

Dr. Torma Attila

Az ősszájúak (Protostomia) fő ágai és ezek jellemző bélyegei. A spirális barázdálódású állatok (Spiralia) főbb törzsei

Segédlet a BSc záróvizsgára való felkészüléshez

Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen készült az Európai Unió támogatásával.

Projekt azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014



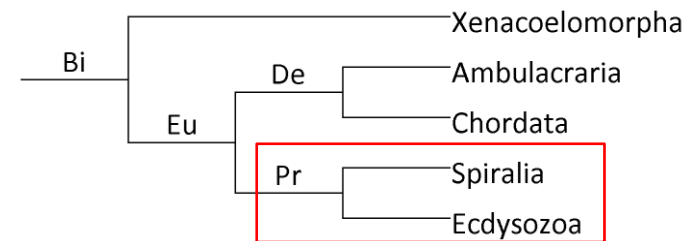
Az ősszájúak (Protostomia) fő ágai és ezek jellemző bélyegei. A spirális barázdálódású állatok (Spiralia) főbb törzsei.

Segédlet a BSc államvizsgára való felkészüléshez

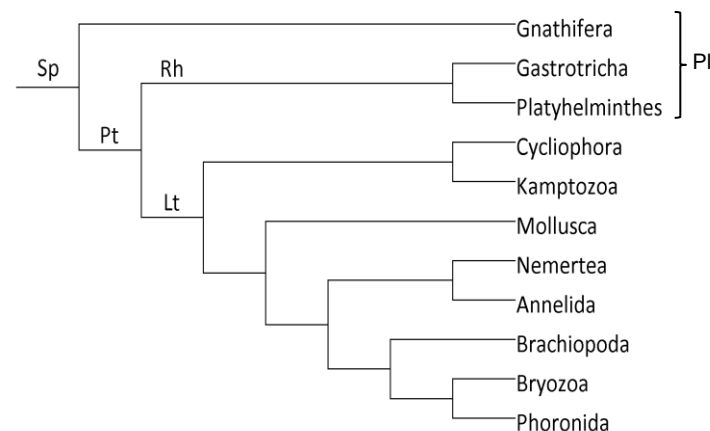
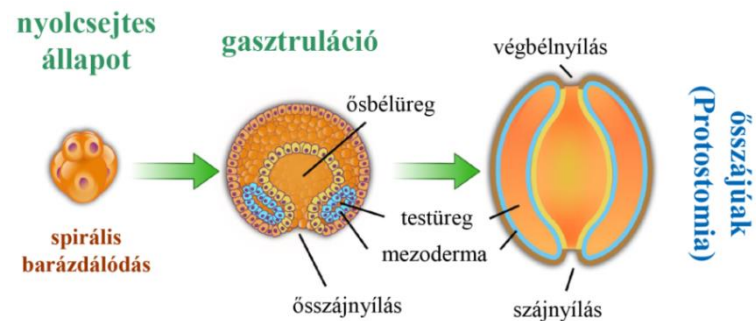
*Készítette: Dr. Torma Attila
SZTE, 2020.*

ÖSSZÁJÚAK (PROTOSTOMIA)

- Az általános Bilateria, ill. Eubilateria jellegeken (bilaterális szimmetria, kétnyílású bélcsatorna, elkülönült, ált. nefridiális eredetű kiválasztószerv, elülső (anterior) helyzetű agy, 3 csíralemez) kívül az alábbiak jellemzik.
- **Hámsejtjeik** ősileg **sokcsillósak (multiciliárisak)**. A monociliáris hámsejtek (pl. csillóshasúaknál, pörgekarúaknál) reverzióknak tekinthetők.
- Kiválasztószerveik elsődlegesen elővesécskék (protonefrídiumok), másodlagosan vesécskék (metanefridiumok) (pl. puhatestűek, gyűrűsférgék) vagy nem nefridiális eredetű kiválasztószervek (pl. fonálférgék, ízeltlábúak).
- Idegrendszerük garat fölött/körül elhelyezkedő agydúcából és ebből kiinduló páros, a test hosszában végigfutó **hasi (ventrális) idegtörzsből** áll.
- Az embrionális fejlődésük során a **szájnyílás** jellemzően a **blasztopórus felőli oldalon** alakul ki (vö. Deuterostomia).
- Egyedfejlődésük ősileg közvetett, **planktotróf** típusú, **csillósávós lárvaalakkal**, amely a vedlőállatoknál (Ecdysozoa) másodlagosan hiányzik.
- Mintegy 1,5 millió faj, amelynek döntő többségét (>85%) az ízeltlábúak (Arthropoda) teszik ki.
- Két fő ága a **spirális barázdálódású állatok (Spiralia)**, melyek **petebarázdálódása** a nevüknek megfelelően jellemzően **spirális** típusú és a **vedlőállatok (Ecdysozoa)**, melyek neve arra utal, hogy **3 rétegű, kitin tartalmú kutikulájukat** időszakosan **levedlik**.
- A Spirálián belül a bazális **Gnathifera** (pl. kerekese férgek, buzogányfejű férgek) a testvércsoportja az összes többi taxont magába foglaló Platytrochozoának, mely a **Rouphozoa** (csillóshasúak, laposférgék) és a **Lophotrochozoa** (nyelesférgék, gyűrűsférgék, puhatestűek, mohaállatok, pörgekarúak, stb.) kládok monofiletikus egysége. Korábban a csillóshasúakat és a laposférgéket az állkapcsosakkal együtt a laposférgeszerűek (Platyzoa) közé sorolták, amely azonban a Lophotrochozoa nélkül parafiletikus.



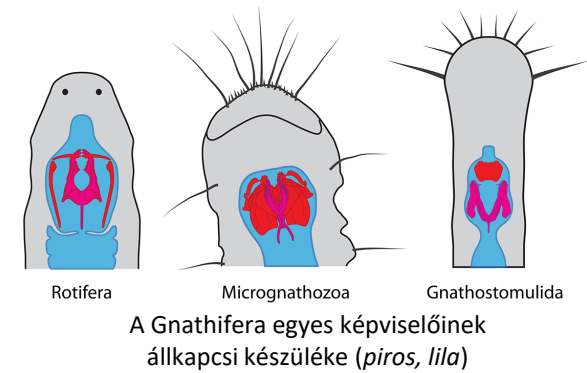
Az összájúak (Protostomia) helyzete a kétoldali szimmetriájú állatok (Bilateria) tagozatán belül, és a 2 fő kládja: a Spiralia és Ecdysozoa. Bi: Bilateria; Eu: Eubilateria (Nephrozoa); De: Deuterostomia; Pr: Protostomia.



A Spiralia főbb csoportjai és rokonsági viszonyai.
Sp: Spiralia; Pt: Platytrochozoa; Rh: Rouphozoa;
Lt: Lophotrochozoa; Pl: „Platizoa”

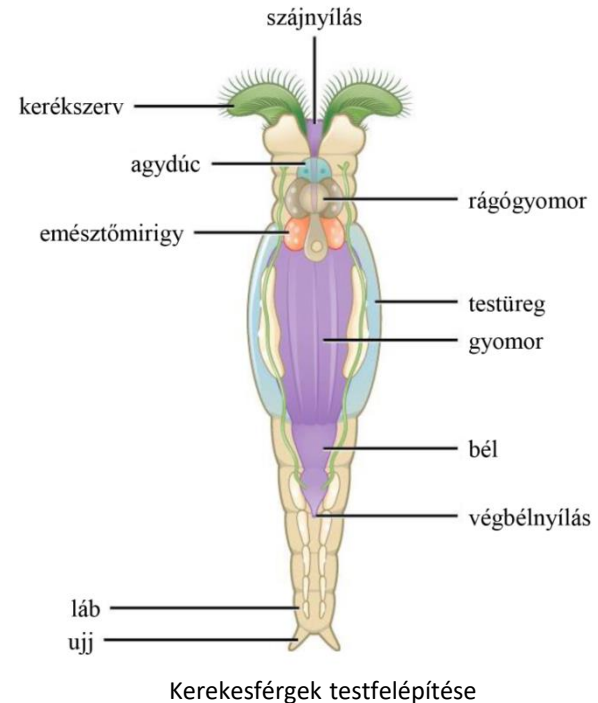
ÁLLKAPCSOASAK (GNATHIFERA)

- Több (3, 7 vagy 20) tagból (trophus) álló, a garatjuk elkülönült részében, az ún. rágógyomorban (mastax) található, kitintartalmú, izmokkal mozgatható **állkapcsi készülék**. Másodlagosan hiányozhat pl. az élősködő életmódra áttért buzogányfejű férgeknek (Acanthocephala).
- Az állkapcsos férgescskék (Gnathostomulida), és a Micrognathozoa egyetlen faja, a *Limnognathia maerski* mellett a fő képviselőiket, azaz a kerekcsőférgeseket (Rotifera) és a belőlük leszármaztatható buzogányfejű férgeseket (Acanthocephala) magába foglaló **Syndermata** klád adja.
- A kerekcsőférgesek és buzogányfejű férgek közös jellemzője, amire a Syndermata név is utal, a kültakarójukat alkotó **szinciciális epidermisz**, mely perifériás részén egy **belső (intraszinciciális), keratinszerű fehérjékből felépülő váz (szkeletális lamina)** van.
- Elkülönült légző- és keringési rendszerük nincs. Kiválasztószerveik (ha vannak) elővesécskék (protonefrídiumok).
- Váltivarúak, ált. erős ivari dimorfizmust mutatnak. **A hímivarsejt elülső (anterior) részén ered az ostor**. Egyedfejlődésük elsődlegesen közvetlen, lárvaalak nélküli. **Eutelikus** szervezetek.



Kerekcsőférgesek törzse (Ph.: Rotifera)

- Mikroszkopikus méretű, megnyúlt orsó vagy gömbded, zsákszerű állatok. Egyes kerekcsőférgeseknél a szkeletális lamina jellegzetes páncélzatot (loricaváz) alkot.
- Testük fejre, törzsre és lábra tagolódik. Nevük a fejet övező csillózatra, a **kerékszervre (corona, rota)** utal. Szerepe a mozgásban, ill. táplálkozásban van, de elcsökevényesedhet.
- A hímek a nőstényeknél ált. kisebbek, testfelépítésük leegyszerűsödött (kerékszerv, állkapcsi készülék fejletlen, bélcsatorna csökevényes). Nőstényeknek ált. **germovitelláriumuk** van (petefészek (germárium) + szikmirigy (vitellárium)). Megtermékenyítés belső. Szűznemzés, heterogónia előfordul.
- Többségében édesvízi szűrőgető életmódú, planktonikus vagy aljzatlakó állatok. Egyes képviselőik epizoikusak (ektokommenzalisták vagy ektoparaziták), belőlük vezethetők le az endoparazita életmódú buzogányfejű férgek. A Rotifera tehát parafiletikus törzs.



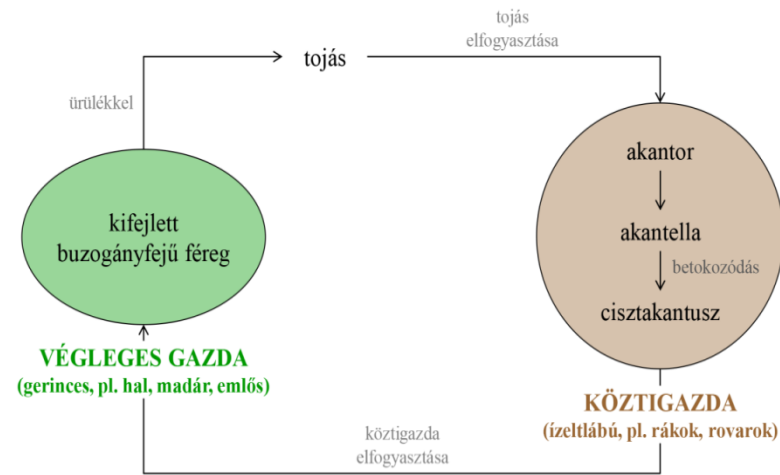
Buzogányfejű férgek törzse (Ph.: Acanthocephala)

- Néhány mm - 60 cm közötti, átl. 1-2 cm-es, **endoparazita életmódhoz alkalmazkodott** „kerekesférgek”.
- Testük **kapaszkodó horgokkal** ellátott, kiölthető és az izmos falú ormányhüvelybe visszahúzható **ormányra (proboscis)**, hosszabb-rövidebb nyakra, ill. hengeres vagy lapított, gyakran két részre tagolódó, néha tüskézett törzsre tagolódnak.
- Kerékszervük, állkapcsi készülékük másodlagosan hiányzik. Szájnyílásuk, bélcsatornájuk redukált, így a tápanyagokat a testfalon keresztül veszik fel. Fakultatív anaerobok.
- **Obligát belső élősködők**, lárvaként ízeltlábúak testüregében, zsírtestjében, kifejlett korban pedig gerincesek bélcsatornájában élősködnek.

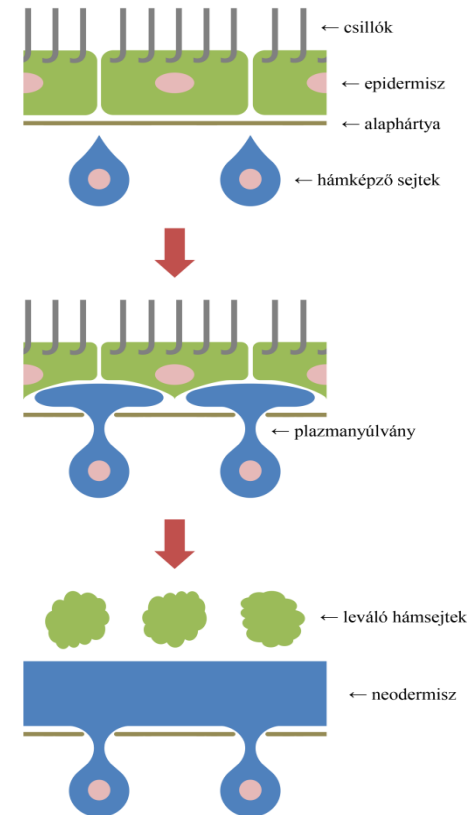
ROUPHOZOA

Laposférgek törzse (Ph.: Platyhelminthes)

- Méret: tized mm-30 m. Alakjuk a szélesen oválistól a megnyúlt, szalagszerűig változik.
- Epidermiszük elsődlegesen csillós (pl. lárváké), másodlagosan, az élősködő életmódra való áttérés következményeként csillótlan, **szinciciális** szerkezetű ún. **neodermisz**.
- Testfalizomzatuk külső körkörös (cirkuláris), középső ferde (diagonális) és belső hosszanti (longitudinális) izomrétegből áll. Testüregük helyét az extracelluláris mátrix vagy laza töltelékanyag (parenchimaszövet) tölti ki.
- **Bélcsatornájuk vakon végződő**, közepbelük különböző mértékben elágazhat, és így a tápanyagok elosztásában is részt vehet. A belső élősködőknél (örvényférgek, galandférgek) a bélcsatorna teljesen redukált. Elkülönült keringési- és légzőrendszerük nincs. Az elővesécskék szerepe az ozmoreguláció.
- Női ivarmirigy **germovitellárium**. Többségük **petesejtje ektolecitális**. **Hímivarsejtjük kétostoros** (ősieknél ostornélküli). Többnyire híműek, megtermékenyítésük belső. Egyesek ivartalanul is szaporodnak. Többségében ovipárok, de előfordul ovovivi- és vivipária is. Egyedfejlődésük elsődlegesen közvetett, ritkán közvetlen.
- Testi sejtek nem osztódnak, pótlásuk totipotens őssejtekből történik.

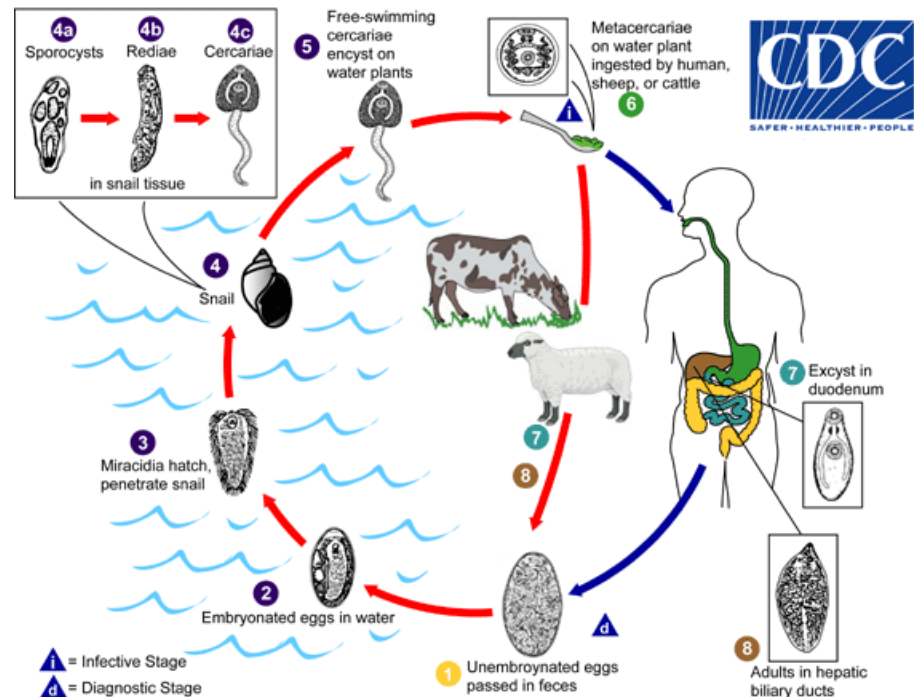


A buzogányfejű férgek általános életciklusa

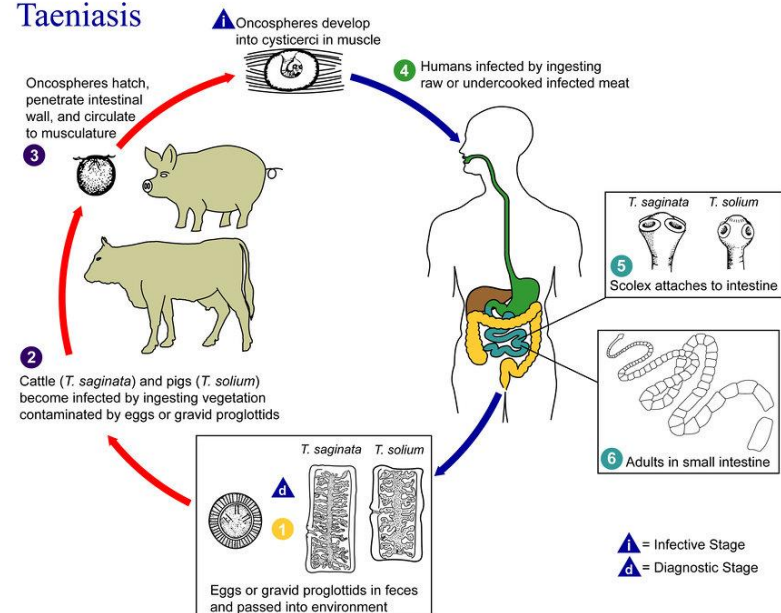


A lárvakori csillós epidermisz levetése és a neodermisz kialakulása

- Az örvényférgék többnyire szabadon élők; mikrofágok vagy kiölthető garatukkal ragadoznak, főként víziek.
- Az élősködő módosult kültakarójú férgek életciklusa gyakran igen komplex, gazdacserével és változatos lárvalakok közbeiktatásával. Egyes fajok a köztigazdáik viselkedését is képesek befolyásolni.
- A **mételyeknek** több köztigazdája is lehet, de az 1. köztigazdája puhatestű, melyet a **miracidium** lárva fertőzi. A köztigazdában jellemzően felszaporodnak (**sporociszta**, **rédia**, **cerkária**) Lásd a májmétely (*Fasciola hepatica*) fejlődésmenetét
- A legnagyobb (30 m) laposférgék a **tagolt galandférgék** közé tartoznak. Testük kapaszkodásra szolgáló, különböző rögzítőszerkeket hordozó elülső részből, ún. **dajkából (scolex)** és változó számú **ízből (proglottis)** felépülő, gyakran szalagszerű **féregláncból (strobila)** áll. A tojásokból szabadon úszó **csillós horgaslárvák (koracidiumok)** vagy csillókkal nem rendelkező **hathorgas lárvák (onkoszférák)** kelnek ki. Lásd a *Taenia* fajok (simafejű és horgasfejű galandférgék) fejlődésmenetét
- A laposférgék között számos humánparazita faj van (**mételykór, taeniázis**)



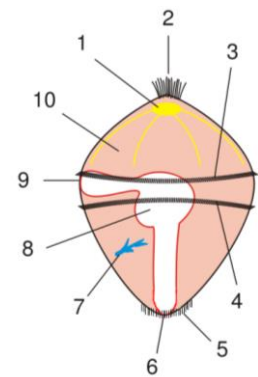
Taeniasis



TAPOGATÓS-CSILLÓKOSZORÚS ÁLLATOK (LOPHOTROCHOZOA)

- **Tapogatókoszorú (lofofor v. lofofóra)** és/vagy **csillókoszorús (trochofóra)** lárva jellemző. A lofofor kör vagy patkó alakban elhelyezkedő csillós karokból álló szűrőgető szerv. A trochofóra lárva szabadon élő, planktontróf lárva; a csillóövek szerepe a táplálkozásban és mozgásban van.

- A Lophotrochozoa eme két fő jellege közül a tapogatókoszorú a **helytülő, szűrőgető életmód** folytató taxonokra jellemző. Ezek fő képviselői a **mohaállatok**, pörgekarúak, csövestapogatósök, melyek tradicionálisan a Lophophorata csoportot alkotják. A trochofóra típusú lárvával rendelkező állatokat (pl. zsínorférgék, nyelesférgék, stb.) tradicionálisan Trochozoa néven tárgyalják; legnépesebb képviselői a **valódi szelvényezettséget** mutató, elsődlegesen **sértékkal** és páros **csonklábakkal** rendelkező **gyűrűsférgék** és a **meszes héjjal** és speciális táplálkozószerükkel, a **reszelőnyelvv**el jellemezhető **puhatestűek**.

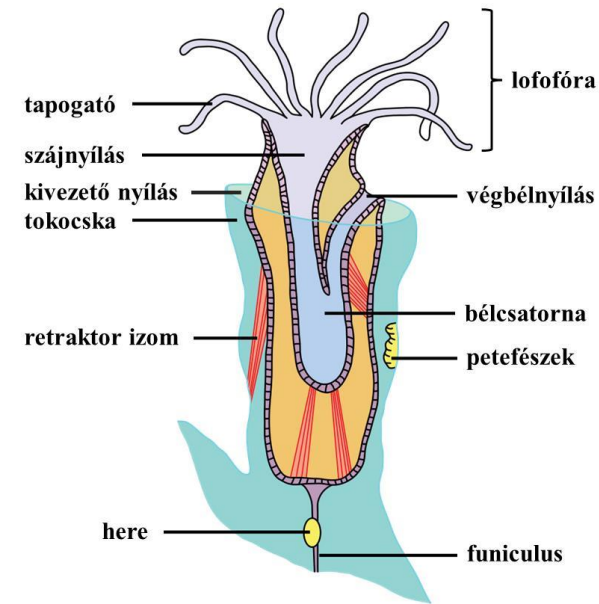


Trochofóralárva vázlatos felépítése.

- 1: apikális szerv; 2: apikális csillóbojt;
- 3: **szájelőtti csillóöv (prototroch);**
- 4: **szájmögötti csillóöv (metatroch);**
- 5: **végbélnyílás körüli csillóöv (telotroch);**
- 6: végbélnyílás; 7: metanefridium;
- 8: bélcsonna; 9: szájnílás; 10: blasztocöl.

Mohaállatok törzse (Ph.: Bryozoa)

- Változatos alakú (elágazó, levélszerű vagy élőbevonat) telepeket alkotó vízi (főleg tengeri) állatok.
- Telepeiket mm-es zoidok építik fel, mely a lofofort viselő **polipocskából (polypid)** és a fehérje, kitin, ill. mész tartalmú külső burkot, lakócsövet képző **tokocskából (cystid)** áll. A lofofort kilökése a cölomafolyadék hidrosztatikus nyomásának változtatásával történik, de a pontos mechanizmus eltér az egyes csoportoknál, visszahúzása a retraktor izmokkal. Kivezető nyílásuk (orificium) fedővel vagy membránnal zárható bizonyos csoportoknál.
- Bélcsonnájuk U-alakú, a végbélnyílás a lofoforon kívül nyílik. Erre utal másik nevük az Ectoprocta. Belső szerveik a miniaturizáció következtében másodlagosan leegyszerűsödtek. Elkülönült kiválasztó-, légző- és keringési rendszerük nincs. Idegrendszerük a garat körüli ideggyűrűből és az ehhez kapcsolódó idegekből áll. Az ideggyűrű háti oldalán található a központi egységük, az agydúc (cerebralis ganglion).
- Ivarosan és ivartalanul egyaránt szaporodnak, megtermékenyítésük ált. belső. Jellemzőes lárvaik a **cyphonautes**. Kitartó és terjesztőképletük a **sztatoblaszt** (édesvízieknél).
- **Homomorf** telepeiket azonos felépítésű zoidok (**autozoid**) alkotják, míg **heteromorf** telepjeik specializált egyedekből (heterozoidok) állnak. pl. indaszövevényét (stolo) létrehozó gyökérszerű egyedek (**cenozoid**), védekező funkciót ellátó egyedek (**avicularia**), a telep felszínének tisztogatását végző tisztogató egyedek (**vibracularia**) és külön szaporítóegyedek (**gonozoid**).
- Helytülő, szűrőgető életmód, mintegy 6000 faj.

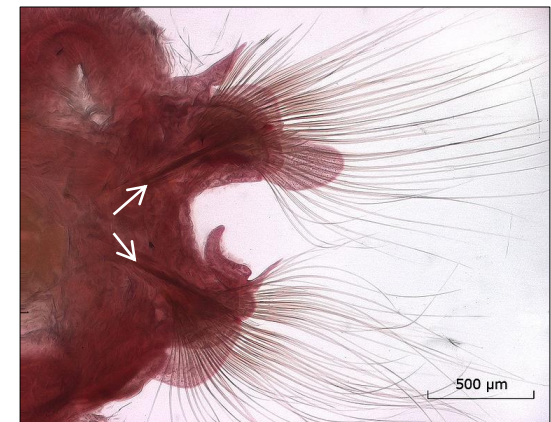
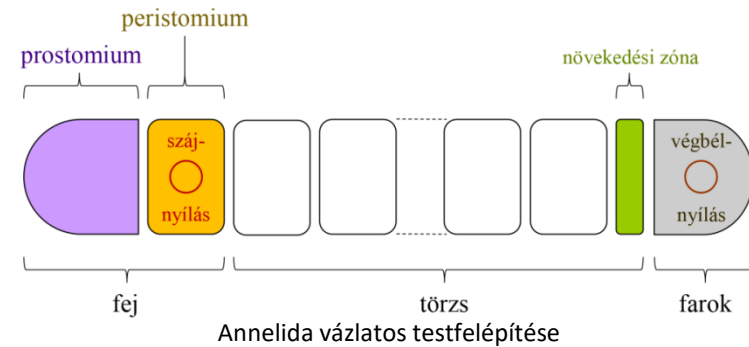


Mohaállat (Bryozoa) zoid testfelépítése

Gyűrűsféreg törzse (Ph.: Annelida)

- Változatos méret (fél mm-méteres). **Metaméria** (homonóm és heteronóm is). Testük **fejre (prostomium és peristomium)** és változó számú (<10-től >1000-ig) szelvényből felépülő **törzsr**e, valamint **farokra** (pygidium) különül. Testükön mozgatható **sertéket (chaetae, setae)** viselnek. Szelvényenként páros, kétágú **csonklábak (parapodium)** találhatóak. Feladata változatos, a mozgás mellett pl. légzés, táplálékszerzés. A serték és csonklábak másodlagosan redukálódhatnak.
- Légzés testfalon át vagy kopoltyú. Keringésük zárt (háti-, hasi- és gyűrűedények). Kiválasztás vesécskékkal (metanefridium).
- Szaporodásuk változatos, egyedfejlődésük közvetett, trochofóra lárván keresztül zajlik.
- Életmódjuk változatos: ragadozók, dögevők, szűrőgetők vagy törmelékevők. Többségük szabadon élő. A kommenzalista vagy parazita életmódú fajok száma viszonylag kevés. Tengeriek, édesvíziek vagy szárazföldiek egyaránt lehetnek.
- Hagyományosan a **parafiletikus soksertéjűek (Polychaeta)** és a **monofiletikus nyeregképzők (Clitellata)** osztályait különítjük el. A nyeregképzők jellegzetessége a **nyereg (clitellum)**.

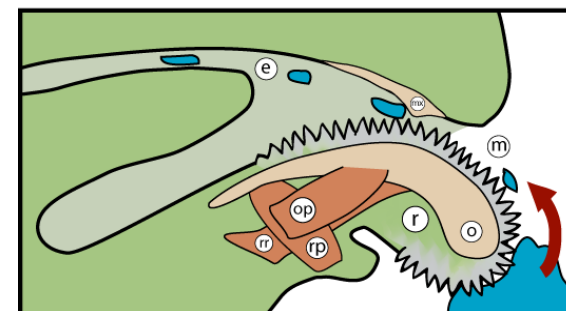
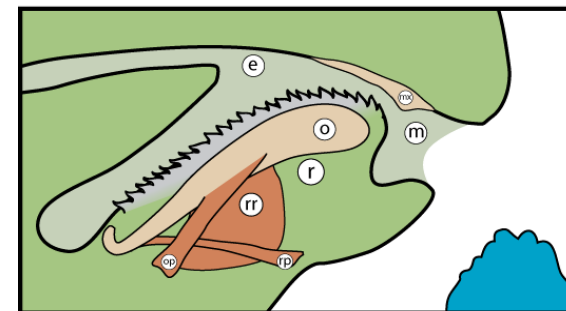
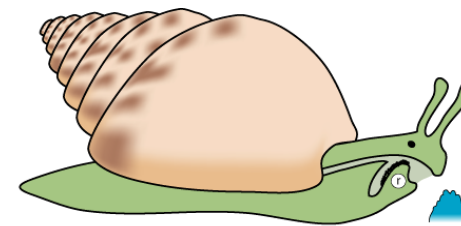
	soksertéjűek (Polychaeta)	nyeregképzők (Clitellata)
serték száma	többnyire számos serté	redukált számú vagy hiányzó serték
parapodiumok	elsődlegesen megvannak, de hiányozhatnak is	hiányoznak
feji régió	általában jól elkülönült	kevésbé jól elkülönült
feji függelékek	jellemzően vannak	nincsenek
érzékszervek	többnyire fejlettek	kevésbé fejlettek
nyeregképzés	nincs	van
ivarúság	többségében váltivarúak	hímnősek
ivarszervek	kevésbé fejlett, nem állandó ivarszervek	jól fejlett, állandó ivarszervek
megtermékenyítés módja	jellemzően külső	belső
egyedfejlődés	változatos, de többnyire közvetett	közvetlen fejlődés
élőhely	nagyrészt tengeriek	nagyrészt édesvíziek vagy szárazföldiek
fajgazdagság	>10 ezer faj (~60%)	~7.000 faj (~40%)
jellemző képviselők	fecskendőféreg, korongféreg, tűzféreg, sünféreg, néreidák, ehető palolók, cincérféreg, csaliféreg, ormányosféreg, csőféreg, stb.	csővájóféreg, televényféreg, földigiliszták, piócák, stb.
monofiletikusság	Clitellata nélkül parafiletikus	monofiletikus



Egy Polychaeta parapodiumjának alsó és felső ága, rajtuk a sertényalábokkal, és a belső 1-1 támasztósertével (nyílak).

Puhatestűek törzse (Ph.: Mollusca)

- Változatos méretű (néhány mm-től akár 15 m-ig), alakú és kinézetű állatok.
- Testfelépítésük, életmódjuk változatossága miatt a közös jellegek megléte vagy hiánya, ill. módosulása a ma élő csoportok között erősen variál (ld. táblázat)
- Testük **fejre**, **lábra** és **zsigerzacskóra** tagolódik.
- A fej bukkális üregében található radulazsák hámja hozza létre sajátos táplálkozószervüket, a **reszelőnyelvet (radula)**. Redukálódhat.
- Izmos lábuk sokféle funkcióra módosulhat, lehet tapadóláb (pl. cserepeshéjúak, maradványcsigák), csúszóláb (pl. csigák), ásóláb (pl. kagylók, ásólábúak), részben vagy teljesen redukálódhat (pl. csatornáshasúak, fejpajzsosok), a lábasfejűeknél pedig összenőtt a fejjel, és a karok, ill. a szifó kialakításában van szerepe.
- A belső szervek nagy részét a zsigerzacskó tartalmazza, amelyet a kültakaró kettőzete, a **köpeny (pallium)** burkol. A köpeny választja ki a testüket védő külső meszes **héjukat**. A zsigerzacskót a fejtől és a lábtól a köpenybarázda választja el, amely hátrafelé mélyülve üreget (**köpenyüreg**) képezhet. Itt találhatóak a **fésűs kopolyúk (ctenidia)**, és ide nyílnak a vesécskék, az ivarmirigyek, a végbélnyílás is és a páros, hám eredetű, **kémiai érzékszervük (osphradia)**
- A köpeny által kiválasztott héjat **conchiolin** és mész (kalcit vagy aragonit) építi fel. A radulát is fölépítő conchiolin összetett, rostos, kitin-tartalmú fehérje. A héj 3 rétegű: külső fehérje alapú héjhártya (**periosztrakum**), középső oszlopos (prizmás) réteg (**osztrakum**), valamint a belső gyöngyházréteg (**hiposztrakum**). A héj változatos alakú, redukálódhat is.
- Idegrendszerük felépítése **tetraneurális**. Páros dúcokból (cerebrális, viszcerális, pedális és pleurális), az elsődlegesen a cerebrális és pedális dúcokat összekötő garatideggyűrűből, valamint két páros, hosszanti idegtörzsből (pedális és viszcerális) áll, de egyes csoportokban erőteljes központosulás a jellemző (csigák, lábasfejűek), igen fejlett érzékszervekkel (tapogatók, szemek, osphradium, szubraduláris szerv, stb.)
- Keringésük elsődlegesen nyílt, de pl. lábasfejűeknél zárt.
- Ált. váltivarúak, de hímnősek is lehetnek. A megtermékenyítés ált. külső, ivarsejtjeiket a vízbe ürítik. Egyesek belső megtermékenyítésűek, és a sperma átvitel történhet párzószerv (pénisz) segítségével vagy spermacsomag (spermatofóra) átadásával.



A reszelőnyelv (radula) működése. Táplálkozáskor az állat a reszelőnyelvét előre-hátra mozgatva szakít le kis darabkákat a táplálékból, ill. vonja be azokat a szájába, ahol azok az állkapocs és a reszelőnyelv közé kerülve összemorzsolódnak. e: nyelőcső; m: szájnyílás; mx: állkapocs; o: radulapárna (odontophora); op: radulapárnát előrehúzó izom; r: reszelőnyelv (radula); rp: radulát előrehúzó izom; rr: radulát visszahúzó izom

- Egyedfejlődésük során elsősorban trochofóra típusú és/vagy **veligera** lárvájuk lehet, de a közvetlen fejlődés is gyakori.
- A puhatestűek többsége tengeri, és a tengeri állatok közel negyede puhatestű. Édesvíziek csak a csigák és a kagylók között vannak, a szárazföldi életmódhoz pedig csak a csigák egyes szűkebb csoportjai alkalmazkodtak. Lehetnek szűrőgetők, üledékevők, növényevők, ragadozók vagy akár élősködők.
- Több mint 85 ezer fajjal az állatvilág második legnagyobb törzsét képezik az ízeltlábúak (Arthropoda) után. 8 osztályuk a csatornáshasúak (Solenogastres), fejpajzsosak (Caudofoveata), cserepeshéjúak (Polyplacophora), maradványcsigák (Monoplacophora), kagylók (Bivalvia), csigák (Gastropoda), lábasfejűek (Cephalopoda) és az ásólábúak (Scaphopoda). A csatornáshasúakat és fejpajzsosokat vermiform testfelépítésük miatt a féregcsigák (Aplacophora) taxonjaként vonják össze. A legújabb molekuláris vizsgálatok, és a fossziliák figyelembevételével végzett filogenetikai rekonstrukciók alapján az Aculifera csoporton belül a cserepeshéjúak képezik az Aplacophora testvércsoportját. Az összes többi család, mint héjas puhatestűek (Conchifera) alkotnak monofiletikus taxont, de a pontos rokonsági viszonyok nem ismertek.

	Aplacophora	Polyplacophora	Monoplacophora	Cephalopoda	Scaphopoda	Bivalvia	Gastropoda
fej	nem különül el egyértelműen	van	van	összenőtt	redukált	redukált	van
izmos, széles láb	redukált vagy nincs	van (tapadóláb)	van (tapadóláb)	összenőtt	van (ásóláb)	van (ásóláb)	van
szerveik dorzális helyzete (zsigerzacskó)	-	igen	igen	igen	igen	igen	igen
egységes héj	nincs (meszes elemek)	nincs (8 lorica)	van	van (redukált, belső)	van	van (2 teknő)	van
radula	hiányozhat	van	van	redukálódhat (<i>Spirula</i>)	van	nincs	van
odontophor	hiányozhat	van	van	van	van	nincs	van
radulazsák	nincs	van	van	van	van	nincs	van
osphradia	nincs	van	nincs	van	nincs	van	van
szervek ismétlődése	nincs	jellemző	jellemző	csigáspolipok	nincs	fossziliák	nincs
metanefrídium	nincs	van	van	van	fejletlen	van	van
gonoductus	nincs	van	van	van	van	hiányozhat	van

Függelék

Ajánlott irodalom:

- Holt, J. R. & Iudica, C. A.: Systematic Biology – The Science of Biodiversity. Available from: <http://comenius.susqu.edu/biol/202/animals/default.htm>
- Brusca R. C., Moore W., Shuster S. M. (2016): Invertebrates (3rd Edition). Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 1104 pp.
- Lőrinczi G., Torma A. (2020): Állatrendszertan I.: bazális csoportok (Non-Bilateria) és összajúk (Protostomia). Egyetemi jegyzet. Szeged
- Papp L. (szerk.) (1997): Zootaxonómia. Egységes jegyzet. Magyar Természettudományi Múzeum – Dabas-Jegyzet Kft., Dabas

A nem saját készítésű ábrák forrása:

- <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Protovsdeuterostomes.svg> (Yassine Mrabet, CC BY-SA 3.0)
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gnathifera_jaws_5.jpg (Nicolas Bekkouche, CC BY-SA 4.0)
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Figure_28_03_05.jpg (CNX OpenStax, CC BY 4.0)
- https://en.wiktionary.org/wiki/metacercaria#/media/File:Fasciola_LifeCycle_2013.png (CDC, Public Domain)
- http://www.publicdomainfiles.com/show_file.php?id=13520140214911 (CDC, Public Domain)
- <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trocofora.svg> (Xvazquez, Public Domain)
- https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Bryozoa_Anatomy.svg (Raeky, CC0 1.0)
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nephtys_longosetosa_parapod_scaled.jpg (Hans Hillewaert, CC BY-SA 4.0)
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Radula_diagram3.png (Debivort, CC BY-SA 3.0)