



*Kis Béla tanár úr
emlékének (1924–2003)*

Ujvárosi Lujza – Markó Bálint

Gerinctelen Állattan I.

Az állati jellegű egysejtűektől a gyűrűsférgekig
Rendszertani és morfológiai alapok



Apáthy könyvek

Kolozsvár

Presă Universitară Clujeană – Kolozsvári Egyetemi Kiadó

2007

Tartalom

Előszó	9
1. Bevezetés és alapfogalmak	11
Az állattan tárgya és fontosabb tudományterületei	12
Mi az állat?	13
Az állatok tudományos osztályozása és a zoológiai nomenklátúra szabályai.....	15
A természetes törzsfajlódási kapcsolatokat magyarázó elméletek.....	19
Az élet megjelenése a Földön. Az élő anyag szerveződésének alaptípusai: prokarióták és eukarióták	27
Az élővilág nagy csoportjai.....	29
Ellenőrző kérdések	32
2. Állati jellegű egysejtűek	33
Általános jellemzés	34
Az állati jellegű egysejtűek felépítése	37
Mozgásszervek és mozgás	39
Létfenntartó életműködések.....	43
Szaporodás és nemzedékváltkozás.....	49
Fontosabb rendszertani csoportok	54
Az állati jellegű egysejtűek eredete és evolúciója, rokonsági kapcsolatok.....	60
Ellenőrző kérdések	64
3. Az állati szervezetek általános jellemzése.....	65
Az állatok kialakulása és törzsfajlódése	66
Egyedfejlődési alapok. Szerveződési szintek: sejtek, szövetek, szervek	70
A Haeckel-féle biogenetikai alaptörvény evolúcióbiológiai jelentősége	73
Testüregképzés és testüregtípusok, az összajúak (<i>Protostomia</i>) és újszájúak (<i>Deuterostomia</i>) törzsfajlódási vonalai	75
Az állatok testének szimetriaviszonyai.....	78
Ellenőrző kérdések	79
4. Az első állati szervezetek: szedercsíraszerűek, szivacsok és korongállatkák	81
A sejthalmazosok (<i>Subregnum Mesozoa</i>) tagozata: a szedercsíraszerűek törzse (<i>Phylum Moruloidea</i>)	82

Az álszövetes állatok tagozata (<i>Subregnum Parazoa</i>). A szivacsok törzse (<i>Phylum Porifera</i>) – testszerkezet és alaptípusok.....	84
A szivacsok fontosabb életműködései.....	88
A szivacsok rendszerezése.....	91
A szivacsok törzsfelődése és rokonsági kapcsolataik.....	94
Korongállatok vagy lapállatok törzse (<i>Phylum Placozoa</i>).....	94
Ellenőrző kérdések.....	96
5. Kétsíralemezések: csalánzók és nyálkaspóráások.....	97
Valódi szövetes állatok (<i>Subregnum Eumetazoa</i>). Kétsíralemezések tagozata (<i>Divisio Diploblastea</i>).....	98
A csalánzók (<i>Cnidaria</i>) törzsének általános jellemzése, alaptípusok.....	99
A csalánzók testfelépítése és a fontosabb sejttípusok.....	105
A csalánzók alapvető életműködése.....	108
A csalánzók rendszerezése.....	114
A csalánzók törzsfelődése és rokonsági kapcsolataik.....	123
A nyálkaspóráások törzsének (<i>Phylum Myxozoa</i>) általános jellemzése és evolúciós kapcsolataik.....	124
Ellenőrző kérdések.....	126
6. Kétoldalian sugaras szimmetriájú háromsíralemezes állatok: bordásmedúzák.....	127
A háromsíralemezes állatok (<i>Divisio Triploblastea</i>) általános jellemzése.....	128
A bordásmedúzák törzsének (<i>Phylum Ctenophora</i>) általános jellemzése.....	128
A bordásmedúzák rendszerezése, törzsfelődése és rokonsági kapcsolataik.....	131
Ellenőrző kérdések.....	133
7. A kétoldalian szimmetrikus állatok. Laposférgek és zsinórférgek.....	135
A kétoldalian szimmetrikus állatok (<i>Bilateria</i>) általános jellemzése.....	136
Az összájnyílásúak (<i>Superphylum Protostomia</i>) és újszájnyílásúak (<i>Superphylum Deuterostomia</i>) főtörzseinek általános jellemzése. Az összájnyílásúak fontosabb közös tulajdonságai.....	136
A laposférgek törzsének (<i>Phylum Platyhelminthes</i>) általános jellemzése. A laposférgek testének általános felépítése.....	138
A laposférgek fontosabb szerveinek és szervrendszereinek felépítése és működésük.....	141
A laposférgek fontosabb csoportjai.....	152
A laposférgek törzsfelődése.....	161
A zsinórférgek törzsének (<i>Phylum Nemertea</i>) általános jellemzése és evolúciós kapcsolataik. A fontosabb csoportok ismertetése.....	162

Ellenőrző kérdések	164
8. Kerekesférgek és lehetséges rokonok: buzogányfejű férgek, állkapcsos férgesek, micrognathozoa, nyelesférgek és cycliophora	165
A kerekesférgek törzsének (<i>Phylum Rotifera</i>) általános jellemzése és fontosabb életműködéseik.....	166
A kerekesférgek fontosabb csoportjai és törzspejlődésük.....	168
A buzogányfejű férgek törzsének (<i>Phylum Acanthocephala</i>) általános jellemzése és fontosabb csoportjai	170
Az állkapocs férgesek törzsének (<i>Phylum Gnathostomulida</i>) általános jellemzése	174
A micrognathozoa törzs (<i>Phylum Micrognathozoa</i>) általános jellemzése.....	175
A nyelesférgek törzsének (<i>Phylum Entoprocta = Kamptozoa</i>) általános jellemzése és fontosabb csoportjai.....	176
A Cycliophora törzs (<i>Phylum Cycliophora</i>) általános jellemzése.....	178
Ellenőrző kérdések	180
9. Hengeres féreg alkatúak: csillóshasúak, övesférgesek, páncélsférgesek, fonálférgek, húrférgek és farkosférgek	181
A hengeres féreg alkatúak általános jellemzői	182
A csillóshasúak törzsének (<i>Phylum Gastrotricha</i>) általános jellemzése.....	182
Az övesférgesek törzsének (<i>Phylum Kinorhyncha</i>) általános jellemzése.....	184
A páncélsférgesek törzsének (<i>Phylum Loricifera</i>) általános jellemzése.....	185
A fonálférgek törzsének (<i>Phylum Nematoda</i>) általános felépítése, fontosabb szervei és szervrendszerei	187
A fonálférgek fontosabb csoportjai és rokonsági kapcsolataik.....	191
A húrférgek törzsének (<i>Phylum Nematomorpha</i>) általános jellemzése.....	194
A farkosférgek törzsének (<i>Phylum Priapulida</i>) általános jellemzése.....	196
Ellenőrző kérdések	198
10. Puhatestűek	199
A puhatestűek törzsének (<i>Phylum Mollusca</i>) általános jellemzése	200
A puhatestűek szerveinek és szervrendszereinek jellemzése.....	203
A puhatestűek fontosabb csoportjai	210
A puhatestűek törzspejlődése és rokonsági kapcsolataik	243
Ellenőrző kérdések	244
11. Gyűrűsférgek	245
A gyűrűsférgek törzsének (<i>Phylum Annelida</i>) általános jellemzése. Metamerizáció és tagmatizáció.....	246

A soksertéjű gyűrűsférgék osztályának (<i>Classis Polychaeta</i>) általános jellemzése és rendszerezése	250
Egy különleges csoport: a tapogatószakállasok családja (<i>Familia Siboglinida = Pogonophora</i>).....	260
A nyeregképzők osztályának (<i>Classis Clitellata</i>) általános jellemzése.....	263
A kevésertéjűek alosztályának (<i>Subclassis Oligochaeta</i>) rendszerezése - csővájó férgek és gilisztafélék.....	271
A piócák alosztályának (<i>Subclassis Hirudinea</i>) rendszerezése.....	273
A gyűrűsférgék törzsfjlődéstani kapcsolatai a gyűrűsférgék törzsfjlődéstani kapcsolatai.....	276
Ellenőrző kérdések	278
12. Feцskendőférgék és ormányosférgék.....	279
A feцskendőférgék törzsének (<i>Phylum Sipunculida</i>) általános jellemzése és rendszerezése	280
Az ormányosférgék (süüfégék) törzsének (<i>Phylum Echiuroidea</i>) általános jellemzése és rendszerezése.....	282
Ellenőrző kérdések	284
Név- és Tárgymutató	285
Válogatott irodalomjegyzék.....	301
Színes táblák.....	309

Előszó

Giliszták, csigák, kagylók, medúzák, papucsállatkák, örvényférgesek, tengeri rózsák és kerekcsigák – csak néhány azok közül az alsóbbrendűeknek tekintett lények közül, amelyek benépesítik számunkra akár észrevétlenül is az erdőt, a mezőt, a tengereket, a tavakat, a patakokat, amelyen keresztül gázolunk, a parkot, amelyen naponta végigsétálunk, de a nyári zivatar után néhány napra megtelő árkot, vagy az aszfaltról gyorsan felszáradó pocsolókat is. Körülöttünk, sőt, néhányan bennünk élnek. Párhuzamosnak tűnő világ, amelynek képviselői akár egy köbméternyi talajban is többen lehetnek, mint a legnagyobb metropolisz lakói. A Földön élő fajok több mint 90%-a gerinctelen állat, ehhez képest azonban nagyon keveset tudunk róluk. Az általános és középiskolai tananyagban sajnos szinte teljesen háttérbe szorulnak, így aztán nem csoda, ha az emberek többsége félelemmel vagy undorral vegyes ámulattal fedezi fel ezeket a lényeket, és a konkrét tudást többnyire mendemondák, babonák, előítéletek helyettesítik. Talán e könyv segít más megvilágításba helyezni ezt az izgalmas és mozgalmas világot.

A gerinctelen állattant a kolozsvári Babeş-Bolyai Tudományegyetemen zajló biológus és ökológus képzés alaptárgya, s elsősorban a tantárgy oktatását hivatott segíteni e könyv. A tantárgy keretében a hallgatók megismerkedhetnek a gerinctelen állatok főbb csoportjaival, a csoportjellegeket legjobban tükröző típusfajok külső és belső felépítésével, valamint az életmódbeli és az anatómiai sajátosságok közötti összefüggésekkel. Szükségszerűen több tudományterületről származó ismeretanyagot ölel fel e tárgy, s ezek közül az állatrendszertan, az összehasonító élettan és anatómia, az etológia és az ökológia csak a legalapvetőbbek.

Jelen első kötet keretében a gyűrűsférgesekkel bezárólag mutatjuk be a gerinctelen állatcsoportokat: csalánczókat, laposférgeseket, különböző egyéb férgeseket, puhatestűeket és más törzseket. Az ízeltlábúak és más, fejlettebb gerinctelen lények egy soron következő kötet tárgyát képezik. Bár az állati jellegű egysejtűeket már jó ideje nem sorolják az állatok közé, ennek ellenére mivel egyetemi keretek között semmilyen más tantárgy nem foglalkozik e csoporttal, viszont számos fontos faj (mint álmókórostorosok, lázállatkák, amőbák, stb.) tartozik ide, ezért e könyv lapjain helyet szorítottunk az állati jellegű egysejtűeknek is.

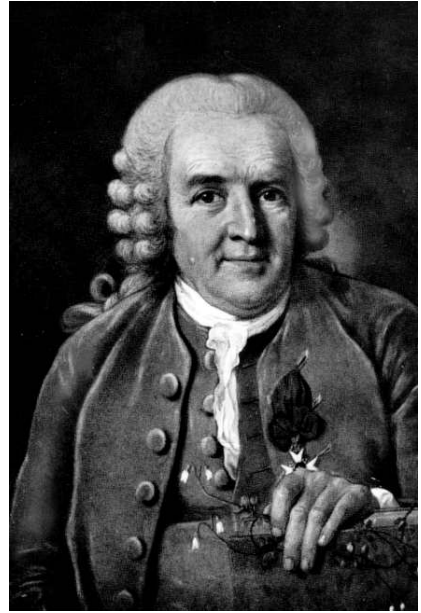
Általában nem könnyű tankönyvet írni, s a legkevésbé olyat, amelynek a taníthatóság és tanulhatóság feltételei mellett a tudományos alaposságnak is meg kell felelnie. Habár a gerinctelen állattant a klasszikus tudományterületek közé szokták sorolni, mintegy feltételezve azt, hogy ismeretanyaga letisztult és átláthatóan rendszerezett, ennek ellenére e területre legalább annyira jellemző a mozgalmasság és a tisztázatlan problémák jelenléte, mint a többi, haladónak tekintett tudományterületre. A molekuláris biológia fejlődése a gerinctelen állattant ismeretanyagát is alapvetően

befolyásolta, a molekuláris vizsgálatok jelentős mértékben átrendezték a rokonsági viszonyokról eddig kialakult képet és sok csoport evolúcióját, jelentőségét új megvilágításba helyezték. E könyv írása során is számos, egymásnak akár többé-kevésbé ellentmondó, vagy egymást kiegészítő elmélettel, rendszerrel szembesültünk. Tankönyvként a didaktikai egyszerűsége és áttekinthetősége való törekvést kellett szem előtt tartanunk, de ugyanakkor a túlzott egyszerűsítést nem vállalhattuk fel a tudományos alaposág kárára. Korántsem volt egyszerű dolgunk, s hogy mennyire voltunk képesek megfelelni e feladatnak, azt eldönti majd az olvasó. E könyv elődeinek egyértelműen a KIS BÉLA és MATIC ZACHIU (1983) által összeállított *Állattan I. Gerinctelenek 1-2.* tankönyveket, illetve az 1996-ban kiadott, kiváló magyarországi szakembergárda által megírt és PAPP LÁSZLÓ által szerkesztett *Zootaxonomiát* tekintjük, habár rendszerezésünk korántsem követi e tankönyveket minden esetben. Hasonlóan meghatározó jellegűek voltak, főleg a csoportok közötti törzsfjlődési kapcsolatok szempontjából, NIELSEN (2001), valamint BRUSCA és BRUSCA (2003) alapművei.

A különböző rendszertani kategóriák bemutatásakor az egyszerűsége és az áttekinthetősége törekedtünk, és a lehetőségekhez mérten egyensúlyt próbáltunk kialakítani az egyes állatcsoportokra vonatkozó fejezetek terjedelme és az illető állatcsoportok fajszáma, evolúciós jelentőségük, illetve gazdasági fontosságuk között. A könyv száraz tudományosságát számtalan fekete-fehér és színes ábrával, valamint konkrét példával próbáltuk szemléletesebbé, olvashatósabbá tenni. Habár elsősorban egyetemi tankönyvnek szántuk e munkát, az egyetemi hallgatók mellett remélhetőleg az általános és középiskolai képzésben dolgozó tanárok, vagy általában a gerinctelen állatok iránt érdeklődők is haszonnal forgathatják majd a könyvet.

Köszönjük mindazoknak, akik segítségünkre voltak a kézirat elkészítése során: lektorainknak, kollégáinknak az értékes szakmai észrevételeket, ötleteket, hallgatóinknak az évek során megnyilvánuló inspiráló érdeklődést a gerinctelen állatok bizonyos csoportjai iránt, Markó Enikőnek a szöveg gondozását, Hajdu László Hunornak a műszaki szerkesztést, és családjainknak a kitartó támogatást a néha éjszakába nyúló munka folyamán is. Mindezek nélkül e könyv soha nem készülhetett volna el.

A szerzők
Kolozsvár, 2007



P. Krafft (1774): Carl von Linné (1707–1778)

1. Bevezetés és alapfogalmak

Az állattan tárgya és fontosabb tudományterületei

Mi az állat?

Az állatok tudományos osztályozása és a zoológiai
nomenklátúra szabályai

A természetes törzsfajlódási kapcsolatokat magyarázó
elméletek

Az élet megjelenése a Földön. Az élő anyag
szerveződésének alaptípusai: prokarióták és eukarióták

Az élővilág nagy csoportjai

Ellenőrző kérdések

AZ ÁLLATTAN TÁRGYA ÉS FONTOSABB TUDOMÁNYTERÜLETEI

Az állattan vagy **zoológia** (gr. zoon = állat, logos = gondolat, beszéd) az állatokkal foglalkozó tudomány, azaz az állatokra vonatkozó igazolt ismeretek rendszere. Mint az élettudományok (**biológia**) egyik ága, fejlődése folyamán számos rész tudományra tagolódott, annak függvényében, hogy a kutatás milyen szempontok és módszerek szerint történt. Így ma már beszélhetünk alaktanról (**morfológia**), amely az állati test külső alakbeli sajátosságát vizsgálja, és bonctanról (**anatómia**), amely a belső szervek felépítését tanulmányozza. A szövettan (**hisztológia**) és sejttan (**citológia**) az állati szervek szabad szemmel nem látható részleteinek sajátosságait tárja fel. Ezzel szemben a **molekuláris biológia** a sejtek örökítő anyagának szerkezetét, az enzimatis folyamatok molekuláris hátterét vizsgálja és az állattan területén számos új vizsgálati módszer kialakulását eredményezte, mint például a **molekuláris taxonómia** megjelenését, mely az egyes állatfajok azonosítását a genetikai örökítőanyag valamint fehérjék hasonlóságának vagy különbözőségének függvényében végzi, s az egyes morfortípusok közti rokonsági kapcsolatokat molekuláris bizonyítékokkal is igyekszik alátámasztani.

Az élettan (**fiziológia**) az állati szervek életműködéseivel foglalkozik, az egyedfejlődéstan (**embriológia**) az illető állati egyedek kialakulását, fejlődését vizsgálja. Ezzel szemben a törzsfjlődéstan (**filogenetika**) a fajok és állatcsoportok eredetét és kialakulását kutatja. A kihalt állati szervezetekkel az őslénytan (**paleozoológia**) foglalkozik, mely a különböző geológiai korokban megjelenő csoportok történeti egymásutánosságát és egymáshoz való viszonyát, valamint a ma élő állati szervezetekkel való kapcsolataikat igyekszik feltárni. A környezet hatását az állatok elterjedésére, magatartására, az állati egyedek különböző szerveződési szintjeinek törvényszerűségeit, a szintek közötti és a szinteken belüli interakciókat az **ökológia**, az állatok viselkedését a viselkedéstan (**etológia**) tanulmányozza. Az állatok alaki és viselkedési sajátosságainak történeti fejlődését az **evolúciós biológia** fejtegeti, míg az állatok mai elterjedésével az állatföldrajz (**zoogeográfia**) foglalkozik.

Az állattan egy sajátos területe az alkalmazott állattani tudományok, az állatok gazdasági vagy orvosi-egészségügyi szerepét vizsgálja. Fontosabb területei: orvosi állattan, mezőgazdasági állattan, erdészeti állattan, vadgazdálkodás stb. A jelentősebb állatcsoportokkal külön tudományág foglalkozik, így elkülöníthető a **helmintológia** (főleg parazita bélférges kutatása), kagylókkal és csigákkal a **malakológia** foglalkozik, míg az **entomológiai** kutatások tárgyát főképp a rovarok képezik. Az állattani ismeretek hatékonyan használhatók az egyik legfiatalabb alkalmazott tudományterületen, a **természetvédelmi biológia** keretében, ami a természetvédelmi tevékenységek tudományos alapját adja.

A földön ma élő összes állatfaj elnevezését, rendszerbe helyezését a **zootaxonómia** végzi, mely a fent említett tudományágak eredményeit összesíti, és azáltal, hogy

azok morfológiai, életmód, élettani, biokémiai, genetikai strukturális adatait rögzíti, diagnózist állít fel, s ennek alapján a vizsgált állati egyedet egy bizonyos csoportba sorolva hozzájárul az állatok természetes rendszerének kidolgozásához. A **bioszisztematika** ezzel szemben egy átfogóbb, szintetikusabb jellegű tudomány, mely az élet megjelenésének törvényszerűségeit, az élő anyag fejlődését, az élővilág sokféleségének kialakulását, a diverzitás okait és lehetséges módjait kutatja, az egyes résztudományok eredményeit összefoglalva kialakítja az adott kor élettudományi filozófiáját.

MI AZ ÁLLAT?

A mindennapi életben általában nem jelent gondot, hogy egy élőlényt állatként ismerjünk fel. Nem valószínű, hogy valaki is gondolkozott volna azon, hogy egy kutya, egy légy vagy egy földi giliszta állat-e vagy növény lenne. Ha azonban esetlegesen virágállatokról, tengeri liliomokról és szivacsokról lenne szó, akkor már egyáltalán nem lennének ilyen biztosak magunkban. Különösen az egyszerűbb felépítésű vagy telepesen élő állati szervezetek esetében a mindennapi életben alkalmazott állat- és növénydefiníció csődöt mond, ezért szükséges az állat fogalmának pontosabb meghatározása. PAPP (1996) szerint az *állatok olyan heterotróf szervezetek, melyek, ellentétben a növényekkel, nem képesek szerves anyagot előállítani, így szerves anyagra van szükségük. Az állatok többségének speciális ingerfelfogó és ingervezető, valamint koordináló szerve van (érzősejtek, idegrendszer), és egyedfejlődésük során a haploid szakasz az ivarsejtre korlátozódik. A fejlettebb csoportoknál (féregcsoportoktól kezdődően) az egyed egységének fenntartására immunrendszer alakul ki.*

Ha ragaszkodunk a fent megadott állításhoz, a szigorúan vett állat fogalma csupán a többsejtű állatokat foglalja magába, szemben a régebbi felfogással, miszerint állatokként értékelhetők bizonyos heterotróf egysejtű szervezetek (pl. papucsállatka). Ezen állati jellegeket is mutató egysejtű szervezetek kompromisszumok nélkül nem illeszthetők sem a növények, sem az állatok csoportjába. Mindenki által ismert tény, hogy a zöld szemesostoros (*Euglena viridis*) napfényben fotoszintetizál (mintha növény lenne), de sötétben képes szerves táplálékot is felvenni, így állati táplálkozást (heterotróf) folytat. Ehhez hasonló szervezeteket tucatjával említhetünk az egysejtű eukarióta szervezetek köréből, főképp az ostoros egysejtűek (*Flagellata*) csoportjából. Ma ezeket a szervezeteket már nem állatokként, hanem önálló csoportokként kezeljük. Az állati jellegű egysejtűek tanulmányozása azonban az állattan keretén belül fontos, hisz az állati szervezetek kezdeti evolúciós próbálkozásait, egyáltalán az élővilág közös eredetére vonatkozó bizonyítékokat szintén találunk vizsgálatuk során.

Az állatok kezdeti szerveződési szintjén megrekedt, egyszerű felépítést mutató szivacsok (*Porifera*) vagy korongállatok (*Placozoa*) szintén nem mutatják a többsejtű állatok meghatározására fent megadott összes jellegzetességeket. Ezen szervezetek

nem rendelkeznek ingervezető és koordináló szervekkel, ennek ellenére mégis az állatok közé soroljuk őket, mint a valódi (többsejtű) állatok felé mutató sikertelen „próbálkozásoknak” máig fennmaradt „zsákutcáit”.

Az alábbiakban felsorolunk néhány olyan jellemzőt, mely a nagy formai diverzitás mellett is minden élő szervezetnek közös tulajdonsága, bizonyítva a földi élet egységét és az élők közös eredetét:

- (1) Az élő szervezetek nukleinsavakat (DNS, RNS) használnak örökölt tulajdonságaik átadására, a genetikai kód egységes az élővilágban.
- (2) Minden élő szervezet szerkezeti és működési alapegysége a sejt.
- (3) Az élő szervezetek ugyanazt a 20 aminosavat használják fehérjeszintézisre.
- (4) Minden élő szervezet ATP-t használ energiaraktározásra.

Az egységes alapszerkezet ellenére a Földön élő szervezetek rendkívül nagy változatosságot mutatnak, ma körülbelül 2 millió különféle állatfajt ismerünk, de egyes becslések akár a 4–30 milliót sem tartják valótlannak. Az egyes élőlények környezetükhöz, élőhelyükhöz szélsőségesen alkalmazkodtak, jó példa erre a barlanglakó ízeltlábúak, amelyek színüket és látásukat is elveszítik, ellenben lábuk és csápjuk megnyúlik sajátos alakot öltve, de említhetjük akár a mimikrit is, melynek révén egyes állatok teljesen beleolvadnak környezetükbe, így rejtőzködnek.



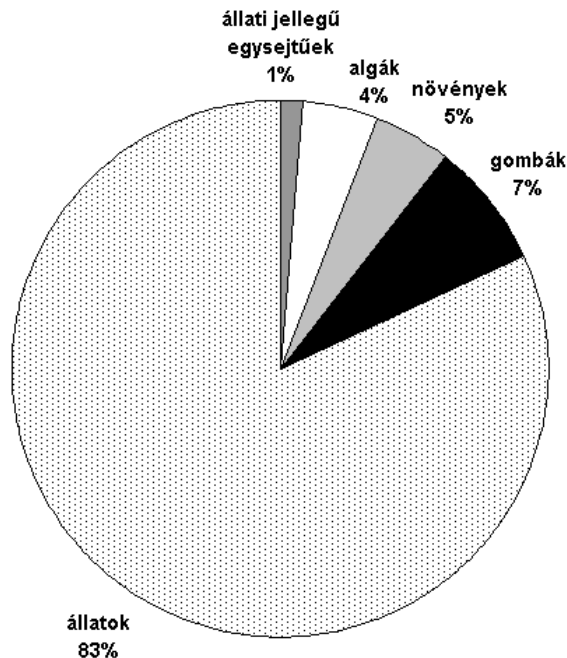
1. ábra. A kagylókhöz tartozó hajóféreg (*Teredo navalis*) testét a sajátos életmódhoz való alkalmazkodás szélsőségesen átalakítja, a féregszerűen kinéző kifejlett lényről első pillantásra nehezen állapítható meg rendszertani hovatartozása.

Azonban, bármilyen módosult is egy szervezet, magán viseli ősei folyamatos fejlődésének nyomait, hisz az azonos csoportba tartozó élőlények közös ősökre vezethetők vissza, a közös őshöz való tartozást az ún. homológ szervek is bizonyítják (klasszikus példa a gerincesek végtagjai), ugyanakkor a csökevényes, ma már működésképtelen szervek jelenléte olyan csoportokkal való leszármazási kapcsolatot bizonyít, melyeknél ezek a szervek teljes mértékben funkcionálisak (pl. vaktól megléte a főemlősöknél a rágcsálókval való kapcsolatukat bizonyítja).

AZ ÁLLATOK TUDOMÁNYOS OSZTÁLYOZÁSA ÉS A ZOOLOGIAI NOMENKLATÚRA SZABÁLYAI

A modern rendszertan megalapítója, CARL VON LINNÉ (1707–1778) 1758-ban körülbelül 9000 növény- és állatfajt sorolt fel. Mára már hozzávetőlegesen 2 millió állatfajt ismernek, és a fajok összlétszámát 5–10 millióra becsülik. Ez a szám azonban csökkenhet a közeljövőben, mivel a fajok többsége a trópusi esőerdők lombkoronájában él, s ezen élőhelyek területe 1–2%-kal csökken évente.

MAY (1990) a különböző eukarióta élőlénycsoportokban a fajok számát a következőképpen becsülte meg: állati jellegű egysejtűek 100000 faj, algák 300000 faj, növények 320000 faj, gombák 500000 faj, állatok 5570000 faj, s ez összesen 6790000 faj (2. ábra).



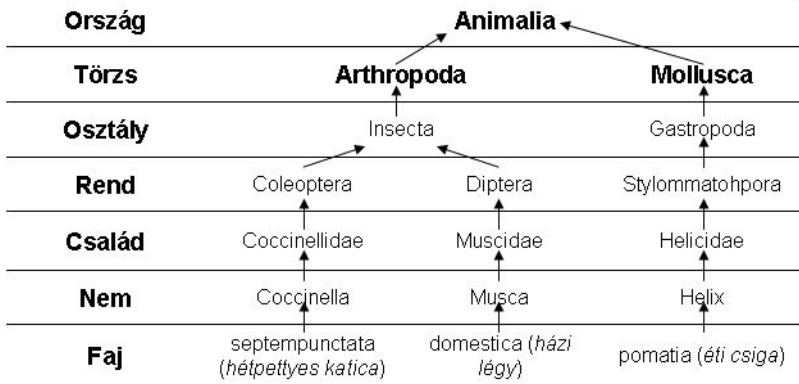
2. ábra. Az élővilág összetétele a különböző élőlénycsoportok becsült fajszáma alapján

Egy állatfaj elkülönítése más hasonló formáktól már önmagában is nagy mennyiségű biológiai információ ismeretét feltételezi, a több millió állatfaj hatalmas adattömeget jelent, amelyben egy könnyen áttekinthető rendszer nélkül nem lehet eligazodni. A rendszerezés szükségességét már az ókorban ARISZTOTELÉSZ (i.e. 384–322) is felismerte és megalkotta az első állatrendszertant, melyet nagyszabású állattani enciklopédiájában, a *Historia Animalium*-ban írt le. Itt mintegy 520 különféle állat rendszeres áttekintését találjuk igen sajátos értelmezésben, ahol a pontosan leírt, a mai biológusok számára is azonosítható állatok mellett helyet kapnak a

kor hiszékenységének tükréként olyan csodalények, mint a szárnyas lovak és az unikornisok mellett a sellők is.

A híres svéd botanikus, CARL VON LINNÉ (tudományos nevén *CAROLUS LINNAEUS*) volt az, aki először dolgozta ki a rendszerezés tudományos alapjait. 1758-ban megjelent korszakalkotó művében, a *Systema naturae*-ben első lépésként három kategóriát különített el: az állatok országát (melyek növekednek, élnek és éreznek), növények országát (melyek növekednek, élnek, de nem éreznek) és ásványokat (melyek növekednek, de nem élnek és nem éreznek). A 16. századtól kezdődően az újabb és újabb tájakról felfedezett növény- és állatfajok sokasága egyre áttekinthetlenebbé vált, ezért LINNÉ kidolgozott egy mesterséges besorolási rendszert, melynek alapjánál egy olyan módszerelmélet áll, amely (bár az idők során továbbfejlesztve) még ma is alapja a különböző élőlények kategorizálásának. LINNÉ elgondolásának alapja az volt, hogy az élőlények hierarchikus rendszert alkotó csoportokba sorolhatók: első lépésben az összes élő szervezet közül az egymáshoz hasonlókat egy-egy osztályba (*classis*) sorolta, az egy osztályba tartozó szervezeteket aprólékosabb összehasonlítás alapján több rendre (*ordo*) tagolta, minden rendet több nemre (*genus*) bontott, s az egyes nemeken belül fajokat (*species*) különített el, végül a fajokon belül az eltérő formacsoportokat változatokként (*varietas*) jelölte. Ezeket a kategóriákat ma elsőrendű kategóriáknak nevezzük (1. táblázat).

1. táblázat. A hétpettyes katica (*Coccinella septempunctata*), a házi légy (*Musca domestica*) és az éti csiga (*Helix pomatia*) hierarchikus besorolása elsődleges kategóriákba



LINNÉ másik kimagasló érdeme, a hierarchikus rendszertani alapkategóriák bevezetésén túl, hogy a tudományos osztályozásban először alkalmazta a ma is használt kettős elnevezést (binominális nomenklátúra), vagyis minden fajt egyedi, két részből álló tudományos névvel látott el. Egy faj tudományos neve máig két szóból áll: a legközelebbi nemet jelölő genus proximum-ból (génusz vagy nemi név) és a fajlagos különbséget mutató differentia specifica-ból (fajnév) (1. táblázat). A taxonómiai kategóriákra latin vagy görög eredetű szavakat alkalmazott, mivel ezeket a nyelveket használták általánosan a korabeli természettudósok. A hétpettyes katicának például

mai napig is az általa először használt *Coccinella septempunctata* a tudományos neve. A katicabogár kettős név megjelöli, hogy az illető rovar a *Coccinella* nembe tartozik, ahová még számos félgömb alakú és élénk színű bogár is tartozik, de csak ennek az egynek van a vörös szárnyfedőjén 7 fekete pont, ahogy azt a csak rá vonatkozó *septempunctata* egyedi, faji név is jelöli.

Miért volt a latin nyelvű nevezéktanra szükség? Az egyes állatfajokat (és természetesen a növényfajokat is) a legtöbb nyelvterületen más és más, ún. népi elnevezéssel illetik, mely nem csak országonként, de akár nyelvjárásonként, sőt néha kisebb régióinként is más és más. Alig van még egy bogár, melyet olyan jól ne ismerne mindenki a magyar nyelvterületen, mint a hétpettyes katicát és mégis annyi különböző névvel illetjük. Számos népies neve közül íme néhány: katicabogár, katalina-bogárka, katalinka, fuss kata, isten katicája, kós kata, katicska, katóka, isten bogárkája, böde, boldogasszony bogara. Az állatok hétköznapi neveivel éppen ez a gond: még a magyar nyelvterületen is kevesen társítják az isten bogárkáját a katicával, egyes névváltozatokat csak egy szűkebb embercsoport ért. Ha ráadásul egyik nyelvről a másikra fordítjuk a nevet, akkor a helyzet tovább bonyolódhat, így lesz a katicabogárból teknős bogár, ha a német köznevet tükörfordításban használnánk. Világos, hogy ezek a nevek nem biztosítják, nem biztosíthatják a tudományos kommunikáció könnyedségét, a közérthetőséget és taxonómiai szempontból az egyértelmű, korrekt megjelölést.

A ma is használatos, többlépcsős, hierarchikus klasszifikációs rendszer alapkategóriája a faj (*species*). A biológiai értelemben vett faj MAYR (1982) klasszikus értelmezésében „*olyan szervezetek csoportja, amelynek tagjai hasonló tulajdonságúak, mind testi jegyeik, mind pedig viselkedésüket illetően és egymással, de csakis egymással, termékeny utódok létrehozására képesek*”. A tudományos rendszerezéskor a fajokat alkotó populációk és az illető faj elterjedési területének megismerése alapvetően fontos.

LINNÉ után száz évvel később CUVIER, LATREILLE, HAECKEL már másod-, harmad-, sőt negyedrangú kategóriákat is használtak az egymáshoz hasonló csoportok finomabb elkülönítésére (alrend, alcsalád, sorozat, tagozat, ágazat, csapat, fajcsoportok stb.).

A fajok tudományos elnevezése ma pontos, szigorúan rögzített szabályok szerint történik, melyet a *Zoológiai Nevezéktan Nemzetközi Kódexe* rögzít, a tudományos elnevezés törvényszerűségeit a Zoológiai Nevezéktan Nemzetközi Bizottsága (ICZN) dolgozza ki. A fent említett bizottság egy állandó testület, amely rendelkezik egy alapszabállyal és bizonyos fokú névleges hatalommal a szabályozást ill. a vitás kérdések eldöntését illetően. LINNÉ után a tudományos névadásban sok zűrzavar keletkezett, ezért már a múlt század végén egyre sürgetőbbé vált, hogy a névadás számára nemzetközileg elismert szabályozást dolgozzanak ki. Az 1895-ben Leidenben (Hollandia) üléselő állattani világkongresszuson ezért egy bizottságot hoztak létre, melynek feladata a nemzetközi nomenklatúra szabályzatának kidolgozása volt. A bizottság javaslatát az 1901-ben Berlinben (Németország) tartott zoológiai

kongresszus elé terjesztették, és hosszas vita után a végleges szövegezést 1902-ben, az „*Állattani nomenklátúra nemzetközi szabályai*” címen több nyelven is publikálták, és azóta is folyamatosan javítják, bővítik. A tudományos nevek stabilitása érdekében a biológiában kötelező érvényű szabályok rögzítik az állatok elnevezésének módját. A legfontosabbak:

- (1) A zoológiai nevezéktan alapirodalma CARL VON LINNÉ *Systema Naturae* 10. kiadása, a dátum egyezményes alapon 1758. január 1.
- (2) A zoológiai nevezéktan a természetben előforduló *recens* vagy *fosszilis* állatok taxonómiai egységeire alkalmazott nevek rendszere, ide tartoznak azok a nevek is, melyek a fossziliák esetében, a tényleges állatot helyettesítő maradványok (lenyomatok, ásványi helyettesítések, másolatok, fosszilizált életnyomok) nevei.
- (3) Egy név csak akkor alkalmazható, ha latin betűkkel van írva, a név maga lehet *latin eredetű*, vagy *latinositott* szó. A latin szó a klasszikus ókori, középkori és modern latinból származhat, míg a görög csakis az ókori görögből. A latinus kiejtés használandó minden esetben, még akkor is, ha a név eredete személynév.
- (4) A *prioritás elve* (*lex prioritatis*) szerint valamely taxon érvényes neve a rá vonatkozó legrégebbi szabályosan alkalmazott név. Ha egy taxonnak később tévedésből több nevet is adnak, valamennyi szinoníma közül a legrégebben alkalmazott név tekintendő érvényesnek. A LINNÉ előtti tudományos nevek érvénytelenek.
- (5) A faj neve *binominális*. Az első szó a nemet, a második a fajt azonosítja. A fajt azonosító nevet kisbetűvel írjuk, még akkor is, ha a személynévre utal, például *Idiocera paulsi*. A tudományos nevek *egyediek*, vagyis kizárólag csak egyetlen fajra alkalmazhatók, a homonímia kizárt.
- (6) A tudományos név a faj minden fejlődési alakjára érvényes (pl. rovarok esetében tojás, lárva, báb, kifejlett rovar). Gyakran a lárva annyira különbözik a kifejlett alaktól, hogy a lárvét és a kifejlett alakot más és más tudományos névvel látják el. A társítás pillanatában a kifejlett alakra alkalmazott nevet érvényesítik.
- (7) Minden olyan taxon (rendszer-tani kategória) tudományos neve, amely magasabb rangú a fajnál (nem, család, stb.) egyetlen szóból áll (*uninominális*) és nagybetűvel kezdődik. A magasabb rangú taxonok nevét gyakran egy-egy szubjektív szempontok alapján kiválasztott típusfaj vagy típusnem nevéből képezik: pl. a társas viselkedést mutató redősszárnyú darazsak, mint a lódarázs (*Vespa crabro*) a *Vespa* nem, a *Vespinae* alcsalád, a *Vespidae* család, a *Vespoidea* öregcsalád tagjai, melyek más hártýásszárnyúakkal az *Apocrita* alrendbe és a *Hymenoptera* rendbe tartoznak. Az *-inae* végződés alcsaládot, az *-idae* családot jelez. Más kategóriákhoz is kötődhet jellegzetes végződés, azok használata azonban nem mindig következetes.
- (8) A fajnál alacsonyabb rangú taxonok (alfaj) neve kettőnél több szóból áll.
- (9) Egy tudományos név szerzőjének azt a személyt tekintjük, aki első ízben teszi azt közzé oly módon, hogy az megfelel az alkalmazhatóság kritériumainak. Ha a szerző neve nem derül ki a publikációból, úgy anonimnak tekintjük. A szerző

neve nem alkotórésze a taxon nevének, illesztése tetszőleges, bár szokásos és tanácsos. A dátumot idézni a szerző neve után ajánlatos, de nem kötelező, a szerző és dátum közé vesszőt teszünk, a szerző neve a taxon nevét írásjel nélkül követi. Pl. a hétpettyes katica teljes tudományos neve *Coccinella septempunctata* LINNAEUS, 1758 vagy a házi légyé *Musca domestica* LINNAEUS, 1758, s mindezek arra utalnak, hogy az illető fajokat LINNÉ írta le és 1758-ban közölte a leírásukat.

- (10) Ha a fajt később más nembe sorolják, mint ahová eredeti leírója sorolta, a faj nevének első tagja megváltozik. A név után ekkor is az eredeti leírás szerzője és évszáma szerepel, de zárójelben. Így például a *Trichinella spiralis* (OWEN, 1835) fajnév azt jelzi, hogy OWEN eredetileg ezt a fajt egy más nembe sorolta (*Trichina*), azonban később egy másik szakember áthelyezte a fajt egy újabb (*Trichinella*) génuszba. Ennek értelmében OWEN faji diagnózisa helyes volt, de a faj besorolása nem.

A szakirodalomban gyakran találunk a tudományos nevekkal kapcsolatosan rövidítéseket, mint: sp. = species (faj), spp. = fajok, ssp. = subspecies (alfaj), sspp. = alfajok, n.sp. = tudományra nézve új faj.

A TERMÉSZETES TÖRZSFEJLŐDÉSI KAPCSOLATOKAT MAGYARÁZÓ ELMÉLETEK

A gerinctelen állatok rendszere, amennyiben az egyes állatcsoportok természetes törzsfejlődési viszonyait igyekszik tükrözni, a mai napig nem kiforrott. Számos, napjainkban történt tudományos felfedezés és újonnan megjelent kutatási módszer alapjaiban változtatta meg az addig felállított rendszert (lásd a molekuláris biológia és biokémia egyes eredményeit). A tudományos felfedezések zöme gyakran nem is kerül a nagy nyilvánosság elé, mégis alapvető jelentőségű, hisz teljesen más megvilágításba helyezhet bizonyos élőlénycsoportok közötti rokonsági viszonyokat.

A 17. századi tudományos forradalom óta egyre több tudományos megfigyelés került összeütközésbe a korábbi fixista teremtésfilozófiával, melynek hitelét fokozatosan felfedezések sora ásta alá. A 17–18. század folyamán egyre több megkövesedett állati maradvány került a felszínre, melyek alapjaiban ingatták meg a teremtett világ állandóságába és változatlanóságába vetett hitet. A rendszerezés korában azonban LINNÉ még hitt a fajok állandóságában, megváltoztathatatlanóságában, tőle származik az alábbi megállapítás is: „*Ma is annyi faj van, amennyi teremtésünk idején volt*”. Úgy gondolták, hogy az élet különböző formái egyszerre keletkeztek, a Teremtés során és az óta nem változtak.

Az élővilág fejlődését és magát az evolúció tényét először JEAN-BAPTISTE DE LAMARCK (1744–1829) vetette fel 1806-ban, de a bibliai alapokon nyugvó világkép 1859-ig változatlan maradt, ameddig az egymással összeütközésbe került teóriáknak

ebben az átmeneti időszakában a természettudósok mindenféle kompromisszummal próbálták feloldani az ellentmondásokat.

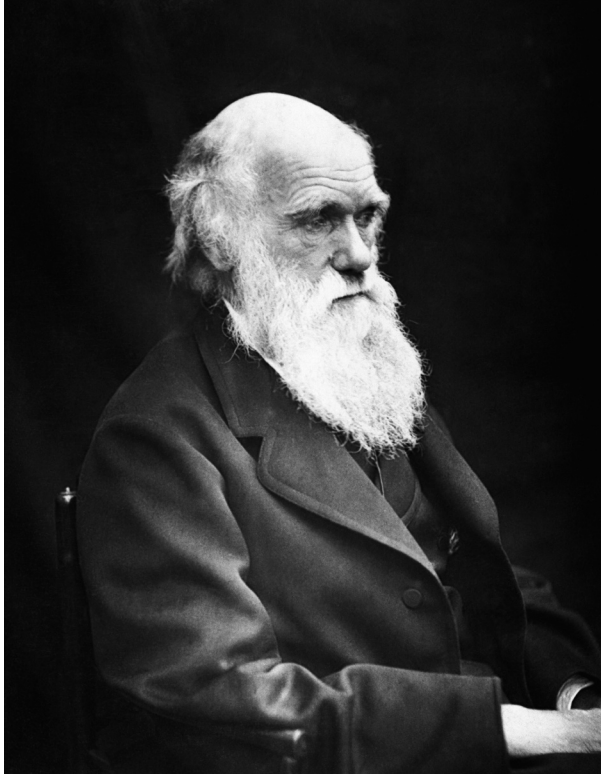
Az ilyen próbálkozások egyik terméke volt az ún. *scala naturae*, a teremtmények sorozata. CHARLES BONNET (1720–1793) szerint a Földön létező minden élettelen és élő dolog folyamatos és lineáris „nagy láncolatot” alkot hierarchikus sorrendben, a létra legalján az élettelen dolgok, kövek és ásványok vannak, majd felfelé haladva zuzmók, mohák, magasabb rendű növények, korallok és más alacsonyabb rendű állatok helyezkednek el, fokozatosan az emberig. A teremtmények sorozatát állandónak és változatlanak tartották, a sorozat fokozatosan a tökéletesebb formáig vezet. Ez a naiv természetfilozófia több évtizedig tartotta magát, annak ellenére, hogy a fajok változását, az evolúció tényét egyre több bizonyíték támasztotta alá, mint a kövületek, melyek formái nem hasonlítottak a ma élő egyetlen állati szervezetre sem, s koruk több millió éves is lehetett. Ugyanakkor háziasított állatok és növények is többnyire élesen eltértek az ősi formáktól az ember nemesítő munkájának eredményeképpen. Ezeket a tényeket egyre nehezebben lehetett a fajok állandóságának elméletével magyarázni.

A 18. század második és a 19. század első felében az evolúciós megközelítés egyre inkább elterjedt a természettudósok körében, de ennek ellenére hosszú ideig kisebbségben volt ez a megközelítés. A statikus világképről a változóra való érezhető áttérést végül egy drámai jelentőségű esemény váltotta ki: 1859. november 24-én megjelent „*A fajok eredete és a természetes kiválasztódás*” című könyv CHARLES DARWIN (1809–1882) (3. ábra) tollából. Ez az esemény talán az emberiség legnagyobb szellemi forradalma volt. DARWIN harminc esztendővel LINNÉ halála után született Angliában. Fiatal korában a Beagle nevű hajón tett földkörüli utazása (1831–1836) során szerzett tapasztalatai és megfigyelései jelentős mértékben hozzájárultak ahhoz, hogy megalapozzák a modern származásstan alapjait. Tulajdonképpen ő volt az első természettudós, aki az evolúció elméletét teljes egészében kidolgozta. DARWIN evolúciós nézeteit gyakran a „darwini elmélet” összefoglaló névvel illetik, amely öt különböző elméletből áll:

- (1) a fajok változékonysága (szűkebb értelemben vett evolúcióelmélet);
- (2) minden élőlény közös őstől való leszármazása (elágazó evolúció);
- (3) az evolúció fokozatossága (nem létezik sem ugrás, sem megszakítottság);
- (4) a fajok megsokszorozódása (a sokféleség eredete);
- (5) természetes kiválogatódás (szelekció).

A biológiai sokféleség mai, modern értelmezése napjainkig a darwini megállapításokon nyugszik, a fajok eredetére vonatkozó addigi tudományos gondolkozást teljes mértékben átalakította. Korszakalkotó megállapítása volt, hogy az élők természetes rendszere (tulajdonképpen maga a rendszerezés) szigorúan leszármazási kapcsolatokra épülhet, és az egyes szervezetek közti hasonlóság mértékének tükré. Ezt a hasonlóságot homológiának nevezte, amely az evolúció magyarázatának ma is az egyik legfontosabb kiinduló pontja: „*valamely szerv, szerkezet, felépítés két vagy*

több faj esetében homológ, akkor és csakis akkor, ha egy közös ős azonos szerkezetű, felépítésű képletéből alakult ki. A hasonlóság eme morfológiai tulajdonságokra alapozó történeti és leszármazási meghatározását a modern evolúcióbiológusok is elismerik” (NIELSEN, 2001).



3. ábra. Charles Darwin, az evolúciós elmélet kidolgozója, idős korában

Természetesen a 21. századi molekuláris biológiai forradalom a hasonlóság újabb, mélyebb értelmezését adja: közös ősoktól származó szervezeteknek hasonló enzimmérszletük és genetikai állományuk van. Az újabb adatok szerencsésen egészítik ki a morfológiai alapon nyugvó leszármazási elméleteket.

Az evolúciónak ma már rengeteg bizonyítéka van, részletes kifejtésüket találjuk számtalan kortárs forrásmunkájában (FUTUYAMA, 1983, 1998, RIEDLEY, 1996, STRICKBERGER, 1996). A legfontosabbak az alábbiakban összefoglalhatók.

KÖVÜLETEK. Az evolúció legmeggyőzőbb bizonyítékait a kihalt élőlényeknek a régebbi geológiai rétegekből előkerült maradványai szolgáltatják. A különböző földtörténeti korok flórájának és faunájának maradványai beágyazódtak az adott korokban lerakódott üledékekbe, s minél régebbi egy réteg, annál nagyobb különbség észlelhető az adott rétegben található fosszilis fajok maradványai és a mai fajok között. Az evolúciós elmélet szerint ez azzal magyarázható, hogy a korábbi korok

élőlényeiből fokozatos fejlődés révén alakult ki a későbbi korok flórája és faunája. Radioaktív korbecsléssel a fossziliák korát ma már nagy pontossággal meg lehet állapítani.

A 21. század fordulóján a pontosan meghatározott életkorú fossziliák sorozatai igencsak meggyőző módon dokumentálják az evolúció menetét. Ma már egész pontos földtörténeti időskálát lehet felállítani, melyben az egyes evolúciós történések, törzsek megjelenése és kihalása jól dokumentálható.

Az egyes földtörténeti korok nagy evolúciós eseményeit ma már a kövületek segítségével nagy biztonsággal rekonstruálni lehet (2. táblázat).

2. Táblázat. A nagyobb földtörténeti korok és időszakok

IDŐ	IDŐSZAKOK	IDŐTARTAM (millió év)	JELENTŐS ESEMÉNYEK
KAINOZÓIKUM (Újkor)	NEGYEDIDŐSZAK (<i>Holocén, Pleisztocén</i>)	2	Az ember megjelenése, a jelenkori állatvilág kialakulása, a mammut, a kardfogú tigris, barlangi medve, barlangi oroszlán és az óriás emlősök kihalása.
	HARMADIDŐSZAK (<i>Pliocén, Miocén, Oligocén, Eocén</i>)	65	Az első emberszabásúak megjelenése, a mai modern emlőscsoportok kialakulása, az emlősök és rovarok szárazföldi dominanciájának kialakulása. Minden ma ismert rovarcsoport már jelen van. Elterjednek a kígyók és a krokodilok, a tengeri fauna már a mai képet mutatja nagy vonalakban. Kihalnak a <i>Nummulites</i> -ek.
MEZOZÓIKUM (Középkor)	KRÉTA	70	A dinoszauruszok virágkora majd kihalása, az első erszényes és méhlepényes emlősök megjelenése, a fogas ősmadarak, a repülő sárkánygyíkok virágzása. Az első hangyalalelet. Elterjednek a zárvatermők.
	JURA	58	Az őshüllők virágkora, az első madarak (<i>Archaeopteryx</i>) megjelenése. Megjelennek a szöcskék, tücskök, az első kétszárnyúak és hátyásszárnyúak.
	TRIÁSZ	35	A dinoszauruszok megjelenése, a hatosztatú zátonyépítő virágállatok elterjedése.

IDŐ	IDŐSZAKOK	IDŐTARTAM (millió év)	JELENTŐS ESEMÉNYEK
PALEOZÓIKUM (Ókor)	PERM	55	A hullók elterjedése, a kétéltűek hanyatlása, kihalnak a háromkaréjos ősi ízeltlábúak, megjelennek a bogarak. Nyitvatermők kora, elterjednek a fenyők.
	KARBON	65	Az őskétéltűek kora, az első hullók megjelenése, első, hatalmas természetű repülő rovarok. Megjelennek a fenyők és az első lombhullatók. A Föld kőszéntartalékának 50%-a ebből a korból származik.
PALEOZÓIKUM (Ókor)	DEVON	55	A halak virágkora, az első rovarok megjelenése, tüdős halak virágkora, az első kétéltűek szárazföldi megjelenése. Korpafüvek, páfrányok, ősfák elterjedése.
	SZILUR	35	A halak elterjedése, a légkör oxigéntartalma nő: megjelennek az első szárazföldi növények. Ősharasztok kora.
	ORDOVÍCIUM	60	Számos gerinctelen csoport virágkora, kagylók és első halak megjelenése, mohák megjelenése.
	KAMBRIUM	70	A gerinctelenek kora, háromkaréjú ősi ízeltlábúak dominanciája, megjelennek a csigák, csak vízinövények vannak.
PREKAMBRIUM (Óskor)	PROTEROZÓIKUM (Felső, Középső, Alsó)	1930	Csak vízi élet, a gerinctelen állatsoportok megjelenése (összajások). Az eukarióta sejtek megjelenése. Az egyszerű, prokarióta sejtek kialakulása.
	ARCHAIKUM	2100	Az élet megjelenése a Földön.

AZ ELÁGAZÓ EVOLÚCIÓ ÉS A KÖZÖS LESZÁRMAZÁS BIZONYÍTÉKAI

A BONNET-féle lineáris fejlődést, vagyis az alacsonyabbtól a magasabb rendű felé haladó lineáris átalakulást először DARWIN kérdőjelezte meg. Az elágazó evolúció elmélete a Csendes-óceánban található Galápagosz-szigeteken végzett megfigyelések során született. Ezek a szigetek tulajdonképpen tenger alatti vulkánok csúcsai és sohasem voltak közvetlen kapcsolatban Dél-Amerikával vagy más kontinenssel. Így a Galápagosz-szigetek mai faunája és flórája a tengeren úszva, vagy a levegőn keresztül juthatott a szigetekre. A galápagoszi pintyek (*Darwin pintyek*) közös őse is a levegőn keresztül juthatott el a szigetekre, ahol a különböző körülmények és

táplálékforrás-lehetőségek hatására egy radiációs folyamaton ment keresztül, s ma már 13 különböző, főleg a csőralakban és ennek megfelelően a táplálékspektrumban különböző galápagoszi pintyfajról beszélhetünk.

A fenti megállapításoktól az általánosításhoz már csak egy rövid lépés kellett, és pedig az, hogy a Földön minden élőlény a hasonló formákkal együtt közös ősökre vezethető vissza, s hogy maga a földi élet valószínűleg egyetlen forrásból származik.

Az evolúció természetes menetét az ember irányított szelekcióval „felgyorsíthatja”, háziasított fajták hosszú sora bizonyítja, hogy az ember számára előnyös tulajdonságokkal rendelkező példányok ismételt kiválogatása száz, esetleg csupán tíz éves távlatban, a vadon élő formákhoz képest érzékelhetően különböző alakokat eredményez.

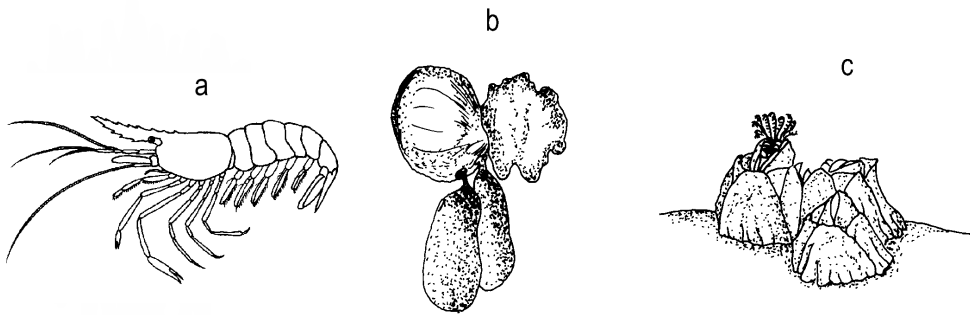
A közös leszármazásnak igen látványos bizonyítékával szolgál az **ÖSSZEHASONLÍTÓ ANATÓMIA** is. Már a 19. században is szokás volt „rokonoknak” nevezni bizonyos egymáshoz hasonló élőlényeket. A rendszertan kutatói a hasonlóságot a taxonómiai kategóriák hierarchiájának megállapítására használták. Az egymásra leginkább hasonló élőlényeket egy fajba sorolták. A hasonló fajok egy nemzetségbe kerültek, a hasonló nemzetségek egy családba stb. Ez az ún. LINNÉ-féle hierarchia. Később az összehasonlító morfológiai adatokat az embriológia területén nyert eredményekkel is alátámasztották. A származási kapcsolatokat gyakran törzsfa (*kladogram*) formájában ábrázolják. A tudományág nagy művelője a német zoológus és DARWIN kortársa, ERNST HAECKEL (1834–1919) volt. HAECKEL eredményei az 1860-as évektől kezdődően nyilvánvalóvá tették azt a tényt, hogy az összehasonlító morfológia milyen sikeresen tudja rekonstruálni az evolúciós sorozatok hiányzó láncszemeit. Ennek alapján kutatók feltételezték, hogy a hangyák darázsszerű őseitől származnak, és ennek alapján felvázolták, milyen tulajdonságokkal kellett rendelkezniük a hangyaősöknek. Később a krétakori borostyánban felfedezett fosszília nagyjából megfelelt az addig elképzelt őshangya paramétereinek.

Ma már tudjuk, hogy önmagában azt kijelenteni, bizonyos tulajdonságok rokonsági kapcsolatokat tükröznek, csupán feltételezés, melynek érvényességét még ellenőrizni kell egy sor jelleg segítségével (például szomszédos szervekhez viszonyított helyzet, molekuláris genetikai bizonyítékok, köztes fejlődési stádiumok megléte a rokon taxonokban, egyedfejlődési hasonlóság stb.) (MAYR és ASHLOCK, 1991).

Az embriológia az összehasonlító anatómiával együtt igen fontos eredményeket hoz az evolúciós elmélet alátámasztására. Már a 18. században felismerték, hogy rokon állatfajok embriói gyakran sokkal jobban hasonlítanak egymásra, mint maguk a felnőtt egyedek. Hasonlóan azonos csoportba tartozó különböző fajok lárvái is gyakran jobban hasonlíthatnak egymásra, mint a felnőtt egyedek, s ez lehetővé teszi, hogy abban az esetben is, ha az azonos csoportba tartozó különböző fajok kifejlett formái nagyon különböznek, például az élőködés vagy a helyhez kötött életmódhoz való

alkalmazkodás következtében (4. ábra), a lárvalakok közötti hasonlóság lehetővé teszi az egyébként eltérő külalakú fajok közötti rokonsági kapcsolatok felderítését.

REKAPITULÁCIÓ. A „rekapituláció” az a folyamat, mikor az egyedfejlődés során megjelennek, majd eltűnnek bizonyos struktúrák, de amely szervek valamely közeli vagy távoli rokon csoportok felnőtt egyedeinél a mai napig működőképesek. Vagyis az ősi tulajdonság a későbbi embrionális stádiumokban elvész az egyik leszármazási vonalban, miközben ugyanaz a tulajdonság megmarad az ugyanattól a közös őstől származó más vonalak élő fajainál. Ennek alapján fogalmazta meg HAECKEL 1866-ban: „Az egyedfejlődés a törzsfejlődés megismétlődése”. Ez a kijelentés egészében túloz, hisz az emlősembrió egyetlen fejlődési stádiumban sem néz ki úgy mint egy kifejlett hal, ugyanakkor a halállapot bizonyos jellemzőit valóban megismétli, mint pl. a kopolyúredők megjelenése.



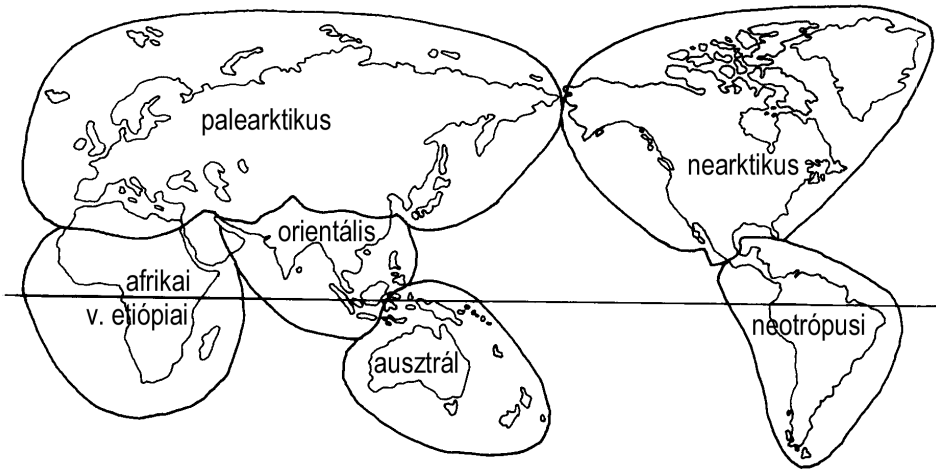
4. ábra. Különböző típusú életmódot folytató rákok: (a) szabadon úszó homoki garnéla (*Palaemon elegans*), (b) élősködő evezőlábú rák, (c) helyhez kötött életmódot folytató tengeri makk (*Balanus sp.*).

CSÖKEVÉNYES STRUKTÚRÁK. Sok élőlénynek vannak olyan szervei, amelyek nem, vagy nem teljesen funkcionálisak. Közismert példa az ember vakbele, sok barlangi állat szemének csökevényei. Ezek olyan struktúrák maradványai, amelyek az adott élőlény ősei számára még funkcionálisak voltak, de később az élőhely, életmód megváltozásával visszafejlődtek.

BIOGEOGRÁFIA. Az evolúciós elmélet segítségével lehet magyarázni olyan, korábban rejtélyesnek tűnő problémákat, mint az európai és észak-amerikai flóra és fauna közti hasonlóságok, valamint az Afrika és Dél-Amerika élővilága közti óriási különbségek. Miért annyira más Ausztrália élővilága az összes többi kontinenséhez képest? Az óceáni szigetek nagy többségén miért nem élnek emlősök? DARWIN evolúciós elmélete szerint a növények és állatok jelenlegi eloszlása annak a szétszóródásnak a története, amelynek során ezek a fajok eltávolodtak eredeti kialakulási helyüktől. Minél régebben szigetelődött el egymástól két kontinens, annál nagyobb eltérések mutatkoznak az élővilágukban. A különböző fajok szétszóródási

képessége is rendkívül eltérő lehet. Elég csak arra gondolni, hogy az emlősök számára a tenger áthidalhatatlan akadály, így a kontinensekhez képest gyakran fiatalabb óceáni szigetektől hiányoznak, de hasonlóan nagy akadályt jelentenek magas hegyvonulatok, nagy kiterjedésű sivatagok is, melyek együtt lényegesen különböző faunák kialakulásához vezethetnek (5. ábra).

MOLEKULÁRIS BIZONYÍTÉKOK. A különböző molekulák ugyanúgy tárgyai az evolúciónak, mint az élőlények testének nagyobb szerkezeti elemei. Általánosságban elmondható, hogy minél közelebbi rokonságban áll egymással két élőlény, annál nagyobb a hasonlóság megfelelő molekuláik között. Gyakran előfordul, hogy bizonytalan morfológiai jegyek alapján nem sikerül kideríteni két élőlény rokonsági viszonyait, molekuláris biológiai módszerekkel viszont tisztázhatók a rokonsági kapcsolatok fokai. A különféle fehérjéknek azonban eltérő az evolúciós változási rátájuk. Egyesek, például a citokrómok, nagyon gyorsan változnak, míg mások, például a hisztonok, nagyon lassan. Az ember és a csimpánz leszármazási vonala már legalább 6 millió évvel ezelőtt kettévált, de e két faj hemoglobinjának igen bonyolult molekulái gyakorlatilag még ma is azonosak. A molekuláris fejlődéstörténet vizsgálata ma az egyik legelfogadottabb megközelítés a rokonsági fokok tisztázására. Például a gombákat sokáig a növények rokonainak tekintették. Molekuláris elemzések azonban kiderítették később, hogy alapvető biokémiai jellemzőik számos vonásában a gombák igen közel állnak az állatok országához. Az egysejtű szervezetek 50–80 törzse körüli káosz fokozatos felszámolása szintén nagy sikere a molekuláris biológiának és a sejtbológiának.



5. ábra. Biogeográfiai faunatarományok. Az egyes régiókat általában átjárhatatlan földrajzi akadályok, sivatagok, magas hegyek, óceánok választják el egymástól.

A legtöbb molekulának specifikusan konstans az időbeli változási rátája. Az ilyen molekulák később *molekuláris órákként* használhatók a rokonsági viszonyok tisztázásakor. Egy adott molekuláris óra kalibrálásához a mai leszármazottakkal is rendelkező, pontosan meghatározott korú fosszilis leletek kínálhatják a mércét. A molekuláris óra módszerével sikerült kimutatni, hogy az ember és a csimpánz fejlődésvonala 5–8 millió évvel ezelőtt vált el egymástól, nem 14–15 millió évvel ezelőtt, ahogy azt korábban gondolták. Később nyilvánvalóvá vált azonban, hogy ez az „óra” nem mindig ketyeg állandó sebességgel, így az eredményeket érdemes egy másik molekula segítségével is visszaigazolni.

A nagymértékben tökélesített módszerek segítségével ma már meg tudjuk határozni egy élőlény genomjának (DNS állományának) teljes bázissorrendjét. Ma már az ecetmuslica (*Drosophila melanogaster*) és az ember mellett több mint 100 élőlény genomját ismerjük teljes mértékben és számtalan fajt részlegesen. Újabban az ismert bázissorrendek szolgáltatják a legizgalmasabb összehasonlító vizsgálatok alapját.

AZ ÉLET MEGJELENÉSE A FÖLDÖN. AZ ÉLŐ ANYAG SZERVEZŐDÉSÉNEK ALAPTÍPUSAI: PROKARIÓTÁK ÉS EUKARIÓTÁK

Csillagászati és geofizikai adatokból arra következtethetünk, hogy a Föld kb. 4,6 milliárd évvel ezelőtt alakult ki. Bolygónk, becslések szerint, körülbelül 3,8 milliárd évvel ezelőtt vált lakhatóvá, ekkor jelentek meg az élet első jelei. Az élet keletkezésével kapcsolatos első komoly elméletek az 1920-as években jelentek meg (OPARIN, HALDANE). Azóta több, gyakran egymásnak is ellentmondó elképzelés látott napvilágot, de ma már többé-kevésbé egységes az élő anyag kialakulásának elmélete.

Az elsőként megjelent élőlényeknek két igen fontos feladattal kellett megbirkózniuk: az energiafelvétel és a reprodukció feladatával. Ebben a korai időszakban a Föld légköre gyakorlatilag oxigénmentes volt a maihoz képest, de energiát nyerhettek a napsugárzásból és a tenger kéntartalmú vegyületeiből. A szaporodás már nehezebb feladatnak bizonyult, bár ma már tudjuk, hogy a reprodukció, azaz egy struktúra önsokszorozódása nem csupán az élő anyag kivételes tulajdonsága. Mai ismereteink szerint a DNS az a molekula, amely nélkülözhetetlen a reprodukcióhoz, de hogy az élő anyag reprodukciója hogyan fejlődött ki a maga teljességében, ma még nem világos. Az is feltételezhető, hogy a DNS alapú élővilágot egy RNS alapú előzte meg.

Élő szervezetre utaló ősmaradványokat 3,2–3,8 milliárd éves kőzetekben találtak (*Fig Tree csoport* – Dél-Afrika, 3,2 milliárd év; *Warrawoona csoport* – Nyugat-Ausztrália, 3,5 milliárd év; *Isua sorozat* – Grönland, 3,8 milliárd év), melyek gazdag baktériumflóra jelenlétét bizonyítják. Az első szervezetek tehát prokarióták (baktériumok) voltak, és a következő 1 milliárd évben is csak ezek a szervezetek

képviselték Földünk élővilágát. A fejlettebb élőlényektől, az eukariótáktól (valódi sejtmagvas szervezetek) a prokarióták egy sor fontos, meghatározó tulajdonságukban különböznek (3. táblázat).

3. Táblázat. A prokarióták és eukarióták közti néhány lényeges különbség

JELLEMZŐK	PROKARIÓTA	EUKARIÓTA
<i>sejtméret</i>	kicsi, kb. 0,1–1 μm	nagy, általában 0,001–0,1 mm
<i>sejtmag</i>	nincs maghártya által körülhatárolt egység, ún. nukleoid van	van, maghártya borítja
<i>DNS</i>	nem alkot komplexumot hisztonfehérjékkel	kromoszómákban rendeződik, és különböző fehérjékkel alkot komplexumot, köztük hisztonnal is (több mint 50%)
<i>sejtszervecskék</i>	nincsenek membránnal körülvett sejtszervecskék	tartalmaznak sejtszervecskéket (mitokondrium, plasztisok)
<i>anyagcsere</i>	sokféle	elsősorban aerob (kivéve a mitokondrium nélkülieket)
<i>sejtfal</i>	peptidoglikán az eubaktériumoknál	cellulóz vagy kitin, de az állatoknál nem fordul elő
<i>szaporodás</i>	kettéosztódással, bimbózással	többnyire ivaroson, meiózis révén jönnek létre az ivarsejtek
<i>sejtosztódás</i>	kettéhasadással	mitózással
<i>génrekombináció</i>	egyirányú géntranszfer révén	meiózis alatti rekombinációval
<i>flagellumok</i>	forgók, anyaguk a flagellin fehérje	hullámzó csillók (ostorok), anyaguk nagyrészt tubulin
<i>légzés</i>	a sejthártya felületén	mitokondriummal
<i>környezeti tolerancia</i>	tág (<i>euryoecikus</i>)	szűk (<i>stenoecikus</i>)
<i>terjesztőformák</i>	kiszáradással szemben rezistens spórákkal, lehet endo- vagy exospóra	nagy változatosság a törzsek között: ciszták, magok – a kiszáradással és hővel szemben kevésbé rezisztensek

Az első eukarióta valószínűleg egy archebaktérium és egy eubaktérium szimbiózisából jöhetett létre. Az így keletkezett eukarióta szervezetnek rendelkeznie kell mind az archebaktériumok, mind az eubaktériumok jellemzőivel. Később az ostorok és csillók megjelenéséhez egy újabb szimbiózisra volt szükség, egy spirochetával (lásd részletesebben a 2. fejezetben).

Az eukarióták kialakulása minden bizonnyal a legfontosabb eseménye volt a földi élet történetének. Ez tette lehetővé később az összes bonyolultabb többsejtes forma (növény, állat, gomba) megjelenését. A sejtmag, az ivaros szaporodás, a meiózis és a fejlettebb soksejtű élőlények minden speciális jellemzője az első eukarióták leszármazottjainak vívmánya. A prokarióták az eukarióták megjelenése után is

nagy tömegben maradtak fenn, hisz speciális élőhelyeket népesítettek be, szerves törmelékben éltek vagy parazita életmódot folytattak. Ma a Földön a baktériumok biomasszája megegyezik az eukarióták összesített biomasszájával.

Az első ősi egysejtű eukarióta szervezetek megjelenésének időpontját nem ismerik pontosan, egyes kutatók szerint már jelen voltak 2,7 millió évvel ezelőtt, jelenlétükre utaló nyomokat, anyagcsere melléktermékeket ugyanis hasonló korú kőzetekben mutattak ki. Ez az időpont egybeesett a levegőben található szabad oxigén mennyiségének növekedésével, mely lehetővé tette az aerob életmódot. Az első eukarióta egy eubaktérium és egy archebaktérium közötti szimbiózis formájában jöhetett létre, később a genetikai állományát maghártyával vette körül, és kialakult az első állandó eukarióta szervezet. Az új eukarióta későbbi sejtszervecskéivé váltak a vele szimbiózisban élő különféle szervezetek (mitochondrium, kloroplasztis stb.). A hárttyával borított, kromoszómákat tartalmazó sejtmag kialakulásának mikéntjét még nem sikerült tisztázni. Ebben a folyamatban valószínűleg nem játszott szerepet a szimbiózis. Az első eukarióták nagyon heterogén társaságot alkottak. Megjelenésük után látványos differenciálódásnak indultak. Az összes magasabb rendű taxon, a növények, a gombák és az állatok őseit ilyen eukarióta szervezetek között kell keresni.

AZ ÉLŐVILÁG NAGY CSOPORTJAI

A 18. században GEORGES CUVIER (1769–1832) francia természettudós az állatokat négy nagy csoportba sorolta: gerincesek, puhatestűek, ízelttestűek és sugárállatok törzsére. Ezek mesterséges csoportok voltak, hisz a sugárállatok csoportjába mind az úrbelűeket, mind a tüskésbőrűeket besorolta. A többsejtű állatokat végül is 30–35 különböző „törzsbé” sorolták be, ezeket többé-kevésbé nagy szakadékok választják el egymástól: szivacsok, úrbelűek, tüskésbőrűek, ízeltlábúak, gyűrűsférgesek, puhatestűek, laposférgesek, gerinchúrosok és számos kisebb törzs. Az evolúciós elmélet megjelenése után a taxonómusok alapvető feladata volt kideríteni, hogy milyen lehetett az első többsejtű állat, a fenti állattörzsek milyen rokonsági kapcsolatban állnak egymással, és hogy miképpen rendezhetők el egyetlen törzsfán. A ma élő nagyobb törzsek majdnem mindegyike kezdetleges vagy fejlett formában jelen volt már a késői prekambriumban és a korai kambriumban, kb. 565–530 millió évvel ezelőtt. Sajnos olyan ősmaradványok, amelyek átmenetet jelentenek egyik törzsből a másikba, nem maradtak fenn, és a mai élővilágban sem találunk átmeneti formákat, a törzseket elválasztó szakadékok áthidalhatatlannak látszanak. Minthogy a legkorábbi gerinctelen állatoknak nagyon kis arányban maradtak fenn kövületeik, törzsejlődésüket élő leszármazottaik alapján kell többnyire rekonstruálnunk. A gerinctelenek morfológiájának és embriológiájának gondos összehasonlítása 100 év alatt elvezetett az állatok törzsfájának meglehetősen terebélyes rekonstrukciójához. Ugyanakkor mindmáig nem sikerült több kisebb törzs egymáshoz való viszonyát

tisztázni, sőt számos alapvető kérdésben sincs teljes egyetértés az egyes szakemberek között.

Az újabb természettudományos felfogás szerint az élővilágot hét nagyobb egységre, ún. országra (*Regnum*) lehet osztani. A molekuláris parazitákat, mint a vírusokat, viroidokat, prionokat jelen rendszerünkben nem tárgyaljuk.

A baktériumok, kéalgák, ősbaktériumok alkotják a prokaryota (elősejtmagvas) szervezeteket, melyet egy vagy több ún. prokariotikus sejt alkot.

A **baktériumok** országát (*Regnum Bacteria*) valódi sejtmaggal nem rendelkező, prokarióta szervezetek alkotják. A prokarióták mintegy 3,5–3,8 milliárd éve jelentek meg. Kemoszintézissel vagy heterotróf módon táplálkozó alakjaikat baktériumoknak, míg a fotoszintézisre képes csoportjaikat kéalgáknak nevezzük. Sejtfelépítésük viszonylag egyszerű; membránnal borított sejtszervecskéik nincsenek, a sejtmembránt rendszerint sejtfal borítja. Egyetlen kromoszómájuk több, identikus példányban is előfordulhat a sejtben. A kromoszóma körkörös, ehhez hisztonok vagy savas fehérjék – merevítő struktúrák – nem kötődnek. A kromoszóma másolása folytonos, kettéosztódása mitotikus orsó nélkül zajlik. A prokarióták nemcsak ivaros módon cserélnek géneket, hanem más típusú prokarióták élő vagy elhalt egyedekének egyes génjeit is képesek táplálkozás közben megszerezni és a saját genomjukba beépíteni. Ezért „fajaik” a leszármazási viszonyok alapján olykor nem rendszerezhetők, hiszen populációik génkészlete több, különböző leszármazási vonalból származó gének mozaikja is lehet.

Az RNS szekvencián alapuló vizsgálatok azt mutatják, hogy a baktériumok csoportjától élesen leválaszthatók az **ősbaktériumok** (*Regnum Archaeobacteria*) melyeket külön országba sorolnak. Nevükkel ellentétben a baktériumokhoz képest fiatalabb szervezetek. Szélsőséges környezeti feltételek mellett fordulnak elő, mint hőforrások, vulkanikus eredetű forró iszapkitörések, sós mocsarak, melyekhez hasonló viszonyokat feltételeznek a földtörténeti őskor elején. Előfordulnak olyan extrém körülmények között, mint a földkéreg bizonyos rétegei, vagy a teljesen oxigénmentes körülmények között elterjedt metánképző baktériumok környezete. Ez utóbbi csoport alapvető fontosságú, a növényevő emlősök emésztési hatékonysága is jelentős részben a velük szimbiózisban élő metánképző baktériumok aktivitásának tulajdonítható.

Az eukarióta (valódi sejtmagvas) szervezetek csoportjába tartozik az összes többi élő szervezet. Mintegy kétmilliárd éve jelentek meg. Membrán borította sejtmagjukban osztódáskor két vagy több kromoszómába tömörül a DNS, amely lineárisan rendezett, és hisztonokkal illetve savas jellegű fehérjékkel borított. Genomjuk replikációja nem folytonos. Szaporodási ciklusaik ivaros szakaszában a kromoszómaszámot megfelelő osztódás, meiózis szerepel.

Az **állati jellegű egysejtű eukarióták** országa (*Regnum Protozoa*) az egysejtű vagy sejtkolónia jellegű heterotróf eukariótákat foglalja magába. A heterotróf egysejtűek

ősi táplálkozási módja a fagocitózis. Szaporodási ciklusuk során rendszerint hosszú haploid és rövid diploid szakaszok váltakoznak.

A **gombák** országába (*Regnum Fungi*) a haploid spórából haploid hifát („gombafonalat”) növesztő lényeket soroljuk. A hifa csak egyetlen irányban, apikálisan növekszik, a sejtek fala kitint is tartalmaz. A gombák váltivarúak, életciklusukban rövid diploid és hosszú haploid szakaszok váltakoznak. Az ivaros folyamat eredményeként gyakran kétmagvú (dikarióta) hifák jönnek létre, majd ezek egy sajátos számfelező osztódás során haploid spórákat képeznek. Sok fajuk szaprofág, míg mások szimbionta, parazita vagy ragadozó életmódot folytatnak.

Az **algák** országába (*Regnum Chromista*) olyan egyszerű lények tartoznak, melyek kloroplasztisa klorofill a és c tartalmú, valamint velük rokon akár színtelen fajokat is ide sorolnak. Az ismertebb csoportok között találjuk a barna algákat, az aranyoszöld algákat, a kovamoszatokat és más hasonló csoportokat.

A **növények** országába (*Regnum Plantae*) bonyolult testfelépítésű, fotoszintetizáló eukarióták tartoznak. Sejtjeik keményítőt tartalmaznak, sejtfalukba cellulóz épül, fagocitózisra képtelenek. Endoszimbionta eredetű színtestecskéik vannak. Egyedfejlődésük embrió állapotában alakulnak ki szöveitek. Életciklusukban a haploid és a diploid szakaszok aránya változó. A mohák esetében a haploid szakasz hosszabb mint a diploid, a harasztoknál a haploid szakasz aránya kisebb, míg a nyitvatermők és zárvatermők esetében a haploid szakasz erőteljesen redukált, gyakorlatilag az ivarsejtekre korlátozódik.

Az **állatok** országa (*Regnum Animalia*) olyan heterotróf eukariótákat foglal magába, melyek ősei fagocitózissal táplálkozó sejtek kolóniáiból keletkeztek. Szövetes szerveződést mutatnak. Testük két különböző hámrétegből (*ektoderma* és *entoderma*), és egy ezeket összekapcsoló kötőszövetből (*mezoderma*) épül föl, ez utóbbi egyedfejlődésüknek a bélesíra (*gasztrula*) szakaszában alakul ki. Életciklusuk rövid haploid (ivarsejtek) és hosszú diploid (testi sejtek) szakaszok váltakozása.

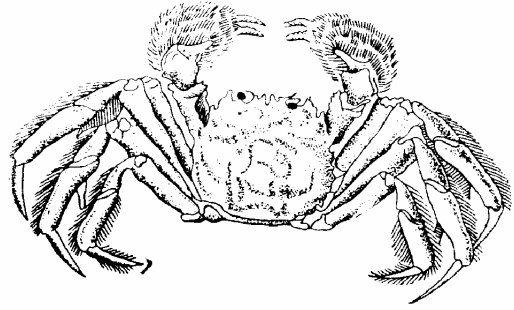
Egy országon belül a legtöbb új törzs valamelyik nagyobb törzs oldalágaként jön létre, és rövid időn belül elkülönül attól, így rokonsági kapcsolatát ma már leginkább molekuláris elemzésekkel lehet feltárni. Néhány törzs származását még ma sem ismerjük pontosan. A morfológiai és molekuláris jellemzők összevetése azonban azt ma már meggyőzően bizonyítja, hogy a ma ismert állattörzsek mind közös őstől származnak. Az ízeltlábúak és gyűrűsférges példálul egy ősi ősszájú leszármazottjai, míg az ősszájúak és újszájúak közös őse egy ősi kétoldalian szimmetrikus lény lehetett. Az állatok, gombák és növények ősi egysejtű eukarióta szervezetektől származnak, ezen ősi eukarióták pedig ősi baktériumoktól és végső soron az élet feltehetően egyetlen, közös ősi forrásból eredeztethető.

Habár az előbbieken is ismertetett okok miatt az állatvilág rendszere folyamatosan változik, ennek ellenére ma már egyre kiforrottabb lesz ez a rendszer, és egyre kisebb mérvűek a változások az elmúlt évtizedekhez képest. Jelen munkánkban az egyik

legújabb rendszert követjük apróbb módosításokkal, melyek elsősorban didaktikai szempontúak (NIELSEN, 2001, BRUSCA és BRUSCA, 2003).

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

- 1. Sorold fel a zoológia fontosabb tudományterületeit és részletezd!*
- 2. Határozd meg az állat fogalmát és indokold meg!*
- 3. Melyek az élőek közös tulajdonságai?*
- 4. Mit jelent a binominális nomenklatúra kifejezés? Említs példákat!*
- 5. Határozd meg a faj fogalmát!*
- 6. Hogyan szabályozható a fajok tudományos nevének egyedisége és állandósága?*
- 7. Nevezd meg a „darwini evolucionizmus” fontosabb elméleteit és mondj példákat!*
- 8. Hogyan bizonyítható az evolúció ténye, mondj példákat!*
- 9. Helyezd el időben az élet megjelenését a Földön, és részletezd az élet korai megjelenésének körülményeit!*
- 10. Nevezd meg a prokarióta és eukarióta szervezetek közötti fontosabb különbségeket!*
- 11. Nevezd meg az élőek hat nagy országát, és röviden jellemezd ezeket!*



3. Az állati szervezetek általános jellemzése

Az állatok kialakulása és törzsfejlődése

Egyedfejlődési alapok. Szerveződési szintek: sejtek,
szövetek, szervek

A Haeckel-féle biogenetikai alaptörvény evolúcióbiológiai
jelentősége

Testüregképzés és testüregtípusok, az ősszájúak

(*Protostomia*) és újszájúak (*Deuterostomia*) törzsfejlődési
vonalai

Az állatok testének szimetriaviszonyai

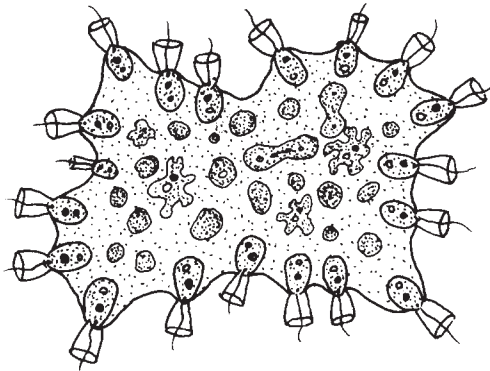
Ellenőrző kérdések

AZ ÁLLATOK KIALAKULÁSA ÉS TÖRZSFEJLŐDÉSE

Annak ellenére, hogy az állat fogalmát még napjainkban is számos forrásmunka a LINNÉ-féle értelmezésben kezeli, a legújabb zootaxonómiai jegyzet a Regnum Animalia csoportba ma már kizárólag többsejtű állatokat sorol. Az ide tartozó állattörzsek rokonsági kapcsolatai nem minden részletében tisztázottak. A morfológiai kutatások mellett számos citológiai és molekuláris adatra hivatkozva napjaink taxonómusai a régebbi, főként látványos morfológiai jellegeket összehasonlító, félig-meddig mesterséges rendszer helyett a természetes rokonsági viszonyokat a leghűbben tükröző rendszer létehoztalán dolgoznak molekuláris, morfoanatómiai, hisztológiai és embriológiai eredmények kombinálása révén.

A többsejtűség kialakulása igen fontos eseménye volt a törzsfejlődésnek. A többsejtű állattal párhuzamosan egyre hangsúlyosabbá váló sejtdifferenciálódás és a sejtcsoportok közti munkamegosztás egyúttal feltétele is volt az egyre bonyolultabb szervezetek megjelenésének. Leegyszerűsítve azt mondhatjuk, hogy az állati szervezet ún. testi (*szomatikus*) és szaporodási (*generatív*) sejtekből áll, ez utóbbiak a diploid állati szervezetnek csupán egy kis részét alkotják.

A többsejtű állapot már az egysejtűek körében is ismert, mivel egyes fajok különlegesen fejlett telepes formákat hoznak létre (23. ábra).



23. ábra. A *Proterospongia haeckelii* telepes galléros ostoros

Egy ilyen többé-kevésbé állandó képződmény azonban nem egyenértékű egy többsejtű állati egyeddel, hiszen a telepek esetében minden sejt megőrzi egyediségét, hiányzik az a központi szerv, mely az egész telep működését koordinálná. Ezzel szemben a többsejtű szervezetet alkotó sejtek egy magasabb rendű egységet, a többsejtű egyedtet hozták létre, amelynél nem a sejtek egyedisége, hanem egybehangolt működésük és bonyolult kapcsolatrendszerük kap hangsúlyt. Egy bizonyos funkció elvégzésére differenciálódott sejtek szövetekbe tömörülnek, a szövetek szervekbe, majd a szervek további komplexumokat alkotva szervrendszereket és készülékeket hoznak létre.

Maga a többsejtű szerveződés többször is megjelent az evolúció folyamán. Az egysejtű eukarióta szervezetek között szép számmal találunk a többsejtűek előfutárának tekinthető formákat. Valószínűleg a soksejtűség felé tett első lépés a méretbeli növekedés lehetett, amelyet egysejtűek, algák, gombák tucatjainál figyelhetünk meg. A telep sejtjei között az egyre jobb munkamegosztás végül is elvezethetett a valódi soksejtű szervezetek megjelenéséig.

A fentiek ellenére a többsejtű állatok eredetére ma még nem létezik egy részleteiben jól kidolgozott és egységes elmélet. Megjelenésük egyesek szerint 1,3–1,6 milliárd évvel ezelőtt következhetett be egysejtű telepes formákból. A molekuláris adatok gyarapodásával egyre nyilvánvalóbbá válik a többsejtű állatok és a galléros ostorosok közös eredete. Feltételezhetően a két csoport egy közös ősből párhuzamosan fejlődhetett ki, azonban csupán az rRNS szekvenciák összehasonlító vizsgálata a közös törzsfejlődési csomópontot nem tudta kimutatni. Legújabban egyesek molekuláris bizonyítékok alapján a galléros ostorosokat is az állatok közé sorolják. Tovább bonyolítja a helyzetet, hogy eddig állati egysejtűeknek tartott lényeket (Myxozoa – nyálkaspórások) legújabban a csalánzókkal rokon, parazita életmódjuk következtében leegyszerűsödött állati szervezeteknek tartanak. Ezek a példák jól illusztrálják az állatok eredetére és egysejtű lényekkel fennálló evolúciós kapcsolataikra vonatkozó egységesen elfogadható elmélet kialakításának nehézségeit. A viták ellenére azonban ma már biztosnak látszik a többsejtű állatok monofiletikus volta, vagyis feltehetően minden többsejtű állati szervezet közös őse egyetlen egysejtű csoportra vezethető vissza.

Minden többsejtű állatnak közös tulajdonságai (*synapomorfia*) vannak, melyek közül egyike a legfontosabbaknak maga a **többsejtűség**, szemben a galléros ostoros sejtekkel, amelyek, ha egysejtűeknek tekintjük őket, csupán a telepes szerveződési szintig jutottak. Egy gallérosostoros kolónián belül a sejtek különböző alakokkal és működéssel rendelkezhetnek, de mindegyik sejt önállóan táplálkozik, mert a sejtek között tényleges kapcsolat gyenge, a tápanyagok sejten kívül nem szállíthatódnak. Egy többsejtű állat esetében azonban a sejtek nagyfokú munkamegosztást mutatnak (emésztés, érzékelés, összehúzódnak, kiválasztás stb.). Ez azért lehetséges, mert a tápanyagok az emésztő sejtektől minden specializálódott sejthez eljuthatnak.

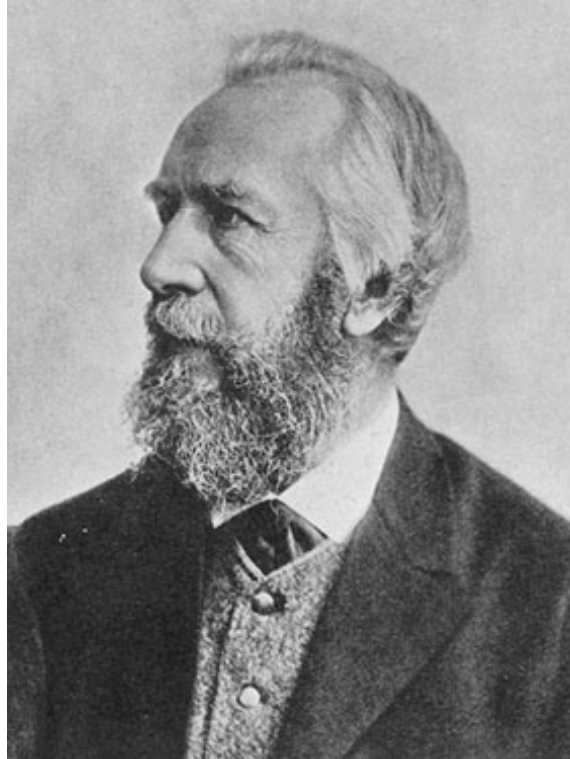
Egy másik közös jelleg morfológiai és biokémiai jellegű, s ez csak az állatoknál fedezhető fel. A **sejtek közti kommunikáció** (kémiai anyagok, elektromos jelek) is sajátos. Az ostorok és csillók általánosan jelen vannak az eukariótáknál, a mozgást segítik.

Az **ivaros szaporodás** és **egyedfejlődés** általában egységes. A petesejt és hím csírasejt kivételével az állatok sejtjei diploidok. Ezzel szemben a galléros ostoros sejtekben ez idáig ivaros jellegeket nem figyeltek meg, a sejtek kromoszóma száma még nem ismert. A hím csírasejt általában mozgékony, ostoros sejt, az embrionális fejlődés általában átmenet a hólyagsíra állapotban.

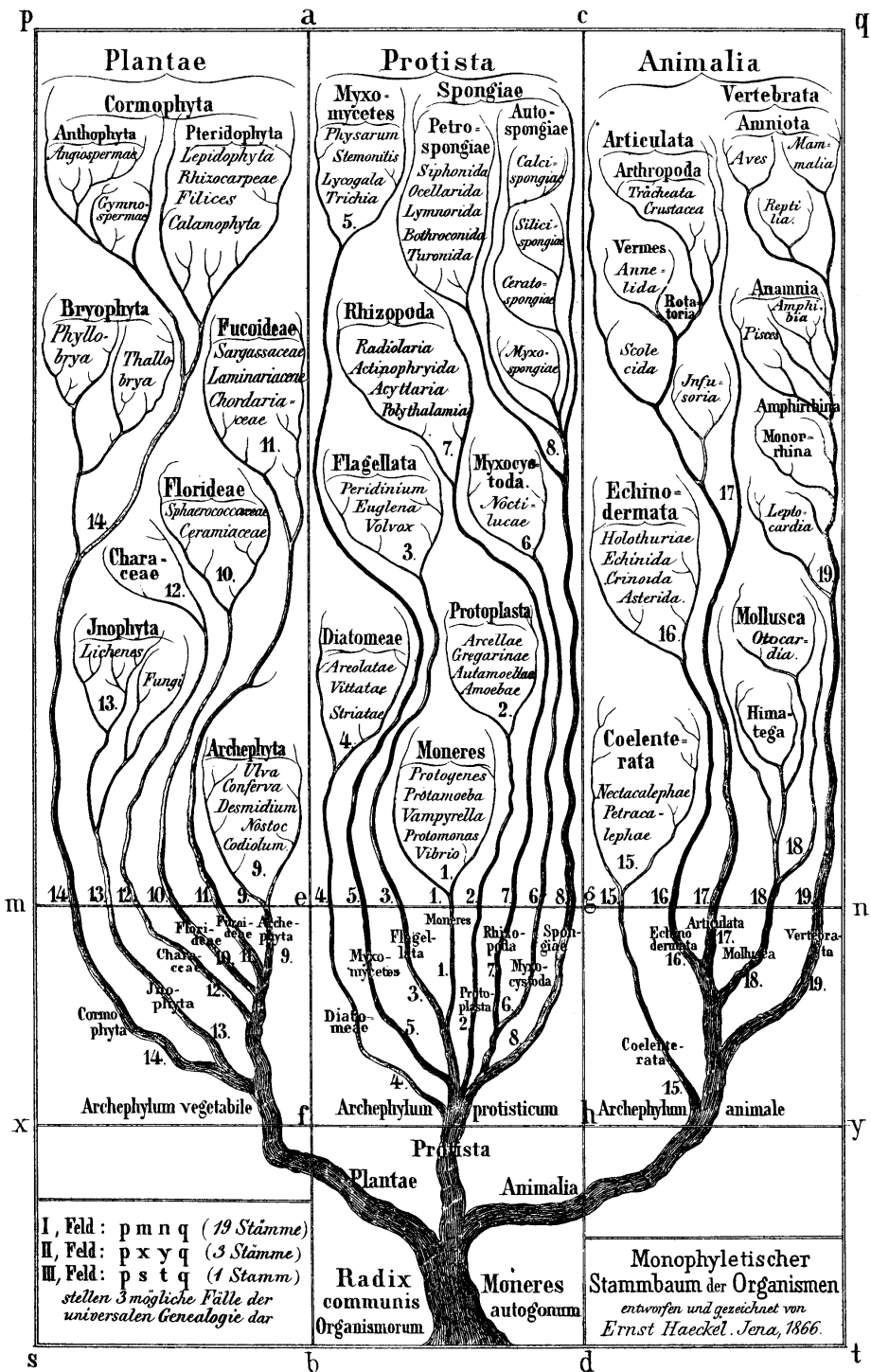
A galléros ostoros sejtek és az állatok közös tulajdonsága, amely párhuzamos fejlődésüket bizonyítja, maga a **gallér jelenléte** egyes sejtek apikális pólusán. Ma több állatsoport tápcsatornájában találunk olyan hámszövetet, amelynek sejtjei ostorosok, s az ostor bázisát egy gallérszerű koszorú veszi körül. Legismertebb ilyen jellegű képletek a szivacsok choanodermájának galléros ostoros sejtjei, de megtaláljuk csalánzókban módosulva csalánsejt formájában, valamint örvényférgekben, állkapocsférgceskében, tapogatósokban, tüskésbőrűekben és félgerinchúrosokban is különböző formákban.

Ha a többsejtűség megjelenésének a fent vázolt elméleti útjai elfogadhatónak tűnnek is, a mai napig vita témája, hogy milyenek lehettek az első többsejtű állatok, és melyek azok a magasabbrendű taxonok, amelyekből a ma élő állatsoportok kialakulhattak a törzsfejlődés folyamán. Az állatok filogenetikájával foglalkozó szakemberek már az 1860-as évek óta kitérték a válaszokat ezekre a kérdésekre, mígnem, ma már, ha nagy vonalakban is, magyarázni tudjuk az állatok evolúciójának alapjait, habár számos részlet még mindig megválaszolatlan, tisztázatlan. Minthogy a legkorábbi állatoknak nem maradtak fenn kövületeik, törzsfejlődésüket élő leszármazottjaik alapján kell rekonstruálnunk.

A többsejtű állatok morfológiájának és embriológiájának gondos összehasonlítása, az első megalapozott tudományos elmélet után több mint 100 évvel, a sejtbiológiai és molekuláris adatok kibővítésével, elvezetett az állatok törzsfájának meglehetősen terebélyes rekonstrukciójához. A többsejtű állatok eredetét és rokonsági viszonyait magyarázó első és máig is sok tekintetben elfogadható elmélet ERNST HAECKEL-től (24. ábra) származik (25. ábra). Az általa megfogalmazott **gasztrea-elmélet** (1874) kialakításában jelentős szerepe volt a szintén tőle származó, korábban megfogalmazott **biogenetikai alaptörvénynek** (1866). E törvény szerint az élőlények egyedfejlődésük során rövid idő alatt megismétlik ősük törzsfejlődésének fontosabb állomásait, vagyis az egyedfejlődés a törzsfejlődés rövid és gyors rekapitulációja.



24. ábra. Ernst Haeckel (1834–1919)



25. ábra. Az élővilág törzsfája E. Haeckel elképzése alapján 1866-ban

EGYEDFEJLŐDÉSI ALAPOK. SZERVEZŐDÉSI SZINTEK: SEJTEK, SZÖVETEK, SZERVEK

A többsejtű állatok egyedfejlődése (*ontogenézis*) egyetlen sejtből, a megtermékenyített petesejtől indul, mely osztódva előbb egy gömbölyded sejthalmazt, a szederesírárt (*morula*) hozza létre (pl. az ízeltlábúaknál mintegy 6000 sejtől áll). A folyamatot barázdálódásnak (*segmentatio*) nevezzük; a zigóta osztódási folyamata során számos utódsejt (*blasztoméra*) jön létre. Az újonnan képződött sejtek kezdetben általában még igen hasonló tulajdonságokkal rendelkeznek. A barázdálódás során a sejtek mitotikus osztódással hoznak létre újabb sejteket, a blasztomérák száma többnyire mértani haladvány szerint nő (2, 4, 8, 16, 32 stb.), de ettől eltérő módon is alakulhat. A képződő sejtek osztódásai között növekedési periódus nincs, egyre kisebb sejtek jönnek létre, melyek ösztérfogata a petesejt eredeti térfogatával egyezik meg. A blasztomérák tartalék tápanyagaik felhasználásával igen intenzív DNS-szintézist folytatnak. Az utódsejtek létrejötte egyszerre vagy különböző időritmusban történhet.

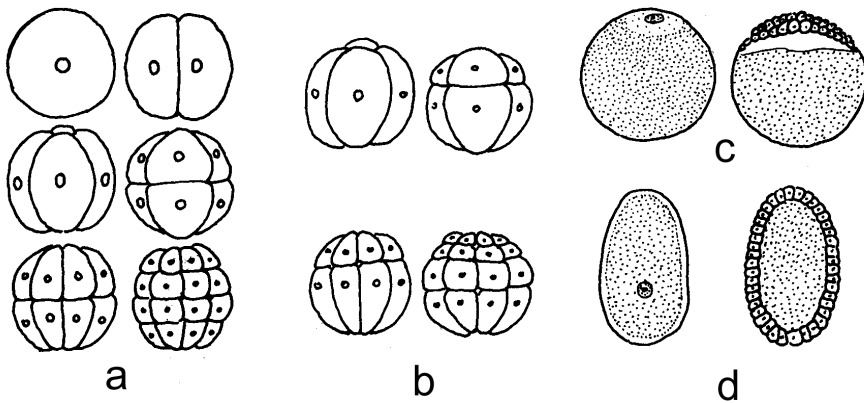
A szikanyag mennyiségének és sejten belüli elhelyezkedésének függvényében három petesejt típust különíthetünk el: (a) a kevés szikanyaggal rendelkező ún. *izolecitális* petesejt esetében a szík a sejten belül egyenletesen oszlik el, (b) a *telolecitális* petesejtek sok szikanyaggal rendelkeznek, ez azonban a sejt egyik pólusára (vegetatív pólus) tömörül, míg a (c) *centrolecitális* petesejtnél a szikanyag a sejt központjában tömörül.

Ahol a szikanyag a zigóta egyik pólusán koncentrálódik, ott ez esetben nagyobb méretű sejtek (*makroméra*) jönnek létre. A szíkben szegényebb részekben kis méretű (*mikroméra*) sejtek keletkeznek. Ha a pete kevészikű (*oligolecitális*), akkor a barázdálódás: (1) teljes (*segmentatio totalis*), s ebben az esetben a keletkező blasztomérák egyformák, vagyis a barázdálódás teljes és egyenlő (*totalis aequalis*), (2) teljes és majdnem egyenlő (*totalis adaequalis*), illetve (3) ha egyenlőtlen sejtek keletkeznek, a barázdálódás teljes és egyenlőtlen (*totalis inequalis*). Ez utóbbi esetben megkülönböztetünk egy animális pólust, ahol a kisebb méretű sejtek, a *mikromérák* helyezkednek el, és egy szíkben gazdag vegetatív pólust, ahol a nagyobb *makromérák* találhatóak. A teljes barázdálódású zigóta animális és vegetatív pólusát összekötő képzeletbeli tengelyhez viszonyítva a képződő sejtek helyzete lehet radiális, spirális, bilaterális, disszimmetrikus, aszimmetrikus és anarchikus.

Ha a petesejt sok szikanyagot tartalmaz (*polilecitális*), a barázdálódás részleges. Ennek egyik formája a felületi barázdálódás (*superficiális*), ekkor a blasztomérák a felszínen alakulnak ki, körülölelve a szikanyagot. Ha a blasztomérák csak az animális póluson alakulnak ki korong alakban, korongos (*discoidalis*) barázdálódásról beszélünk (26. ábra)

A barázdálódás módja jellemző módon megy végbe állatsoportonként. Például a laposférgéknél telolecitális petesejteket találunk, a zigóta barázdálódása anarchikus. A csalánzóknál a centrolecitális petesejtek elhanyagolható mennyiségű szikanyagot

tartalmaznak, itt a barázdálódás totális, egyenlő és radiális. A bordás medúzáknál, a puhatestűek többségénél, a gyűrűsférgenél és a tüskésbőrűeknél a petesejtek közepes mennyiségű szikanyagot tartalmaznak, a barázdálódás totális, egyenlőtlen, s ugyanakkor lehet radiális (tüskésbőrűek), spirális (puhatestűek többsége, gyűrűsférgesek) vagy adott csoportnál diszimetrikus (bordásmedúzák). Másoknál sok szikanyaggal rendelkező petesejtet találunk, a szikanyag eloszlása a zigótán belül anizolecitális és telolecitális (skorpiók, fejlábúak), náluk a barázdálódás parciális, egyenlőtlen és diszkoidális, míg az ízeltlábúak többségénél ugyanúgy parciális, egyenlőtlen, de felületi.



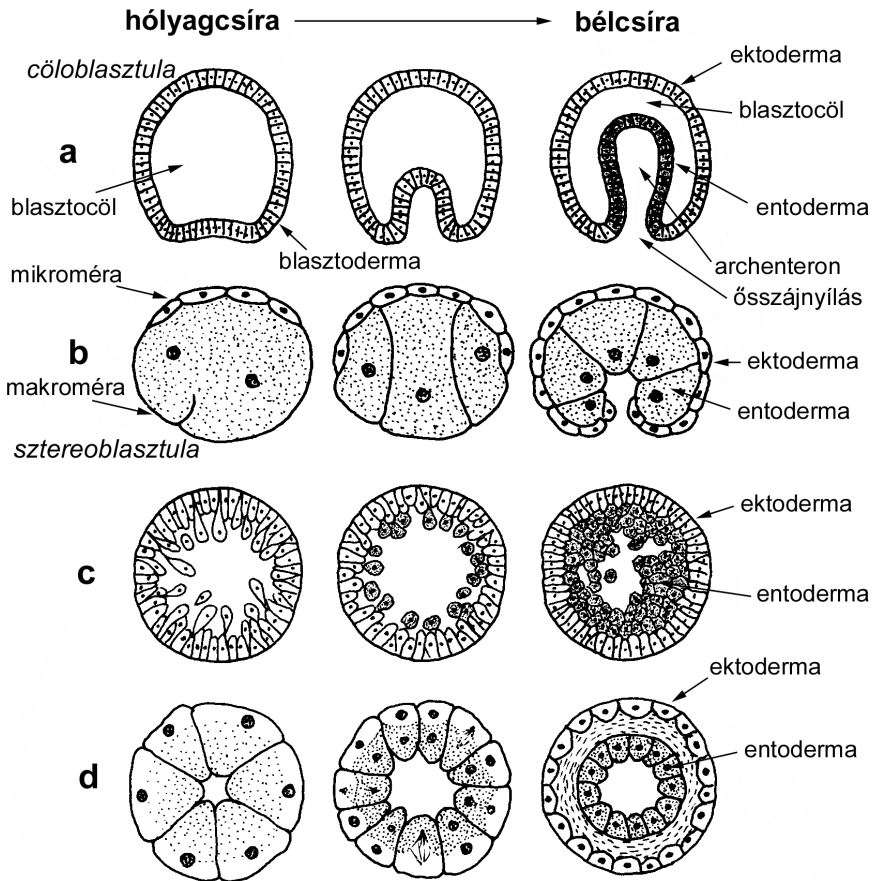
26. ábra. A petesejt barázdálódásának típusai: (a) teljes és egyenlő (*totalis aequalis*), (b) teljes és egyenlőtlen (*totalis inaequalis*), (c) korongos (*discoidalis*) és (d) felületi (*szuperficiális*)

A későbbiekben a fejlődő szedercsíra belsejében, a felszíni rétegbe rendeződő blasztomérák alatt általában ún. barázdálódási üreg (*blasztocöl*) jön létre, s ez esetben már a következő fejlődési állapotról, a hólyagsíráról (*blasztula*) beszélünk (26. ábra). Ha a barázdálódási üreg nagymértékben redukálódik vagy teljesen hiányzik, akkor tömör blasztula (*sztereoblasztula*) jön létre (pl. egyes csalánzók, soksertéjű gyűrűsférgesek). Ha a barázdálódó petesejt szíkmentes (*alecitális*) vagy kevés szíki, a blasztocoel egy központi, nagy kiterjedésű üreg lesz, ha közepes mennyiségű szikanyagot tartalmaz, akkor a vegetatív póluson lévő, nagyobb méretű makromérák miatt a barázdálódási üreg az animális pólus fele tolódik, és excentrikussá válik. A tágas barázdálódási üreggel rendelkező hólyagsírárt *cöloblasztulának* nevezzük.

Az egyedfejlődés következő stádiuma a **bélcsíra** (*gasztrula*): a további barázdálódás során létrejött sejtek két sejt sorba rendeződnek, és kialakul a külső és belső csíralemez (*ekto-* és *entoderma*). A folyamatot gasztrulációnak nevezzük.

Hólyagsírából bélcsíra több úton képződhet (27. ábra):

- (1) Üreges hólyagsíra esetében a vegetatív pólus sejtjei egyre jobban betüremkednek, míg a felületen két sejtsor jön létre, így egy tágas ősbélüreg (*archenteron*) keletkezik, mely a külvilággal az *összajnyíláson* (*archeopórus*, *blasztopórus*) közlekedik. Ezt a folyamatot betüremkedésnek (*invagináció*) nevezzük.
- (2) A bélcsíra kialakulásának egy másik formája a körülnövés (*epibólia*), amely során a sztereoblasztula animális pólusának mikromérái gyorsan körülnövik a vegetatív pólus makroméráit.
- (3) A bevándorlás (*immigráció*) során a blasztoderma egyes sejtjei a csíra belsejébe vándorolnak, így tömör entodermát hoznak létre (*parenchimula*).
- (4) A lehasadás (*delamináció*) során a hólyagsíra sejtjei egy időben osztódva létrehozzák a két sejtréteget, az ekto- és entodermát.



27. ábra. Különböző bélcsíratípusok (*gasztrula*) kialakulása eltérő hólyagsíratípusokból (*blasztula*): (a) betüremkedés, (b) körülnövés, (c) bevándorlás és (d) lehasadás

Néhány alacsonyrendű állat csak kétesíraleveles állapotot mutat (*csalánzók*), azaz csak ekto- és entodermával rendelkezik egész élete során. A többi, ún. magasabb rendű állatnál az egyedfejlődés során kialakul a harmadik csíralemez, a *mezoderma*. Ez létrejöhet (1) *teloblasztikus* úton, ekkor a blasztopórus közelében két *teloblasztnak* nevezett sejt található, melyek osztódva a páros *mezodermasávot*, később a tágas *coelomzacskót* hozzák létre, melyek kitöltik az ekto- és entoderma közötti teret. A coelomzacskón belüli teret **testüregnek** nevezzük. A mezoderma kialakulásának másik módja (2) az *enterocoelikus* út, ekkor az entodermából páros zacskószerű kitüremkedések jönnek létre, növekednek, majd lefűződnek, körülzárva a testüregt.

A HAECKEL-FÉLE BIOGENETIKAI ALAPTÖRVÉNY EVOLÚCIÓBIOLÓGIAI JELENTŐSÉGE

Több állatcsoport egyedfejlődésének összehasonlító vizsgálatával HAECKEL a többsejtűek ősi formájaként egy *syanoebiumot* jelöl meg, a telepet feltehetően amóbaszerű sejtek alkották, melyek utólag csillós sejtekké váltak. A ma élő formák közül, elmélete igazolásaként, a telepes egysejtű *Volvocales* rend tagjait nevezte meg, amelyek közül egyesek telepeket hoznak létre, s a telepen belül a sejtcsoportok különböző feladatok elvégzésére differenciálódnak (*szomatikus* és *vegetatív* sejtek). HAECKEL szerint egy ilyen, belül üreges, gömb alakú, ősi telep (*Blastea, Planea*), mely a magasabb rendű szervezetek egyedfejlődésében a hólyagesíra (*blasztula*) állapotnak felel meg, a lebegő életmódról áttért az aljazaton mozgó életre. A mai elméletek szerint a legősibb többsejtű hasonlított a HAECKEL által megnevezett blasteaszerű őshöz: egysejtsoros testfallal rendelkezett, de aljazaton ülő forma lehetett, hasonlóan a ma élő szivacsokhoz. Ezt legújabbán sejtbiológiai adatokkal is alátámasztják.

A HAECKEL-féle blasztea alaknak nem volt elkülönült szájnnyílása. A felszínen táplálkozó sejtek helyezkedtek el. Fokozatos differenciálódás során nem táplálkozó sejtek is megjelentek, melyek a blastea alak belsejében helyezkedtek el, ugyanakkor az ivarsejtek, alakmeghatározó sejtek és a raktározó sejtek szintén elveszíthették közvetlen kapcsolatukat a környező tengervízzel. A belső réteg sejtjei a külső rétegből vándorolhattak invaginációval, immigrációval vagy delaminációval. A szivacsok lárvái ilyen üreges vagy tömör blasztula típusúak, és a kifejlett szivacs is ugyanezen a szerveződési szinten maradt, nem rendelkezik emésztő szövettel, mint az igazi többsejtű állatok.

A valódi szövetes állatok (*Eumetazoa*) más jellegek mellett jól fejlett tápcsatornával rendelkeznek, a szervezetükben elkülöníthetünk egy külső védő és mozgást segítő ektodermát, mely körülveszi a belső emésztő entodermát. Ez utóbbi, az ősbélüregnek felel meg. E szerveződési szint kialakulásának folyamata még nem tisztázott: a tápcsatorna (1) a külső sejtsor invaginációjával (*gasztreá-elmélet*) jöhetett létre vagy (2) a külső rétegből bevándorló sejtek hoznak létre egy belső üreget (*planula-*

elmélet). A gasztrea-elméletet HAECKEL dolgozta ki, a többsejtű állatok hasonló egyedfejlődési hasonlósága alapján. Feltételezte, hogy az ekto- és entoderma jelenléte kimutatható a csalánczóknál és a legtöbb többsejtű állat korai lárvaalakjainál. Ebből azt a következtetést vonta le, hogy a többsejtű állatok közös őse egy ilyen több sejtű formából eredeztethető, melyet *Gastrea*-nak nevezett el. HAECKEL ebből a formából eredeztette a szivacsokat is, azonban ma már biztosnak látszik, hogy a szivacsok choanodermája nem homológ a magasabb rendű állatok entodermájával. Feltételezte továbbá, hogy a blasztea sejtszejtjei differenciálódtak, egy első mozgató csoporttá és egy hátsó emésztő csoporttá, a hátsó sejtek fokozatosan betűródték a hólyagsíra belsejébe, s így kétsejtű állapot alakulhatott ki. Ennek a folyamatnak az előnye feltételezhetően az volt, hogy a táplálékreszecskek tovább maradtak a belső térben és hatékonyabbá vált az emésztés. Ez később ősbélüreggá alakulhatott. A kutatók nagy része ma is elfogadja HAECKEL elméletét kisebb-nagyobb módosításokkal.

Ha az egysejtűekből a többsejtűek megjelenését ma már többé-kevésbé elfogadhatóan magyarázhatjuk is, ugyanakkor a mai napig nincs egy egységes vélemény a többsejtű állatok különböző törzseinek rokonsági viszonyaira és a rokonsági fokokra vonatkozóan. Az evolúció jelenségeinek egyoldalú magyarázata (konvergencia, párhuzamos evolúció, a szélsőséges specializáció, a mozaikos evolúció, egyes fontos tulajdonságok elvesztése), a többsejtű állatok fejlődésének magyarázata egyre több nehézségbe ütközött. Ebből a zsákutcából akkor sikerült kijutni, amikor a molekuláris jellemzőket is felsorakoztatták a morfológiai bizonyítékok mellé.

Ma már ismert tény, hogy a gének ugyanúgy evolúciós utat járnak be, mint a morfológiai jellemzők, és ugyanúgy beszélhetünk törzsfajlóról ez esetben is. Kezdetben a molekuláris taxonómiai vizsgálatok egy-egy molekula evolúciója révén próbáltak törzsfákat rekonstruálni, s az eredmények adott esetben akár morfológiai és egyéb bizonyítékok egész halmazával nem egyező következtetésekhez vezettek. Míg kezdetben csupán egyetlen vagy nagyon kevés DNS-szekvenciát vizsgáltak filogenetikai célokból, újabban egyre több és összetettebb molekuláris módszert vetnek be. Ma már a riboszomális RNS, a mitokondriális DNS, a 18S riboszomális DNS, valamint sejtmagbéli DNS szekvenciákat is használnak, akár kombináltan is, filogenetikai vizsgálatokban. A morfológia és embriológia komoly eredményeire támaszkodva ezek az új bizonyítékok már lehetővé teszik az állatvilág többé-kevésbé megbízható törzsfájának megszerkesztését.

Az újabb evolúciós kutatások eredményeit figyelembe véve a *Trichoplax adhaerens* nevű lapállatot (*Placozoa*) tartják a ma élő legrövidebb állatnak. Ez a lény jobbjára csak egy hasi és egy háti sejtregéből áll. „Rajzással” szaporodik. Utána következnek a szivacsok (*Porifera*), amelyek protiszta ősei állati jellegű őstörzsesek (a ma élő galléros ostoros sejtek ősei) lehettek. A molekuláris elemzések alapján az állati evolúció következő szakaszát képviselő úrbélűek a szivacsoktól származhattak, de egyesek elképzelhetőnek tartják, hogy az úrbélűek önállóan alakultak ki az állati jellegű egysejtűek valamilyen csoportjából. A csalánczók (*Cnidaria*) sugaras

szimmetriával rendelkeznek, embriójuknak két sejtrétege van, egy külső csíralemez (*ektoderma*) és egy belső csíralemez (*entoderma*). Az összes többi állat kétoldalian szimmetrikus (*Bilateria*), és megjelenik náluk a harmadik sejtréteg, a mezoderma; ezért ezeket a formákat még háromcsíralemezes állatoknak is nevezik.

A kétoldalian szimmetrikus állattörzsek közti rokonsági kapcsolatokat régebben nem sikerült egyértelműen tisztázni, hisz az egyes próbálkozások attól függően rekonstruáltak ilyen vagy olyan törzsfjlődési kapcsolatokat, hogy mikor, mekkora jelentőséget tulajdonítottak a különböző morfológiai bélyegeknél.

TESTÜREGKÉPZÉS ÉS TESTÜREGTÍPUSOK, AZ ÖSSZÁJÚAK (*PROTOSTOMIA*) ÉS ÚJSZÁJÚAK (*DEUTEROSTOMIA*) TÖRZSFEJLŐDÉSI VONALAI

A testüreg (*coeloma*) egy folyadékkal telt üreg, amelyben az egyes szervek vagy készülékek találhatóak, elszigetelve a testüreg falától. Ez evolúciós szempontból több előnnyel is járt, pl. a szervek fejlődése nagyobb térben valósulhatott meg, nagyobb felület jutott a tápanyagok, gáznemű anyagok és kiválasztási termékek diffúzió általi cseréjére és eltávolítására, gyakran részt vett a hidrosztatikus váz kialakításában, a testüreg folyadékra támaszkodó izmai változatos testmozgásokat eredményezhettek, a raktározó tér megnövekedett (tápanyagtartalékok), s ennek eredményeképpen a testméret is növekedhetett.

A háromcsíralemezes állatok a testüreg alakulása függvényében a következőképpen csoportosíthatók:

(1) A **testüreg nélküliek** (*Acoelomata*) esetében a mezodermális eredetű szövetek egy tömör sejttállományt hoznak létre az ekto- és endoderma között. A két réteg között gyakran nem differenciálódott sejttállomány jelenik meg, melyet *parenchimának* nevezünk. A laposféregknél gyakran megtalálható. Mivel ez esetben a belső teret sejtek laza tömege tölti ki, s a sejtek között üregek, hasítékok alakulnak ki, ezt a testüregtípust még hasítéktestüregnek is nevezik (*schizocoeloma*).

(2) Az **áلتestüregesek** (*Pseudocoelomata*) olyan testüreggel rendelkeznek, mely nem a mezodermából származik. Ez embrionálisan a blasztocoel maradványaként fogható fel, így ezeknél az állatoknál a tápcsatornához sem izmok, sem kötőszövetes képletek nem kapcsolódnak, a testfal belső felszínét mezodermális szövet nem béleli, a szerveket mezenteriumok nem függesztik fel. Számos féregcsoport ezt a szerveződési szintet mutatja.

(3) A **valódi testüregeseknél** (*Eucoelomata*) a testüreget teljes mértékben mezoderma határolja, a testfal belső részét egy vékony mezodermális hártya borítja, a somatopleura, míg a tápcsatornát egy másik mezodermális hártya, a splanchnopleura. A belső szerveket a *peritoneum* borítja, és a *mesenterium* függeszti a testüreg belsejében.

Jól fejlett, háromcsíralemez eredetű szöveteik, mint az izom- és kötőszövet, belső szervekkel társulnak, megkönnyítve azok működését.

Ma úgy tartjuk, hogy a legősibb kétoldalian szimmetrikus ősök teljesen lágy testű tengeri állatok lehettek és bentikus életmódot folytattak. Egyesek a talajba járatokat fúrtak, ahol védelmet és élelmet találtak. A fúró mozgást a mezodermais eredetű izomzat perisztaltikus összehúzódásai biztosították. Ezeknek a formáknak vagy folyadékkal teli testüregük volt, vagy a testszövet közti üregeket, hasítékokat töltötte ki testfolyadék, mely mindkét esetben hidrosztatikus vázként működött.

Sok esetben a testüreg meglétét vagy hiányát tartják a legfontosabb jellemzőnek. Ennek köszönhetően a laposférgeket (*Platyhelminthes*), mint testüreg nélkülieket, sokáig a kétoldalian szimmetrikus formák alapsorozatjának kezelték, melyből később a többi fejlettebb (áltestüreges és valódi testüreges) állattörzsek alakulhattak ki. Ma azonban a laposférgeket olyan leszármazott csoportnak tekintik, amelynél az embrionális testüreg és a végbélnyílás később tűnt el. Habár ma már nem tartjuk a testüreg kialakulásának útvonalát az állatcsoportok egyetlen, az evolúciós történéseket tükröző folyamatának, az egyes csoportok testüregének alakulása fontos adalékkal szolgál a törzseken belüli fejlődési irányzatok magyarázatához.

A fejlődés következő lépéseként az ősi, kétoldalian szimmetrikus formák két származási vonalra váltak szét, **összajúakra** (*Protostomia*) és **újszajúakra** (*Deuterostomia*). Az összajú embriók esetében a bélsíra (*gasztrula*) összajnyílásából fejlődik ki a valódi szájnyílás, a bélsíra ellentétes pólusán pedig a végbélnyílás alakul ki. Az újszajúaknál az állandó száj egy újonnan kialakult nyílás, míg az összajnyílás a későbbi végbélnyílássá alakul át.

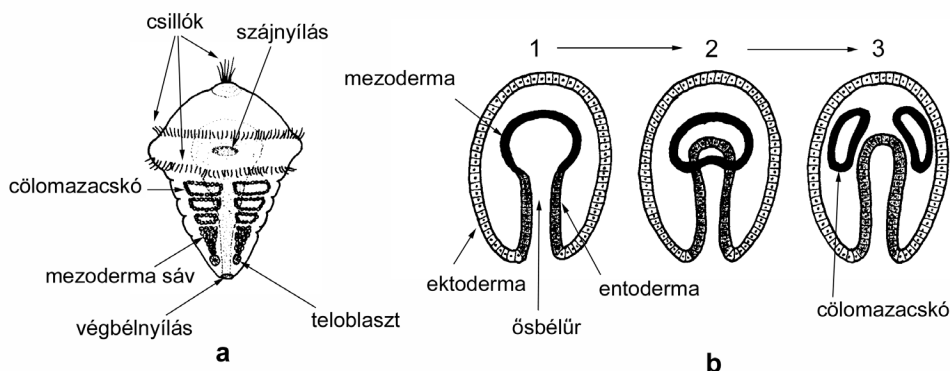
Az összajúak többségénél a megtermékenyített petesejt fejlődése spirális osztódással indul meg, vagyis a sejtosztódás síkja ferdén metszi az embrió hossz tengelyét. Az újszajúaknál a petesejt radiális osztódással fejlődik. Akadnak azonban olyan összajúak is (például *Ecdysozoa*), amelyeknél radiális osztódást találunk. A legtöbb összajú petesejt osztódása determinált folyamat, azaz már a folyamat kezdetén eldőli, mi lesz a zigóta különböző részeinek végső funkciója. Ezzel szemben az újszajúak többségénél indeterminált az osztódás, vagyis az első osztódás folyamán létrejött sejtek megtartják a differenciálatlan, embrionális jellegüket. Az összajúak és újszajúak testüregképzése különböző. Az összajúak esetében az összajnyílás két oldalán mezodermais sejtek (*teloblasztok*) jönnek létre, melyek osztódva hozzák létre a harmadik csíralemezt: ez a *teloblasztikus* testüregképzés. Az újszajúaknál az ősbélüreg falában különülnek el mezoderma sejtek, ezek később leválva a bélüregről kialakítják a testüreg falát. Ez utóbbi esetben tehát a testüreg az ősbélüreg falának kizacsokósodásaiból, *enterocölikus* úton jön létre (28. ábra).

Az állatok e két nagy csoportja a testüreg keletkezésének módjában is élesen eltér egymástól, de emellett sok jelentős különbség nevezhető meg, melyek fontosak az egyes állatcsoportok osztályozása szempontjából (3. táblázat).

3. Táblázat. Az összjájuk és újszájuk közti néhány lényeges különbség

JELLEMZŐK	ÖSSZÁJÚAK	ÚJSZÁJÚAK
szájnyílás	az összából alakul ki	újonnan alakul ki
végbélnyílás	újonnan alakul ki	az összajnyílásból jön létre
testüreg	<i>schizocoeloma</i> vagy ebből kialakuló testüregtípusok	<i>enterocoelium</i>
megtermékenyített petesejt barázdálódása	általában spirális	mindig radiális
fejlődés kezdeti szakasza	determinált	indeterminált
lárvák (ha vannak)	lefelé irányuló csillós sávokkal	felfelé irányuló csillós sávokkal

Ma 24 összajú törzset különböztetnek meg általában. Nyitott kérdés a kisebb taxonok, mint például a tapogatószakállasak (*Pogonophora*), az ormányosférgek (*Echiurida*), a *Cycliophora* és a nyílférgek (*Chaetognatha*) helyzete, mivel ezek esetében nem egyértelmű a külön törzsi rang jogosultsága. A legtöbb összajú törzs további két nagy csoportra osztható: *Ecdysozoa* és *Spiralia*. Az *Ecdysozoa* minden csoportjánál az egyedfejlődés folyamán megfigyelhető a vedlés (*ecdysis*). Ide tartoznak az állatvilág fajokban leginkább bővelkedő törzsei: az ízeltlábúak (*Arthropoda*), a fonalférgek (*Nematoda*) és ezek rokonai. A *Spiralia* csoport tovább tagolható, az egyik alcsoport közös jellege a szájnyílás körüli tapogatókoszorú (mohaállatok – *Bryozoa*, pörgekarúak – *Brachiopoda*), míg a másik alcsoport tagjai egyedfejlődésük során a csillókoszorús lárván át válnak kifejlett állattá (gyűrűsférgek – *Annelida*, puhatestűek – *Mollusca*). A kerekcsősférgek (*Rotifera*) és rokonaik, valamint a zsinórférgek (*Nemertea*) és a laposférgek (*Platyhelminthes*) idesorolása még nem tekinthető véglegesnek. A mai legkomplexebb törzsfák minden esetben morfológiai, citológiai, biokémiai és genetikai jellemzőket egyaránt figyelembe vesznek.



28. ábra. A valódi testüreg képzésének típusai: (a) teloblasztikus a gyűrűsférgeknél, és (a) enterocölikus a tűskésbőrűeknél (1–3)

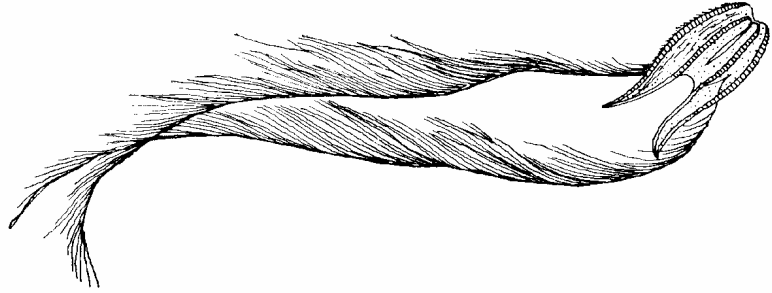
AZ ÁLLATOK TESTÉNEK SZIMMETRIAVISZONYAI

Az állati szervezetek testrészeinek és szerveinek elrendeződésében bizonyos szabályszerűséget figyelhetünk meg: a testrészek vagy szervek egy főtengely vagy központ körül (*szimmetriasík*) ismétlődnek meg. A főtengely *heteropoláris*, ha a test két vége, melyet összeköt, egymástól eltérő jellegű (például szájníylás vs. végbélníylás). A szimmetria-viszonyok alakulásáért a homeobox génekhez tartozó Hox géncsalád a felelős. Vannak részaránytalan, szimmetrianélküli (*anaxon*) formák, mint egyes szivacstelepek, illetve a kagylók közül az osztrigák vagy a fésűkagyló. Legtöbb állati szervezet azonban szimmetrikus. A szimmetrikusság öt formáját különböztetjük meg.

- (1) Az **egyenlő tengelyű** (*homoaxon*) állatok teste gömb alakú, egy szimmetria-központjuk van, melyre számtalan szimmetriasík fektethető; általában lebegő életmódot folytatnak.
- (2) Az **egy tengelyű** (*monaxon*) szervezetek teste hengerded, egy heteropoláris főtengelyük van, melyre sok szimmetriasík fektethető. Fenéklakók vagy ülő életmódot folytató szervezetek (pl. szivacsok, többsejtűek lárvalakjai).
- (3) A **sugaras** (*radiális*) szimmetria szintén az ülő életmód következménye, a heteropoláris főtengelyre meghatározott számú melléktengely fektethető. A melléktengelyek kétfélek: sugártengelyek (*radius*), melyek a szervek középvonalában helyezkednek el, és *interradius*-ok, melyek a szervek között húzódnak (pl. csalánzók, tüskésbőrűek).
- (4) A **kétsugaras** (*biradiális*) szimmetriájú szervezeteknél két homeopoláris melléktengely és két szimmetriasík van (pl. bordásmedúzák, hatosztatú korallak).
- (5) **Kétoldalasan szimmetrikus** (*bilaterális*) típusú szervezeteknél a heteropoláris főtengely a feji és farokrész között fut, a két melléktengely nem egyforma (haránttengely, nyílirányú tengely). Az egyetlen szimmetriasík a főtengely, amely a nyílirányú melléktengelyen húzódik.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

- 1. Részletezd a többsejtűség kialakulásának evolúciós jelentőségét!*
- 2. A többsejtű állatok mely közös tulajdonságai bizonyítják a csoport monofiletikus eredetét?*
- 3. Miben áll a Haeckel-féle biogenetikai alaptörvény jelentősége, milyen feltételezett ősi formák nevezhetők meg a fenti elmélet alapján?*
- 4. Részletezd a többsejtű állatok petesejt típusait a székanyag mennyiségének függvényében!*
- 5. Mit értünk barázdálódáson és milyen típusai vannak?*
- 6. A hólyagcsíra mely fontosabb típusait lehet elkülöníteni?*
- 7. Hogyan jön létre a bélcsíra, milyen típusai ismeretesek?*
- 8. Részletezd az állatok morfológiai, embriológiai és molekuláris adatainak összesítésével nyert mai törzsfáját!*
- 9. Részletezd a többsejtű állatok testüregének kialakulását és a fontosabb típusokat!*
- 10. Részletezd az összájúak és újszájúak származási vonalait!*
- 11. Részletezd a többsejtű állatok testének szimmetriaviszonyait és a főbb típusokat!*



6. Kétoldalian sugaras szimmetriájú háromcsíralemezes állatok: bordásmedúzák

A háromcsíralemezes állatok (*Divisio Triploblastea*)
általános jellemzése

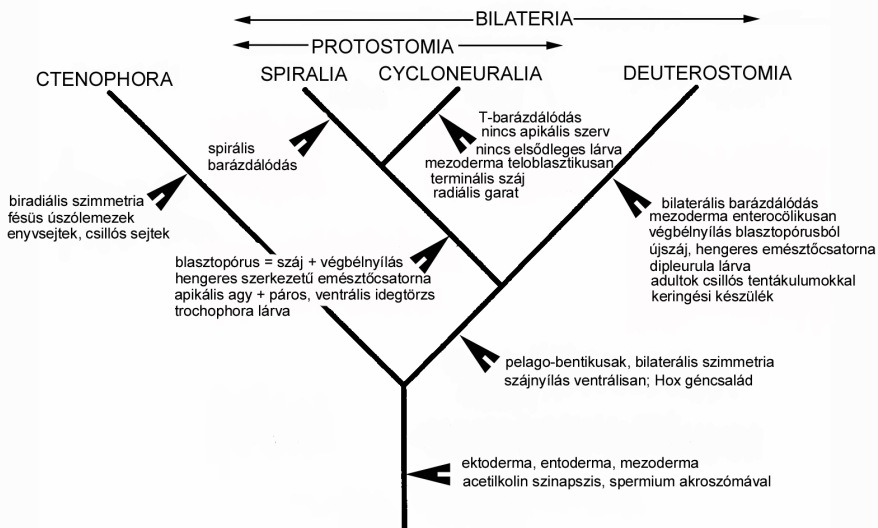
A bordásmedúzák törzsének (*Phylum Ctenophora*)
általános jellemzése

A bordásmedúzák rendszerezése, törzsfelődése és
rokonsági kapcsolataik

Ellenőrző kérdések

A HÁROMCSÍRALEMEZES ÁLLATOK (*DIVISIO TRIPLOBLASTEIA*) ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE

A háromcsíralemezes állatok tagozata (*Divisio Triploblastea*) monofiletikus egység, az állatvilág döntő hányada ehhez a csoporthoz tartozik, vagyis embrionális fejlődésük során a kétsíralemezes állapotot túl kialakítják a harmadik csíralemezt is, a mezodermát. A **mezoderma** az ekto- és entoderma között helyezkedik el. Megjelenése magával hozta a kötőszövet kialakulását, valamint egy sor bonyolultabb felépítésű készülék és szervrendszer megjelenését. A mezoderma jelenléte mellett az ide sorolható állatcsoportoknak egyéb közös tulajdonságaik is vannak, pl. az idegsejtek közötti szinapszis típusa, az ondósejtek csúcsi részén az akroszóma megjelenése stb. A test szimmetriaviszonyait figyelembe véve tovább csoportosíthatók. A háromcsíralemezes állatokon belül sajátos biradiálisan szimmetrikus teste van a bordásmedúzának, s ez alapján a *Biradiata* tagozatba soroljuk ezt a csoportot. Ugyanakkor a többi, tipikus kétoldalian részarányos testtel rendelkező csoportokat, vagy valamilyen fejlődési stádiumban kétoldalian részarányos testszerkezetet mutató lényeket a *Bilateria* tagozatba sorolják (59. ábra).

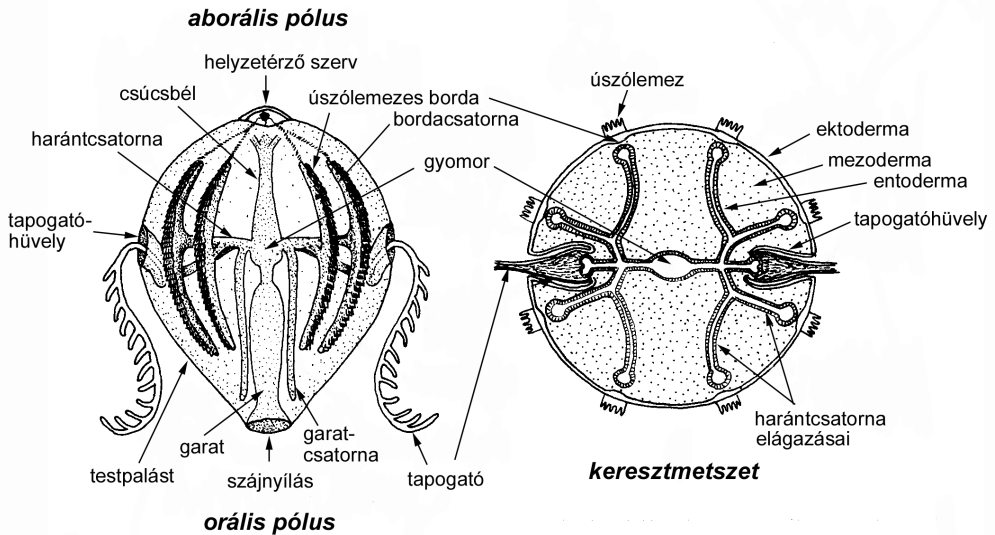


59. ábra. A háromcsíralemezesek tagozatának (*Divisio Triploblastea*) feltételezett törzsfája

A BORDÁSMEĐÚZÁK TÖRZSÉNEK (*PHYLUM CTENOPHORA*) ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE

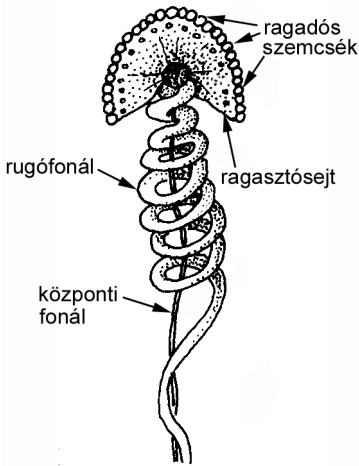
A bordásmedúzák kis fajsámú ragadozó tengeri csoport, mintegy 100 leírt fajjal. Igen sajátos testfelépítésűek (60. ábra), első ránézésre a csalánzók medúza alakjaira hasonlítanak. Változó alakúak, testük lehet gömbded, harang alakú, de akár hát-

hasi irányban vagy oldalirányban lapított, elkeskenyedő. Nagyságuk néhány mm és másfél méter között változhat. Legtöbb fajuk lebegő (*pelágikus*) életmódot folytató átlátszó, törekeny lény. Az aljzaton mozgó (*bentikus*) fajok általában tömörebbek. Testükön elkülöníthető a tetőtájék (*aborális pólus*), itt található a helyzetérző szerv (csúcscsatorna v. apikális szerv), valamint ezzel ellentétes oldalon a szájníylás (*orális pólus*) (60. ábra). A két pólus között húzódik a testpalást (*perisoma*), amelyen délkörös irányban nyolc fésűs úszólemez borja húzódik, rajta a csillófésűk (*ctenae*) található. Ezek a lebegő életmódú bordásmedúzák mozgásszervei, csapódásuk az állatot a szájníylásával előre hajtja a vízben. A test két oldalán gyakran két tapogató (*tentaculum*) található, amelyek ún. tapogatóhüvelybe húzhatók vissza. A tapogatókon oldaleágazások vannak, ezeket speciális sejtek, ún. enyvsejtek (*colloblast*) borítják. Egyes fajoknál ezek a tapogatók és az ún. orális lebenyek segítik a helyváltoztatást. Jellegzetesen biradiális állatok, a fő tengely az *orális* és *aborális* pólus között van. Ezen a tengelyen két olyan sík fektethető keresztül, amelyek egyenként a testet két egyforma részre osztják. A nyílirányú sík a tapogatók között húzódik, s a szájníylást szeli ketté, míg a másik sík a tapogatók mentén fektethető.



60. ábra. A bordásmedúzák általános felépítése: külalaki és keresztmetszeti kép

A bordásmedúzák a gasztrula felépítést mutatják; a blasztopórus száj-végbélníylássá, az ősbélüreg zsákszerű tápcsatornává fejlődik, ugyanakkor a mezoderma megjelenése az ekto- és entoderma között egy magasabb szintű szerveződésre utal. Az ektoderma fiatal egyedeknél egyetlen sejtorsból áll, de a kifejlett állatnál az alaphártyára csillós sejtek, mirigysejtek és támasztó sejtek ülnek. Az ideg- valamint izomsejtek az alaphártya alatt, valamint a garatban is megtalálhatóak. A csillós sejteknek több típusa ismeretes, ezek a csillófésűk, a csúcsi szerv, a sarki lemezek és a csillópászták alkotásában vesznek részt. Az enyvsejtek (*colloblast*) differenciálatlan ektoderma



61. ábra. Az enyvsejt (*colloblast*) felépítése

sejtekből keletkeznek. Ilyen ektoderma sejtek leginkább a tapogatók alapi, növekedési területén találhatóak. A teljesen kifejlett enyvsejt jellegzetes félkorong alakú. A felszínén ragasztócseppek vannak, egy központi fonállal és egy összehúzóköny, spirálisan csavarodott rugófonállal rendelkeznek (61. ábra). A mezoderma átlátszó kocsonyás, alapanyaga egy extracelluláris matrix, melyben izom, ideg- és kötőszövetsejtek találhatóak. Az entoderma a gasztrovaszkuláris rendszer alkotásában vesz részt a garat kivételével.

Emésztőkészülék és táplálkozás. A gasztrovaszkuláris rendszer bonyolult felépítésű. Az oldalról lapított szájnyílás a test alsó pólusán helyezkedik el. Izmos ektodermális eredetű garatban (*stomodeum*) folytatódik, melyet egy entodermális eredetű tágulat, a gyomor (*infundibulum*) követ. A gyomorból számtalan oldalelágazás indul, melynek tápanyagelosztó szerepe van. A garattal párhuzamosan egy-egy garatcsatorna indul. A gyomorból kétoldalt egy-egy harántcsatorna ágazik szét, amelyből a fésűs úszólemezes bordákhoz négy-négy bordacsatorna fut. A bordacsatornák az úszólemezek alatt helyezkednek el, néha gazdagon elágaznak és újraegyesülnek, hálózatot alkotva (pl. kucsmedúzánál). A tapogatóhüvelyekhez szintén egy-egy csatorna fut. Végük a gyomorból egy vékony csatorna, a csúcscsél, az apikális szerv felé fut, itt Y-alakban elágazik, és egy-egy póruson a külvilágba nyílik. Ezek a pórusok anális nyílásként is felfoghatók annak ellenére, hogy a táplálékból származó salakanyagok nagy része a szájon keresztül távozik.

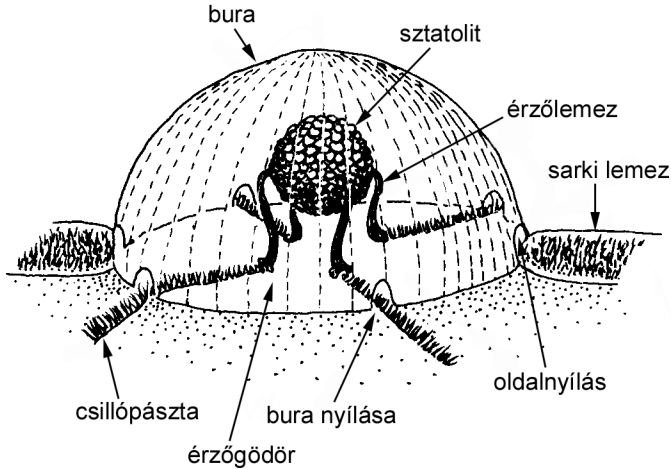
Kifejezetten ragadozó állatok. A zsákmányt a tapogatóikkal fogják meg, vagy, ahol a tapogatók hiányoznak, a szájnyílásukkal egyszerűen rácsúsznak az áldozatra. A bordásmedúzák tapogatóikat időnként visszahúzzák, és szájnyílásukkal összegyűjtik a megtapadt táplálékot. Áldozataik rendszerint csalánzóok medúzaalakjai vagy más bordásmedúzák.

Idegrendszer és érzékelés. Az idegrendszer hálózatos, az ektoderma alapjánál helyezkedik el, de a fésűs úszólemezes bordák mentén, a száj körül, s az entoderma alapjánál, a tapogatókban koncentrálódhat. Ganglionszerű idegsejtgyűjtőmörülések a csúcscsél alatt jelennek meg, ennek koordinációs szerepet is tulajdonítanak. Az ektodermában érzősejtek vannak, különösen a tapogatókban.

Jellegzetes helyzetérző szervvel rendelkeznek. Az ún. csúcscsél az aborális póluson található, érzőgödörben helyezkedik el, ahol négy S-alakban hajlott csillós érzőlemez található (62. ábra). Ezekre egy mérszög (*sztatolit*) támaszkodik. Az egész együttest egy kupolaszerű, átlátszó képlet (*burá*) borítja, ezen hat nyílás található. Két nagyobb nyílás a sarki lemezekkel van kapcsolatban, amelyek mechanikai érzékszervek. A

többi nyíláson egy-egy csillópászta lép ki. A bordásmedúza mozgását a helyzetérző szervből jövő ingerek alapján az idegrendszer hangolja egybe.

Világítóképeséggel rendelkeznek, a világító sejtek a test felszínén elszórtan találhatók, s áttetszően átvilágítva a testet a bordásmedúzák pompázatos látványt nyújthatnak.



62. ábra. A csúcsszerv szerkezete

Szaporodás és egyedfejlődés. A bordásmedúzák híműek. A gonádok az entodermából alakulnak ki, a bordacsatornában. A gaméták az állat testét a csatornarendszeren keresztül hagyják el. A megtermékenyítés a tengervízben történik. A petesejt sok szikanyagot tartalmaz, a gasztruláció epibóliával történik, a peteburkot elhagyó lárva már hasonlít a kifejlett alakhoz. A fajok egy része lárvakori szaporodásra (*neoténia*) is képes.

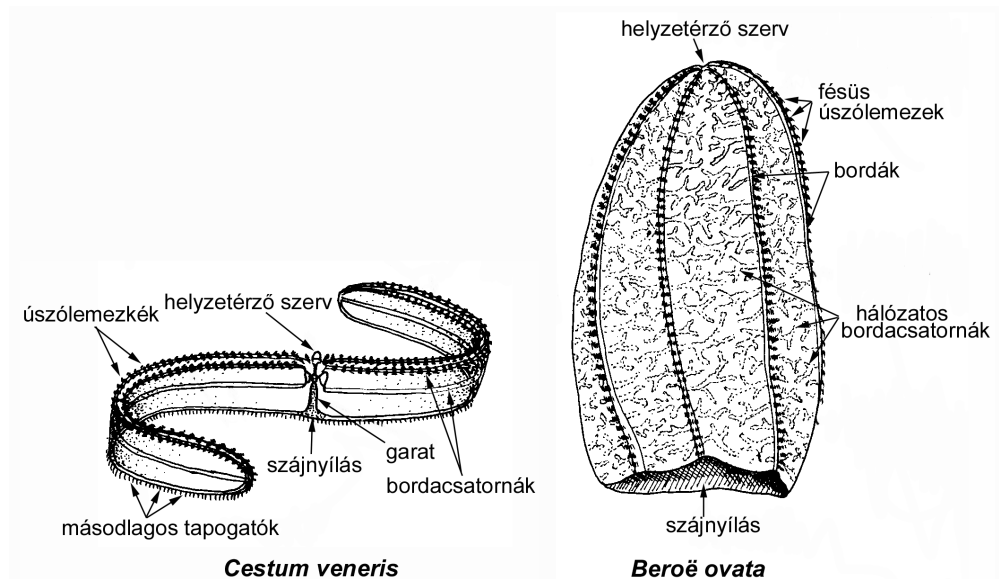
A BORDÁSMEĐÚZÁK RENDSZEREZÉSE, TÖRZSFEJLŐDÉSE ÉS ROKONSÁGI KAPCSOLATAIK

A bordásmedúzák törzse a tapogatók jelenléte-hiánya alapján két osztályra osztható.

A bordásmedúzák többsége a **TAPOGATÓSOK** osztályába (*Classis Tentaculata* = *Tentaculifera*) tartozik. Két hosszú tapogatóval rendelkeznek, amelyek visszahúzóhatók egy-egy tapogatóhüvelybe. Garatjuk viszonylag szűk, kisméretű. Világszerte elterjedtek. A Fekete-tengerben két fajuk él. Legszébb képviselőjük a vénuszöv vagy más néven tengeri kard (*Cestum veneris*) (63. ábra). A legnagyobb bordásmedúza. Teste oldalirányban megnyúlt, akár másfél méter hosszú is lehet, de csak nyolc cm magas. Nyolc úszólemez bordája közül négy hosszú, a testen teljesen végigfut a háti oldaltól a hasi oldalig, négy rövid, s hosszanti irányban köti össze a tetőtájékot az orális régióval. A szájnyílás a hasoldalon középen található, a garat és

a gyomor igen megrövidült. A tapogatók összeolvadtak, alig láthatóak. A szájperem mindkét oldalán másodlagosan finom tapogatófonalak alakulnak ki, amelyek a tapogatóbarázdában ülnek. Zavarásra kékes színt ölt, áttetsző teste sötétben fényt bocsát ki, ilyenkor a gasztrális edények hosszában kékeszölden világító, hullámszerűen mozgó fények jelennek meg. Úszólemezes bordáikon a fésűs úszólemezkék mozgása interferenciajelenséget hoz létre. Általában a víztestben lebeg, testének oldalirányú hullámozásával mozog. A Földközi-tengerben és az Atlanti-óceánban egyaránt megtalálható.

Kevés faj tartozik a **TAPOGATÓNÉLKÜLIEK** osztályába (*Classis Nuda = Atentaculata*). Garatjuk nagy és széles. Tapogatók hiányában zsákmányukat nagy szájuk segítségével kapják el. A kucsmedúza (*Beroë ovata*) nevéhez méltóan kucsma alakú, mintegy négy cm magas állat (63. ábra). Lekerekített felső részén a helyzetérző szerv található, alsó végén a széles szájnyílás. Hatalmas garatja a test hatheted részét alkotja. Szájnyílását befelé görbülő cirruszok határolják, ezek akadályozzák meg a zsákmány kiszabadulását. A zsákmányszerzés során tehát cirruszokat (*makrocilia*) és nem enyvsejteket (*colloblast*) használ. Méregmirigyekkel is rendelkezik. A gyomor feltolódik a tetőtájéékhoz. A bordacsatornákat hálózatos oldalcsatornák kötik össze. Félelmetes ragadozó, főleg más bordásmedúzákkal, csalánzókkal és lebegő gerinchúrosokkal (pl. szalpák) táplálkozik. Fénykibocsátásra képes, kékes vagy zöldes fényt képez. A Földközi-tengerben gyakori.



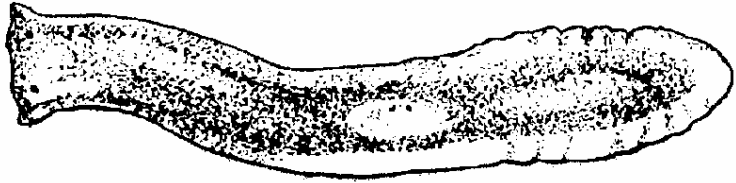
63. ábra. Jellegzetes bordásmedúzák: vénuszöv (*Cestum veneris*) és kucsmedúza (*Beroë ovata*)

A bordásmedúzák bizonyítottan monofiletikus eredetűek. A fésűs úszólemezes bordák és a jellegzetes szerkezetű csúcsszerv csak ennél a csoportnál található meg. Valamikor

a csalánzókkal rokonították ezt a csoportot radiális ill. biradiális szimmetriájuk és a lebegő formák látszólagos hasonlósága alapján. Azonban amíg a csalánzók mezogleája többnyire sejtszerkezet nélküli, a bordásmedúzák mezogleája valójában mezoderma jellegzetes izomsejtekkel. Ennek köszönhetően ma már a két csoportot egymástól jól elkülönülő csoportnak tekintik. A bordásmedúzák valószínűleg közelebbi rokonsági kapcsolatot mutatnak a kétoldalian részarányos állatokkal.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

- 1. Jellemezd a háromcsíralemezes állatokat!*
- 2. Jellemezd a bordásmedúzák testalakját!*
- 3. Nevezd meg a bordásmedúzák testfelépítésének sajátos vonásait!*
- 4. Hogyan táplálkoznak a bordásmedúzák, hogyan történik az emésztés?*
- 5. Jellemezd a bordásmedúzák idegrendszerét és érzékszerveit!*
- 6. Jellemezd a bordásmedúzák szaporodását és egyedfejlődését!*
- 7. Jellemezd a fontosabb bordásmedúza csoportokat, és nevez meg képviselőket!*



7. A kétoldalian szimmetrikus állatok. Laposférgek és zsinórférgek

A kétoldalian szimmetrikus állatok (*Bilateria*) általános jellemzése

Az ősszájnyílásúak (*Superphylum Protostomia*) és újszájnyílásúak (*Superphylum Deuterostomia*) főtörzseinek általános jellemzése. Az ősszájnyílásúak fontosabb közös tulajdonságai

A laposférgek törzsének (*Phylum Platyhelminthes*) általános jellemzése. A laposférgek testének általános felépítése

A laposférgek fontosabb szerveinek és szervrendszereinek felépítése és működésük

A laposférgek fontosabb csoportjai

A laposférgek törzsfajlódése

A zsinórférgek törzsének (*Phylum Nemertea*) általános jellemzése és evolúciós kapcsolataik. A fontosabb csoportok ismertetése

Ellenőrző kérdések

A KÉTOLDALIAN SZIMMETRIKUS ÁLLATOK (*BILATERIA*) ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE

A kétoldalian szimmetrikus állatok altagozatának (*Subdivisio Bilateria*) legfontosabb csoportjellege a test kétoldalian részarányos jellege. A testnek van egy hossz tengelye, mely a szájníylást a végbélníylással köti össze. Ezen a tengelyen egyetlen nyílrányú sík fektethető keresztül, amely a testet két egyenlő részre osztja. A test elülső részén kialakul a fej (*cephalon*), ahol az idegsejtek tömörülnek és agyat hoznak létre (*kraniális rész*), és egy hátsó rész (*kaudális*), ahol a végbélníylás nyílik. A testen továbbá elkülönítjük a háti (*dorzális*) és hasi (*ventrális*), valamint a jobb és bal oldalt. Egy további fontos sajátos vonás a test hossz tengelyében végighúzódo bélcső megjelenése. Az egyedfejlődésük folyamán a bélcsíra állapot során az ekto- és entoderma határán lévő ósszáj a hasoldalra tolódik, és a mélybe süllyed, ebből jön létre az ektodermális hámmal borított embrionális szájöböl (*stomodeum*). A fejlődő embrió hossz tengelyében entodermális hámmal borított középbél (*mesodeum*) alakul ki. Végül a középbél végső részén a legtöbb csoport esetében egy újabb ektodermális betúródés jön létre, kialakítva az embrionális végbélöblöt (*proctodeum*). A fejlődés során az embrió fejlődésével párhuzamosan a fent említett három, egymástól elkülöníthető szakasz egybenyílik, létrehozva a kifejlett állat teljes tápcsatornáját. Ez áll egy ektodermális eredetű elő- és utóbélből, valamint az entodermális hámmal bélelt középbélből.

A közös ós felépítését ma nehéz körbeírni, de valószínűleg egy tengeri bentikus bilatero-gasztrula lehetett, csúcsi aggyal és hasi idegkoncentrációval. Ebből az ósból egyenes ágon alakulhattak ki az ósszájúak (*Superphylum Protostomia*), míg az újszájúak (*Superphylum Deuterostomia*) eredetét nehezebb megmagyarázni, hiszen a ma élő legprimitívebb újszájúak vagy rögzítettek (pl. tapogatókoszorúsok, pörgekarúak), vagy ötsugaras szimmetriát mutatnak (pl. tüskésbőrűek), amely természetesen az idegrendszer felépítését is nagymértékben befolyásolja.

AZ ÓSSZÁJNYÍLÁSÚAK (*SUPERPHYLUM PROTOSTOMIA*) ÉS ÚJSZÁJNYÍLÁSÚAK (*SUPERPHYLUM DEUTEROSTOMIA*) FŐTÖRZSEINEK ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE. AZ ÓSSZÁJNYÍLÁSÚAK FONTOSABB KÖZÖS TULAJDONSÁGAI

A szájníylás eredete függvényében az állatvilágot további alegységekre oszthatjuk. Amennyiben a szájníylás az ósszájból fejlődik, és a végbélníylás egy új szerzemény, ósszájúakról (*Protostomia*) beszélünk (lásd 3. fejezet). Ha az ósszájból végbélníylás lesz, a szájníylás új képlet, ezek az állatok képezik az újszájúak főtrzsét (*Deuterostomia*).

Az **összájúak** a kétoldalian szimmetrikus állatok terjedelmes csoportját alkotják fontos közös tulajdonságokkal. A száj- és a végbélnyílás eredete egyike a fontos közös bélyegnek. A törzsfajlódás folyamán az ősbélüreg nyílása többféle módon is átalakulhatott. Feltételezik, hogy a *blasztopórus* oldalajkai összenőttek, és az összajnyílást két részre osztották: egyik mint száj, másik mint végbélnyílás működött a később kialakuló csoportoknál. Másoknál az összajnyílás teljes mértékben szájnnyílássá alakult, s a végbélnyílás egy ellenkező póluson, mint új képlet jelent meg. Az idegrendszer mindig rendelkezik egy elülső koncentrációval (ez a központ), mely a garatkörűli idegyűrűvel kapcsolódik a test hosszában futó hasi idegtörzshöz. A mezoderma a blasztopórus melletti végsejtekből teloblasztikusan fejlődik, emellett a petesejt barázdálódásának módja is egy sajátos közös bélyeg (*spirális* vagy *T-barázdálódás*). A vízi lárvaalak egységesen **csillókoszorús lárva** (*trochophora*), amelynek testfelszínén jellegzetes csillós barázdák a táplálékot a lefelé irányuló szájnnyíláshoz továbbítják. A csillós övek elhelyezkedése jellegzetes: a szájnnyílás előtt található a *protroch*, a szájnnyílás körül az *adorális* csillómező, a száj mögött a *metatroch* összetett csillókkal, a hasi oldal csillós öve a szájnnyílástól a végbélnyílásig a *gastrotroch*, és végül a végbélnyílást körülvevő *telotroch*. A csillós öveket csillós sejtek alkotják. A protroch és telotroch a mozgást segíti, míg a gastrotroch, az adorális csillómező és a metatroch a táplálkozás szervei.

Ilyen lárvaalakokkal rendelkeznek a puhatestűek (*Mollusca*), a gyűrűsférgek (*Annelida*) és a nyelesférgek (*Entoprocta*). A laposférgek (*Platyhelminthes*) és a zsinórférgek (*Nemertea*) lárvaalakjai módosult csillókoszorús lárvák, míg a kerekesszélűek (*Rotifera*) kifejlett állapotban a csillókoszorús lárvához igen hasonló szűrőgető berendezéssel rendelkeznek. Ezek a jellegek az említett csoportok közös eredetét bizonyítják. A szintén összájúak főtörzsébe sorolt ízeltlábúak (*Arthropoda*) esetében a csillókoszorús lárvához képest eltérő lárvaformákat találunk (*trilobita* és *nauplius lárva*). Ezeknek a formáknak kapcsolatát a csillókoszorús lárvával, fosszilis leletek hiányában nehéz bizonyítani. Feltételezhetően a gyűrűsférgekkel közös ősi formákból származnak, a mai formáknak sajátos lárva formáival találkozunk. Ezzel szemben az újszájúaknál egy teljesen más vízi lárvaalak, a *dipleurula* lárva jelenik meg. A felszínén kialakuló csillós övek csapkodásaikkal felfelé hajtják a táplálékot.

Feltételezések szerint **az első összájú** valószínűleg egy planktonot fogyasztó bélcsíraszerű lény lehetett. Az összajnyílás körüli csillókoszorú lefelé irányuló csapkodással a szájnnyílásba juttatta a táplálékot. Később a csillós övek egyre specializáltabbakká váltak, több csillós öv is megjelenhetett. Ezt az ősi, hipotetikus formát *Trochea*-nak nevezték. Amennyiben a *Trochea* az aljzatra ült, a csillós övét elveszítette, és az aljzatról az összajnyílás körüli egyszerű csillókkal törmeléket gyűjtögethetett. Hogy sikeresen hasznosíthassa környezete tápanyagkészletét, valószínűleg mozgékony lény lehetett, ezért teste nyílirányban fokozatosan megnyúlt, a tápcsatornában a táplálék áramlásának iránya előlről hátrafelé egyirányúvá vált, kialakult a tápcsatorna a száj és végbélnyílással. Később ezek a formák a hasi csillózatukat is elveszítették. Az eredeti

ősi, lebegő, csillókoszorús lárva később a fejlettebb csoportoknál az egyedfejlődés kezdeti szakaszában, a lárvakorban megmaradhatott, mint fontos terjesztő forma.

A *Trochea*-nak csúcsszerve volt idegsejt tömörüléssel, amelyhez az ősszáj alatt elhelyezkedő ideggyűrű kapcsolódott. Az ideggyűrű alakja a test megnyúlásával párhuzamosan módosult, az ősszájnyílás összeszűkülésével az elülső részen egy ganglionszerű tömörülés maradt fenn, amelyet hosszanti idegtörzsek kötöttek össze a végbélnyílás körül megmaradó idegsejt csoportosulással. Az ősszájnyílásúak döntő többsége tipikusan ilyen idegrendszerrel rendelkezik.

A fenti jellegek az ősszájnyílásúak monofiletikus eredetét bizonyítják. A továbbiakban az ősszájnyílásúak további csoportokra tagolhatók, például *Spiralia* és *Cycloneuralia* ágakra (lásd 6. fejezet 59. ábra), de a felosztást származástani bizonyítékokkal nem sikerült minden esetben maradéktalanul bizonyítani.

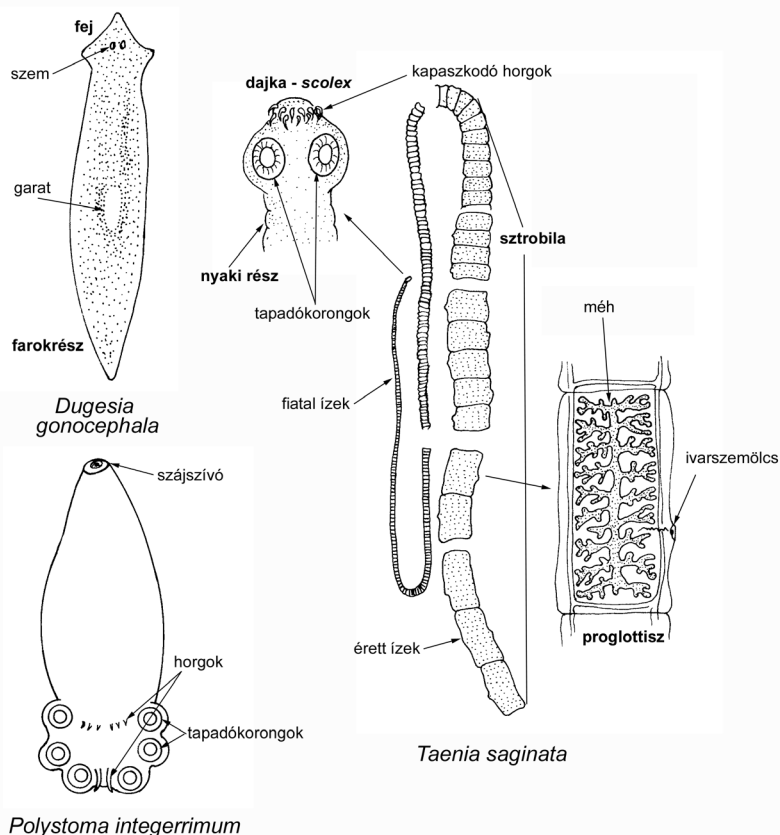
A LAPOSFÉRGEK TÖRZSÉNEK (*PHYLUM PLATYHELMINTHES*) ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE. A LAPOSFÉRGEK TESTÉNEK ÁLTALÁNOS FELÉPÍTÉSE

A laposférgek törzsébe a többnyire szabadon élő, vízi (tengeri vagy édesvízi) örvényférgeket és parazita életmódú szívóférgeket és pántlikagilisztákat vagy galandférgeket soroljuk (4. szövegdoz). Kb. 20000 fajuk ismert. Nagyságuk a néhány milliméter és 10–15 méter között változik. A fajok többsége nem feltűnő színezetű, azonban egyes szabadon élő tengeri fajok élénk színezettel és különleges mintázattal rendelkeznek.

4. szövegdoz. A laposférgek rendszerezése

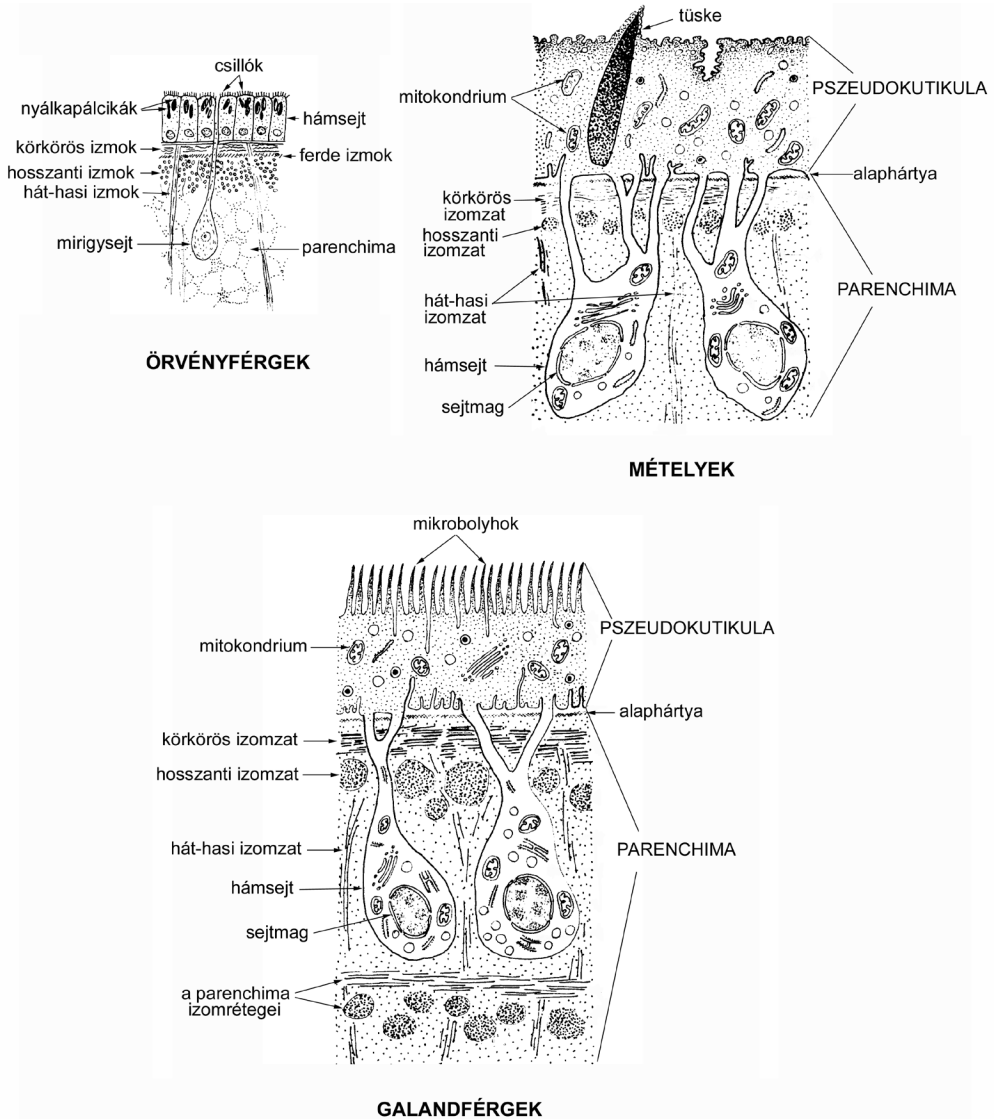
- | |
|---|
| <p>I. Laposférgek törzse (<i>Phylum Platyhelminthes</i>)</p> <p>A. Örvényférgek altörzse (<i>Subphylum Turbellaria</i>)</p> <p>1. Örvényférgek osztálya (<i>Classis Turbellaria</i>)</p> <p>a.) Bélüregnélküliek rendje (<i>Ordo Acoela</i>)</p> <p>b.) Egyenesbelűek rendje (<i>Ordo Macrostomidae</i>)</p> <p>c.) Hármásbelűek rendje (<i>Ordo Tricladida</i>)</p> <p>d.) Ágasbelűek rendje (<i>Ordo Polycladida</i>)</p> <p>B. Újhámúak altörzse (<i>Subphylum Neodermata</i>)</p> <p>1. Csákyásférgek (közvetlen fejlődésűek) osztálya (<i>Classis Monogenea</i>)</p> <p>2. Közvetett fejlődésű mótelyek osztálya (<i>Classis Trematoda = Digenea</i>)</p> <p>3. Galandférgek osztálya (<i>Classis Cestoda</i>)</p> <p>3.1. Tagolatlan galandférgek alosztálya (<i>Subclassis Cestodaria</i>)</p> <p>3.2. Tagolt galandférgek alosztálya (<i>Subclassis Eucestoda</i>)</p> <p>a.) Szegfűférgek rendje (<i>Ordo Caryophyllidea</i>)</p> <p>b.) Szívógödörösök rendje (<i>Ordo Pseudophyllidea</i>)</p> <p>c.) Proteocephalidea rend (<i>Ordo Proteocephalidea</i>)</p> <p>d.) Szívókások rendje (<i>Ordo Cyclophyllidea</i>)</p> |
|---|

A csoport ősi jellegét a **szabadon élő örvényférgek** (*Turbellaria*) képviselik, ezek teste hosszúkas, hát-hasi irányban lapított, ovális vagy levél alakú (64. ábra). A szájnílás hasi elhelyezkedésű. A test elején egy fejet különíthetünk el, amelyen olykor lebenyek is megjelenhetnek. A parazita fajoknál a lapított test ovális, levélszerű vagy hosszú szalagszerű. A **külső élősködők** a gazdaállat testén való kapaszkodásra rögzítő szerveket fejlesztenek (pl. tapadó korongok, kapaszkodó serték) (64. ábra). A szájnílás körül a szájszívó is kialakulhat. A **belső élősködő** galandférgek teste gyakran dajkára (*scolex*), nyaki részre és féregláncolatra (*sztribila*) tagolódik. A dajka a test elején található, kicsi gömbölyded testvég, mely a szívógödröket, tapadókorongokat vagy egy ormányon (*rostellum*) levő horogkoszorút tartalmaz (12. tábla). A dajka után a vékony nyaki rész következik, ez a generatív terület, mely osztódással új ízeket hoz létre. A test legterjedelmesebb része a féregláncolat (*sztribila*), mely több-kevesebb számú ízből (*proglottisz*) áll. A legfiatalabb ízek a nyaki tájék közelében vannak, ezek kisebbek, mint a test közepe táján elhelyezkedő érett ízek, a legnagyobb érett ízek a testvégen találhatóak (64. ábra).



64. ábra. Laposféreg típusok általános habitusa: **örvényféreg** – füles planária (*Dugesia gonocephala*), **métely** – hatszívókás métely (*Polystoma integerrimum*), **galandféreg** – horgasfejú galandféreg (*Taenia solium*)

Testüket egyrétegű hám borítja, a **hámsejtek** az alaphártyán ülnek (65. ábra). A test bizonyos részein kialakuló kemény képletek (kapaszkodó horgok, tüskék, a hímek pározó szerve) az alaphártya módosulásai.



65. ábra. A hámréteg felépítése örvényférgenél (*Turbellaria*), közvetett fejlődésű mótelyeknél (*Trematoda*), és galandférgenél (*Cestoda*)

A szabadon élő formáknál csillós hámsejtek vannak (65. ábra). A csillós hámmal rendelkező lényeknél a bőséges nyálkatermelés síkossá, csúszóssá teszi az állat testfelületét. A csillók összehangolt mozgása vízörvényt kelt, és az állat által kiválasztott nyálkás váladékba kapaszkodó csillók csúszó mozgást tesznek lehetővé.

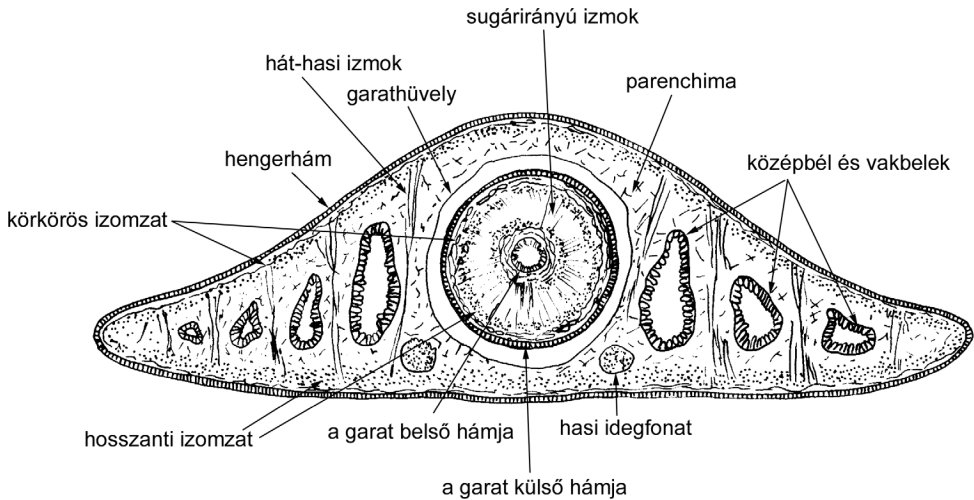
A hámrétegben számos **egysejtű mirigy** különíthető el, melyek mélyen lenyúlnak a parenchimába, valamint ún. nyálkapálcikát (*rhabdit*) képző védősejteket is találhatunk itt. Inger hatására a nyálkapálcikák kicsapódnak a sejtekből, és nyálkás, mérgező védőréteget képeznek a test felületén. A hámsejtek alatt körkörös, ferde és hosszanti **izomrétegek** vannak, ezek együttesen a bőrizomtömlőt hozzák létre. A hátoldalt a hasoldallal hát-hasi izmok kötik össze. Az ekto- és entoderma között kötőszövetes, ún. **parenchima sejtek** rétege található (13. tábla). A parenchima sejtek lazán kapcsolódnak egymáshoz, kisebb-nagyobb üregeket hagyva szabadon, ezekben folyadék található. A parenchima sejtek tápanyag-raktározó sejtek, de a belső szerveket is támasztják.

A parazita laposférgek kültakarója csilló nélküli. Hámsejtjeik vastag védőréteget (*pszeudokutikula*) választanak ki (65. ábra). Csillós kültakaró csak bizonyos lárvastádiumokban (*miracidium*, *coracidium* stb.) jelenik meg. A szívóférgeknél és galandférgeknél a hámsejtek besüllyednek az izomréteg alá a parenchimába, csupán vékony nyúlványokkal kapcsolódnak az alaphártyához és a **pszeudokutikula** réteggel, amelyet a hámsejtek termelnek. A pszeudokutikula sejttálmányra emlékeztető szinciciális réteg, mitokondriumokkal, Golgi-készülékekkel és más sejtalkotókkal. A közvetett fejlődésű metéltyeknél (pl. májmétely) ebben a rétegben hátrafelé irányuló tüskék találhatók, ezek a parazita rögzülését segítik a belső szervek járataiban. A szintén endoparazita galandférgek pszeudokutikulája tüske nélküli, itt mikrobolyhokat találhatunk, amelyek növelik a felszívó felületet (65. ábra).

A LAPOSFÉRGEK FONTOSABB SZERVEINEK ÉS SZERVRENDSZEREINEK FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSÜK

Emésztőkészülék és táplálkozás. A **szabadon élő laposférgek** (örvényférgek) legtöbb faja húsevő. A bélsatorna ektodermális elő- és entodermális középbélből épül fel. A legtöbb fajnál a szájníylás a hasi oldalon található, és egy izmos, ektodermális garatba (*pharynx*) vezet. Egy részüknek egyszerű, ki nem ölthető garatja van, ezek apróbb állatokkal vagy szerves törmelékekkel táplálkoznak. A ragadozó vagy dögevő fajoknál kiölthető, izmos, ragados anyagot kiválasztó garatot találunk, amellyel nagyobb állatokat is képesek elejteni (66. ábra, 13. tábla). Egyes fajok horoggal vagy csípesz-szerű fogószervvel rendelkeznek. A kinyújtott garat vagy ormány behatol az áldozatba, és mirigyeiből emésztőnedvet bocsájtva, az így előemésztett táplálékot felszivattyúzza. A bélüreg nélküliek (*Acoela*), nevükhöz méltóan, nem rendelkeznek teljes emésztőcsatornával, a többi csoportnál azonban többnyire elágazó bélrendszert találunk. Mivel érrendszerrel nem rendelkeznek, a felvett táplálékuk a parenchimán keresztül kell eljutnia a többi szövethez. Az eredményes tápanyagelosztás szempontjából a dúsan elágazó béltraktus tehát az előnyös. A szabadon élő laposférgeknél, azaz az örvényférgeknél azonban, a csoportok fejlettségi

fokának megfelelően, találunk bélüreg nélkülieket, valamint egyenesbelű, hármashelű és ágasbelű csoportokat is, ahol a középbél különböző szerkezetet mutat.



66. ábra. A füles planária keresztmetszete a garatormány szintjén

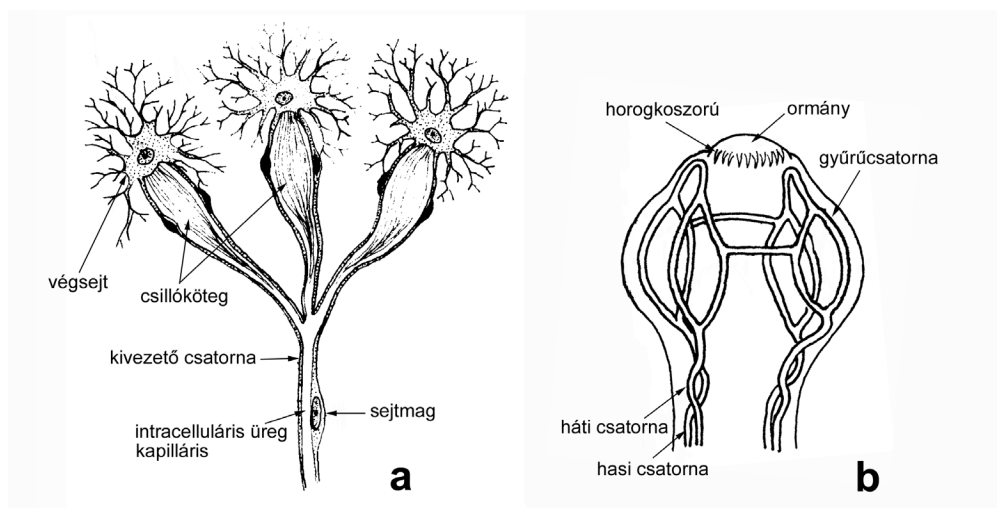
Az emésztés a legtöbb fajnál már a táplálék felvétele előtt megkezdődik. Az emésztőcsatornának izmos fala van, ezért képes a tartalom aktív továbbítására, és a táplálék emésztőenzimekkel való összekeverésére. Először a béltraktus főága töltődik fel, majd a mellékágak is, attól függően, hogy az eredésüknél levő záróizmok nyitottak vagy zártak. Az extracellulárisan részben megemésztett táplálékot a bélfal sejtjei fagocitálják, és intracellulárisan emésztik tovább. Eközben a fehérjék felszívódnak, s csupán zsírgolyócskák maradnak, melyek tartaléktápanyagot képeznek. Az emésztés 6–10 óráig tart. Fagocitózis nem csupán a bélfal sejtjei szintjén, hanem a parenchimasejtek esetében is lehetséges. A tápcsatorna vakon végződik, végbélnyílás nincs.

A **külső és belső parazita szívóférgek** általában rendelkeznek tápcsatornával, s a szájníylásuk a test elején található, szájszívóval körülvéve. Izmos garatjuk a táplálékfelvételt segíti, a nyelőcső vékony, a középbélnek két elágazó ága van, amely vakon végződik. A gazdaállat vérével és szövetnedveivel táplálkoznak, a tápanyagok a parenchimában raktározódnak.

A kimondottan **belső parazita galandférgek**nél a tápcsatorna másodlagosan hiányzik. Az állatok a gazdaállat bélüregében tartózkodnak, a megemésztett táplálékot a pszeudokutikula mikrobolyhainak segítségével a testfalán át veszik fel.

Kiválasztó szervek és kiválasztás. A kiválasztás alapja az **elővesécske** (*protonefrídium*) (67. ábra), ez mindegyik laposféreg csoportnál megtalálható, kivéve a bélüreg nélküli örvényférgeket (*Acoela*), ahol a test falán keresztül távoznak a bomlástermékek.

A protonefrídiumok a zárt, terminális lángzósejttel (*solenocyta*) kezdődnek, ezek a parenchimasejtek közötti hézagokban találhatóak, és gazdagon elágazó kivezető csatornán keresztül a testfelszínre vezetnek. A lángzósejt belseje üreges, itt csillóköteg található, amelynek állandó mozgása kis lángocska lobogására emlékeztet. A kiválasztó csatornák a lángzósejtektől előbb *intracelluláris* csatornában, később *extracelluláris* kivezető csatornába összeszedődve folytatódnak, ezek belsejét csillók borítják. A kiválasztó szerv egy vagy több nyílással a hát- vagy hasoldalon, vagy a test végén nyílik a szabadba. A protonefrídium terminális lángzósejtje szintjén és a kivezető csatorna kezdeti szakaszában történik az ultrafiltráció. A szívóférgeknél a kiválasztó csatornák húgyhólyaggá egyesülnek, és a végső szakasz a hátoldalon nyílik a szabadba. A galandférgek protonefrídiumjainak végsejtjei vékony elvezető csatornába szedődnek össze, ezek a test mindkét oldalán egy-egy hasoldali és egy-egy hátoldali hosszú gyűjtőcsatornába nyílnak, majd minden íz hátsó felében a gyűjtőcsatornákat harántcsatornák kötik össze. A gyűjtőcsatornák ugyanakkor a test elején, a dajkában, a tapadókorongok alatt, gyűrűszerűen kettéágaznak, majd a háti és hasi, valamint a jobb és bal oldali oldali csatornák egyesülnek (67. ábra). Az utolsó ízek leszakadásával a hosszanti gyűjtőcsatornák önállóan nyílnak a szabadba. Az édesvízi fajoknál a protonefrídiumnak ozmoregulátor szerepük is van, amelyek a szervezetbe jutó felesleges vízmennyiséget távolítják el.

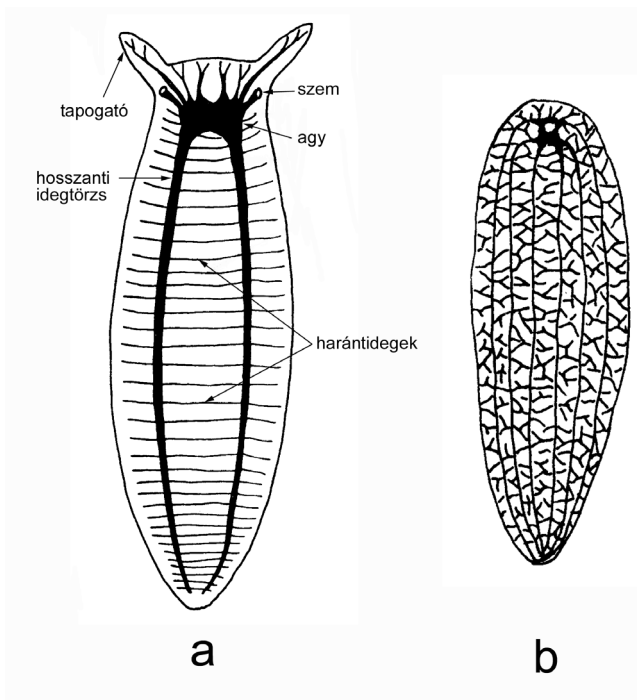


67. ábra. A (a) protonefrídium felépítése, és (b) a kiválasztócsatornák helyzete a galandférgek dajkájában

Keringés és légzés. Kikülönült keringési és légzőszervekkel a laposférgek nem rendelkeznek. A keringés szerepét a parenchima sejtek rétegében található üregrendszer, valamint a bélesatorna látja el. A szabadon élő fajoknál a testfalon keresztül történik a légzés. A belső élősködők anaerob légzést folytatnak, a glikogén lebomlása során keletkező energiát hasznosítják.

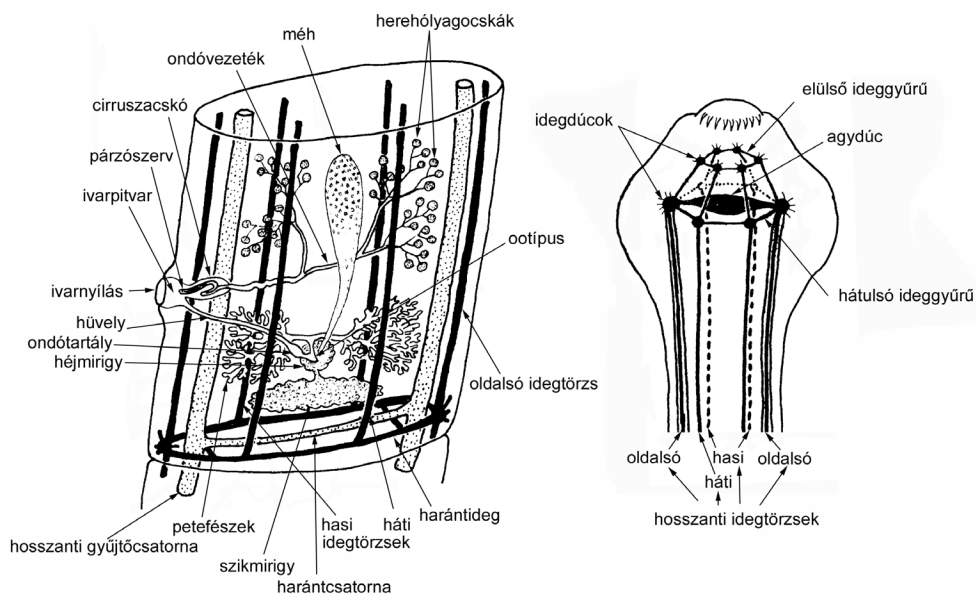
Idegrendszer. A laposférgeknél az idegrendszernek több típusa ismert, a primitívebb hálózatos idegrendszertől a agydúcos idegrendszerig (68. ábra). A laposférgeknél az ideghálózat mellett egyre több és fontosabb irányító és szabályozó funkció összpontosul a test feji részében található idegdúcokban, az ún. agyban. A folyamatot **kefalizációnak** nevezzük. A központi idegi struktúrák megjelenése evolúciós fordulópontot jelent. Az agydúcokból több pár hosszanti idegtörzs indul a test vége felé, ezeket harántidegek kötik össze. Ugyanakkor az agydúcokból idegek indulnak a fejtájékon lévő érzékszervekhez, a szájníráshoz, az élősködőknél a tapadókorongokhoz és egyéb szervekhez.

A szabadon élő örvényférgek agydúcai különösen fejlettek. Néhány egyesbelű faj (pl. **Microstomum** fajok) idegrendszere szinte teljes egészében az agyba koncentrálódott, a test háti és hasi részében már nem található idegsejtek. Más fajokban a kefalizáció nem ennyire kifejezett, de az örvényférgeknél az „agy” általában fontos szenzoros és motoros koordonáló központ. Az ágasbelűek agydúcaik eltávolítása után kevésbé mozgékonyak, mozgásuk rendezetlenné válik, az állat testhelyzetének normális beállítása és a test sajátos hullámzó mozgásai megszűnnek. Örvényférgeknél az agy kiirtása után még mutatkozik spontán mozgás, fényre is reagálnak, sőt nyelni is képesek, de számukra a normális helyváltoztatás és táplálkozás lehetetlenné válik. Valószínűleg a laposférgekben az agydúcok átfogó, általános irányító központok.



68. ábra. Az idegrendszer felépítése a szabadon élő laposférgeknél: (a) agydúcos idegrendszer planáriáknál, és (b) hálózatos idegrendszer az algartató örvényféregnél (*Convoluta convoluta*)

A galandférgek idegrendszere bonyolultabb. Központi része a dajkában van, az agydúc pár idegyűrűkkel kapcsolódik a hosszanti idegtörzsekhez, innen négy pár hosszanti idegtörzs ered, ezekből két pár oldalhelyzetű, egy pár háti és egy pár hasi helyzetű (69. ábra).

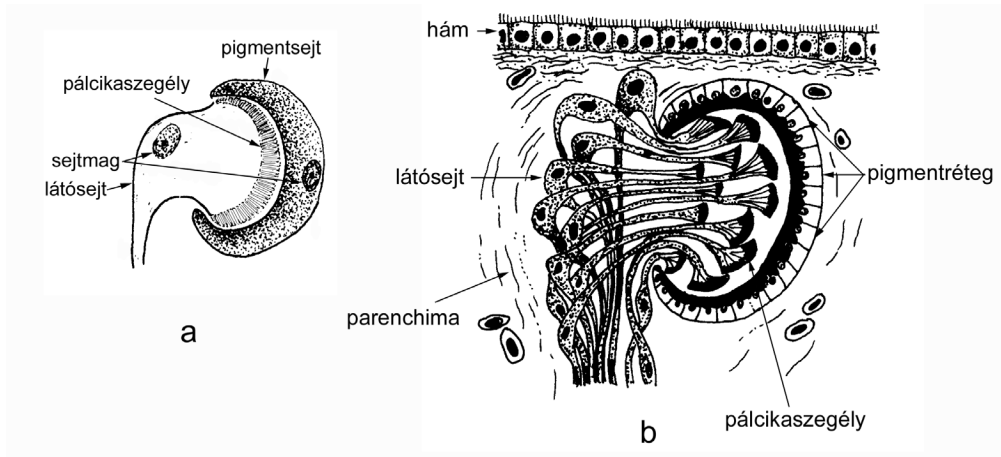


69. ábra. Az idegrendszer szerkezete galandférgeknél: (a) a proglottisz és (b) a dajka szintjén

Érzékszervek. A szabadon élő fajoknál az érzékszervek fejlettek, szemek, tapintóhelyzetérző és kémiai érzékszervek jelennek meg. Az élősködő fajok érzékszervei visszafejlődtek. A tapintó érzősejtek a test egész felületén szétszórva a hámsejtek között vannak, a fejtájékon szaglómézők alakulhatnak ki, melyek a víz kémiai viszonyait érzékelik, és a táplálék jelenlétét is jelzik. Az áramló vízben élő fajoknál áramlásérzékelő szervek is kialakulhatnak, az agydúcok közelében helyzetérző szervek vannak.

A fényérzékelés többféle módon valósulhat meg. Egyszerű formái a pigmentfoltként látható egyszerű szemek (*ocellus*) (70. ábra). Számuk változó, lehet egy pár a feji tájékon vagy több, ezek a test egész hosszában végigfutó pontsorként jelennek meg (14. tábla). Felépítésükben több pigmentsejt és fényérzékeny idegsejt is résztvesz. Bizonyos esetekben a pigmentsejtek besüllyednek a hám alá, míg a szomszédos mirigysejtek váladéka néha lencse- vagy üvegtetszerű képletet választhat ki a látósejtek fölé. Ez utóbbi fényérzékelő képleteket sajátos alakjukról kehelyszemeknek hívjuk. A látósejtek derékszögben hajlottak és pálcikaszegélyben végződnek, amelyek a fény irányával ellentétesen a szem belseje felé fordulnak (*inverz szem*) (70. ábra). A planária fajoknak általában két szemük van, de előfordul három vagy négy szem is egyes esetekben. Ugyanakkor egyes ágasbelű örvényféreg fajok szemcinek száma a

százat is eléri. Ezek a fényérzékelő struktúrák azonban csak a fény erősségét érzékelik, képlátásra nem alkalmasak. A szabadon élő laposférgek általában negatív fototaxist mutatnak.



70. ábra. Fényérzékelő készülékek örvényférgenél: (a) egyszerű szem a sokszemű planáriánál (*Polycelis nigra*), és (b) inverz szem a füles planáriánál (*Dugesia gonocephala*)

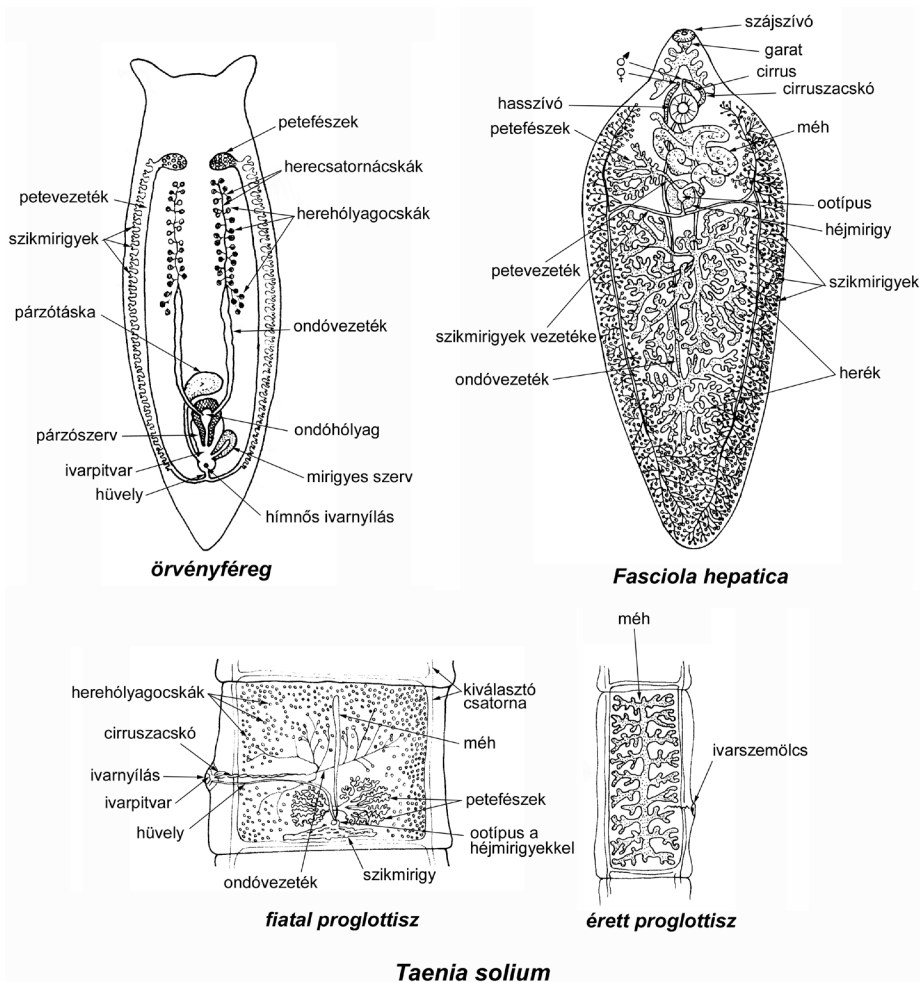
Ivarszervek. A laposférgek nagyfokú regenerációs képességgel rendelkeznek és ivartalanul is szaporodhatnak. Általában hímnős szervezetek. Az ivarmirigyeknek a primitívebb csoportoknál nincsen saját faluk, míg a fejlettebb fajoknál az ivarmirigyek saját fallal rendelkező zsákszerű képletek. Az ivarszervek bonyolult felépítésűek, mind a hím, mind a női ivarvezetékhez járulékos részek kapcsolódnak. A hímek párzószerivel rendelkeznek.

A hím ivarkészülék részei a páros herék (*testis*), amelyeket apró herehólyagocskák alkotnak, ezek vékony herecsatornácskákban szedődnek össze (*vas efferens*), majd páros, hosszanti lefutású ondóvezetékben (*vas deferens*) folytatódnak. Az ondóvezetékek tágas ondóhólyagban egyesülnek (*vesicula seminalis*) és a párzószeriben (*penis*) érnek véget, ez utóbbi a hímnős ivarpitvarba nyílik. Az ondóhólyaghoz prosztatamirigyek kapcsolódnak (71. ábra).

A női ivarkészülék a szabadon élő fajok esetében (örvényférgenél) páros petefészkekkel (*ovarium*) kezdődik, majd a petevezetékben (*oviductus*) folytatódik. Ezek hosszú csatornaként a test hosszában kétoldalt futnak, és a test végén a hüvelyben (*vagina*) egyesülnek, amely a hím ivarkészülékhez hasonlóan a hímnős ivarpitvarba nyílik (71. ábra). A petevezetékhez, csaknem egész hosszukban szikmirigyek kapcsolódnak, majd végső szakaszukba héjmirigyek öntik váladékukat. Az ivarpitvarhoz egy párzótáska (*bursa copulatrix*) is kapcsolódik.

A női szaporítóképzőszék a parazita fajoknál bonyolultabb felépítésű. A mótelyeknél (71. ábra) a petefészkek lehet páratlan szerv, ugyanakkor a rövid petevezeték végső

kitáguló szakasza az *ootípus*, amelyet *héjmirigyek* (*Mehlissch-féle mirigyek*) vesznek körül. A test két oldalán, gazdagon elágazó *szikmirigyek* vannak, vezetékei a test közepe táján egyesülnek, s az *ootípus*ba torkollanak. Ide kapcsolódik még a *Laurer-féle mirigy* is. Szerepe még tisztázatlan. Egyes fajoknál ide kapcsolódik az *ondótartály* (*receptaculum seminis*) is. Az *ootípus* a kanyargós *méhben* (*uterus*) folytatódik, amely a test elején a *hímvarnyílás* mellett külön *női ivarnyílással* nyílik a szabadba.



71. ábra. A szaporítóképzőeszközök szerkezete különböző laposféregcsoportoknál: **örvényfereg**, **métely** – májmétely (*Fasciola hepatica*), **galandfereg** – horgasfejú galandfereg (*Taenia solium*)

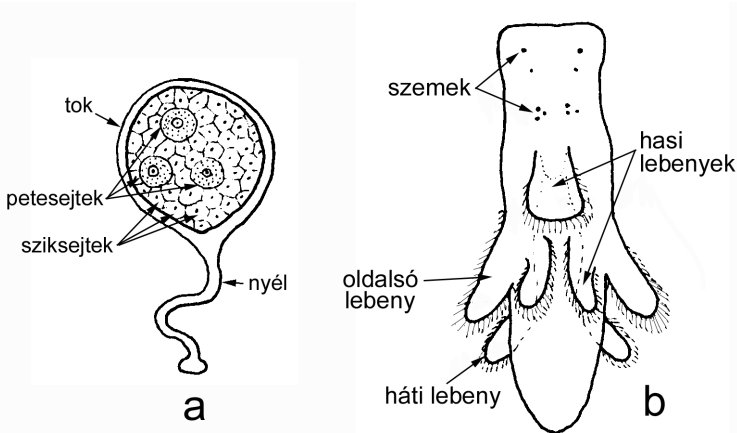
A **galandférgek** minden íze, kevés kivételtől eltekintve egy hímnős szaporító készüléket tartalmaz (71. ábra). A parenchimában elszórva található a *herehólyagocskák*, amelyet *herevezeték*ek szednek össze, és egy *ondóvezeték*be egyesülnek, ez utóbbi a *párzószerv* zacskójában található *párzószervben* ér véget. A

párázószervzacskó a hímnős ivarpitvarba torkollik. Az ivarpitvar az íz (*proglottisz*) egy kiemelkedésén, az ivarszemölcsön, vagy egy ivari mélyedésben nyílik a szabadba. A női ivarszerv általában súlyzó vagy rozetta alakú, a rövid *petevezeték* itt is az *ootípusba* torkollik, ezt a *héjmirigyek* és szikmirigy veszi körül. Az ootípushoz csatlakozik az *ondótartály*, mely a *hüvelyben* folytatódva az ivarpitvarba torkollik. Az ootípusból ered ugyanakkor az íz középvonalában elhelyezkedő *méh* is, amely az ivarérett proglottiszban vakon végződő csatorna, míg az idős proglottiszokban gazdagon elágazó és a petéket tartalmazza.

Megtermékenyítés és egyedfejlődés. A megtermékenyítés belső. A parazita fajok rendkívül termékenyek, egyetlen kifejlett szervezet naponta akár 25000–100000 petét is lerakhat. Általában a peték barázdálódása csak oxigénben gazdag környezetben indul meg. Ekkor a székllettel az ellenálló falú pete a szabadba kerül. Fejlődésük lehet közvetlen, ilyenkor a peteburkot elhagyó fiatal szervezet az anyaszervezethez hasonló. Közvetett fejlődés során egy vagy több lárvaalak is megjelenhet, a parazita fajoknál gazdacseré is előfordul.

Egyes szabadon élő édesvízi fajoknál (pl. planáriák) a megtermékenyített petesejt az anyaállat, kokonba zárva egy vékony nyéllel az aljzathoz rögzíti (72. ábra). A barázdálódás és a csíralemezek kialakulása a kokon belsejében történik, a kokont elhagyó fiatal egyedek hasonlítanak a kifejlett állatra.

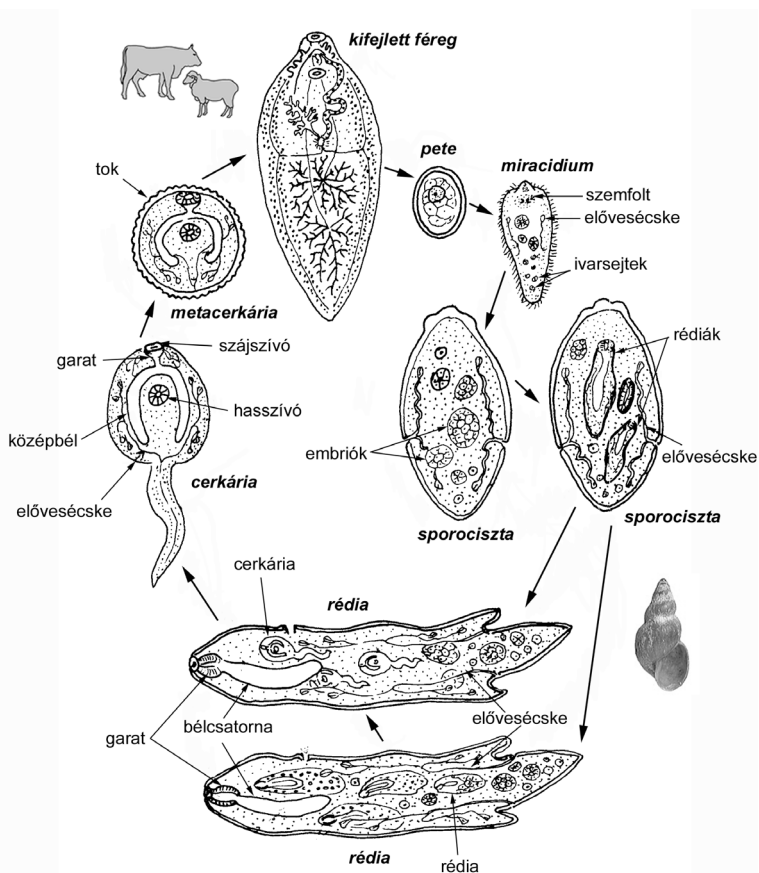
A tengeri fajok lárvaalakon keresztül válnak ivaréretté. A szabadon úszó lárva a *Müller-* vagy *Götte-lárva* (72. ábra) 4 vagy 8 csillós lebennyel rendelkezik és módosult trochophora lárvának tartjuk.



72. ábra. A (a) planáriák nyeles kokonja, és (b) az ágasbelű örvényférgék nyolc csillólebenyes Müller-lárvája

A parazita fajok némelyikénél több lárvaalak is megjelenhet, fejlődésük gazdacserével is történhet. A többnyire ektoparazita csákyásférgek, vagy közvetlen fejlődésű metélyek (*Monogenea*) fejlődésmenete viszonylag egyszerű, nevükhöz méltóan

általában nem rendelkeznek köztesgazdával. Náluk jóval bonyolultabb ugyanakkor az endoparazita közvetett fejlődésű mótelyek (*Trematoda*) fejlődésmenete, ez bonyolult, gazdacserével valósul meg. A fejlődésmenet csoportosságait jól példázza a májmótely (*Fasciola hepatica*) egyedfejlődése, amely számos lárvaforma révén többszörös gazdacserével történik (73. ábra).

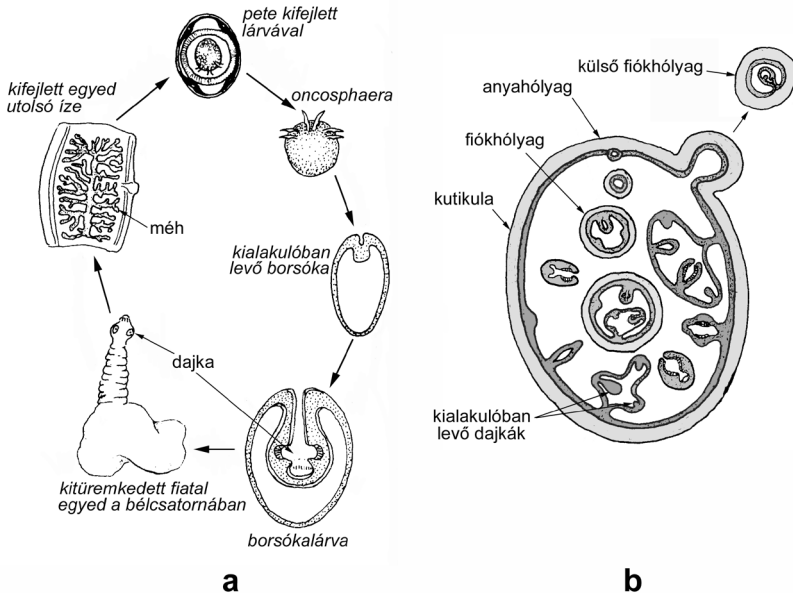


73. ábra. A májmótely (*Fasciola hepatica*) fejlődésmenete vázlatosan

A kifejlett májmótely a végleges gazda (valamilyen növényevő, általában házi juh) epevezetékeiben rögzül. A megtermékenyített petesejt az epeutakból a bélbe kerül, és az ürülékkel elhagyja a gazdaállat szervezetét, vízbe jutva továbbfejlődik, csillós (*miracidium*) lárvává válik. Ez egy ideig szabadon úszik, ha rátalál a köztesgazdára, a törpe iszapcsigára (*Lymnaea truncatula*), ennek köpenyüregében a hámsejteken telepszik meg. Csillóit itt elveszíti, és zsák alakú csíratömlővé válik (*sporociszta*). A csíratömlő belsejében ivarsejtek jelennek meg, amelyek szűznemzéssel (*partenogenezis*) és lárvanemzéssel (*pedogenezis*) 2–4 hét alatt beles csíratömlőket (*rédia*) hoznak létre. A beles csíratömlők szétrepesztik a csíratömlő falát, kiszabadulva

a csiga középbelmirigyébe vándorolnak, és növekedésnek indulnak. A rédia belsejében a maga során szűznemzéssel és lárvaemzéssel mintegy 20 farkos lárva (*cerkária*) jön létre. Ezek már tapadókoronggal rendelkeznek, elhagyják a csiga testét, és szabadon úszkálnak, majd a part közelében vízi növényeken telepsznek meg, és farokrészüket elveszítve létrehozzák a fertőző alakot (*metacerkária*). Ilyen növények lelegelésével fertőződik a végleges gazda. A tokból kiszabadulva a lárva a tápcsatornába, majd az epeutakba vándorolnak és rögzülnek, s itt kialakul a felnőtt májmélt.

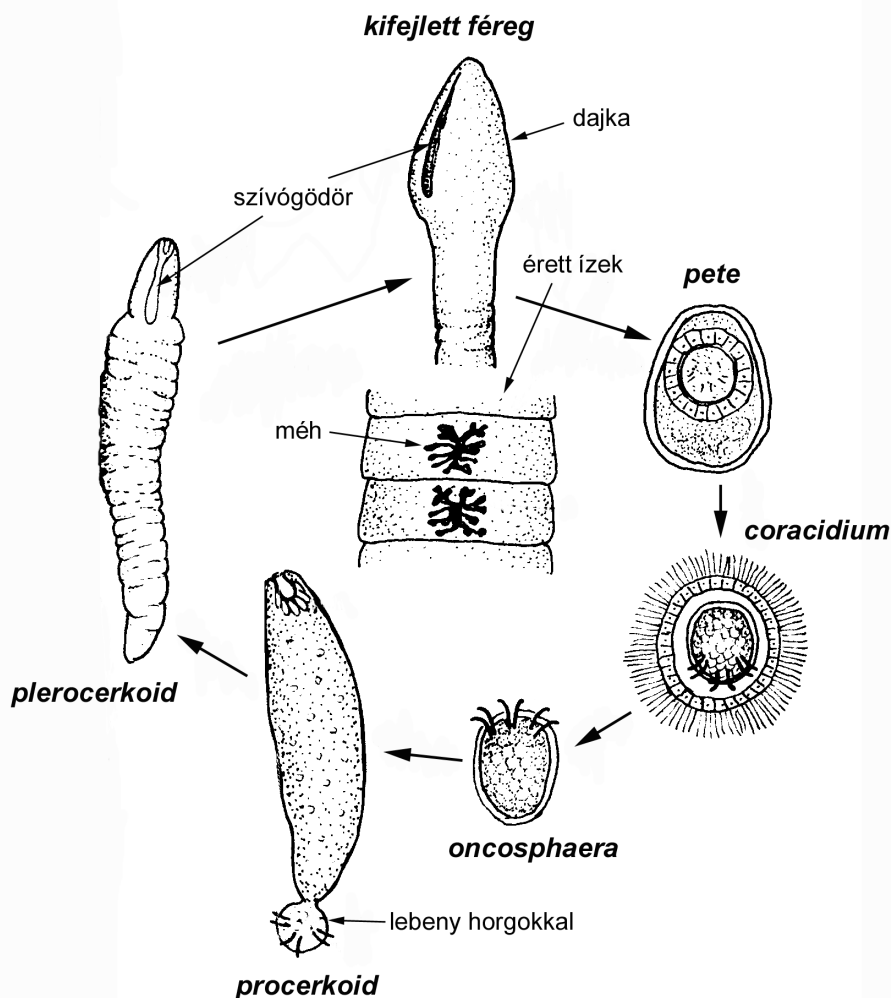
A szintén endoparazita galandféreg végleges gazdái gerinces állatok, a köztesgazdák azonban mind gerinces, mind gerinctelen állatok lehetnek. A kifejlett féreg a tápcsatornában található, az érett petéket tartalmazó proglottiszok leválnak a féregláncolatról (*sztrobila*), és kijutnak a szabadba. Egyedfejlődésük során különböző lárvaalakok jelenhetnek meg. A horgas- és simafejű galandféregnél (*Taenia solium* és *T. saginata*) például hathorgas lárva (*oncosphaera*) alakul ki a petéből (74. ábra). A hathorgas lárva a köztesgazdába kerülve áttöri a tápcsatorna falát, a véráramba jut, és különböző szervekbe vándorol (pl. izmok, szív, máj, tüdő). Itt újabb lárvaalakot hoz létre, a borsóka lárvét (*cysticercus*). Ebben a lárvánban megtalálható a dajka kezdeménye tapadókorongokkal visszatüremkedve (15. tábla). A háromízű vagy törpe galandféregnél (*Echinococcus granulosus*) hasonló az egyedfejlődés, itt azonban borsókalárva helyett ún. hólyaglárva vagy rivókatömlő (*echinococcus*) alakul ki, egy többszörös összetett lárvaforma (74. ábra). A végleges gazda a köztesgazda fertőzött szerveinek elfogyasztásával fertőződik újra.



74. ábra. (a) A horgasfejű galandféreg (*Taenia saginata*) és fejlődésmenete, és (b) a törpe galandféreg (*Echinococcus granulosus*) hólyaglárvája

A hathorgas lárvához hasonlít a csillós horgaslárva (*coracidium*). Ez esetben a hathorgas lárvát egy csillós burok veszi körbe. A lárv vízbe jutva szabadon úszik, majd ha egy alacsonyabbrendű rák (pl. kandicsrák) lenyeli (1. köztes gazda) ún. *procerkoid* lárvává alakul. A rákot elfogyasztó halban (2. köztesgazda) *pleroцерkoid* lárvá jön létre belőle. Ha a pleroцерkoid lárvával fertőzött halat halakkal táplálkozó madarak vagy emlősök elfogyasztják, ezek tápcsatornájában kialakul a kifejlett egyed. Ilyen fejlődésmenettel rendelkezik például a széles galandféreg (*Diphyllobothrium latum*) (75. ábra).

Egyes galandférgek esetében a szabadon úszó elsődleges lárvalak 10 horgot visel (*licophora*), mint pl. a tokfélékben élősködő levélalakú galandféreg (*Amphilina foliacea*) esetében.



75. ábra. A széles galandféreg (*Diphyllobothrium latum*) fejlődésmenete

A LAPOSFÉRGEK FONTOSABB CSOPORTJAI

A laposférgek törzsébe tartozó fajok két altörzsbe és több osztályba, rendbe sorolhatóak.

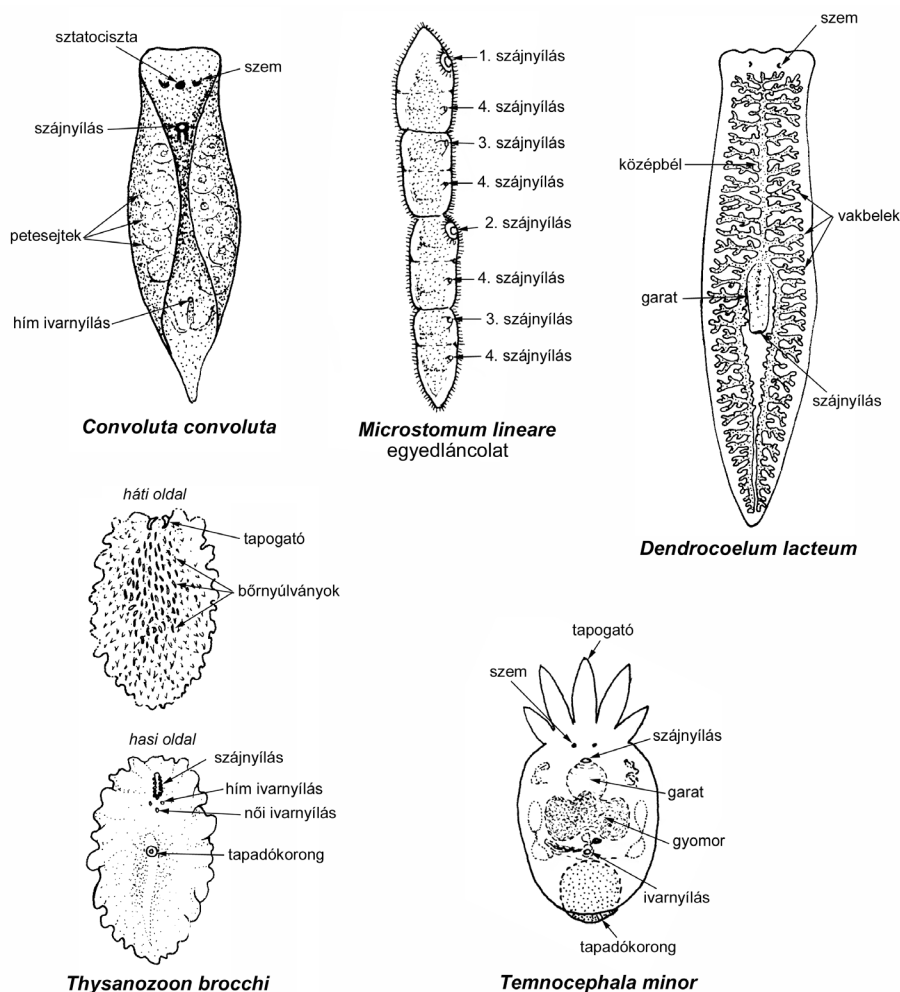
ÖRVÉNYFÉRGEK ALTÖRZSE (*SUBPHYLUM TURBELLARIA*)

Egyetlen osztály tartozik ide, az **ÖRVÉNYFÉRGEK** osztálya (*Classis Turbellaria*). Testüket csillós hám borítja, melyek segítségével előre csúsznak az aljzaton. Általában szabadonélők. A hámrétegben ún. nyálkapálcikákat (*rhabdit*) találunk, ezeket védekezésre használják: kilövellve ragacos, mérgező nyálkaanyaggá oldódnak a vízben. Szájnyílásuk a test közepén a hasoldalon található általában, garatban folytatódik, mely gyakran kiölthető ormányként jelenik meg. Kivétel nélkül hímnősek, és ivartalanul is szaporodhatnak. Nagy regenerációs képességgel rendelkeznek. Tengeriek és édesvíziek egyaránt vannak közöttük, de kivételesen szárazföldi fajok is akadnak. A tengeriek különösen színesek is lehetnek, közöttük található a legnagyobb méretű faj, a *Bipalium javanum*, amely 60 cm-es. A Fekete-tengerben kisebb fajok találhatóak, méretük a 0,3–30 mm között változik. Az édesvíziek és szárazföldiek mérettartománya: 0,8–23 mm. Ragadozók és dögevők egyaránt lehetnek. Többnyire fenéklakók, de vannak közöttük szabadon úszók is a tengerekben. Több mint 10000 fajuk ismert világszerte, ezeket több rendbe sorolják, a leggyakoribb öt rendjüket tárgyaljuk az alábbiakban.

A **bélüregnélküliek** rendjének (*Ordo Acoela*) tagjai nem rendelkeznek kikülönült középbéllel, helyette egy entodermális eredetű sejthalmaz található, vagy sejthálózat, amelyet emésztősejtek alkotnak. Néha a garat is hiányozhat. Idegrendszerük olykor hálózatos. Protonefrídiummal sem rendelkeznek. Egy sztatocisztájuk van, szikmirigyük hiányzik. Molekuláris vizsgálatok arra mutatnak, hogy a laposférgek többi csoportjától függetlenül alakultak ki, az is elképzelhető, hogy valójában nem is e törzs tagjai, csupán konvergens evolúció eredménye a morfológiai hasonlóság. Kis- vagy mikroszkopikus méretű fajok, egyes fajaik algákkal élnek szimbiózisban. Főleg tengerben, ritkábban édesvízben is előfordulhatnak. Jellegzetes képviselője e csoportnak az alगतartó örvényféreg (*Convoluta convoluta*), amelynek teste egy amforához hasonlít, 1–1,5 mm hosszú, oldalai behajlanak (76. ábra). Színe zöld a szimbióta zöldalgáknak köszönhetően. Többnyire nem táplálkozik aktívan. Ez a leggyakoribb faj a román tengerparton, Konstancától délre. Az algák között él az aljzaton.

Az **egyenesbelűek** rendje (*Ordo Macrostomida*) esetében a középbél egyenes. Páros protonefrídiumaik vannak. Általában színtelenek. Az édesvízi hidrafaló örvényféreg (*Microstomum lineare*) teste enyhén gömbölyded keresztmetszetben (76. ábra). A szájnyílás viszonylag kicsi, ovális. A garat egyszerű, de nagyon hosszan kiölthető. A fejtájékon oldalt számos érzőcsilló található, szemekkel is rendelkezik. Kifejezetten

ivartalanul szaporodik hosszanti osztódással, állatláncokat hozva létre. Egy egyed hossza kb. 2 mm, egy 6–8 zoidból álló láncolat akár 10 mm is lehet. Kedvenc tápláléka nevének megfelelően az édesvízi hidrafélék tagjai.



76. ábra. Örvényférgek: algatartó örvényféreg (*Convoluta convoluta*), hidrafaló örvényféreg (*Microstomum lineare*), tejféhér planária (*Dendrocoelum lacteum*), bolyhos örvényféreg (*Thysanozoon brocchi*) és ötujjas örvényféreg (*Temnocephala minor*)

A **hármasselűek** rendje (*Ordo Tricladida*) az örvényférgek legismertebb édesvízi képviselőit tartalmazza. Az ide tartozó fajokat többnyire planáriáknak hívják. Levélalakú lapított testük elülső vége lemetszett, háromszögű vagy lebenyes. Testvégük elvékonyodó vagy háromszög alakú. Szájnylásuk a hasoldal közepén található. Nevüket középbelük szerkezetéről kapták: a középbel három ággal rendelkezik, ebből egy előre, kettő hátra mutat. A középbel ágai a maguk során

vakbélszerű oldalágakat fejlesztenek. A páros hím ivarmirigyek mindig a két hátsó középbéli ág között található. A női ivarmirigyek és a szikmirigyek mindig a test elején található. Nagyságuk 10–30 mm között változik, színük többnyire barnás-fekete, ritkán fehéres. Testük elején, hátoldalukon két vagy több szem is található. Szájnyílásuk a hasoldal közepén található, az ivarnyílás e mögött helyezkedik el. A szájnyílás egy kiölthető garatban folytatódik, amelyet a planáriák ormányszerűen használhatnak a táplálék felszippantására. Többnyire elhullott állatokkal táplálkoznak. Legismertebb képviselője ennek a csoportnak a füles planária (*Dugesia gonocephala*) (lásd 64. ábra). Testének eleje háromszög alakúan kihegyezett, két, szintén háromszög alakú oldallebennyel rendelkezik, ezekről kapta nevét is. E két lebeny áramlásérző szervként működik. Testvégük megnyúlt, elhegyesedő. Barnás-fekete testük 10–25 mm hosszú, 5–6 mm széles, néha a hátoldalukon két sötétebb hosszanti sáv található. Hegyvidéki folyókban és patakokban kövek és levelek alatt nagyon gyakori. Rokona a tejfehér planária (*Dendrocoelum lactea*), nevéhez méltóan tejfehér színű, az áttetsző testfalon keresztül a sötétebb emésztőcsatorna átüt (76. ábra). A lementszett test elején négy kis lebeny található. Körülbelül 15–30 mm hosszú, 4–6 mm széles faj. Állóvizekben és lassú folyású patakokban él, mindenhol közönséges.

Különleges képviselő a sokszemű planária (*Polycelis nigra*) (14. tábla). Az állat fejtájékának elülső széle egyenes vagy lekerekített tompaszögű, nincsenek nyúlványok. Számos apró szemmel rendelkezik, ezek a test elülső harmadában a test szélén helyezkednek el egy sorban. Fekete teste 10–13 mm hosszú, 2 mm széles. Vízínövényeken, álló vagy lassan folyó vizekben gyakori.

Az **ágasbelűek** rendjének (*Ordo Polycladida*) tagjai viszonylag nagy méretűek, 10 mm-nél nagyobbak. A test levél alakú, széle többé-kevésbé hullámos. Szemekkel rendelkeznek, sztatocisztájuk hiányzik. A középbél sokszorosán sugárirányban elágazó, erről kapták latin és magyar nevüket. Müller-féle lárvával fejlődnek. Színesek is lehetnek. Többnyire tengeriek, nálunk csak a Fekete-tengerben élnek. A bolyhos örvényféreg (*Thysanozoon brocchi*) sötétebb színű hátoldalát számos apró bőrnyúlvány és szemölcs borítja, innen kapta magyar nevét (76. ábra). A test elején középen két rövid tapogatót találunk. A hosszúkás, ovális, ráncolt szegélyű szájnyílás a hasoldal első felében helyezkedik el, közvetlen mögötte pedig a páros hím és a páratlan női ivarnyílás található. A hasoldal közepe táján kisméretű tapadókorong található. A Földközi-tengerben fordul elő. Rokona a narancsvörös örvényféreg (*Yungia aurantiaca*), nevéhez méltóan narancsvörös, a Földközi-tengerben szintén gyakori.

A **tapadókorongosok** rendje (*Ordo Temnocephalidea*) kistermetű (néhány milliméteres) fajokat tartalmaz, melyeknél a test elején 2, 5 vagy 12 ujj formájú tapogató található. A test hátulsó végén tapadókorong van. Felhámjuk nem rendelkezik csillós sejtekkel. Átalakulás nélkül fejlődnek édesvízi tizlábú rákokon, vagy ritkábban teknősökön. Nem paraziták, hanem kommenzalisták: a gazdaállat felszínén tenyésző apróbb állatokkal, algabevonattal táplálkoznak, de természetesen a gazda

táplálékmaradványait is elfogyasztják. A déli féltéke trópusi és szubtrópusi vidékein élnek. Egyik ismert képviselője a csoportnak az ötujjas örvényféreg (*Temnocephala minor*), amely öt ujszerű nyúlvánnyal rendelkezik (76. ábra). Jáva szigetén, édesvízi rákokon él.

ÚJHÁMÚAK ALTÖRZSE (SUBPHYLUM NEODERMATA)

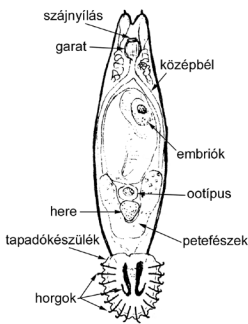
Eltérően az előző altörzstől csillós hámmal csak a lárvaalakok rendelkeznek, a felnőtt egyedeknél a felhám nagyon sajátosan alakul, ún. pszeudokutikula jön létre. Ez a sajátos szerkezet csakis erre az altörzsrre jellemző, és összefüggésben áll azzal a ténnyel, hogy az ide tartozó fajok kivétel nélkül belső vagy külső paraziták. Körülbelül 40000 fajuk ismert.

A **CSÁKLYÁSFÉRGEK** vagy **KÖZVETLEN FEJLŐDÉSŰ MÉTELYEK** osztályának (*Classis Monogenea*) tagjai leginkább külső élősködők, testnagyságuk 0,03–30 mm között változik. A test elején 1–2 szívóka (*prohaptor*), a test végén a jól fejlett szívókorong (*opisthaptor*) található, melyben tapadókorongok és kapaszkodó horgok is találhatóak. A szájnyílás a test elején található, általában szubterminális és izmos garatban folytatódik. A bélső egyszerű, általában kétágú és vakbelső elágazásokkal rendelkezik. Utóbél nincs. Kiválasztásuk elővesécskével (*protonefrídium*) történik. Idegrendszerük egyszerű, garat feletti idegdúcokból és hátrafelé induló idegtörzsekből áll. Szemfoltokkal is rendelkezhetnek. Hímnősek, megtermékenyítésük általában kölesönös. A petéből kikelő horgas csillós lárva (*oncomiracidium*) hasonlítanak a felnőtt egyedre. Fejlődésük közvetlen, egy petéből rendszerint egyetlen egyed fejlődik, gazdacsere nincs. Általában jelenlétük nem letális a gazdaállatra, csak nagyon nagy mennyiségben. Körülbelül 10000 faj tartozik ide.

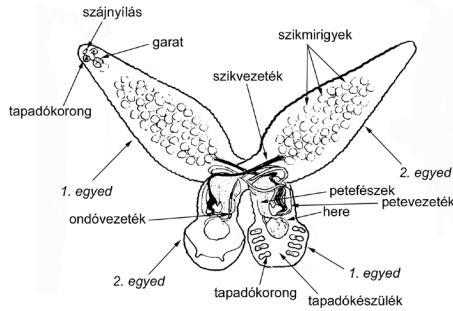
Jellegzetes képviselője e csoportnak a horgasmétely (*Gyrodactylus elegans*) (77. ábra). A testvégi tapadókészülékén csak kapaszkodó horgok vannak, szívókával nem rendelkezik. A tapadókészüléken nyolc pár szegélyhorog és két középhorog található. Elevenszülők, a kifejlett állat testében gyakran 1–3 leánynemzedék található. Pontyfélék bőrén és kopoltyúján élősködik. Rendkívüli jelenség az ikerféreg (*Diplozoon paradoxum*) (77. ábra). A faj érdekessége, hogy váltivarú. Míg fiatal példányai külön élnek, ivarérett alakjai szívókáik segítségével összetapadnak, majd egybe is olvadnak, ivarszervei egybenyílnak, az állategyüttes X alakot ölt. Az egyik egyed ondovezetéke összenő a másik egyed hüvelyével. A férgek elülső részében a szikmirigy és az emésztőrendszer található, a hátsó részben helyezkedik el az ivarszerv. Tapadókészülékében nyolc tapadókorong található, a 4–6 mm-es állat pontyfélék kopoltyúin él.

A **KÖZVETETT FEJLŐDÉSŰ MÉTELYEK** osztályába (*Classis Trematoda = Digenea*) körülbelül 20000 faj tartozik, méretük 0,5 mm és 1,5 m között változik. Általában belső élősködő fajok, s igen bonyolult egyedfejlődéssel rendelkeznek: az ivarérett és lárva alakok más és más gerinces illetve gerinctelen állatban fejlődnek, s

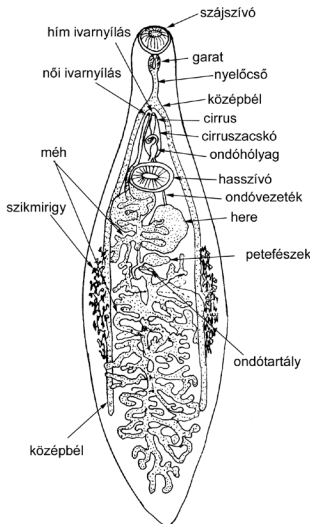
egy vagy több köztesgazdán keresztül jutnak el a végleges gazdába. A kifejlett alak a végleges gazda (különböző gerinces állat) vérében, emésztőszervében, belső szervében élősködik, a peték a bélsárral ürülnek a külvilágba, s általában az első lárvaalaknak nedves-vizes közegre van szüksége. Kültakarójuk bonyolult szerkezetű szinciciális szerkezetű *pszeudokutikula*. Ez a szerkezet védi a parazitát a gazda emésztőenzimeitől. Ugyanakkor a vérben élő mótelyek kültakarója eltérő szerkezetű. A gazdaszervezetben való megtapadást két erős szívókorong teheti lehetővé, az egyik a szájszívó, a test csúcsi részén, a másik a hasi szívó (*acetabulum*) a test elülső harmadában található. Néha egyik, ritkán mindkét szívókorong hiányozhat. Emésztőkészülékük egyszerű, a szájníylást rövid garat, nyelőcső, majd általában kétféle elágazó középbel követi. Utóbéllel és végbélníylással nem rendelkeznek. Idegrendszerük egyszerű, kiválasztókészülékük protonefrídium. A vérmótelyek kivételével mind hímnősek, a megtermékenyítés többnyire kölcsönös.



Gyrodactylus elegans



Diplozoon paradoxum



Dicrocoelium lanceatum



Schistosoma haematobium

77. ábra. Mótelyek: horgasmótely (*Gyrodactylus elegans*), ikerféreg (*Diplozoon paradoxum*), lándzsamótely (*Dicrocoelium lanceatum*) és vérmótely (*Schistosoma haematobium*)

Legismertebb képviselője csoportnak a májmétely (*Fasciola hepatica*) (lásd 71. és 73. ábra). Viszonylag nagy termetű, 2–4 cm hosszú és 1 cm széles, tökmag alakú féreg. Színe piszkosfehér, kutikulájában hátrafelé irányuló tövisek vannak. A test elején található háromszög alakú kiemelkedés csúcsán van a szájszívó, a kiemelkedés alapjánál van a hasszívó. A szájszívó és hasi szívó között találjuk az ivarszervek nyílását, a test hátsó végén van a kiválasztó nyílás. A gazdaállat vérével táplálkozik. Elsősorban a juhok és szarvasmarhák parazitája, világszerte elterjedt és a mételek okozója, a gazdaállat epeútjaiban él. Köztesgazdája Európában a törpe iszapcsiga (*Lymnaea [= Galba] truncatula*), más kontinenseken ezt a szerepet más csigafajok töltik be. Véletlenszerűen emberbe is behatolhat, ahol szintén az epeutakban rögzül. A fertőzött állat lefogyását, legyengülését, vérszegénységet okoz, mely pusztuláshoz vezet. Akár naponta 20000 petét is létrehozhatnak, s a felnőtt egyedek több évig is élhetnek.

A májmételyhez hasonló életmódú és fejlődésmentű faj a szintén főleg juhok és kecskék májában élő lánzsamétely (*Dicrocoelium lanceatum*) (77 ábra). Teste lánzszerűen kihegyezett, 5–10 mm hosszú és 2–3 mm széles, piszkosfehér színű. Köztes gazdái azonban a májmételytől eltérően szárazabb területeken élő csigák (*Zebrina sp.*, *Helicella sp.*) és hangyák (*Formica sp.*). A féregből kikerülő petében már kialakult csillós lárva található, ez kerül a csigába, ahol csíratömlő alakul ki belőle. A csíratömlőből egyenesen farkos lárva fejlődik ki, s ezek tömegesen, nyálkacsomóba burkolva kerülnek ki a gazdaszervezetből. A nyálkacsomókat különböző hangyafajok (főleg *Formica sp.*) veszik fel, s a farkos lárvák ezekben a köztesgazdáknál alakulnak fark nélküli metacerkáriákká. A lárvák a gazdaállat potrohában fejlődnek, azonban egyesek a hangyák garat alatti idegdúcába vándorolnak, s e dúc károsítása révén sajátosan módosítják a hangya viselkedését: hűvösebb esti vagy hajnali időszakban a növényekre kapaszkodnak, majd rágójuk és egész testük görcsbe rándul és nem képesek elhagyni a növényt. A végleges gazda, legelés révén, a köztesgazda hangyák elfogyasztásával fertőződik.

Váltivarú faj az emberparazita trópusi vérmétely (*Schistosoma haematobium*) (77. ábra), a nemek között nagyfokú ivari kétalakúság van. A hím laposabb, nagyobb, mételeyszerű, teste kétoldalt felhajló és egy csatornát (*canalis gynecophorus*) képez a hasszívó után, melyben a hengeres testű nőstény tartózkodik. A szívókák rendszerint gyengén fejlettek. Köztesgazdái vízi csigák (*Bulinus sp.*). A lárvális fejlődés során hiányzik a *redia* és a *metacercaria* állapot. A farkos lárvák közvetlenül fertőzik a végleges gazda embert, átfúrva magukat a bőrön keresztül a vérkeringésbe jutnak, s a *bilharziózis*nak nevezett betegséget okozzák. A vérmétely elsősorban a húgyhólyag vénás fonataiban telepszik meg, itt válik ivaréretté. A peték süllyedés révén vándorolnak a gazdaegyedben, átfúrják az útjába kerülő szervek falát, és a bélben, a húgyhólyagon keresztül a székklettel és a vizelettel a külvilágba jutnak. Fájdalmakat és vérvizelést okoznak. A vérmétely Észak-Afrikában, és főleg Közép-Keleten és Indiában elterjedt. Védekezni ellene a fertőzött területeken való fürdőzés elkerülésével, illetve a köztesgazda csigafajok irtásával lehetséges.

A **GALANDFÉRGEK** osztályának (*Classis Cestoda*) tagjai a legszélsőségesebben alkalmazkodott élősködő laposférgek, tudományos nevük (*cestos*, gr.) tüskéket, horgokat jelent. A gerinces állatok tápcsatornájában élősködő állatok, gazdacseréjük rendszerint egy adott ragadozó-zsákmány táplálékláncba illeszkedik, vagyis a végleges gazda a köztesgazda elfogyasztása révén fertőződik. Színük a fehéres-sárgástól a szürkéig változhat. Méretük az 1 mm-es fajoktól a 15 m-ig változhat. Testük lehet tagolatlan vagy tagolt. A tagolt galandférgeknél a testen elkülöníthetjük a kisméretű dajkát (*scolex*), amelyen kapaszkodószervek találhatók (szívólebeny, kapaszkodó horog stb.). A nyaki rész a dajkát a féregláncból (*sztrobila*) választja el, s germinatív zónaként sarjadzással (harántosztódással) hozza létre az állat testét alkotó ízeket (*proglottisz*). Ennek megfelelően a legfiatalabb ízek mindig közvetlenül a nyaki rész után következnek, míg a legidősebb (ún. érett ízek) a sztrobila végén találhatók. Párhuzamosan ezzel az ízek hátrafelé egyre nagyobbak. Számuk fajonként változó 3–4500 között. Valójában nehéz eldönteni, hogy egyedláncolatról van-e szó, vagyis leegyszerűsödött egyedek által alkotott parazita telepről, amely rögzítőkészülékkel rendelkezik, vagy valóban a klasszikus értelemben vett egyetlen egyeddel van dolgunk, amely számos ivarszervvel rendelkezik. Feltehetően e kérdés nagyon nehezen, vagy egyáltalán nem eldönthető, e sajátos testszerkezet mindenképpen a parazita életmódhoz való alkalmazkodás folytán alakult ki. Parazita életmódhoz való tökéletes alkalmazkodásukat jelzi, hogy nincs emésztőkészülékük, ugyanakkor felhámrétegük mikrobolyhokkal rendelkezik, ami jelentősen megnöveli a felszívófelületet. Túlnyomó többségük hímnős, proterandrikus hermafroditák. A megtermékenyítés többféle lehet: egyedek közötti, ízek közötti és ízben belüli. Fejlődésük során akár több lárvaalakon is átmehetnek. Az első lárvaalakok között található a tűzhorgas lárva (*licophora*) és a hathorgas lárva (*oncosphaera*). Ez utóbbinak egy sajátos típusa a csillós hathorgas lárva (*coracidium*), mely csillókkal rendelkezve a külvilágban kezdi el fejlődését. Az első vagy második köztesgazdában kialakuló végleges lárvaalakok alkalmasak a végleges gazdába jutva a galandféreg kifejlésztésére. Körülbelül 10000 fajuk ismert.

A **tagolatlan galandférgek** alosztályába (*Subclassis Cestodaria*) tartozó fajok teste nincs ízekre osztva (*monozoitikus*), és a dajka sem különült el. Egyetlen hímnős ivarkészülékkel rendelkeznek. Lárvájuk tűzhorgas lárva (*licophora*). Kevés fajuk ismert, ezek halakban élősködnek, mint a tokfélékben élősködő levélalakú galandféreg (*Amphilina foliacea*) (78. ábra).

A **tagolt galandférgek** alosztályának (*Subclassis Eucestoda*) tagjai fejlett dajkával rendelkeznek, a test többi része kevés kivételtől eltekintve, ízekre tagolódik (*polyzoitikus*), a sztrobila akár több ezer ízből is állhat. Ízenként egy vagy több ivarrendszer található. Lárvájuk általában hathorgas lárva (*oncosphaera*), egy vagy két köztesgazdával rendelkeznek. A két legismertebb rendjüket ismertetjük részletesebben, amelynek képviselői a régiókban is előfordulnak.

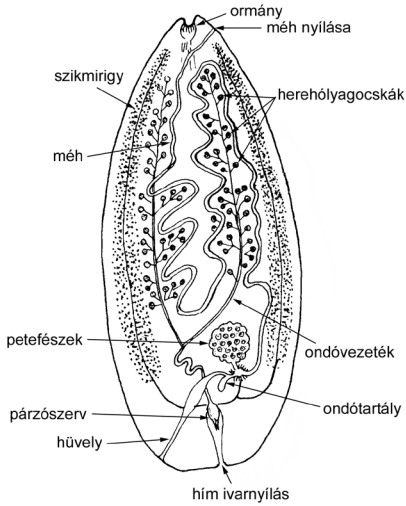
A **szívógödrös galandférgek** rendjébe (*Ordo Pseudophyllidea*) tartozó fajok nagyrészen a dajkán egy háti és egy hasi tapadógödör (*bothridium*) figyelhető

meg (16. tábla). Az ivarnyílások a proglottiszok középvonalában helyezkednek el. Többnyire két köztesgazdájuk van. A petéből kikelő csillós lárva (*coracidium*) többnyire egy alacsonyabbrendű rákba kerül, ebben *procercooid* lárvává alakul. A második köztesgazda egy hal, ennek a testében *plecorcercooid* lárva formájában jelenik meg az élősködő. A kifejlett férgek leggyakrabban ragadozó halakban, esetleg más, halakkal táplálkozó gerincesekben élősködnek. Viszonylag nagy termetű (1 m) féreg a szíj-galandféreg (*Ligula intestinalis*) (78. ábra). A sztrobila tagoltsága alig látható. Procercooid lárvája apró evezőlábú rákokban (*Cyclops sp.*, *Diatomus sp.*) él, a plerocercoid lárva a rákokat elfogyasztó pontyfélék testüregében fejlődik. A kifejlett féreg halebő madarakban él. Hasonló egyedfejlődése van rokonfajának, az ember széles galandférgének (*Diphyllobothrium latum*), amelynek mérete a végleges gazda tápcsatornájának méretétől függ: házi és vadon élő ragadozóknál 1–4 m, az ember esetében elérheti a 15 m hosszúságot is, ami egyben 4000 ízet is jelenthet. Európa, Ázsai és Észak-Amerika területén elterjedt

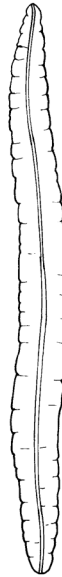
A **szívókás galandférgek** rendjének (*Ordo Cyclophyllidea*) fajai a dajkájukon négy szívókoronggal (*acetabulum*) rendelkeznek. Gyakran a dajka közepén található ormányszerű kiemelkedésen (*rostellum*) egy vagy több horogkoszorú is található (12. tábla). Az ízek általában hosszabbak, mint amilyen szélesek. Ivarnyílásaik a proglottiszok oldalán helyezkednek el. Általában egy köztesgazdájuk van, hathorgas (*oncosphaera*) lárva alakjában jutnak annak a szervezetébe, és ott borsókalárvává (*cysticercus*) alakulnak. A köztesgazda gerinctelen vagy gerinces állat, a végleges gazda többnyire madár vagy emlős. Ez a legnagyobb fajszámú rend a galandférgek osztályában.

Az egyik legismertebb emberi élősködő a horgasfejű galandféreg (*Taenia solium*) (78. ábra), amelynek kifejlett alakja az ember vékonybelében él. Köztesgazdája a sertés, ennek izomzatában található a borsókalárva (*cysticercus*), ez nem éri el az 1 cm-es átmérőt (15. tábla, lásd 74. ábra). Atipikusan akár ember is lehet köztesgazda, vagy kutya, ekkor a borsóka az izomzatban vagy az agyban fejlődik ki. Elégtelenül sültöt, főzött vagy nyers hús fogyasztása révén fertőződhet az ember. Hossza 2–5 m, szélessége 6–7 mm. Teste fehéres színű, 800–900 ízből áll. A kicsi (0,5–1 µm átmérőjű) gömbded dajka oldalán található a négy szívókorong, csúcsi részén rövid ormányon (*rostellum*) 22–32 horogból álló, kétsoros horogkoszorú található.

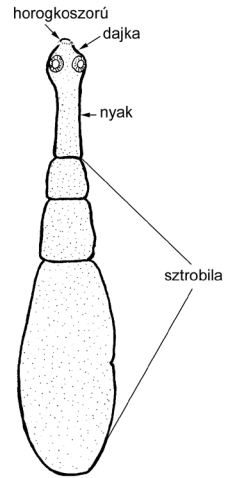
Ugyancsak az ember vékonybelében élősködik a simafejű galandféreg (*Taenia saginata*) (78. ábra), amelynek azonban szarvasmarha a köztesgazdája. Borsókája szarvasmarhában található a rágóizmokban, a nyelvben és a szív izomzatában, átmérője nem éri el az 1 cm-t. Elérheti a 10 m-t is, 1000-nél több ízzel rendelkezik, szélessége 10–12 mm. Bár a dajkán szintén négy szívókorongot találunk, de ellentétben testvérfajával, ormánya és horogkoszorúja nincs. Egyetlen érett ízében akár 50–80000 pete is lehet, s naponta több íz is a külvilágba kerülhet.



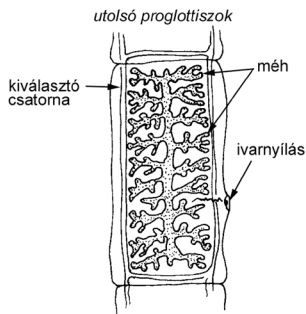
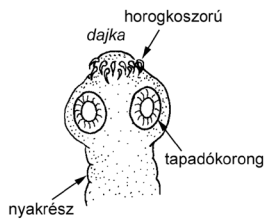
Amphilina foliacea



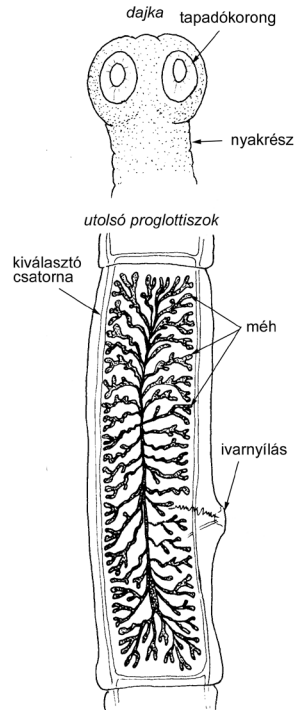
Ligula intestinalis



Echinococcus granulosus



Taenia solium



Taenia saginata

78. ábra. Galandférgek: levéalakú galandféreg (*Amphilina foliacea*), a szij-galandféreg (*Ligula intestinalis*) plerocerkoid lárvája, törpe galandféreg (*Echinococcus granulosus*), horgasfejú galandféreg (*Taenia solium*) és simafejú galandféreg (*Taenia saginata*).

Emberre nézve nagyon veszélyes a háromízű vagy törpe galandféreg (*Echinococcus granulosus*) (78. ábra), amely kutya- és macskafélék bélsatornájában él. Köztesgazdái növényevő emlősök vagy rágcsálók (ló, szarvasmarha, juh, kecske, sertés) és esetlegesen ember is. Lárvája a rívókatömlő (*hydatida*, *echinococcus*) a köztesgazda különböző szerveiben (főleg máj, tüdő, agy) telepszik meg, elnyomva az illető szervek szöveteit (lásd 74. ábra). A lárvaalak néha elérheti a gyermekfej nagyságot és a több kilogrammos súlyt. Az ember általában a kutyától fertőződik véletlenszerűen. Csak 3–6 mm hosszú, dajkáján négy szívókorong és horogkoszorú van. Összesen 3–4 ízből áll a sztrobila, az első ízek többé-kevésbé négyszögletesek, az utolsó a legnagyobb, ez ovális alakú.

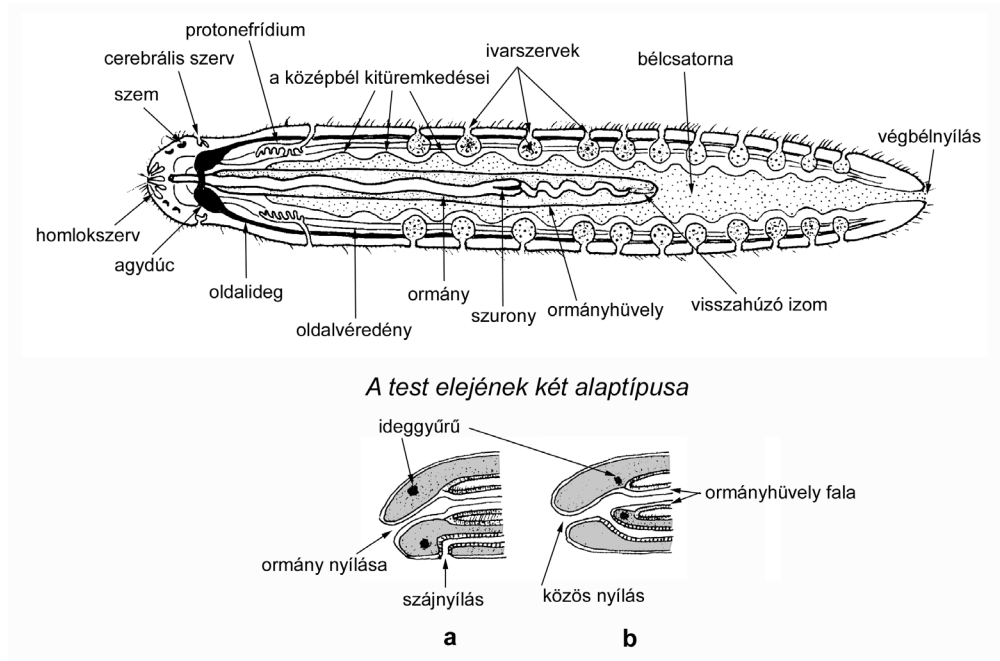
A LAPOSFÉRGEK TÖRZSFEJLŐDÉSE

A vérmétely (*Schistosoma haematobium*) petéit már egyiptomi múmiákban is kimutatták, ennél idősebb fosszilis leleteket laposférgek esetében azonban nehéz találni. Egyrészt a szabadon élők puha teste kőületképzésre alkalmatlan, másrészt a parazita csoportok esetében eleve a gazdaállat fosszilizálódása is szükséges, és még ebben az esetben is nagyon nehéz a paraziták kimutatása. A rendelkezésünkre álló molekuláris taxonómiai elemzések és a morfológiai adatok összehasonlítása során kidolgozott leszármazási kapcsolatok azt bizonyítják, hogy a laposférgek a kétoldalian részarányos testű gerinctelen állatoktól már viszonylag korán elkülönültek. A 18S rDNS és a Hox-gének molekuláris vizsgálata, valamint a petesejt barázdálódásának bizonyos, a gyűrűsférgekkel közös jellemzői alapján feltételezhető, hogy a laposférgek valamikor fejlettebb, valódi testüreggel és végbélnyílással rendelkező állatok lehettek, amelyek evolúciójuk során ezeket a tulajdonságaikat elveszítették, és bizonyos mértékig leegyszerűsödtek. Így magyarázható a bonyolult idegrendszer és érzőszervek jelenléte, valamint a szaporítókészülék nagyfokú fejlettsége a laposférgek esetében. Ez az elmélet csupán a bélüregnélküliek (*Ordo Acoela*) túlon túl egyszerű felépítését nem magyarázza kielégítően. A molekuláris vizsgálatok azonban arra is rávilágítanak, hogy a laposférgek törzse valójában nem monofiletikus egység, feltehetően pontosan a bélüregnélküliek csoportja alakult ki a többi laposféregtől teljesen függetlenül. A többi laposféreg csoport kialakulása és egymással való rokonsági kapcsolata még nem teljesen tisztázott, abban azonban ma már többnyire egyetértés alakult ki, hogy a parazita laposférgek, vagyis az Újhámúak (*Neodermata*) egyetlen jól körülhatárolható monofiletikus kládot alkotnak, míg a szabadon élő laposféregcsoportok egy kevésbé koherens rokonsági viszonyrendszert mutatnak. Az ágasbelűek (*Ordo Polycladida*) például az egyenesbelűekkel (*Ordo Macrostomida*) mutatnak közelebbi rokonságot, míg a hármabelű planáriák (*Ordo Tricladida*) viszonylag távol helyezkednek el ezektől a csoportoktól, az eddig rendelkezésre álló molekuláris bizonyítékok alapján.

A ZSINÓRFÉRGEK TÖRZSÉNEK (*PHYLUM NEMERTEA*) ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE ÉS EVOLÚCIÓS KAPCSOLATAIK. A FONTOSABB CSOPORTOK ISMERTETÉSE

A zsinórféreg kis- és közepes méretű állatok, 1 mm és 1 m között változó nagysággal, gyakran igen színesek. A *Linæus longissimus* kivételesen a 30 m-t is elérheti, de csupán 1 cm széles. Elsődlegesen tengeriek, aljzatlakók vagy a víztestben lebegők, de ismeretesek édesvízi és szárazföldi fajok is. Szinte kivétel nélkül ragadozók vagy dögevők. Közel 1400 fajukat írták le.

Külső hámrétegük csillós, néha nyálkapálcikákat (*rhabdit*) tartalmaz, alatta körkörös, hosszanti és ferde lefutású rostokból álló izomréteg található. Testüregüket parenchimasejtek töltik ki (79. ábra).



79. ábra. A zsinórféreg testének felépítése és a test elejének két alaptípusa: (a) az ormányhüvely és a bélcsatorna külön nyílik, illetve (b) közös nyílással rendelkeznek.

Emésztőcsatorna és táplálkozás. Elő-, közép- és utóbéllel egyaránt rendelkeznek. Szájnyílásuk a test elején található, izmos garatban folytatódik, ezt követi a középbél, amelyből általában páros vakbelek indulnak ki álszelvényezettséget képezve. A végbélnyílás csúcsállású. Jellemző szervük a test elején a bélüreg fölött, egy ún. ormányhüvelyben elhelyezkedő kiülthető ormány (*proboscis*), amely gyakran hosszabb mint maga a test. Az ormányhüvely nyílása többnyire a szájnyílás fölött található, ritkábban azonban az előbéllel kapcsolatos (79. ábra). Az ormányhüvely

izmos falának összehúzódása következtében az ormány kicsapódik a szabadba, visszahúzása specifikus visszahúzó izmok segítségével történik. Zsákmányolást és védekezést szolgál, ennek megfelelően csúcsán gyakran méregmirigyhez kapcsolódó szűrőserték (*stylet*) találhatóak.

Keringési készülék. Az állatvilágban itt alakul ki először a vérkeringési rendszer. A véredények a hosszanti mezodermális szövetből fűződnek le. Maga a keringési készülék két rugalmas falú oldaledényből áll, amelyek mélyen az izomréteg alatt helyezkednek el, és valószínűleg nem vesznek részt az oxigén szállításában. Elsődlegesen tápanyagelosztó szerepük van. A hosszanti ereket haránterek kapcsolják össze. Egyes fajoknál egy háti edény is megjelenhet. A vér folyadék vörös vagy zöld festéket tartalmaz.

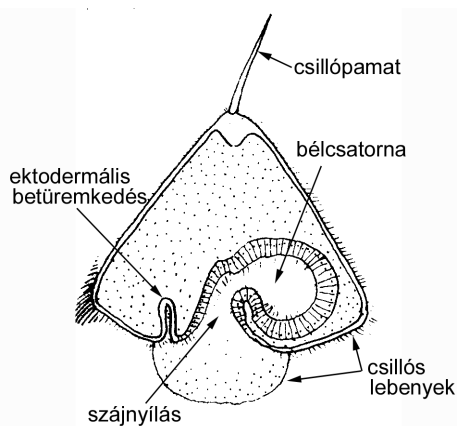
Kiválasztás és légzés. A protonefrídiumok lángzósejtjei a véredények falába ágyazódnak, 2–3 hosszanti kiválasztó csatornával állnak kapcsolatban. Légzőszerveik nincsenek, a légzés a testfalon keresztül történik.

Idegrendszer és érzékelés. A feji tájékon két pár, dorzális és ventrális idegdúc található, amelyet garatideggyűrű kapcsol a két hasi idegtörzshöz, gyakran azonban egy háti idegtörzs is megjelenik. Érzékszerveik elég kezdetlegesek. A zsinórférgeknél megtalálható, a fej két oldalán elhelyezkedő cerebrális szervek egyedülállóak az állatvilágban: idegi-, érző- és szekréciós funkcióval rendelkeznek, s a külvilággal csillós csatornán keresztül közlekednek. A test elején inverz szemek találhatóak és jellegzetes az oldalszerv, amely kémiai érzősejteket tartalmaz.

Szaporodás és egyedfejlődés. Többnyire váltivarúak, de az édesvíziek valamint egyes tengeriek is hímnősek. Ivarszerveik felépítése egyszerű: a herék, ill. a petefészkek a vakbelekkel váltakozva helyezkednek el, és külön-külön nyílnak a szabadba. Külső megtermékenyítéssel szaporodnak, csak kivételesen belső a megtermékenyítés. Fejlődésük általában közvetlen, de egyes tengeri fajoknál a sisaklárva (*pilidium*) is megjelenhet (80. ábra).

Rendszerezésük. Két osztályukat különítjük el, az árva és a szuronyos zsinórférgek csoportját.

Az **ÁRVA ZSINÓRFÉRGEK** osztálya (*Classis Anopla*) olyan fajokat tömörít, amelyek ormányán nincsenek szűrőtüskék. A szájnyílás közvetlenül az ún. agy alatt vagy mögött nyílik a hasi oldalon. A háti véredényük is hiányzik, vagy nem rendelkezik önálló fallal. Szemeik és oldalszerveik hiányozhatnak. Ide tartozik az óriás zsinórféreg (*Linnaeus longissimus*), az Atlanti-óceán európai partjainak lakója.



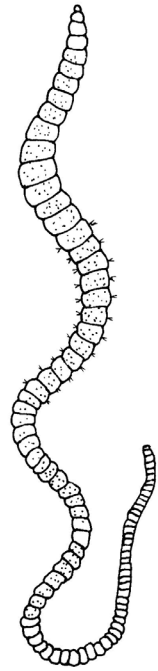
80. ábra. A zsinórférgek sisaklárvája

A **SZURONYOS ZSINÓRFÉRGEK** osztályába (*Classis Enopla*) tartozó fajok ormányán szűrőserték vannak, keringési rendszerük ugyanakkor szabályos. A szájnýílás az ormányhüvellyel közösen nyílik a test csúcsán. A Tiszában és egyéb folyókban, állóvizekben is előfordul a gráci zsinórféreg (*Prosoma graecense*). Az élősdí zsinórféreg (*Malacobdella grossa*) kagylók kopoltyúüregében él, azonban nem valódi parazita, hanem a vízárammal bekerülő planktonnal táplálkozik. Teste rövid, tapadókoronggal rendelkezik.

Törzsfelldésük. Fosszilis zsinórféregk mindezzidáig nem kerültek elő. Molekuláris és embrionális adatok alapján ősi testüreges, kétoldalian szimmetrikus állatoktól származhatnak, ahonnan a gyűrűsféregk is leágazhattak.

ELLENÖRZŐ KÉRDÉSEK

1. Röviden jellemezdd a kétoldalian szimmetrikus állatok szerveződdési típusait és evolúciós jelentőségét!
2. Röviden jellemezdd az ősszájúakat, és kialakulásuk jellegzetes lépéseit!
3. Foglald össze a laposféregk morfológiai jellegzetességeit és az életmóddfüggő fontosabb adaptációkat!
4. Jellemezdd a laposféregk bőrizomtömlőjét, és részletezdd az egyes típusokat!
5. Jellemezdd a laposféregk táplálkozását, a tápcsatorna részzeit és a fontosabb adaptációkat!
6. Jellemezdd a laposféregk kiválasztását, a kiválasztó készülék részzeit és a fontosabb adaptációkat!
7. Hogyan jellemezhető a laposféregk légzése és keringése?
8. Részletezdd a laposféregk idegrendszerének alakulását az egyes csoportoknál!
9. Az érzékelésnek milyen szervi alapjait lehet elkülöníteni a laposféregknél?
10. Részletezdd a szabadon élő laposféregk szaporodását, szervi háttérét, ez esetben hogyan történik az embrionális fejlődés?
11. Részletezdd az élősköddő laposféregk szaporodását, szervi háttérét!
12. Milyen lárvatípusokat lehet elkülöníteni a szívóféregk esetében, és hogyan általánosítható a fejlődési ciklusuk!
13. Milyen lárvatípusokat lehet elkülöníteni a galandféregk esetében, és hogyan általánosítható a fejlődési ciklusuk?
14. Nevezdd meg a zsinórféregk fontosabb morfológiai és anatómiai jellegzetességeit!



11. Gyűrűsférgek

A gyűrűsférgek törzsének (*Phylum Annelida*) általános jellemzése. Metamerizáció és tagmatizáció

A soksertéjű gyűrűsférgek osztályának (*Classis Polychaeta*) általános jellemzése és rendszerezése

Egy különleges csoport: a tapogatószakállasok családja (*Familia Siboglinida = Pogonophora*)

A nyeregképzők osztályának (*Classis Clitellata*) általános jellemzése

A kevésertéjűek alosztályának (*Subclassis Oligochaeta*) rendszerezése – csővájó férges és gilisztafélék

A piócafélék alosztályának (*Subclassis Hirudinea*) rendszerezése

A gyűrűsférgesek törzsfejlődéstani kapcsolatai

Ellenőrző kérdések

A GYŰRŰSFÉRGEK TÖRZSÉNEK (*PHYLUM ANNELIDA*) ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE. METAMERIZÁCIÓ ÉS TAGMATIZÁCIÓ

A gyűrűsférgek tengerekben, édesvizekben és nedves, szárazföldi környezetben élnek. Formagazdag csoport, kb. 15000 ma élő fajjal (6. szövegdoboz). Változatos ökológiájú és viselkedésű képviselőket tömörít, lehetnek szabadon úszók vagy aljzaton élők, talajlakók vagy jellegzetes, maguk készíttette lakócsövekben élők. Más állatfajokkal parazita, mutualisztikus vagy kommenzalista kapcsolatokat is kialakíthatnak. A szabadon élők lehetnek üledékevők, szűrőgetők, növényevők vagy ragadozók, a maguk során ugyanakkor számtalan más állat táplálékául szolgálnak. A földigiliszták talajjavító tevékenysége jelentős, hisz a járatokat készítő fajok tevékenységük során a talajt vagy a vízi üledéket szellőztetik és keverik. Az üledékevő fajok több ezer tonna üledéket áramoltatnak át a tápcsatornájukon életük során, így szerepük jelentős a talaj összetételének kialakításában.

6. szövegdoboz. A puhatestűek rendszerezése

Gyűrűsférgek törzse (*Phylum Annelida*)

1. Soksertéjűek osztálya (*Classis Polychaeta*)
 - a.) Capitellidae rend (*Ordo Capitellidae*)
 - b.) Chaetopteridae rend (*Ordo Chaetopteridae*)
 - c.) Palolo-féreg alkatúak rendje (*Ordo Eunicida*)
 - d.) Cirratulida rend (*Ordo Cirratulida*)
 - e.) Korongférgek rendje (*Ordo Myzostomida*)
 - f.) Ophelida rend (*Ordo Ophelida*)
 - g.) Spionida rend (*Ordo Spionida*)
 - h.) Orbiniida rend (*Ordo Obiniida*)
 - i.) Oweniida rend (*Ordo Oweniida*)
 - j.) Phyllodocida rend (*Ordo Phyllodocida*)
 - k.) Sabellida rend (*Ordo Sabellida*)
 - l.) Terebellida rend (*Ordo Terebellida*)
2. Nyeregképzők osztálya (*Classis Clitellata*)
 - 2.1. Kevéssertéjűek alosztálya (*Subclassis Oligochaeta*)
 - a.) Mocsári gilisztafélek rendje (*Ordo Lumbriculida*)
 - b.) Moniligastrida rend (*Ordo Moniligastrida*)
 - c.) Haplotaxida rend (*Ordo Haplotaxida*)
 - 2.2. Piócaalkatúak alosztálya (*Subclassis Hirudinea*)
 - a.) Piócaagiliszták rendje (*Ordo Branchiobdellidae*)
 - b.) Sertéspiócák rendje (*Ordo Acanthobdellidae*)
 - c.) Valódi piócák rendje (*Ordo Hirudinida*)
 - c.1. Ormányos piócák alrendje (*Subordo Rhynchobdellae*)
 - c.2. Garatos és állkapcsos piócák alrendje (*Subordo Arhynchobdellae*)

Testalak és testszerkezet. A gyűrűsférgek nevükhöz méltóan szelvényezett, megnyúlt testtel rendelkeznek, amelynek felszínén gyakran kitines serték is találhatóak. Valódi testüreggel rendelkező ősszájúak, zárt keringési készülékkel és igen fejlett idegrendszerrel rendelkeznek.

A gyűrűsférgek egyik legfontosabb jellemvonása a szelvényezettség (*metamerizáció*) (134. ábra). A gyűrűsférgek többségénél a szelvények nagy része egyforma vagy erősen hasonlít egymáshoz, ezek az állatok egynemű szelvényezettséget (*homonom metaméria*) mutatnak. A fejlettebb fajok szelvényei nagymértékben különbözhetnek egymástól, sokszor testtájakat hozva létre (*heteronom metaméria*). A szelvényezettség nemcsak a külső gyűrűzottságban, hanem a belső szervek szelvényenként ismétlődő elrendeződésében is megnyilvánul. Ilyen értelemben minden szelvénynek saját keringő-, kiválasztó- és idegi képlete van. A szelvényezettség jelenléte alapjában befolyásolta a gyűrűsférgek felépítését. A szelvényes felépítéshez két elsődleges funkció társult: az izmok rugalmas alátámasztása és az eredményes mozgás, melynek feltétele a testüreg tagolt szerkezete és a testfal izmainak sajátos elrendeződése (134. ábra).

Az embrionális fejlődés során a testüreg a tömör mezoderma tagolódásával alakult ki az ektoderma és az entodermális tápcsatorna két oldalán. A testüreg növekedésével kettősfalú sövények (*septum*) révén kisebb üregekre tagolódik, a hasi és háti oldalon pedig bélfodri redő (*mezentérium*) kapcsolódik a tápcsatornához (134. ábra). Az izmok hasonló módon, a mezodermasejtek tömegéből fejlődnek ki minden szelvényben. A körkörös izmok az epidermisz alatt, míg a hosszanti izmok a körkörös izmok alatt helyezkednek el. Emellett egyes gyűrűsférgekben kialakulhatnak haránt lefutású (pl. soksertéjű gyűrűsférgek) vagy hát-hasi izmok (pl. piócák).

A testüreg és izomzat szelvényes szerkezete hidrosztatikus vázként működik, változatos mozgást és eredményes alátámasztást tesz lehetővé, amelyek hiányoznak a szelvényezett szerkezetet nem mutató, hidrosztatikus vázzal rendelkező állatok esetében. Egyes szelvények a szomszédos szelvényektől függetlenül ellenőrizhetők, mások izomzata egymással antagonista működést folytat. Bizonyos szelvények önállóan változtathatják alakjukat. Mindezek lehetővé teszik a jellegzetes úszó, mászó és fúró mozgások megjelenését a gyűrűsférgeknél.

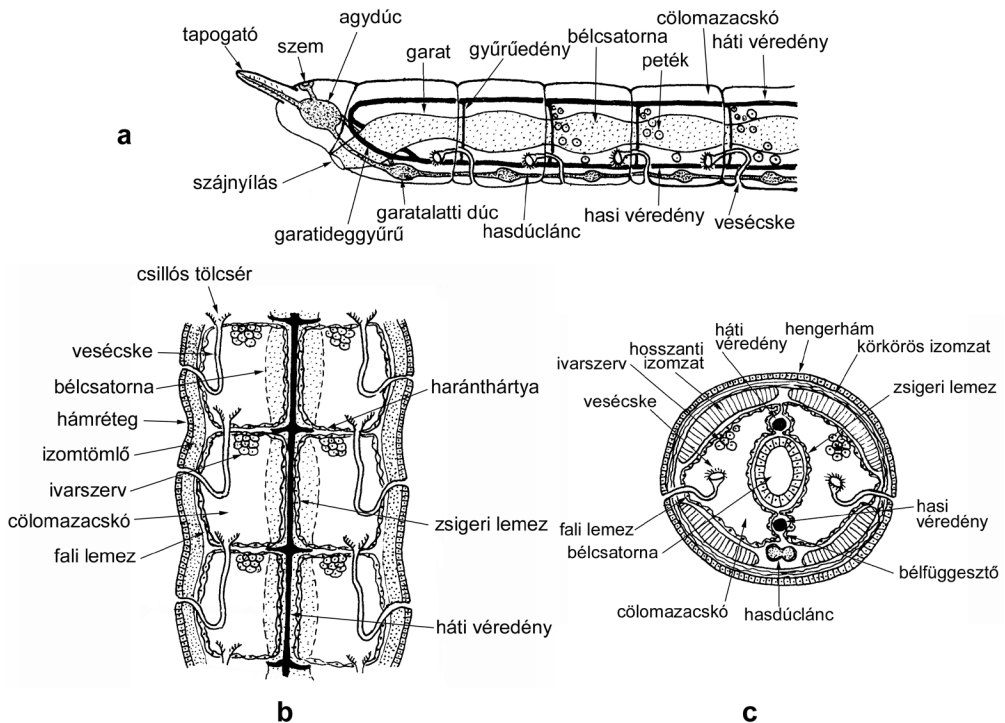
A szelvényezettség második jelentős előnye a sérülések hatásának minimalizálása. Ha egy vagy néhány szelvény megsérül, a szomszédos szelvények, amelyek sövények által elszigeteltek, majdnem normális működést mutatnak, így a szervezet túlélési esélyei jelentősen nőnek a nem szelvényezett lényekhez képest.

A harmadik evolúciós előny az, hogy a szelvényezettség lehetővé tette a test bizonyos területén a szelvények módosulását bizonyos tevékenységek elvégzésére, mint a táplálkozás, helyváltoztatás és szaporodás. A szelvényes állatok testének testtájakra tagolódása a *tagmatizáció*, amely leginkább az ízeltlábúakban teljesedett ki az evolúció során, de már a soksertéjű gyűrűsférgeknél is megjelenik.

A gyűrűsféreg teste fejlebenyből (*prostomium*), szelvényezett törzsből (*soma*) és farktájékból (*pygidium*) épül fel. A fejlebeny és a hozzá csatlakozó egy vagy több törzsi szelvényből fejtájék jöhet létre (pl. soksertéjű gyűrűsféreg).

A gyűrűsféregek testfalát jól fejlett bőrízomtömlő alkotja. Az egyrétegű hám lehet csillós vagy kutikulával borított. A hámsejtek között sok mirigysejt található. A hámsejtek alatt kialakuló izmok körkörös és hosszanti, néha harántlefutásúak, de hátsági izomrétegek is létrejöhetnek.

Valódi testüreggel rendelkeznek, általában minden szelvényben páros cölomazacskók vannak, amelyek falát mezodermás eredetű vékony hártya (*peritoneum*) határolja. A testüreg falának testfal felé eső részét fali lemeznek (*somatopleura*), a bélcsatorna felőli részét béllemeznek (*splanchnopleura*) nevezzük (134. ábra). A bélcsatorna fölött és alatt a falilemezt a béllemezzel a bélfüggeszítő vagy bélfodor (*mezentérium*) kapcsolja össze. A szomszédos szelvényeket elválasztó haránthártyák az ún. *diszsepimentumok*. Egyes csoportoknál a bélfodri redők eltűnnek, ekkor a jobb és baloldali cölomazsák összeolvad, vagy szélsőséges esetben (pl. piócák) a testüreg összefüggő lakúnarendszerre redukálódik. A másodlagos testüregtet folyadék tölti ki.



134. ábra. Egy gyűrűsféreg szervezete vázlatosan: (a) oldalnézet, (b) felülnézet és (c) keresztmetszet.

Emésztőkészülék. A bélsatorna egyenes lefutású cső (134. ábra), az előbél tagolódhat, ekkor garat, nyelőcső és begy különül el, míg a középbélben a szelvényhatároknak megfelelően harántbefűződések lehetnek, illetve néha páros vakbélnyúlványok is kialakulhatnak.

Kiválasztás. A kiválasztás szervei a szelvényenként ismétlődő páros vesécskék (*metanefridium*) (134. ábra). Kezdeti szakaszukon csillós tölcser (*nefrosztóma*) található, amely a testüregbe nyílik. A tölcser egy kiválasztó csatornával folytatódik, ez áttöri a diszepimentum falát, és a következő szelvényen nyílik a szabadba. A kiválasztócsatorna végső szakasza kitágulhat és húgyhólyagot alakíthat ki. Gyakran a vesécskék az ivartermékek eltávolításában is közrejátszanak, ez esetben *mixonefridium*ról beszélünk. A primitív gyűrűsférgek még elővesécskével (*protonefridium*) rendelkeznek.

Légzés és keringés. A gyűrűsférgek többségénél bőrlégzést találunk, a hámrétegben gazdag hajszálérhálózat van. Egyeseknél a testfal kitüremkedik, s így szelvényenként páros kopolyúk is megjelenhetnek. Keringési készülékük zárt, központi része a háti és hasi oldalon futó háti és hasi véredény (134. ábra); az előbbiben a vér előre, az utóbbiban hátrafele áramlik. A hosszanti edényeket gyűrűedények kapcsolják össze, belőlük a testfal és tápcsatorna felé gazdagon elágazó és fokozatosan vékonyodó véredek indulnak ki. A legvégső hajszálerek a szövetekhez szállítják a tápanyagokat és az oxigént. A vér többnyire piros színű és hemoglobint tartalmaz.

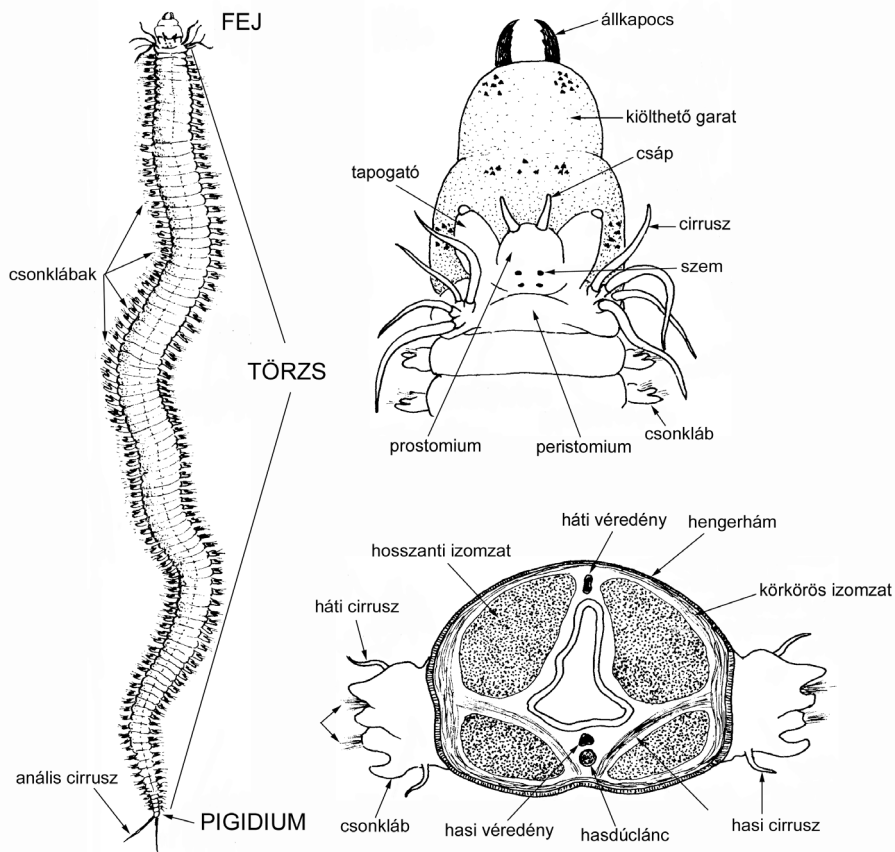
Idegrendszer. Jellegzetes kötélhágcsós szerkezetű idegrendszerrel rendelkeznek. Részei a garat fölött elhelyezkedő páros agydúc, a garatideggyűrű és a hasdúclánc (134. ábra). A hasdúcláncot szelvényenként ismétlődő dúcpárok alkotják. Egy szelvényen belül a jobb és baloldali idegdúcot harántidegek (*comissura*), míg a szomszédos idegdúcokat a hosszanti idegek (*connectivum*) kötik össze. Gyakran a dúcpárok összeolvadnak, ekkor a harántidegek is eltűnnek.

Érzékszervek. Nem rendelkeznek sajátos érzékszervekkel. Az élősködő és rögzített életmódot folytató fajoknál az érzékszervek a szabadon élő fajokhoz képest fejletlenebbek. Egyszerű szemeik vannak, tapintó és kémiai érzékelésük fejlett. Néha helyzetérző szerveket is találunk.

Szaporodás és egyedfejlődés. Váltivarúak vagy hímnősek. A primitívebb csoportoknál az ivarmirigyek a diszepimentumok falában jönnek létre, az ivarsejtek gyakran a testüregbe kerülnek, ahonnan a vesécskék gyűjtik össze. A specializáltabb formáknál (pl. giliszták, piócák) a szaporítókészülék saját elvezető csatornával és járulékos szervekkel rendelkezik. A tengeri fajok fejlődése csillókoszorús lárva révén történik. A szárazföldi és élősködő fajok fejlődése közvetlen. A megtermékenyített petesejt spirálisan barázdálódik. Testüregük a laposférgék hasítékcölömájára vezethető vissza, a másodlagos testüreg teloblasztikus úton jön létre.

A SOKSERTÉJŰ GYŰRŰSFÉRGEK OSZTÁLYÁNAK (*CLASSIS POLYCHAETA*) ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE ÉS RENDSZEREZÉSE

Többnyire tengeri, 5–10 cm hosszú állatok, több mint 10000 fajjal a gyűrűsférgek legnagyobb csoportját képezik. A soksertéjűek változatos élőhelyekhez alkalmazkodtak, vannak talaj- és iszaplakók, kövek, kagylóhéjak tetején vagy korallzátonyok üregeiben élők. A soksertéjűek egy jellegzetes csoportja védelmet nyújtó lakócsövet épít maga által kiválasztott nyálkás anyagból vagy összecementezett apró homokszemcsékből. Életmódjuk szerint tehát lehetnek helytülő csótlakók (*Sedentaria*), illetve szabadon élők (*Errantia*), amelyek a tengerfenéken csúszkálnak vagy úsznak, vagy csupán alkalmilag húzódnak be a csöveikbe.

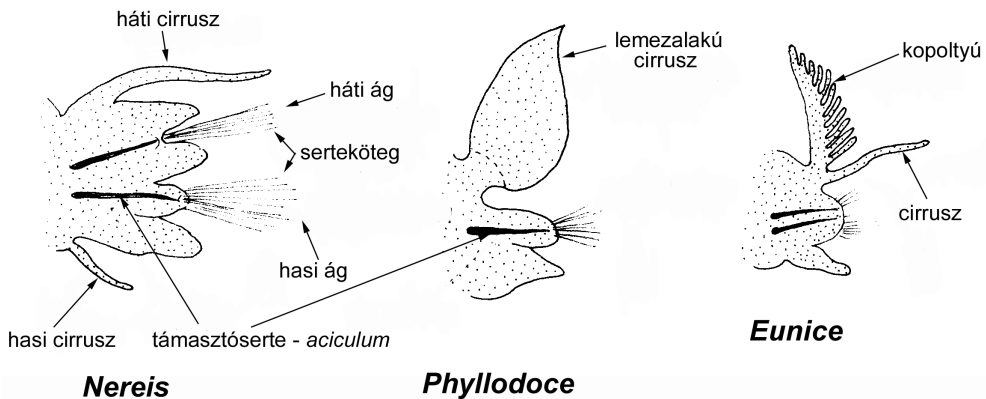


135. ábra. A *Nereis diversicolor* habitusa, a test elülső részének felépítése kitüremkedett garattal és keresztmetszete.

Testalak és testfelépítés. A soksertéjűek a legdifferenciáltabb testfelépítésű gyűrűsférgek, heteronóm szelvényezettsgűek (135. ábra). Megnyúltak, hengeresek. Fejük határozottan elkülönül a testtől, rajta fejlett érzékszervek vannak. A fej két

részből áll, az ún. fejlebenyből (*prostomium*) és a szájnyílást körülvevő *peristomium*-ból (135. ábra). A szabad életmód, az aktív helyváltoztatás és a táplálék keresése egyes csoportoknál fejlett érzékszervek megjelenését eredményezte a fejtájékon. A prostomiumon egy pár csáp (*antenna*), egy pár zömök tapogató (*palpus*), két pár szem és egy pár szaglógödör, a peristomiumon pedig a csonklábakból módosult négy pár tapogatókacs (*cirrus tentacularis*) található. A szájnyílás a peristomium ventrális oldalán található. A test egy erősen módosult megnyúlt anális szelvényben, a *pigidium*-ban végződik, amelyről hosszú tapogatókacsok, *anális cirrusz*-ok erednek. A *pigidium*on található a végbélnyílás is (135. ábra).

A fej és az anális testvég között változó számú (10–30), egyforma törzsi szelvény található. Testfelszínükön különböző, szelvényesen elhelyezkedő függelékek lehetnek (kopolytűk, tapogatók, serték), ezek közül legjellegzetesebb a csonkláb (*parapodium*) (134–136. ábra). Valószínű, hogy ilyen *parapodium*ból fejlődhetett ki később a pókok, rákok, rovarok ízelt lába. A csonkláb a testfal kitüremkedése, amelyet saját kiegyénuült izomzat mozgat. Nagyszámú sertét visel. Alapi része egy dorzális (*notopodium*) és egy ventrális (*neuropodium*) ágra válik, ezek hossz tengelyében egy-egy erős támasztóserte (*acicula*) található. Az ágak vége osztott és innen serték (*chaeta*) merednek kétoldalra. Mind a felső, mind az alsó ágról egy-egy fonalszerű tapogatókacs, a *dorzális és ventrális cirrusz* ered. Gyakran a dorzális cirrusz kopolytűvé alakul (136. ábra).



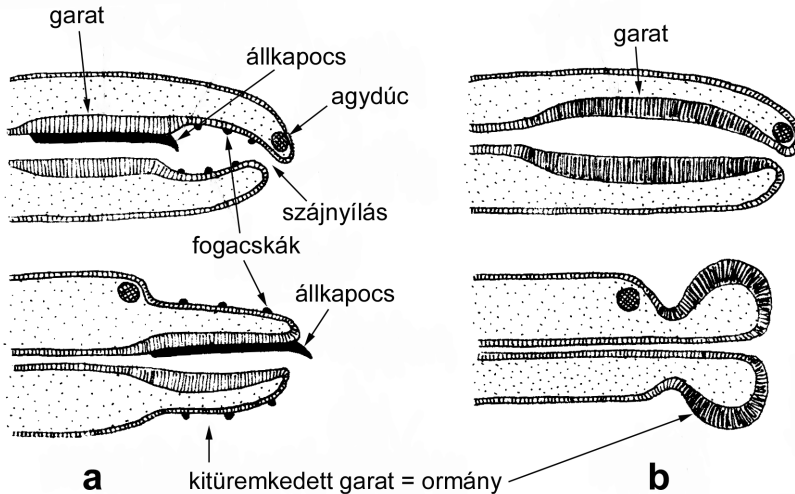
136. ábra. A csonkláb különböző formái soksertéjűeknél: *Nereis* sp., *Phyllodoce* sp. és palolo féreg (*Eunice viridis*) esetében.

Bőrizomtömlő, testüreg és mozgás. A testet egyrétegű kutikuláris hám borítja. Az egyrétegű epidermiszben fehérje és nyálkatermelő mirigyek vannak, váladékuk védi és síkossá teszi a testfelszínt, szerepe van a lakócsövek, járatok falának kibélelésében is. Néhány soksertéjű a test felszínén világító nyálkás folyadékot termel.

A soksertéjű gyűrűsférgекnél csak a körkörös izomréteg egységes, a hosszanti izomzat négy kötegre tagolódik (lásd 135. ábra). A testfal izomzatában csonklábakhoz futó átlós izmok és a sertéket mozgató előre- és hátrahúzó izmok különülnek el. A

soksertéjűek a bőrizomtömlő izmai és a csonklábak segítségével mozognak. Számos faj képes az aljzaton lépegetni vagy úszni. A mozgás alapja, hogy minden szelvényben a négy kötegbe rendeződött hosszanti izmok egymással ellentétes működésűek, ennek következtében a test kigyózó mozgást végez. A csonklábak evezőszerűen működnek, egyazon szelvény jobb és baloldali parapodiuma ellentétesen mozog. Amíg az egyik oldali csonkláb széttárt sertékkal hátrafelé csap és előrehajtja az állatot, addig a másik összehúzott sertékkal kiindulási helyzetbe tér vissza. Egyes szabadon élő gyűrűsférgék az aljzaton lassú kigyózó mozgással haladnak, azonban az üldözők elől menekülve a csapásszámot növelik, s úszni kezdenek, mozgásuk alapjellegét megtartva. A talajlakó soksertéjűek a homokban vagy iszapban a testük perisztaltikus összehúzódásával haladnak, ugyanakkor az iszapot a tápésatornájukon átáramoltatva a szerves anyagokat hasznosítják, amíg az emészthetetlen anyagok a végbélnyíláson át távoznak.

Táplálkozás és az emésztőkészülék. A soksertéjű gyűrűsférgék közül egyesek ragadozók vagy mindenevők pl. más férgeket, ízeltlábúakat, szerves hulladékot, algákat fogyasztanak. Emésztőkészülékük többnyire egyenletes, kanyarulatok nélküli cső, amely elő-, közép- és utóbélre tagolódik. Előbelük a táplálék megtartására és lenyelésére specializálódott. Szájüregük apró kitinifogacskákkal bélelt bukkális tömlő, amelynek mélyén, a garattal határos szakaszon rejtőznek a zsákmány megragadására szolgáló fogak vagy állkapcsok. Táplálkozásakor az állat kifordítja egész szájüregét, s a garatot maga előtt tolva fokozatosan kifordítja a bukkális tömlőt. Az eredmény, hogy az eddig rejtve ülő fogak a kifordult bukkális tömlő, ún. ormány (*proboscis*) csúcsáról merednek előre (137. ábra).



137. ábra. A garat szerkezete soksertéjűeknél: (a) garat állkapoccsal és (b) állkapocs nélkül

A ragadozó soksertéjűek nem keresik aktívan a zsákmányt, hanem lakócsöveikből vagy a korallzátony repedéseiből az arra haladó áldozatokat előtestük gyors kilövellésével

ejtik el. A zsákmány megragadása után a garatizmok visszahúzzák a test belsejébe az ormányt, visszatürve a bukkális tömlőt, s a fogak által megragadott táplálék az izmos falú garaton (*pharynx*) át a nyelőcsőbe jut. A nyelőcsőnek táplálékraktározó szerepe van, ezért begynek is nevezik. A nyelőcsőhöz kivezetőcsöveivel egy pár nyálmirigy kapcsolódik. Egyes fajok méregmiriggyel is rendelkeznek, a kiválasztó csatorna a fogak tövében nyílik. Mások növényevők vagy törmelékfogyasztók, a táplálékot fogaikkal aprítják fel. Az üledékfalók (pl. csaliféreg – *Arenicola marina*) az üledéket lenyelik, így hasznosítják annak szerves összetevőit.

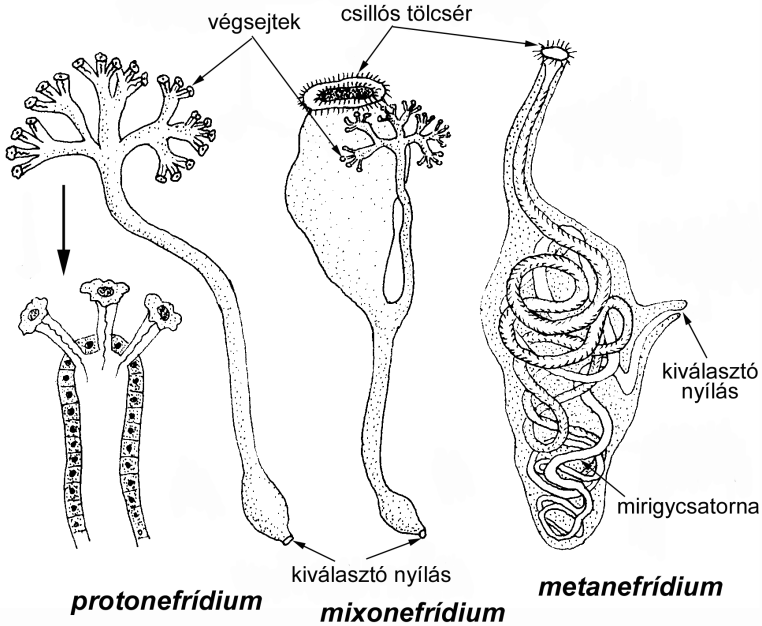
A legtöbb lakócsövet képző faj szűrőgető. Ezek a fajok kiölthető ormánnyal nem rendelkeznek, ellenben kialakul a szájnyílás körül egy jellegzetes spirális vonalban fejlődő tapogatókoszorú, a tapogatókon csillós oldalágak vannak, melyek kiszűrrik az apró törmeléket és a száj irányába továbbítják. Egy tipikus szűrőgető, a *Chaetopterus* U alakú lakócsőben él és nyálkát választ ki, amely az 1 mikronnál kisebb szerves anyag törmeléket begyűjti, a 14-től a 16-ig terjedő szelvény csonklábai kacsokká módosultak, amelyek a vízáramot keltik. Ha begyűlt elegendő törmelék, a száj előtti nyálkatömeget az állat egyszerűen lenyeli.

A középbél egyszerű cső, a tápcsatorna hámja emésztőenzimeket termel, s a felszívás is itt történik. A bélső az utóbéllel zárul, a salakanyagok pedig a végbélnyíláson keresztül távoznak. Egyes csövekben, járatokban élő gyűrűsféreg anális testvégüket kitolják a csőből, így ürítik ki a salakanyagokat, védve a lakócső tisztaságát.

Kiválasztás. A soksertéjűek, mint a legtöbb gyűrűsféreg, ammóniát választanak ki, mely gyorsan távozik a testfalon keresztül. A kiválasztószervek aktivitása leginkább a vízháztartás és az ionegyensúly megtartására korlátozódik. Általában a tengeri soksertéjűek, ha igen híg tengervízbe kerülnek, elpusztulnak a nagyfokú vízbeáramlás és a nagymértékű ionvesztés következtében. Az ozmoreguláció eredményesség válása csupán néhány soksertéjű faj esetében valósult meg, amelyek ilyen módon meghódíthatták az édesvizeket is.

A soksertéjűeknél a kiválasztószervek két típusát találjuk: a primitívebb *protonefrídium*-ot, valamint a belső környezet állandó összetételét hatékonyabban biztosító, szelvényesen elhelyezkedő vesécskéket (*metanefrídium*), amelyek a másodlagos testüregből nyílnak (138. ábra). A metanefrídium tipikus szelvény szerv, néhány elülső és hátsó testszelvényt leszámítva, minden szelvényben párosával helyezkedik el. A protonefrídiumtól eltérően, a testüregbe nyíló csillós tölcsérről (*nefrosztóma*) kezdődik, majd egy erősen felcsavarodott és differenciált kanyarulat csatornában (*tubuláris szakasz*) folytatódik. A metanefrídiumban a csillós tölcséren keresztül filtráció révén a testfolyadékot a csatorna belsejébe továbbítja, amely csaknem teljes hosszában csillós sejtekkel védett. A cső utolsó szakasza csillómentes gyűjtőcsatorna, és a neuropodiumok tövében kiválasztónyílással (*nefridiopórus*) nyílik a szabadba (138. ábra). Egyes fajoknál a metanefrídium összeköttetésben van az ivarsejteket befogadó genitális tölcsérről és egy speciális húgy-ivarvezeték hoz létre. Ez az ún. *mixonefrídium* (138. ábra). Ebben az esetben az ivertermékek a

kiválasztási termékekkel közös kivezetőcsövön ürülnek ki. Más soksertéjűek sajátos kiválasztó sejtekkel, ún. *kloragogén* sejtekkel rendelkeznek, ezek a tápcsatorna mentén helyezkednek el.



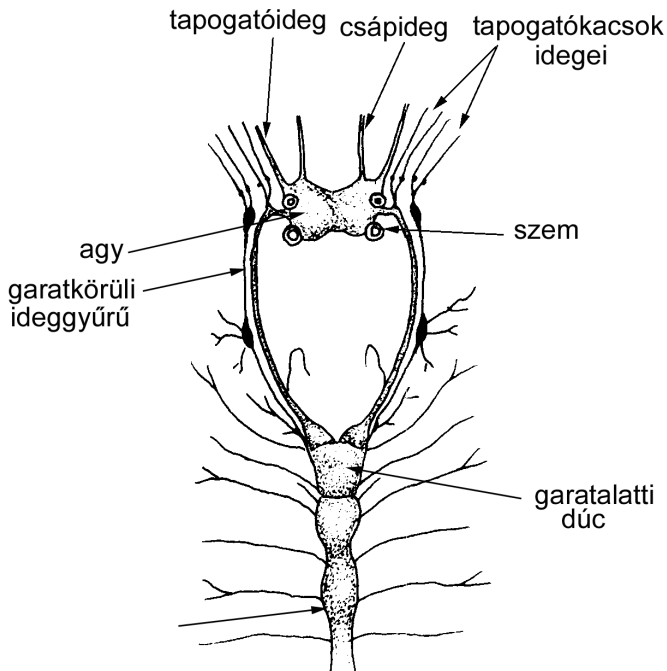
138. ábra. Kiválasztószervek a soksertéjűeknél

Légzés és keringés. A tengeri, kopolyúval nem rendelkező soksertéjűeknél a gázcsere a vékony kutikulával borított bőrön keresztül, diffúzióval történik. Ebben a folyamatban alapvető szerepe van a csonklábak sűrű érhálózatának, az oxigén így az erek falán át jut a vérbe, míg a széndioxid útja ellenkező irányú. A csonklábakon megjelenő kopolyúk a diffúzió felületét növelik (lásd 136. ábra).

A gyűrűsféregknél zárt érrendszert találunk. A vér saját fallal rendelkező véredényrendszerben kering, amelyen lüktető ereket találunk, ezek a falukban elhelyezkedő simaizomrostok segítségével rendszerint egyirányú perisztaltikus összehúzóással továbbítják a vért, illetve a hemolimfát. A keringés iránya meghatározott: a lüktető dorzális vérerben hátulról előre, míg a hasdúcánc feletti ventrális edényben elülről hátrafelé áramlik a vér. A törzsi szelvényekben a véredényrendszer bizonyos elemei ismétlődnek (bélfali és testfali edények, csonklábak erei), ezek látják el az adott szelvényeket és a szelvényeserveket vérrel. A vér vörös színe a plazmában oldott vörös vérfestéktől (*erythrocrurin*) származik, alakos elemei a gömbölyű vörsejtek, amelyek leginkább a gerincesek fehérvörsejtjeire hasonlítanak.

Idegrendszer. Az idegrendszer fejlettsége nagymértékben függ az egyes gyűrűsféregcsoportok érzékszerveinek fejlettségétől és az életmódjuktól. Az

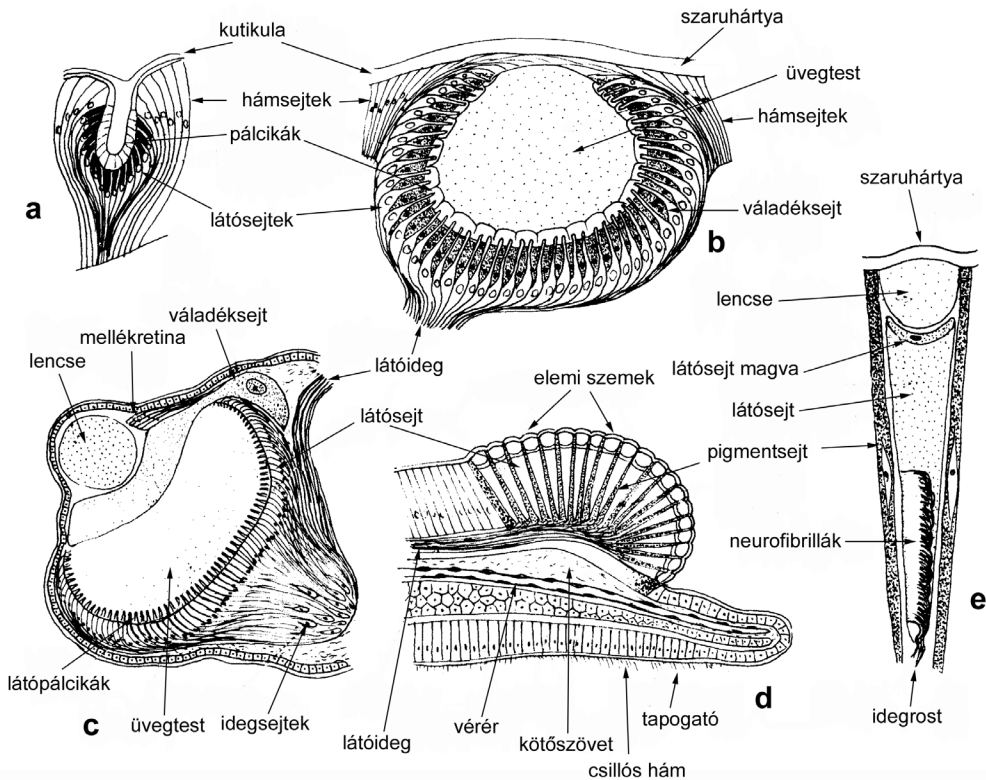
idegrendszer centralizált, központi (agydúc és hasdúclánc) és perifériás részre osztható (139. ábra). A *hasdúclánc* szelvényesen elhelyezkedő, jól fejlett, páros dúcokból áll (139. ábra). Az agydúcot kivéve az egész központi idegrendszer a bélcső alatt helyezkedik el. A gyűrűsférgek agydúcai nem tekinthetők homogén képződményeknek. A különböző csoportoknál más-más fejlődési fokot ért el az agyganglionok differenciálódása. A primitív gyűrűsférgekben csak jelentéktelen a fejlődés a laposférgekhez vagy hengerférgekhez képest. A fejlett soksertéjűekben azonban már erősen lebonyolult, bonyolult szerveződésű agydúcokat találunk. Minden gyűrűsféreg agyára nézve közös vonás ugyanakkor a garat feletti páros dúc jelenléte, a garat körüli komisszurák és az ugyancsak páros garat alatti dúcok megléte. Ez utóbbiak egyben a hasdúclánc első ganglionja (139. ábra). Mindezek ellenőrzésük alatt tartják a hasi dúcokat, valamint a perifériás hálózatot. A soksertéjű férgek lebonyolult agydúcaiban ugyanakkor már a gerinctelenek magasabb agyi funkcióira jellemző nyeles testek (*corpora pedunculata*) is megtalálhatók, de csak azon fajoknál, amelyek kutikuláris szemmel rendelkeznek. A *Nereis* agydúcainak kiirtása után nem táplálkozik, nem fúrja a talajt, ugyanakkor hiperaktív lesz és elveszíti a fény- és vegyi érzékenységét. Mindez jól illusztrálja az agydúcok sokrétű és fontos szerepét a gyűrűsférgeknél. A szelvénydúcok az egyes szelvények úszó- és mászómozgásait koordinálják. A hasi idegek a rövid idegrostok mellett, amelyek a dúcokat kapcsolják össze, óriásrostokat is tartalmaznak, amelyek a védekező és menekülő mozgásokat irányítják.



139. ábra. A *Nereis diversicolor* idegrendszerének elülső része

Érzékszervek és érzékelés. A soksertéjűek érzékszervei változatosak, egyes csoportoknál igen fejlettek lehetnek. A mechanikai és vegyi érzékelés szervei a test függelékai, a serték, a csápok és a tapogatók, ezek a test elülső részén szagló- és ízlelőszervként is működhetnek. Jellemző kemoreceptor az ún. *nukális szerv*, a feji tájék két oldalának jellemző csillós barázdái, amelyeket a garatfeletti ductól jövő idegek hálóznak be, és a táplálék jelenlétét érzékelik. A helyzetérzőszervek szintén a fejen helyezkednek el

A tulajdonképpeni fényfelfogó receptorok szerkezete és működése csoportonként és fajonként igen változatos képet mutat, főleg a ragadozó fajoknak igen jól fejlett ocelluszai vannak. Ezek a fotoreceptorok serleg- vagy hólyagalakú szemek (140. ábra). Lényeges komponenseik a fényáteresztő lencse, az üvegtest és a pigmentrögöket tartalmazó fényérzékeny neuronok rétege. A fény beesési irányához viszonyítva a gyűrűsférgék szeme lehet *invertált* (*inverz*) és *evertált* (*everz*). Az invertált szem esetében a fényérzékeny sejtek rétege a fénnel ellentétes irányba mutat. Az evertált szemek esetében a fényérzékeny receptorsejtek közvetlenül a felületen helyezkednek el, s a fény közvetlenül a felvevőstruktúrára vetődik.

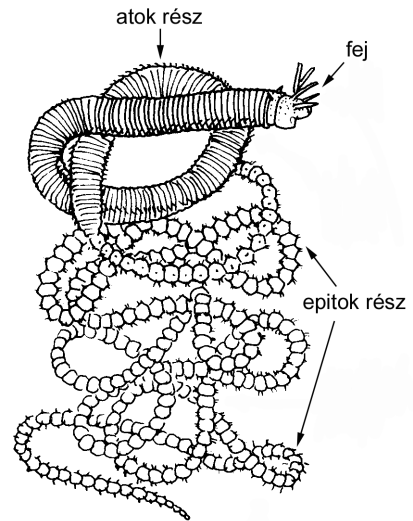


140. ábra. Szemtípusok a soksertéjű gyűrűsférgeknél: (a) *Ranzonia sp.* serlegszeme, (b) *Nereis diversicolor* hólyagszeme, (c) *Vanadis sp.* szeme, (d) *Branchioma sp.* összetett szeme, (e) az összetett szem egy eleme

Biolumineszcencia. Egyes soksertéjűek képesek a fényképzésre. Például a világítóféreg (*Chaetopterus variopedatus*) esetében a fénykibocsájtó sejtek nyálkasejtekkel együtt a hipodermiszben helyezkednek el, s világító váladékukat különböző környezeti ingerek hatására ürítik a testfelszínre. A fénykibocsájtás az orális végen kezdődik s hullámszerűen terjed a kaudális testvég felé.

Szaporodás és egyedfejlődés. A tengeri soksertéjű gyűrűsféregek általában váltivarúak, az édesvíziek és a szárazföldiek hímnősek. Egyes fajok ivartalan úton, osztódással, bimbózással is szaporodhatnak, általában elég jó regenerációs képességgel rendelkeznek, mint például az elágazó féreg (*Syllis ramosa*) vagy a szétváló féreg (*Autolytus prolifer*).

A soksertéjű gyűrűsféregek ivarszervei csak szaporodási periódusban jelennek meg a test hátsó szelvényeiben. A test ivarszerveket nem tartalmazó elülső (*atok*) vége változatlan marad, míg a hátsó, ivaros (*epitok*) szelvények bőrizomtömlője elvékonyodik (141. ábra), a csonklábakon lévő függeléknek indulnak és úszó szerkezetekké alakulnak. Ezek a példányok a tenger fenekéről felemelkednek a víz felszínére, ahol a testfal felrepedése után az ivarsejtek kirajzanak. Más esetben a két testtájék szétválik és csak az epitok emelkedik a víz felszínére, az atok az aljazaton marad és regenerálja az elveszített részt.



141. ábra. A palolo féreg (*Eunice viridis*) felépítése: epitok és atok testrész

A gonádok (petefészkek és here) a testfalhoz tapadnak, így az ivarsejtek a gonádokból előbb a testüregholyadékba jutnak, ahonnan önálló ivarjáratokon, vagy a mixonefrídium révén kerülnek a szabadba. A megtermékenyítés többnyire külső, de előfordul párzással egybekötött belső megtermékenyítés is, a lárva kifejlődése ilyenkor az anyaszervezet belsejében történik. Vannak elevenszülők is, mikor az anyaállat szervezetét egyenesen a lárvák hagyják el.

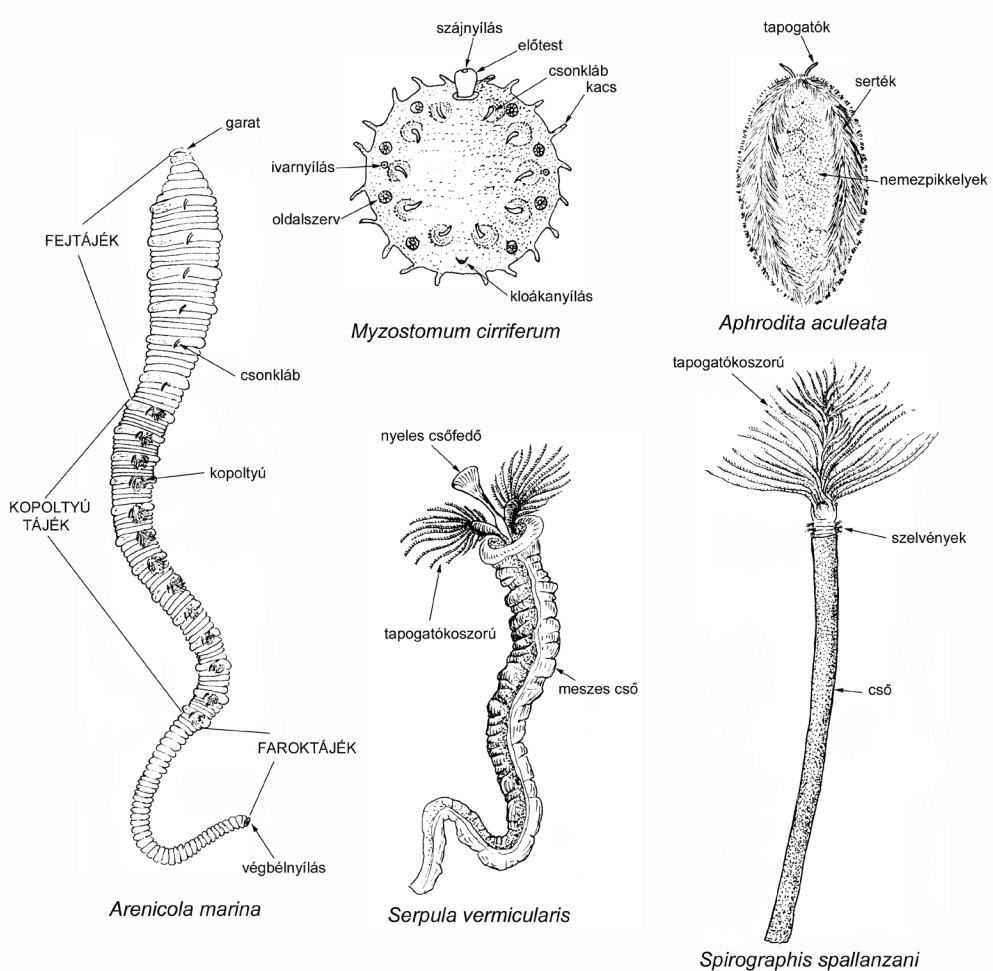
A petesejt száikban gazdag. A zigóta spirális és totális barázdálódáson megy át, a fejlődés determinált. A barázdálódás során üreges cöloblasztula jön létre, amely körülnövészel (*epibolia*) vagy az egyik pólusról történő sejtbevándorlással (*immigráció*) alakul át gasztrulává. A tengerben élő soksertéjű gyűrűsféregek továbbfejlődése jellegzetes, szabadon élő, baktériumokkal és moszatokkal táplálkozó, ún. koszorús lárvá (*trochophora*) révén történik. A trochophora testének farki része féregszerű alakot ölt, miközben a lárvakori szervek egyrésze eltűnik, míg mások átalakulnak.

Rendszerezésük. A soksertéjű gyűrűsféregek rendszerezése bonyolult, számos rend tartozik ebbe az osztályba (lásd 6. szövegdoboz). Ezen rendek közül a jelen könyv keretei között csak a legismertebbeket tárgyaljuk részletesebben.

A **Capitellida** rend (*Ordo Capitellida*) tagjai többnyire homokos vagy iszapos tengerfenéken, maguk készítette csövekben vagy járatokban élnek. Fejtájékuk gyengén fejlett, állkapcsaik nincsenek, mikrofágok. Módosult ormányukkal az iszapban turkálva szerzik táplálékukat. A csaliféreg (*Arenicola marina*) (142. ábra) hengeres, 15–30 cm hosszú teste elöl vastagabb, vége felé elvékonyodik. Kívülről minden szelvény másodlagosan 5–5 gyűrűre tagolódik, az utolsó gyűrű a többinél vastagabb. Testén fej-, kopoltyú- és faroktájék különíthető el. A fejtájék 7 szelvényből épül fel, csúcsi részén tölcser alakú, szemölcsökkel borított, kiölthető ormány figyelhető meg, a szelvények két oldalán egy-egy csökevényes, fonál alakú csonkláb van. A kopoltyútájékot 13 szelvény alkotja, amelyeken a csonklábak mellett, bojszerűen elágazó kopoltyúk is találhatóak. A faroktájék szelvény száma változó, sem csonklábak, sem kopoltyúk nincsenek rajta. Végén található a csúcsállású végbélnyílás. Homokba vájt U alakú járatokban él ár-apály zónában. Színe változó, zöldes, sárgás- vagy vörösesbarna.

A **palolo féreg alkatúak** rendjébe (*Ordo Eunicida*) szabadon élő, az aljazaton mozgó tengeri soksertéjűek tartoznak. E csoport jellegzetes képviselője a különleges csendes-óceáni faj a palolo féreg (*Eunice viridis*) (lásd 141. ábra). Szaporodás idején az epitok rész (kb. 40 cm hosszú) leválik a testről, és a tenger felszínére emelkedik, ahol felhasad, s így a tengerbe jutnak az ivartermékek. Erre általában az utolsó holdnegyed előtti napon kerül sor. Ilyenkor a bennszülött lakosság nagy mennyiségben halássza és fogyasztja nyersen vagy sütve az epitok részeket. A Polinéziai szigetek körüli vizekben található a Csendes óceánban.

Nagyon sajátos testfelépítéssel rendelkeznek a **korongféreg** rendjének (*Ordo Myzostomida*) tagjai. Nevükhöz méltóan korong alakú testtel rendelkeznek. Nagyságuk néhány mm és 3 cm között változik. A hasoldalon elöl található egy nyílás, amelyen keresztül az ormányszerű előtest kiölthető. Ennek a csúcsán található a szájníylás. A test hátulsó végén van a végbélníylás, kétoldalt az ivarníylások helyezkednek el. A csonklábak kitolható horogszerűekkel rendelkeznek, ezek a hasoldalon, a test széle közelében helyezkednek el. Általában öt pár csonklábuk van, ezekkel váltakozva négy pár érzékszerv található még a test széle közelében. Korongalakú testük szegélyén 10 pár tapogató (*cirrus*) található. Hámrétegük csillós, a bélcsatornának vakbélszerű nyúlványai vannak, metanefrídiumaik (1–4 pár) a végbélbe nyílnak. Garatideggyűrűjükön idegdúc nincsen. Hímnősek és csillókoszorús (*trochophora*) lárvával fejlődnek. Együttélő (*kommenzalista*) vagy élősködő féreg, szabadon élő fajok nem ismeretesek. A *Myzostomum cirriferum* (142. ábra) például tengeri liliomokon (*Antedon sp.*) él, a Földközi-tengerben és az Atlanti-óceánban egyaránt megtalálható.



142. ábra. Soksertéjű férgek: csaliféreg (*Arenicola marina*), sűnféreg (*Aphrodita aculeata*), csőféreg (*Serpula vermicularis*) és forgós féreg (*Spirographis spallanzani*)

A **Phyllodocida** rendbe (*Ordo Phyllodocida*) tipikus soksertéjű férgek tartoznak, általában aktívan mászó életmódot folytatnak, s ennek megfelelően jól fejlett csonklábakkal rendelkeznek. A kisebb mélységeket kedvelik. Úszó életmódot folytató fajaik is ismertek. Többnyire ragadozók, állkapcsokkal felfegyverzett, kiölthető ormányuk van. Egyike a legismertebb tengeri soksertéjűeknek az Európa körüli tengerekben előforduló *Nereis diversicolor* (lásd 135. ábra). Hengeres, hát-hasi irányban gyengén lapított, 6–12 cm hosszú teste van. Szelvényeinek száma meghaladja a százat. A izmos garat ormánszerűen kiölthető. A garat felületén sok apró, szaruszerű fekete fogacska van, csúcsi részén két nagy, fogazott és kitines állkapocs található. A törzs szelvényei csaknem egyformák, a test vége felé fokozatosan kisebbednek, két oldalukon egy-egy csonkláb található. A fej és a törzs után a harmadik testtáját

a végszelvény (*pigidium*) alkotja. Itt nem találunk csonklábakat, csak két hosszú, hátrafelé irányuló tapogatót, csúcsi részén van a végbélnyílás. Színe szivárványosan változó, lehet zöldes, sárgás vagy vöröses árnyalatú. Vízínövényeken, kövek alatt, sziklarepedésekben és homokba vagy iszapba vájt járatokban található.

Ugyancsak ebbe a rendbe tartozik a hát-hasi irányban lapított testű ovális alakú süñféreg (*Aphrodita aculeata*) (142. ábra). Teste 10–20 cm hosszú és 4–8 cm széles. A hátoldal két szélén hátrafelé irányuló hosszú serték tömege figyelhető meg. Ezek a serték a szivárvány színeiben csillognak. A hátoldal középső részét finom serték nemezserű szövedéke borítja. A test elején két vékony csáp (*tentaculum*) található. Az Európa körüli tengerekben gyakori, aljzatlakó életmódot folytat.

Többnyire maguk készített csövekben élnek a **Sabellida** rend (*Ordo Sabellida*) tagjai. Prostomiumuk gyengén fejlett, állkapcsaik nincsenek, mikrofágok. Gyakran fonalas tapogatókkal rendelkeznek ezek segítségével szerzik a táplálékot. A forgós féreg (*Spirographis spallanzani*) (142. ábra) teste 20–30 cm-re nő meg, bőrnemű csövet választ ki. Ez a cső többnyire függőlegesen sziklára rögzítve található. A csőből csak a fejtájék nyúlik ki, ezen spirális, ötcsavaros tapogatókoszorú található. Az élő állat tapogatói fehéres-sárgás színűek, vöröses vagy lilás harántsávokkal, a táplálkozásban és légzésben van szerepük. Veszély esetén a tapogatókkal borított fejtájék visszahúzható a csőbe. A csövet eltávolítva láthatóvá válik a mintegy 300 szelvényből álló törzs. A törzs alakja a *Nereis*-re emlékeztet, de a csonklábak sokkal gyengébben fejlettek. Az európai tengerekben gyakori. Ugyancsak ide tartozik a csőféreg (*Serpula vermicularis*) (142. ábra), amelynek kanyargós vízszintes csőváza szilárd aljzaton, sziklákön, csigák, kagylók vázán gyakran megtalálható. Az élő állat jellegzetes tapogatókoszorúja a fejtájék két oldalnyúlványán található, ezek között kúp alakú csőfedő helyezkedik el. Ha a féreg visszahúzódik a csőbe, ez a fedő elzárja a cső nyílását.

Ma szintén ebbe a rendbe sorolják egyes szakemberek a tapogatószakállasokat külön családként (*Siboglinidae*). Bizonyos szakemberek ugyanakkor ezt a csoportot külön törzsként kezelik (*Phylum Pogonophora*). A továbbiakban ennek megfelelően ezt a különleges, némiképpen bizonytalan helyzetű csoportot külön is tárgyaljuk.

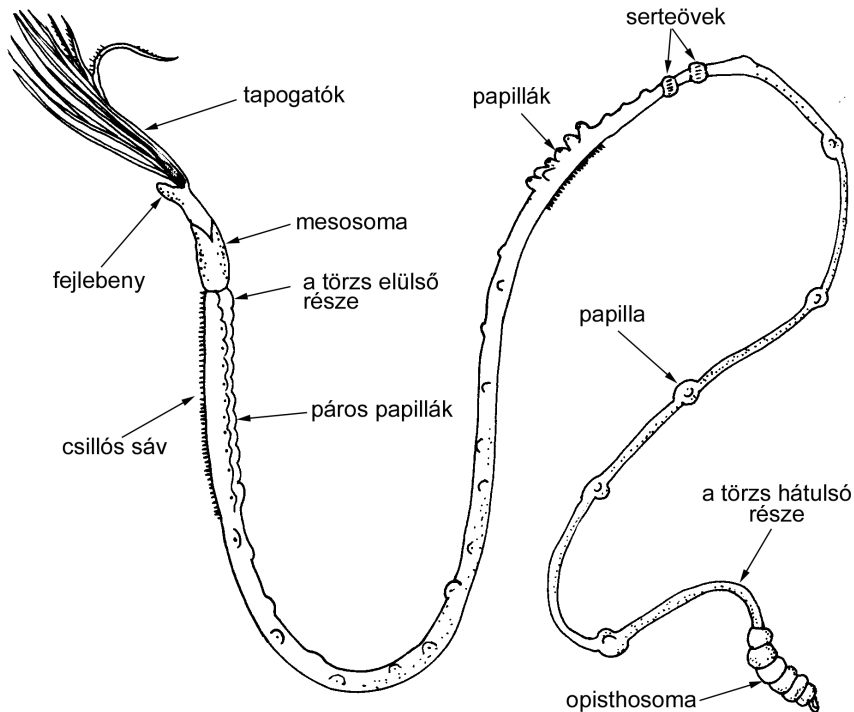
EGY KÜLÖNLEGES CSOPORT: A TAPOGATÓSZAKÁLLASOK CSALÁDJA (*FAMILIA SIBOGLINIDA = POGONOPHORA*)

A tapogatószakállasok nagyon sajátos, némiképp enigmatikus csoport, már felfedezésüktől (1900-as évek eleje) kezdődően számos kérdőjel felmerült származástani viszonyaikat illetően. Az első egyedeket utótest nélkül hozták felszínre, s ez a hiány, amint utótestük felfedezését követően kiderült, jelentősen megnehezítette besorolásukat, sőt, félrevezette a kutatókat. Kezelték már e csoportot külön törzsként

is (tapogatószakállasok törzse – *Phylum Pogonophora/Vestimentifera*), de újabban már a gyűrűsférgek nagymértékben specializálódott csoportjaként emlegetik őket.

Féregszerű, protein és kitin alapanyagú csövekben élő állatok, a 100 métert is meghaladó mélységeket kedvelik, egyes fajaik 10000 méteres mélységekben élnek, tengeralatti kénes hőforrások körül. Alig több mint 100 ismert fajjal rendelkezik ez a csoport. Hosszuk az 5 cm és a 2 méter között változik.

Testalak és testszerkezet. Testük négy részre osztott (143. ábra). Fejlebensük vékony tapogatókat viselhet, ezek száma akár 200000 is lehet. Az *Obturata* csoport tagjainak tapogatói két előre irányuló, középen összenőtt támasztó nyúlványról (*obturaculum*) erednek, ezt körül is zárják. A tapogatók lemezeket alkotnak középen összenőve. A *Perviatia* csoport fajainak tapogatói az előtest fejlebensének hátoldaláról erednek és nem nőnek össze. Középtestük (*mesosoma*) választja ki a lakócsövet, ez rövid és mirigyes. A törzs (*metasoma*) a leghosszabb testrész, a *Perviatia* csoportnál ez sertőveket visel, a serték kampós fogakban végződnek. Az utótest (*opisthosoma*) legtöbb 95 szelvényből áll, ezek fele általában sertéket visel (négy kitinserte szelvényenként). Az utótest rögzíti az állatot a csövében, és segíti az ásást az iszapban a cső vége mögött.



143. ábra. Egy tapogatószakállas általános felépítése (Brusca és Brusca 2003 nyomán módosítva)

Bőrizomtömlőjük kétrétegű, simaizmot tartalmaz. Testüregük a test tagoltságának megfelelően osztott (*protocöl, mesocöl, metacöl, opisthocöl*), a tapogatókba is kiterjed. A protocöl páratlan, a meso- és a metacöl páros. Az utótestben a testüreg (*opisthocöl*) szelvényezett, a cölomazacsókat az *Obturata*-knál egy hosszanti mezentérium osztja ketté.

Emésztőkészülék. Szájnyílással és bélsatornával a kifejlett egyedek nem rendelkeznek. Úgy tűnik, hogy a fő táplálkozási forma a környező tengervíz szerves anyagtartalmának abszorpciója a test illetve a tapogatók felszínén. Egyes fajoknál a törzsben szimbionta baktériumokat tartalmazó ún. *trophosoma* található, ezek a baktériumok kemoautotrófok, szulfidoxidálók, a felszabadult energiát a széndioxid megkötésére használják fel. A gazdaállatok felesleges termékeiket hasznosítják, adott esetben a baktériumok feloldása révén is táplálékhoz juthatnak. Egyes fajok esetében a fiatal egyedek a felnőtt gyűrűsférgekhez hasonló szerkezetű bélsatornával rendelkeznek, s a későbbi *trophosoma* az embrionális középbél módosulásának tekinthető, valószínűleg fiatal korban jutnak a szimbionta baktériumokhoz.

Kiválasztás. Nem rendelkeznek valódi nefrídiumokkal, csupán egy pár protonefrídium jellegű készülékkel (*Perviatá* csoport) vagy cölomavezetékkel (*Obturata* csoport), ezek mind a protocölben helyezkednek el. A protocöl a szabadba nyílik, kiválasztónyílásként működik.

Keringési készülék. Vérkeringésük zárt, a fő összetevők a háti és a hasi hosszanti véredények. Az erek a tapogatókba is benyúlnak. Hemoglobinnal rendelkeznek. A vér keringési iránya a gyűrűsférgekével megegyezően hátulról előrefelé történik a háti véredényben, és előlről hátrafelé a hasi véredényben. A gázcsere a tapogatók felszínén történik. A gázcsere problémája különösen érdekes a kénes hőforrások környékén élő fajok esetében, ahol a kéntoxicitás kérdése is felmerül, s ugyanakkor az oxigénszint is extrém ingadozást mutathat, ahogy a kénes hőforrások oxigénhiányos forró vize keveredik a környék hideg, oxigéndús vizével. Úgy tűnik ezeknél a fajoknál, mint a *Riftia pachyptila*, a hemoglobin koncentrációja szokatlanul magas a vérben, ugyanakkor egy különleges kén-megkötő fehérje is található vérükben, amely koncentrálna a ként, elkerülve ezáltal a szulfid-mérgezés kialakulását, s ugyanakkor eljuttatja a ként a szimbionta baktériumokhoz.

Idegrendszer és érzékszervek. Egy idegfonal található epidermiszük alapjánál, hasi oldalukon ugyanakkor egy páratlan intraepidermális idegköteg található, akárcsak általában a gyűrűsférgeknél. Az érzékszervek nagyon gyengén fejlettek.

Szaporodás és egyedfejlődés. Váltivarúak. Az ivartermékek a metacöl nyílásán keresztül ürülnek ki. Úgy tűnik, nincs párzás, hanem a hímek által a szabadba kibocsájtott spermatófórok a nőstényekhez sodródnak és bekerülnek testükbe. Lárvájuk trochophoraszerű, két vagy három csillókoszorúval rendelkeznek.

Rendszerezés. Kevés fajuk két nagyobb csoportra osztható, ezek helyzete bizonytalan. Vastag, nem átlátszó, és ugyanakkor akár 2 méteres hosszúságot is elérő testtel

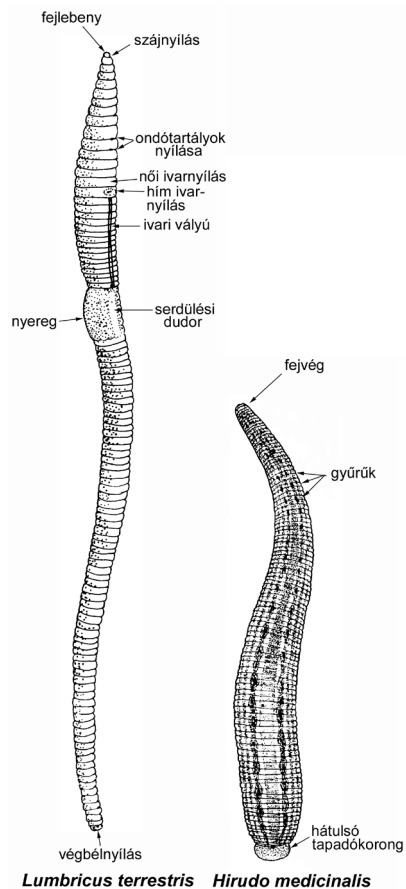
rendelkeznek az *Obturata* (*Vestimentifera*) csoport tagjai. A törzsükön lebenyes nyúlványok (*vestimentum*) találhatóak. A *Riftia pachyptila* testét hajlékony cső borítja, amely a kemény aljzathoz rögzül a Csendes-óceán 2500 méteres mélységében. Akár a 3 méteres hosszúság is elérheti.

A *Perviata* (*Frenulata*) csoport tagjainál a cső sokkal hosszabb az állatnál. Tapogatóik cimpákkal (*pinnula*) rendelkeznek. Az opisthocölooma nem osztott, s úgy tűnik, hogy a fiatal egyedek sem rendelkeznek emésztőcsatornával. Jellegzetes faj a család nevét is adó *Siboglinum ekmani*, 5 cm-es, egyetlen, spirálisan feltekert tapogatóján két cimpasor található. Norvégia partvidékén él.

A NYEREGKÉPZŐK OSZTÁLYÁNAK (*CLASSIS CLITELLATA*) ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE

Ebbe a csoportba sorolhatók a kevéssertéjúk (*Oligochaeta*) és piócák (*Hirudinea*). A kevéssertéjúk csoportjába kb. 3000 faj tartozik, míg kb. 500 piócafaj ismert. Főként a szárazföldi és édesvízi élőhelyeket népesítik be. A vízi kevéssertéjúk a sekély vizeket kedvelik, iszap-, vagy törmeléklakók, míg a szárazföldiek főként szervesanyagban gazdag talajokban élnek, csak ritkán hagyják el saját járataikat. Száraz, meleg időben akár 3 méter mélyre is behúzódhatnak a talajba. Csupán néhány faj található folyók torkolatában és a tengerben. A piócák leginkább édesvíziek vagy tengeriek, vannak szárazföldi fajok is. Általában ragadozók vagy melegvérű állatok vérért szívó ektoparaziták.

Szelvényezettségük homonóm. A homonóm szelvényezettséget csak az ivarzás idejében zavarja meg az átmenetileg kialakuló nyereg (*clitellum*), amelyről a csoport a nevét is kapta. Testükön függelékeket nem, vagy csak alig találunk, csápjaik, tapogatóik, kacsáik nincsenek, szelvényeikről hiányoznak a csonklábak. A vízi fajok kopolytúfüggelékekkel rendelkezhetnek. Serték is található testükön egyes csoportoknál (*chaetae*), de sokkal kisebb számban és változatosságban



144. ábra. A földigiliszta (*Lumbricus terrestris*) és az orvosi pióca (*Hirudo medicinalis*) habitusa

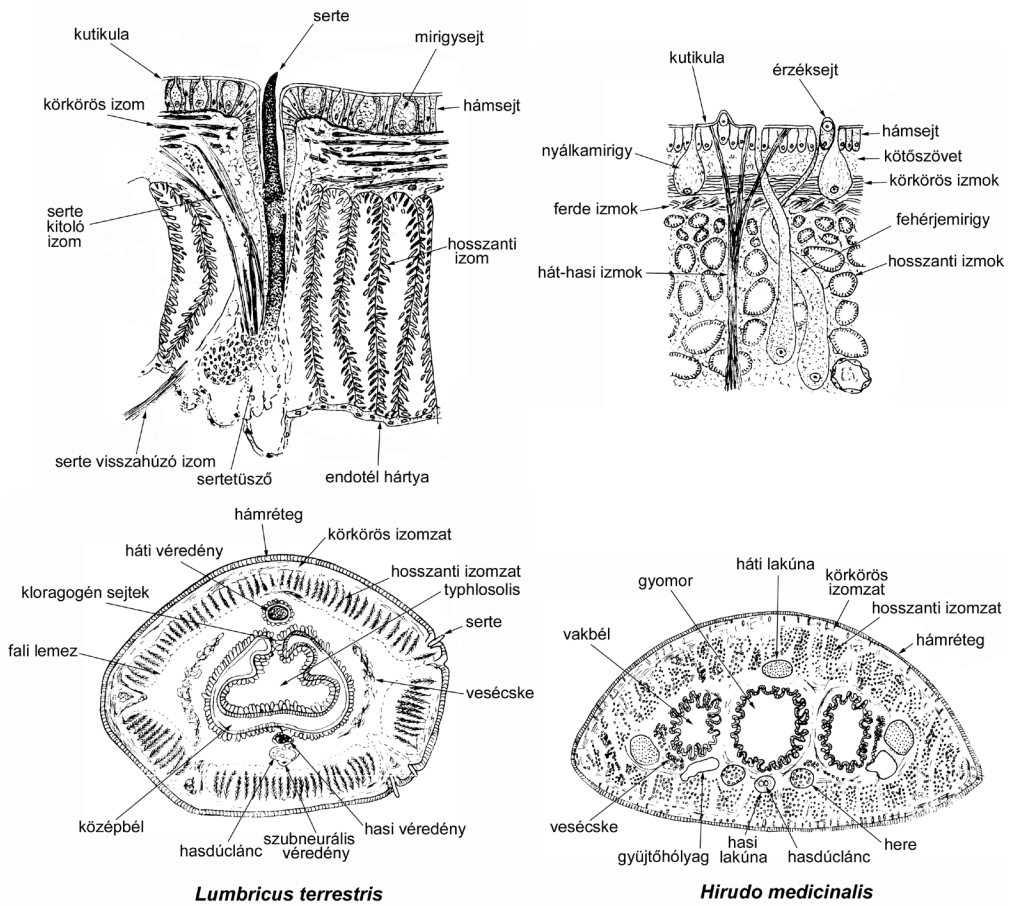
mint a soksertéjűeknél. A fejlebens (*prostomium*) igen kis méretű, a szájníylás előtt található. Az ivarérett kevésertéjűek testének elülső tájékán – pl. a földigilisztánál (*Lumbricus terrestris*) a 32–37. szelvények között – kialakul az ún. nyereg (*clitellum*), amely az ivari periódus alatt erőteljes mirigyes tevékenységet folytat és részt vesz a kokonképzésben is (144. ábra).

Az élősködő fajok teste bizonyos mértékben módosult, testük elején vagy végén tapadókorongok fejlődhetnek (144. ábra). Többnyire hát-hasi irányban lapítottak, előrefelé elkeskenyedő testtel, a szelvények ugyanakkor nehezen elkülöníthetők külsőleg, mivel minden szelvény felszíne másodlagosan is gyűrűzött. Minden belső szelvénynek például öt külső gyűrű felel meg az orvosi piócánál (*Hirudo medicinalis*). Az elülső és hátulsó szelvények a tapadókorong alkotásában vesznek részt.

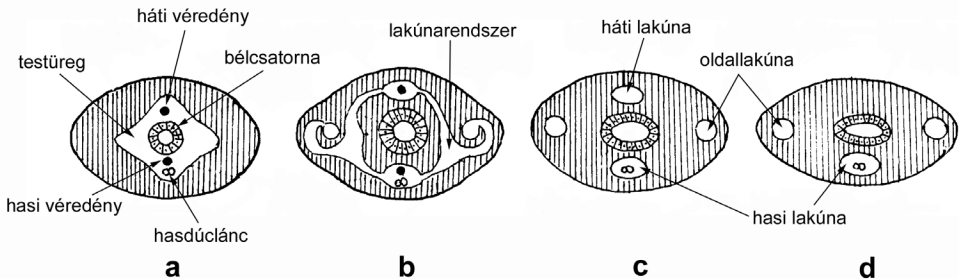
Bőrizomtömlő és mozgás. A **kevésertéjűek**nél a testet vékony kutikula borítja. Alatta egyrétegű hengerhám, körkörös és hosszanti izomrétegek találhatóak (145. ábra). A hámsejtek között érzékszervek és sok mirigysejt van, az általuk termelt nyálka védi például a földigilisztákat a kiszáradástól. A hosszanti izomréteg keresztmetszeti képe gyakran fenyőgallyacskára emlékeztet (145. ábra, 20. színes tábla), az izomrostok a kötőszöveti hártályok oldalán sorakoznak. A földigilisztánál az izomrostok a sertetűszőknek megfelelően szelvényekként négy kötegbe rendeződnek. Helyváltoztatásuk a körkörös és hosszanti izmok antagonistá mozgását feltételezi szomszédos szelvénycsoportokban. Ha a hosszanti izmok húzódnak össze, az adott szelvény megrövidül és kiszélesedik, a serték kinyúlnak, s a giliszta teste a járat falának szorul. Az előtte található szelvényekben a körkörös izmok húzódnak össze, a serték visszahúzódnak a bőrizomtömlőbe, a szelvények megnyúlnak, elkeskenyednek és előrenyomják a testet. A földigilisztá járatának kialakításakor a testüregfolyadék nyomást gyakorol a prostomiumra, amely a körkörös izmok összehúzódása révén egy fűrófejhez válik hasonlónak. Járateiben kinyújtott sertéivel rögzül, s járatépítés közben nagy mennyiségű talajt áramoltat át a tápcsatornáján.

A **piócák** bőrizomtömlője szintén fejlett, a hámsejtek között érzékszervek és sok egysejtű fehérje- és nyálkamirigy található (145. ábra, 21. tábla). A testüreg a fejlett kötőszövet és izomzat következtében lakúnarendszerre redukálódik, átveszi a keringési készülék szerepét, s elveszíti szelvényes tagoltságát, a sövények eltűnnek. A folyamat az evolúció folyamán fokozatosan valósult meg (146. ábra). A testfal izomzata is módosul, amely a piócák sajátos mozgásához járul hozzá. A piócák izomzata a gyűrűsférgek közül a legbonyolultabb. A körkörös és hosszanti izmok közé átlós izmok iktatódnak, emellett hát-hasi izmokat is találunk (145. ábra, 21. tábla). A tagolatlan testüregük révén egységes hidrosztatikus belső terük alakul ki, amely jellegzetes kigyózó, kigyózva úszó mozgásukat teszi lehetővé.

Táplálkozás és emésztés. A nyeregképzők leginkább izzapevők, húsevők, vérszívók. Emésztőkészülékük tagolt, különböző feladatok ellátására módosult szakaszokból és szervekből áll. Emésztésük extracelluláris.

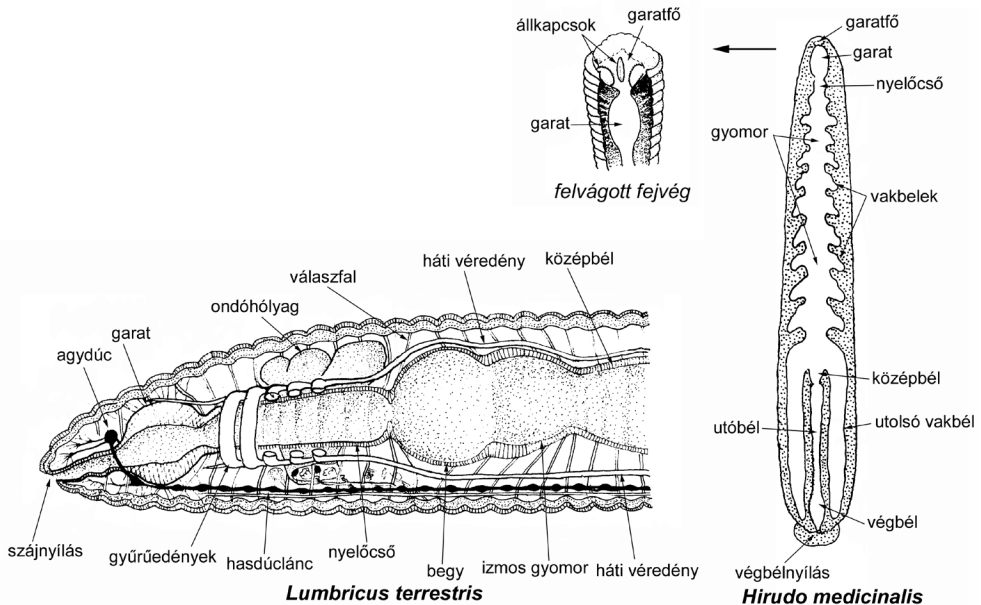


145. ábra. A földigiliszta (*Lumbricus terrestris*) és az orvosi pióca (*Hirudo medicinalis*) bőrizomtömlőjének szerkezete és keresztmetszete



146. ábra. A testüreg módosulásai a piócáknál: (a) *Acanthobdella peledina*, (b) *Piscicola geometra*, (c) *Hirudo medicinalis*, (d) *Erpobdella octoculata*

A földigiliszta a talajt veszi fel a béltraktusába, és a benne található emészthető részekkel táplálkozik. Végtermékeivel együtt a talajt is kiüríti, de annak összetételét lényegesen megváltoztatja: pH-ját emeli, a talaj porhanyósságát, az ásványi anyagok oldhatóságát fokozza. A szájníylás izmos garatba vezet (147. ábra). A földigiliszta esetében az izmos garat szívásra alkalmas. A nyelőcső egyszerű csatorna, körülötte (a 13. szelvényig) mészmirigyek vannak, amelyek valószínűleg a vér és az emésztőcsatorna pH-ját szabályozzák (147. ábra). A mészmirigyek, amelyekben a pH értéke 9 fölött van, a felvett humuszsavakat neutralizálják. A nyelőcsövet követi a begy és az izmos gyomor, melyet kutikula bélel. A 19. szelvénynél kezdődik az egyenes lefutású középbél (22. tábla). A földigiliszta béltraktusa elején savanyú, 6,5 körüli pH-t mérünk, a 60–80. szelvénynél már lúgos a bétartalom. A felszívó felületet nagymértékben növeli a bélcsatorna hátoldalának hosszanti betüremkedése, a *typhlosolis* (147. ábra). A tápcsatorna a végbélníylással ér véget, ez az utolsó szelvényen nyílik a szabadba.

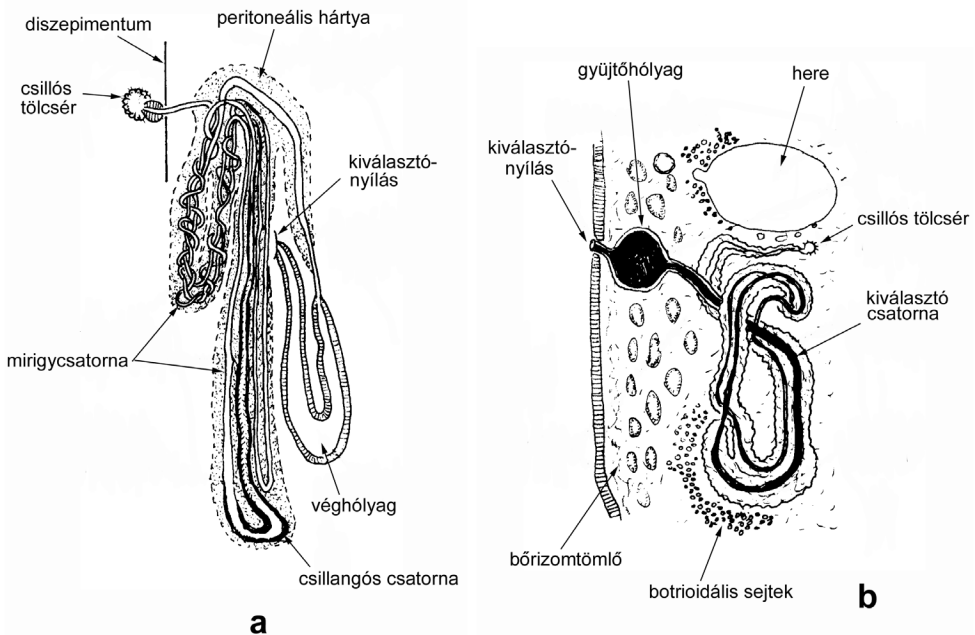


147. ábra. A földigiliszta (*Lumbricus terrestris*) és az orvosi pióca (*Hirudo medicinalis*) emésztőkészüléke és az orvosi pióca felvágott fejeve

A piócák tápcsatornája a ragadozó és élősködő életmódnak megfelelően módosul. Az ormányos piócák izmos garatja kiülthető ormányt képez, ezzel törik át az áldozat testfalát és szívják ki vérét vagy testnedveit, míg a garatos piócák a megnyúlt, izmos falú garatjuk segítségével nyelik le áldozatukat (rovarlárvékat, férgeket, rákokat) (23. tábla). Az orvosi piócánál a szájúreget egy szívókorong veszi körül, a garatfőben három fogazott szélű állkapocs található, amellyel Y alakban felvágja az áldozat bőrét, és a kifolyó vérral táplálkozik (147. ábra). A vér alvadását a testüregbe nyíló

egysejtű mirigyek váladéka, a *hirudin* gátolja meg. A garat után nyelőcső következik, amely tágas gyomorban folytatódik (24. tábla). A vérszívó piócáknál a gyomornak 10 pár kizacsokósodása, ún. vakbele van, amely a felszívott vér raktározására szolgál, itt a vér hónapokig eláll, hiszen a pióca időszakosan táplálkozik. A gyomorból a táplálék kisebb adagokban a középbélbe jut, ahol megemésztődik, az utóbél hosszabb egyenes cső, amely a kitáguló végbélben végződik. A végbélnyílás a hátsó tapadókorong tövében, a hátoldalon nyílik a szabadba (147. ábra).

Kiválasztás. A **kevéssertéjűek** kiválasztása, ion- és ozmoregulációja metanefridiális. A metanefridiumok szelvényenként párosan helyezkednek el. Többsejtű csillós tölcserrel rendelkeznek, ezt vékony kiválasztócsatorna követi, amely kitáguló gyűjtőhólyagba torkollik, és kiválasztónyílással nyílik a szabadba (148. ábra). A nefridiumcsövecskéket vérerek hálózák be. A kiválasztócsatorna a csillós tölcserrel szomszédos szelvényben helyezkedik el. Kiválasztó szerepük van a kloragogén sejteknek is. A **piócáknak** is szelvényenként elhelyezkedő metanefridiumjaik vannak, összesen 10–17 pár (148. ábra). Itt kiválasztó szereppel rendelkeznek a földigiliszták kloragogén sejtjeire emlékeztető ún. *bothridiális sejtek* is, ezek a bélesatorna közelében csoportosan helyezkednek el.



148. ábra. A metanefridium felépítése (a) földigiliszta (*Lumbricus terrestris*) és (b) orvosi pióca (*Hirudo medicinalis*) esetében

Légzés és keringés. Gyakran találunk bőrlégzést. A **földigiliszta** érrendszere a következő fő részekből áll: a test hátoldalán egy hosszanti háti ér húzódik, a hasi

oldalán pedig egy ventrális ér, amelyhez a hasdúcclánc alatt ugyancsak hosszan futó, ún. szubneurális ér társul. A háti eret és a ventrális, továbbá a szubneurális eret minden szelvényben komisszurális erek kötik össze, amelyek a testen való áthaladás közben kapilláris hálózattal vagy véreöblökkel (lakúnákkal) veszik körül az emésztőcsatornát, a nefridiumokat, a gonádokat és egyéb szerveket. A nyelőcső körül a háti és a hasi véredényt összekötő **5–6 pár harántvéredény vastag, izmosfalú és lüktetőmozgást** végez, ezek az ún. szívek (lásd 147. ábra). A vér áramlása a hátoldalon előrefelé, ill. a dorzális érből a ventrális ér felé történik. Az áramlás irányát a háti véredényben levő billentyűk határozzák meg, amennyiben csak hátulról előrefelé irányuló áramlást engednek. Ennek megfelelően a hasi véredényekben az áramlás ellenkező irányú. A vér áramlását a háti ér hátulról előrefelé haladó perisztaltikus kontrakciós hullámai, továbbá a háti és hasi eret összekötő, a test elején elhelyezkedő szívszerű komisszurális erek ritmikus összehúzódásai tartják fenn.

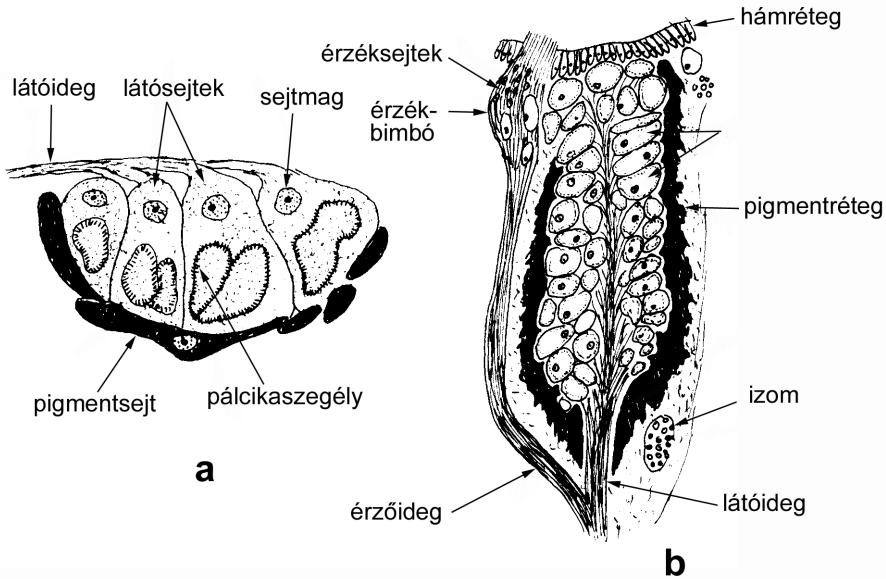
A **piócák** esetében a primitív fajoknál (*Achantobdella*) a testüreget még szelvényes cölomazacsók alkotják, s itt a vérerek jól fejlettek. A halpiócánál (*Piscicola geometra*) a cölomazacsók már összeolvadnak, négy fő hosszanti lakúna alakul ki (hát-hasi és oldallakúnák), azonban a véredények itt is még megvannak. Az orvosi piócánál (*Hirudo medicinalis*) azonban a lakúnarendszer már összeszűkül, és átveszi a keringési rendszer szerepét, a véredények eltűntek. A nyolcszemű nadálynál (*Erpobdella octoculata*) a lakunáris keringési rendszer tökéletesedik, amennyiben a harántlakúnákon lüktető szakaszok is kialakulnak (lásd 146. ábra).

Idegrendszer és érzékszervek. Tipikus hasdúccláncos idegrendszerrel rendelkeznek, az agydúcok kicsik, a garatalatti dűcot **4–7 összeolvadt dűcpár alkotja, belső elválasztást** is folytatnak. A hasdúcclánc mellett szelvényekként egy-egy dűcpár található.

A kevésértéjűek érzékszervei gyengén fejlettek, tapintóserték és érzékbimbók elszórva az egész testfelületen találhatóak, de sűrűbben a test elején (149. ábra). Sok gyűrűsféreg esetében a látókészülék kialakulása nem feltétele a fényérzékenységnek. Földigilisztában és más gyűrűsféregekben a hám fényérzékenysége sajátos epiteliális fényérzékeny sejtek, ún. *Hess-féle sejtek* jelenlététől függ, minél több ilyen sejt van a hámiban, annál nagyobb a hám fényérzékenysége. Néhány kevésértéjű fajban a fényérzékeny elemek közvetlenül az agydúc idegein helyezkednek el. Kialakulhatnak egyszerű kehelyszemek is, főleg a piócák elülső testvégén (149. ábra). Általában negatív fototaxis jellemzi őket. Az orvosi piócának igen fejlett hőreceptorai vannak, mely a melegvérű állatok megtalálását szolgálja, míg más piócák az áldozat kiválasztási termékeire érzékenyek.

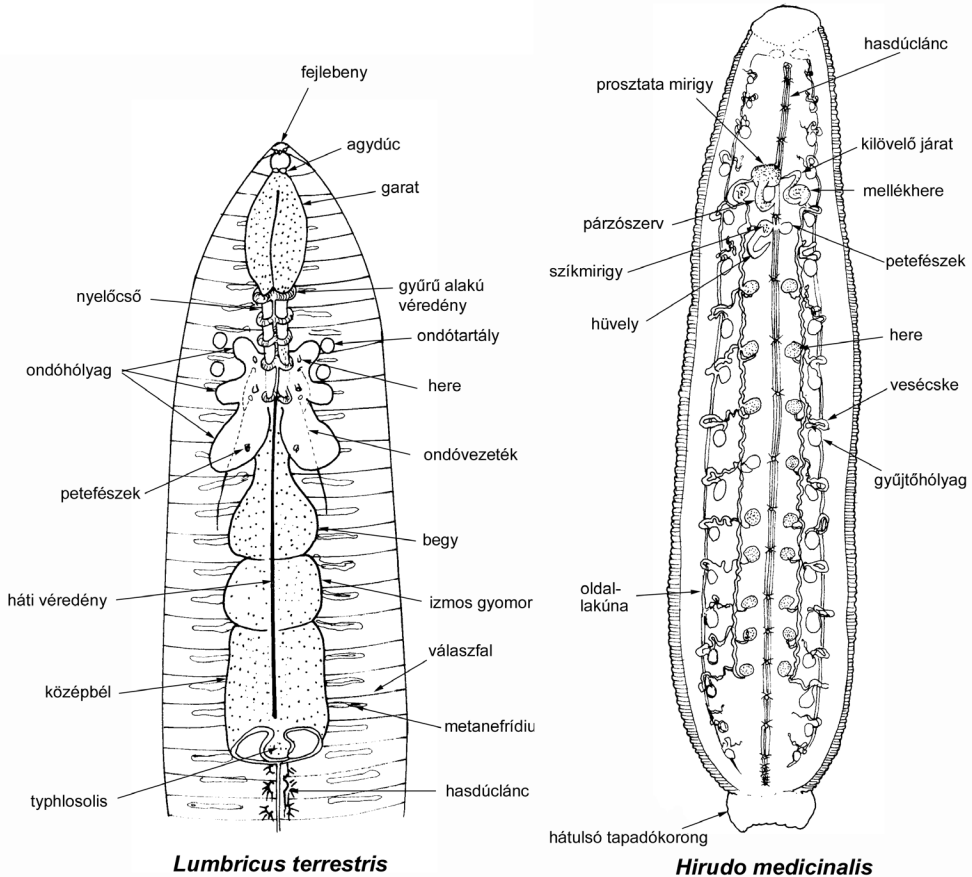
Szaporodás és egyedfejlődés. A **kevésértéjűek** hímnősek, ivarszerveik a test elején néhány szelvényben helyezkednek el (150. ábra). A szelvények elülső disszipimentumában alakul ki az **1–4 pár here. Az ivartermékek a testüregbe** jutnak, és az ondóhólyagokban gyűlnek össze. Az ondóhólyagok a cöloma falának a kizacsokósodásából alakulnak ki. Az ondóvezetékek szerepét módosult metanefridiumok töltik be, egyes fajoknál az ondóhólyagok hiányoznak. Az 1–3 pár

petefészek a herék mögött helyezkedik el, ezek is a szelvények elülső sővényeiben alakulnak ki. A peték a testüregbe kerülnek, majd a páros petetartókba, amelyek ugyanazon szelvény hátulsó sővényének a kiöblösődései. A petetartókban érnek meg a peték. A petevezetékek rövidek, csillós tölcserrel kezdődnek az ivarszelvényekben, és a következő szelvényekben nyílnak a szabadba. A női ivarszervhez tartoznak az ondótartályok (általában két pár), amelyek az ivarszelvények előtt találhatóak, a bőr hólyagszerű betüremkedései, mindegyik külön nyílással rendelkezik.



149. ábra. A piócák szeme: (a) halpióca (*Piscicola geometra*) és (b) orvosi pióca (*Hirudo medicinalis*) esetében

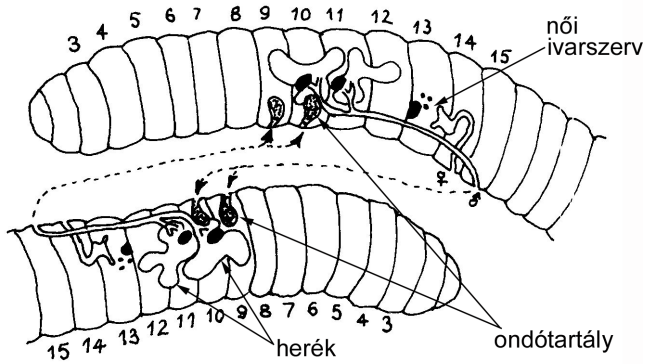
Az ivari periódus alatt fejlődik ki a nyereg (*clitellum*), amelynek megszilárduló váladéka szalagként összekapcsolja a párzó egyedeket. Ezek a hasoldalukkal úgy kapcsolódnak össze, hogy az egyik egyed ondótartálya a másik egyed nyergével szemben helyezkedjen el (151. ábra). A hím ivarnyílást elhagyó hímszírasejtek az ún. ivari vályúk mentén eljutnak a másik egyed ondótartályaiba, ahol elraktározódnak addig, amíg a peték megérnek. Az ivari vályúk páros hosszanti csatornák a nyereg és a hím ivarnyílás között. Amint megtörtént a hímszírasejtek cseréje, a párosodó egyedek szétválnak. Miután a peték beérnek, a nyereg ismét váladékot termel, s a megkeményedett nyálka széles gyűrűt képez, amelyből az állat fokozatosan kihúzza a test elülső részét. Amikor a gyűrű a női ivarnyílás magasságába ér, belepréselődnek a peték, majd az ondótartály magasságában a hímszírasejtek is, ekkor a petesejtek megtermékenyítődnek. A gyűrűből az állat egész testét kihúzza, s a gyűrű két vége összezáródik, így kialakul a citrom alakú kokon. A kevésstérjűek fejlődése közvetlen, a kokont rendszeren egy (ritkán 2–3) fiatal egyed hagyja el, a többi petét a fiatal egyed elfogyasztja.

**Lumbricus terrestris****Hirudo medicinalis**

150. ábra. A földigiliszta (*Lumbricus terrestris*) és az orvosi pióca (*Hirudo medicinalis*) szaporító készüléke

A **piócák** szintén hímzősek. A orvosi piócánál a herék száma 4–17 pár, rövid herecsatornácskákban folytatódnak, amelyek páros ondóvezetékbe torkollanak (150. ábra). A gomolyag alakú ondóhólyagok mellékheréket hoznak létre, majd a kilövellő járatok a páratlan pározszervben érnek véget, és a 10. szelvényen elhelyezkedő hímivarnyíláson jutnak a szabadba. A női ivarszerv a 11. szelvényben található, itt egy pár petefészek és páros petevezeték van (150. ábra). A petevezetékek a hüvelyben egyesülnek, ez a hasoldalon nyílik a szabadba. A hüvellyel szikmirigy kapcsolatos. A megtermékenyítés kölcsönös, a hímivar-sejtek a női szaporítójáratokba kerülnek. Ahol pározszerv nincs, ott egymás testére spermatofoókat helyeznek, majd a hímcsírarsejtek a testfalán át jutnak a női ivarszervekhez. Peterakáskor a 9–11. szelvényeken nyereg képződik létrehozva a kokont, amelybe a megtermékenyített petesejt és tápláló folyadék kerül. A kokont nedves talajba vagy vízi növényekre helyezik a piócák.

Egyes fajok a petéket magukkal hordozzák, s később a fiatal egyedeket is. Ezt az ivadékgondozás primitív formájának tekinthetjük.



151. ábra. A földi giliszta (*Lumbricus terrestris*) párzása

A KEVÉSSERTÉJŰEK ALOSZTÁLYÁNAK (SUBCLASSIS OLIGOCHAETA) RENDSZEREZÉSE - CSÖVÁJÓ FÉRGEK ÉS GILISZTAFÉLÉK

A kevéssertéjűeknek megnyúlt, hengeres testük van. Nagyságuk a mm-es és a 3 méter között váltakozik. Legnagyobb faj a Kelet-Ausztráliában (Gippsland) előforduló óriásgiliszta (*Megascolides australis*), 2–3 méter hosszú és 3 cm vastag. Szelvényezettségük többnyire egynemű, szelvényszámuk 7 és 600 között változik. Csonklábakkal nem rendelkeznek, s az érzékszerveik sem különösen fejlettek. Aránylag kis számú sertéik a bőrízomtömlőbe ágyazottak. Váltivarúak és hím-nősek egyaránt vannak közöttük. A fajok többsége talajevő, de vannak közöttük ragadozók is. Többségükben szárazföldiek és édesvíziek, igen csekély a tengeriek száma. A fajok száma meghaladja a 6000-t. Rendszerezésük a soksertéjűekhez hasonlóan számos változáson ment keresztül az idők folyamán. Bár nem is olyan régen még számos rendet fogadtak el, az általunk követett BRUSCA és BRUSCA (2003) féle rendszerezés csak három rendről beszél: *mocsári gilisztafélék*, *Moniligastrida* és *Haplotaxida* rendekről.

A **MOCSÁRI GILISZTAFÉLÉK** rendje (*Ordo Lumbriculida*) tagjainál a nyereg egysejtűretegű. Egy-négy pár herével rendelkeznek, s a hím ivarnyílás a hereszelvényen vagy közvetlenül mögötte található. Petefészkeik száma szintén 1–4 pár, ezek az utolsó hereszelvényt követően helyezkednek el. Egyetlen család, a mocsári giliszták családja tartozik ide, számos faj csak a Bajkál tóból ismert. A *Lumbriculus variegatus* 4–8 cm hosszú, európai édesvízi, viszonylag jól úszó faj. Harántosztódással is szaporodhat, vízfenéken szerves üledékkel táplálkozik.

A **MONILIGASTRIDA** rend (*Ordo Moniligastrida*) esetében a nyereg jól fejlett, de szintén csak egyszéjtrétegű. Szelvényenként csak négy pár serte található. A valódi földigilisztákhoz külsőleg hasonlítanak. Egy vagy két pár herével rendelkeznek, ezek jellegzetes herezsákba zárva találhatóak, amelyek a következő szelvényekbe is benyúlnak. A hím ivarnyílások a hereszelvény mögött helyezkednek el közvetlenül. Az első pár ovárium visszafejlődése miatt csak egy pár petefészkek található a hereszelvényt követő második szelvényben. A középbélen változó számú izmos gyomor található. Egyetlen család tartozik ebbe a rendbe, a legtöbb faj ázsiai talajlakó. A *Dravida ghilarovi* Oroszország távolkeleti részein fordul elő.

A **HAPLOTAXIDA** rend (*Ordo Haplotaxida*) a legnagyobb, összesen 25 család tartozik ide, ezek nagyon változó felépítésűek és életmódúak, többségüket bizonyos rendszerek külön rendekként vagy alrendekként kezelik. Szaporítókészülékük fejlett és bonyolult. E könyv keretei között csak két családjukat mutatjuk be részletesebben.

A **csővájó-féreg-alkatúak** családjának (*Familia Tubificidae*) tagjai kis méretűek, a legnagyobbak 2 cm körül vannak. Tengeri és édesvízi fajok egyaránt tartoznak ide, számos faj szennyezett vizekben él. A serték száma változó, gyakran csomókba tömörülnek. Külső gyűrűzöttségük néha elmosódik. Egy pár herével és egy pár petefészkekkel rendelkeznek. A hím ivarnyílások közvetlenül a hereszelvény mögött találhatóak. Gyakran ivartalanul is szaporodnak. Többségük édesvízi, de vannak tengeri és talajlakó fajaik is.

Viszonylag kis méretű, 3–9 mm hosszú vörös színű lény a csővájó féreg (*Tubifex tubifex*) (152. ábra). Teste elülső fele vastagabb, mint a hátulsó. A fejvégen tapogatók vagy szemek nincsenek. A serték minden szelvényen négy csomóban helyezkednek el, a test elülső felén 3–6 serte, a hátulsóban 1–3 serte van egy csomóban. Hosszú pillás felületű kapilláris sertékkal és rövidebb, vastagabb, elágazó villás sertékkal rendelkezik. Vére vörös színű, hemoglobint tartalmaz, ez adja testének is a különleges vörös színt. Szennyezett álló- és folyóvizek iszapjában csoportosan, bevonatszerűen található. Elülső testvégével az iszapba fúródik, hátulsó, szabadon álló testvége állandó ingó mozgásban van, ez a mozgás a légzést segíti elő. Iszappal táplálkozik. Díszhalak eledeleként használják.

A **gilisztafélék** családjába (*Familia Lumbricidae*) tartozó fajok megnyúltak, többnyire négy pár sertéjük van egy szelvényen. Egy vagy két pár herével és egy vagy két pár petefészkekkel rendelkeznek. A hím ivarnyílások messze a hereszelvények mögött találhatóak. Általában szárazföldiek, de vannak közöttük édesvíziek is.

Az egyik legismertebb képviselő a közönséges földigilisztá (*Lumbricus terrestris*) (lásd 144. ábra). Hosszúsága 10–30 cm között változik, szelvényeinek száma 110–180. Hengerded testének elülső része vastagabb, hátulsó része valamivel vékonyabb és hát-hasi irányban gyengén lapított. Elülső vége fokozatosan kihegyesedő, hátulsó vége lekerekített. A hátoldal domborúbb és sötétebb ibolyás-barna színű, a hasoldal laposabb és világosabb színű. Az ivarérett példányok jellemző képződménye a nyereg

(*clitellum*), mely a 32–37. szelvények megduzzadt háti- és oldalrészeiből jön létre, és a test többi részétől eltérő szürkés színe van.

A szájníylás a metastomium elülső és hasi oldalán nyílik, felülről befedi a fejlebeny (*prostomium*). A test végén található a csúcsi helyzetű végbélníylás. A hasítékszerű hím ivarníylások a 15. szelvény hasoldalán helyezkednek el, ajakszerű duzzanatok határolják. A kicsi és nehezen látható női ivarníylások a 14. szelvényen vannak. A 9–10. és 10–11. szelvények határán latero-ventrálisan nyílnak a szabadba az ondó tartályok. A hím ivarníylások és a nyereg között két hosszanti barázda, az ún. ivari vályú húzódik végig. A nyereg hasoldalán két hosszanti mirigyves megvastagodás, a serdülési dudor figyelhető meg.

Minden szelvényen, a három első és az utolsó kivételével, latero-ventrálisan egy-egy pár kiválasztóníylás van. A 11. szelvénytől kezdődően minden szelvény középvonalában háti pórus nyílik a szabadba, ezen keresztül a testüreg kapcsolatban van a külvilággal. A bőrizomtömlőbe beágyazva szelvényenként 4 pár serte található, két pár latero-ventrálisan és két pár latero-dorzálisan. A serték többé-kevésbé kinyúlnak a felszínre, kézi nagyítóval is láthatók és ujjal kitapinthatóak.

Hermafrodita faj, petéit citrom alakú, barna színű kokonokba rakja le. A kokon a nyereg mirigysejtjeinek megszilárdult váladékából jön létre.

A földgömb északi vidékein szélesesen elterjedt faj. Erdei és mezőgazdaságilag megművelt talajokban, kertekben, parkokban gyakori.

Szintén elterjedt a tigrisgiliszta (*Eisenia submontana*). Teste 8–18 cm hosszú, 60–130 szelvényből épül fel. Minden szelvényen barnásvörös harántsáv található, erről kapta nevét. A 23–34. szelvények tájékán, 5–11 szelvényből alakul ki a nyereg. Hegyvidéki erdőkben moha és fakéreg alatt gyakori. Gyakori rokona a trágyagiliszta (*Eisenia foetida*), ez, nevéhez méltóan, elsősorban bomló szerves anyagokban gazdag foltokban él alföldön és dombvidéken. Védekezéséppen bűzös váladékot ereszt támadójára az emésztőcsatornájából.

A PIÓCÁK ALOSZTÁLYÁNAK (*SUBCLASSIS HIRUDINEA*) RENDSZEREZÉSE

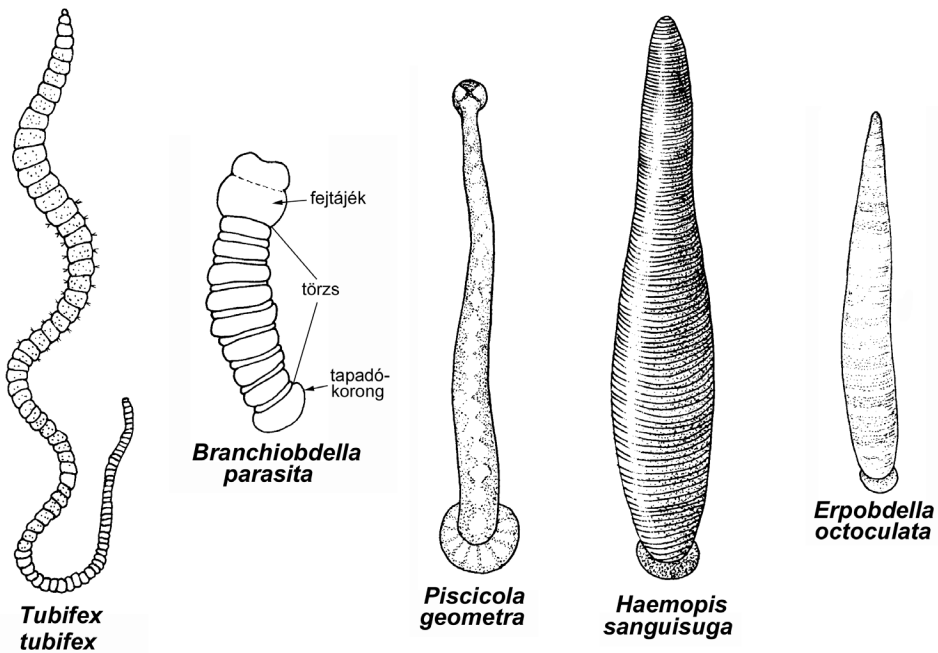
A piócák mind külső élősködők vagy ragadozók. Mindkét végükön egy-egy tapadókorong van, ez segíti őket a gazdaállatra való tapadásban, vagy az áldozat immobilizálásában. Külsőszelvényezettségük zavart, mivel a szelvények másodlagosan 2–14 gyűrűre tagolódnak. Nagy többségük édesvizekben él, de ismeretesek tengeri és szárazföldi fajok is. Ez utóbbiak elsősorban trópusi esőerdőkben fordulnak elő.

Sajátos életmódú fajokat tartalmazó csoport a **PIÓCAGILISZTÁK** rendje (*Ordo Branchiobdellidae*). Egyetlen család tartozik ide. Bizonyos vizsgálatok arra mutatnak, hogy talán közelebbi rokonai a kevés sertéjűeknek mint a piócáknak. Édesvízi

törmelékevők, külső élősködők vagy kommenzalisták. Testük 15 szelvényből épül fel. Egy-négy pár heréjük és egy-három pár petefészük van. A hím ivarnyílások többnyire a hereszelvényen vannak. A fajok többségénél a serték hiányoznak.

Édesvizekben gyakori, a folyami rák páncélján élő, kommenzalista faj a rákféreg (*Branchiobdella parasitica*) (152. ábra, 25. tábla). Öt-tíz mm hosszú teste 15 szelvényből épül fel. Az első 4 szelvény nagy, tölsérszerű fejtájékat képez, 8 törzsszelvényük kétgyűrűs, az utolsó 3 szelvényből jön létre a hátulsó tapadó korong. Sertéik nincsenek. A szájüregben két (felső és alsó) háromszög alakú és fogazott állkapocs van. A hátulsó tapadókorong előtt a hátoldalon nyílik a végbélnyílás. A rák páncélján található élő bevonattal, táplálékmorzsákkal táplálkozik. Sokáig ektoparazitaként kezelték e fajt.

Egyetlen faj tartozik a **SERTÉS PIÓCÁK** rendjébe (*Ordo Acanthobdellidae*), a max. 3 cm hosszú horgas nadály (*Acanthobdella peledina*). Teste 30 szelvényből épül fel, az első 5 szelvényen 2–2 pár serteköteg van. Csak a test végén található tapadókorong, ez az utolsó szelvényből jön létre. Másodlagos testürege elkülönült cölomazacskókból áll. Eurázsia északi vidékein él hidegvízű tavakban, a lazacfélék parazitája életének egy bizonyos szakaszában.



152. ábra. Nyeregképző gyűrűstérgek: csövájó féreg (*Tubifex tubifex*), rákféreg (*Branchiobdella parasitica*), halpióca (*Piscicola geometra*), lópióca (*Haemopsis sanguisuga*) és nyolcszemű nadály (*Erpobdella octoculata*)

A **VALÓDI PIÓCÁK** rendje (*Ordo Hirudinida*) tartalmazza a piócák túlnyomó többségét. Összesen 12 család tartozik ide. Tengeriek vagy édesvíziek, de lehetnek közöttük szárazföldiek is. Ektoparaziták és ragadozók egyaránt ismertek. Testük 34 szelvényből épül fel, egy szájkörüli szívókoronggal és egy testvégi tapadókoronggal rendelkeznek. A serték teljes mértékben hiányoznak. A testüreg lakunáris. Két nagyobb alrendje van e csoportnak.

Az **ormányos nadályok** alrendje (*Subordo Rhynchobdellidae*) esetében az állatok kiölthető izmos ormányszerű garattal rendelkeznek, amely a gazdaállat testfalának áttörésére szolgál. Tágas lakúna rendszerükben még megtalálható a háti és a hasi véredény. A piócáknak fajokban leggazdagabb rendje. A halpióca (*Piscicola geometra*) (152. ábra) egyik legismertebb és legközönségesebb képviselője e csoportnak édesvízeinkben. A szájszívó jól elhatárolódik a törzstől, kerek. A szemfoltok a szívókorong közepe mögött vannak. Vékony hengeres teste több mint tízszer hosszabb a szélességénél. Alapszíne zöldes- vagy sárgás-szürke, oldalán világosabb foltok sorakoznak. 20–50 mm hosszú. **Édesvízi halak vérét szívja.**

Az **állkapcsos és garatos nadályok** alrendjének (*Ordo Arhynchobdellida*) képviselőire az ormány hiánya jellemző. A garat kiképzése itt is sajátosan alakult, így beszélhetünk állkapcsos és garatos piócákról vagy nadályokról.

Az állkapcsos nadályokra (*Gnathobdellidae*) az jellemző, hogy a garatfőben három fogazott szélű állkapocs található. A másodlagos testüregből képződött lakúna rendszer helyettesíti a véredényeket.

Állkapcsos nadály az orvosi pióca (*Hirudo medicinalis*) (lásd 144. ábra). Kinyújtott teste 10–15 cm hosszú, **hát-hasi irányban lapított, hátoldala domborúbb mint a hasoldal, elülső része valamivel vékonyabb mint a hátulsó.** A hátoldal alapszíne sötét olajzöld, narancssárga, és fekete foltokkal tarkázott. A foltok többnyire 6 hosszanti sávba rendeződnek. A hasoldal világosabb szürkés árnyalatú, gyakran sötétén márványozott.

Teste 34 szelvényből épül fel. A szelvények másodlagosan gyűrűzöttek. Az első négy szelvény hasoldalán van a háromszög alakú elülső tapadókorong (szívókorong vagy szájszívó). Ennek a közepén nyílik a fordított Y alakú szájníylás. A test végén a 27–34. szelvényekből jön létre a hátulsó tapadókorong, amely a szívókorongnál jóval nagyobb és lekerekített. A hátulsó tapadókorong előtt, a hátoldalon található a végbélníylás. Az első 5 szelvényen egy-egy pár szemfolt található. A hasoldal középvonalában a 10. szelvényen (30–31. gyűrűk között) van a hím ivarníylás és a 11. szelvényen (35–36. gyűrűk között) a női ivarníylás. A 7–23. szelvények hasoldalán 17 pár kiválasztóníylás található. Sűrű növényzetű állóvizeket kedveli. Gerinces állatok vérével táplálkozik, állkapcsaival Y alakú sebet ejt az áldozat bőrén, izmos garatjával felszívja a vért, és a gyomor kizacsokódásaiban raktározza el, az emésztés a rövid középbélben történik. Ha egyszer teleszívta magát vérrel, hetekig eltart az emésztés. A táplálékul szolgáló vér megalvadását a garat falában levő mirigyek váladéka, a hirudinin gátolja.

A nyálmirigyekből emellett egy fájdalomcsillapító hatású anyag is kerül a sebbe. Az éhes pióca testsúlyának többszörösét is felszívhatja. Így a piócát régebben a gyógyászatban mint helyi vérnyomáscsillapítót hasznosították, de még a XX. század második felében is árulták piacokon természetes “gyógyszerként”. Az orvosi pióca által felvett vér bomlás nélkül hónapokig megmarad a pióca béltraktusában. Közben erős vízelvonás és hemolízis történik. Maga a pióca emésztőenzimeket nem választ ki. A tápanyag lebontása szimbiontájára, a *Pseudomonas hirudinea*-ra vár, amelynek erős proteolitikus szénhidrát- és zsírbontó aktivitású enzimejei vannak. Európából, Észak-Afrikából és Ázsia délnyugati részéből ismeretes.

Első látásra az orvosi piócához hasonló a szintén állkapcsos lópióca (*Haemopis sanguisuga*) (152. ábra). Hátoldala egyszínű fekete vagy feketés-barna. Kifejlett korban meghaladhatja a 10 cm-es hosszúságot. Öt pár szemfolttal rendelkezik. A garatfőben három állkapocs található. Az állkapocs szegélyén két sorban kb. 40 fogacska ül. Az orvosi piócától eltérően nem vérszívó, hanem kifejezetten ragadozó. Álló- és lassan folyó vizekben gyakori.

A garatos nadályokra (*Pharingobdellidae*) jellemző, hogy állkapcsuk nincs, hanem izmos garatjuk szolgál a táplálék felvételére. Szűk lakúnarendszerük helyettesíti a véredényeket. Jellegzetes garatos nadály a nyolcszemű nadály (*Erpobdella octoculata*) (152. ábra). Teste hátoldala szabálytalanul foltozott. A szájszívó nem határolódik el a testtől. Négy pár szemfolttal rendelkezik. Két pár szemfolt egy sorban a fejtég elülső szélé közelében látható, a másik két pár oldalállású. Ivarnyílásaikat jobbra két és fél gyűrű választja el. 20–60 mm hosszú. Különböző típusú vizekben él, ragadozó.

A GYŰRŰSFÉRGEK TÖRZSFEJLŐDÉSTANI KAPCSOLATAI A GYŰRŰSFÉRGEK TÖRZSFEJLŐDÉSTANI KAPCSOLATAI

A gyűrűsférgek törzsfejlődési kapcsolatainak tisztázásakor ma is döntő szempont a sajátos, szelvényesen tagolt valódi testüreg kialakulása. Ilyen értelemben a gyűrűsférgek és ízeltlábúak (karmoskákkel és medveállatokkal együtt) szoros rokonsági kapcsolatot mutatnak, feltehetően közös, szelvényes felépítésű őstől származnak. Az igazi testüreg teloblasztikus úton való kialakulása feltételezhetően csak egyszer történhetett meg a törzsfejlődés folyamán, így fontos közös ősi tulajdonságként kell értékelnünk. Napjaink egyes molekuláris taxonómiai vizsgálatai szintén ezt a hipotézist erősítik meg.

A szelvényezett test kialakulása valószínűleg az ősi formák talajban lakó fúró életmódjával hozható kapcsolatba. Járataikban jellegzetes perisztaltikus mozgással juthattak előre. Az összjáruak körében az első ilyen, feltehetően hasítékcölomával rendelkező lény testüreggel nem rendelkező formára vezethető vissza.

Paleontológiai bizonyítékok támasztják alá, hogy testüreggel rendelkező, talajlakó férgek már ezelőtt 1 billió évvel ezelőtt is léteztek, a prekambriumban. A legelső

bizonyítottan gyűrűsféreg fossziliák kambriumból származó soksertéjű gyűrűsféreg nyomok, ezért ma őket tartjuk a legősibb gyűrűsféreg formáknak. A csonklábak későbbi megjelenése arra utal, hogy ezek a formák járataikat elhagyva, az üledék felszínén komplex mozgásformákat fejlesztettek ki, ahogy ezt a mai képviselőknél tapasztalhatjuk. A mai soksertéjű gyűrűsféreg ezen túl lehetnek csólakók, heteronóm szelvényezettséget mutatnak, a szelvények közti sövények részlegesen felszívódhatnak, amelyeket mind másodlagos, leszármaztatott jellegként értékelnek.

Ilyen értelemben a gyűrűsféregek közös őseit egy féregszerű, szelvényezett testüreggel rendelkező lényként kell elképzelni, amely homonom szelvényezettséget mutatott, a hámrétegben szelvényekként egy-egy pár sertével. A feji tájék pro- és peristomiumból állt és iszapba vájt járatokban tartózkodott. A csonklábak és a feji függelékek megjelenése a soksertéjű gyűrűsféreg evolúciós vonalán állandósult, ezek váltivarúak voltak, és csillókoszorús lárvával történt egyedfejlődésük. A másik nagy evolúciós vonal, a nyeregképzők, közös tulajdonság a kifejlett korban megjelenő nyereg, a hímnősség és a közvetlen egyedfejlődés. Ennek az evolúciós vonalnak, ahová jelenleg a gilisztaszerűeket és piócákat soroljuk, közös őse feltételezhetően ősi kevésertéjű gyűrűsféreg lehetett. Az ősi kevésertéjű vonal nagyon hamar a kambrium elején levált a soksertéjű gyűrűsféreg vonalától, a két vonal később párhuzamosan fejlődhetett tovább.

A mai kevésertéjűek komplex hermafrodita szaporító készüléke, a szikanyagban gazdag petesejt, amely kiiktatja az egyedfejlődés folyamán a lárvaforma megjelenését, a nyálkás nyereg megjelenése a szaporodási periódus alatt alkalmassá tette ezeket a formákat arra, hogy fokozatosan meghódítsák a szárazföldet és az édesvizet. A parazita életmód a piócák esetében egy leszármaztatott, másodlagos jelleg. Az ősi formák a potenciális gazdaállatot egyszerűen megtapadásra alkalmas aljzatként foghatták fel (a szilárd felületekhez való szoros tapadás képessége elengedhetetlen a gyorsan folyó vizekben a fennmaradáshoz), amelyet később, mint ektoparaziták sikeresen kihasználtak táplálékforrásként is.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mit értünk a gyűrűsférgek valódi szelvényezettségén, és milyen módon alakult ki a valódi testüregük?
2. Melyek voltak a szelvényezettség kialakulásának evolúciós előnyei?
3. Ismertesd a gyűrűsférgek általános belső felépítését!
4. Ismertesd a soksertéjű gyűrűsférgek külső felépítését!
5. Ismertesd a soksertéjű gyűrűsférgek táplálkozási módozatait és a tápcsatorna részeit!
6. Hogyan történik a soksertéjű gyűrűsférgek kiválasztása, légzése és keringése?
7. Milyen sajátos vonásait lehet megnevezni a soksertéjű gyűrűsférgek idegrendszerének és érzékelésének?
8. Hogyan történik a soksertéjű gyűrűsférgek szaporodása és egyedfejlődése?
9. Foglald össze a kevéssertéjűek és piócák alaki sajátosságait, a bőrízomtömlő felépítését és mozgásukat!
10. Részletezd a nyeregképzők táplálkozását és emésztését!
11. Részletezd a nyeregképzők kiválasztását, légzését és keringését!
12. Jellemezd a nyeregképzők idegrendszerét és érzékelését!
13. Hogyan történik a nyeregképzők szaporodása?

Név- és Tárgymutató

A, Á

- Acanthobdella peledina* 265, 274
Acanthocephala 170, 176
Acanthocephalus lucii 173, 174
Acanthochitona fascicularis 213, 215
 acanthozoidok 103
Acanthobdellidae 274
 acetabulum 156, 159
Acanthochitonida 215
Achantobdella 268
 acicula 251
Acoela 141, 142, 152, 161
Acoelomata 75
 acontium 104
 acraspedot medúza 104, 116
Actinia equina 106, 121
Actiniaria 121
Actinopoda 57
Actinosphaerium eichhorni 40
Actinosporea 125
Adamsia palliata 121
Adapedonta 232
Adenophorea 193
 adorális csillómező 137
 aestheta 214
 agamogonia 49
 ágasbelűek 154, 161
 ágas polipocska 102, 115
 agykorall 122
 akanthor lárva 172
 aktinospórák 125
 alapi testecske 41
Alcyonaria 119
Alcyonium palmatum 119
 algartató örvényféreg 152, 153
 álláb 37, 39, 40
 állábás egysejtűek 56
 állati jellegű egysejtű eukarióták országa 30
 állatok országa 31
 állkapcsos férgek 174
 állkapcsos nadályok 275
 álmókórostoros 54
 álszelvényezettség 162, 211, 214, 244
 álszövetes állatok 84
 áltüstüregesek 75
 amerikai homár 178
 amfiblasztula 90
 amiktikus 168
 amőba 39, 40, 43, 48
 amöboid mozgás 39, 40
 amöboid spóracsira 124
Amoeba limax 39
Amoeba proteus 39, 40, 44, 48
Amoeba verrucosa 40
 amphid 190
 amphidium 190
Amphilina foliacea 151, 158, 160
 amurkagyló 232
 anális cirrusz 251
Anguina tritici 192
 anhidrobiózis 169
 anizogámia 50
Annelida 77, 137, 246
Anodonta cygnaea 226
Anodonta woodiana 232
Anopheles maculipennis 60
Anopla 163
Antedon sp. 258
 antenna 251
 anthopolip 101, 103
Anthozoa 118
Aphelenchida 193
Aphrodita aculeata 259, 260
Apicomplexa 50, 52, 59
 apikális szerv 98, 129, 130
Aplacophora 210
Aplysia depilans 223, 224
 araszoló kerekcsőféreg 168, 169
Arca noae 229, 230
Arcella vulgaris 36
 archaeocyta 85
 archebaktérium 28, 29
 archenteron 72
 archeopórus 72, 98
Archiacanthocephala 172
Archidoris tuberculata 223, 224
Architeuthis sp. 241
Arenicola marina 253, 258, 259
Argonauta argo 241, 242
Arhynchobdellida 275
Arthropoda 77, 137
 árva zsinorféreg 163
Asbestopluma sp. 86
Ascaridida 193
Ascaris lumbricoides 189, 191, 316
 asconoid típus 87
Asellus sp. 174

ásólábúak 234
Atentaculata 132
 atok 257
 atol 122
 atrium 87
Aurelia aurita 117
Autolytus prolifer 257
 axopodium 40, 57
 axostylus 35

B

Babesia bigemina 59
Babesiella 59
Balantidium giganteum 46
Barentsiidae 178
 bárkaállatka 36, 40
 barrier zátonyok 122
Basommatophora 224
 batteria 106
Bdelloidea 169
 behúzható fogókarok 234
 bekebelezés 44, 45
 bélcsíra 71, 72
 belégző csatornák 88
 beles csíratömlő 149
 bélkokcidiózis 59
 belplazma 39, 40, **56**
 belső bimbózás 93, **179**
 belső csíralemez 71, 75
 belső élősködő 139, 143
 béltrichina 193
 bélüreg nélküliek 141
 bentonikus életmód 57
Beroë ovata 132
 bíborrózsa 106, **121**
 bilaterális szimmetria 35, **78**
Bilateria 128
 bimbózás 49
 binominális nomenklatura 16
 biogenetikai alaptörvény 73
 biolumineszcencia **48**, 257
 bioszisztematika 13
Bipalium javanum 152
 biradiális szimmetria **78**, 118
Biradiata 128
 bizzuszmirigyek 228, 230
Bivalvia 225
Blastea 73
 blasztocöl 71
 blasztoderma 72
 blasztoméra 70

blasztopórus 72
 blasztula 71, 72
Blepharisma 50
 bogárcsigák 213
 Bojanus-féle szerv 206, 219
 bolharákok 174
 bolygólárva 100, 112, 113
 bolyhos örvényféreg 153, 154
Bonellia viridis 283, 284
 bordásmedúzák 128, 129, 130, 131
 bőrkorallok 119
 borsóka 150, 159
 bothridiális sejtek 267
 bothridium 158
Brachiopoda 77
 branchiális szifó 227
Branchiobdella parasitica 274
Branchiobdellidae 273
Bryozoa 77
 bukális dúc 235, 238
Bulinus sp. 157
 bursa copulatrix 146
 búzaféreg 192
 buzogányfejű férgek 170

C, CS

Cadulus 235
Calcarea 91
 calicium 119
Callistochiton 215
 calyx 176
 canales exhalantes 88
 canales inhalantes 88
 canalis gynecophorus 157
Capitellida 258
 capsula centralis 58
 capsulae polares 124
 captaculum 234
Cardium 232
Carybdea alata 114
Carybdea marsupialis 118
Caudeofoveata 210
 cecelégység 55
Cellularia 94
 cementmirigyek 229
 cephalon 136
Cephalopoda 235
Cerastoderma [= Cardium] edule 232
Cerianthipatharia 122
Cerianthus membranaceus 121, 122
 cercária 150

- cérnagiliszta 191, 192
Cestoda 140, **158**
Cestodaria 158
Cestum veneris 131, 132
 chaeta 251
Chaetoderma nitidulum 210
Chaetognatha 77
Chaetonotida 183
Chaetonotus maximus 183
Chaetopterus 253
Chaetopterus variopedatus 257
Chilodin cucullus 44
Chilomonas 44
Chironex sp. 117
Chiropsalmus sp. 117
 choanocyta 86, 87
 choanoderma 87
Choanozoa 45, **55**, 62
 chordoid lárva 179
 cilia 37, 39, **41**
Ciliata 47, **58**
Ciliophora **58**, 62
 cingulum 166
 cirrus tentacularis 251
 cirrusz 132
 anális 251
 ventrális 251
 cisztakantha lárva 172
 citoszkeleton 35
Clathrulina elegans 57, 58
Clitellata 263
 clitellum 263, 264, 269, 273
Cnidaria 74, 99
 cnidocil 106, 118, 124
 cnidocysta 106
 cnidocyta **106**, 312
Coccidia 52, **59**
 coccidiózis 52
Coccinella septempunctata 16, 17
Codosiga botrytis 55, 56
 coeloma 75
 zacskó 73
 cölenteron 101
Coleoidea 240
 collarc 55
 collare 45
 colloblast 129, 132
 comissura 249
 conchin 203
 conchyolin 203
 connectivum 249
Convoluta convoluta 144, 152, 153
 coracidium 151, 158, 159
Corallium rubrum 119
 cornus 116
Cornacuspongia 92
 cornea 238
 corpora pedunculata 255
 corpus basalis 41
 corpus vitreum 238
 craspedon 104, 114
 craspedot medúza 114
 cromatophora 54
 csáklványférgék 148, **155**
 csalánfonal 106
 csalánsejt 105, **106**, 118, 124
 csalántok 106
 csalántömlő 106
 csalánüteg **106**, 116, 118, 121
 csalánzók 68, 70, 74, 98, **99**, 100, 101
 csatornarendszer 101, 104, 105, 170, 280
 csatornáshasúak 210
 csavart idegűeknek 221
 cserebogár 172
 cserepeshéjúak **213**, 244
 csészecsiga 221, 222
 csigaamóba 39
 csigaőr 103, 115
 csigáspolip 208, 239, **240**
 csíkbogarak 196
 csillagférgék 279
 csillaglárva 113
 csilló 28, 37, 39, 41, 42
 fésű 129
 kerék 166
 koszorú **166**, 177
 lemezek 37
 serte **37**, 59
 csillókoszorús lárva **137**, 138, 209, 214, 283
 csillóshasúak 182
 csillós horgaslárva 151
 csillósok 34, 35, 37, 42, 45, 46, 47, 51, **58**
 csíratömlő 149, 157
 csőféreg 259, 260
 csőlakó férgek 250, 277
 csonkláb **251**, 252, 253, 254, 257, 259, 260, 263,
 277
 csővájó-féreg-alkatúak 272
 csővájó féreg 125, **272**, 274
 csöves virágállatok 122
 csücskös kagyló 234
 csúciszerv 129, 130
 csupasz fecskendőféreg 280, 281
 csupaszkopolytús csigák 203

csupaszkolptíusok 223
 ctenae 129
 ctenidium 236
Cubozoa **117**, 124
Cuspidaria cuspidata 234
Cyanea 116
Cycliophora 178
Cycloneuralia 138, **182**
Cyclophyllidea 159
Cyclops sp. 159
Cyclorhagida 185
Cypraea tigris 222
 cysticercus 150, 159

D

dactilozoid 103, 116
 dajka 139, 145, 150, 158, 159
Decabrachia **236**, 240
 delamináció 72, 73
Demospongiae 91
Dendrocoelum lactea 154
Dentalium 235
 dermális réteg 85
 detorzió **217**, 220, 223
Deuterostomia 75, 76
 dezmodont zár 233
Diatomus sp. 159
Dibranchiata 240
Dicrocoelium lanceatum 156, 157
Didinium sp. 34
Diffugia oblonga 40
Digenea 155
Dileptus anser 46
 dinein 41
Diotocardia 221
Diphyllobothrium latum **151**, 159
 dipleurula lárva 137
Diploblastea 98
Diploria cerebriiformis 122
Diplozoon paradoxum 155, 156
 diszegmentumok 248, 249
Dorylaimus stagnalis 193
Dravida ghilarovi 272
Dreissena polymorpha 232, 233
Drosophila melanogaster 27
Dugesia gonocephala 139, 146, **154**
Dysodonta 230

E, É

ecdysis 77
Ecdysozoa 77
 ecetmuslica 27
 echinococcus 150
Echinococcus granulosus **150**, 160
Echinoderes dujardini 185
Echiurida 77
Echiuroidea 282
Echiurus 284
Echiurus echiurus 283, 284
 ectoplazma 38
Ectoprocta 178
 édesvízi gomolyférgek 196
 édesvízi hidra 109, 111, 152
 egybekelés 50
 egyenesbelűek 152
 egyenesidegűek 223, 224
 egypetefészűek 168, 169
 egypitvarosok 221
 egytengelyes váztű 92
 ehető feketekagyló 230
 ehető osztriga 230
Eimeria stiedai 59
Eimeria zuerni 59
Eisenia foetida 273
Eisenia submontana 273
 ektoderma 75, 98, 105, 106, 108, 111, 112, 120
 elágazó fereg 257
 elevenszülő csiga 221, 222
 elevenszülők 168, 190, 238, 257
 előlkapoltíusok 221
 élősdinórfereg 164
 elővesécske **142**, 177, 179
 emésztő üröcske 43, 44, 45, 46
 endocitózis 44
 endoerythrocyter szakasz 52
 endoplazma **38**, 41, 45
 endoplazmatikus retikulum 37, 61
Enopla 164
Entamoeba histolytica 56
Enterobius (= *Oxyuris*) *vermicularis* 191
 enterocölikus 76
 entoderma 71, 74, 75
 entomológia 12
Entoprocta 137, **176**
 enyvsejtek 129, 132
Ephydatia fluviatilis 88, 89
 ephyra 113
 epibólia 72
 epidermisz 105

Epiphanes senta 169
 epitok 257, 258
 eritrofóra 203
Erypobdella octoculata 265, 268, 274, 276
Errantia 250
 erythrocrurin 254
 érzékpálca 187
 érzékpálcások 191
 érzőbunkó 105, 109, 110, 111
 érzősejtek 98, 107, 108, 109, 110
 érzőszőr 106, 118, 124
 éti csiga 216, 220, 224, **225**
 eubaktérium 28, 29
Eucestoda 158
Eucoelomata 75
Eudendrium ramosum 102, 115
Euglena viridis 13, 54, 55
Euglenozoa 54
 eukarióta 34, 37, **38**, 60, 61, 62, 63
Eulamellibranchiata 231
Eumetazoa 73, **98**
Eunice viridis 251, 257, 258
Eunicida 258
Eupagurus prideauxi 121
Euplectella aspergillum 93
Eurotatoria 168
 evértált szem 256
 everz szem 256
 evezőlábú rák 25
 extracelluláris vázelemek 35
 extraerythrocyter szakasz 52
 extruszómák 37

F

fagocitózis 31, 44, **45**
 faló egyedek 103
 faltörő típusú csalánsajt 106, 107
 farkosférgek 196, 197
 farkos lárva **150**, 157
 fátyol 104, 114
 fecskendőférgek **280**, 281, 282
 fedttkopolyúsok 223
 fedőgyed 116
 fejlábúak 235, 236, 237, 238, 242
 felemásfoguák 232
 felületi barázdálódás 70
 féregcsigák 210, 211
 féregláncolat 139, 150
 festőkagyló 232, 233
 fésűkagylók 231
 fésűs kopolyú 215, 223, **227**, 240

fésűskopolyúsok 229
Ficulina 88
 filamenta mesenteriale 104
Filibranchia 229
 filopodium 39
 filozoid 116
Flagellata 13, **54**
 flagellum 37, 39, **41**
Floscularia ringens 169, 170
 fobotaxis 43
 fogazatnélküliek 230
 földigilisza 264, 265, 266, 267, 270, 272
 földközi-tengeri fésűkagyló 230
 folyami szivacs 88, 89
 fonalas kopolyú 227
 fonalaskopolyúsok 229
 fonalas láb 39
 fonalférgek 77, 189, 191
Foraminifera 50, **56**, 309
 forgós féreg 259, 260
Formica sp. 157
 fototaxis **43**, 146, 268
Frenulata 263
 fülcsiga 221, 222
 füles medúza 117
 füles planária 139, 142, **154**, 314
 fűrő ostorosok 52, 54
 fürtös ostoros 55, 56

G, GY

galandférgek 138, 139, 140, 141, 142, 143, 145,
 147, 150, 151, 158, 160
 galléros ostoros sejtek 67, 68
Gammaridae 174
 gamogónia 49
 gamont 49, 50
 gamontógámia 50
 garatos nádalyok 275, 276
Gastreaozoa 98
Gastrea 74
Gastropoda 215
Gastrotricha 182
 gastrotroch 137
 gastrozoid 103, 112, 115, 116, 119
 gasztrea-elmélet 68, 73, 74
 gasztrodermisz 105, 106, **108**, 109
 gasztrovaszkuláris rendszer 130
 gasztrula 31, **71**, **72**, 136
 gátornyílás 87, 91, 92, 93
 gemmula 88, 89, 93, 310
 gemmuláció 88

generatív sejtek 66
 geotaxis 43
 germovitelarium 167
Giardia intestinalis 55
 gilisztafélék 271, 272
Glaucoma 44
 glikokális 37
 glochidium 228, 232
Glossina palpalis 55
 glutinantes 106, 107
Gnathobdellidae 275
Gnathostomula paradoxa 174
Gnathostomulida 174, 176
 Golgi-készülék 37, 38
 gombák országa 15, 26, 29, 31
 gonozoid 103, 115, 116
Gordiaceae 196
Gordius aquaticus 195, 196, 317
Gorgonaria 119
 gorgonin 119
 Götte-lárva 148
 gráci zsinórféreg 164
 guanofóra 203
 gubacs 192
Gymnosomata 223
 gyökérlábú 45, 56
 gyökérszájú medúza 117
 gyöngyállatka 55, 56
 gyöngyházzéreg 203, 221, 229, 231, 239
 gyöngykagyló 226, 230, 231
 gyöngysarj 88, 89
 gyöngysarjpórus 89
Gyrodactylus elegans 155, 156
 gyűrűsféreg 245

H

haemocöl 200, 206
Haemopsis sanguisuga 274, 276
 hajóféreg 233, 234
 hajós polip 242
halicyptus 197
Haliotis tuberculata 221, 222
 halpióca 269, 274, 275
 hangyák 24, 157
 Haplotaxida 271, 272
 harangállatka 39, 57, 59
 hármasselűek 153
 háromsíralemezű állatok 75, 99, 123, 128
 háromízű galandféreg 150, 161
 háromtengelyes váztű 93
 hasadtfogúak 231

hasítéktestüreg 75
 hasított fogazat 231
 hathorgas lárva 150, 158
 hatosztatú virágállatok 120
 hatsugarú váztű 93, 94
 hatszívókás mótely 139
 hátulkopoltyúsok 223, 224
 házi légy 16, 19
 héjhártya 203
 héjmirigyek 146, 147, 148
 héjszemek 214
 héjszifó 240
 hektokotil kar 235, 238
Helicella sp. 157
Heliozoa 45, 58
Helix pomatia 16, 205, 216, 220, 224, 225
 helmintológia 12
 hemocianin 206, 227, 238
 hemoglobin 249, 262, 272, 282
 hengeres féreg alkatúak 182
 hermafrodita 115, 209, 210, 273, 277
 Hess-féle sejtek 268
Heterodonta 232
 heteronom metaméria 247
 hétpettyes katica 16, 19
Hexacorallia 120
Hexactinellidae 85
 hexactin váztű 93
 hialinsapka 40, 41
 hiányosfogúak 232
 hidraállat 99, 101, 102, 103, 105, 111, 114
 hidrafaló örvényféreg 152, 153
 hidrafélék 114
 hidrapolip 101, 103, 108
 hidrogenoszóma 37
 hidromedúza 104
 hidropolip 114
 hidrotéka 103
 hiposztóma 101
Hirudinea 263, 273
Hirudinida 275
Hirudo medicinalis 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 275, 318
 hisztamin 204
 hólyagsíra 67, 72, 73
 hólyaglárva 150
 hólyagmedúza 116
 hólyagszem 110, 208, 214
Homalorhagida 185
Homarus americanus 178
Homarus gammarus 178
 homoaxon 78

homomorf telep 103
 homonom metaméria 247
 horgasfejű galandféreg 139, 147, 150, **159**, 160
 horgasmétely 155, 156
 horgas nádály 274
 horogkoszorú 139, 159, 161, 314
 húrféreg 194
 hurkoló típusú csalánsejt 106, 107
 hüvelykagyló 233
 hyalinplazma 38
Hyalonema sieboldi 85
 hydranth 101
Hydra vulgaris 109, 112, 115
 hydrocaulus 102
Hydroidea 114
 hydrohyza 101
Hydrozoa 114, **124**
 hypostracum 203

I, Í

igazgyöngy 225, 226, **231**
 ikerféreg 155, 156
 indaszövevény 101
 infekciós embrió 82
 infundibulum 130, 235
 infusoriform embrió 82, 83
 intracelluláris vázelemek 35
 introvert 280
 invagináció 72, 73
 invertált szem 256
 inverz szem 145, 146
 involut ház 222
 iridofóra 203
Ischnochitonida 215
 izeltlábúak 14, 23, 29, 70, 71, 77, 137, 247, 252, 276
 izogámia 50
 izomféreg 193
 izomtrichina 192
 izomzászlók 104, 118, 120

J

Janthina sp. 203

K

kagylóállatka 59
 kagylók 204, 205, 206, 207, 208, **225**, 227, 228, 229, 230
 kajmacsos lárva 228, 232
 kalmárok 240, **241**

Kamptozoa 176
 kandicsrák 115, 151
 kapaszkodó serték 139
 kardinális fog 231
Katharina 215
 kehelyállat 99, 101, 111, 112, 113, 116
 kehelymedúza 104, 105
 kehelypolip **103**, 112, 113, 116
 kehelyszem 110, 145, 208
 kékkagyló 230, 231
 kemotaxis 43
 kerekcsőféreg 77, 137, **166**
 kerékszerv 166, 167
 keresztezett idegűség 217
 kétcsíralemezesek 98
 kétfarkú uborkaféreg 197
 kétféle magvúak 58
 kétkopoltyúsok 240
 kétoldali szimmetria 123
 kétpitvarosok 221
 kevésértéjűek 263, 264, 267, 268, 269, 271
Kinorhyncha 182, 184, 187
 kloakális szifó 227, 231
 kloragogén sejtek 254, 267
 kockamedúza 99, 106, 118
 kökorallók 121
 konjugáció 50, 51, 58
 kontraktilis vakuólum 47
 köpenyes tengeri rózsa 121
 köpenyüreg 149, 202, 206, 208, 210, 215
 kopoltyúszívek 206
 kopoltyúvérkör 206
 kopuláció 49, 50
 korallpolip 99
 körcsatorna 104, 105, 117
 korongállatkák 84, **94**, 95, 96
 korongféreg 258
 körteképző ostoros 55
 kovaszaruszivacsok 91, 92
 középbelmirigy 150, 204, 205, 217, 219
 közönséges homár 178
 közönséges húrféreg 195, 196
 közönséges kalmár 241, 242
 közönséges kerekcsőféreg 169
 közönséges tintahal 208, 236, 237, 241
 közvetett fejlődésű mótelyek 140, 141, 149, **155**
 közvetlen fejlődésű mótelyek 148, **155**
 kristálynyél 205
 kristálypálca 205
 kromatofóra 203
 kucsmamedúza 132

L

lamblia 55
Lamellibranchiata 229
 lándzsamétely 156, 157
 lánzgősejt **143**, 163, 172
 lapállat 74, **94**
 laposférgek 138
 lárvanemzés 149, 150
 Laurer-féle mirigy 147
 lebegő életmód 196, 203, 214, 223
 lebegető egyedek 103
 lebenyes láb 39
 lebenyes lárva 209
Leishmania donovani 37
 lemezes kopolyú 227, 231
 lemezeskopolyúsok 229
Lepidochiton 214
Lepidopleurida 214
Lepidopleurus 214
Leuconia solida 91
Leucosolenia primordialis 85
 leukofóra 203
 leukonoid típus 87, 88
 levélalakú galandféreg 151, 158, 160
 licophora 151, 158
 ligamentum 225, 232
Ligula intestinalis 159
 likacsosházú 37, 38, 39, 40, 49, 50, 56, 60
Limax cinereoniger 224, 225
Limnognathia maerski 175, 176
Linnaeus longissimus 162, 163
 lizoszóma 37
 lóaktínia 121
 lobopodium 39, 56
Loligo vulgaris 241, 242
 lópióca 274, 276
 lorica 36, 166
Loricifera 182, **185**
Loxokalypodidae 178
Loxosoma neapolitanum 178
Loxosomatidae 178
Loxosomella vivipara 177
 lúdnyakú csillós 46
 lüktető üröcske 37, 40, 45, **47**, 48, 54, 56
Lumbricidae 272
Lumbriculida 271
Lumbriculus variegatus 271
Lumbricus terrestris 264
Lymnaea truncatula 149
Lymnaea stagnalis 224

M

Macracanthorhynchus hirudinaceus 171, 172, 173
Macrodasyda 183
 macronucleus 38, 58
Macrostomida 152, 161
Madreporaria 121
 magdimorfizmus 38
 makrocilia 132
 makrogamont 52
 makroméra 70
 makroszkléra 93
Malacobdella grossa 164
 malakológia 12
 malária 52, 53, 60
 maláriaszűnyog 52, 60
 manubrium 104
 maradványcsiga 212, 221, 222
 márnávész 125
 mastax 166
Mastigophora **54**
 mechanotaxis 43
Medusozoa 114
 medúza **99**, 103, 104, 108, 109, 110, 111, 112, 114
Megascolides australis 271
 megaszkléra 91
 Mehlissch-féle mirigyek 147
 melanofóra 203
Melanopsis parreyssi 221, 222
Melolontha melolontha 172
 membrana undulans 41
 membranella 37
Mermis 193
Mermithidae 193
 merozoit 52
 mesocöl 262
 mesosoma 261
Mesozoa 82
 mésszivacsok 85
 metacerkária 150
 metacöl 262
 metagenézis 52
 metamerizáció 246, 247
 metanefridium 206, 211, 214
 metasoma 261
 metatroch 137
 métely 139, 146
 mezentérium 247, 248, 262
 mezoglea 99, 106, 108, 114, 116
 mezohyl 87

mezolamella 87, 108
Micrognathozoa 175
 micronucleus 39, 58
Micropilina 213
 micropyle 89
Microstomum lineare 152, 153
 migrator mag 51
 mikrogamont 52
 mikroméra 70
 mikroszkléra 91, 93, 310
 miktikus 168
 miracidium 141, 149
 mixonefridium 249, 253, 257
 mocsári amőba 61
 mocsári csiga 224
 mocsári gilisztafélék 271
 mohaállatok 77, 178
Mollusca 77, 137, **200**
Monas vestita 45
 monaxon 78, 92
Moniligastrida 271, 272
Monogenea 148, 155
Monogononta 169
Monoplacophora 211, 244
Monoplacophorus 213
 monopodiális sejt 39
 monopodiális telep 102
 monothalamia 57
Monotocardia 221
Mopalia 215
 morula 70
Moruloidea 82
 mosdószivacs 92, 311
 Müller-féle test 43
 Müller-lárva 148
Musca domestica 16, 19
Mya arenaria 233
Mylleporidae 114
Mytilus edulis 230
Mytilus galloprovincialis 230
Myxobolus cerebralis 125
 myxospórák 124, 125
Myxozoa 99, **124**
Myzostomida 258

N, NY

nagy fésűkagyló 208
 nagymag 38, 51
 nagy mészsivacs 91
Nanaloricus mysticus 187
 napállatka 36, 39, 57

narancsvörös örvényféreg 154
Nassa reticulata 222
 nauplius lárva 137
Nautiloidea 239
Nautilus pompilius 208, 239, 240
 nectocalyx 116
Nectonema 194
Nectonema agile 195
Nectonematoidea 195
 nectozoid 103, 116
 nefridiopórus 47, 206, 212, **253**
 nefrosztóma 249, 253
 négykopolyúsok 239
 négytengelyes kovaszivacsok 91
Nemathelminthes 182
Nematoda 182, **187**
 nematogén forma 82, 83
Nematomorpha 182, **194**
Nemertea 77, 137, **162**
 nemes korall 119
Neomenia carinata 211
Neopilina 213
Neopilina galathea 211, 212
 neoténia 131
Nephrops norvegicus 178
 Neptun serleg 85, 91
Nereis diversicolor 250, 255, 256, 259
 neuropodium **251**, 253
Noctiluca miliaris 48
 Noé bárkája 229, 230
 norvéggrák 178
 notopodium 251
Nucula nucleus 229, 230
Nuculida 229
Nuda 132
Nudibranchia 203, **223**
 nukális szerv 256
Nummulites complanata 37
Nummulites sp. 57
 nyálkapálcika 141, 152
 nyálkaspórások 99, **124**
 nyelesférgek 137, **176**, 178
 nyeles napállatka 57, 58
 nyelesszeműek 225
 nyereg 263, 264, 269, 270, 271, 272, 273
 nyeregképzők 264, 277
 nyílférgek 77
 nyirokféreg 192
 nyolckarúak 236, **241**
 nyolckarú polip 242
 nyolcosztatú virágállatok 118, 119
 nyolcszemű nadály 268, 274, 276

O, Ó, Ö, Ő

Obelia dichotoma 102, 112
 öblös csiga 222
 obturaculum 261
Obturata 261, 262, 263
Octobranchia 236, 241
Octocorallia 118
Octopoda 241
Octopus vulgaris 241, 242
Oesophagostomum sp. 189
 ókagyló 229, 230
Oligochaeta 263, **271**
Omalogyridae 200
 oncomiracidium 155
 oncosphaera 150, 158, 159
 oocyta 84
 oogámia 50
 ookinéta 53
Opsacus 90
 ootípus 147, 148
Opalina ranarum 55, 56
Opilana 56
 opisthaptor 155
Opisthobranchia 223
 opisthocöl 262, 263
 opisthosoma 261
 órális pólus 104, 129
Orbitholites 43
 óriás amőba 40, 44, 48, 61
 óriás buzogányfejű féreg 171, 172, 173
 óriásgiliszta 271
 óriáskagyló 200
 óriáskalmárok 241
 óriás meztelencsiga 224, 225
 óriás zsinórféreg 163
 ormányosféreg 77, **282**
 ormányos nádályok 275
 orsógiliszta 189, 190, 191
Orthoectida 84
 örvényféreg 138, 139, 140, 141, 142, 144, **152**,
 153
 orvosi pióca 265, 266, 267, 269, 270, 275, 276
 ösbaktériumok 30
 ösbélüreg 72, 73, 76
 osculum 87
 összájnyílás 72, 76, 98, 124, 137
 összájúak 136, 137
 ostoros egysejtűek 13, 49, 50
 ostoros kamrácskák 86, 88
 ostorosok törzscsoportja 54
 ostracum 203

Ostrea edulis 230
Ostrea sp. 231
 oszfrádium **208**, 217, 220, 228, 238
 osztrigák 230, 231
 ötujjas örvényféreg 153, 155
 övesféregcskék 182, 184, 187
 ovipar 168, 190
Oxitrichidae 44
Oxyurida 193

P

Paguristes oculatus 92
Palaeacanthocephala 174
 pallium 202
 palolo féreg 251, 257, 258
 palpus 251
 páncélosféregcskék 185, 186
 pántlikagiliszták 138
 papucsállatka 43, 51, 57, 58
Parabasalea 54
 parabazília törzs 54
Paramaecium 43
Paramaecium bursaria 61
Paramaecium caudatum 43, 44
 parapodium **223**, 251, 252
Pararotatoria 168
Parazoa 84
 parenchimula 72
 partenogenezis 149, 168
Patella coerulea 221, 222
Pecten jacobaeus 230
Pecten sp. 231
Pedicellidae 178
Pedicellina cernua 177, 178
 pedogenezis 149
 pellicula 37, 58
Pelomyxa palustris 61
 penetrans típusú csalánsejt 106, 107
Pennatularia 120
Pennatula rubra 119, 120
 perikardium **206**, 219
 perinotum 213, 215
 periostracum 203, 229, 234
 perisarc 105
 perisoma 129
 peristoma 45
 peristomium 251
 peroxizóma 37
Perviata 261, 262, 263
Pharingobdellidae 276
Phascolostomatidea 281

phasmidium **187**, 191, 193
Phyllococida 259
Physalia physalis 116, 117
Physophora hydrostatica 103
 pigidium 251, 260
Pilina 211
 pinacocyta 85
 pinacoderma 85, 87
Pinctada margaritifera 226, 230, 231
 pinnula 118, 263
 pinocitózis 44
 piócagiliszták 273
 piócaák 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 273
 piroplazmózis 59
Piscicola geometra 265, 268, 269, 274, 275
Placentonema gigantissima 187
Placozoa 13, 74, **94**
Planea 73
Planorbarius corneus 224
 planula 73, 100, **111**, 113, 123
 plasmodesmus 57
Plasmodium 52, 53
Plasmodium falciparum 53, 60
Plasmodium malariae 53, 60
Plasmodium ovale 53
Plasmodium vivax 53, 60
Platyhelminthes 76, 77, **138**
 plerocerkoid lárva 151
 pneumatophora 103, 116
Pneumoderma mediterraneum 223, 224
 pneumosztóma 216
Podocoryne carnea 103, 115
Pogonophora 260
 Poli-féle cső 280
 polip **99**, 101
 polyaxon váztű 91, 310
Polycelis nigra 146, 154
Polychaeta 250
Polycladida **154**, 161
Polymastigina 45
Polyplacophora **213**, 244
 polypodialis sejt 39
Polypodium 112
Polystoma integerrimum 139
 polythalamia 57
 pompás kerekcső 169
 pörgekarúak 77
Porifera 13, 74, **84**
 porocyta 85
 portugál gálya 116, 117
Poterion neptuni **85**, 91

Priapula 182
Priapulopsis bicaudatus 197
 proboscis 101, 162, 252, 282
 procerkoid lárva 151
 proglottisz 139, 145, 148, 158, 159
 prohaptor 155
 prokarióta 28, 30
Proneomenia antarctica 211
Prosobranchia 221
Prosoma graecense 164
 prostomium 248, 251, 260, 264, 273
 proterandria 89
Proterospongia haeckelii 66
 protisztológia 34
Protobranchia 229
 protocöl 262
 protonefrídium **249**, 253, 262
 protoroch 137
Protostomia 136
 protostylus 219
Protozoa 30, 60, 61
Pseudomonas hirudinea 276
Pseudophyllidea 158
 pseudopodium 37, **39**, 56
 pszeudokutikula 141, 142, 155, 156
Pteropoda 223
 puhatestűek 29, 71, 77, 137, **199**
Pulmonata 204, **223**
Pulsellum 235
 pygidium 248

R

Radiata 99
Radiozoa 58
 radula 204, 205
 ragasztó típusú csalánsejt 106, 107
 rágógymor **166**, 205
 rákféreg 274, 319
 raktárbeli fonálféreg 193
Rapana thomasiana 222
 rédia 149
Regnum
 Animalia 31, 66
 Archaeobacteria 30
 Bacteria 30
 Chromista 31
 Fungi 31
 Plantae 31
 Protozoa 30
 rekeszes kopoltyú **227**, 234
 rekeszeskopoltyúsok 234

remeterákok 92, 115
 renette sejt 189
 részállatka 52
 reszelőnyelv 204, 205
 retekszivacs 91
 reticulipodium 39
Rhabditiis sp. 189
Rhabdit 192, 193
Rhizopoda 56
Rhizostomae 117
Rhizostoma pulmo 117
 rhombogén alak 82, 83
Rhombozoa 84
 rhopalium 105, 110, 116
Rhynchobdellidae 275
Rhyzopoda 45
Riftia pachyptila 262, 263
 rivókatömlő 150
 rizopodium 39
 robbanó testecske 37
 rostellum 139, 159
 rota 166
Rotalia freyeri 40
Rotatoria rotatoria 169
Rotifera 77, 137, **166**, 176

S, SZ

Sabellida 260
Sactosoma 283
Sactosoma vitreum 283
Sarcodina **56**, 62
 sárkányképű ostoros 55
Scaphopoda **234**, 244
Schistosoma haematobium 156, 157, 161
 schizocoeloma 75
Schizodonta 231
 schizogónia 49, 52, 59
Schizoplax 215
 scleroblast 87
 sclerocyta 85, 87
 scleroseptum 122
 scolex 139, 158
 scyphomedúza **104**, 116
 scyphopolip 103
Scyphozoa **116**, 124
Secernentea **191**, 193
Sedentaria 250
Seison 170
Seisonidea 168, **170**
 sejthalmazosok 82
Semeostomae 116

Sepia officinalis 208, 236, 237, 241
Sepiida 240, 241
Sepiolida 240
Septibranchia 234
 septum 101, 103, 104, 247
Serpula vermicularis 259, 260
 serte 272, 273
 sertés piócák 274
Siboglinidae 260
Siboglinum ekmani 263
 simafejű galandféreg 150, **159**, 160
 siphonoglypha 104
Siphonophora 116
 siphonozoid 118, 119
Sipunculidea 280, 281
Sipunculus nudus 280, 281
 skampó 178
 skorpiók 71
 soksertéjű gyűrűsféreg **250**, 251, 252, 256, 257,
 258, 277
 sokszemű planária 154, 315
Solemida 229
Solemyia sp. 229
 solenocyta 143
Solenogastres 210
Solen vagina 233
 soma 248
 somatopleura 75, **248**
 soros fogazat 229
 sorosfogúak 229
 sortüskés buzogányfejűek 172, **174**
 spermatofóra 238
 spiculum 190, 191
Spiralia 77, 138
 spirális barázdálódás 70, 71
 spiráltüskés buzogányfejűek 172
 spirocheta 28
Spirographis spallanzani 259, 260
Spirogyra 44
Spirulida 240
 splanchnopleura 75, **248**
Spongia officinalis 92, 311
Spongilla lacustris 88, **92**
 spongin **87**, 88, 91, 92
 spongióma 47
 spórás egysejtűek 52, **59**
 spórások 39, 49, **59**
 sporogónia 59
 sporoplazma 124
Sporozoa 49, **59**, 62
 sporozoit 52, 53
 statocysta 109

Stentor 43
 stigma 43, 54
 stolon 114, 116
 streptoneuria 217, 221
Strongylida 193
 stylet 163
Stylommatophora 225
Stylonychia mytilus 59
Suberites 88
Suberites domuncula 92, 311
 sugárállatkák 39, 58
 sugaras 78
 sugárcsatorna 104, 105, 114, 117
 sünféreg 259, 260
 sünféregcske 183
 syanmoebium 73
Sycon ciliatum 91
 syconoid típus 88, 91
Syllis ramosa 257
Symbiodinium sp. 122
Symbion 178
Symbion pandora 178, 179
 syncarion 51
Synplazma 94
 szaglógödör 110, 251
 szarukorallók 119
 szaruszivacsok 86, 89, 90, 94
 szedericsíra 71
 szedericsíraszerűek 82, 83
 szegélyszirtek 122
 széles galandféreg 151
 szelvényezettség 247
 szemes kockamedúza 118
 szemes ostorosok 36, 40, 54, 61
 szemfolt 43, 54, 110
 szemölcsös csillagsiga 223, 224
 Szent László pénze 37, 57
 szenzillák 190
 szépiacsont 240
 szétváló féreg 257
 szíj-galandféreg 159, 160
 szimodiális telep 102
 szinciciális hálózat 93
 szivacsok 81
 szívbagylók 232
 szívó férgek 84, 138, 141, 142, 143
 szívógödörös galandféreg 158
 szívókás galandféreg 159
 szívókások 49, 50, 58
 szívókorong 155, 156, 159, 266
 szkleroblaszt 108
 szporociszta 149

sztatociszta 208, 210
 sztatolit 110, 130
 sztereoblasztula 98, 111
 sztolon 101, 176
 sztrobila 112, 113
 sztrobiláció 112
 szuronyos zsinórféreg 163, 164
 szűrőserték 163, 164
 szűznmzés 149, 150, 168, 169, 170, 176

T

Taenia saginata 150, 159
Taenia solium 139, 147, 150, 159, 160
 tagolatlan galandféreg 158
 tagolt galandféreg 158
 támasztóserte 251
 tányércsiga 224
 tapadókorongosok 154
 tapogatókacs 251
 tapogatókoszorúsok 136
 tapogatónélküliek 132
 tapogatószok 131
 tapogatószakállasok 77
 tapogatószakállasok 260, 261
 tartály-üröcske 47
 tátogató kagyló 233
 tavi kagyló 226, 228, 232
 tavi szivacs 88, 92
 taxodont 229
Taxodonta 229
Tectibranchia 223
 tegzesféregcske 169, 170
 tejféhér planária 153, 154
 telepes medúzák 116
 telepes polipok 109, 114
 televénykór 125
 telotroch 137
Temnocephala minor 153, 155
Temnocephalidea 154
 tengelysugaras állábúak 57
 tengeri darazsak 117
 tengeri gomolyféreg 195
 tengeri gyöngyike 102
 tengeri kard 131
 tengeri kökörösín 121, 122
 tengeri lilium 258
 tengeri nyúl 223, 224
 tengeri pillangók 223
Tentaculata 131
Tentaculifera 131
 tentaculum 101, 129, 260

tenyeres bőrkorall 119
Teredo navalis 233, 234
 termotaxis 43
 testa 36
 testüreg nélküliek 75
Tetrabanchiata 239
Tetraxonida 91
Teuthida 240, 241
 texasi láz 59
Textularia agglutinans 37
 theca 36
Thecosomata 223
Thysanozoon brocchi 153, 154
 tigriscsiga 222
 tigrisgiliszta 273
 tintahalak 235, 240, **241**
 tintazacskó 237
Tintinnida 60
 tizkarúak 240
 tizkarú fejlábúak 236
 tobozpolip 112, 113
 tokspórák 124
 tollkorallok 120
 törpe buzogányfejű féreg 173, 174
 törpe galandféreg 150, 160, 161
 törpe iszapcsiga 157
Toxoplasma 59
 trágyagiliszta 273
Trematoda 140, 149, 155
Treptoplax reptans 94
 triaxon váztű 93
 trichina 192, 193
Trichinella spiralis 192, 193, 317
 trichocysta 37, 59
Trichoplax adhaerens 74, 94, 95
Tricladida **153**, 161
Tridacna gigas 200
 trilobita lárva 137
Tripetalia 106
Triploblastea 99, **128**
 triptamin 204
Trochea 137, 138
 trochophora 177, 179, 209, 210, 221, 228
 trochus 166
 trofozoit 52, 53
 trophosoma 262
Trypanosoma brucei gambiense 54
Trypanosomatidae 52
Tubifex tubifex 125, **272**, 274
Tubificidae 272
Tubularia larynx 102
 tüdős csigák 204, 206, 219

Turbellaria 139, 140
 tüskés bogárcsiga 213, 215
 tüskésbőrűek 29, 71
 tűzkorallok 114
Tylenchida 193

U, Ú, Ü, Ű

újszájúak 31, 75, 76, 77
 ülőszeműek 224
 umbo 225
Unio pictorum 232, 233
 úrbél 101, 104
 úrbéli fonalak 104
Urnatella 176
 üvegszivacsok 85, 86, 87, 88, 90, 93, 94

V

valódi lemezeskopolytúsok 231, 233
 valódi piócák 275
 valódi szövetes állatok 73
 valódi testüregesek 75
Vampirella spirogyrae 44
 vámpírpilipok 243
Vampyromorpha 243
Vampyroteuthis infernalis 242, 243
 vándorkagyló 232, 233
 vándormag 51
 varsacsiga 222
 váztűképző sejtek 85
 veligera **209**, 221, 228, 232
 velum 104, 114, 241
 vénuszkosár 93
 vénuszöv 131, 132
 vérhasamőba 44, 56
 vérmétely 156, 157, 161
 vermiform forma 82, 83
 vesécske 206, 214, 219
 vestibulum 176, 177
Vestimentifera 261, 263
 vestimentum 263
 világítóféreg 257
 világító ostoros 48
 világító sejtek 131
 villás csengettyűke 102, 112
 villásormányú féreg 283, 284
 virágállatok 103, 104, 109, 111, **118**
 virágpilip 124
 vivipar 168, 190
Viviparus viviparus 221, 222
 vízi ászkák 174
 víziborjú 196

vízgyöngy 93
volventes típusú csalánsejt 106, 107
Volvocales 73
vörös paraszivacs 92, 311
vörös tollkorall 119, 120
Vorticella nebulifera 39, 57, **59**
Vulsella 206

W

Wuchereria bancrofti 192

Y

Yungia aurantiaca 154

Z, ZS

zátonyszirtek 122
Zebrina sp. 157
zoid 176
zöld szemesostoros 13, 54
zománcállatka 40
zooxanthellák 121, 200
zsigerzacskó 202, 215, 216, 217, 219, 220, 223,
236, 239
zsinórférgesek 77, **162**

Válogatott irodalomjegyzék

- ABRAHAM, R. (1991): Fang und Preparation wirbelloser Tiere. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – Jena – New York.
- ÁDÁM, GY., FEHÉR, O. (1991): Élettan Biológusoknak I-II. – Tankönyvkiadó, Budapest.
- AGUINALDO, A.M.A., TURBEVILLE, J.M., LINFORD, L.S. (1997): Evidence for a clade of nematodes, arthropods and other moulting animals. – *Nature* 387: 489–493.
- ANDERSIK, T., ANDERSIK, G., BYERS, E.B. (2005): *Biology. Life on Earth*, 5th edition. – Pearson Prentice Hall, Pearson Education Inc., Upper Saddle River, New York, USA.
- ANDERSON, O.R. (2001): Rhizopoda. – *Encyclopedia of Life Sciences*, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-7.
- ANDRIKOVICS, S., CSER, B., SEBŐ, P., KISS, O. (1999): Állatrendszertani alapismeretek (egyetemi jegyzet). – EKTF, Eger.
- ANDRIKOVICS, S., SEBŐ, P., KISS, O. (1999): Szövetes állatok rendszere (egyetemi jegyzet) – EKTF, Eger.
- ANTONESCU, C.S. (1967): *Biologia apelor*. – Editura Didactică și Pedagogică, Bukarest.
- ARAI, M.N. (1997): *A Functional Biology of Scyphozoa*. – Chapman and Hall, London.
- AXMANN, Á. (1992): *Fertőzések és trópusi betegségek*. – Alfa Power Kft., Győr.
- BAKONYI, G. (szerk.) (2003): *Állattan*. – Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- BALDAUF, S.L., ROGER, A.J., WENK-SIEFERT, I., DOOLITTLE, W.F. (2000): A kingdom-level phylogeny of eukaryotes based on combined protein data. – *Science* 290: 972-977.
- BARNES, R.S.K., CALOW, P., OLIVE, P.J.W., GOLDING, D.W. (2001): *The Invertebrates: A Synthesis*, 3rd edition. – Blackwell, Oxford, UK.
- BEHE, M.J. (2002): *Darwin fekete doboza. Az evolúcióelmélet biokémiai kihívása*. – Harmat Kiadó, Budapest.
- BONNER, J.T. (1998): The origin of multicellularity. – *Integrative Biology* 1(1): 27-36.
- BRANDON, R.N. (1995): *Concepts and Methods in Evolutionary Biology*. – Cambridge University Press, Cambridge.
- BRES, M. (1994): *Zoology*. – Springhouse Corporation, Springhouse, Pennsylvania, USA.

- BRIDGE, D., CUNNINGHAM, C.W., DESALLE, R., BUSS, W. (1995): Class-level relationships in the phylum Cnidaria: molecular and morphological evidence. – *Molecular Biology and Evolution* 12: 679–689.
- BRUSCA, R.C., BRUSCA, G.J. (2003): *Invertebrates*, 2nd edition. – Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, USA.
- CAVALIER-SMITH, T. (1998): A revised six-kingdom system of life. – *Biol. Rev.* 73: 203-266.
- CLARKSON, E.N.K. (1998): *Invertebrate Palaeontology and Evolution*, 4th edition. – Blackwell, Oxford, UK.
- CORLISS, J.O. (1998): Classification of protozoa and protists: the current status. – In: COOMBS, G.H., VICKERMAN, K., SLEIGH, M.A., WARREN, A. (szerk.): *Evolutionary Relationships among Protozoa*. – Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 409–447.
- CORLISS, J.O. (2000): Biodiversity, classification and numbers of species of protists. – In: RAVEN, P.H., WILLIAMS, T. (szerk.): *Nature and Human Society: the Quest for a Sustainable World*. – National Academy Press, Washington, pp. 130-155.
- CORLISS, J.O. (2001): Protist systematics. – *Encyclopedia of Life Sciences*, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-6.
- CROME, W., FÜLLER, H., GOTTSCHALK, R., GRUNER, H.-E., HARTWICH, G., HARTWICH, H.-J., KILIAS, R. (1971): *Urania Állatvilág. Alsóbbrendű állatok*. – Gondolat Kiadó, Budapest.
- CSUTORNÉ BERECSKY, M. (1998): *A protozoológia alapjai*. – ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- DE SOUZA, W. (2001): Trypanosoma. – *Encyclopedia of Life Sciences*, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-7.
- DUDICH, E., LOKSA, I. (1969): *Állatrendszertan*. – Tankönyvkiadó, Budapest.
- EERNISSE, D.J., ALBERT, J.S., ANDERSON, F.E. (1992): Annelida and Arthropoda are not sister taxa: a phylogenetic analysis of spiralian metazoan morphology. – *Systematic Biology* 41: 305–330.
- EISENBEIS, G., WICHARD, W. (1985): *Atlas zur Biologie der Bodenarthropoden*. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – Jena – New York.
- ENDLER, J.A. (1977): *Geographic Variation, Speciation and Clines*. – Princeton University Press, Princeton, New York, USA
- ERWIN, D.J., JABLONSKI, D. (1997): The origin of animal body plans. – *American Scientist* 85: 126-137.
- FAUCHALD, K., ROUSE, G.W. (1997): Polychaeta systematic, past and present. – *Zoologica Scripta* 26: 71-138.

- FAUTIN, D.G., MARISCAL, R.N. (1991): Cnidaria: Anthozoa. – In: HARRISON, F.W., WESTFALL, J.A. (szerk.): *Microscopic Anatomy of Invertebrates II. Placozoa, Porifera, Cnidaria, and Ctenophora.* – Wiley-Liss, New York, USA, pp. 267–358.
- FEBVRE-CHEVALIER, C., FEBVRE, J. (2001): Heliozoa. – *Encyclopedia of Life Sciences*, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-4.
- FEBVRE-CHEVALIER, C., FEBVRE, J. (2001): Radiolaria. – *Encyclopedia of Life Sciences*, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-4.
- FIEDLER, K., LIEDER, J. (1994): *Mikroskopische Anatomie der Wirbellosen.* – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – Jena – New York.
- FIRĂ, V., NĂSTĂSESCU, M. (1977): *Zoologia nevertebratelor.* – Editura Didactică și Pedagogică, Bukarest.
- FUTUYAMA, D.J. (1998): *Evolutionary Biology*, 3rd edition. – Sinauer Associates Sunderland, Massachusetts, USA.
- GAULD, I.D., GASTON, K.J. (1994): The taste of enemy free space: parasitoids and nasty hosts. – In: HAWKINS, B.A., SHEEHAN, W. (szerk.): *Parasitoid Community Ecology.* – Oxford University Press, Oxford, UK, pp. 279–299.
- GESTELAND, R., CECH T., ATKINS, J. (1999): *The RNA World.* – Laboratory Press, Cold Spring Harbor, USA.
- GHISELIN, M.T. (1996): Charles Darwin, Fritz Müller, Anton Dohrn, and the origin of evolutionary physiological anatomy. – *Mem. Soc. Ital. Sci. nat. Mus. Civico di Storia Nat. Milano* 27: 49-58.
- GIRIBET, G. (2000): Triploblastic relationships with emphasis on the acelomates and the position of Gnathostomilida, Cyclophora, Plathelminthes and Chaetognatha. – *Systematic Biology* 49: 539-562.
- GIVNISH, T.J., SYTSMA, K.J. (1997): *Molecular Evolution and Adaptive Radiation.* – Cambridge University Press, Cambridge.
- GODEANU, S.P. (szerk.) (1995): *Diversitatea lumii VII. – Determinatorul ilustrat al florei și faunei României. I. Mediul marin.* – Editura Bucura Mond, Bukarest.
- GODEANU, S.P. (szerk.) (2002): *Diversitatea lumii VII. – Determinatorul ilustrat al florei și faunei României. II. Apele continentale, partea I.* – Editura Bucura Mond, Bukarest.
- GODFRAY, H.C.J. (1994): *Parasitoids: Behavioural and Evolutionary Ecology.* – Princeton University Press, Princeton.
- GODFRAY, H.C.J., SHIMADA, M. (1999): Parasitoids: a model system to answer questions in behavioural, evolutionary and population ecology. – *Researches on Population Ecology* 41: 1–126.
- GRELL, K.G. (1968): *Protozoologie.* – Springer Verlag, Berlin – Heidelberg – New York.

- HALANYCH, K.M. (1998): Evolutionary relationships of metazoan phyla: advances, problems, and approaches. – *American Zoologist* 38: 813–981.
- HARBISON, G.R. (2001): Ctenophora. – *Encyclopedia of Life Sciences*, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-2.
- HARRISON, F.W., KOHN, A.J. (szerk.) (1995): *Microscopic Anatomy of Invertebrates 5: Mollusca I: Aplacophora, Polyplacophora, Prosobranchia, Opisthobranchia.* – Wiley-Liss, New York, USA.
- HARRISON, F.W., KOHN, A.J. (szerk.) (1997): *Microscopic Anatomy of Invertebrates 6A-B: Mollusca II: Pulmonata, Monoplacophora, Bivalvia, Scaphopoda, Cephalopoda.* – Wiley-Liss, New York, USA
- HASSELL, M.P., GODFRAY, H.C.J. (1992): The population biology of insect parasitoids. – In: CRAWLEY, M.J. (szerk.): *Natural Enemies* – Blackwell, Oxford, UK, pp. 265–292.
- HASZPRUNAR, G. (2000): Is the Aplacophora monophyletic? A cladistic point of view. – *American Malacological Bulletin* 15: 115–130.
- HAWKINS, B.A. (1994): *Pattern and Process in Host–Parasitoid Interactions.* – Cambridge University Press, Cambridge.
- HAYNES, J.R. (2001): Foraminifera. – *Encyclopedia of Life Sciences*, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-10.
- HENNIG, W. (1994): *Wirbellose I-II, 7. kiadás.* – Gustav Fischer Verlag, Jena, DE.
- HESSINGER, D.A. (1988): Nematocyst venom and toxins. – In: HESSINGER, D.A., LENHO, H.M. (szerk.): *The Biology of Nematocysts.* – Academic Press, San Diego, USA, pp. 33–368.
- JOLSVAY, A., STEINMANN, H., SZILY, E. (1977): *A magyar állatvilág szótára.* – Natura, Budapest.
- KANG, X. (2001): *Investigation of GPI-Anchoring of the Variant Surface Glycoprotein in Trypanosoma brucei.* PhD-dissertation. – Fakultät für Chemie und Pharmazie der Eberhard-Karls-Universität Tübingen, DE.
- KIS, B. (1981): *Állattan gyakorlatok I. Gerinctelenek.* – Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Biológia, Földrajz és Geológia Kar, Kolozsvár.
- KIS, B., MATIC, Z. (1983): *Állattan. I., Gerinctelenek 1-2. kötet.* – Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Biológia, Földrajz és Geológia Kar, Kolozsvár.
- KISS KEVE, T. (1998): *Bevezetés az algológiába.* – ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- KRISTENSEN, R.M. (2001): Kinorhyncha. – *Encyclopedia of Life Sciences*, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-3.
- KRISTENSEN, R.M. (2002): An Introduction to Loricifera, Cycliophora, and Micrognathozoa. – *Integ. Comp. Biol.* 42: 641–651.
- LANNERS, H.N., LANNERS, E.B. (2001): Suctorians. – *Encyclopedia of Life Sciences*, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-8.

- LEPȘI, I. (1965): Protozoologie. – Editura Academiei R.S.România, Bukarest.
- LESH-LAURIE, G.E., SUCHY, P.E. (1991): Cnidaria: Scyphozoa and Cubozoa. – In: HARRISON, F.W., WESTFALL, J.A. (szerk.): *Microscopic Anatomy of Invertebrates 2., Placozoa, Porifera, Cnidaria, and Ctenophora.* – Wiley-Liss, New York, USA, pp. 185–266.
- LYTLE, CH., WODSEDALEK, J.E. (1987): *General Zoology. Laboratory Guide*, 10th edition. – Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, USA.
- MARGULIS, L., SCHWARTZ, K.V. (1998): *Five Kingdoms. An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth.* – W. H. Freeman, New York, USA.
- MAYR, E. (2001): *Mi az evolúció?* – Vince Kiadó, Budapest.
- MILLER, S.A., HARLEY, J.P. (1992): *Zoology.* – Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, USA.
- MOSS, B. (1998): *Ecology of Fresh Waters. Man and Medium, Past to Future*, 3rd edition. – Blackwell, Oxford, UK
- MÜLLER, W.E.G. (1997): Evolution of Protozoa to Metazoa. – *Theor. Biosci.* 116: 146-168.
- MÜLLER, W.E.G. (2003): The origin of metazoan complexity: Porifera as integrated animals. – *Integr. Comp. Biol.* 43: 3-10.
- NIELSEN, C. (2001): *Animal Evolution. Interrelationships of the Living Phyla.* – Oxford University Press, Oxford, UK.
- NIELSEN, C. (2001): Entoprocta. – *Encyclopedia of Life Sciences*, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-2.
- NITZULESCU, V. (1979): *Parazitologie pentru toți. Paraziții aparatului digestiv.* – Editura Medicală, Bukarest.
- PAPP, L. (szerk.) (1996): *Zootaxonomía, egységes jegyzet.* – Az Állatorvostudományi Egyetem Zoológiai Központjának a Magyar Természettudományi Múzeumba kihelyezett tanszéke gondozásában, Dabas-Jegyzet Kft., Budapest.
- PAPP, L. (1987): A parazitológia egyes szünbiológiai fogalmairól. – *Parasitologia Hungarica* 20: 17-31.
- PECHENIK, J.A. (2000): *Biology of the Invertebrates.* – McGraw-Hill, Boston, USA.
- PÉTERFI, F. (1962): *Gerinctelenek állattana.* – Tanügyi és Pedagógiai Könyvkiadó, Bukarest.
- POINAR, G., jr. (2001): Nematoda. – *Encyclopedia of Life Sciences*, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-4.
- POINAR, G., jr. (2001): Nematomorpha. – *Encyclopedia of Life Sciences*, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-3.
- POULIN, R. (1996): The evolution of life history strategies in parasitic animals. – *Advances in Parasitology* 37: 107-134.

- POULIN, R. (1998): Evolutionary ecology of parasites. – Chapman and Hall, London, UK.
- ROHDE, K. (2001): Platyhelminthes. – Encyclopedia of Life Sciences, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-6.
- RADU, G., RADU, V. (1967): Zoologia nevertebratelor I-II. – Editura Didactică și Pedagogică, Bukarest.
- RIDLEY, M. (1996): Evolution, 2nd edition. – Blackwell, Oxford, UK.
- RIZZOTTI, M. (2000): Early Evolution: From the Appearance of the First Cell to the First Modern Organisms. – Birkhauser, Boston, USA.
- RO, D.A. (1992) The Evolution of Life Histories: Theory and Analysis – Chapman and Hall, New York, USA.
- RÓZSA, L. (2005): Élősködés, az állati és emberi fejlődés motorja. – Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest.
- RUDESCU, L. (1975): Porifera, Potamospongiae – Fauna R.S. România 2(5), Bukarest.
- RUPPERT, E.E., BARNES, R.F. (1994): Invertebrate Zoology, 6th edition. – Saunders College, Philadelphia, USA.
- SALVINI-PLAWEN, L., STEINER, G. (1996): Synapomorphies and plesiomorphies in higher classification of Mollusca. – In: TAYLOR, J.D. (szerk.): Origin and Evolutionary Radiation of the Mollusca. – Oxford University Press, Oxford, UK, pp. 29–51.
- SHICK, J.M. (1991): A Functional Biology of Sea Anemones. – Chapman and Hall, London, UK.
- SHOSTAK, S. (1993): Cnidaria. – In: ADIYODI, K.G., ADIYODI, R.G. (szerk.): Reproductive Biology of Invertebrates 6(A): Asexual Propagation and Reproductive Strategies. – Oxford and IBH, New Delhi, India, pp. 45–105.
- SHOSTAK, S. (2002): Cnidaria (Coelenterates). – Encyclopedia of Life Sciences, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-8.
- SHOSTAK, S., KOLLURI, V. (1995): Symbiogenetic origins of cnidarian cnidocysts. – Symbiosis 19: 1–29.
- SHUBIN, N., TABIN, C.J., CARROLL, S.B. (1997): Fossils, genes, and the evolution of animal limbs. – Nature 388: 639–648.
- SLEIGH, M.A. (2001): Protozoa. – Encyclopedia of Life Sciences, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-7.
- STANDOVÁR, T., PRIMACK, R.B. (2001): A természetvédelmi biológia alapjai. – Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- STEARNS, S.C. (1992): The Evolution of Life Histories. – Oxford University Press, Oxford, UK.

- STERRER, W. (2001): Gnathostomulida (unsegmented marine worms). – Encyclopedia of Life Sciences, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-3.
- TAYLOR, J.D. (szerk.) (1996): Origin and Evolutionary Radiation of the Mollusca. – Oxford University Press, Oxford, UK.
- VERON, J.E.N. (1995): Corals in Space and Time: The Biogeography and Evolution of the Scleractinia. – Cornell University Press, Ithaca, New York, USA.
- VÍGH, B., KONDICS L. (1984): Összehasonlító szövettan. – Tankönyvkiadó, Budapest.
- WALLACE, R.L. (2001): Priapulida. – Encyclopedia of Life Sciences, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-4.
- WALLACE, R.L. (2001): Rotifera. – Encyclopedia of Life Sciences, Nature Publishing Group, www.els.net, pp. 1-4.
- WHITTAKER, R.H. (1969): New concepts of kingdoms of organisms. Evolutionary relations are better represented by new classifications than by the traditional two kingdoms. – Science 163: 150–160.
- WHITTAKER, R.H., MARGULIS, L. (1978): Protist classification and the kingdoms of organisms. – Biosystems 10: 3–18.
- WILSON, E.O. (1992): The Diversity of Life. – Belknap Press, Cambridge, USA.
- WOESE, C., FOX, G. (1977): Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: the primary kingdoms. – Proc. Nat. Acad. Sci. USA 74(11): 5088-5090.
- WOESE, C., KANDLER, O., WHEELIS, M. (1990). Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. – Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 87(12): 4576-4579.
- ZBORAY, G. (1998): Összehasonlító anatómiai praktikum I. – Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- ZBORAY, G. (2001): Összehasonlító anatómiai praktikum II. – Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.