánk és nyulánkak végtagjaik is. Kezük, lábuk hol nagy, hol kicsiny. Valamennyinek közös tulajdonsága, hogy a kar, különösen a mellső kar hossza a fejlettebb fajtáéknál aránytalanul nagyobb. A nők csipői csak kevéssé szélesebbek mint a férfiaké. Az arc alkotását főkép a szemöldökdudorok erős kifejlődése és az alacsony, széles, lapos orr jellemzik. A szemen mongolredő sohasem észlelhető. Ajkuk többnyire duzzadt, álluk kicsiny, hátrafelé álló hajuk szálas, fürtös, boglyas, meglehetősen feltünő egyéni eltéréssel. A test szőrzete közepes mennyiségű, a férfiak dús szakállúak. A hajzat színe a vörhenyes, fekete és sötéthamuszín között váltakozik. A bőr szine a legvilágosabb aranysárga és a majdnem fekete között variál. Érdekes, hogy a másodlagos ivari jellegek, a szőrzet kivételével, kevésbbé kifejlődtek mint a magasabb fajtáknál (288. ábra).

Néprajzi főbb jellegeik a következők: Ruházatuk rendkívül kezdetleges, s vagy rostból, vagy kengurubőrből készült övféle ruhára szorítkozik.

Amellett a különféle fog-, csontékszert is kedvelik, továbbá a testfestést és égett sebhelyekkel való diszítést, amelyek a legtöbbször egyúttal vallási jelentőségűek. A nőket alacsonyabb rangúaknak tekintik és közönségesen rablással szerzik meg. Bátrak, de alattomosak, a harci játékban rendkívül ügyesek. Az íjjat s nyilat eredetileg nem ismerték. Fegyverzetük a dárda, buzogány és a bumerang. A kisebb dárdákat a vumera nevű hajítófával hajítják. A pajzzsal főleg a kart védelmezik. Részint barlanglakók, részint hevenyészett putrih-kban laknak. A hajózást nem kedvelik, kéregcsónakjaik



288. ábra. Ausztráliai bennszülött.

s északon vendéghajós csónakjaik mégis vannak. Táplálékuk az azelőtt nagyobb mennyiségben előforduló erszényesek, továbbá a dingó (ausztráliai kutya) húsa s egyáltalán minden ami kezük ügyébe kerül. Amikor számosabbak voltak, az emberevés sem volt náluk ritka. Értelmi tehetségeik felől nagyon eltérők a vélemények. Míg a számok fogalmát alig ismerik, meséik és történetkéik elég nagy számban vannak. Társadalmi viszonyaik a családon alapulnak; minden egyes, több családból álló csoportnak megvan a maga törzsjele (totemje). Az egytotemű emberek egymásközt nem házasodhatnak. A totem öröklése körül az anyai jog (matriarchismus) dívik. A természeti tünemények szabályos ismétlődéséhez fűződő táncaik közül legismertebb az erotikus jellegéről hirhedt

korrobori, melyhez a nők szolgáltatják a zenét, mely egyébként csak kézcsattogás, némi dobolás és sipolás. Vannak jósaik és csudaorvosaik. A halált szerintük mindenkor az elhunytnak valamely élő, esetleg meghalt rosszakarója okozza. Vallási nézeteiket alig ismerjük, de bizonyos, hogy a manizmus és animizmus majd minden alakja, sőt a lélekvándorlás némi kezdetei általánosak.

Az 1876-ban kihalt *tazmániaiak* a szomszédos ausztráliaiaktól mindössze néhány kicsinységben különböztek. Ismerték pl. a nyakzsámolyt, ami polinéziai behatásra vall. Néhány, röviddel az utolsó tazmániaiak kihalta előtt fölvett



289. ábra. Tazmániaiak. Daguerreotyp-fénykép után.

és ebben a könyvben is reprodukált fényképen kívül alig maradt valami emlékük. (289. ábra.)

A pápuák és *melanéziaiak* az ausztráliaiakkal közel rokonok, melyektől főleg a kezdetleges testtani jellegek csekélyebb számban való előfordulása, az orrnak gyakori meggörbülése, a túlnyomóan sötét testszín, a göndör, szálas, fekete, csak ritkán világosabb haj, a duzzadt ajkak, az állkapcsok és a fogazat gyengébb kifejlődése tekintetében különböznek. Röviden, a pápuák fejlettebb ausztráliaiak. Még inkább azok a melanéziaiak, kik itt-ott a széleken polinéziai vérrel is keveredhettek.

Néprajzi jellegeik tekintetében nagyjában ugyanaz a megkülönböztetés érvényes, mint a testiekre. Az ékszerre rendkívül gondot fordítanak. A testfestés, az élő virágok viselése általános; a kutya-, farkas-, disznóagyarakból,

csigákból és színes magvakból készült ékszereket rendkívül kedvelik. A tatuálás azonban majdnem egészen hiányzik. A ruházat náluk is csak a legszükségesebbekre szorítkozik. A fűruhácskák mellett valószínüleg maláj behatásként föllép a kéregszövet (a tapa). Hajukat külön erre a célra készült fésükkel göndörítik, virágokkal és dísztollakkal teledugdossák. Házaik a legtöbbször alacsony cölöpépítmények. A földmívelés elemeiben járatosak. Főbb termesztményeik a jám, taró, banána és a kenyérfa ; a disznók és kutyák husát kedvelik. Bódító italuk a káva, a betelrágás náluk is dívik.

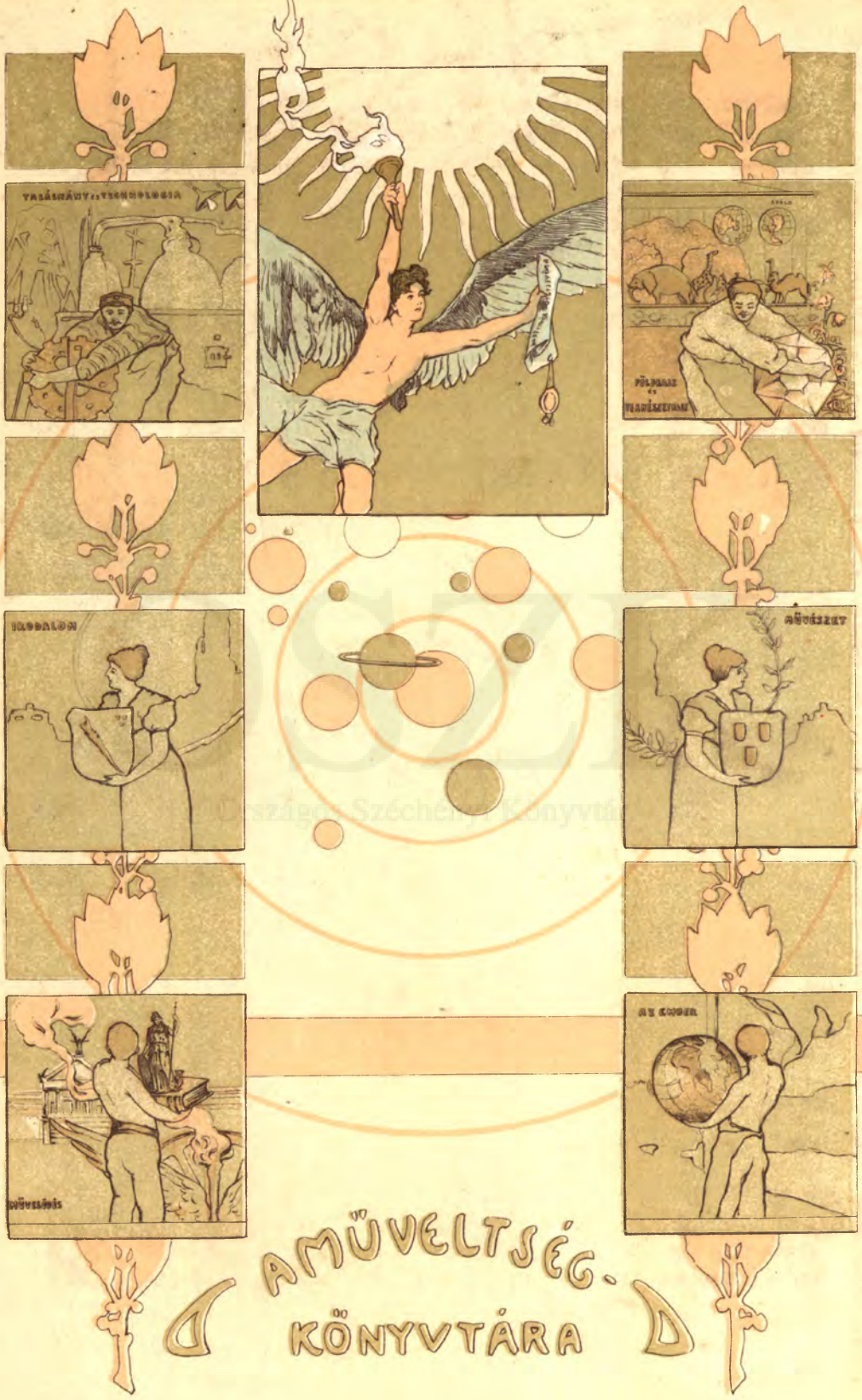


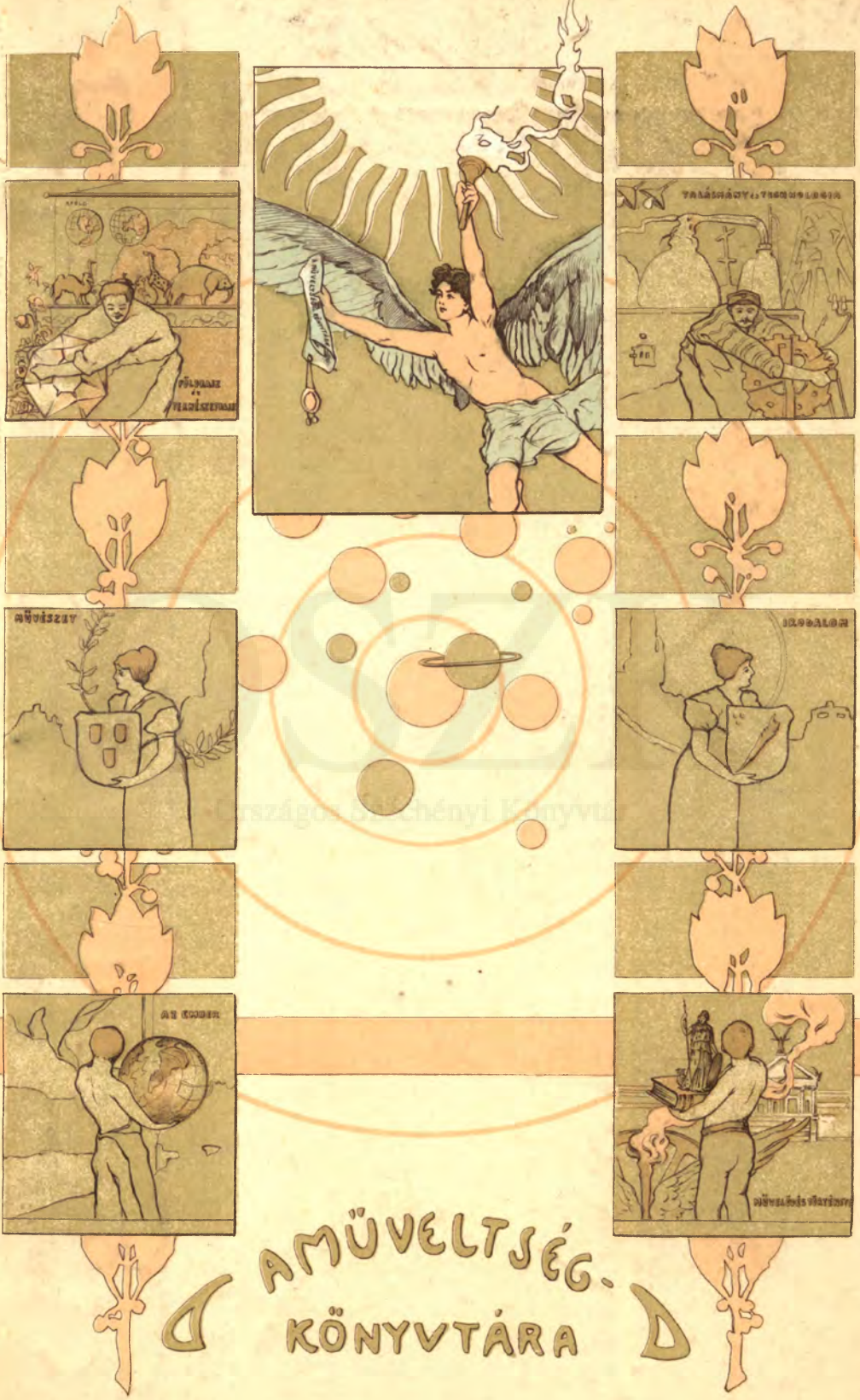
290. ábra.
Salamon-szigeti férfi. (Gróf Festetics R. után.)

Fegyverük az íjj, nyíl, hajítódárda, mely utóbbit szintén hajítófával dobják. Vannak csonttőreik és óriási pajzsaik. Vallásukról kevés a biztos adat. Szent házaikban az ősöket ábrázoló, félig-meddig isteni tiszteletben részesülő szobrokat és álarcokat őrzik. Táncaikat a doromb, a síp és a kézi dob hangjai mellett lejtik. Edényeiket s minden szerszámukat kőbaltával faragják, egy-két vidéken, így Bili-Bili szigetén, a Fidzsi-szigeteken stb. kitünő agyagedényeket készítenek, melyeket vendéghajós csónakjaikra rakva, messze vidéken árusítanak. Nem felejtendő, hogy rendkívül kifejlett művészi érzékük van, s ruhájukat, fegyvereiket s minden szerszámukat rendkívül gondosan s szépen készítik. Házasságokat kevés szertartással kötnek, de éppoly könnyen fel is bontják. Az itt közölt jellemzés főleg a pápuák legtisztább részére, az Uj-Guineát lakó tiszta pápuákra vonatkozik.

Az Uj-Guineával szemben fekvő *melanéziai* népességű Bismarck-szigetségen a fentiektől eltérőleg a ruhát pl. alig ismerték eredetileg, de viszont kitünő hajósok. Fontos kultura-vagyonuk a divara nevű csigapénz, melyet zsinórra vagy hasított pálcikára fűznek. Ugyancsak rendkívül érdekes, hogy a titkos társaságok náluk javában virulnak. Ilyen a duk-duk társaság nevű, vallási titokzatossságba bujtatott érdekszövetkezet, melynek rendi öltözete van s mely rendi ünnepeit is nagy ünnepélyességgel szokta megtartani. A Bismarck- és Salamon-szigetek lakói közt ma is akad emberevő, azelőtt pedig a Fidzsi-szigetiek is azok voltak. Az újkaledoniaiak száma rendkívül erősen fogyott, az újhebridi szigetek lakói között, továbbá Santa Cruz szigetén a korai házasság pusztít. Annál életrevalóbbnak bizonyul a Salamon-szigetek népe, mely a fidzsiekhez hasonlóan mint ültetvénymunkás messze vidékre szokott elszegődni (290. és 291. ábra). A Salamon-szigeteken egyébként még majdnem teljesen ismeretlen területek vannak.

OSZK
Országos Széchényi Könyvtár


TALÁLMÁNYOK ÉS TECHNOLÓGIA
FÖLDRAJZ ÉS TÉRKÉPISMERET
IRODALOM
MŰVÉSZET
MŰVELTSÉG
AZ EMBER
A MŰVELTSÉG KÖNYVTÁRA



A MŰVELTSÉG KÖNYVTÁRA