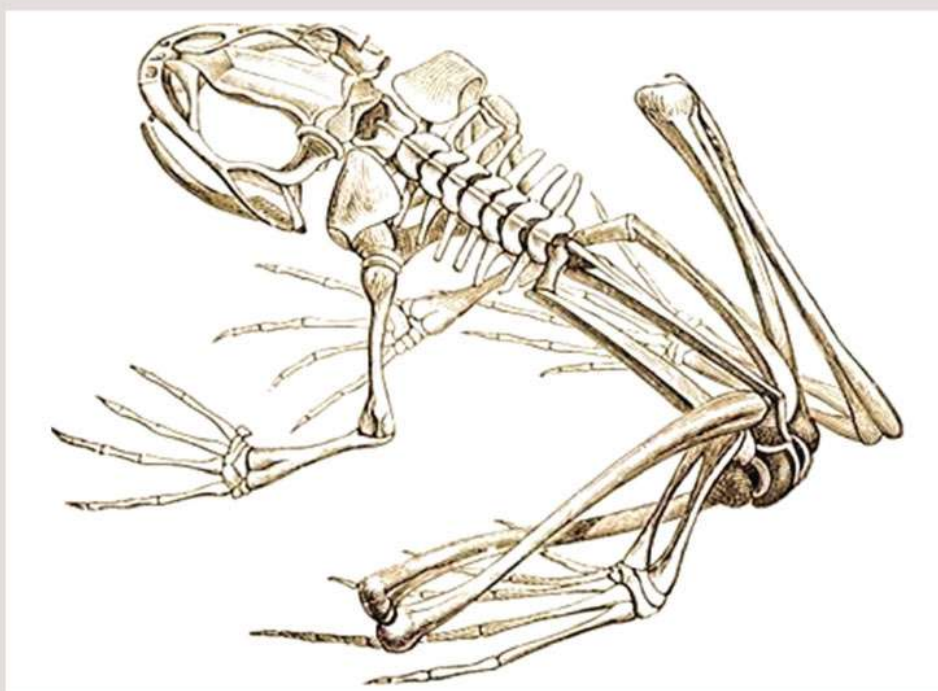


Juhász Edit - Szabó Sándor

Állattani praktikum

gyakorlati jegyzet



Juhász Edit – Szabó Sándor

Állattani praktikum

gyakorlati jegyzet

Második átdolgozott kiadás



Debreceni Egyetemi Kiadó
Debrece University Press
2017

Lektorálta:

Dr. Varga Zoltán
professor emeritus
Debreceni Egyetem

DUPress

ISBN 978 963 318 629 9

© Debreceni Egyetemi Kiadó Debrecen University Press,
beleértve az egyetemi hálózaton belüli elektronikus terjesztés jogát is.

Kiadta a Debreceni Egyetemi Kiadó Debrecen University Press
www.dupress.hu

Felelős kiadó: Karácsony Gyöngyi
Készült a Debreceni Egyetem sokszorosító üzemében, 2017-ben

TARTALOMJEGYZÉK

1. Előszó.....	4
2. Az anatómiai szaknyelv	5
3. Állati életmódú egysejtűek (<i>Protista</i>).....	9
3.1. Óriás amőba (<i>Amoeba proteus</i>).....	11
3.2. Papucsállatka (<i>Paramecium caudatum</i>).....	13
4. Szövettani alapismeretek.....	16
4.1. Mi a szövet?.....	16
4.2. A szövetek típusai, feladataik.....	16
5. Gerinctelen állatok.....	24
5.1. Bevezetés.....	24
5.2. Phylum: Szivacsok (<i>Porifera</i>).....	25
5.3. Phylum: Csalánozók (<i>Cnidaria</i>).....	28
5.4. Phylum: Laposférgek (<i>Platyhelminthes</i>).....	32
5.5. Phylum: Fonálférgek (<i>Nematoda</i>).....	37
5.6. Phylum: Gyűrűsférgek (<i>Annelida</i>).....	42
5.7. Phylum: Puhatestűek (<i>Mollusca</i>).....	52
5.8. Phylum: Ízeltlábúak (<i>Arthropoda</i>).....	60
6. Gerinces állatok.....	72
6.1. Bevezetés.....	72
6.2. Halak (<i>Pisces</i>).....	73
6.3. Kétéltűek (<i>Amphibia</i>).....	84
6.4. Madarak (<i>Aves</i>).....	98
6.5. Emlősök (<i>Mammalia</i>).....	110
7. Fogalomtár.....	121

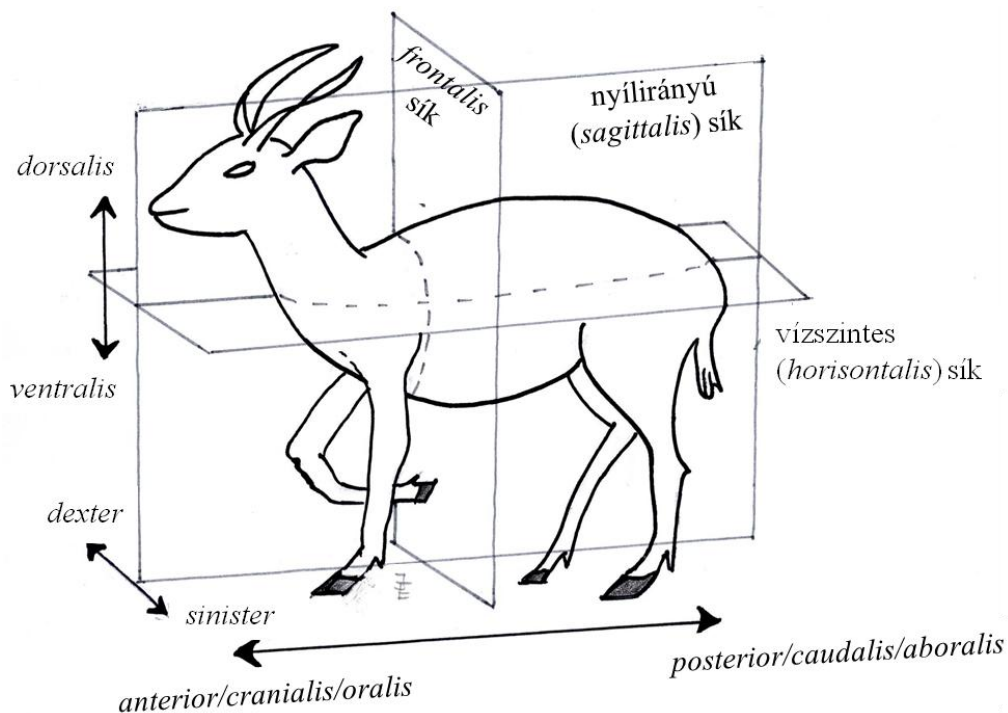
1. Előszó

Az állattan a Debreceni Egyetemen folyó biológus képzés alapozó tantárgya, és ez a könyv elsősorban a tantárgy gyakorlati részének oktatását hivatott segíteni. A tantárgy keretében a hallgatók megismerkedhetnek a különböző állatcsoportok külső és belső felépítésével, anatómiai sajátosságaival. Az állatanatómia gyakorlat a különböző szervezetek testfelépítése és boncolása (összehasonlító bonctani gyakorlatok) révén ismerteti meg az élőlények szerveződését a hallgatókkal. A gyakorlatok során elvégzendő feladatok jellegüket tekintve boncolási feladatokat valamint önálló megfigyeléseket ölelnek fel. Céljük a test vagy testrész makroszkópos részeinek elkülönítése, anatómiai képleteinek megkeresése, ezek rögzítése írásban és rajzban.

A jegyzet elkészítése során rengeteg információból próbáltuk kinyerni azokat az alapvető és fontos ismereteket, amelyek elsajátítása az egyetemi alapképzésben feltétlenül szükséges. Olyan anyagokat gyűjtöttünk össze, amelyek segítik a gyakorlatra való felkészülést és a gyakorlaton végzett anatómiai és mikroszkópos vizsgálatokat. Az ábrák mellett összefoglalva megtalálható a szükséges elméleti ismeretanyag, továbbá a jegyzet végén egy fogalomtár, amely segíti az alapvető anatómiai fogalmak áttekintését. A különböző állatcsoportok bemutatásánál az egyszerűsége és az érthetőségre törekedtünk, és igyekeztünk egyensúlyba hozni az egyes csoportokra vonatkozó fejezetek terjedelmét. Bár elsősorban az állattani gyakorlat oktatásának segítésére szántuk ezt a könyvet, nagy segítséget nyújthat ez a jegyzet az állattan előadás anatómiai részeinek megértésében és megtanulásában is, továbbá az állatanatómia iránt érdeklődők számára is hasznos lehet.

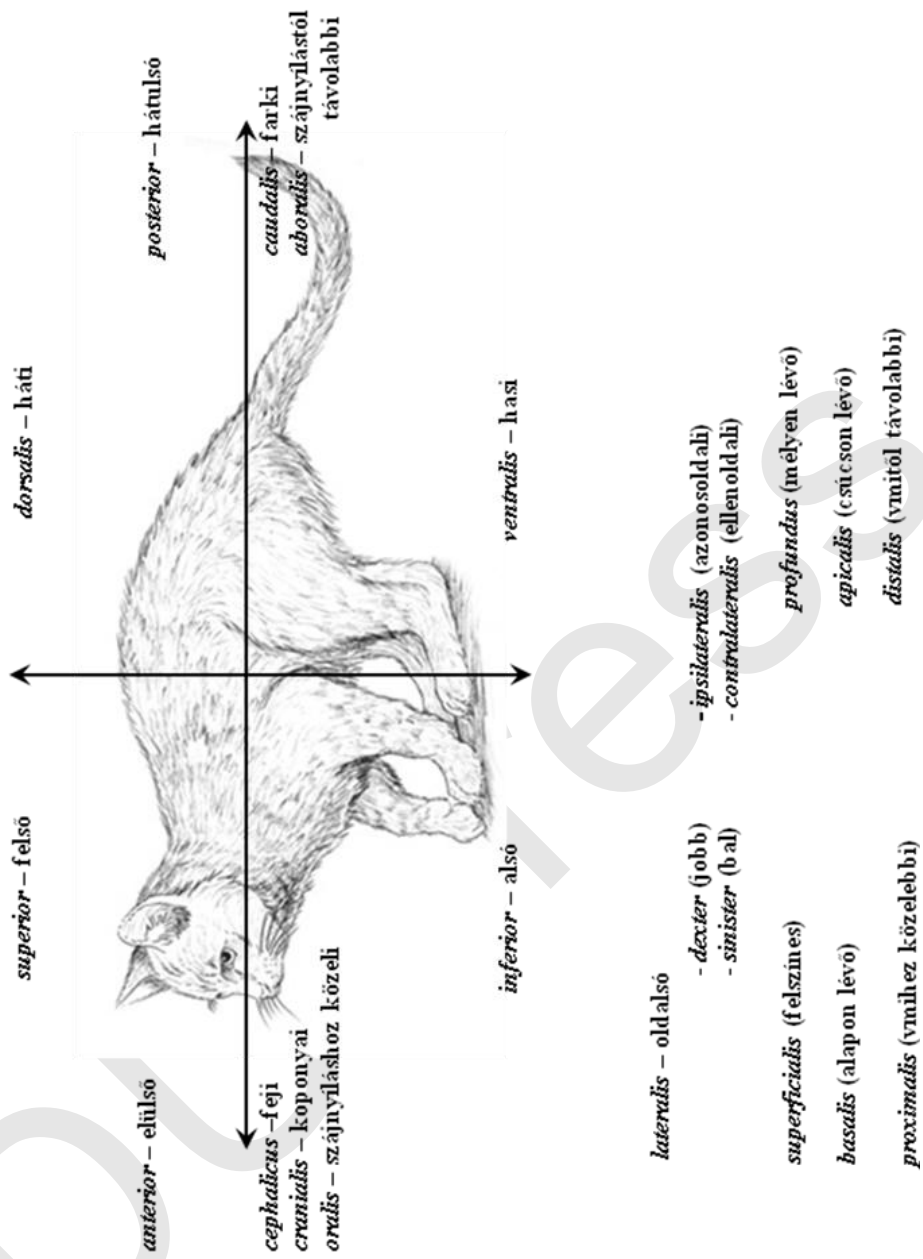
2. Az anatómiai szaknyelv

Az anatómiai szaknyelv latin illetve latinósított görög kifejezéseket használ. Ezek az elnevezések a testen való tájékozódást szolgálják, valamint az egyes anatómiai képletek pontos megnevezését adják. A kifejezések használata nemzetközileg elfogadott, így azok elsajátításával könnyen eligazodunk az idegen nyelvű szakirodalomban, és leírásaink egyértelműek, és szakszerűek lesznek a tudományos közleményeinkben. A testen való tájékozódást anatómiai síkok (1. ábra), valamint a helyzetet és irányt jelölő (2. ábra) kifejezések segítik.



1. ábra: Anatómiai síkok.

A vízszintes (*horizontalis*) sík a testet egy hasi (*ventralis*) illetve egy háti (*dorsalis*) részre osztja (1., 2. ábra). A nyílrányú (*sagittalis*) sík a testet egy bal (*sinister*) és egy jobb (*dexter*) oldali részre osztja (1., 2. ábra). A függőleges sík (*transversalis/frontalis*) a testet egy elülső (*anterior*) és egy hátulsó (*posterior*) részre osztja (1., 2. ábra).



2. ábra: Anatómiai irány- és helyzetjelölések.

A latin és latinósított görög kifejezések kiejtésénél néhány alapszabályra oda kell figyelni, amelyeket megtanulva könnyedén tudjuk majd kimondani az anatómiai kifejezéseket. Ezek az alapszabályok a következők:

- **a, e, i, o, u:** ugyanúgy ejtjük, mint a magyarban.
- **ae:** *é*-nek ejtjük, pl.: *vertebrae* = „vertebré” (csigolyák).
- **oe:** *ö*-nek ejtjük, pl.: *oesophagus* = „özofágusz” (nyelőcső).
- **b, d, f, g, h, l, m, n, p, q, r, x, v:** rendszerint ugyanúgy ejtjük, mint a magyarban.
- **c:** szó elején és magas hangrendű (e, i) magánhangzók előtt *c*-nek, más esetekben *k*-nak ejtjük, pl.: *cingulum scapulae* = „cingulum szkapuláé” (vállöv).
- **t:** általában *t*-nek ejtjük, de a **ti** azonban *ci*-nek ejtendő, ha utána magánhangzó következik, pl.: *articulatio* = artikuláció” (izület). DE! A **ti** betűcsoportot ha *s*, *t* vagy *x* hang előzi meg, mindig *ti*-nek ejtjük (Styx szabály).
- **s:** *sz*-nek ejtjük, de két magánhangzó között *z*-nek, pl.: *basis* = „bázisz” (alap).
- **y:** görög eredetű szavakban lehet jelen, eredeti kiejtése *ü*, de ma már sok esetben *i*-nek ejtjük.
- **ph:** *f*-nek ejtjük, pl.: *os sphenoidale* = „osz szfenoidále” (ékcson).
- **th:** lágy *t*-nek ejtjük.

Anatómiai rövidítések:

a.	arteria	artéria, ütőér, verőér
aa.	arteriae	artériák, ütőerek, verőerek
ant.	anterior, -ius	előlfekvő, elülső
art.	articulatio	ízület
comm.	commissura	összeköttetés, kapcsolat
corp.	corpus	test
dext.	dexter, -tra, -trum	jobb oldali, jobb oldalhoz tartozó, jobb oldalra eső
duct.	ductus	vezeték, cső, kivezetőcső
ext.	externus, -a, -um	külső, kívülfekvő
for.	foramen	lyuk, nyílás
ggl.	ganglion	idegdúc, ganglion
ggl.	ganglia	idegdúcok, ganglionok
gl.	glandula	mirigy
gll.	glandulae	mirigyek
inf.	inferior, -ius	alsóbb, lejjebb fekvő
int.	internus, -a, -um	belső, belülfekvő
lat.	lateralis, -e	oldalsó, középtől távolabb fekvő
lig.	ligamentum	szalag
ligg.	ligamenta	szalagok
m.	musculus	izom
mm.	musculi	izmok
n.	nervus	ideg
nn.	nervi	idegek
nucl.	nucleus	mag (valamely struktúra középső része)
plex.	plexus	fonadék (többnyire ér- vagy idegfonadék)
post.	posterior, -ius	hátsó, háti, későbbi
proc.	processus	nyúlvány
r.	ramus	ág (rendszerint ideg)
rr.	rami	ágak (rendszerint idegek)
sin.	sinister, -tra, -trum	bal oldali, bal oldalhoz tartozó, bal oldalra eső
sp.	species	faj
spp.	species	fajok
str.	stratum	réteg
subst.	substantia	állomány, szubsztancia
sup.	superior	feljebb fekvő, felsőbb
tr.	tractus	köteg
v.	vena	véna, visszér, gyűjtőér
vv.	venae	vénák, visszerek, gyűjtőerek
ventr.	ventriculus	kamra

3. Állati életmódú egysejtűek (*Protista*)

Az állati életmódú egysejtűek mikroszkópikus méretűek, átlagos testnagyságuk 5-250 μm . Filogenetikailag és szervezettanilag nem egységes csoport. Osztályozásuk nagyon változatos, mivel a molekuláris vizsgálatok és az ultrastruktúrák elemzése révén születő újabb eredmények különböző, egymástól több-kevesebb mértékben eltérő elméleteket szülnék. Az állati életmódú egysejtűek feltehetően polifiletikus csoport.

Az Protisták egyetlen sejtből álló eukarióta élőlények, felépítésüre jellemzőek az eukarióta sejt szerveződésének általánosságai. *Valódi sejttaggal (nucleus/carion)* rendelkeznek, vagyis a mag anyagát a citoplazmától maghártya választja el. Genetikai anyagának többsége ebben a sejttagban, kromoszómák formájában található meg. A csillós egysejtűekre jellemző, hogy egyidejűleg egy nagymag (*macronucleus*) és egy vagy több kismag (*micronucleus*) található meg a sejtben. A kettő nem csak formájában, de tartalmában is különbözik (lásd. 3.2 fejezet). A maghárttyával határolt sejttag egy sok RNS-t tartalmazó, fénymikroszkóposan erősen fénytörő testecskét, ún. *magvacskát (nucleolus)* tartalmaz. Ez tulajdonképpen az rRNS-szintézis és a riboszómaszerveződés helye. Az eukarióta sejtek sejtplazmája több, membránnal határolt sejtalkotót tartalmaz, így belső terekre különül. Sejtjeikben a sejttagon kívül is van még DNS, egyes sejt szervecskékben (pl. mitokondriumokban). A *mitokondriumok* kétféle membránból felépült szimbióta eredetű sejt szervecskéik (*organellumok*), a sejtek energia (ATP) előállításában és annak elraktározásában játszanak szerepet. A sejt lélegzés igen jelentős folyamatának (citrátkör és terminális oxidáció) lebonyolítása a fő funkciójuk: a sejtet energiával látják el ATP (adenozin trifoszfát) formájában. Részt vesznek továbbá a sejt redox-állapotának és Ca-ion szintjének szabályozásában, a zsírsavak lebontásában és egyéb fontos anyagcsere folyamatokban. Az eukarióta sejtekben megtalálható univerzális sejtorganellum továbbá az *endoplazmatikus retikulum (ER)*. A durva felszínű endoplazmatikus retikulum (DER) riboszómákat hordoz és sejten kívüli felhasználásra termel ún. transzportfehérjéket, továbbá a membránlipidek és membránfehérjék szintetizálásában vesz részt. A riboszómamentes, sima felszínű endoplazmatikus retikulum (SER) a glikogén szintézisban, a sejten belüli iontranszportokban, szteroidok, lipidek szintézisében játszik szerepet. A *Golgi-készülék* a poliszacharid szintézisben vesz részt továbbá a szekrécióra termelt anyagokat osztályozza és váladékszemcséket képez belőlük. A *lizoszóma (lysosoma)* egy membránnal határolt enzim csomag, mely az emésztés egyik fő organelluma. A sejtet kívülről lipidekből és fehérjékből felépülő plazmamembrán borítja, a sejtplazmában pedig fehérjékből álló hálózatot, sejt vázát figyelhetünk meg.

Az egysejtűek szaporodása lehet ivaros vagy ivartalan. **Ivartalan szaporodás** esetén csak egyszerű kettéosztódás történik. Egyes fajok betokozódáskor többszörösen osztódnak, és később a burok felpattanása után több utód úszik ki a szabadba. Az osztódást alaki fejlődés (*morphogenesis*) is követheti. Az egysejtűek esetében is beszélhetünk tehát egyedfejlődésről. Az **ivaros szaporodás** valamelyik lépésében megtermékenyítés (*fertilisatio*) történik, azaz meioziban keletkezett haploid (gametikus) sejttagok összeolvadásával új, diploid, genetikailag rekombináns (zigotikus) sejttag alakul ki. Egyes egysejtű csoportokban nem írtak még le ivaros folyamatokat. A papucsállatkák esetében például 300-3000 sejt ciklust mértek, miután a klón kiöregszik, morfológiailag degenerálódik, majd elpusztul. Az egysejtűek életének aktív szakasza vízhez vagy más folyadékhoz kötött. Az időszakos élővizekben élő egysejtűek a kiszáradás előtt betokozódnak (*encisztálódnak*), amely során az állat legömbölyödik, vizet veszít, és maga köré egy ellenálló tokot képez. Ezek a ciszták porral, széllel könnyen terjedhetnek, és ha újra kedvező körülmények közé kerülnek, víz áramlik beléjük.

Kültakarójuk a sejthártya (plazmamembrán), amely lipidekből és fehérjékből felépülő rugalmas hártya, a sejt és a környezete közötti anyagcsere aktív résztvevője. A sejthártyát a külvilág felé a sejt által termelt poliszacharidokból álló, fajra jellemző vastagságú sejt köpeny (*glycocalyx*) borítja.

A sejtköpeny távol tartja a káros vagy közömbös anyagokat, illetve megköti a különböző sejten kívüli (*extracellularis*) szabályozó anyagokat.

A sejtthártyán belül található a sejtplazma (*citoplazma*), amelyben két fő részt lehet elkülöníteni: a külső plazmát (*ectoplasma*), és a belső plazmát (*endoplasma*). A sejt belsejét kitöltő és a magot körülvevő endoplasma sötétebb színű, sok apró szemcsét tartalmaz.

Az egysejtűek esetében az anyagok felvétele és leadása két féle módon mehet végbe:

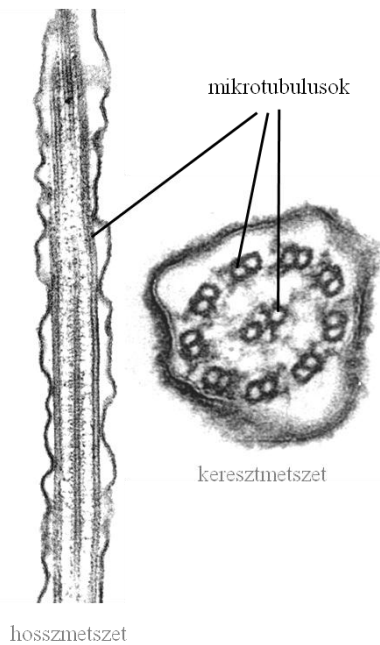
(1) Plazmamembránon át történő molekuláris anyagáramlás (transzmembrán transzport) segítségével. Így történik a gázcsere, az ion- és ozmoreguláció valamint a kiválasztás egy része.

(2) A plazmamembrán részvételével történő anyagforgalom „csomagolt transzport” révén. Ennek során csomagolva jutnak be (*endocytosis*) vagy ki (*exocytosis*) az anyagok.

Ezek a folyamatok elsősorban a táplálkozás során jellemzőek. Tápanyag felvételkor az egysejtű egy ún. „belső külvilágot” hoz létre a testében és így sejten belül emészt. A sejten belül található egy ún. lizoszóma (*lysosoma*), amely tulajdonképpen egy egyszeres membránnal határolt zsákocská (vezikulum) a citoplazmában, melyben savas kémhatás uralkodik (pH=4-5). A lizoszómák funkcióját a bennük található hidrolitikus enzimek látják el. Ezek lehetnek nukleázok, lipázok, karbohidrázok, proteázok stb., attól függően, hogy milyen molekulát képesek lebontani. A táplálkozás során tulajdonképpen a fagoszóma (*phagosoma*) – a membránnal határolt táplálék csomag – egyesül a lizoszómával és így a táplálék és a lebontó enzimek egy helyre kerülnek, ahol megtörténhet az emésztés. Az egysejtűek többségében az endoplasma jól megfigyelhető, energiaigényes áramló mozgást végez, amely lehetővé teszi a gyorsabb intracelluláris (sejten belüli) anyagszállítást. Az endoplasma áramlási iránya fajra jellemző, sebessége pedig különböző tényezők függvénye lehet (pl.: hőmérséklet emelkedésével nő). Míg a szilárd bomlástermékek eltávolítása a táplálkozás rendszerének feladata, addig a kiválasztó rendszer a vízben oldott bomlástermékeket üríti a felesleges vízzel együtt. A kiválasztás sejtszervecskéje a lüktető-üröcske (*contractilis vacuolum*), amely a különböző fajokban eltérő működésű lehet. Az egysejtű élőlény, ha édesvízben van, akkor a testébe folyamatosan víz áramlik be diffúzióval (mivel a vízmolekula kicsi és mert a sejten kívül kisebb a koncentrációja, mint a sejten belül, hiszen bent még sok más anyag is van). A felesleges vizet a lüktető üröcske állandó működése távolítja el a testből.

Az egysejtűeknek nincs idegrendszere, de bizonyos fajok ingerlékenysége, mozgásuk differenciáltsága igen fejlett. Régóta ismert például, hogy az amőbák különböző ingerekre mozgással reagálnak. Ezeket az inger által kiváltott és irányított mozgásokat nevezzük *taxisnak*. Az ingerlékenység és az ingerületvezetés elsősorban a sejtmembránhoz kötődik. Bizonyos mozgást kiváltó anyagok a sejtmembránon átjutva az ún. sejten belüli (*intercelluláris*) hírvivő anyagok révén idézik elő a kontraktilis citoskeletális rendszer reakcióit. A sejtíváz (*cytoskeleton*) egy fehérjékből álló hálózat, amelynek kötegei alakfenntartó, mozgató és szállító funkciókat végeznek. Ezekhez a sejtívázi elemekhez kapcsolódnak – ha csak időlegesen is – a plazmamembrán és a belső sejtmembránok, a sejtszervecskék, a lizoszómák és esetleg más szállítandó molekulák és molekulaegyüttesek. Ez a sejtíváz és kontraktilis rendszer mozgatja a sejten a membránokat és a hólyagocskákat is (vagyis ezek működése állhat az exo- és endocitózis hátterében is), de szerepet játszanak az egész eukarióta sejt mozgatásában is. Az amőbákról tudjuk, hogy a hírvivő anyagokon kívül sejten belüli ingerületvezető rendszerük nincs¹.

¹ A csillós egysejtűeknél (*Ciliata*) kimutattak egy jól festődő vonalrendszert, amit *neuronema-rendszer*-nek neveztek el. Ezt a szerkezetet morfológia illetve elhelyezkedés alapján sejten belüli ingerületvezető rendszernek tekintették (Gelei és Párducz). Később az elektronmikroszkópos vizsgálatok során kiderült azonban, hogy az alkalmazott ezüst festék, amivel ezt kimutatták csupán a pellicula alatt lévő rostrendszerre, valamint az alveoláris membránra rakódott le, ezért valószínűtlen, hogy a rendszer egészében lenne felelős az ingerületvezetésért.



3. ábra: A csilló szerkezete.

való elcsúszása eredményezi az ostor mozgását (a baktériumok ostorai ettől eltérő felépítésűek). Az ostor alját az *alapi* vagy másnéven *bazális test* horgonyozza le a sejtbe (7. ábra). Bazális test nélkül nem alakulnak ki csillók, ostorok. Ebből aza alapi testből indul ki a mozgás elindításához szükséges szinuszhullám.

Az egysejtűeket korábban morfológiai alapon rendszerezték: ostorosok, amőbák, spórások, csillósok. Ma azonban törekednek a rokonsági kapcsolatok feltárására, valamint a monofilétikus csoportok felismerésére. Az ezredforduló után láttak napvilágot az eukarióták leszármazási viszonyait bemutató sokgénes molekuláris filogenetikai vizsgálatok eredményei (multigénszekvenálásos vizsgálatok), ezért ma már több csoportot különíthetünk el. Az egysejtű fajok többsége kozmopolita.

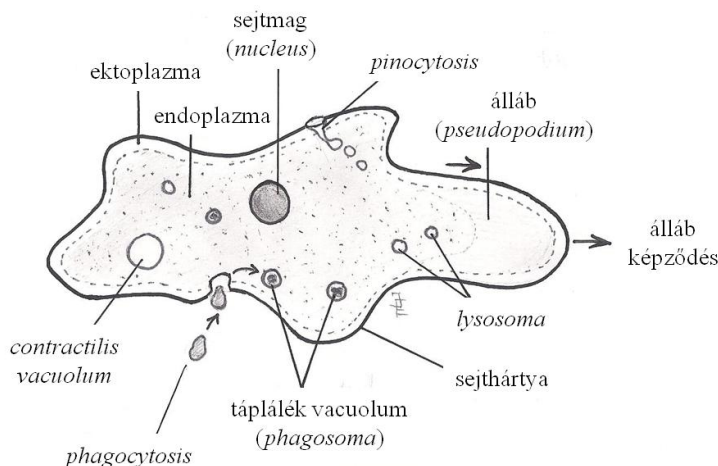
3.1. Óriás amőba (*Amoeba proteus*)

Az *Amoebozoa*-k közül a leggyakoribb faj az óriás amőba (*Amoeba proteus*) (4. ábra). Neve alakváltozó képességére utal (amőbá=változás) és egy olyan görög mitológiai alakra (Proteus tengeristenre) utal, aki oroszlán, sárkány, sőt lombos fa alakjában is képes volt megjelenni.

Az óriás amőba egyetlen, ovális sejtmaggal rendelkezik, ami együtt mozog az endoplazmával, így nincs állandó helye a sejtben. Az óriás amőba poliploid, kromoszómaszáma igen nagy, egyes fajokban 500-nál is többet számoltak meg. Az ivartalan szaporodás egy bizonyos testméret elérése után következik be. Ilyenkor a sejtmag mitotikusan kettéosztódik, a citoplazma pedig befűződik. Kedvezőtlen körülmények között az amőbák betokozódnak, és szél útján messzire elsodródhatnak, melynek fontos szerepe van az állatok terjedésében. Ivaros szaporodás náluk nem ismeretes.

Az óriás amőba átlagos átmérője 200-500 μm . Szabadon élő, talajban, mohapárnákban, pocsolyákban, édes- és tengervizek fenekén fordul elő. Általában csupasz testűek (kivéve a házas amőbák). A folyton képződő és visszafejlődő sejtnyúlványai az **állábak** (*pseudopodium*), amelyek miatt nincs állandó, meghatározott alakjuk. Az állábak vastag tompa végű képződmények, melyek többfelé is ágazhatnak (*monopodiális* ill. *polipodiális* alak). Az állábak szerkezetüket tekintve lehetnek gyökérszerűek (*rhizopodium*), hálózatosak (*reticulopodium*) és lebenyszerűek/karéjosak (*lobopodium*). Az óriás amőba esetében ez utóbbi figyelhető meg. Az állábképződés a sejtplazma áramlása révén történik és a test bármely pontján megtörténhet. A sejtplazma az álláb képződésének helyén sűrűn folyékonyvá válik (*szól* állapot), és a többi rész enyhe nyomása miatt a

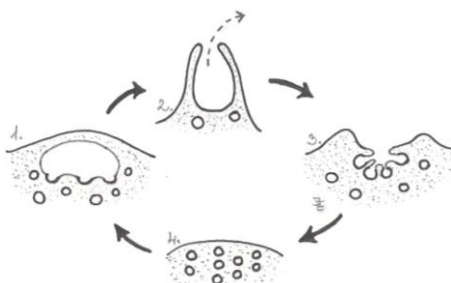
sejthártyát maga előtt tolva kifolyik, majd újra megkocsonyásodik (*gél* állapot). Az amóbák ektoplazmája szemcsementes vékony réteg a sejthártya alatt. A sejt belsejét kitöltő endoplazma sötétebb színű és számos apró szemcsét tartalmaz (4. ábra), amely szemcsék a sejtorganellumok, főleg az emésztő üröcskék, mitokondriumok fénymikroszkópos megfelelői. Az endoplazma állandóan mozgásban van, áramló mozgást végez, ezért a sejtagnak (*nucleus*) és egyéb sejtorganellumoknak nincs állandó helye a testben, a plazmaáramlással együtt mozognak.



4. ábra: Az óriás amőba (*Amoeba proteus*) felépítése.

Az amóbák a fagocitózis (*phagocytosis*) tanulmányozásának tökéletes objektumai. Elsősorban kis szerves törmelékekkel, moszatokkal, baktériumokkal, kisebb egysejtűekkel táplálkozik. Ha az amőba mozgása közben táplálékkal találkozik, akkor az állabai segítségével körül fogja és a sejt belsejébe húzza. Az endoplazma mindig baktériummaradványokat tartalmazó emésztőüröcskékkel zsúfolt. A salakanyagokat tartalmazó vakuólumok tartalmát exocitózissal (*exocytosis*) ürítik ki a környezetbe. Az amóbáknál a fagocitózis és az exocitózis a testfelszín bármely pontján megtörténhet. Az oldott anyagok felvétele folyadék formában történik meg, amelyet pinocitózissal (*pinocytosis*) nevezünk („sejtívás”). Ilyenkor az ekto- és az endoplazma határán egy ún. pinocitotikus tölcser alakul ki, melyből folyadékcseppek fűződnek le a test belsejébe. Az amóbák az éhezést néhány napig is elviselik, ilyenkor saját anyagaikat bontják, testméretük csökken. A tápanyagok és légzési gázok a sejtben, diffúzió révén, minden részhez eljutnak. Egy ilyen kisméretű szervezetben ehhez nincs szükség külön rendszerre, mert a diffúzió és a sejtplazma mozgása jól elvégzi ezt a feladatot.

A vakuólumok szabadon sodródnak az endoplazmában, folyadékkal megtelve összeolvadnak és egyre nagyobb vakuólumokká válnak, amíg fénymikroszkóppal is látható lüktető üröcskék nem lesznek. Ezután a plazmamembránhoz tapadnak, és a tapadás helyén exocitózissal kiürülnek. Majd eltűnnek és újra kis vezikulákra esnek szét, így indulhat az újabb telítődési ciklus (5. ábra). Szobahőmérsékleten szokásos közegükben 5-8 percenként figyelhetünk meg egy-egy ciklust.



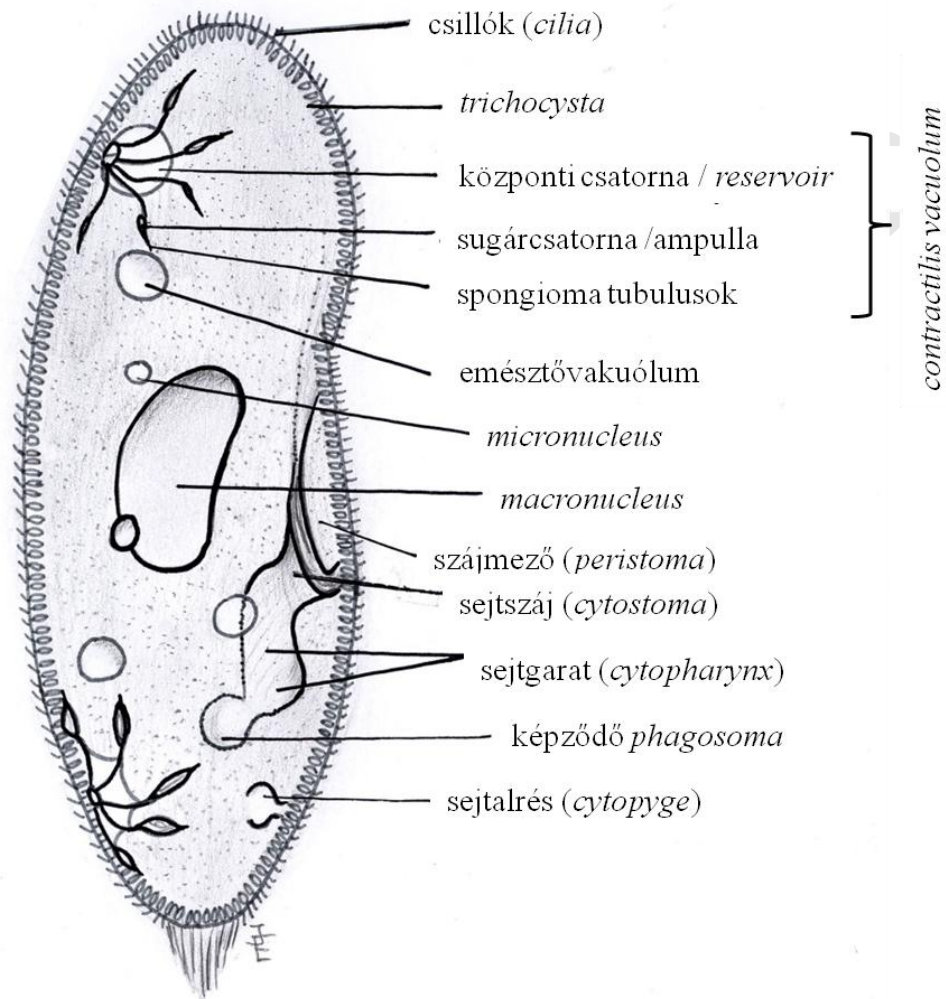
5. ábra: Az amőba kontraktilis vakuólumának működése.

Az amóbák a külső hatásokra a szabadon úszó egysejtűekhez képest lassabban reagálnak. Mechanikai hatásokra, gyenge elektromos ütésre, vagy ultraibolya sugárzás hatására pl.: behúzzák állabáikat, legömbölyödnek. Fény hatására a fényforrás felé mozognak, bár külön fényérzékeny

részük nincs. Az amőba alak- és helyzetváltoztatása az állábak segítségével történik. Az álláb képződés helyváltoztató mozgáshoz vezet, ez az **amőboid mozgásforma**.

3.2. Papucsállatka (*Paramecium caudatum*)

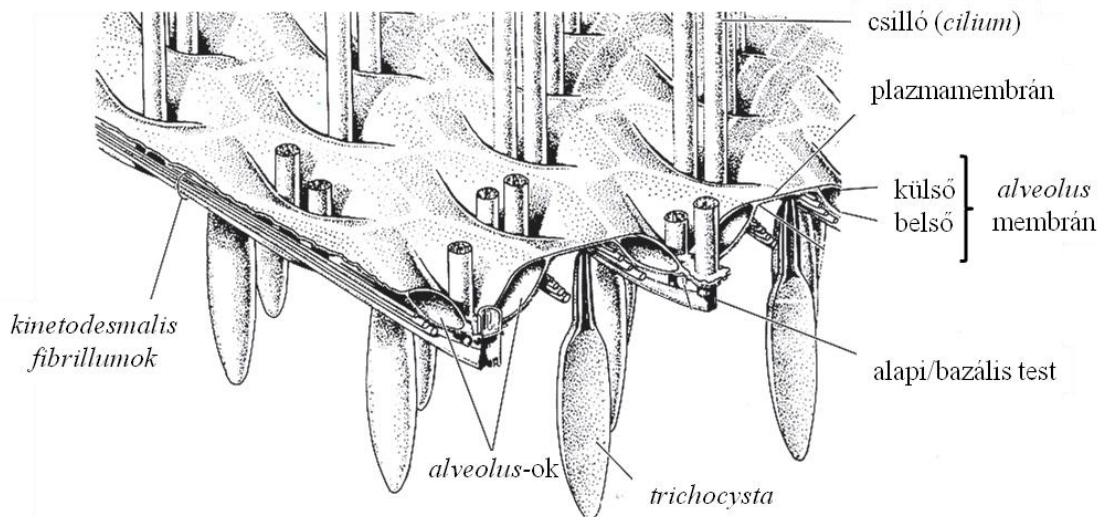
A papucsállatkák (*Paramecium sp.*) nevüket papucs-szerű formájukról kapták. Testük a szabadon úszó életmódhoz alkalmazkodott, testalkatuk állandó, az egyes organelumoknak meghatározott helye van az endoplazmában (pl. lüktető üröcske). Szokásos mozgásiránnyal jellemezhető egysejtűek (imbolygó-forgó mozgás), melyet a csillók sokaságának összehangolt működésével végeznek. Alakjuk hosszúkas, kissé lapított, elől az *anterior* végen lekerekített, hátul a *posterior* végen szélesebb (6. ábra).



6. ábra: A *Paramecium caudatum* felépítése.

Kb. 100-300 μm -es áramvonalas egysejtűek. Testfelszínük **csillókkal** (*cilium* tsz. *cilia*) borított, melyek spirális lefutású sorokban helyezkednek el. Szerkezetüket tekintve ezek valójában rövid ostorok (lásd bevezető 3. ábra). A test farki végén nagyobb, merevebb csillók vannak, melyek tövében mechanoszenzitív kationcsatornák helyezkednek el (ezért a fark ingerlése intenzív csillósor lecsapást eredményez). A test felszínén hatszögletű bemélyedések illetve azokat elválasztó peremek láthatók. A bemélyedések közepéből egy vagy két csillószál ered, ezért egy ilyen hatszögletes egységet csillómezőnek nevezünk. A plazmamembránhoz a sejt belseje felől

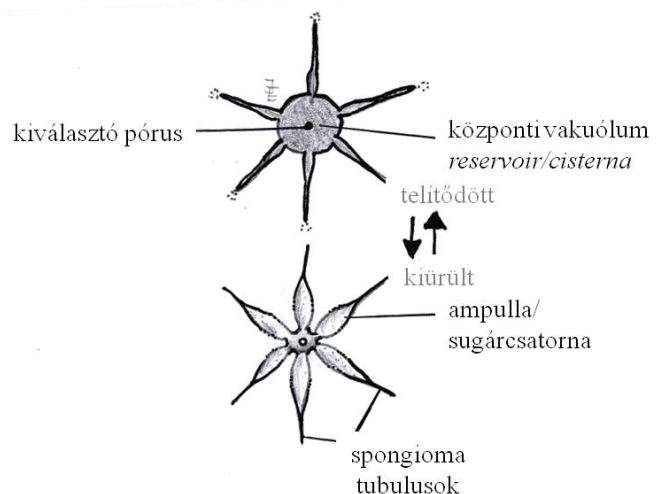
minden egyes csillómezőben membránnal határolt, egy pár hólyagocska (*alveolus*) csatlakozik.² A plazmamembránhoz orsó alakú ampullák sokasága kapcsolódik, melyekben tüskék helyezkednek el. Ezeket *trichocysta*-nak nevezzük, amelyek kellemetlen ingerek hatására tartalmukat kiürítik (ezzel megjelenik az élővilágban a legegyszerűbb kémiai és mechanikai védekezés). A papucsállatka testét ún. **pellikula (bőrke)** borítja, amely meghatározza az állatka alakját illetve alapot ad a csillók számára. A pellikula alatt egy aktin és miozin szálakból (*kinetodesmalis fibrillumok*) felépülő hálózat figyelhető meg, amely a csillószálak mozgását koordinálja. Ezt a hálózatot szubpellikuláris rostrendszernek nevezzük (7. ábra).



7. ábra: A papucsállatka kültakarója.

Az amőbákkal összehasonlítva, a papucsállatka endoplazmája csak korlátozottan áramlik, az egyes organellumoknak (pl. sejtmag, lüktetőüröcskék) meghatározott helye van a sejtplazmában. A sejten belüli mozgás általában az emésztő vakuólumokra jellemző, ezek meghatározott útvonalon alaknak az endoplazmában.

A papucsállatka nem szimmetrikus, mert testének középtáján van egy hosszirányú, teknő-szerű, aszimmetriát okozó bemélyedés, ez a szájmező (*peristoma*). Különböző baktériumokkal, szerves törmelékekkel táplálkozik, melyek a szájmező (*peristoma*) alján lévő sejtshájba (*cytostoma*) kerülnek, majd a sejtgaraton (*cytopharynx*) keresztül endocitózissal (fagocitózissal) kerülnek felvételre. A szájmező és a sejtgarat meghatározott alakját számos mikrofillamentum köteg és mikrotubulus hálózat biztosítja. A táplálékot rendezett csillósor sodorja a szájmezőhöz, majd a sejtgaratba. Itt történik meg a fagocitózis. Ennek során egy fagoszóma keletkezik, ami tulajdonképpen a táplálékkal teli vakuólum (membránba csomagolt táplálék). Ez a citoplazmában a lizozómával egyesülve emésztő üröcskét képez. Az üröcske (*vesicula*) vándorlása a testben körkörös mozgást mutat (*cyclosis*), melynek során különböző



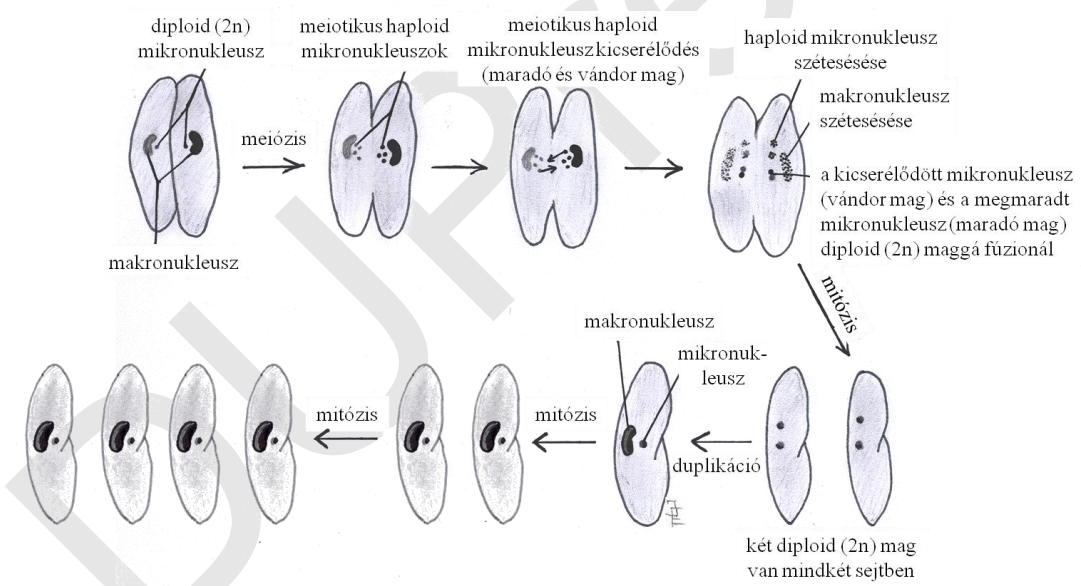
8. ábra: A kontraktilis vakuólum

² Az alveolusok kalcium-raktárak, melyek a plazmamembránból induló ingerületi jelek hatására Ca^{2+} ionokat adnak le. A helyi Ca^{2+} ion növekedés vált ki bizonyos ingerválaszokat, például a csillók lecsapási frekvenciájának növekedését.

enzimatis folyamatok indulnak be, amik követhetők. Az emésztés különböző fázisaiban más-más pH optimumú enzimek aktivizálódnak, majd a hasznosítatlan anyagok az üröcskéből exocitózissal távoznak a sejtalrészén (*cytopyge*). A folyadék sejtől való kijuttatását a két lüktető üröcske végzi, melyek ellentétes ritmusban húzódnak össze és ernyednek el.

Az édesvízi egysejtűek belső közegének ozmotikus értéke meghaladja a közeg ozmotikus értékét, ezáltal az ozmózis jelensége során a sejtbe víz áramlik. A térfogat állandóságának megőrzése érdekében ún. pulzáló vakuólumok (lüktető üröcske/kontraktilis vakuólum) jelennek meg a testben, melyeknek feladata a felgyülemlett felesleges víz eltávolítása. A citoplazmában megtalálható ún. spongioma tubulusok a vizet a sugár irányú ampullákba gyűjtik össze, és egy központi ciszternába (*reservoir*) vezetik, ahol egy ideig raktározzák, majd egy határozott pulzációval kiürítik (8. ábra). A ciszterna, és az ampullák ellentétes ritmusban pulzálnak, csakúgy, mint a sejt két végében lévő lüktető üröcskék.

A papucsállatkáknál **magdimorfizmus** figyelhető meg, vagyis kétféle maggal rendelkeznek. A nagy mag (*macronucleus*) a vegetatív tevékenységekért felelős, ezért vegetatív magnak is nevezik. A kis mag (*micronucleus*) pedig a tényleges osztódás résztvevője, a teljes örökítő anyagot tartalmazza, vagyis reprodukciós magnak is nevezhetjük. A papucsállatkánál ivartalan és ivaros szaporodási forma is megfigyelhető. Az állatok kedvező, táplálékban gazdag környezetben hosszanti irányú **mitózissal**, ivartalanul szaporodnak. Az életfeltételek romlásával (pl.: táplálékhiány, a közeg pH változása) az állatok oldalával való összetapadása figyelhető meg, amely tulajdonképpen két állat közötti DNS szakaszok kicserélődését jelenti egy citoplazmahídon keresztül. Ez a folyamat a **conjugatio** (9. ábra), amely során tulajdonképpen az örökítő anyag ivaros rekombinációja zajlik.



9. ábra: A conjugatio folyamata.

A papucsállatka teste nem mindenütt egyformán érzékeny, és a különféle ingerekre is eltérően reagál. A kellemetlen ingerek a *trichocysták* kilövését váltják ki. A mozgás a csillók működésével történik, melyek száma akár több ezer is lehet. Az állat mozgása tulajdonképpen előreúszások és kitérészi reakciók sorozatából áll. Negatív taxis (ún. menekülési reakció) is megfigyelhető a papucsállatkák esetében, melynek során tulajdonképpen a negatív inger felől megnövelt sebességű előreúszással távozik az állat. Mindezeket a mozgásokat, irányváltásokat a csillók lecsapási irányának és sebességének megváltoztatásával hajtják végre.

4. Szöveti ismeretek

Az élőlények szervezete különböző sejttípusokból felépülő komplex rendszer, amelyben a sok sejttípus szervekké és szövetekké szerveződik, hogy a szervezet működéséhez szükséges feladatokat megfelelően ellássa. A szövettan tárgya annak vizsgálata, hogy miben különböznek ezek a sejttípusok egymástól, és hogy hogyan szerveződnek az egyes feladatok ellátására.

4.1. Mi a szövet?

A szövet (*tela*) speciális szerkezetű és működésű, meghatározott funkció ellátására differenciálódott sejtek rendszere. A többsejtű szervezetben sejtcsoportokat alkotnak, melyeknek sejtjei hasonló alakúak, azonos eredetűek és közös funkció ellátására csoportosulnak. A sejteknek ezt a fajta társulását mechanikai és kommunikációs kapcsolatok (pl. sejtkapcsoló struktúrák, adhéziós molekulák, sejtközötti állomány molekulái) teszik lehetővé. Minden szövetféleség **sejtekből** és a közöttük lévő **sejtközötti állományból** áll. Az utóbbi csekély tömegű, néha viszont jelentős mennyiségű.

Az egyes szervezetek felépítésében azok az alapvető szövetek vesznek részt, amelyek az állatvilág evolúciója során kialakultak. Ezek a szövetek az egyedfejlődés alatt fokozatosan jönnek létre és nyerik el a jellegzetes formájukat és tulajdonságaikat. A szövetek négy alaptípusa először a valódi szövetes állatokban (*Eumetazoa*) jelenik meg. Kialakulása a differenciálódás során létrejött három csíralemez valamelyikéhez köthető, így beszélhetünk **ektodermális**, **mezodermális** vagy **entodermális** eredetű szövetekről. Az állatok szervezetében **hámiszövet**, **kötő- és támasztószövet**, **izomszövet**, továbbá **idegszövet** különböztethető meg. Ezeket összefoglaló néven **alapszövetek** nevezzük.

4.2. A szövetek típusai, feladataik

a.) A hámiszövet (*tela epithelialis*) és formái:

A hámiszövetek a legősibb szövetek, melyek a test külső és belső felszínét takarják, illetve egyes szervek fő tömegét alkotják (pl. mirigyek). A felszint borító hám gátat képez a különböző anyagokkal szemben és szabályozza a belső és külső környezet közötti anyagcserélődést, emellett részt vesz a szabályozott anyagcserében. A többsejtűek embrionális fejlődése során a hámiszövetek jelennek meg először. Pontos élettani szerepüket elhelyezkedésük szabja meg.

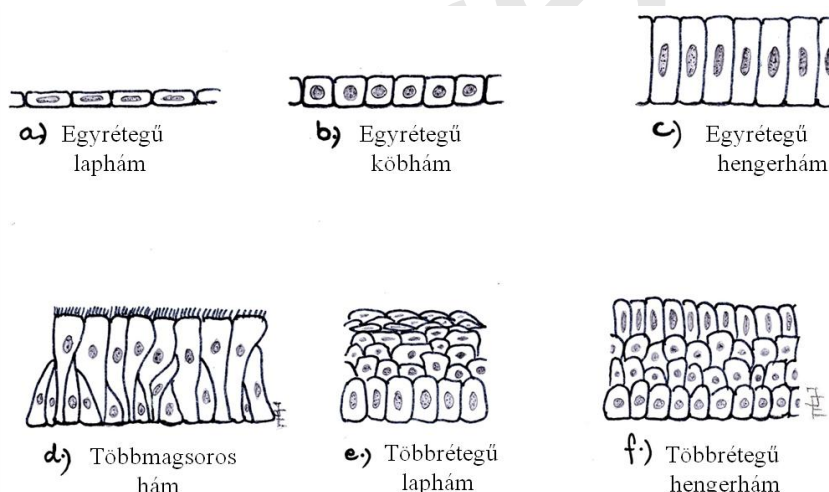
A hámiszövet sejtjei szorosan illeszkednek egymáshoz, így a sejt közötti állomány mennyisége ebben a szövetféleségben elenyésző. Speciális irányban differenciálódó hámsejtek hozzák létre a mirigyek váladéktermelő sejtjeit, a *mirigyparenchimat*, a fej területén lévő érzékszervekben megfigyelhető *érzékhámot*, illetve a gerinces állatok retinájában található *pigmenthámot* is. A hám alatt mindig egy kötőszövetes réteg helyezkedik el, amely kötőszöveti szemölcsökkel kapcsolódik a hámhoz. A hámiszövetekben idegrostokat és idegvégződéseket találhatunk, azonban vér- és nyirokereket a hámban nem figyelhetők meg (bár vannak kivételek, pl. béka szájpadrólát borító hám). A hám táplálása az alatta elhelyezkedő kötőszövet segítségével történik. A hámiszövet és a kötőszövet közötti kapcsolatot az alaphártya (*membrana basalis*) biztosítja. A hámiszövetek attól függően, hogy mit borítanak be, a három csíralemez (ektoderma, mezoderma, entoderma) bármelyikéből származhatnak. A bőr hámja, a végbélnyílás hámja és az érzékhám az ektodermából, a test belső üregeinek hámja és a húgyivari szervek hámja a mezodermából, a bél és a légzőszervek hámja pedig az entodermából származik.

Egyrétegű hámiszövetek: Egyrétegű hámiszövetek általában olyan felületen találhatók meg, ahol a fizikai vagy kémiai igénybevétel csekély.

-Egyrétegű laphám (10a. ábra): Az állati szervezetek egyik legelterjedtebb hámiszövege, amely szorosan illeszkedő, lapos, sokszögletű sejtekből áll. Sejtmagjuk leggyakrabban lapos, néha gömbölyded. Az egyrétegű laphámnak általában fedő szerepe van és bizonyos

szervekben lehetővé teszi az anyag- és gázcserét. Ennek a hámnak egy speciális formája az *endotélium* és a *mezotélium*. Az endotélium (*endothelium*) a vér-és nyirokerek belső hámrétegét alkotja, amely extrém módon ellaposodott sejtekből áll. A mezotélium (*mesothelium*) a mellhártya, a hashártya, a szívburok, az ízületi tokok, továbbá az elülső szemcsarnok felszínén található. Általában lapos sejtek építik fel. A mezotélium felszínét mikro-bolyhok fedik, így jelentős felszívóképességgel rendelkezik. Egyrétegű laphám béleli továbbá az egyes *mirigyek kivezetőcsöveit* is.

- Egyrétegű köbhám** (10b. ábra): Az egyrétegű köbhám alaphártyán ülő kocka alakú sejtekből áll, melyek sejtmagjai gömbölyűek. Egyes gerinctelen állatok epidermiszét, egyes mirigyek kivezető csöveinek hámját, valamint a vesecsatornácskák falát és a petefészkek felszínén lévő csírahámot alkotja.
- Egyrétegű hengerhám** (10c. ábra): Ez az egyik legelterjedtebb hámtípus, sokkal elterjedtebb, mint a köbhám. Sejtjei hosszúkásak és sokszögletűek (poligonálisak). Sejtmagjuk hosszúkás és a sejtek alsó részében helyezkedik el. A legtöbb gerinctelen állat epidermiszét egyrétegű hengerhám képezi. Emellett a bélcső jelentős felületét, a méhkürt és a gyomor nyálkahártyájának felszínét is ilyen típusú hám béleli.
- Többsoros hám** (10d. ábra): A többsoros hámnak minden sejtje az alaphártyáról indul ki, de nem mindegyik sejt éri el a felszínt, vagyis a sejtek különböző magasságúak és így a sejtmagok is különböző magasságokban helyezkednek el. Ebbe a csoportba tartozik a húgyutakat bélelő többsoros hám (*urothelium*). Nagymértékű tágulékonyág jellemző rájuk, telt húgyhólyag esetén a sejtjeik ellaposodnak.



10. ábra: A hámszövetek formái.

Többrétegű hámszövetek: A mechanikai és ozmotikus hatásoknak erősen kitett helyeken a hámok általában többrétegűek. A többrétegű hámszöveteket többféle alakú sejtek építik fel, a sejtek közül csak az alsók érintkeznek az alaphártyával. Elnevezésükben mindig a felső sejt sor alakja a döntő.

- Többrétegű hengerhám:** Ennek a hámtípusnak az alsó és a felső sejt sorát hosszúkás sejtek alkotják, közöttük poligonális sejtek találhatóak. Ilyen hámtípus figyelhető meg az orrüregben (orrszínnyálkahártya) (10f. ábra).
- Többrétegű el nem szarusodó laphám** (10e. ábra): Ennek a hámtípusnak a sejtjei a felszín felé haladva fokozatosan ellaposodnak. Ilyen hám alkotja például a halak epidermiszét, a madarak és egyes emlősök szájüregét illetve nyelőcsővének hámbélését, valamint a hüvely hámját.

-Többrétegű elszarusodó laphám (10e. ábra): Ennek a hámtípusnak a felső sejtsorai elszarusodnak, melynek következtében ez a hámféleség sokkal ellenállóbb a fizikai és kémiai behatásokkal szemben. A szaruréteg vastagsága (az elszarusodott sejtek száma) a különböző testfelületeken eltérő lehet. Azokon a területeken, ahol a mechanikai ingereknek jobban ki van téve egy testfelület, ott a szaruréteg vastagabb (pl. talp, tenyér).

Az egy és többrétegű hámszövetek alapi (bazális) részén **alaphártya** (*membrana basalis*) húzódik, amely mukopoliszacharidokat tartalmaz, melyekhez finom rostok szövedéke kapcsolódik. Ez az alaphártya biztosítja a hámszövet és a kötőszövet közötti kapcsolatot.

Mirigyhámok: A mirigyhám váladékok termelésére specializálódott hámszövet. A váladék termeléséhez a hámsejtek a szükséges anyagokat a vérből veszik fel. A váladék leadásának módja szerint megkülönböztethetünk belső elválasztású (endokrin) és küldő elválasztású (exokrin) mirigyeket.

Felszívóhám: Egy rétegben elhelyezkedő köb vagy hengerhámsejtek alkotják, melyek különböző anyagok felszívására specializálódtak. (pl. proximális vesecsatorna hámja).

Érzékhám: Az érzékszervekben fordul elő, amely érzékhámsejtekből és támasztósejtekből áll. Az ingereket az érzéksejtek veszik fel és ingerület formájában továbbítják az idegrendszer felé.

Pigmenthám: Olyan hám, amelynek köb vagy henger alakú sejtjeiben membránnal határolt sötétbarna pigmentszemcsék (melanin) találhatóak. Ilyen hám az emberi szem ideghártyájának legkülső rétege. A melanin a hám sugárkárosodását csökkenti. (A pigmenthám nem tévesztendő össze a hámszövetek melanocitákat tartalmazó középső rétegével.)

b.) A kötő- és támasztószövetek és azok formái:

A kötő- és támasztószövetek a test belsejében foglalnak helyet és a belső váz alkotásában vesznek részt. Ezeknek a szöveteknek a csoportja eltérő felépítésű szövetféleségekből áll. Széleskörű elterjedésüknek és változatos szerkezeti felépítésüknek köszönhetően élettani szerepük nagyon sokoldalú. Míg a kötőszövetek a szervek egyes sejtjeit, vagy magukat a szerveket kötik össze egymással, addig a támasztószövetek a test valamilyen támasztékául szolgálnak. Ezért a kötőszövetek a nyújtásnak, a támasztószövetek pedig az összenyomásnak jól ellenállnak. A kötő- és támasztószövetek fejlődése, képződése és regenerációja a magzati élet után is folytatódik egész életen át.

Ezek a szövetfajták sejtekből és bőséges sejt közötti állományból tevődnek össze, amely rostokat is tartalmaz. Ezek a rostok lehetnek enyvadó (kollagén) rostok, rács (retikuláris) rostok valamint rugalmas (elasztikus) rostok, melyek meghatározzák a szövetek mechanikai jellegzetességeit. Mindezek mellett vér- és nyirokereket illetve idegeket is tartalmaznak (kivéve a porcszövet). Az idegi kötőszövet (neuroglia) kivételével minden kötő- és támasztószövet a mezodermből származik.

A kötőszövet típusai: Ebben a csoportban az egyes szövettípusok között átmeneti formák is lehetségesek, továbbá a gerinctelen állatokban a kötőszövet sejtjes állománya jelentősen eltérhet a gerincesekétől.

Embrionális kötőszövetek:

-mezenchima (mesenchyma) (11a. ábra): Ez a szövet jelenik meg a törzs- és egyedfejlődés során a leghamarabb. A többi kötőszövethez hasonlóan a gerinctelen állatok többségében és a gerincesekben a középső csiralemezből keletkezik. A nyúlványokkal rendelkező mezenchima sejtek között elhelyezkedő sejt közötti állomány egyfajta feszességet kölcsönöz a szövetnek a folyadék nyomása (turgora) következtében. Az embrionális fejlődés során kezdetben a test jelentős részében megfigyelhető, minden más kötő- és támasztószövet ebből differenciálódik.

-kocsonyás kötőszövet: Ez a szövetféleség mesenchimasejtekből, ún praekollagén rostokból és alapállományból áll. A mesenchymasejtek nyúlványosak, ovális magjuk központi elhelyezkedésű. A sejtek alkotta hálózat hézagjaiban alapállomány van. A kocsonyás kötőszövet a magzat köldökzsinórjának vázát képezi, ebbe ágyazódik be a köldök artéria (*arteria umbilicalis*) és a köldök véna (*vena umbilicalis*).

Érett kötőszövetek:

-recés (retikuláris) kötőszövet (11d. ábra): Elágazó, nyúlványos sejtek hálózatából áll, melyek a térhálózatot alkotó retikuláris rostok találkozási pontjaiban helyezkednek el (pl. emlős lép).

-lazarostos kötőszövet (11c. ábra): Ebben a kötőszövetféleségben a rostok laza szerkezetű hálózatot képeznek, amely rostok mennyisége és elrendeződése a szövet funkciójától függően változhat. Minden szerv felépítésében részt vesz, így a szervezet legelterjedtebb szövetféleségének tekinthető (lemezeket, kötegeket, válaszfalakat alkot, hézagokat tölt ki). Ez a szövet lágy, hajlékony, valamint sok eret és ideget tartalmaz.

-tömöttrostos kötőszövet (11b. ábra): Ebben a kötőszövetben a rostok tömörek, szorosan egymás mellett helyezkednek el, az alapállomány közöttük csekély mennyiségű. A törzsfejlődés során az izeltlábuáknál jelenik meg először ez a szövet, a nagyobb mechanikai igénybevétel következtében alakul ki. Attól függően, hogy milyen típusú rost az uralkodó, *kollagén rostos*, vagy *rugalmas rostos* tömött rostos kötőszövetet különíthetünk el. Kollagénrostos kötőszövet alkotja például az izmok inait (inszövet), rugalmas rostos kötőszövet pedig a csigolyákat összekötő szalagokat építi fel. Egyes szerzők a rostok elhelyezkedése alapján *rendezett* vagy *rendezetlen* tömött rostos kötőszöveti csoportokat különítenek el.

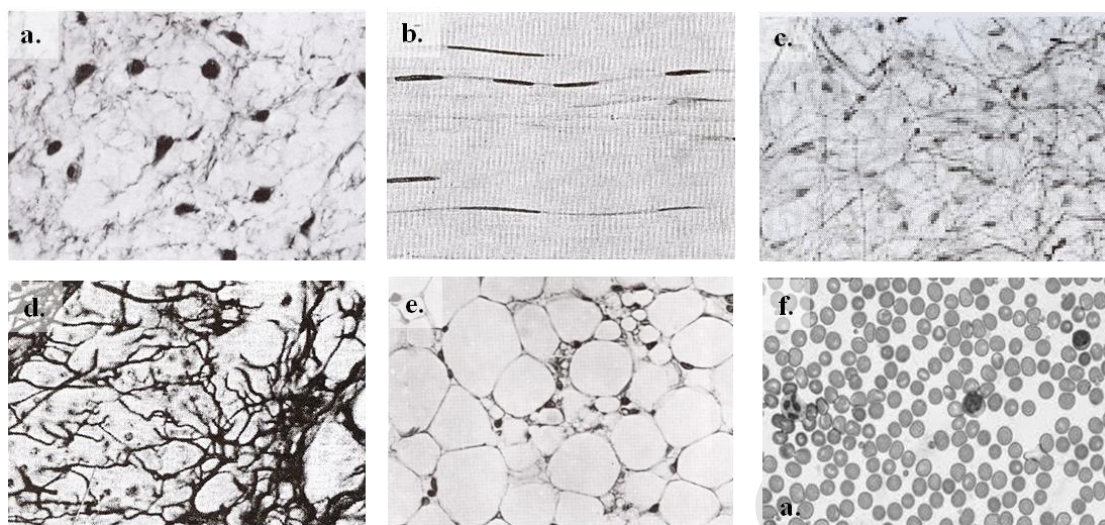
-zsírszövet (11e. ábra): A zsírszövet egyfajta módosult laza rostos kötőszövet, melynek rostos alkotóelemeit a zsírsejtek (*adipocyta*) háttérbe szorítják. Elsődleges funkciója az energiaraktározás, de a mechanikai védelemben (bőr aljában lévő zsírpárnák, szervek körüli zsírok) is fontos szerepet tölt be. Ezek mellett hézagkitöltő funkcióval rendelkezik és a hő- és vízháztartásban is szerepet játszik. A zsírszövetnek két típusát különítjük el: *fehér* és a *barna* zsírszövetet.

Fehér (sárga) zsírszövet: A sejtjeikben lévő zsírcsepp jóformán az egész sejtet kitölti, a sejtplazmát és a sejtmagot a sejt szélére szorítja. A fehér zsírszövet az embrionális fejlődés során a mesenchymából alakul ki, a mesenchyma sejtekben apró zsírcseppek jelennek meg, melyek egy nagy zsírcseppé olvadnak össze. A folyamat során a sejtek legömbölyödnek és megnagyobbodnak.

Barna zsírszövet: Neve jellegzetes színére utal, ami a színes foszfolipid bomlástermékekre és a rendkívül gazdag kapilláris hálózatára vezethető vissza. Sejtjeik sok apró zsírcseppet tartalmaznak, ezért *multivakuoláris* zsírszövetnek is nevezik. A barna zsírsejtek mitokondriumban gazdag sejtek, a sejtmagjuk pedig központi helyzetű. Lokalizációjuk eltér a fehér zsírszövetétől, elsősorban a két lapocka között, a hónaljárokban, a nyaktájékon, a mellkasi nagy erek mentén és a vesék körül találhatóak. Ez a zsírszövet típus eredetben, felépítésben, és funkcióban is eltér a fehér zsírszövettől, és nem tekinthető a fehér zsírszövet egy fejlődési fázisnak. A téli álmodó állatokban fordul elő nagyobb mennyiségben, feladata a hőtermelés. Ebből adódóan „hibernáló mirigynek” is szokták nevezni. A barna zsírszövet az emberi újszülöttekben is megtalálható és itt is a hőtermelés a feladata.

-vér (*sanguis*) (11f. ábra): A vér nagy mennyiségű sejt közötti állománya folyékony, melyet *vérplazmának* nevezünk (55%). Ebben található az *alakos elemek*, a vörösvérsejtek, a fehérvérsejtek és a vérlemezkék (45%). A vér a szervezet második védelmi vonalát képezi.

-nyirokszövet: A nyirokszövet alapvázát retikuláris kötőszövet képezi. A rostok hézagjait nyiroksejtek töltik ki (lymphoid és járulékos sejtek). A *lymphoid sejtek*, melyek a lymphoid őssejtekből differenciálódnak, az immunvédekezésben töltenek be fontos szerepet. A *járulékos sejtek* nem a lymphoid őssejtekből differenciálódnak, de a jelenlétük elengedhetetlen a megfelelő immunválasz szempontjából.



11. ábra: A kötőszövetek típusai. a. mesenchyma; b. tömötrostos kötőszövet; c. lazarostos kötőszövet; d. recés (retikuláris) kötőszövet; e. fehér zsírszövet; f. vér.

A támasztószövet típusai:

-porcszövet (12a. ábra): A porcszövet egy rugalmas, hajlékony ugyanakkor kemény, nyomással és súrlódással ellenálló támasztószövet típus. Alapegysége a *chondron* (porcegység), amelyek egyesével vagy csoportosan helyezkednek el az alapállományban. A porc véreket nem tartalmaz, táplálása a porchártya felől történik diffúzióval. Az állatok törzsfejlődése során ez a szövetféleség már a gerinctelenekben is megjelenik (pl. fejlábúak). Az alacsonyabb rendű gerincesekben alkotja a testváz egészét életük végéig (kőrszájúak, porcos halak). A többi gerincesben az embrionális fejlődés során a porcszövet helyét fokozatosan a csontszövet veszi át, de a porcszövet nem tűnik el teljesen. Porc alkotja egyes belső szervek vázát, mint például a légső, gége, hörgők és az orrüreg vázát. Emellett a csontok ízesülésénél is megtalálható (pl. ízületi porc).

Üvegporc (hyalinporc): Áttetsző, kissé kékes árnyalatú szövet. Ez a leggyakrabban előforduló porcszövettípus, amely főleg a nyomási terhelésre kitett felületeken fordul elő, ezért főleg az ízületi porcokat alkotja. De ilyen porc építi fel még a borda és a légső porcait, valamint a porcos halak (cápák, ráják) vázrendszerét is.

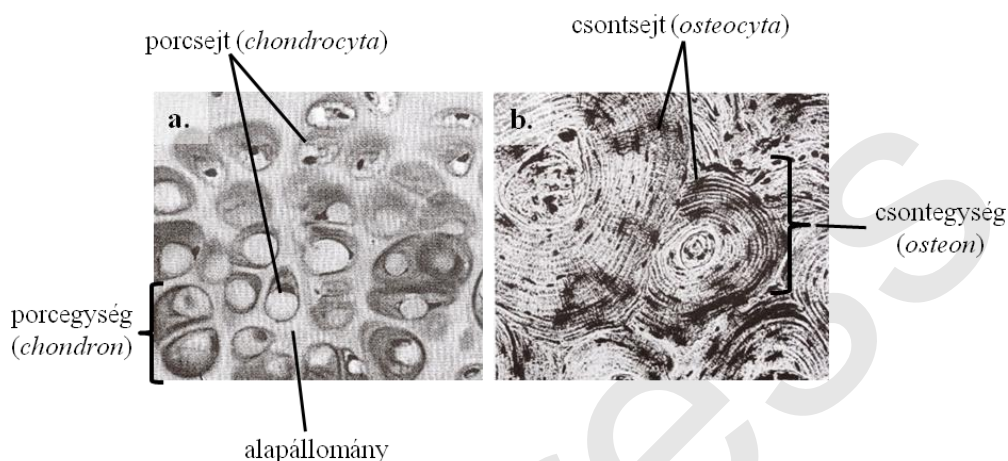
Rugalmas/elasztikus rostos porc: Ebben a típusban a szövet alapállományában rugalmas rostok vannak jelen, melyek hálózatot képeznek a *chondronok* körül. (A rugalmas rostok mellett jelen vannak a kollagén rostok is, de sokkal kisebb mennyiségben.) A rostok lefutása a porcra ható erők irányának felel meg. A külső mechanikai behatásokkal szemben a porc nyúlik, majd az erő megszűnésével visszanyeri eredeti alakját. Ez a porctípus főleg a nagyobb hajlításoknak kitett testrészekben (orr, fülkagyló) fordul elő.

Kollagénrostos porc: Ez a porc a nem egyenletes behatásoknak kitett helyeken fordul elő (csigolyák közti porckorongok). Alapállományát nagy mennyiségű durva kollagénrost kötegek alkotják (legellenállóbb, legkeményebb).

-chondroid szövet: Ez a fajta szövet a csigák reszelőnyelvét alkotja. Az alapállomány kevés kollagén rostot tartalmaz, amelyek közé beágyazott sejtek egy rugalmas és nyomásálló

párnát képeznek. Ez a szövettfeleség egyes gyűrűsférgekben valamint rákokban is előfordulhat.

-csontszövet (12b. ábra): A gerinces állatok vázát alkotó szövet, amely a szervezet legkeményebb eleme. Húzó és nyomó szilárdsága igen nagy, viszont csak bizonyos mértékig rugalmas. Támasztó feladatán kívül ez a szövet az ásványi sók raktározásában és anyagcseréjében is szerepet tölt be. Az izmokkal együtt a helyváltoztatásért (mozgásért) felelős, a vörös csontvelő állománya pedig a vérképzésért. Mindemellett védelmet nyújt a mellkasi szerveknek és a központi idegrendszernek. A többi kötőszövethez hasonlóan ez a szövet is sejtekből illetve alapállományból áll. A csontszövet alapegysége az *osteon* (csontegység).



12. ábra: A támasztószövetek típusai. a. porcszövet b. csontszövet.

c.) **Az izomszövet és formái:** Az izom olyan sejtekből illetve rostokból épül fel, amelyek megfelelő ingerekre (idegi, fizikai, vagy vegyi) összehúzódni képesek, tehát kontraktilisak. Az izmokat két fehérje építi fel az *aktin* és a *miozin*. Ezek a fehérjék biztosítják a sejteken belül végbemenő különböző mozgásokat és az alakváltozásokat. Alaktani és működési szempontból az izomszövetnek három formája van:

-harántcsíkolt izom (13b. ábra): Erős, gyors, nem folyamatos, akaratlagos összehúzódásra képes izom típus, melynek sok magvú sejtjei megnyúltak, tojásdad alakú sejtmagjaik általában szorosan a sejtmembrán alatt helyezkednek el. Pl. ízeltlábúak izmai, gerincesek vázizmai.

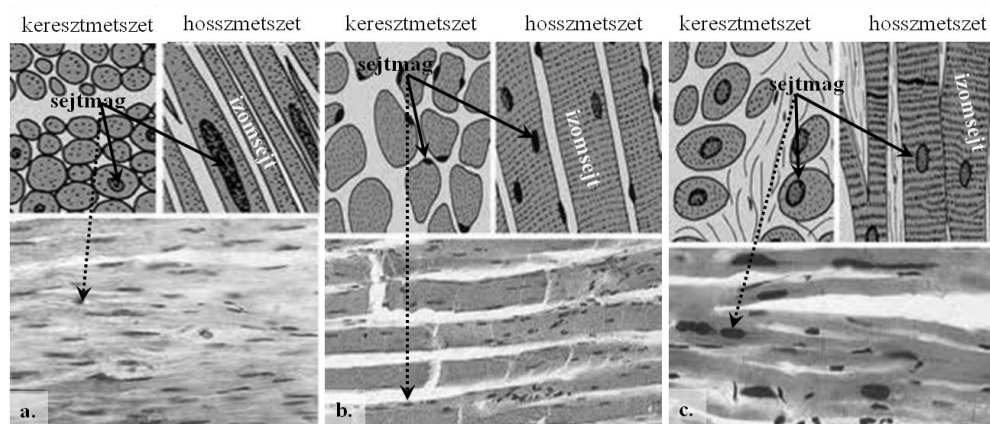
A harántcsíkolt izomrostok típusai:

- *vörösizomrost*: kis átmérőjű, sötétebb színű, lassan fáradó izomrosttípus. Sok és nagyméretű mitokondriumot tartalmaz. Pl. rekeszizom, nagy rágóizom.
- *fehérizomrost*: a legnagyobb átmérőjű, világosabb színű, gyors összehúzódásra képes, de hamar fáradó izomrost típus. Kevesebb számú és kisebb méretű mitokondriumot tartalmaz. Pl. kétfejű karizom, egyenes hasizom.
- *intermediér izomrost*: átmérőjük átmenetet képez a fehér és a vörös izomrostok átmérője között, színük rózsaszín. Gyorsan húzódnak össze, fáradékonyságuk a vörös és fehér izom közötti.

-simaizom (13a. ábra): Gyenge, lassú, folyamatos, akaratlan összehúzódásra képes izom típus, melyben a hosszúkás sejtmagok a sejtek közepén helyezkednek el. Pl. a legtöbb gerinctelen állat izomzata, gerinces állatok bélcsatornájának izmai.

-szívizom (13c. ábra): Erős, gyors, folyamatos, akaratlan összehúzódásra képes izomtípus, melyben a harántcsíkolt, sok mitokondriumot tartalmazó izomsejtek elágaznak (ipszilon alakú elágazások figyelhetők meg). Az izomsejtek egy vagy két sejttaggal rendelkeznek,

a sejtmagok általában központi helyzetűek. A sejtek nagymértékben differenciáltak és egész életen át működnek. Pl. a szív izomzata.



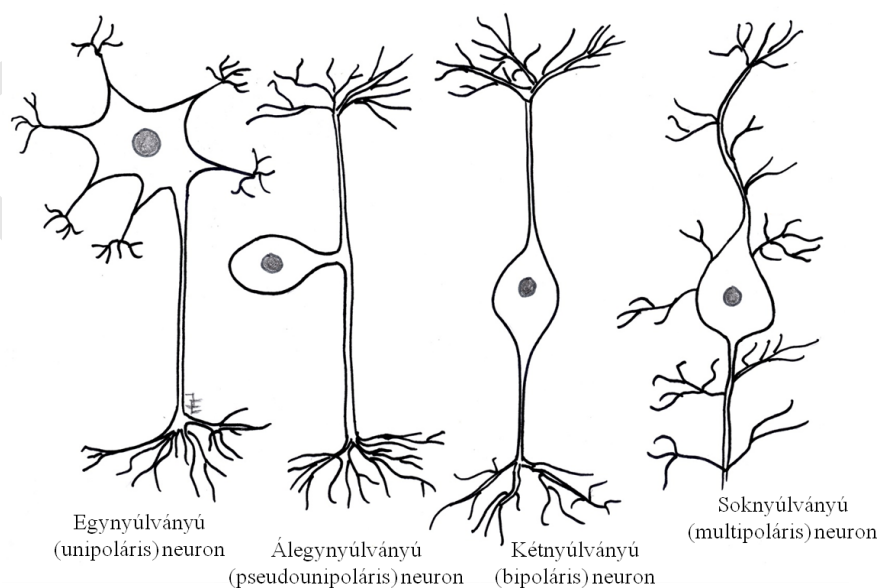
13. ábra: Az izomszövet típusai.
a.) simaizom, b.) harántcsíktolt izom, c.) szívizom

d.) Az idegszövet: Az idegszövet az állati szervezetek legbonyolultabb felépítésű és legdifferenciáltabb működésű szövettípusa, amely az ektodermából származik. Alapegysége az információ felvételére és leadására specializálódott *neuron* (idegegység, idegsejt), amely az idegrendszer alapvető strukturális és funkcionális egysége. Ez az alapegység sejttestből (*perikaryon*), hosszú nyúlványból (*axon*) és rövid nyúlványból (*dendrit*) áll.

Az idegszövet sajátos működése két tulajdonságon alapszik, az egyik a fokozott ingerlékenység a másik pedig az ingerület gyors vezetésének képessége.

Az idegi kötőszövet a *neuroglia*, amely nyúlványos sejtekből áll és az idegsejtek közötti teret tölti ki. Ez képezi az idegszövet támasztó vázát, és az esetleges sérülésekkor a regenerációban is fontos szerepet tölt be. Az idegi kötőszövet továbbá izolálja egymástól az egyes neuronok receptor felületeit, valamint a neuronok táplálásában is rész vesz.

A neuronoknak különböző típusát lehet megkülönböztetni (14. ábra), amelyek más-más helyeken jelennek meg az egyes szervezetben:



14. ábra: Az idegsejtek (neuronok) típusai.

-egynyúlványú (unipoláris) neuron: Elsősorban gerinctelen állatokban található, de emellett megfigyelhető még a gerincesek retinájában és a tápcsatorna falában is. Az idegsejt

ebben a típusban gömbölyű vagy körte formájú, belőle egy nyúlvány indul ki, amely a végén gazdagon elágazik ún. végfácskát (*telodendron*) képezve.

-álegnyúlványú (pszeudounipoláris) neuron: Ennek az idegsejtnek látszólag csak egy nyúlványa van, azonban ez a nyúlvány kettéválik. A csigolyaközi dúcokban és az érző idegek dúcaiban találunk ilyen típusú idegsejteket.

-kétnyúlványú (bipoláris) neuron: Változatos alakú sejtek tartoznak ide, melyeknek két nyúlványuk van. A retinában, a VIII-as agyideg érző dúcaiban valamint a halak csigolyaközi dúcaiban találkozhatunk ilyen idegsejt típussal.

-soknyúlványú (multipoláris) neuron: Ebben a típusban az idegsejteknek számos nyúlványuk van. A gerincvelő elülső szarvában, az agykéregben, a kisagyban és a vegetatív dúcokban található ilyen típusú idegsejteket.

DUPRESS

5. Gerinctelen állatok

5.1. Bevezetés

A gerinctelenek az állatvilág egy nem rendszertani csoportja. A belső váz nélküli élőlények az állatvilág igen heterogén csoportjait alkotják, amelyek a külső váz méretkorláta miatt az ökoszisztémák táplálékpiramisainak alsó-középső, „alapozó tégláiként” szerepelnek. Ebből adódóan a Föld tekintélyes faj és egyedszámmal előforduló élőlényei. Jelentőségük alapvető az ökoszisztémákban az egyensúly fenntartásában. Testszerkezetük megismerése a hazai és nemzetközi biológiai felsőoktatásban oktatott állatanatómia tárgy szerves része. A gyakorlatokon a gerinctelen törzsek, osztályok egy-egy példaállatának szervezetét is elemezzük. Ezeket korábbi jegyzetekhez hasonlóan a törzsre, osztályra jellemző alapvető és általános sajátosságokat hordozó fajokból válogatunk, melyek könnyen beszerezhetőek, nagytömegben előfordulnak, és védettség alá nem tartoznak. Ezen felül a bonctani anyagban szereplő fajok a mai biológiai kutatásokban nélkülözhetetlen „modellállatok” közé tartoznak. A gerinctelenek életjelenségeit ma is intenzíven vizsgálják a csalánzók, lapos- és gyűrűsférgék regenerációs kísérleteiben. Az ismert sejtösszetételű fonálféreg, a *Caenorhabditis elegans* a programozott sejthalál (*apoptosis*) tanulmányozásában fontos. A *Drosophila melanogaster* a genetikai kísérletekben, a puhatestűek (*Aplysia californica*, *Helix pomatia*, *Lymnaea stagnalis*) pedig az idegi alapl működések, a viselkedés, a tanulás molekuláris mechanizmusának tanulmányozásában nyújtott és nyújt vizsgálati lehetőséget.

Ebben a jegyzetben az alábbi főbb gerinctelen csoportokról és ezek egy-egy képviselőiről lesz szó:

- *Phylum*: Szivacsok (*Porifera*)
- *Phylum*: Csalánozók (*Cnidaria*)
- *Phylum*: Laposférgék (*Platyhelminthes*)
- *Phylum*: Gyűrűsférgék (*Annelida*)
- *Phylum*: Fonálférgék (*Nematoda*)
- *Phylum*: Ízeltlábúak (*Arthropoda*)
- *Phylum*: Puhatestűek (*Mollusca*)

5.2. Phylum: Szivacsok (*Porifera*)

A szivacsok telepes, vízi szervezetek melyek nagy része tengeri. Álszövetes állatok, azaz testük nem tartalmaz véglegesen differenciált, szövet értékű sejtszöveteket. Úgy is lehet fogalmazni, hogy a szivacsok a soksejtűvé válás első szakaszában vannak, sejtjeik egyedekbe szerveződnek, de még önálló életre is képesek. Testszerkezetük az embrionális fejlődés hólyagsíra (*blastula*) állapotával azonosítható. A *Porifera* név szó szerinti fordításban pórus hordozót jelent, mely a csoport legjellegzetesebb tulajdonságára utal. A szivacsok legegyszerűbb formáikat alapul véve belül üreges, tömlő alakú porózus testfalú állatok. Ezeken a pórusokon át áramlik be az oxigénnel és tápanyagokkal teli víz a testük belső üregrendszerébe, ahonnan a nagyobb méretű kivezető nyíláson (*osculum*) távozik. Idegsejtjeik, idegszövetük, idegrendszerük nincs. Izomszövetük sincs, de bizonyos sejtjeik kontraktilis elemek segítségével mozgásra képesek. A szivacsok élénk mozgást nem végeznek, helytűlők (sessilisek).

Testük 2 sejtes rétegből és egy kocsonyás köztes rétegből áll:

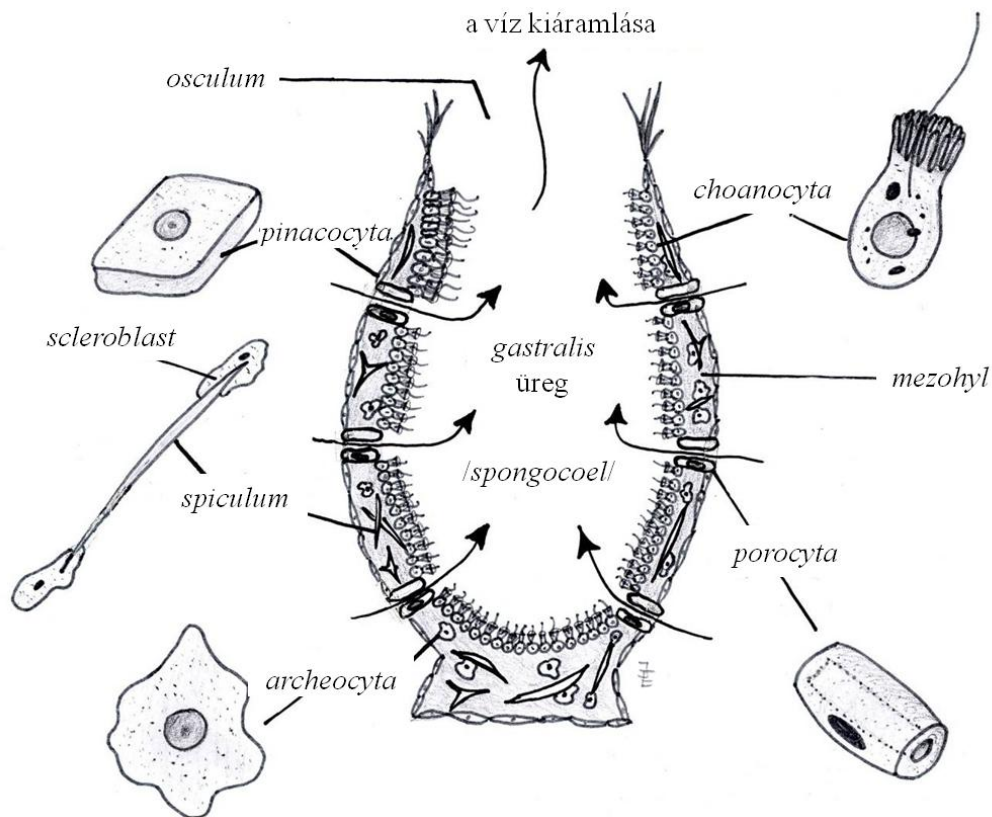
- külső fedő-védő **dermális réteg** (*pinacoderma*)
- középső tartó-szilárdító vázelemeket tartalmazó **kocsonyás réteg** (*mesogloea/mesohyl*)
- belső táplálékfelvevő **gastrális réteg** (*choanoderma*)

A testfelszín lapos sejtek (*pinacocyta*) borítják, melyek között réskapcsolatok biztosítják az ingerülethozzáértelmezést, ami percekig is eltarthat. A felszínen még *pórussejtek* (*porocyta*) is találhatóak, melyek az egész testfalat átérlik. Az általuk körülvett pórusokon áramlik be a táplálékcszemcsékkel és oxigénnel teli víz a szivacs test belsejébe, a gastrális üregbe.

A gastrális réteg galléros-ostoros sejtekből (*choanocyta*) áll, melyek a szivacs test belső falát, vagy belső üregeit (ostorkamrák) bélelik. A víz áramlását ezeknek a sejteknek a folyamatos ostorcsapkodása biztosítja. A pórusokon beáramló vízből a galléros-ostoros sejtek gallérjain megtapadt táplálékot a sejtek felveszik és az amoeboid vándorsejteknek adják tovább.

A köztes rétegben különböző kémiai felépítésű váztűk (*spiculumok*) szintézise történik a váztűket a scleroblast sejtek hozzák létre. A szivacsok váza speciális, a gerincesek bőrében, csontjaiban előforduló kollagénnel rokon fehérjékből (*spongin*) illetve szerves anyagokból (mész-, kovátűk) állhat. A sponginvázat képző sejtek a *spongioblastokból* kialakuló *spongiocyták*. A jellegzetes kristályszerkezetű, jellemző alakú és nagyságú mész-, vagy kovátűket a scleroblastokból kialakuló *sclerocyták* hozzák létre. A tűk típusa tengelyüktől függően lehet egytengelyű (*monoaxon*), kéttengelyű (*diaxon*), háromtengelyű (*triaxon*), négtengelyű (*tetragon*) vagy soktengelyű (*poliaxon*). A teljes váz a szerves és szerves anyagú vázelemek összekapcsolódásából jön létre. Ugyanitt a középső rétegben találhatóak az amoeboid vándorsejtek (*amoebocyta*), melyek a *choanocyták* által felvett táplálékcszemcséket fagocitálják, és szállítják a szivacs test különböző részeibe. Az emésztés kizárólag sejten belüli (*intracelluláris*), és főleg az *amoebocytákban* megy végbe. A szivacsok sejtjeinek kialakulásában nagy szerepet töltenek be az *archeocyták*, melyeket nyugvó őssejteknek nevezünk (15. ábra). Ezek totipotensek, vagyis bármilyen sejtípusra képesek differenciálódni, különböző növekedési faktorok hatására. Ez azt jelenti, hogy az *archeocyták* osztódásukkal, majd differenciálódásukkal tulajdonképpen az egész szivacs testet újraképezhetik. A köztes rétegben találhatóak még az ún. *myocyták*, melyek kontraktilis elemeket tartalmaznak, és a *porocyták* pórusméretének szabályozása révén szabályozzák a szivacs testbe beáramló víz mennyiségét.

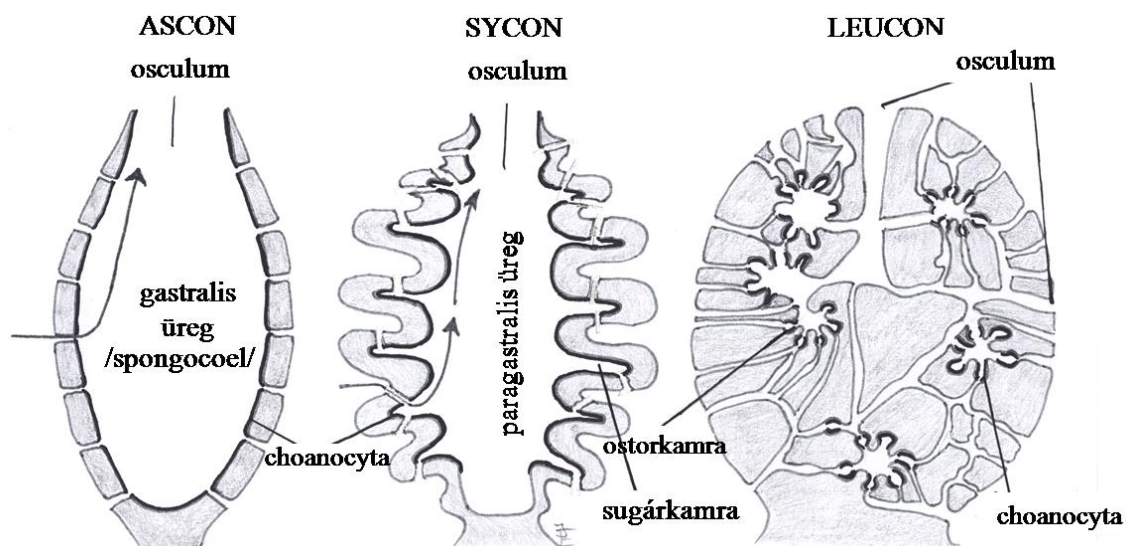
A szivacsoknak nincs keringési és kiválasztó rendszerük. A táplálék egyenletes elosztásában az amoeboid vándorsejtek játszanak szerepet. A kiválasztás során minden sejt külön-külön választja ki a bomlástermékeket és a környezetbe vagy az úrbélbe üríti.



15. ábra: Az ascon típusú szivacs testének felépítése és néhány fontos sejtípusa.

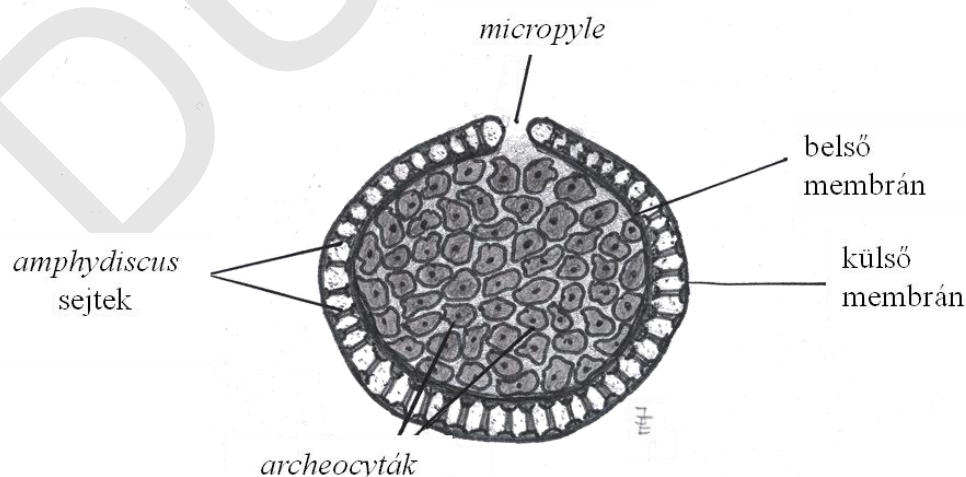
A szivacsok evolúciója során a choanoderma feltagolódik ezért különböző testfelépítési típusokat figyelhetünk meg (16. ábra):

- **Ascon-típus:** a legegyszerűbb típus. Ebben az esetben a táplálékfelvevő felszín egy hengeres ürbél (*gastralis üreg/spongocoel*), melyet a *choanocyták* bélelnek, és itt történik meg a táplálék felvétele.
- **Sycon-típus:** ebben az esetben a szivacs testfala megvastagodott, a táplálékfelvevő felszín megnövekedett, *choanocytákkal* bélelt kiöblösödések jönnek létre, melyek az ún. sugárkamrák.
- **Leucon-típus:** a belső felépítése ennek a típusnak a legbonyolultabb, számtalan apró járat, nyílás figyelhető meg. Tulajdonképpen számos kis gömb alakú melléküreg (ostorkamra) jön létre a szivacs testben, melyeket *choanocyták* bélelnek. Ennél a típusnál a víz áramlása jelentősen lelassul, így a táplálékfelvétel hatékonysága megnő. A mosdószivacs és az édesvízi szivacsok ebbe a típusba tartoznak.



16. ábra: A fő szivacs típusok.

A szivacsok lehetnek váltivarúak és hímnősek, szaporodásuk történhet ivartalanul és ivarosán. Az édesvízi szivacsok legelterjedtebb **ivartalan szaporodási** módja a *gyöngysarj képzés (gemmulatio)*. A *gemmulatio* során a test néhány helyén *archeocyták* csoportosulnak, melyek ún. nutritív sejtek révén a test tartaléktápanyagainak magukba gyűjtik. Ezek köré egy kettős burok képződik, amely két réteg között tűk (*amphidiscus*) és légtartó kamrácskák találhatóak (17. ábra). Ha a körülmények kedvezőtlené válnak, a szivacs szétesik és a gyöngysarjak (*gemmula*) vészelik át a kedvezőtlen időszakot, illetve biztosítják a szivacsok passzív terjedését. Az ivartalan szaporodás másik módja a *bimbózás*, amikor is a szivacs testen elkezd nőni egy újabb kis egyed, amely egyre nagyobb lesz, majd leválik (vagy a szivacs testen marad és telepek alakulnak ki). **Ivaros szaporodás** során az egyik szivacs hímvarsejtje a vízáramlással eljut a másik szivacsba, és ott megtermékenyíti a petesejtet. A zigótából egy csillós blasztula jön létre, amely kiúszik az "anyaszivacsból" és a vízben fejlődik tovább, letapad az aljzatra és szivaccsá fejlődik. Az önmegtermékenyítés elkerülése végett egy szivacsegyedben a hím ivarsejtek hamarabb érnek, mint a petesejtek (*proterandria*).



17. ábra: A gyöngysarj (*gemmula*) szerkezete.

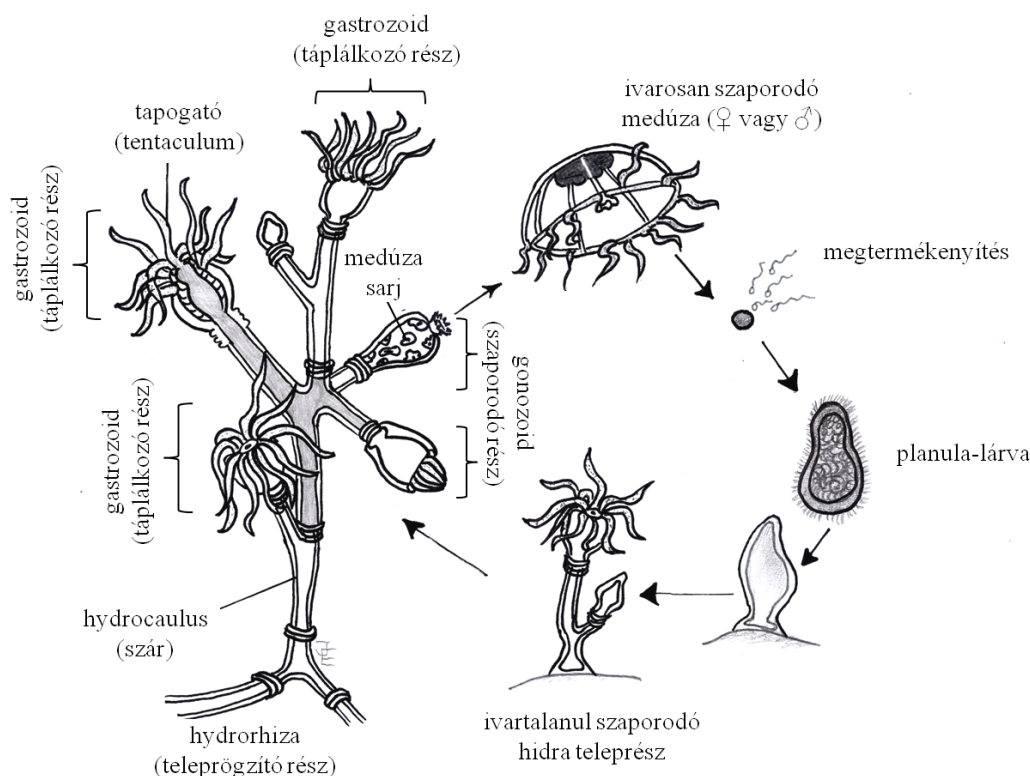
5.3. Phylum: Csalánozók (*Cnidaria*)

A csalánozók egyszerű szerveződésű állatok, testük tulajdonképpen egy kettős falú hengernek tekinthető. A „csalánozó” név az állatcsoport sajátosságára utal. A külső sejtrétegben ugyanis csalánsejtek (*cnidocyta*) találhatóak. A 'knidé' görögül 'csalánt' jelent. A csalánozóknál jelennek meg először olyan sejtcsoportok, melyek közös eredetűek és azonos feladatot végeznek (szövetek), ezért a valódi állatok (*Eumetazoa*) csoportjába tartoznak. Szöveik és szerveik általában egyszerű felépítésűek. Nagyfokú regenerációs képességgel rendelkeznek, egyes sejtjeik totipotensek (pl. *interstitialis* sejtek). A csalánozók valódi testüreg (*coeloma*) nélküli állatok (*acoelomata*), melyek közös jellemzője, hogy a kifejlett egyedekben az *epidermisz* és a bélhám (*gastrodermisz*) között üreget (elsődleges testüreget) nem találunk. Ezeknél az állatoknál a *blastocoel* helyén egy vékonyabb vagy vastagabb kocsonyás köztes réteg (*mesogloea/mesohyl*) alakul ki, mely sejtseleket nem tartalmaz. Ezt általánosságban nem tekintik középső csíralemeznek. A külső *epidermisz* a bélcsíra képződéskor kialakuló külső sejtrétegből (*ectoderma*), míg a belső *gastrodermisz* a bélcsíra képződéskor kialakuló belső sejtrétegből (*entoderma*) származik. A hámsejtek az extracelluláris (sejten kívüli) mátrix speciális elemén az ún. alaplemezen (*membrana basalis*) rögzülnek. Testfelépítésük az embrionális fejlődés bélcsíra (*gastrula*) állapotának felel meg. A bélcsíra ősbélürege (*archenteron*) a kifejlett állat ürbelévé alakult, amely a összájnyíláson át van kapcsolatban a külvilággal. Az ürbelé válaszfalakkal (*septum*) feltagolódhat és akár bonyolultan elágazó *gastrovascularis* rendszerré is fejlődhet.

A csalánozók általában látszólag sugarasan (radiálisan) szimmetrikusak, emésztő- izom- és idegrendszerrel ill. érzékszervekkel rendelkeznek. Egyes esetekben megfigyelhető valamilyen szilárdító, támasztó rendszer is, ún. peridermális csövek formájában. Kiválasztó- és keringési rendszerük hiányzik.

A csalánozók ragadozó vízi állatok, elsősorban tengeri bár édesvízi csoportjaik is vannak. Alakjuk a különböző életmódhoz való alkalmazkodás miatt rendkívül változatos lehet. Az ismertebb formák közül ide tartoznak az egy helyben ülő (*sessilis*) polipok, a mozgékony medúzák, a tengeri rózsák és a telepes korallok. A legtöbb csalánozónál egy ivartalan (polip) és ivaros (medúza) nemzedék figyelhető meg, ilyenkor nemzedékváltakozásról (*metagenesis*) beszélünk (18 ábra). A csalánozók mind ivaroson mind pedig ivartalanul képesek szaporodni. Az ivartalan szaporodási formát bimbózásnak nevezzük, amikor is a polip testfalán egy dudor jelenik meg, ami a testfalrétegek kitüremkedése (*exvaginatio*) révén jön létre. A képződött bimbó vagy rajta marad a testen és telep képződik, vagy leválik és önálló egyeddé alakul.

A polipforma egy hengeres, gyakran nyélszerű törzsből áll, melynek alsó része egy tapadásra szolgáló talpkorong. Ezzel szemben az ellentétes oldalon a különböző számú tapogatókkal körbevett szájmező található (19. ábra). A polip formánál a test két sejtrétege között csak egy vékony *mesogloea* réteg található. A másik forma a medúzaforma, amely ellentétben a polippal a plankton tagja (kevés kivételtől eltekintve). Ez a forma nem csak lebeg, hanem úszik is a vízben. A medúza alakja tulajdonképpen megfelel a polipénak, csak olyan mintha fejtetőre állították volna (mint egy tapogatóira állított polip). A talpkorongból és a törzsből az ernyő felső része lett, a szájmező pedig az ernyő alsó részét képviseli. A medúzák testében vastag kocsonyás középréteg található (ellentétben a polipokkal), amely igen sok vizet tartalmaz. Ebből adódóan az állat fajsúlya közel azonos a vízával. Mivel a *mesogloea* vastag így a *gastralis* üregük viszonylag kicsi.

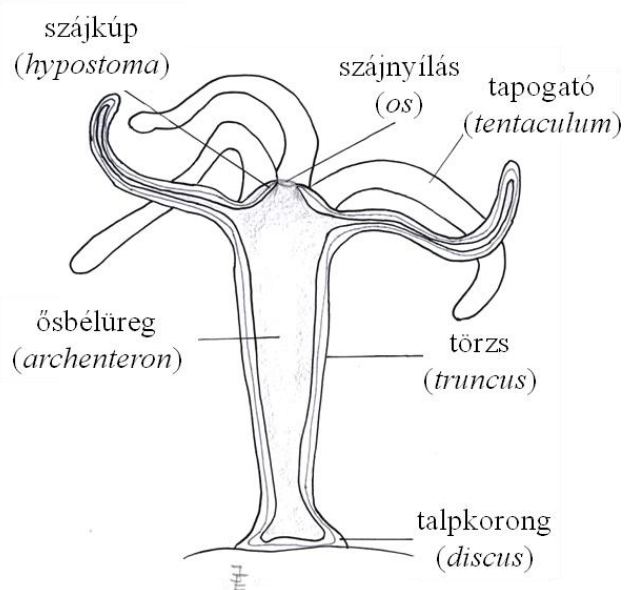


18. ábra: A csalánozók nemzedékváltakozása (metagenézis).

Species: Közönséges hidra (*Hydra vulgaris*)

A közönséges hidra szürke, barna vagy vöröses színű, teste akár 2 cm-es is lehet. Rendkívül jó regenerációs képességgel rendelkező állat. A hidrát egy egyszerű bemetszéssel például „sokfejű” lényekké változtathatjuk. Ha hosszában, a szájmézőn keresztül hasítjuk be a hidrát a két fél állat teljessé egészül ki. Ha törzsüket több darabba vágjuk, akkor is képesek regenerálódni. A *Hydrozoa* csoport polip alakjait hidropolipnak szokták nevezni. Testük felső végéről koszorúba rendezett tapogatók nyúlnak ki, másik végén pedig egy ún, talpkoronggal (*discus*) rögzül az aljzathoz (19. ábra).

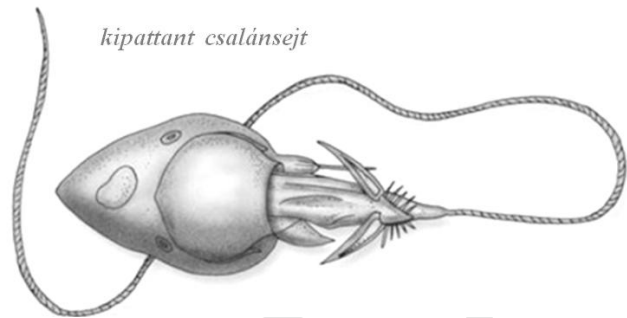
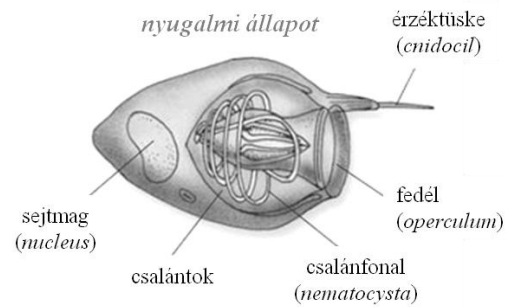
A testük külső rétege, az *epidermisz*, a hámsejteken kívül egyéb más sejteket is tartalmaz. Ezek közül a legjellegzetesebbek és törzs-specifikusak a **csalánsejtek** (*cnidocyta*). Ez a sejt az állatvilág legösszetettebb felépítésű sejtje, amely bonyolult differenciálódási folyamat révén keletkezik. A *cnidocyták* a működésüket követően elpusztulnak, helyüket újabb működőképes (csalántokba zárt, csalánfonallal rendelkező) csalánsejtek veszik át. Ezek a sejtek nagy szerepet töltenek be a zsákmányszerzésben, a védekezésben, vagy pedig a mozgásban (az aljzathoz való rögzülés révén).



19. ábra: *Hydra* polip általános testfelépítése.

A csalánsejtek felépítése (20. ábra):

- fedél (*operculum*)
- csalánfonal (*nematocysta*)
 - tüskés (*penetrans*)
 - ragasztó (*glutinans*)
 - hurkoló (*volvens*)
- érzéktüske (*cnidocil*): a fedélen található, érintésére a tok felnyílik és a csalánfonal gyorsan (milliszekundumnyi idő alatt) kilöködik.



20. ábra: A csalánsejt (*cnidocita*) felépítése.

A hámsejtek között az alapi membránhoz (*membrana basalis*) rögzülve őssejtek (*archeocyta*) is találhatóak, melyek differenciálódásával pótlódik a felszín többek között a csalánsejtek is. A hámsejtek között előfordulnak olyan sejtek is, melyek citoplazmájában jelentős mennyiségű *myofibrillum* (aktin, miozin) van jelen. Ezeket nevezzük ún. *epithelio-muscularis* sejteknek (hámizomsejteknek).

Az izomelemek megjelenése lehetővé teszi a testfal és egyben az állat mozgékonyosságát. Ezek az izomelemek igen nagy teljesítményre képesek, a tapogatókat a tizedére vagy akár a huszadára is össze tudják húzni valamilyen inger hatására. A hámsejtek között előfordulnak továbbá érző idegsejtek (primer szenzoros neuronok) is, melyeknek nyúlványai mechanikai és kémiai ingereket közvetítenek az idegsejtek felé.

Az *epidermis* alatt egy csíralemeznek nem tekinthető, változó vastagságú, sejtszegény réteg van amit *mesogloea*-nak (vagy *mesohyl*-nek) nevezünk. Ez a réteg a transzportfolyamatokban és a támasztásban játszik szerepet.

A legbelső réteg az entodermális eredetű bélhám (*gastrodermis*). A *gastrodermis* emésztő-felszívó funkciót lát el. Az úrbélbe csak egy nyílás, az összajnyílás (*gastroporus*) vezet, a salakanyagok is ezen keresztül távoznak. A testben fejlett, elágazó bélrendszer fejlődhet (*gastrovascularis* rendszer). A szájnyílást tapogatók veszik körül, melyek az állat csalánsejtben gazdag, táplálékszerző és védekező, esetleg helyváltoztató szervei.

A csalánozók ragadozó szervezetek, főleg apróbb rákokkal táplálkoznak. Az összajnyílás (*gastroporus*) egy kúp alakú kiemelkedés (*hypostoma*) közepén foglal helyet, mely egy nagy belső üregbe az ősbélüregbe (*archenteron*) nyílik, ami egyben az állat belső felszínét adja (21. ábra). A táplálék megragadásában a fogókarok (*tentaculumok*) játszanak döntő szerepet, melyek a *stoma* körül sugárirányban helyezkednek el. A fogókarok a táplálékot megragadják illetve a szájnyílás felé továbbítják. A táplálék emésztésében külső elválasztású mirigysejtek is részt vesznek, megjelenik a külső emésztés. Az emésztett tápanyagot az ún. *abszorptív* izomsejtek veszik fel, emésztik és továbbjuttatják a középső rétegbe. A *myofibrillumokat* tartalmazó sejtek összehúzódása segíti a táplálék felvételét, és mozgását a sejten belül. Az úrbélből fel nem vett anyagok, salakanyagok a szájnyíláson keresztül ürülnek ki. A csalánozók *gastrodermise* ozmoregulációs szervként is működik, a szövetekből Na^+ ionok lépnek az úrbélbe, amit a víz passzív vándorlása követ.

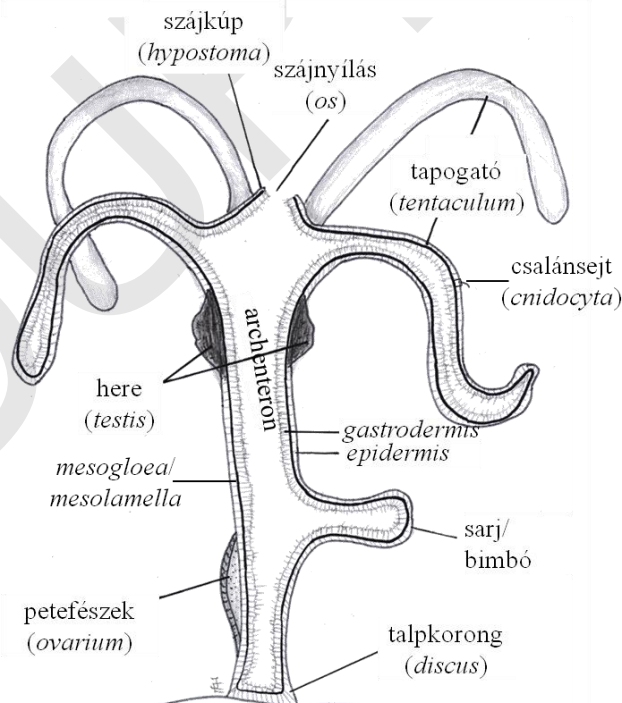
A szaporodás kétféle módon történhet. Az egyik a *bimbózás*, ekkor az őssejtekből (*archeocytá*) differenciálódó bimbó révén, a testen új egyed fejlődik (21. ábra), amely vagy leválik, vagy összetett telepeket képez (pl. korallok). A vízhőmérséklet csökkenése a poliptesten ivarszervek (*ovarium* – petefészkek; *testis* – here) differenciálódását indukálja (21. ábra). Ezek egy-egy hámdundorulatban külön-külön jelennek meg. Egy állatban a petesejtek és a hímivarsejtek érése

nem egyszerre történik, így a mindkét ivarszervet tartalmazó állatok önmegtermékenyítése kizárt. Az ivarsejtek egyesüléséből vízben úszó **planula-lárva** (bolygó lárva) jön létre, amely fokozatos növekedéssel és differenciálódással létrehozza a kifejlett formát. A *planula-lárva* gömbölyded alakú, csillós, szabadon úszó lárva, amelynek nincsenek tapogatói.

A hidra idegrendszere diffúz ideghálózattól áll. Ezt különböző idegsejtek (*neuron*) alkotják. Ezeket az idegsejteket nyúlványaik alapján lehet csoportosítani:

- unipoláris neuron (egynyúlványú idegsejt)
- bipoláris neuron (kétnyúlványú idegsejt)
- pseudounipoláris neuron (ál-egynyúlványú idegsejt)
- multipoláris neuron (soknyúlványú idegsejt)

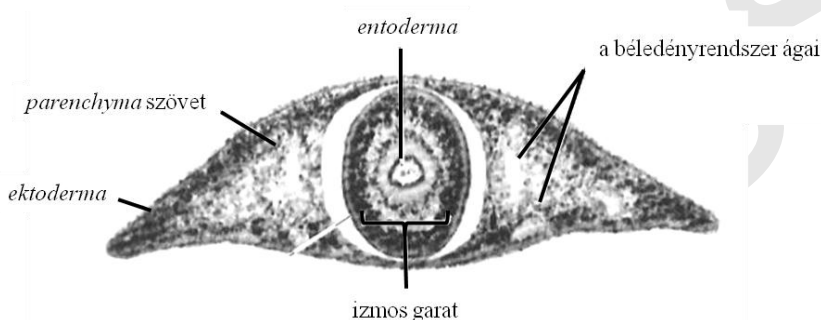
A külső rétegben bipoláris idegsejtek vannak, melyek kapcsolatban állnak a középső rétegben található multipoláris idegsejtekkel, és továbbítják a felvett ingereket. A multipoláris idegsejtek nyúlványai diffúz hálót alkotnak. A hálózat a fogókarokban és a száj régióban a legsűrűbb. A nyúlványok között réskapcsolatok vannak (elektromos *synapsis*), melyeken keresztül az ingerület mindkét irányba terjedhet. Emellett előfordulhatnak még *neurosecretios* sejtek is, melyek szekrétaik az ivaros szaporodás lépéseit, illetve a differenciálódási folyamatokat szabályozzák. Egyes medúzaformáknál gyakran fordulnak elő olyan hámvastagodások (elsősorban a fogókarok tövében), melyek többféle érzékszervet is tartalmaznak. Ezekben az érzékdombokban (*rhopalium*) pigmentált fényérzékeny hám, pigmentkehellyel körbevett, irányítást is lehetővé tevő specializált szem, valamint kemoreceptorok és elmozdulásra érzékeny helyzetérzékítő szervek (*statocysta*) is találhatóak. A *statocysta* szervetlen kristályai a tehetetlenség következtében az elmozdulással ellentétes oldalon lévő csillókat viselő hámsejteket ingerlik, melyek egy bipoláris idegsejten (secunder érző idegsejt) keresztül továbbítják az ingerületet. A foto- ill. kemoreceptorok primer bipoláris idegsejtek.



21. ábra: *Hydra polip* anatómiája.

5.4. Phylum: Laposférgek (*Platyhelminthes*)

A laposférgek a törzsfjlődés során a szervek (*organa*) kialakulásának szintjére jutottak. Testük már nem két sejtréteg vastagságú, hanem **három sejtrétegből áll** (*triploblastica*). A külső (*ektoderma*) és a belső (*entoderma*) csíralemez között kialakul egy harmadik csíralemez, a *mezoderma*. A külső és belső csíralemez között létrejött üreget áptestüregnek (*pseudocoel*) nevezzük. A laposférgekre általánosságban jellemző, hogy bőrízomtömlő és a bélcső között testük legnagyobb részét speciális kötőszövet ún. **parenchyma** tölti ki (22. ábra). Ez a szövet sokszögletű, nyúlványos sejtekből álló, mesodermális eredetű szövet, melybe a belső szervek ágyazódnak. A laposférgek kétoldalian (*bilateráisan*) szimmetrikus, általában hát-hasi irányban lapított, feji és farki véggel rendelkező, szelvényezetlen, szövetes állatok. Kültakarójuk egyrétegű hám, mely alatt körkörös, hát-hasi és hosszanti lefutású izmok találunk. Mozgásszervük bőrízomtömlő, amely a hám és az alatta lévő izomréteg által kialakított szerkezeti és működési egység. Ez a bőrízomtömlő az állat testfalát képezi, védi a szervezetet a káros külső hatásoktól és rajta keresztül megy végbe a légzés. A szabadon élő fajoknál szembetűnő a **kefalizáció** (*cephalisatio*), azaz az érzékszervek és az idegrendszeri elemek feji végen történő központosulása.



22. ábra: Egy *Planaria*-faj keresztmetszete.

A korábban csalánozóknál megtalálható úrbél elkeskenyedett és az egynyílású bélcsatorna jött létre belőle. Az egyetlen nyílást szájnyílásnak nevezzük, bár ezen ürülnek ki a salakanyagok is. Bélcsatornájuk két szakaszra, előbélre és középbélre tagolódik. A szabadon élő laposférgeknél a bélcsatorna általában nagyon szétágazó, a sejtekhez közel viszi a tápanyagokat, így az anyagszállítást is elvégzi (23. ábra). Az ilyen típusú bélcsatornát **béledényrendszernek** (*gastrovascularis* rendszer) nevezzük. A belső élősködő laposférgek bélcsatornája elcsökevényesedett, mert ezeket a fajokat az emésztett tápanyag, vagy azt tartalmazó vér veszi körbe, így teljes testfelületen szívják fel a tápanyagot, ezért sem szájnyílásuk, sem bélcsatornájuk nincs. Mivel a tápanyagok a laposférgek minden sejtjéhez eljutnak, a légzési gázok pedig diffúzióval jutnak be és ki (teljes testfelületen) így **külön keringési és légző rendszer** esetükben **nem alakul ki**. A belső élősködők pedig anaerob légzést folytatnak, a glikogén lebomlása során keletkező energiát hasznosítják.

Kiválasztó szervük az **elővesécske/ösvese** (*protonephridium*), ez a test két oldalán végighúzó, elágazó, a test felületére nyíló csőrendszer.

Általában **belső megtermékenyítéssel** szaporodó, **híműs** állatok. Párzás során kölcsönös megtermékenyítés (*reciprok fertilizáció*) történik. Az ivarmirigyekhez kivezető csőrendszer és járulékos mirigyek kapcsolódnak. Belső megtermékenyítéssel szaporodnak, a szabadon élő laposférgek fejlődése többnyire lárva stádium nélkül, közvetlenül megy végbe. A tengeri fajoknak ún. Müller-féle lárva van.

Az **idegrendszer** törzsfjlődésében a laposférgek fontos állomást jelentenek, ugyanis a dúcidegrendszer legprimitívebb formája figyelhető meg bennük. Jellemző az idegi elemek koncentrációja (*centralizáció*) és a feji végen történő központosulása (*kefalizáció*). A laposférgek idegrendszere páros agydúcából, hosszanti idegtörzsekből és haránt összeköttetésekéből áll

(*orthogonális* rendszer). A neuronok általában uni- vagy bipolárisak, bár ritkán előfordulnak multipolárisak is. Érzékszerveik felépítése életmódfüggő, a szabadon élő laposférgek esetében jóval fejlettebbek, mint az élősködőkben. A laposférgek kémiai, mechanikai, hő- és fényhatásokat érzékelnek. Néhány fajban fényérzékeny sejtek tömörüléséből egyszerű szerkezetű szemek is kialakultak. Az élősködő fajok érzékszervei csökevényesek.

A csoport ősi jellegeit a szabadon élő örvényférgek (*Turbellaria*) mutatják, közülük a legtöbb faj ragadozó.

Subphylum: Örvényférgek (*Turbellaria*):

Néhány kivételtől eltekintve szabadon élő állatok. Tengeri, édesvízi és nedves környezetben élő szárazföldi fajok tartoznak ide. A csoport onnan kapta a nevét, hogy kültakarójukban csillós sejtek vannak (*egy rétegű csillós hám/monociliáris epithel*), melyek csapkodásával testük két oldalán kis örvényeket keltenek. Osztályozásuk bélcsatornájuk elágazása alapján történik.

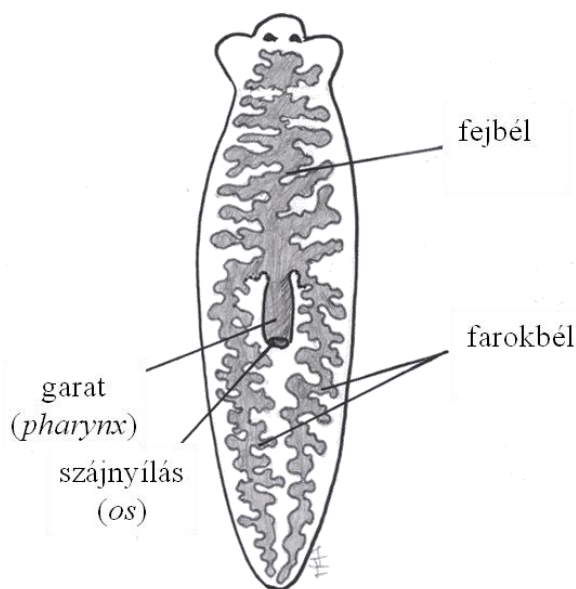
Néhány örvényféreg faj ivartalan szaporodásra is képes (haránt kettéosztódás, fragmentáció). A hiányzó részeket az állat képes regenerálni. A nagyfokú regenerációs képességük oka, az ún. totipotens (bármilyen sejttypussá differenciálódni képes) sejtek jelenléte a testben (*neoblastok=szomatikus őssejtek*). Az elpusztult sejtek pótlása is ezek révén történik³.

Species: Gyászplanária (*Planaria lugubris*):

A gyászplanária egy szürkésbarna vagy fekete színű, ragadozó laposféreg, álló- és lassú folyású (nyáron alacsony vízállású vagy kiszáradó) vizek, például pocsolyák, halastavak és vizes árkok lakója. A vízszennyeződéssel szemben kevésbé érzékeny, mint az egyéb planária fajok.

A testfal és a belső szervek közötti szivacsos *parenchymába* ágyazódnak a belső szervek. A *parenchymának* fontos szerepe van a tápanyag raktározásban. Sejtjei közötti teret folyadék tölti ki, amely a különböző anyagcsere folyamatok helyszíne. Ennek a testfolyadéknak a segítségével jutnak el a test sejtjeihez a tápanyagok és az oxigén. Az egész testben, elszórtan a parenchymában *neoblast* sejtek találhatóak. Ezek felelősek a nagyfokú regenerációs képességért.

A bélcsatornájuk ektodermális elő-és entodermális középbélből épül fel. A szájnnyílás a hasi oldalon található, és egy izmos ektodermális eredetű garatba (*pharynx*) vezet, amely kiölthető, ezért szokás 'ormánynak' (*proboscis*) is nevezni. Nyugalmi állapotban a garat a garattasakban húzódik meg, de zsákmányszerzéskor erősen kilökődik és átfúrja a zsákmány testfalát, majd a pumpáló perisztaltikus mozgásával kiszívja a zsákmány szöveteit és testnedvét. A táplálék a garatból a középbélbe jut, amely az egyes laposféreg csoportokban különböző szerkezetű lehet. A gyászplanária a hármabelű örvényférgek (*Tricladida*) rendjébe tartozik, ugyanis egy páratlan fejbél és egy páros farokbél figyelhető meg a testükben (23. ábra). A bél első fala alaphártyán rögzülő egyrétegű hengerhám, amelyben zömmel emésztősejtek találhatóak. A táplálék sejten belüli emésztését ezek végzik (*intracelluláris* emésztés). Kisebb hányadban enzimtermelő mirigysejtek is vannak mellettük, amelyek váladékukat a bél üregébe bocsátják

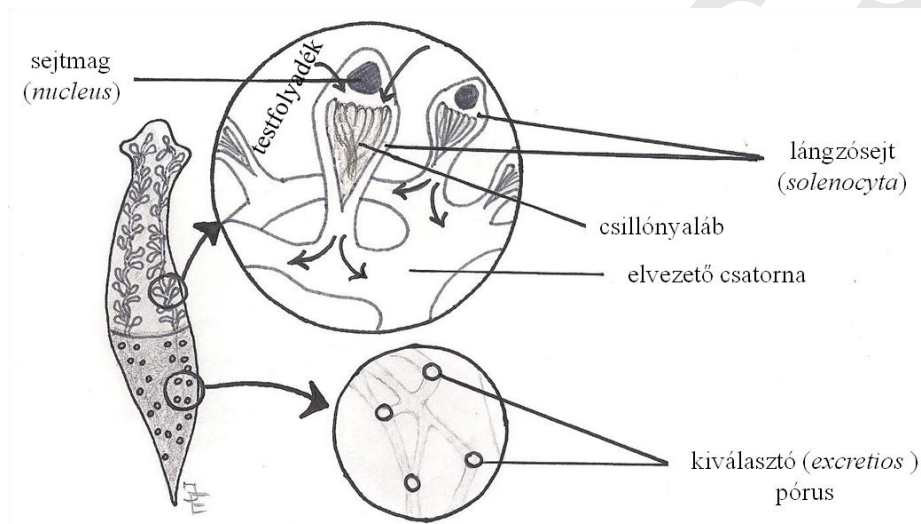


23. ábra Egy planária testét behálózó teljes bélcső (gastrovascularis rendszer)

³ A nagyfokú regenerációs képességet biztosító, totipotens *neoblast* sejtek miatt a *Schmidtea mediterranea* örvényféreg faj az őssejt kutatás egyik modellállata lett, melynek DNS szekvencia meghatározása már előrehaladott állapotban van.

(*extracellularis* emésztés). Az emésztőcsatornának izmos fala van, ezért képes a táplálék aktív továbbítására és az emésztőenzimekkel való összekeverésére. A tápcsatorna vakon végződik, utóbél és végbélnyílás nincs. Az emészthetetlen salakanyag a szájnyíláson távozik a testből, ehhez az állat testizmainak kontrakciója is szükséges.

A laposférgek kiválasztószerve a *protonephridium* (24. ábra), amely zárt terminális lángzósejttel (*solenocyta*) kezdődik. Ezek a *parenchyma* sejtek közötti hézagokban található és gazdagon elágazó elvezető csatornán vezetnek ki a testfelszínre. A lángzósejt belseje üreges, ahol csillóköteg található. Csapkodása révén nyomáskülönbség jön létre a lángzósejt külső és belső tere között. A nyomáskülönbség hatására a testfolyadék (a *parenchyma* sejtközötti állományában lévő intracelluláris folyadék) egy része átjut a lángzósejtek molekuláris szűrőként funkcionáló hengeres részén. Így történik meg a szűrletképzés (primer szűrlet), amely szűrlet továbbhalad az elvezető csatornában (24. ábra). A kiválasztószerv csőhálózatának falát alkotó sejtjei aktív módon vizet, elektrolitokat és más egyéb hasznos anyagokat szívnak vissza, így hozzájárulnak a végleges vizelet (szekunder szűrlet) összetételének kialakításához. A protonephridium a külvilág felé egy- vagy több nyílással végződik (kiválasztópórus=*nephridioporus*), melyek általában a test hasi oldalán, mindkét oldalt nyílnak (*lateroventralis* helyzetű nyílások). A protonephridiumnak ozmoregulációs szerepe is van, ugyanis eltávolítja a felesleges vízmennyiséget is a testből⁴.



24. ábra: A protonephridium felépítése és elhelyezkedése a *Planaria* fajokban

A gyászplanária **hímnős** (*hermafrodita*) állat, vagyis egy egyeden belül mind a hím, mind a női ivarrendszer megtalálható, amelyek egy közös ivarpitvarba (*atrium genitale*) torkollanak. Ennek megfelelően az egyedeken csak egy ivarnyílás figyelhető meg, amely a test hátsó harmadában a hasi oldalon található (25. ábra). A megtermékenyítés kölcsönös (*reciprok fertilizáció*).

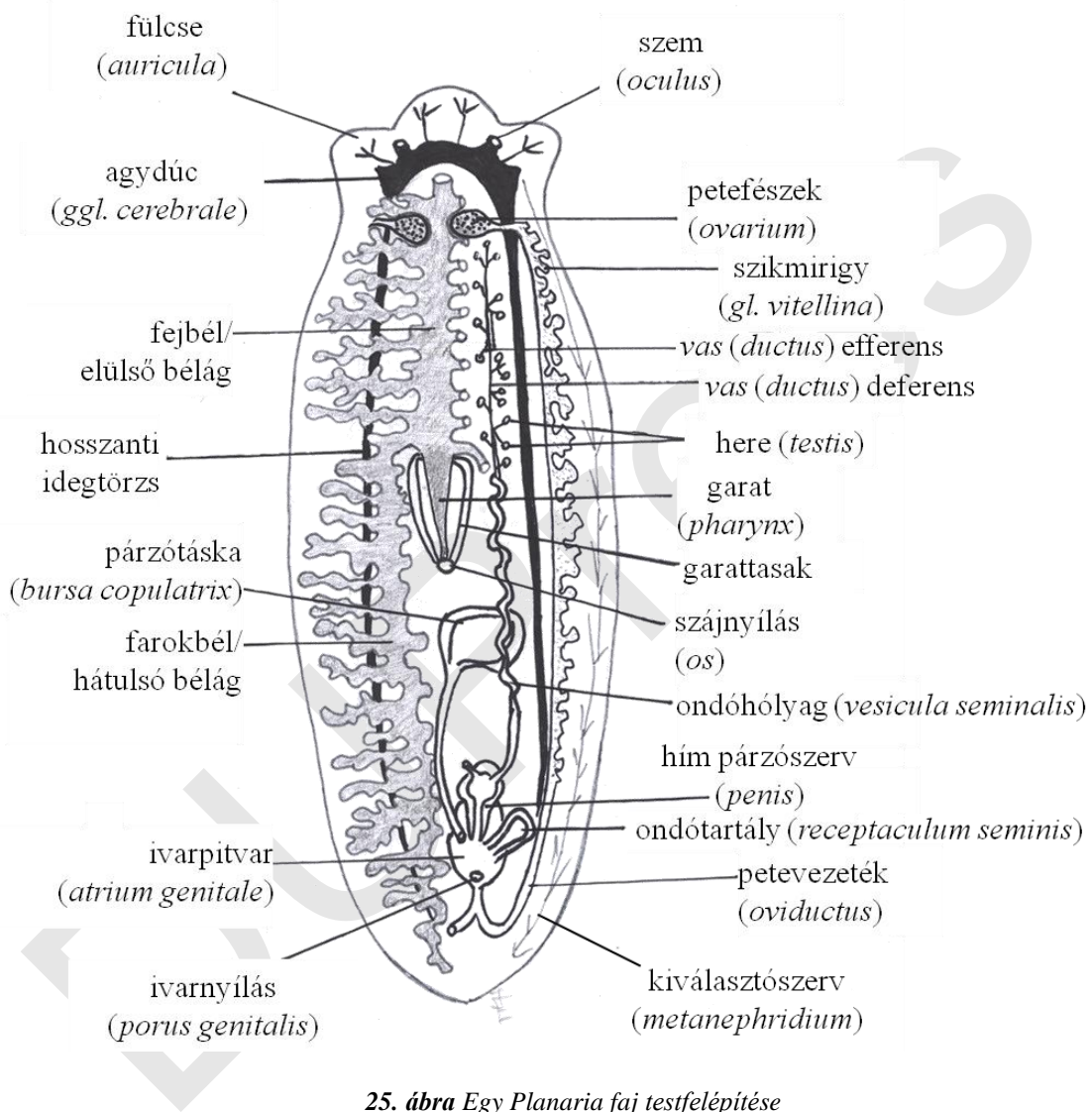
A hím ivarkészülék sok (200-300) herével (*testis*, tsz.: *testes*) kezdődik, melyek a test két oldalán helyezkednek el és a hosszanti lefutású *ductus deferens* mentén sorakoznak fel (25. ábra). A herékből a hímvarsejtek az elvezető csövecskéken (*ductus/vas deferens*) jutnak a hosszanti ondóvezetőbe (*ductus/vas efferens*), majd onnan a páros ondóhólyagba (*vesicula seminalis*). Innen az izmos falú ondókilövellő cső (*ductus ejaculatorius*) vezet el a páratlan párzószervig (*penis*), amely nyugalmi állapotban az ivarpitvarban (*atrium genitale*) helyezkedik el.

A női ivarmirigy a petefészek (*ovarium*), amely a test elülső egyharmadában elhelyezkedő páros szerv. Ebből 1-1 petevezeték (*oviductus*) indul ki, amely elvezeti a petesejteket az ivarpitvarba (25.

⁴ A protonephridiumok feladata tehát elsősorban az ozmotikus és ionegyensúly fenntartása, melyet feltételeesen alátámaszt az is hogy a kiválasztórendszer az édesvízi planáriákban jóval fejlettebb, mint a tengeriekben. A nitrogén tartalmú anyagcseretermékek eltávolításának nagy része valószínűleg a testfelületen át történik, főként ammónia formájában (mint ahogyan a vízi élőlényeknél ez általában jellemző).

ábra). A petevezetékhez számos szikmirigy (*glandula vitellina*) kapcsolódik, melyek váladékukat a petevezetékbe ürítik, így a pete a petevezetéken végighaladva szikanyaggal dúsul.

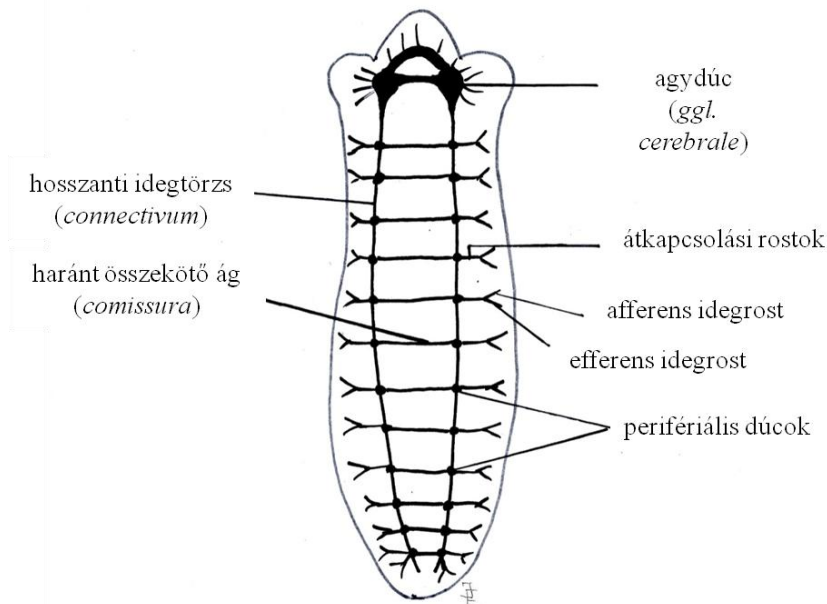
Párázás során a hímivarsejtek a párázószervből a partnernek külön a spermiumok tárolására szolgáló szervébe, a párázótasakjába (*bursa copulatrix*) jutnak. A hímivarsejteket az állatok kölcsönösen juttatják át egymásba (kölcsönös megtermékenyítés=*reciprok fertilizáció*). Az ondó először a párázó tasakba kerül, majd onnan eljut a petefészek közeli kiöblösödésbe az ún. *receptaculum seminis*be, ahol raktározódik. Fontos, hogy itt csak a párázó társ hímivarsejtjei raktározódnak (saját hímivarsejtek itt nincsenek!). A petevezetékéből kijutó petesejteket így a *receptaculum seminis*ből kiáramló spermiumok termékenyítik meg (belső megtermékenyítés).



25. ábra Egy Planaria faj testfelépítése

Az ivarpitvarba került zigótákat a szikmirigyek váladéka veszi körül. Kemény falú tok képződik köréjük (*kokon* burok), amelynek belsejében zajlik a fiatal állatok fejlődése. A planaria fajokra egyaránt jellemző, hogy közvetlenül, vagyis lárvaalak közbeiktatása nélkül fejlődnek ki.

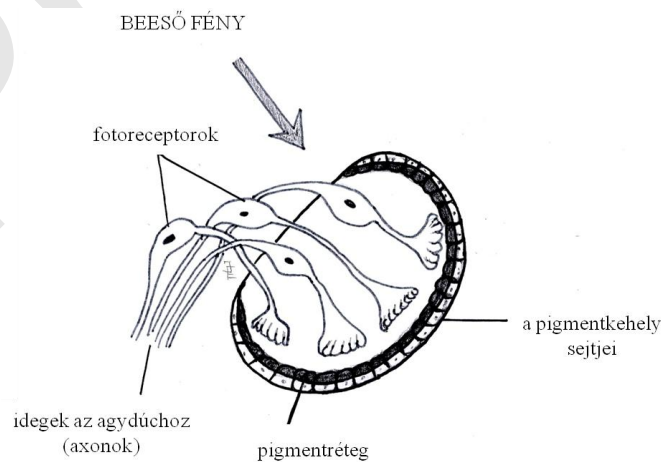
A planáriák idegrendszere életmódjuknak és testfelépítésüknek megfelelően alakult. Az idegsejtek már nem egyenletes elosztásban vannak jelen a testben, hanem koncentrálnak (*centralizáció*) és a feji végen központosulnak (*kefalizáció*). A planáriák idegrendszere központi és perifériális részre különül el. Az agydúc és az abból induló páros hosszanti idegtörzs alkotják a központi idegrendszert. A feji végen található az agydúc (*ganglion cerebrale*), amelyből kiinduló hosszanti idegtörzseket haránt ágak (*commissura*) kötik össze (26. ábra). A derékszögesen kapcsolódó (orthogonális rendszer) elágazódási pontjaiban kisebb idegsejtcsoportosulások vannak, melyeket perifériális dúcoknak (*ganglion*) nevezünk.



26. ábra: Egy *Planaria* faj idegrendszere

Az evolúció során itt jelennek meg először a gliasejtek, melyek a neuronok anyagcseréjében valamint az axonokon történő ingerületvezetésben játszanak szerepet. Az agydúcban és az idegtörzsekben olyan idegsejtek is találhatóak, amelyek szekréción is végeznek (*neuroszekréción sejtek*). Ezen sejteknek a váladéka hormonális hatóanyagokat tartalmaz, melyek részt vesznek a regenerációban, az ivari működésben és a pigmentsejtek működésének szabályozásában. A neuroszekréción sejtek váladéka a *parenchyma* sejtek közötti testfolyadékba ürül.

A planáriák testén elszórtan helyezkednek el érzékszervek, melyek elsősorban tapintási, mechanikai ingereket fognak fel. A fej két oldalán lévő fülszerű lebeny (fülcse = *auricula*) területén (25. ábra) ezek a sejtek sűrűbben helyezkednek el. Ez a terület tapintási, kémiai, és áramlásérzékelő receptorként működik. A planáriák feji végén fényérzékeny sejtek tömörüléséből, sajátos felépítésű, ún. **serlegszem/gödörszem** alakul ki (27. ábra), amely a kültakaró alatt a parenchimában helyezkedik el. A szem tulajdonképpen egy pigmentserlegből és annak belsejébe nyúló primer érzékszervek nyúlványaiból áll. A szem helyzetéből adódóan, a fény csak meghatározott irányból tud bejutni a szembe és így az ún. iránylátást teszi lehetővé. Ezzel az állat csupán azt képes megállapítani, hogy merre vannak a környezetében világosabb illetve sötétebb helyek (képlátást nem tesz lehetővé). Mivel a planáriák általában sötét helyeken élnek. Kerülik a fényt, ezért a fényvel ellentétes irányba mozdulnak el, amit *negatív fototaxis*nak nevezünk. A szem, szerkezetét tekintve ún. **inverz szem**, mert az érzékszervek fényérzékeny része nem a fény irányába, hanem attól elfordulva a serleg belseje felé néz (a fényérzékeny membránrészek „elfordulnak”) (27. ábra).



27. ábra: A pigmentserlegszem szerkezete

5.5. Phylum: Fonálférgék (*Nematoda*)

A fonálférgék egyszerű testfelépítésű, szelvényezetlen, hengeres testű szervezetek, keresztmetszetük kör alakú. A szabadon élő fajok zöme kicsi, a paraziták viszont több deciméter hosszúságúak is lehetnek. A testfalukat alkotó bőrízomtömlő és a bélcső fala között folyadékkal telt üreget találunk, melyet áltestüregnek (*pseudocoeloma*) nevezünk. Ebben található a belső szervek. A fonálférgék bőrízomtömlőjét testfolyadék nyomása feszesen tartja. Ezt nevezzük **hidrosztatikus váznak**. A bőrízomtömlő külső felületén lévő egyrétegű hám *kutikularéteget* termel, ezért a vastag *kutikula* alatt fekvő hámot szokás *hipodermisznek* is hívni.

A fonálférgék a vedlőállatok (*Ecdysozoa*) csoportjába tartoznak. Egyedfejlődésük során ugyanis, a testüket borító kültakarót hormonálisan szabályozott módon levedlik. Ez a vedlés nem homológ más állatcsoportok (pl. hüllők, madarak, emlősök) vedlésével.

A fonálférgekre általánosságban jellemző, hogy két nyílású bélcsatornájuk van (külön száj- és végbélnyílással), amely a test egészén végighúzódik, és három szakaszra, elő-, közép-, és utóbélre tagolódik. A szájnyíláson át fölvevett táplálék egy irányban halad végig a bélcsatornán, az emésztés és felszívás után a salakanyagok a végbélnyíláson át távoznak. A fonálférgeknek keringési, illetve légzőrendszerük nincs. A testfal és a bélcsatorna közötti üreget kitöltő folyadék vesz részt a különböző anyagok továbbításában. Fejletlen idegrendszerük kevéssejtű (*oligocelluláris*), amelyben központi és perifériális részt különíthetünk el. Érzékszerveik kialakulása és annak típusa életmódfüggő.

A fonálférgék közé tartozó fajok váltivarúak, külön hím és nőtény egyedek figyelhetők meg. Közöttük erős az ivari kétalakúság (*szexuális dimorfizmus*). A felnőtt állatok testi (*szomatikus*) sejtjei nagymértékben, vagy teljesen elveszítették osztódási képességüket, így ivartalan szaporodásra és regenerációra képtelenek.

A fonálférgék nagyon jó alkalmazkodó képességűek, ezért szinte mindenféle életteret képesek benépesíteni. Számos élősködő faj található közöttük, de talajban, hóforrásokban, rothadó, korhadó növényi és állati anyagokban is megtalálhatóak. Sőt van olyan fajuk is, amely a kancsóka nevű húsevő növény kancsójának nedvében él. Számos fajuk emberben vagy magasabb rendű gerinces állatokban élősködik. Az orsóféreg *Ascaris lumbricoides* például az ember belében élősködik és nagyban hasonlít a későbbiekben példaállatként tárgyalt sertés orsógilisztára (*Ascaris suum*). A nem kellően higiénikus körülmények között nevelkedő gyermekek körében gyakori lehet a hegyesfarkú bélgiliszta (*Enterobius vermicularis*), vagy fertőzött sertéshús fogyasztásával bekerülhet az ember bélcsatornjába a *Trichinella spiralis* is. Rendszertanilag a *Nematoda* csoportot az *Adenophorea* és a *Secernentea* osztályokra osztják.

Classis: Secernentea

Ezt az osztályt magyarul érzékpálcásoknak nevezzük, mert farki végükön ún. érzékpálca (*phasmidium*) található. A kutikulájuk gyakran hossz és haránt irányban bordázott. Kiválasztószervük viszonylag jól fejlett, páros oldalcsövekből áll. Főleg szabadon élő valamint növényi és állati parazita fajok tartoznak ebbe a csoportba.

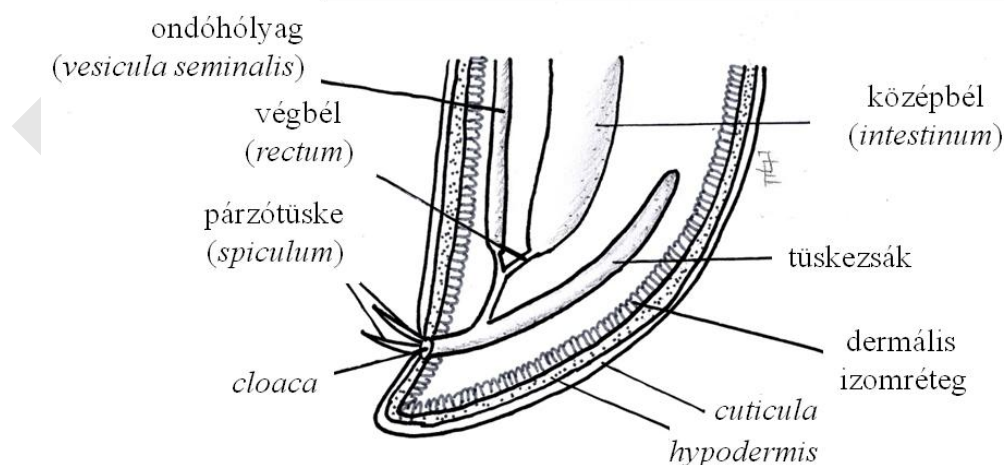
A Secernentea-ba tartoznak az *Ascaris* fajok, amelyek viszonylag nagyméretű (10-400mm), élősködő állatok. Szájnyílásukat 3 jól fejlett ajak veszi körül. A női ivarmirigyek általában párosak, míg a hímeké páratlan. Ezek a fajok különböző gerincesek gyomrában vagy bélcsatornájában élősködnek.

Species: Sertés orsógiliszta (*Ascaris suum*)

A példaállatnak választott sertés orsógiliszta (*Ascaris suum*)⁵ a sertés beleiben élősöködik, ezért nagy gazdasági károkat okozhat. A fertőzött állatok ugyanis lassabban növekednek, mint a nem fertőzöttek, mert a felvett táplálék nagy részét elszívják az élősöködők.

A sertés orsógiliszta teste áttetsző, sárgás vagy rózsaszínes színezetű, kemény tapintású, orsó alakú, kb. 15-25 cm hosszú és 2-8 mm átmérőjű. Váltivarú állat, a hímek általában kisebbek, míg a nőtények nagyobbak. Az állat testének feji vége elkeskenyedő, mely a nőtényekben jobban szembetűnik. A feji végen három ajak található, melyek háromszöget alkotva körbeveszik a szájníylást. A farki vég a nőtényeknél vastagabb és tompább, a hímeknél pedig a hasi oldal felé bekunkorodó. A behajló részben található a páros párzó túske (*kopiulációs spiculum*) (28. ábra). Az ivari kétalakúság (*dimorfizmus*) a fent említett jellegek alapján ezeknél az állatoknál jól kifejezett. A végbélníylás a hátsó testvég hasi oldalán, a test középvonalában helyezkedik el. A hím állatokban ezt *kloákának* nevezzük, mert az ivarvezeték és az utóbél szakasza és nyílása közös (28. ábra). A nőtények ivarníylása viszont a test elülső harmadában a hasi oldalon található a test középvonalában.

A sertés orsógiliszta testfalát bőrizomtömlő alkotja, amely három egymás alatt fekvő rétegből áll: *kutikula*, hám (*hypodermis*) és izomréteg. A *kutikula* egyszerű és összetett fehérjéket, valamint a kollagénhez hasonló vegyületeket tartalmaz. Ez a *kutikula* védelmet nyújt az állatnak a megemésztéssel szemben (bélnedvek emésztő hatásától). A növekedés miatt az állat időnként ezt a *kutikulát* levedli. A folyamat során a régi *kutikula* alá a *hipodermisz* termeli az újat. A test hosszában megvastagodásokat találhatunk, amelyek négy ún. *hipodermiszléccet* alkotnak. A háti (*dorsalis*) illetve hasi (*ventralis*) léccben futnak a hosszanti idegkötegek, az oldalsó (*lateralis*) léccben pedig a kiválasztórendszer csatornái (a kiválasztószervet ezért oldalszervnek is szokták nevezni). A fiatal állatok fejlődése során a *hipodermiszben* eredetileg meglévő sejthatárok eltűnnek, és a sejtek egyfajta fúziója révén létrejön az ún. *syncytium* (sokmagvú plazma). A testfal egyetlen hosszanti lefutású izomréteget tartalmaz, melyet a *hipodermiszlécek* négy sávra tagolnak. A féreg a bél perisztaltikus mozgásával ellentétes irányban mozog, így védekezik a kiürülés ellen. Az *Ascaris* fajokban ún. *helikális* izomszövetet figyelhetünk meg, ami azt jelenti, hogy az izomszövet kontraktilis egységeinek (*myofibrillumok*) szomszédos szakaszai egymáshoz képest hossztengeyük mentén eltolva helyezkednek el (a harántcsíkkolt vázizomszövetben ezek a szakaszok azonos szintben vannak).



28. ábra: Egy hím *Ascaris* faj hátulsó (posterior) testvége.

Az *Ascaris* fajok emésztőrendszere egy egyenes cső, amely elő-, közép-, és utóbélre tagolódik. Az előbél ektodermális eredetű, amely a szájníylást, szájúreget és a garatot (*pharynx*) foglalja

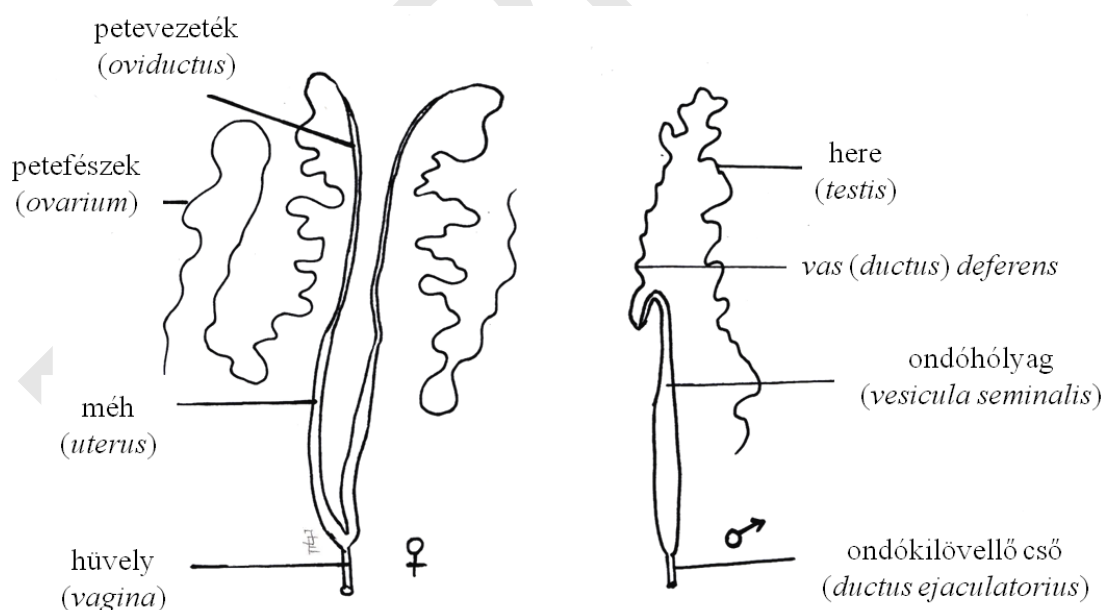
⁵ Arisztotelész egyik írásában az *ascaris* szó zsigerekben élő férget jelez.

magában. Az utóbél a végbélnyílás előtti rövid szakasz, amely szabad szemmel nézve nem határolódik el élesen a középbéltől (*intestinum*). A középbél entodermális eredetű és mikrobolyhos, ezért az optikai tulajdonsága eltérő a többi bélszakasztól. Az előbél a három ajakkal határolt szájníylással kezdődik, ezt a szájüreg, majd az izmos garat (*pharynx*) követi⁶. A tápanyagok felszívása az ezt követő középbélben (*intestinum*) történik. A felszívódott tápanyagok a középbéltől a bélfalon át a testüregfolyadékba kerülnek, ahonnan azokat a többi szövetek, szervek veszik fel. Az utóbél (*rectum*) a végbélnyílás (*anus*) előtti rövid 1-2 cm hosszú szakasz, amely a béltartalom ürítéséért felelős. Mivel azt a szakaszt már *kutikula* béleli, így itt nem történik tápanyagfelszívódás. Az itt kialakult ürülék a végbélnyíláson (*anus*) vagy a hímek esetében a *kloákán* át távozik az állat testéből. Az *anus* körül, annak nyílását és zárását szabályozó részben elkülönült izomsejtek találhatók.

A bélben élő parazita férgek így az *Ascaris* is oxigénszegény környezetben él. Éppen ezért a számukra szükséges energiát anaerob glikolízissel (a glikogén oxigén nélküli lebontásával) nyerik.

A kiválasztás a két oldalsó *hipodermiszléc*ben történik, ahol egy hatalmas (kiválasztó) sejt található, melyet ún. *oldalszervnek* is hívnak. Ez egy megnyújtott *H* betűhöz hasonlít ezért *H-rendszernek* (vagy *tubuláris rendszernek*) is szokták nevezni. A *H* alakú csövek az oldalsó *hipodermiszléc*ben futnak melyek egyesülve, a hasi oldalon nyílnak a külvilágba a feji vég csúcsi részéhez közel. E szerv feladata valószínűleg a testüregfolyadék iontartalmának szabályozása, vagyis ozmoregulációs szerv. A nitrogén tartalmú bomlástermékek a bélcsövön és a bőrön át távoznak.

Az ivarszerv mindkét nemben, a testüregben szabadon elhelyezkedő, sok kanyarulatból álló hosszú cső, amely cérnaszállhoz hasonlítható és a bélcső körül elhelyezkedve az ivarníylás felé fokozatosan vastagodik. A hím ivarszerv páratlan, a női ivarszerv pedig páros, csak a végső szakasza páratlan (29., 30. ábra).



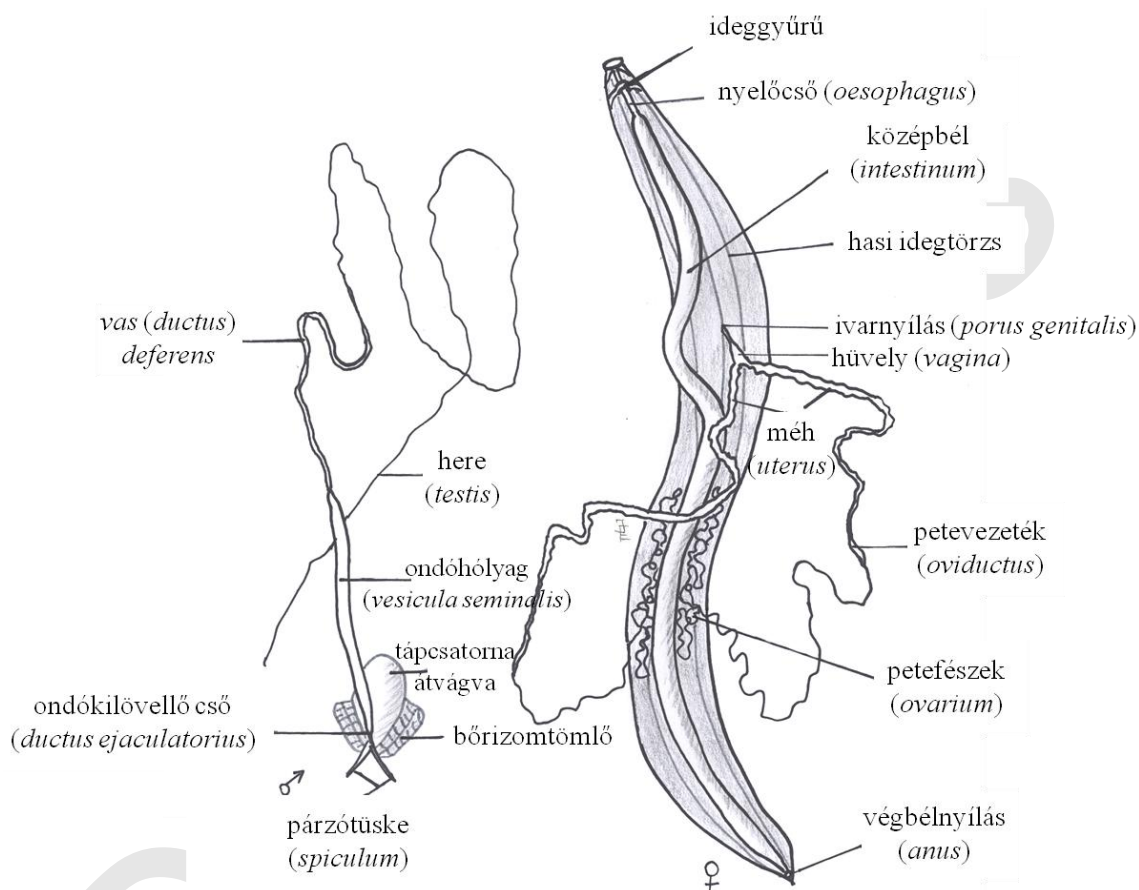
29. ábra: Egy *Ascaris*-faj ivarrendszere.

A női ivarrendszer kezdeti legvékonyabb szakasza a páros petefészek (*ovarium*), melynek a női ivarníylástól legtávolabbi (*distalis*) részében található a petesejteket mitotikus osztódással létrehozó őspetesejtek (*oogoniumok*). Ezt a szakaszt követi a petevezeték (*oviductus*) amely szintén

⁶ A garat (*pharynx*) az *Ascaris* fajokban a táplálék pumpálását végző előbéli szakasz, amely tulajdonképpen nyelöcsőnek (*oesophagus*) is nevezhető. Azonban mivel ez az izmos rész a szájníylást követi ezért megilleti a garat kifejezés.

páros (29., 30. ábra). Az ezt követő vastag méh (*uterus*) belsejét lapos sejtek bélelik, melyek között *myofibrillumok* (összehúzódásra képes izomelemek) is vannak. Segítségükkel a méh fala összehúzódásra képes. A páros *uterus* két oldalról a *kutikulával* bélelt hüvelybe (*vagina*) torkollik (29., 30. ábra).

A hím ivarrendszer kezdeti szakasza a páratlan here (*testis*), amely felépítésében és elhelyezkedésében is hasonlít a petefészkekre (29., 30. ábra). Itt képződnek a spermiumok, amelyek végighaladva az ondóvezetőn (*ductus/vas deferens*) az ondóhólyagba (*vesicula seminalis*) jutnak, majd innen az izmos falú ondókilövellő csőbe (*ductus ejaculatorius*). Ennek végső szakasza, a cloacához vezet, amely mellett található a túskezsákba behúzható párzótüskék (*kopulációs spiculumok*), melyek mozgatásáról izmok gondoskodnak.



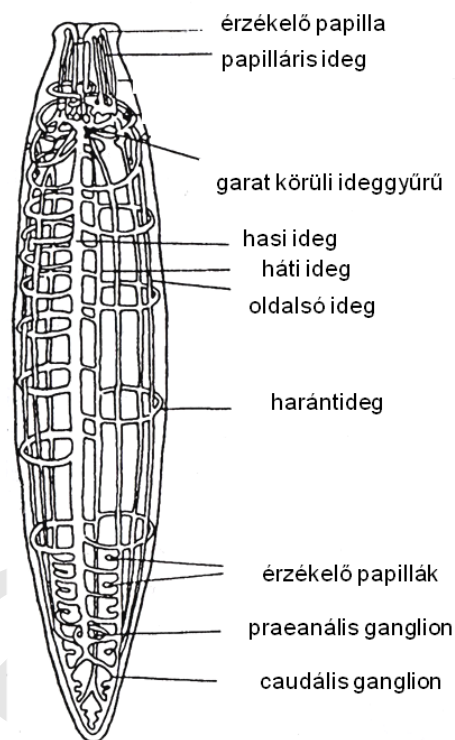
30. ábra: A sertés orsógiliszta (*Ascaris suum*) belső testfelépítése

Páráskor a hím állat bekunkorodott farki vége a női ivarnyílás magasságában rátekeredik a nőtény testére. A párzótüskék a nőtény egyed hüvelyébe csúsztatva kitágítják annak üregét és szabaddá teszik az utat a hímivarsejtek számára, melyek az ondókilövellő cső összehúzódása révén bejutnak a hüvelybe. A petesejtek megtermékenyítése a méhben történik. A hüvely nyílásán kikerülő peték a gazdaállat ürülékével jutnak a szabadba. A petéből környezeti feltételektől függően hosszabb-rövidebb idő alatt kifejlődik a lárva. A pete a gazdaállatba általában szájon át jut be, a peteburok a bélsóban az emésztőnedvek hatására nyílik fel. A lárvák behatolnak a bélfal véredényeibe és a vérárammal elvitetik magukat a tüdőbe (bél -> máj-> jobb szívfél-> tüdő). A lárvák a vándorlásuk során szövetkárosodást és gyulladásokat okoznak. A tüdőből felkőhögés útján a szájüregbe, majd ismét a bélbe jutnak, ahol a fertőzést követő néhány hónap után ivaréretté válnak.

Az orsógilisztáknak a testüregre áltestüreg (*pseudocoeloma*), amely a bélsó és a testfal közötti folyadékkal kitöltött teret jelenti. A testfolyadék folyamatos áramlását a testfal és a nyelőcső (garat) izomzatának a mozgása biztosítja, így vesz részt a belső szervek közötti anyagszállításban.

Mivel az orsóférgék testfala szabadon átveszi a vizet, a testüregfolyadékuk ozmotikus koncentrációja tág határok között változik. Annak érdekében tehát, hogy a hidrosztatikus váz jól működhessen nagyon fontos, hogy az oldalsó hipodermiszlécben található H rendszernek aktívan szabályoznia kell a testüregfolyadék ozmotikus nyomását. Az *Ascaris* fajok testfolyadéka nagy mennyiségű valeriánsavat tartalmaz, amely az állatok egyik anyagcsereterméke.

Az *Ascaris* fajokra általánosságban jellemző, hogy az idegrendszerük kevés sejtet tartalmaz (*oligocelluláris*) és a parazita életmód miatt kevésbé centralizált, primitív szerveződésű. A központi idegrendszeri részhez az idegrostokból álló garat körüli idegyűrű tartozik (31. ábra), amelyhez az ajkakot beidegző számos ideg csatlakozik. A test hosszában végighúzódó idegtörzsek a testi idegek, melyek a perifériális idegrendszerhez tartoznak (31. ábra). Ezeket a hosszanti idegeket aszimmetrikusan elhelyezkedő haránt idegek kötik össze (*comissurák*), hordódonga szerű szerkezetet alkotva. A hím egyedekben külön *praeanalis* és *caudalis* idegdúc is van, amely a *cloaca* és a *spiculumok* mozgatásáért felelősek. A parazita életmód miatt az orsógiliszták létfenntartásában csak mechanikai és kémiai ingerek játszanak szerepet, így a testen csak tapintó és kémiai érzékszervek vannak. Az ajkak körül tapintószemölcsöt (*papilla*), e mellett pedig kémiai érzékszervet figyelhetünk meg. A hím állatokban a végbélnyílás tájékán is sok papilla található, ami a párzáshoz szükséges érzékelést végzi.



31. ábra: Egy *Ascaris* faj idegrendszere.

5.6. Phylum: Gyűrűsférgek (*Annelida*)

A gyűrűsférgek minden olyan élőhelyet benépesítenek, ahol elegendő mennyiségű víz áll a rendelkezésükre. A legtöbb fajuk tengeri, de édesvizekben és a nedves szárazföldi élőhelyeken is előfordulnak. Testfelépítésük klasszikus példája a szelvényezett, három csíralemezes, valódi testüreges, kétoldalian részarányos (*bilateria*) állatok csoportjának. Változatos viselkedésű és ökológiájú élőlényeket foglal magában ez a csoport, lehetnek szabadon úszók, aljazaton élők vagy talajlakók.

Testfelépítésük egyik újdonsága a valódi szelvényezettség (*segmentatio*, vagy *metameria*). Ez azt jelenti, hogy a test hosszában közel azonos felépítésű és működésű szakaszok ismétlődnek. A csoport latin neve az „*annulus*” szóból származik, melynek jelentése magyarul „gyűrű”. A szelvényezettség előnye valószínűsíthetően az, hogy viszonylag kevés információval, viszonylag nagy testet lehet kialakítani. A **szelvényezettség** lehet **egynemű** (homonom), vagy **különnemű** (heteronom). Ha a test szelvényei alakjukban, méretükben továbbá a függelékek számában és felépítésében is megegyeznek akkor a szelvényezettség egynemű (*homonom metameria*). Ha a szelvények között felépítésbeli és funkcióbeli különbségek vannak, akkor különemű szelvényezettségről (*heteronom metameria*) beszélünk, amely különböző testtájak kialakulásához vezet (pl. ízeltlábúak testtagolódása).

A gyűrűsférgek valódi testüreges állatok. Testükben a mezoderma már tipikus formában van jelen, amely kialakítja a valódi testüreget. Ennek a valódi testüregüknek saját (mezodermális eredetű) hámfala van és összeköttetésben van a külvilággal (vezetékkel, vagy kiválasztószervvel). Az egymás után következő testüregzsákokat haránt falak (*dessepimentumok*) választják el. A test belsejében lévő testüregfolyadék nyomást gyakorol a test falára és így azt feszesen tartja. Ezáltal ún. hidrosztatikus vázként szolgál, mely a testet rugalmassá ugyanakkor hajlékonyá is teszi.

Kültakarójuk hengerhám, amelyet *kutikula* borít. A hámsejtek között mirigysejtek helyezkednek el, amelyek nyálkát termelnek és így védik az állatot a kiszáradástól és megkönnyíti a mozgást. A hám szorosan összenőtt az alatta lévő izomréteggel, így bőrizomtömlőt alkot. Ez biztosítja az állat mozgását, amely úgynevezett **perisztaltikus mozgás** (féregmozgásnak is szokták nevezni). Ilyen mozgást simaizommal lehet végezni, amely hosszú ideig, de nem nagy erővel tud összehúzódní. A hengerhámsejtek alatt egy körkörös, az alatt pedig egy hosszanti izomréteg helyezkedik el. Amikor a körkörös izmok húzódnak össze akkor az állat keskenyebb és hosszabb lesz, amikor pedig a hosszanti izmok húzódnak össze akkor rövidebb és vastagabb. Az állat össztérfogata nyilvánvalóan nem változhat meg, hiszen a másodlagos testüregben lévő folyadék térfogata állandó. A mozgás során az állat először a feji végén lévő sertéivel kapaszkodik meg az aljazaton, majd a hosszanti izmait összehúzza (a teste rövid és vastag lesz). Ezt követően a farki végén lévő sertéivel kapaszkodik meg és a körkörös imait húzza össze (a teste hosszú és vékony lesz).

A gyűrűsférgek bélcsatornája, vérérendszer és idegrendszere végighúzódnak az egész testen.

A gyűrűsférgek emésztőkészüléke életmódjuk szerint igen változatos, ezért ennek felépítését az egyes fajoknál külön-külön tárgyaljuk. Emésztésük túlnyomóan sejten kívüli (*extracellularis*).

Keringési rendszerük zárt, a vér saját falú edényrendszerben (érrendszerben) kering. Fő részei általában a háti (bélcsatorna feletti) és hasi (bélcsatorna alatti) vérérendszer, valamint az ezeket összekötő haránt elemek.

A gyűrűsférgek általánosságban elterjedt légzőszerve a kopolyú, de a szárazföldiekénél bőrlégzés alakult ki.

Kiválasztószervük a többnyire szelvényenként elhelyezkedő vesécske (*metanephridium*). Ennek szerkezetét a földigiliszta (*Lumbricus terrestris*) részletes anatómiájánál tárgyaljuk.

Idegrendszerük garatideggyűrűs hasdúclánc, amely a garat felett lévő agydúcból és a hasi oldalon húzódó, garat alatti dúccal kezdődő hasdúcláncból áll.

Classis: Nyeregképző gyűrűsféregek (*Clitellata*)

Ebbe a csoportba olyan gyűrűsféreg fajok tartoznak, amelyeknek nincsenek feji függelékeik és csonklábaik (*parapodium*). Testükről a serték vagy hiányoznak, vagy számuk redukált. A kifejlett férgek szaporodási ciklusban egy gyűrűszerű, testszintől gyakran eltérő színű, mirigyves megvastagodás jelenik meg, amelyet **nyeregnek** (*clitellum*) nevezünk. Ez a mirigyves megvastagodás fontos szerepet játszik a párzásban és a kokonképzésben.

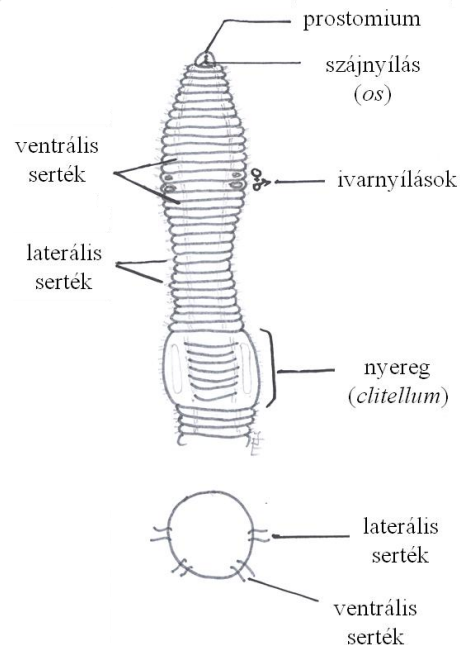
Subclassis: Kevéssertéjű gyűrűsféregek (*Oligochaeta*)

Homonom szelvényezettségű állatok, bőrízomtömlőjükben csak kevés sertét találunk (egyes fajoknál teljesen hiányozhatnak a serték). Ezek főleg a mozgásban és a mechanikai érzékelésben játszanak szerepet. Testükön nincsenek csápok, tapogatók és csonklábak. A bélcsatornájuk egyenes cső, melynek előbéli részén egyes csoportokban kitérkedések jelennek meg (mészmirigy). Ezeknek az ionháztartás szabályozásában van szerepük. Hímnős állatok, fejlődésük közvetlen, lárvaalak közbeiktatása nélküli. Legtöbb fajuk szárazföldi, de édesvizekben, ritkán pedig tengerben is előfordulnak. Hazánkban a legismertebb képviselőjük az akváriumi halak táplálékául is szolgáló iszaplakó csővájóféreg (*Tubifex tubifex*) és a talajlakó közönséges földigilisza (*Lumbricus terrestris*).

Species: Közönséges földigilisza (*Lumbricus terrestris*)

Nedves talajban élő, fényt kerülő állatok. Színezetük barna, vagy vörösesbarna, hosszuk 15-25 cm, de akár a 30 cm-t is elérhetik. Táplálékukat a talajban lévő apró élőlények illetve szerves törmelékek, gombák és avar képezik. Ez a gilisztafaj a talaj mélyebb rétegeiben él és fontos szerepet tölt be a talaj minőségének javításában: humusztartalmának és szerkezetének a kialakításában. Javítja a talaj víztároló képességét, szellőzését (járatkészítése révén) és átalakítja a baktériumflóráját.

A földigilisza teste homonom szelvényezettségű (a külső és belső szelvények száma és felépítése megegyezik), a szelvényeket válaszfalak (*dissepimentum*) választják el egymástól. A test elülső (*anterior*) vége kihegyesedő, keresztmetszete közel kör alakú, míg a hátulsó (*posterior*) vége ellaposodó és lekerekített. A végbélnyílás a test hátsó csúcsán, a szájnyílás pedig az első szelvény hasi oldalán található. Erre az első szelvényre ormánszerűen ráborul a második szelvény. Ezt a lebenyt ún. fejlebenynek (*prostomium*) nevezzük. Benne számos kémiai és mechanikai érzékszerv helyezkedik el, szerepe a táplálékválogatásban, az íz- és mechanikai érzékelésben egyaránt fontos. A nyereg (*clitellum*) az ivarérett állatokon a hím ivarnyílások mögött, a 32-37. szelvény között található, amely párzási időszakban megvastagszik, és fontos szerepet tölt be a párosodásban és a kokonképzésben. A földigilisza testen minden szelvényben párosan elhelyezkedő, két oldalsó (*lateralis*) és két hasi (*ventralis*) serte van (32. ábra), melyek az állat mozgását és kapaszkodását segítik. A serték viszonylag gyorsan kopnak, de anyaguk folyamatosan újratermelődik.



32. ábra: A földigilisza külső morfológiája.

A földigilisza kültakarója egyrétegű hengerhám. Ennek felszínét egy vékony fehérje alapanyagú *kutikula* borítja. A kültakaró hengerhámsejtjei között nyálkatermelő sejtek is találhatóak,

melyek váladéka a test felszínét nedvesen tartja, így lehetővé teszi a bőrlégzést. A hám alatt található a testfal izomzata, amely külső körkörös és belső hosszanti izomelemekből áll. A hám és az alatta elhelyezkedő izom szerkezeti és működési egysége alkotja a bőrízomtömlőt. A másodlagos testüreg folyadékkal töltött, amely feszesen tartja a testfalat, így a bőrízomtömlővel együtt hidrosztatikus vázat alkot.

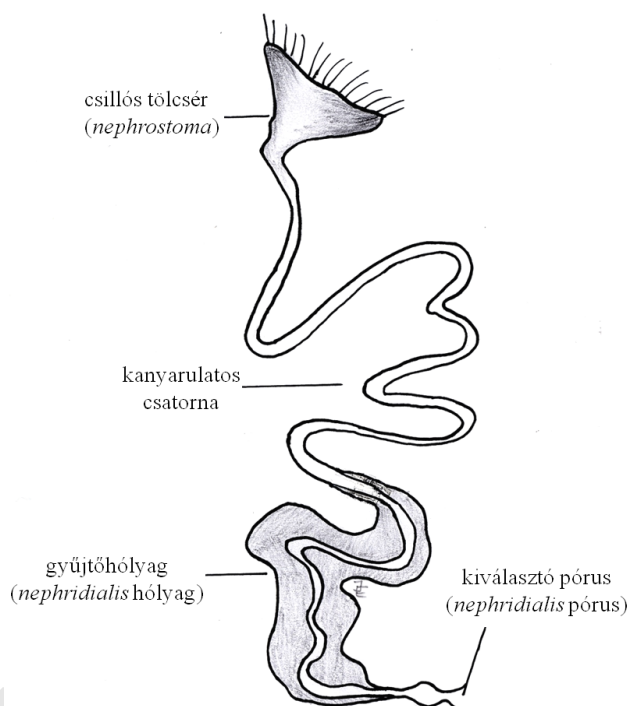
A földigiliszta bélcsatornája egy kétnyílású, egyenes lefutású cső, amely három szakaszra: elő-közép- és utóbélre tagolódik. A bélcsatornának saját hosszanti és körkörös izomzata van, amely biztosítja a tápcsatorna perisztaltikus mozgását, így a táplálék továbbítását. A földigiliszta nem iszik, vízfelvétele bőrön keresztül történik. A táplálék útja a szájnyílásból (*os*) a szájüregbe (*cavum buccale*) vezet, amely folyamatos átmenettel csatlakozik az izmos garathoz (*pharynx*). Ez a szerv a táplálék megszerzésében játszik szerepet. A garatot kiöltve az állat pl. kis levéldarabokat ragad meg, és azt behúzza a járatába. A garat mirigyei nyálkát termelnek, ami csúszóssá teszi a táplálékot és így az könnyen átjut az azt követő vékony nyelőcsőbe (*oesophagus*) (34. ábra). A nyelőcső járulékos szervei a **Morren-féle mészmirigyek**, melyek a nyelőcső kitüremkedései. Ezek a mirigyek nem az emésztésben játszanak szerepet, hanem a pH szabályozó szerepük van: a vér karbonáttartalmát és ez által a kémhatását szabályozzák (a vérből a bél üregébe Ca^{2+} ionokat választanak ki CaCO_3 formájában). Tulajdonképpen a belső környezet kémhatásának a szabályozását biztosítja. A nyelőcső egy tág, vékony falú, raktározásra szolgáló begyben (*ingluvies*) folytatódik (34. ábra). A benne lévő táplálék nem megy át jelentősebb változáson, emésztés, vagy tápanyaglebontás nem zajlik benne. Az előbél ezt követő (és egyben utolsó) szakasza a gyomor (*gaster/ventriculus*), ahol a táplálék mechanikai darabolása történik. A lenyelt ásványi részecskék, a gyomor erős *kutikulaboritottsága*, valamint az erőteljes izomzata segíti a táplálék darabolását. Ha az állat táplálékát tözegbe kevernék, akkor az őrléshez szükséges kemény ásványi anyag szemcsék hiánya miatt képtelenek lennének a táplálékukat feldolgozni, ezért éheznének. A gyomrot a középbél (*intestinum*) követi, amelynek belső felszíne, a felszívófelület növelése érdekében, betűródik a bél üregébe, ún. felületnagobbító redőket (*typhlosolis*) alkotva (34. ábra). Az emésztés sejten kívül történik (*extracellularis*), a bélcsatorna fala emésztőnedveket termel, ami lebontja a tápanyagokat. A tápanyag felszívását csillós hámsejtek végzik. A középbél külső felszínén sárgás-zöld színű **chlorogogén sejtek** figyelhetők meg. Ezek a sejtek különböző toxikus anyagokat gyűjtenek magukba, majd fokozatosan leválnak (elpusztulnak) és kiürülnek a szervezethez (vagyis ezek a sejtek kiválasztó funkciót töltenek be). Az állat boncolása során a középbéli szakaszt a chlorogogén sejtek színe alapján egyértelműen be lehet azonosítani (sárgás-zöld színű bélszakasz). Ezt a bélszakaszt követi az utóbél (*rectum*), amelyben typhlosolis nincs, felszíne pedig barnás színezetű (nem borítják kívülről chlorogogén sejtek). Ennek a szakasznak a feladata a bélsárákpezés, a képződött ürülék a test farki (*caudalis*) végének csúcán elhelyezkedő végbélnyíláson (*anus*) távozik.

A földigiliszta légzése teljes testfelületen történik, oxigénszükségletüket a levegőből fedezik. Vízben megfulladnak, ezért nagyobb esőzések után a felszínre jönnek. A levegő oxigénje a test nyálkás folyadék rétegében feloldódik majd diffúzióval az epidermiszbe, onnan pedig az alatta lévő kapillárisokban áramló vér plazmájába jut. A légzési gázok szállítását a vérben oldott komplex hemoglobin (*erythrocrurin*) segíti. A széndioxid az oxigén felvételével egyidejűleg, szintén diffúzióval távozik a vérből.

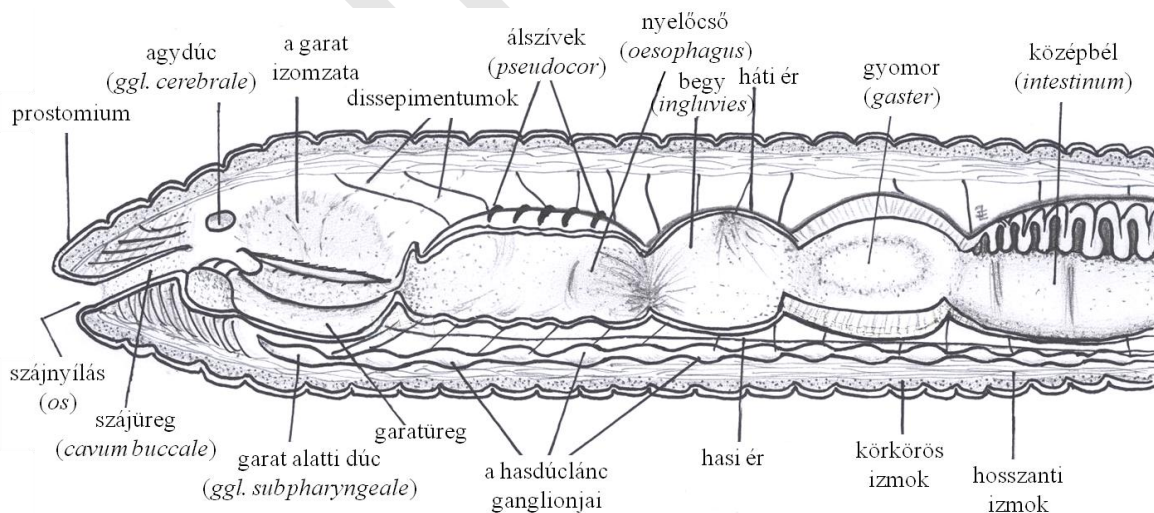
A földigiliszta kiválasztása a szelvényenként elhelyezkedő vesécskével (*metanephridium*) történik (33. ábra). Az első és utolsó pár szelvény kivételével mindegyik szelvény egy-egy pár *metanephridiumot* tartalmaz. A vesécskék a másodlagos testüregből csillós tölcserrel (*nephrostoma*) nyílnak. A csillók csapkodása a testfolyadékot kiválasztó csőbe (kanyarulat csatorna) hajtja, ez a csatorna egy gyűjtőhólyagba (*nephridialis hólyag*) fut. A kiválasztó (*nephridialis*) pórus ennek a hólyagnak a végénél, a hasi-oldalsó részén (*ventrolaterális*) nyílik a külvilágba, melyből szelvényenként szintén egy-egy pár látható. Egy *metanephridium* tulajdonképpen két szelvényben fekszik. Ezt úgy kell elképzelni, hogy a fejhez közelebbi szelvényben elhelyezkedő csillós tölcserből eredő kanyarulat csatorna kezdeti szakasza átfúrja a

tőle farki irányban lévő szelvény *dissepimentumát* és abban folytatódik a hosszú kanyarulatos csatorna, majd a gyűjtőhólyag. A testfolyadék összetétele a kanyarulatos csatornán áthaladva megváltozik, abból bizonyos anyagok kiválasztódnak, mások pedig visszaszívódnak. Ezt a folyamatot segíti a gazdag kapilláris hálózat, amely sűrűn behálózja a kanyarulatos csatorna falát (úgy is fogalmazhatunk, hogy a szűrés tulajdonképpen az érfalon át történik).

A földigiliszta keringési rendszerének jellegzetessége, hogy zárt, vagyis a vér egy zárt, rugalmas falú edényrendszerben (erekben) kering a testben. A légzés során felvett oxigént a vérben található *erythrocrurin* szállítja. A nyelvcső körül 5 pár pulzáló, tág, haránt véredényt találunk (34. ábra), melyek a szív szerepét töltik be és állandó mozgásban tartják a vért. Funkciójukból adódóan ezeket a haránt ereket „álszívek”-nek (*pseudocor*) szokták nevezni. A vér egyirányú áramlását billentyűk biztosítják. A test legnagyobb erei a háti/bélcső feletti (*dorsalis/supraintestinalis*) ér és a hasi/bélcső alatti (*ventralis/subintestinalis*) ér. A háti érben a vér az állat feji vége felé áramlik, a hasi érben pedig a farki vége felé. Szorosan a hasdúc alatt ún. *subneuralis* erek futnak, egy nagyobb, középső (*medialis*) és két kisebb, oldalsó (*lateralis*). A giliszták vére a vérplazmában oldott (a gerincesekénél jóval nagyobb molekulatömegű) hemoglobintól piros színű. Emellett különböző amoeboid fehérvérsejtek is találhatóak a vérben, amelyek funkciója a gerincesek fehérvérsejtjeihez hasonló, vagyis feltehetően a védekezésben van szerepük.



33. ábra: A metanephridium szerkezete.



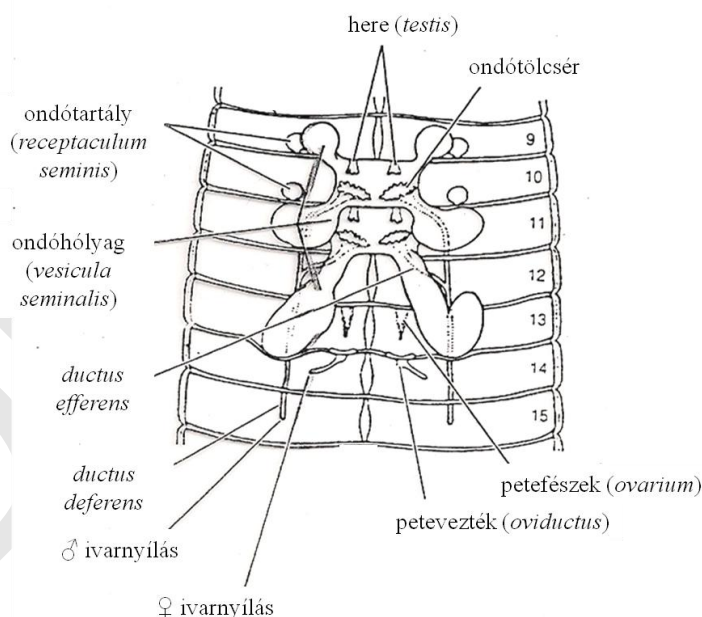
34. ábra: A földigiliszta elülső testfelének hosszmetzeti rajza.

A földigiliszta hímnős (*hermafrodita*) állat, vagyis egy egyedben megtalálható mind a hím mind pedig a női ivarrendszer, a megtermékenyítés kölcsönös (*reciprok fertilizáció*). A párzás leggyakrabban tavasszal történik, bár nincs szigorú évszakhoz kötődés. Az ivarérett állatokon a 32-37. szelvény között mirigyes megvastagodást láthatunk, melynek mirigysejtjei nagy mennyiségű váladékot termelnek, ami a levegőn megszilárdul és tokot képez (nyereg). Ezt a tokot az állat a feji

vége felé képes letolni magáról, amelybe eközben belekerülnek a petesejtek (a női ivarnyílásból) és a hímivarsejtek (az ondótartály nyílásából), majd a tokban történik meg a megtermékenyítés. A tok lecsúszik az állat feji végén és az így kialakult *kokonban* fejlődnek ki az utódok, amik egy ideig a *kokon* anyagából táplálkoznak. A fejlődés közvetlenül, lárvaalak közbeiktatása nélkül történik.

A női ivarrendszer a 13. szelvény elülső falánál egy pár petefészekkel (*ovarium*) kezdődik. A szelvény hátulsó részében a csillós tölcserrel kezdődő, csillós hámmal bélelt rövid petevezeték (*oviductus*) található, mely a következő szelvény falát áttörve, a mögötte lévő szelvényen (14. szelvény) nyílik a szabadba. A peték a petefészekből a testüregbe, majd a csillós tölcser által keltett folyadékáramlás révén a petevezetékbe kerülnek, ahonnan az ivarnyíláson (*porus genitalis*) át kikerülnek az állat testéből. A női ivarrendszerhez kapcsolódik a párzó társ hímivarsejtjeit tároló ondótartály (*receptaculum seminis*), amely a 9.-10. szelvényben helyezkedik el (35. ábra).

A hím ivarrendszer a 10. és 11. szelvény elülső részében található két pár herével (*testis*, tsz. *testes*) kezdődik. A páros, háromlebenyű ondóhólyag (*vesicula seminalis*) veszi körül őket (35. ábra). A hímivarsejtek viszonylag korán kikerülnek a herékből és az ondóhólyagban fejlődnek tovább. Az ondóhólyagban páros csillós tölcserék találhatók, melyek elvezetik a hímivarsejteket az ondóvezetékbe. Ennek a kezdeti szakasza a *ductus/vas efferens*, majd ezt követi a *ductus/vas deferens*. Ezek segítségével kerülnek a hímivarsejtek a párzótárs ondótartályába (*receptaculum seminis*). A hím ivarnyílás a 15. szelvényen található. Párzáskor az állatok hasi oldalukkal összetapadnak úgy, hogy az egyik állat feji vége a másik állat farki vége felé néz és a hímivarsejtek az egyik egyed ondóhólyagjából (*vesicula seminalis*) átjutnak a másik egyed (párzó társ) ondótartályába (*receptaculum seminis*). A párzás során tulajdonképpen hímivarsejtek cseréje történik meg két állat között (*reciprok fertilizáció*). A párosodást követően az állatok szétválnak és visszahúzódnak a járataikba.



35. ábra: A földigiliszta ivarrendszere.

A földigiliszta központi idegrendszeret az agydúc (*ganglion cerebrale/suprapharyngeale*) és a garat alatti dúccal (*ganglion subpharyngeale/suboesophageale*) kezdődő hasdúclánc alkotja (34. ábra). A garat fölött elhelyezkedő, a többinél valamelyest nagyobb dúcpárt nevezünk agydúcnak, amely kismértékben szabályozni képes a hasdúclánc működését. Az agydúc hátulsó-oldalsó részéből ered a páros garat körüli *connectivum*, amely a garat alatti dúcba fut. A garat alatti dúc három szelvény dúcpárjának összeolvadásából keletkezik. Az agydúc, a garat alatti dúc és a közöttük lévő összekötő alkotja a **garatidegyűrűt** (*circumpharyngealis connectivum*). A hasdúclánc tipikus szerkezetet mutat, szelvényenként egy pár dúc (*ganglion*) figyelhető meg, amelyeket csak mikroszkóppal látható idegrostkötegek (*comissura*) és a dúcokat hosszirányban

összekapcsoló idegek (*connectivum*) kötnek össze. A perifériális dúcokhoz afferens (érző) és efferens (mozgató) rostok kapcsolódnak.

Neuroszekréción sejtek jelenléte elsősorban az agydúcban jellemző, bár a garat alatti dúcban és a hasdúcban is megtalálhatóak kisebb számban. Az általuk termelt neurohormonok az agydúc érhálózatának egyik területén (*cerebrovascularis complexum*) keresztül jutnak a keringési rendszerbe. Ezek a hormonok elsősorban a szaporodással kapcsolatos folyamatok irányításában vesznek részt.

A giliszták többségének bár differenciált érzékszervei nincsenek, tapintási, kémiai és fényérzékelésre, továbbá a levegő páratartalmának és a közeg sótartalmának az érzékelésére is képesek. Az érzéksejtek (ún. *primaer sensoros neuronok*) az epidermiszben (a bőrízomtömlő hám rétegében) találhatóak, melyek csoportosulásából érzékbimbók alakulhatnak ki. A fényérzékes sejtek elsősorban az állatok feji végén találhatóak.

Subclassis: Piócák (*Hirudinea*)

A piócák édesvízben, ritkán tengerben, néha szárazföldön élő gyűrűsféreg. Leggyakrabban alig mozgó, vagy álló, növényzetben dús édesvizekben találkozhatunk velük. Egyik fajuk sem kedveli a fényt, ezért kövek, növények alatt rejtőzködnek. A piócák testfelépítése jelentősen eltér a többi gyűrűsféregfajtától, a tipikus gyűrűsféreg sajátosságok jelentős része nagymértékben specializált formában jelenik meg náluk, ezért módosult gyűrűsféregnek is szokták őket nevezni. Testük többnyire lapított, elől és hátul tapadókoronggal végződik. Szájuk a test elülső végén található tapadó (szívó) korong közepén nyílik, a végbélnyílás azonban a hátsó tapadókorong felett a hátoldalon (*dorsomedialis*) van. Izomzatuk a testfelszínen is jól látható gyűrűkre tagolódik, azonban ezek száma nem egyezik meg a belső szelvények számával, a belső szelvények száma kevesebb (*heteronom metameria*). Testüket *kutikula* borítja, serték nincsenek (csak kivételes esetekben), bőrízomtömlőjük igen fejlett. A 10.-12. szelvényeken a párzási időszakban mirigyes megvastagodás jelenik meg, amit itt is nyeregnek (*clitellum*) nevezünk. Testüregük módosult, középbelükből vakbelek/vakzsákok ágaznak ki. Hasdúcúlcuk a korábban tárgyalt csoportéhoz képest módosult és a hasi véredényben húzódik.

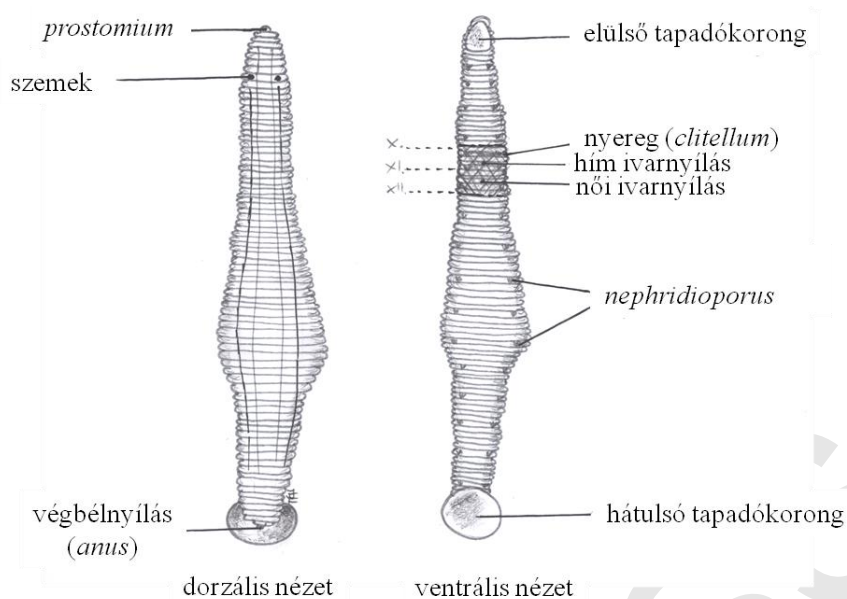
Species: Orvosi pióca (*Hirudo medicinalis*)

Az orvosi pióca állóvizekben élő vérszívó, emlősök vérével táplálkozik (*ektoparazita*). Hossza általában 10-15 cm, háta zöldes-fekete, vörösesbarna foltokkal, így színe miatt szinte teljesen beleolvad a környezetébe. Teste éhesen hát-hasi (*dorso-ventralis*) irányban lapított, jóllakottan viszont a keresztmetszete ellipszis alakú. A préda közeledtét a vízmozgás, rezgés, szag illetve hő alapján érzékeli. Az orvosi piócát már időszámításunk kezdete óta használják az orvosi gyakorlatban. Elsősorban a magas vérnyomás tüneteinek enyhítésére, és az alsó végtagok keringési zavarának kezelésére alkalmazták⁷.

A test elülső végén található tapadókorong alulnézetben háromszög alakú, amelynek közepén található a szájnílás és a kitines állkapocs. Az elülső tapadókorong az első 5 szelvény fúziójából alakult ki, a háti (*dorsalis*) szelvényezettség azonban megmaradt. A hátsó tapadókorong erősebb, a test utolsó 7 szelvényéből alakult ki. Az állat testén látható gyűrűknek megfelelő *dissepimentumokat* a testben nem találunk, a belső szelvényességre csak a szelvényiszervek utalnak (pl. hím ivarszervek, metanephridiumok stb). Ez a megjelenési forma tipikus példája az **álszelvényezettségnek**. A felszínen sokkal több szelvény látható, minden belső testi szelvényre 5-5 külső szelvény jut, ez a szám feji és a farki végeken kevesebb. A test elülső részén, a háti oldalon találhatóak a sötét pigmentált szemek, a hasi oldalon pedig az ivarnyílások. A hím ivarnyílás a

⁷ Új felhasználási módja a kritikus helyen lévő vérömlenyek (hematomák) eltávolítása, valamint a leszakadt és visszavarrt szervek, szervrészletek, testrészek szervülésének elősegítése. Ilyen esetekben a műtéti hely közelébe helyezik az állatot és a pióca harapása által a szövetekbe kerülő váladék feloldja az ott lévő alvadtt vért és ezzel elősegíti a normális keringés helyreállítását. Ezeknek a kezeléseknél az eredményei annyira meggyőzőek voltak, hogy 2004-ben az USA-ban hivatalosan is gyógyászati eljárásnak jegyezték be.

30.-31. a női pedig a 36.-37. külső gyűrűnél található. A nyereg a 10.-12. szelvény közötti testtáj, ami csak a szaporodási időszakban válik láthatóvá (36. ábra).



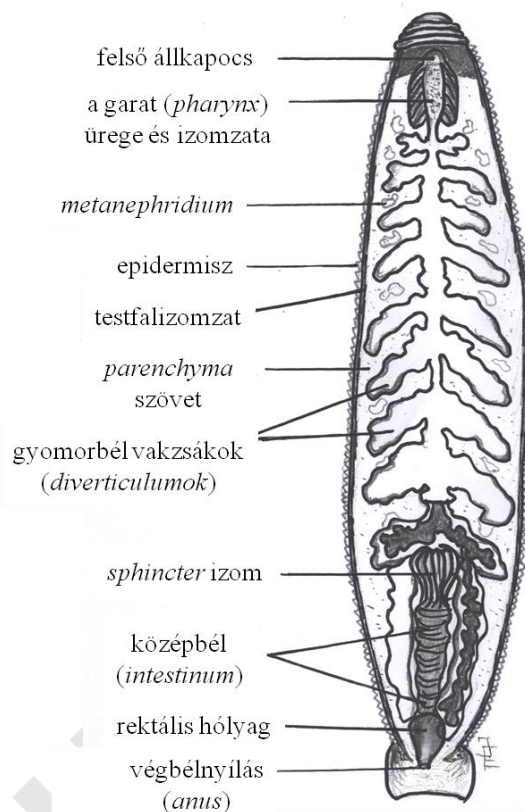
36. ábra: Az orvosi pióca külső morfológiája.

Az orvosi pióca kültakaróját *kutikula* borítja, amelyet az alatta található egyrétegű hám termel. A hámhoz kapcsolódó izomzat bonyolult szerveződésű. A rostok lefutása alapján külső körkörös (*circularis*), belső hosszanti (*longitudinalis*), közbeiktatott átlós/haránt (*diagonalis*) és hát-hasi (*dorsoventralis*) izomrostkötegeket lehet elkülöníteni. Ez a szokásosnál differenciáltabb izomrostlefutású rendszer teszi lehetővé az állat bonyolult mozgását (araszolás, hullámszó mozgások, úszás). A bőrízomtömlő alatt egy mezodermais eredetű *parenchyma* szövetet, valamint egy barnás zöldes, terjedelmes állományú kötőszöveteszerű állományt találunk, amit **bothryoid szövetnek** nevezünk. Ebbe ágyazódnak be a különböző szervek, valamint az anyagcsere folyamatokban és a kiválasztásban is szerepet játszik. A testfalizomzat, a kötőszövet és a **bothryoid** szövet szinte teljesen kitölti a testüreget, így a megmaradó területek keskeny járatokká zsugorodnak (*coelomkapillárisok, sinusok*).

Az orvosi pióca vérszívó állat, így táplálékhoz csak alkalmanként jut (időszakos táplálkozás), ezért tápcsatornája ehhez az időszakos élőködő életmódhoz alkalmazkodott. Az állat vérszívás előtt tapadókorongjai segítségével odarögzíti magát a prédához, majd az elülső korong közepén található „Y” alakú kitines álkapcsával felsérti a bőrt. Az egysejtű garatmirigyek vezetékai az állkapocs szélén nyílnak és **hirudin** tartalmú váladékukat a sebbe juttatják. A hirudin fájdalomcsillapító és egyben véralvadástgátló, fehérje természetű anyag⁸, amely biztosítja azt, hogy a seb folyamatosan vérezzen és könnyű legyen a vér kiszívása. Az állat egy-egy táplálkozás alkalmával annyi vért szív, amennyi csak belefér (ez akár 10 ml is lehet), így a táplálkozás akár 30-40 percig is eltarthat. Ha az állat teleszívta magát, akkor leválik a bőrfelületről és akár hónapokig is megél vérszívás nélkül. A vér kiszívása az izmos garattal (*pharynx*) történik, melynek falában hosszanti és körkörös izmok vannak. A garathoz külső izmok is kapcsolódnak, melyek a testfalhoz tapadnak (boncoláskor szabad szemmel is jól láthatók). A garat folyamatos pumpáló mechanizmusa révén a vér a rövid nyelőcsövön (*oesophagus*) át az ún. gyomorbélbe kerül, amely 10 pár vakzsákra (*diverticulum*) osztott (37. ábra). A vakzsákok a test farki vége felé egyre nagyobb térfogatúak. A gyomorbélben a vér nem alszik meg, így hónapokig felhasználható állapotban raktározódhat. A jóllakott pióca gyomorbele feszül, a vér színe áttetszik a falán. A jóllakott állat testét teljesen kitölti a vérrel megtelt gyomorbélrendszer, így a többi szervet elfedi. A

⁸ A hirudin egy 65 aminosavból álló polipeptid, amely úgy gátolja a véralvadást, hogy a trombinhoz kapcsolódva azt inaktíválja, így a vér nem képes megalvadni.

vér ebből a gyomorbél rendszerből a test utolsó harmadában található középbélbe (*intestinum*) jut, ahol megtörténik az emésztés és a tápanyagok felszívódása. A pióca táplálékként a vérfehérjéket és a hemoglobin fehérjét (*globin*) használja fel. A gyomorbél és a középbél határán egy gyűrűs szerkezetű záróizom (*sphincter izom*) található (37. ábra), amely az emésztendő táplálékot adagolja a középbélbe, így szabályozza a középbél telítődését. Tulajdonképpen ez által osztja be a felvett vérmennyiséget az esetleges táplálékszegény időszakban. A tápcsatorna középbélet követő szakasza a rectalis hólyag, amely a végbélnyíláshoz (*anus*) vezet.



37. ábra: Az orvosi pióca zsigeri szervei.

Az orvosi pióca légzése teljes testfelületen történik a bőrizmotmló gazdag cölómacapilláris hálózata közreműködésével. Kopoltyúk csak bizonyos piócafajokon alakultak ki (pl. halpiócák).

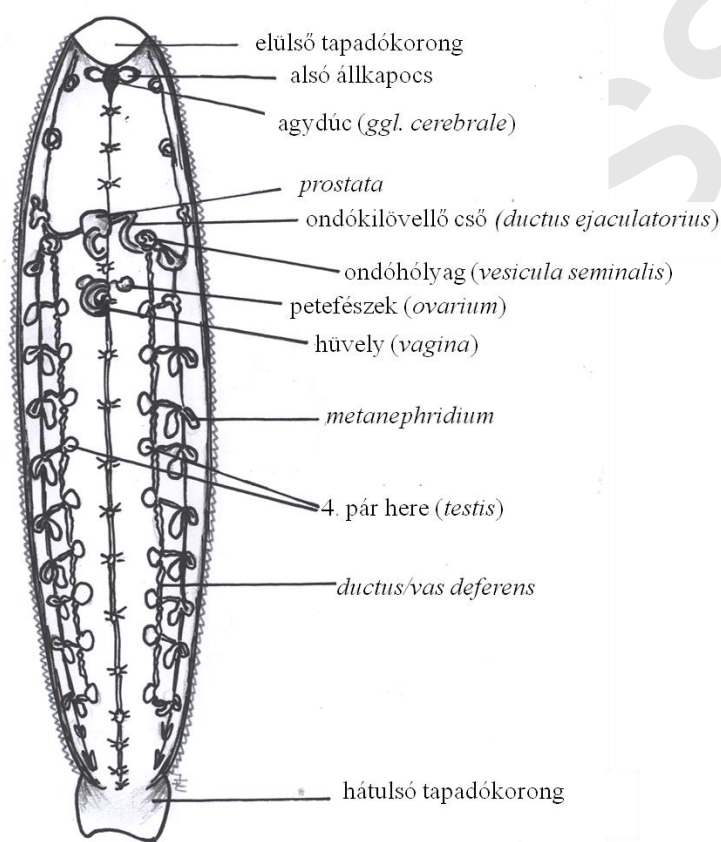
Az orvosi pióca kiválasztása páros, szelvényenként elhelyezkedő metanephridiumokkal történik. A vesécskék a feji és a farki szelvényeken kívül minden testi szelvényben megtalálhatók (38. ábra). A szerkezete megegyezik a földigilisztáknál leirtakkal. A metanephridiumok mellett a kiválasztásban szerepet játszik még a *bothryoid* szövet, amely a giliszták chlorogén sejtjeihez hasonlítható. A *bothryoid* szövet a cölómacapillárisokkal van szoros kapcsolatban, így az abból kiválasztott mérgező anyagok a *bothryoid* szövetben raktározódnak.

Az orvosi piócák hímös (*hermafrodita*) állatok, de a földigilisztával ellentétben hím és női jellegű páرزószervvel rendelkeznek. A megtermékenyítés kölcsönös (*reciprok fertilizáció*) és belső. Az embrionális fejlődés itt is a *kokonban* történik, a fiatal állatok ebből rajzanak majd ki.

A hím ivarrendszer kezdeti szakasza a here (*testis*), amelyből az orvosi piócában 9 pár található. A 12. szelvénytől kezdve szelvényenként egy pár található belőlük a hasi (*ventralis*) oldalon (38. ábra). A herékben termelődnek a spermiumok, melyek egy rövid elvezető csövön (*ductus/vas efferens*) át jutnak el a páros, közös ondóvezetékbe (*ductus/vas deferens*), amely a test hossz tengelyével párhuzamosan fut (38. ábra). Majd ezeknek a vezetéknek a megvastagodásaként létrejövő ondóhólyagba (*vesicula seminalis*) kerülnek, amelyek gombolyag formában jelennek meg a testben. Az ondóhólyagokból egy-egy ondókilövellő csövön (*ductus ejaculatorius*) keresztül jutnak el a hímivarsejtek az ivarpitvarba (*atrium genitale*), melyhez egy

járulékos mirigy kapcsolódik (38. ábra). A spermiumok az ondóhólyag és a járulékos mirigy váladékával együtt képezik az ondót, ami az ivarpitvarban nyálkás tokot képezve ún. *spermatophorákat* hoz létre, majd a hím páرزószerv (*penis*) segítségével átjut a párzótárs hüvelyébe.

A női ivarrendszer a páros petefészkekkel (*ovarium*) kezdődik, amely a 11. szelvény hasi oldalán helyezkedik el (38. ábra). A petefészkekből egy-egy rövid petevezeték (*oviductus*) indul ki, amely a páratlan hüvelybe (*vagina*) torkollik. Ehhez egy fehérjemirigy csatlakozik, amely váladéka fontos tápanyagot termel a petesejtek számára. A hüvely (*vagina*) egy izmos falú szakasz, amely a női ivarnyílással (*porus genitalis*) nyílik a külvilágba. Az orvosi pióca 3-4 éves korára válik ivaréretté, és évente egyszer szaporodik. A szaporodás tavasszal történik, amikor a párzótársak összetapadnak és a hím páرزószervüket egymás hüvelyébe vezetve spermatophorákat cserélnek, melyekből a kiszabadult spermiumok megtermékenyítik a női ivarsejteket (petesejteket). A megtermékenyített petesejt a vízparti főnyelvre rejtett *kokonban* fog majd tovább fejlődni és így védve van a kiszáradástól. A *kokont* elhagyó kis piócák alig 1 cm-esek, végleges testhosszukat 4 évesen érik el. Akár 20 évig is élhetnek.



38. ábra: Az orvosi pióca idegrendszere, kiválasztó- és ivarszervei.

A piócák testüregre nagymértékben eltér a többi gyűrűsféregétől, ezért keringési rendszerük is módosul a korábban tárgyalt földigilisztáéhoz képest. A testüreg (*coeloma*) módosulása egyrészt abban nyilvánul meg, hogy a szelvényeket elválasztó *dissepimentumok* visszafejlődnek, másrészt pedig a fejlődés során az izomzatuk és a *parenchymájuk* olyan nagy mennyiségű lesz, hogy beszűkíti a másodlagos testüregét. A *coeloma* megmaradt részei szűk járatok, csatornák, öblök formájában vannak jelen, ezért vérerek nincsenek, hanem a vér és a nyirok együttese (*haemolympha*) az érszerű ún. cölómajárat-rendszerben kering. Négy nagyobb cölómacsatorna figyelhető meg: a pulzációra képes 2 oldaledény (*sinus lateralis*) és az 1-1 háti- és hasi edény (*sinus dorsalis* és *ventralis*). A hasi edényben található a hasdúclánc. A fő *sinusokat* apróbb összekötő edények kapcsolják össze, míg a zsigereket a *cölómaszinuszok* legkisebb ágai a cölómakapillárisok hálózják be. Ezek a kapillárisok juttatják el a test minden részébe a testfolyadékot. A testfolyadék folyamatos áramoltatásáért a két pulzáló oldalsó (*lateralis*) sinus és a

bőrizomtömlő mozgása a felelősek. A vérnyirok a két oldalsó edényben hátulról előre, a hasi és háti edényben pedig előlről hátrafelé áramlik. A vérplazmában oldva gázzállító pigment (*erythrocruorin*) található, amitől a vér színe vörös.

Az orvosi pióca központi idegrendszerének két nagy egysége az agydúc (*ganglion cerebrale*) és a garat alatti dúccal (*ggl. subpharyngeale*) kezdődő hasdúclánc. Az agydúchoz kapcsolódnak az agyidegek, amelyek a prostomiumot, az elülső szelvényeket valamint a szemeket idegzik be. A garat alatti dúchoz kapcsolódó idegek az elülső szelvények érző papilláihoz futnak. A hasdúclánc a ganglionokkal, a hosszanti összekötőkkel (*connectivum*) és a haránt összekötőkkel (*comissura*) a hasi sinusban (*sinus ventralis*) fut. Az orvosi pióca esetében a hasdúclánc *ganglionjai* közel kerülnek egymáshoz és fúzionálnak, így a *comissurák* megrövidülnek, szinte el is tűnnek (módosult hasdúclánc). A hátulsó testvégen ún. *analis ganglion* található, amely egy több dúc összeolvadásából keletkezett óriásdúc. *Neuroszekréciós* sejtek az agydúcban és a garat alatti dúccban találhatóak, melyek váladéka az ivari működést és a *clitellum*-mirigyek elválasztását szabályozzák.

Az orvosi pióca érzékelése a bőrizomtömlőben és a belső szervekben található csoportosult érzékszervekkel illetve néhány kevésbé differenciált érzékszervvel történik. A bőrizomtömlőben szabad idegvégződéses receptorok vannak melyek thermo- és mechanoreceptorokként működnek. A testen elszórtan, különböző helyeken érzékszervek tömörüléséből kialakult érzékbimbókat/érezékszemelek helyezkednek el, melyekkel az állat valószínűleg a préda által keltett áramlásokat, hullámmozgásokat érzékeli. A szemek (*ocellusok*) szerkezete egyszerű, tulajdonképpen pigmentkehelyben elhelyezkedett fotoreceptorok. Képzőanyag rész (lencse) nem található bennük.

5.7. Phylum: Puhatestűek (*Mollusca*)

Ez az állattörzs feltehetően a második legfajgazdagabb állattörzs az ízeltlábúak után. Lassú mozgású vagy helytülő életmódú élőlények. Fajaik többsége tengeri, a csigák és a kagylók édesvizekben is megtalálhatók. A csigák egy jelentős csoportja szárazföldi. A különböző csoportjaik igen sokféle környezethez alkalmazkodtak, így testfelépítésük nagyon változatos. Külső meszes vázat (*exoskeleton*) termelnek, mely az állat védelmére szolgál (kagylók, csigák) valamint hámmal körbenöve a test központi részét támaszthatja (lábasfejűek). A héj két belső rétege kalcit és aragonit tartalmú (CaCO_3), míg a külső burok *conchyolin* nevű barnás fehérjét tartalmaz. A kagylók kizárólag vízi életmódúak, a csigák közül vannak szárazföldiek is melyek nedves környezetben élnek (pl. *Helix sp.*).

A puhatestűek valódi testüreggel rendelkeznek, mely redukálódott, keringési rendszerük nyílt (kivéve a lábasfejűek csoport). Testük nem szelvényezett, három testtájat tudunk elkülöníteni: fej, láb és zsigerzacskó (ezek a testtájak a különböző csoportoknál eltérő megjelenésűek és fejlettségűek lehetnek).

Classis: Kagylók (*Bivalvia*)

A kagylók vízi puhatestűek. Nevüket onnan kapták, hogy a testüket két teknőfélből (*valva* tsz. *valvae*) álló héj borítja. A köpeny választja ki a kagylók szilárd, több rétegből álló héját. Ennek felépítését és általános szerkezetét a tavi kagyló (*Anodonta cygnea*) jellemzése fejezetben, a 39. és 40. ábra mutatja be. Sós- és édesvizekben egyaránt előforduló csoport, apró szerves törmelékekkel (*detritus*), baktériumokkal táplálkoznak. A kifejlett állat teste lapított, a köpenyüreg nagy, az egész testet körülveszi, fejük pedig csökevényes. Lassú mozgású, vagy helytülő életmódú állatok. Egyes fajok viszonylag gyors mozgásra is képesek, pl. a fésűkagyló (*Pecten*) fajok a teknőik összecukásával vizet préselnek ki a köpenyüregből és ennek erejével mozognak. A kagylók izomzata három osztatú. Megkülönböztetünk köpenyizmokat, héjizmokat (záróizmok), valamint láb és zsigerizmokat (pl. lábvisszahúzó izom). Ezek közül a legspecifikusabb az erős héj-záróizom. Ezek az izmok általában két kötegben, a héjak két legtávolabbi szélein helyezkednek el. A kagylók kopoltyúval lélegeznek. Ősi légzőszervük a fésűkopoltyú (*ctenidium*), ebből vezethetők le a bonyolultabb kopoltyútípusok. A kopoltyúk a test oldalain a köpenyüregben helyezkednek el. A kagylókban az alábbi kopoltyútípusokat különböztethetjük meg:

- fésűkopoltyú (*ctenidium*)
- fonalaskopoltyú (*filobranchia*)
- lemezeskopoltyú (*lamellibranchia*)
- rekeszeskopoltyú (*septibranchia*)

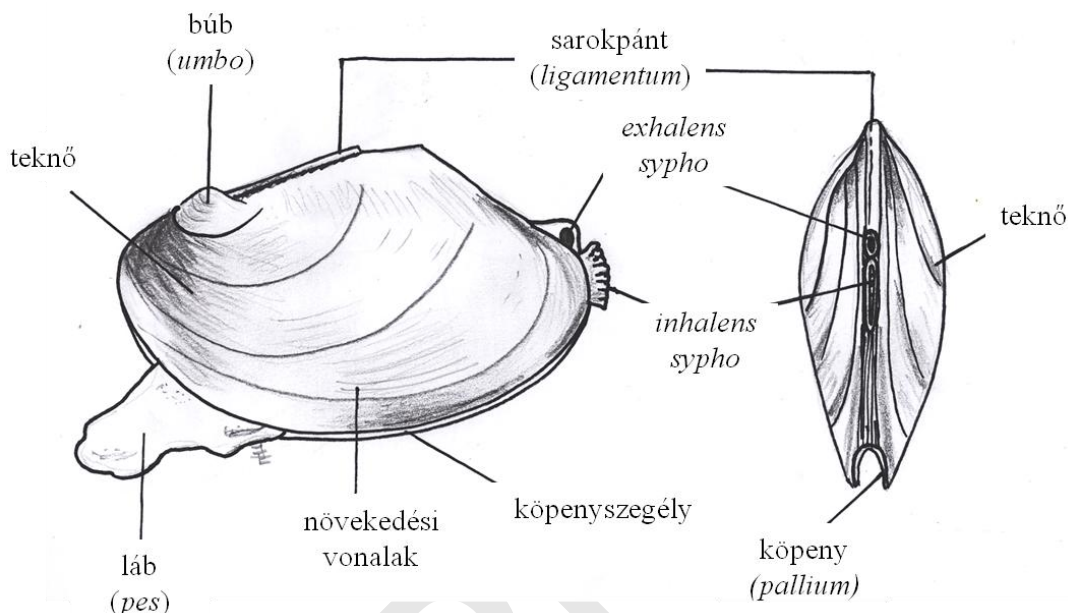
A kagylók legnagyobb része váltivarú, de előfordulnak hermafrodita fajok is. Ivarmirigyei a vízbe ürülnek, külső megtermékenyítéssel szaporodnak. A tengeri kagylóknak csillókoszorús (*trochofora*), az édesvízieknek pedig kajmácsos (*glochidium*) lárvájuk van.

A kagylókat az ember elsősorban táplálékul hasznosítja, bár egyes fajok héját dísz tárgyak készítésére is használják. Az ún. gyöngykagylókat pedig igazgyöngy nyerés/termelés céljából használják fel, ahol is a kagyló köpenye és teknőhéja közé került (vagy direkt oda juttatott) kis szemcséket az állat védekezésképpen mészrétegekkel vonja be és így létrejön a gyöngy.

Species: Tavi kagyló (*Anodonta cygnea*)

Helytülő (*sessilis*) életmódú állat (csak lassú mozgásra képes a láb (*pes*) segítségével). Baktériumokkal és szerves törmelékekkel táplálkoznak, lárváik halakon élősöknek. Testüket páros mészhéj borítja, melyet a háti (*dorsalis*) oldalon a legkorábban kialakult egy-egy búb (*umbo*) között egy ún. sarokpánt (*ligamentum*) nyit (39., 41. ábra). A héjakon növekedési vonalak láthatók, amelyet gyűrűzöttségnek (*annulatio*) nevezünk (39. ábra). A vastagabb gyűrű a táplálékban gazdag, míg a keskenyebb gyűrű a táplálékban szegény periódust jelzi, de ezek a gyűrűk nem

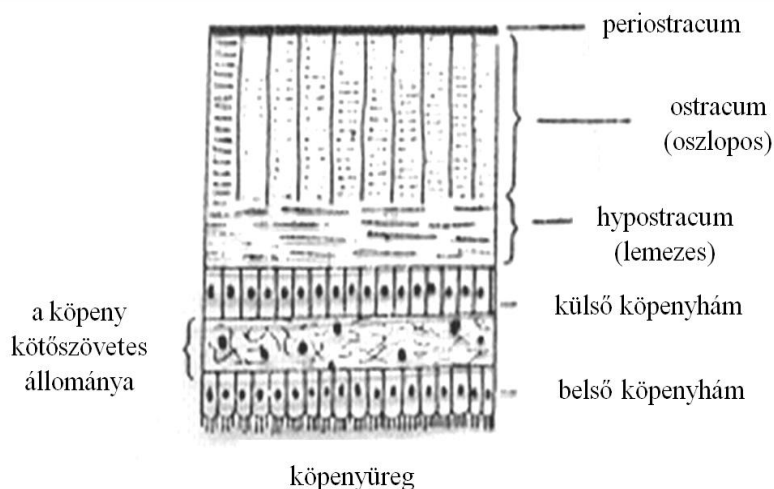
feleltethetők meg az egyes évszakoknak. A héj zárását az elülső (*anterior*) illetve hátulsó (*posterior*) részen található záróizmok végzik (*musculus adductor anterior*, *musculus adductor posterior*). Ezek az izmok tartós és erős összehúzódásra képesek. A **köpeny** (*pallium*) védi a belső szerveket, illetve mirigyei szintetizálják a héjat. Emellett még az idegen anyagok, szennyeződés semlegesítését is végzi oly módon, hogy köréjük gyöngyházréteget termel (gyöngyképzés). A köpenyüreg belsejében található a helyváltoztatásért felelős, izmos láb (*pes*) (39., 41. ábra), mely a két teknőfél között kidugható és visszahúzható egy lábvisszahúzó izom (*musculus retractor pedis*) segítségével. A test hátulsó (*caudalis*) részén bevezető szifó (*inhalens sypho*) és kivezető szifó (*exhalens sypho*) található (39., 42. ábra).



39. ábra: A Tavi kagyló (*Anodonta cygnea*) külső testfelépítése.

A kagylók héjának szerkezete: (40. ábra)

- Héjhártya (*periostracum*): a legkülső réteg, mely gyakran algabevonatos, zöldesen pigmentált *conchyolin* nevű fehérjét tartalmaz.
- Oszlopos réteg (*ostracum*): oszlopos szerkezetű, kalcitból és aragonitból épül fel.
- Gyöngyházréteg (*hypostracum*): mészlemezek és kristálylapocskák együttese, a köpeny (*pallium*) idegen anyagok, ill. szennyeződések ellen termeli.



40. ábra: A kagylók héjának és a héjhoz tapadó köpenynek a keresztmetszete.

Az állat a vízben található apró növényi és állati eredetű törmelékeket szűri. A táplálék jellege miatt a tápcsatorna egyszerű felépítésű (42. ábra). A héj nyitáskor az *inhalens szifón* keresztül friss víz kerül a teknő üregébe. A szájnyílás (*os*) mellett két oldalon (összesen 4 darab) szájvitorla (*velum*) található, mely a szájnyíláshoz tereli a táplálékszemcséket. A rövid nyelőcsövet (*oesophagus*) követően a táplálék a vékony falú, több üregű gyomorba (*gaster/ventriculus*) kerül. Belső felülete kristályos-kocsonyás alapszerkezetű, melynek felületén intenzíven működő, mirigyhámot viselő ún. **kristálynyél** alakult ki. A kristálynyél lassú körforgást végez, miközben a táplálékot összekeveri az emésztőenzimet tartalmazó váladékkal. Eközben az általa „feltekert” kis táplálékgolyókat továbbítja a középbél felé. A középbéli mirigy (*glandula media intestini/hepatopancreas*) a gyomrot szinte teljesen körülveszi, és vezetékei a gyomorba nyílnak. Feladata a gyomorból felvett emésztett anyagok raktározása, méregtelenítése és átalakítása. A középbél (*intestinum*) a láb belsejében húzódik, melynek belső felületnagobbító képződményei a bélredők (*typhlosolis*). A salakanyag az utóbélben (*rectum*) keresztül távozik az *exhalens szifón* át. Úgy tűnik, mintha az utóbél átfúrná a szívet, de az embrionális fejlődés során tulajdonképpen a szív növi körül az utóbelet.

A kagylók kiválasztása kétféle szerv segítségével történik. A szív fala és a szívburoküre (pericardium) falában lévő **Keber-féle szerv** végzi a szűrletképzést (*filtratio*). Ez a szerv tulajdonképpen egy redőzött, megvastagodott kötőszövetes állománynak tekinthető, mely a szív üregében lévő vérnyirkot (*haemolympha*) szűri. A szív a vesével *renopericardialis* vezetéken tartja a kapcsolatot, melyen a szűrlet (*filtrátum*) átjut a szívből a vesébe (*ren*). A vese módosult *metanephridium*, melyet itt **Bojanus-féle szervnek** hívunk, ahol megtörténik a visszaszívódás (*reabsorbtió*) és a kiválasztás (*exretio*).

A nyílt keringési rendszer központja a szív (*cor*), mely a sarokpánt (*ligamentum*) alatt helyezkedik el (41. ábra). A szív alatt közvetlenül található a vese (*ren*), közöttük a kapcsolat a *renopericardialis* vezeték révén valósul meg. A szív két pitvarból (*atrium cordis*) és egy kamrából (*ventriculus cordis*) áll (42. ábra), melyek között billentyűk (*valvula*) találhatók. A szívet szívburoküre (pericardium) veszi körül. A kagylók ereiben szüntelen vérnyirok (*haemolympha*) kering.

A kagylók légzése során a táplálékkal együtt a vízben oldott O₂ is bejut a kagylók köpenyüregébe, ahol a láb két oldalán 2-2 kopoltyú (*branchia*) végzi a gázcserét, melyek lemezes szerkezetűek (lemezes kopoltyú = *lamellibranchia*), és jelentős nagyságú gázcsere felszínt képviselnek (42. ábra).

Az oxigénszállításban résztvevő véredények:

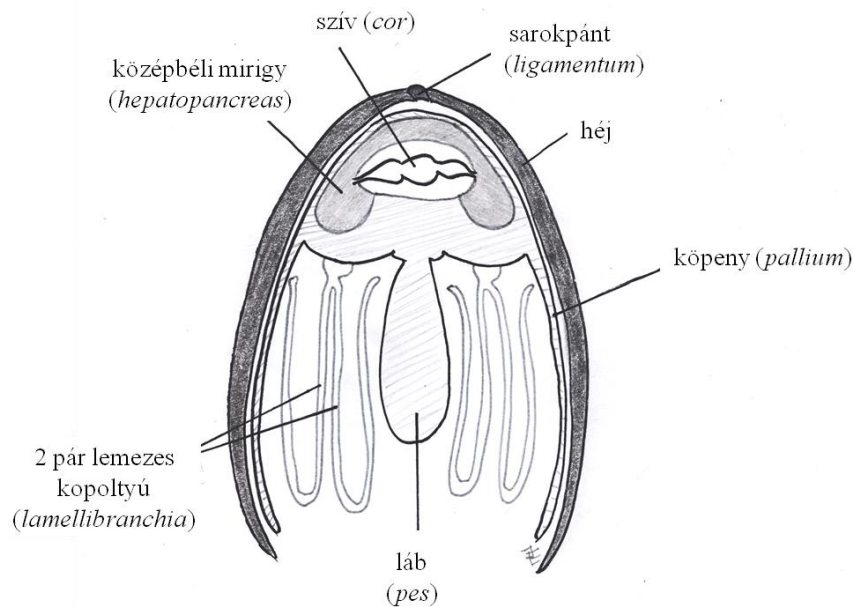
- *afferens arteriola* (a kopoltyúkhöz szállítja a vérnyirkot)
- *efferens arteriola* (a kopoltyúktól szállítja az oxigénben dús vérnyirkot a testbe)
- *arteria branchialis* (innen a szívbe, majd a vesébe jut a vérnyirok)
- *palliális ér* (szívhez juttatja a köpeny területéről a vért)

A kagylók általában váltivarú, de ivarukat változtatni képes állatok. Ivari dimorfizmus nem figyelhető meg. Az ivarszervek a láb belsejében található. Az ivarmirigyből (*gonad*) ivarvezeték (*gonoductus*) indul ki. Innen az ivarsejtek a köpenyüregbe kerülnek. A spermiumok a víz útján jutnak át a nőtény kagyló köpenyüregébe, ahol megtermékenyítik a petesejteket. A kopoltyú őszi időszakban ún. költőtasakká (*marsupium*) alakul, vagyis a peték a kopoltyúlemezek közé vándorolnak, és megtermékenyítés után itt fejlődnek. Lárvaalakjuk a **kajmacsos lárva** (*glochidium*-lárva), amely lágy fogazott teknőhéjjal, illetve **Bissus-miriggyel** rendelkezik, amely által termelt nyálkás váladék biztosítja a halak kopoltyújára való tapadást és így a halakon élősködve fejlődnek. Halgazdaságokban nagy kagylólárva szaporulat esetén gyakran előfordul „kagylófertőzés”, mely a halak ellenálló képességét jelentősen csökkenti.

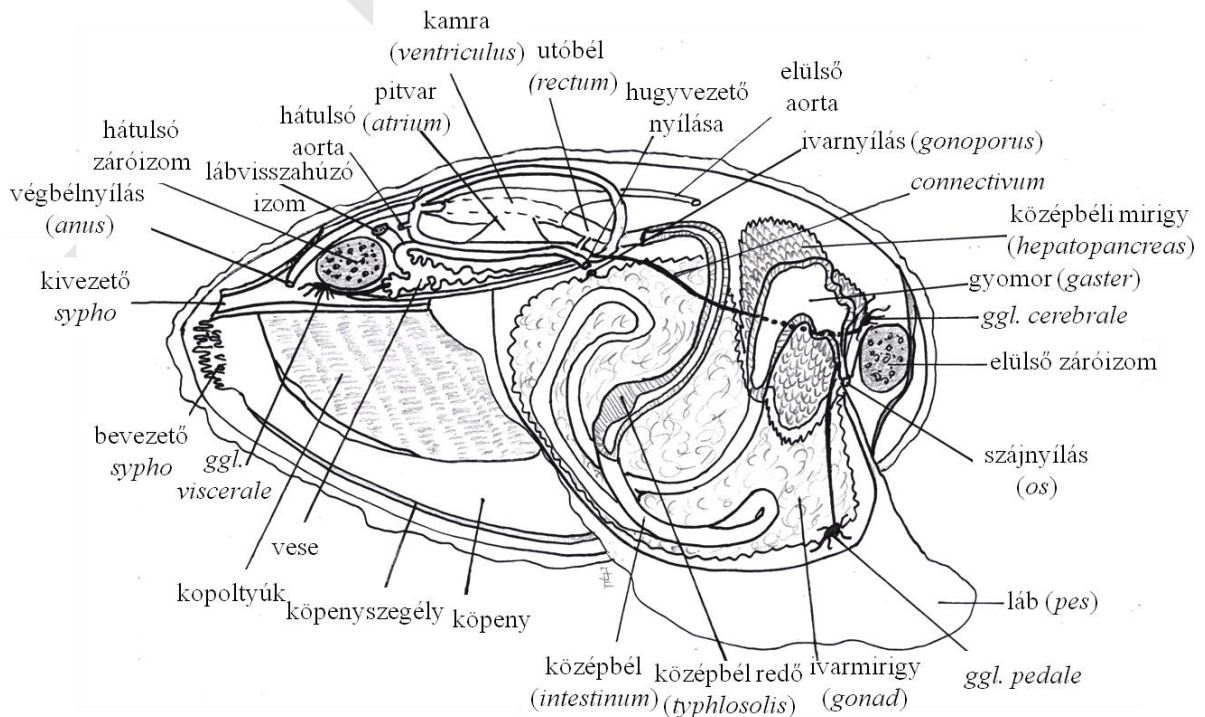
A szűrő életmód valamint a környezet ingersegénysége miatt az állat idegrendszere fejletlen, kevés érzékszerve van. A központi idegrendszert 3 dúc alkotja, melyeket *connectivumok* kötnek össze:

- agydúc (*ganglion cerebrale*)
- zsigerdúc (*ganglion viscerale*)
- lábdúc (*ganglion pedale*)

A kopoltyúk tövében a víz O_2/CO_2 arányát érzékelő kemoreceptor található (*osphradium*), melynek szerepe a héj nyitásának/zárásának szabályozásában van.



41. ábra: A kagylók testfelépítésének sematikus ábrája.



42. ábra: A tavi kagyló (*Anodonta cygnea*) bonctana.

Classis: Csigák (*Gastropoda*)

A csigák osztályába módosult *bilateralis* (kétoldali) szimmetriájú élőlények tartoznak. Igen változatos életmódú és testfelépítésű állatok, vannak közöttük édesvíziek, tengeriek, szárazföldiek, növényevők, ragadozók, de még élősködők is. A csoport a testük hasi oldalán kialakult izmos lábról kapta a nevét (*gastropoda*=haslábúak). Testük fejre, lábra és zsigerzacskóra tagolódik. Meszes házuk általában egyetlen darabból áll, de a kopoltyús csigáknak zárólemezüik is van. A meszes ház nagyon változatos felépítésű és alakú lehet, de hiányozhat is (házatlan vagy meztelen csigák). A csigák többsége növényevő vagy ragadozó, emésztésük extracelluláris, tápcsatornájuk kétnyílású, háromszakaszos. Táplálkozásukban jellegzetes képlet a reszelőnyelv (*radula*), mely a táplálék felaprításában játszik fontos szerepet. Keringési rendszerük nyílt, központja a csoportonként eltérő felépítésű, szívburoküreghen elhelyezkedő szív (*cor*). Idegrendszerük garatideggyűrűs hasdúclánc, amely garat körüli ideggyűrűből, agydúcából, garat alatti dúcából és a hasdúcláncból áll. A garatalatti dúc több kisebb dúc együtteseként figyelhető meg (részleteket lásd. az éti csigáról szóló fejezetben) A csigák ősei *bilateralis* szimmetriájú állatok lehettek, melyek evolúciója során három tényező módosította a test formáját, szimmetriaviszonyait: visszahajlás (*flexió*), csavarodás (*torzió*) és a visszacsavarodás (*detorzió*). Ezeknek a folyamatoknak a révén jött létre az erősen aszimmetrikus testfelépítés.

Ordo: Tüdős csigák (*Pulmonata*)

A tüdős csigák légzőszerve a köpenyüregből kialakult tüdő. A köpenyüreg jobb oldali erezett fala funkcionál légzőszervként, amit ún. *ventillációs tüdőnek* nevezünk. A köpenyüreg alapjának periodikus mozgása biztosítja a levegőellátást. Vannak közöttük vízi fajok is, melyeknek időszakosan a felszínre kell jönni levegőt venni. Hímnős állatok, bonyolult felépítésű és működésű ivarszervrendszerrel (részleteket lásd. az éti csiga jellemzésénél). Szabadon élő lárvaalakjuk nincs. A tüdős csigák idegrendszere erősen központosult (*centralizált*) garatideggyűrűs hasdúclánc. A tápcsatorna felhúzódik a zsigerzacskóba csakúgy, mint az ivarszervrendszer, mely utóbbi külvilágba vezető nyílása a jobb oldali hosszabb tapogató alatt található (44. ábra). A szív és a vese a zsigerzacskó mellett, a köpenyüregben foglal helyet. Keringési rendszerük nyílt, központja a szívburoküreghen elhelyezkedő szív (*cor*).

Species: Éti csiga (*Helix pomatia*)

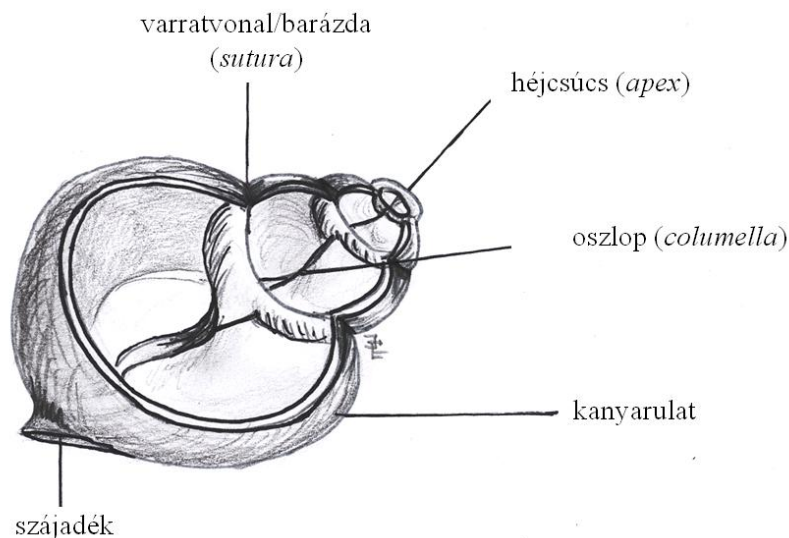
Embrionális fejlődésük során különleges többlépcsős átalakuláson (*metamorphosis*) mennek keresztül, melynek során a szervek helyzete, száma megváltozik, és kialakul a végleges testszerkezet. Ez az átalakulás tulajdonképpen az előrehajlás (*flexio*) - oldalra csavarodás (*torsio*) - visszacsavarodás (*detorsio*) folyamatokon keresztül zajlik le.

A csigaház (*domus cochlae*) kb. 32-35 mm átmérőjű, kúp alakban felcsavart, mészsókból és fehérjéből felépülő külső váz (*exoskeleton*), melyet a köpeny (*pallium*) termel. A héj felépítése eltér a kagylókétól, ugyanis itt gyöngyházréteget nem találunk, héjuk 2 rétegű:

- héjhártya (*periostracum*)
- oszlopos réteg (*ostracum*)

A testfal (bőrizomtömlő) egyrétegű hengerhábmból és az alatta elhelyezkedő izmokban gazdag, nyálkamirigyeket is tartalmazó kötőszövetből áll.

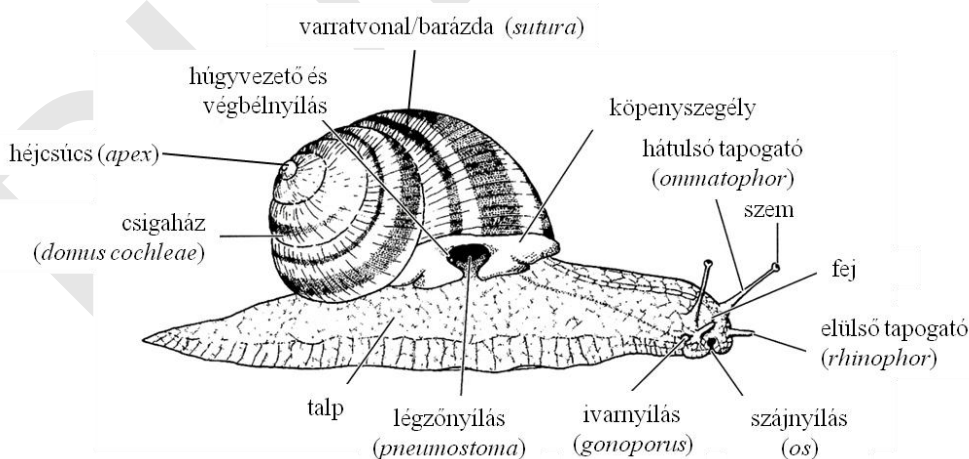
A **köpeny** (*pallium*) belső fala erekkel dúsan átszőtt, így tüdőként (*pulmo*) funkcionál. A csigaház belsejében függőlegesen egy oszlopot (*columella*) találunk (43 ábra). Ehhez tengelyizmok (*musculus columellaris*, tsz. *musculi columellares*) tapadnak, melyek segítségével az állat képes behúzni magát a héjba (pl. veszély esetén). A ház szájadékát télen és száraz nyáron egy mészlapocskára zárja el (*epiphragma*), melynek anyagát szintén a köpeny termeli.



43. ábra: A csigaház (*domus cochlae*) szerkezete.

A test fejre, talpra (láb) és zsigerzacskóra tagolódik. Fejükön két pár visszahúzható tapogató található. Ezek közül a hátsó pár (*ommatophor*) nagyobb, ezek csúcsán van a két szem, melyek, mint apró fekete pontok tűnnek fel. Az elülső, kisebbik tapogatók (*rhizophor*) szagérzékelő szerepet töltenek be. A fej és a láb határánál, a jobb oldali *rhizophor* alatt található az állat ivarnyílása (*gonoporus*) (44 ábra). A belső szerveket a zsigerzacskó tartalmazza, mely a ház belsejében felcsavarodott tömlő. A húgyvezető és a végbélnyílás (az embrionális fejlődés következtében) a ház szájadékánál nyílik a külvilágba. A köpeny és a testfal, ill. a zsigerzacskó fala közötti köpenyüreg nyílása a légzőnyílás (*pneumostoma*), mely az állat jobb oldalán, közvetlenül a végbélnyílás és a húgyvezető nyílása mellett található (44. ábra).

Az állat mozgását (talajon történő csúszás) a talp nyálkamirigyeinek váladéka és a láb izomzatának ritmikus kontrakciója teszi lehetővé. A talp izomzatának periódikus összehúzódásai kontrakciós hullámokat keltenek. A nyálkatermelésben kiemelt fontosságú a talp hossz tengelyében húzódozó *lábmirigy*.



44. ábra: Egy *Helix*-faj testfelépítése.

A növényi rostok, sejtfal összetevők feldolgozása miatt összetett, több részes, mirigyekben gazdag tápcsatorna figyelhető meg. A szájnnyílás (*os*) a fej elülső részén nyílik, ajkak veszik körül. A szájjüregben (*cavum buccale*) **reszelőnyelv** (*radula*) található, ez a szájjüreg dorzális hámfájában lévő kitingyűrűhöz (állkapocs) dörzsöli a táplálékot (növénydarabokat). A szájjüregbe a nyelőcső (*oesophagus*) és a gyomor (*gaster*) mentén végighúzódozó, azokat tölgyfalevélszerűen körbevonó nyálmirigy (*glandula salivaris*) vezetékai amidázban és cellulázban gazdag nyálat vezetnek (45.

ábra). A gyomorhoz egy izmos falú zsák (vakbél = *caecum*) kapcsolódik, ez két vezetékkel csatlakozik a barna színű középbéli mirigyhez (*glandula media intestini/hepatopancreas*). Ennek váladéka a további emésztést végzi, valamint raktározó és méregtelenítő szerepet tölt be. Ezt követi a középbél (*intestinum*) majd az utóbél (*rectum*). A salakanyag végbélnyíláson (*anus*) át ürül a külvilágba.

Az éti csiga kiválasztása a páratlan vese (*ren*) segítségével történik, amely egy módosult *metanephridium*. A köpenyüregben szorosan a szív mellett található. Száraz időben a vízvisszaszívás 100%-os, tehát ilyenkor a csiga vizet nem ürít. A csigák vízforrása egyrészt a nedves táplálék, de vízszükségletének zömét bőrén keresztül fedezi (a csigák a testük víztartalmának az 50%-os elvesztését is képesek elviselni).

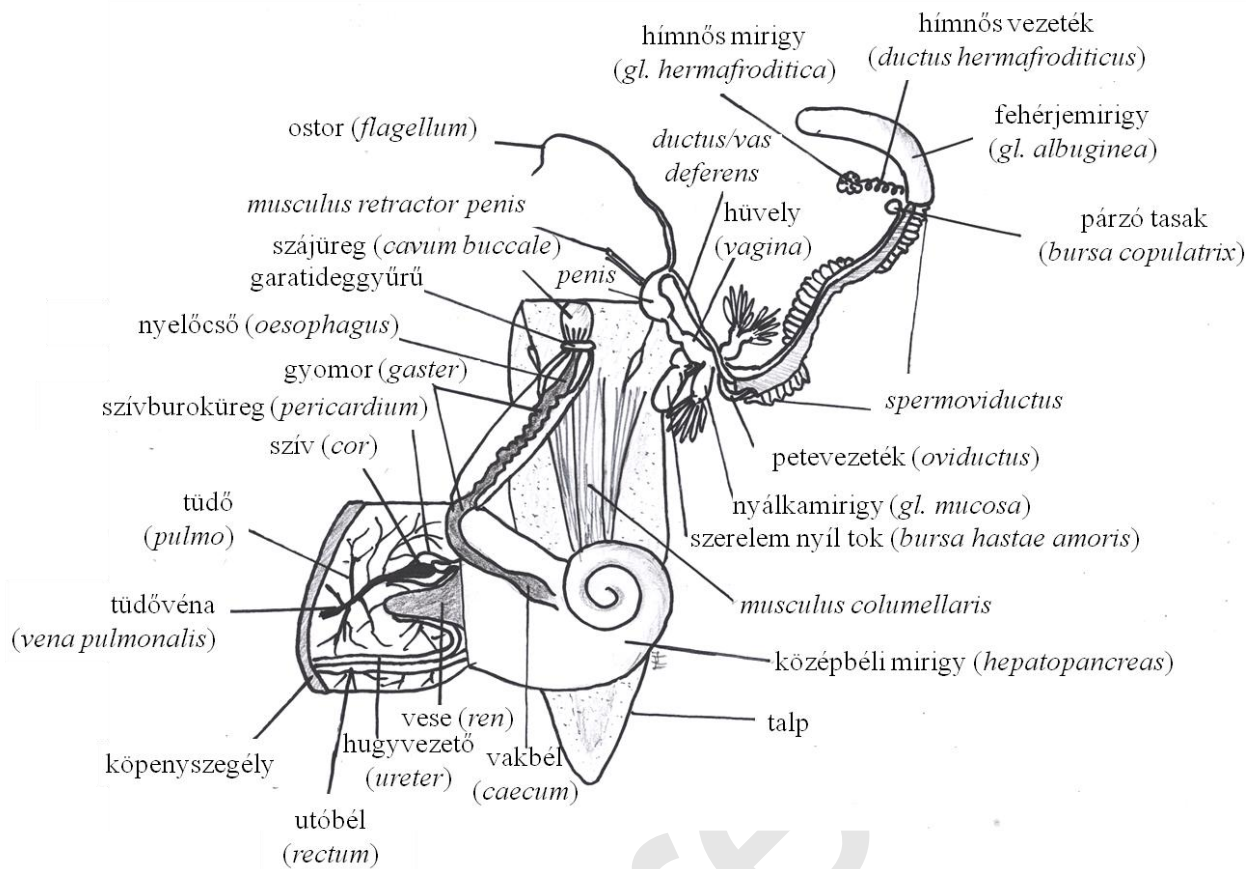
Nyílt keringési rendszerük központja a szívburokban (*pericardium*) található szív (*cor*), amely egy pitvarból (*atrium cordis*) és egy kamrából (*ventriculus cordis*) áll. A két rész között *atrioventricularis* billentyűt találunk. A *haemolymphájuk* réz tartalmú *haemocyanint* tartalmaz, így a testfolyadékuk áteső fényben halványkék színű. Ez a *haemocyanin* felelős a légzési gázok szállításáért.

Az éti csiga légzése ún. ventilációs tüdővel történik. A köpeny (*pallium*) dúsan erezett felszíne tüdőként (*pulmo*) funkcionál.

Hímnős (*hermaphrodita*) állatok, ivarrendszerük fejlett, segédkészülékekben gazdag. Mind a petesejteket, mind a hímvarsejteket termelő hímnős mirigy (*glandula hermaphroditica*) a középbéli mirigy falába beágyazódott halványsárga képlet. Ebből vékony, rugószerű („telefonzsinór-szerű”) képlet, a hímnős vezeték (*ductus hermaphroditicus*) vezet ki, melyhez egy fehérje mirigy (*glandula albuginea*) csatlakozik (peteburok termelő mirigy). Az ivarsejtek elvezetésére egy speciális vezeték az ún. *spermoviductus* szolgál, amely egy kettéosztott vezeték. Az egyik oldala az ondóvezeték (*vas/ductus deferens*) a másik, vastagabb része pedig a petevezető (*oviductus*). A női ivarsejtek (petesejtek) a hüvelyen (*vagina*) keresztül, míg a hím ivarsejtek a páros szerven (*penis*) keresztül jutnak az ivarpitvarba (*atrium genitale*). A vékony ostorban (*flagellum*) végződő *penis* visszahúzó izma a *musculus retractor penis*. Emellett egy páros kesztyűujj alakú nyálkamirigy (*glandula mucosa*) is megfigyelhetünk, illetve egy ún. szerelemnyíl tokot (*bursa hastae amoris*), amelyben egy meszes túszerű képlet a szerelem nyila (*hasta amoris*) található. Ezt a nyilat az állat a pározótárs bőrébe fúrja, amely beindítja a pározó viselkedést. A pározás, más hímnős állatokhoz hasonlóan kölcsönös megtermékenyítés (*reciprok fertilizáció*), a partnertől kapott hímvarsejtek az ondótartályban (*receptaculum seminisben*) tárolódnak (45. ábra). Az ivarsejtek az ivarpitvarban egyesülnek és petecsomóban burkolva (*kokon*) a talajba rakja le az állat.

Idegrendszerük garatideggyűrűs hasdúcclánc. Fő részei a garat körüli ideggyűrű (*circumpharyngealis connectivum*), az agydúc (*ggl. cerebrale*), a garat alatti dúc (*ggl. subpharyngeale*) és a hasdúcclánc. A garat alatti dúc külsőleg egységes dúc benyomását keltik, de ez tulajdonképpen több kisebb dúc együttese. Ezek a következők: lábdúc (*ganglion pedale*); zsigerdúc (*ganglion viscerale*); köpenydúc (*ganglion pleurale*); fali dúc (*ganglion parietale*).

A szem az *ommatophorok* csúcán található a hám eredetű hólyagszem, mely fénytörő közegeket (szaruhártya, lencse, üvegtest) is tartalmaz. Az állatok helyzetérző szerve a lábdúcok közelében található *statocysta*. Az *ommatophorok* és *rhinophorok* tövében *chemo-* és *mechanoreceptorok* nyúlványait illetve több idegsejtet lehet megfigyelni (*tentacularis* érzékszervi komplexum).



45. ábra: Az éti csiga (*Helix pomatia*) belső szervei.

5.8. Phylum: Ízeltlábúak (*Arthropoda*)

Az állatvilág fajokban leggazdagabb, legnépesebb csoportja. A törzsbe tartozó állatok testfelépítése, életmódja, viselkedése, ökológiai jellemzői rendkívül változatosak, azonban számos közös tulajdonságot figyelhetünk meg bennük. Az ízeltlábúak teste szelvényezett. Önálló izomzatú, ízelt lábaik (*arthropodia*) vannak. Lábizeik száma csoportonként változó lehet. Az ízelt láb szájszervvé, páرزószervvé vagy akár légzőszervvé is módosulhat a különböző csoportokban. Testüket kitines *kutikula* borítja, melyet időszakosan, hormonálisan szabályozott módon levedlenek. Fejükön pontszemek és összetett szemek jelennek meg, felépítésük a korábban tárgyalt szemtípusoknál jóval bonyolultabb. Idegrendszerük koncentrálódo garatideggyűrűs hasdúclánc. Kiválasztószervük metanephridium szerű, vagy a bélesatorna vakbél szerű függelékéiként (*Malpighi-edények*) jelenik meg. Keringési rendszerük nyílt, általában egyszerű felépítésű, testüregük kevert testüreg (*myxocoeloma/haemocoeloma*), testükben vércsírok (*haemolympha*) kering. Általában váltivarúak és közvetett fejlődésűek, melynek módja az adott csoportra jellemző. Fejlett neuroendokrin rendszerrel rendelkeznek, ami elsősorban az egyedfejlődést (a vedlést), a vízháztartást, az ivari működést és az anyagcserét szabályozza.

Az itt felsorolt jellegzetességek nem külön-külön, hanem együtt vannak jelen egy adott állatban, ezért ezek a jellegek együttesen teszik az ízeltlábúakat egy másokkal össze nem téveszthető csoporttá.

Subphylum: Csápos ízeltlábúak (*Antennata*)

Classis: Felsőbbrendű rákok (*Malacostraca*)

Ordo: Tíz lábú rákok (*Decapoda*)

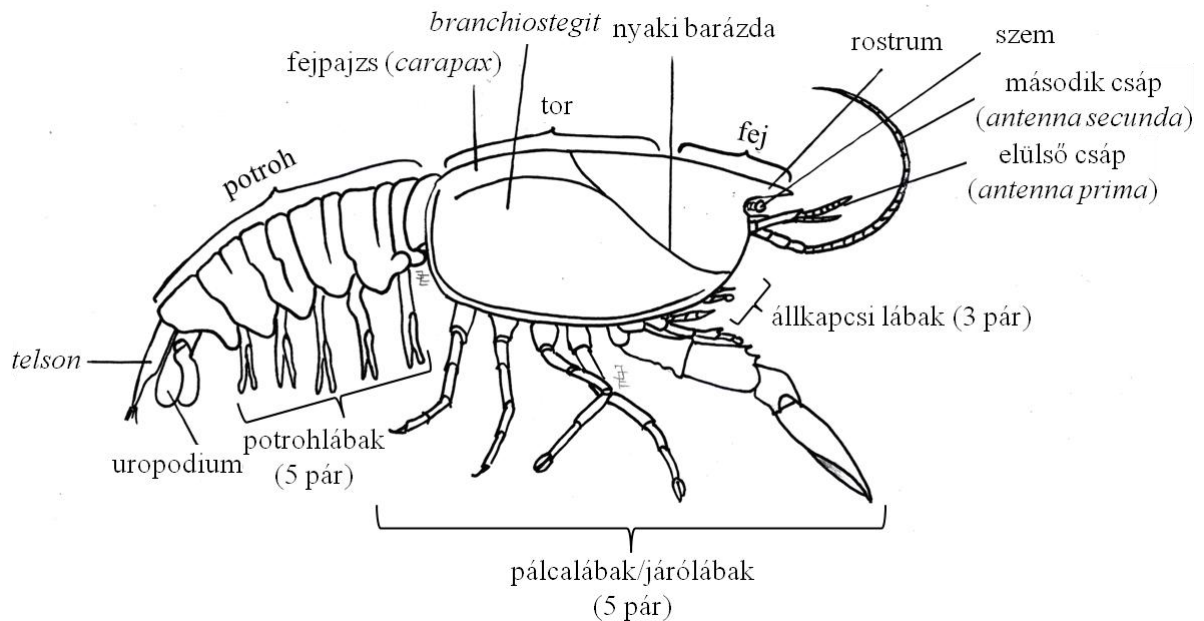
A rákok elsődlegesen vízi életmódú állatok, csak néhány csoportjuk alkalmazkodott a szárazföldi életmódhoz. Rendkívül változatos méretű és felépítésű fajok tartoznak ide. Vannak közöttük lágy testű pár mm-es, de akár méteres nagyságú, vastag páncéllal rendelkező fajok is. A testüket alkotó szelvények száma csoportonként változó. A rákok teste 3 részre tagolódik: fejre (*caput*), torra (*thorax*) és potrohra (*abdomen*). Mindhárom testrész viselhet lábakat. A fej 6 szelvényből nőtt össze, melyen szemet és 5 pár módosult végtagot viselnek, ezek a 2 pár csáp, a rágó valamint az első és második álkapocs. Kiválasztószervük módosult vesécske típusú (csápmirigy vagy állkapcsi mirigy). Gazdasági és ökológia szempontból jelentősek. A kisebb méretű rákfajok főleg halak táplálékát képezik, emellett pedig szerves hulladéktól és baktériumoktól tisztítják meg a vizet. Az óceánok anyagforgalmában igen fontos szerepet töltenek be a fitoplankton fogyasztó rákok, melyek sok hal és más állatok (pl. fókák) táplálékát jelentik.

Óceánok szinte minden mélységeiben, édesvizekben, sőt szárazföldön is megtalálható csoport. A felsőbbrendű rákok testszelvényei állandók, potrohukon lábakat hordoznak, de egyéb potroh függelékük nincsenek. Testüket kitinből és mészből álló páncél borítja. Testük két részre osztható: fejtorra (*cephalothorax*) és potrohra (*abdomen*). Kiválasztószervük a legtöbb esetben az ún. csápmirigy. A ma ismert rákfajok legnagyobb hányada (kb. kétharmada) ebbe a csoportba tartozik.

Species: Kecskerák (*Astacus leptodactylus*)

A felsőbbrendű rákok legnagyobb csoportját a tízlábú rákok rendje (*Decapoda*) képezi, ahová a példafajunk, a kecskerák (*Astacus leptodactylus*) is tartozik. Ez a faj a folyami rákok (*Astacus spp.*) csoportjának tagja. Az *Astacus* nembe tartozó fajok közül három őshonos faj fordul elő hazánkban: a folyami rák (*A. astacus*), a kövi rák (*A. torrentium*), és a leggyakoribb a kecskerák (*A. leptodactylus*). A felsorolt fajok általában Magyarország álló- és folyó vizeiben élnek. Éjjeli életmódú állatok, nappal többnyire kövek alatt, növények között elbújva tartózkodnak, de borult időben nappal is aktívak. Apró állatokkal, elhullott szerves anyagokkal (dögökkel) táplálkoznak.

A testfelépítésük jellegzetes, jellemzően két fő testtájra tagolódnak. Az egységes páncéllal borított elülső részt **fejtornak** (*cephalothorax*), az ezt követő hátulsó részt pedig **potrohnak** (*abdomen*) nevezzük (46. ábra).

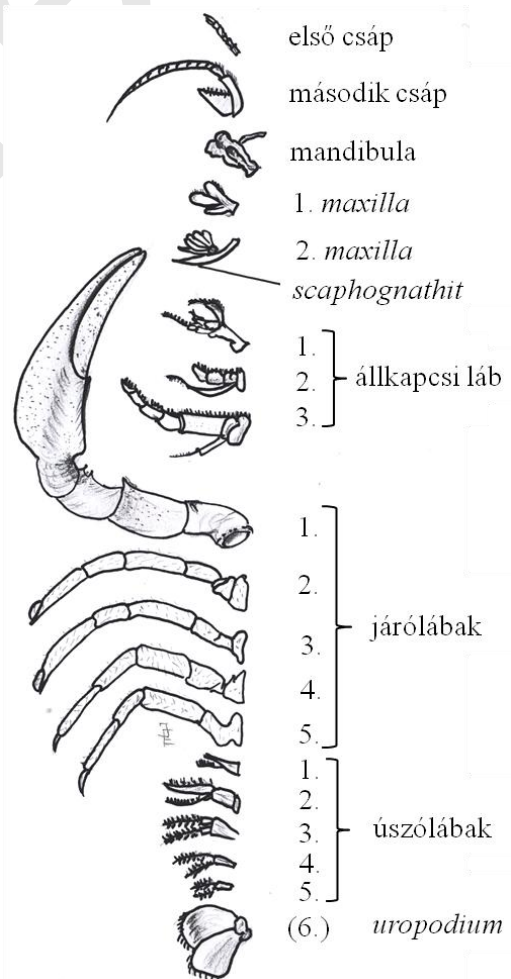


46. ábra: Egy *Astacus*-faj külső morfológiája

A fejtör az elülső fejleány (*acron*), továbbá a feji rész (*caput*) hat szelvényének, és a tori rész (*thorax*) nyolc szelvényének összeolvadásából alakult ki. A test fejtöri részét egy ún. fejtörpajzs (*carapax*) borítja, amelyen ún. nyaki barázdat figyelhetünk meg (46. ábra). Ez kívülről jelzi a fej és a tor határát. A fejtörpajzs elülső részén egy hegyes nyúlvány van, amelyet csőrnyúlváynak (*rostrum*) nevezünk (46. ábra). Ennek hátsó része alá ékelődnek a szemek, melyek védekezéskor behúzódnak. A fejtör oldalsó részén található lemez a kopolyúfedő (*branchiostegit*), mely védelmezi és mindkét oldalon jól beborítja a tor oldallemezei és a *branchiostegit* között található kopolyúüreget.

A potrohnak (*abdomen*) hat szelvényből áll, melyek lábakat viselnek (potrohlábak). A potrohszelvények után egy lapátszerűen kiszélesedett, végtagokat nem viselő faroknyúlvány (*telson*) található (46. ábra). Összegezve tehát a kecskerák teste összesen 20 szelvényből épül fel (6 feji-, 8 tori-, és 6 potrohszelvényből), amely a tízlábú rákokra általánosságban jellemző. Az *acront* és a *telson* egyedfejlődésileg nem tekintik valódi szelvénynek⁹, végtagokat sem hordoznak.

A tízlábú rákok esetében a láboknak két csoportját szokták elkülöníteni. Az ősi forma kétágú ún. **hasadt láb** (*schizopodium*), melynek törése/tőize



47. ábra: Egy *Astacus*-faj bal testének izolált végtagjai.

⁹ Egyes szerzők a *telson*t hetedik potrohszelvényként értelmezik, így 21 szelvényt számolnak összesen.

(*protopodit*), valamint külső (*exopodit*) és belső (*endopodit*) ága van. A tőizen kopoltyúkat figyelhetünk meg. A hasadt lábból vezethető le a **pálc láb/járóláb** (*pereiopodium*), amely az exopodit elcsökevényesedésével alakul ki. Az *Astacus*-fajokra általánosságban jellemző, hogy valamennyi testtáján található ízelt lábak (47. ábra). A fejen módosult végtagokat figyelhetünk meg, melyek sorrendben a következők: egy pár rövid csáp/kis csáp/elülső csáp (*antenna prima*), egy pár hosszabb csáp/második csáp, (*antenna secunda*), egy pár rágó (*mandibula*), egy pár első állkapocs (*maxilla prima*) és egy pár második állkapocs (*maxilla secunda*). A második állkapocs kinövekményeként megfigyelhető képletet *scaphognathinak* nevezzük (47. ábra), amely folyamatos mozgásával oxigéndús vizet áramoltat a kopoltyúkhöz és így biztosítja a kopoltyúüreg vizének áramlását.

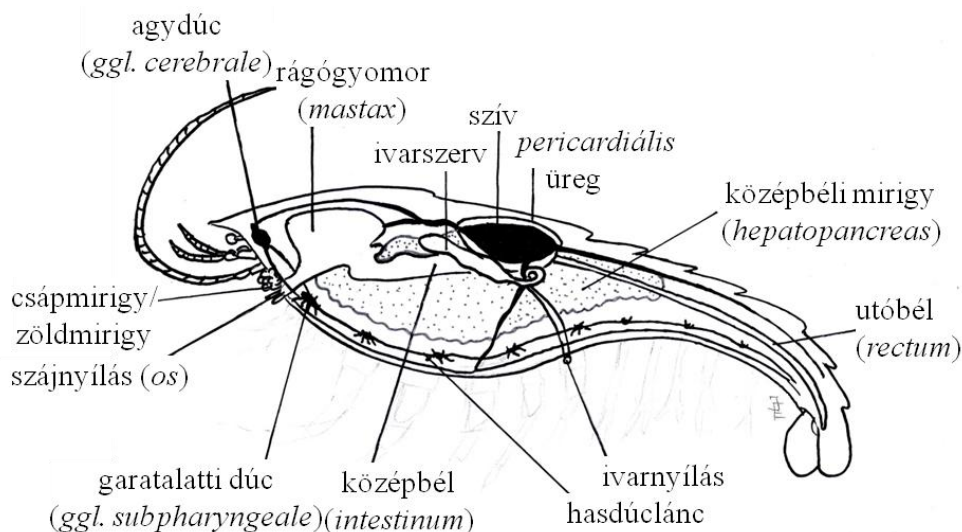
A tor első három szelvényén három pár hasadt lábat találunk, melyeket állkapcsi lábaknak nevezünk. Ezeket követi az öt pár pálc láb (járóláb). Ezek közül az első három pár ollóláb (*chelipes*), melyek közül az első pár láb ollói igen fejlettek. Az állat ezt az első lábát fogó és támadó eszközként használja, így a táplálkozásban és a védekezésben is fontos szerepe van. A második és harmadik láb kicsi ollókat visel.

A potrohon hat pár hasadt láb található, melyek funkciójuknak megfelelően módosultak. A hím egyedeken az első és második pár potrohláb párzószerűként funkcionál, míg a többi **úszóláb** (*pleopodium*). A nőstények első pár potrohlába csökevényes, a többi pedig szaporodási időszakban a megtermékenyített peték és embriók hordozásában vesz részt. A hatodik szelvényen ún. *uropodiumot* figyelhetünk meg, amely mindkét ivarnál lemezszerűen kiszélesedik és a *telsonnal* együtt kormányozó, evező funkciót tölt be.

A rákok **kültakarója** külső vázként (*exoskeleton*) funkcionál. Ez a testfelületen egy merev, vastag páncélt alkot, bár a potroh területén a szelvényhatároknál elvékonyodik és puhább. A váz 40%-át szerves anyag alkotja (fehérje és kitin). Ebbe a vázba kalcium- és magnézium-karbonát rakódik be, ami keményé és ellenállóbbá teszi a külső vázat. A külső vázhoz belülről tapadnak a hosszanti lefutású törzsizmok és a végtagizmok.

A kecskerák **táplálkozásában** (mint általában a tízlábú rákoknál) az ollólábak segítenek, melyek megragadják a zsákmányt. Ebben az állkapcsi lábak és a rágó is közreműködnek, melyeken ízérző kemoreceptorok vannak. A rágók harapófogószerűen tépnek le egy-egy darabot a zsákmányból és továbbítják a szájnyílás felé. Az előbél a szájnyílással (*os*) kezdődik, amely a nyelöcsőben (*oesophagus*) folytatódik. Ez a tág, összetett gyomorba (*ventriculus/gaster*) fut, amely két részből áll. A gyomor elülső része az ún. rágógyomor (*mastax*), ami a táplálék aprításáért felelős (48. ábra). Ezt külső vázról eredő izmok működtetik, és perisztaltikus mozgás segítségével továbbítják a megaprított táplálékot a gyomor hátulsó részébe. Ezt a hátulsó gyomorrészt emésztő gyomornak (*pyloricus gyomor*) nevezzük, ami az emésztést végzi. A táplálék a középbéli mirigy által termelt, emésztő enzimeket tartalmazó, barnás folyadékkal keveredik össze. Ez a folyadék a középbél kezdeti szakaszából ún. antiperisztaltikával kerül ide. Mivel az *Astacus*-fajok mindenevők, ezért emésztőenzimük összetétele is ennek megfelelő. Az emésztő gyomorból a táplálék a középbélbe (*intestinum*), majd az utóbélbe (*rectum*) kerül. A középbél két oldalán a középbéli mirigy (*hepatopancreas*) figyelhető meg (48. ábra), amely egy szürkés-sárga, apró csövecskékből álló, páros szerv. Nevét onnan kapta, hogy egyesíti magában a gerincesek májának (*hepar*) és hasnyálmirigyének (*pancreas*) funkcióit. Részben sejten kívüli (*extracelluláris*), részben sejten belüli (*intracelluláris*) emésztéssel bontja le a táplálékot, zsírbontó és fehérjebontó enzimek valamint emulgeátor (szétoszlató) funkciójú anyagok (pl. epesavak) segítségével, illetve felszívja és átalakítja a hasznos alkotóelemeket, melyek egy részét képes tárolni is. A *hepatopancreasban* raktározott tápanyagkészlet segítheti a rák túlélését tápanyagszegény körülmények között, vagy például amikor a vedlés történik és az állat nem táplálkozik. Ez a középbéli függelék mindezek mellett fontos méregtelenítő szerv is, a szervezetbe került nemkívánatos anyagokat átalakítja, ezáltal ártalmatlanítja, majd a bélbe juttatva kiválasztja, ahonnan azok az ürülékkel távozni tudnak. Az utóbél (*rectum*) egy egyenes lefutású cső, amely az ürülék kialakításában játszik szerepet

(belsőképzés). A végbélnyílás (*anus*) a faroklebeny (*telson*) hasi (*ventralis*) oldalán található és aktívan nyitható-zárható.



48. ábra: Egy *Astacus*-faj belső anatómiája.

A kecskerák légzőszervei ún. bojtos kopoltyúk (*branchia*), melyek elsősorban a testfal és a *branchiostegit* közötti üregben helyezkednek el (*pleurobranchia*). Ide az oxigéndús víz a hasi oldalon jut be, majd az oxigén felvétele után a nyaki barázda elülső végénél található légrésen távozik. A víz áramlását a *scaphognathit* biztosítja, melynek csapkodási frekvenciája az O₂ és CO₂ koncentrációtól függ. Mivel az *Astacus*-fajok oxigénigénye igen nagy, azok az állatok, amelyeknél ez a kinövés letörik, és csak lassan tud cserélődni a víz a kopoltyúüregben, hamar elpusztulnak. Kopoltyúk nemcsak a testfal melletti kopoltyúüregben, hanem a lábak tövében (*podobranchia*), valamint a láb ízeinek kapcsolódásánál (*arthropobranchia*) is lehetnek. Miközben a testfolyadék (*haemolympha*) áthalad a kopoltyúkon a vékony légzőhámton megtörténik a gázcsere. A kopoltyúkból *efferens* szinuszok indulnak ki, melyek elszállítják az oxigéndús vért a test többi részébe, míg az *afferens* szinuszok visszavezetik az elhasznált vért a kopoltyúkhöz, hogy megtörténhessen a gázcsere.

A kecskerák kiválasztószerve a második pár csáp tövében található módosult *metanephridium* (48. ábra), melyet *csápmirigynek*, vagy a színe alapján *zöldmirigynek* is neveznek. A csápmirigy üregrendszere a véghólyaggal (*sacculus*) kezdődik, amely egy zöld testben (*labyrinthus*) folytatódik. Ezen részek falában dús kapilláris hálózat van, melynek segítségével bizonyos anyagok közvetlenül a vérbe szívódhatnak vissza, majd a nem kívánatos anyagok vizelet formájában kiürülhetnek a *labyrinthus* mellett található kanyargós *nephridiális csövön* át, mely a húgyhólyagban folytatódik. A kiválasztópórus (*nephridioporus*) a csáp tövében, a hasi (*ventralis*) oldalon nyílik.

A kecskerák váltivarú állat és megfigyelhető náluk az ivari dimorfizmus. A hímek fejtora szélesebb, mint a potroh, míg a nőstényekben ez a két testtáj közel egyforma széles. A hímekben az első két pár potrohláb jól látható, a nőstényekben viszont ezek csökevényesek. Ivarszerveik a szív alatt a bélcső fölött helyezkednek el. A női ivarrendszer a páros petefészkekkel (*ovarium*) kezdődik, mely élénk narancssárga színezetű. Ebből indulnak ki az izmos falú petevezetők (*oviductus*). Ezek a 3. pár láb töízénél nyílnak a szabadba. A hím ivarrendszer kezdeti része a sárgásfehér színű, háromlebenyű (egy páros és egy páratlan részből álló) here (*testis* tsz. *testes*). Ebből két oldalt ered a páros, fehér színű *ductus/vas efferens*, amely átmenetet képez a *ductus/vas deferens*hez. Ez utóbbi vezet az ondóhólyaghoz (*vesicula seminalis*), amely ondókilövellő csőben (*ductus ejaculatorius*) folytatódik. A hím ivarníylás az 5. pár járóláb töízénél található. Az *Astacus*-fajok mindig összel párosodnak, előtte a nőstény mindig levedlik. A hím állatok a *ductus deferens* váladékával bevont hímivarsejt adagokat, ún. *spermatophorákat* képeznek, és az első és második potrohlábak

segítségével a nőstény ivarnyílásának közelébe tapasztják. A nőstény a potrohát a tor alá hajtva a petevezetéke váladékával feloldja a *spermatophorát* és megkezdí a petéinek lerakását, melyet a *spermatophorából* kiáramló spermiumok fognak megtermékenyíteni. Az anyaállat a megtermékenyített petéit kora tavaszig hordozza a potrohlábain, melyek mozgásával megfelelő oxigénellátottságot biztosít az embrióknak. A frissen kikelt rákok szelvényyszáma teljes, testfelépítésük gyakorlatilag azonos az ivarérett példányokéval. Lárvaalak közbeiktatása nélkül (*epimorfózissal*) fejlődnek. A kis rákok csak kikelésük után hagyják el az anyjuk potrohlábat, életük ezután növekedési és vedlési periódusok sokaságából áll. Egyes *Astacus*-fajok akár 20 évet is élhetnek, testméretük a kor előrehaladtával folyamatosan nő.

A rákok keringési rendszere nyílt. Központja a hatszögletű szív (*cor*), mely a fejtorban, közvetlenül a hátlemez alatt, a testüreg egy speciális elkülönült terében a *pericardiális* üregben (*sinus pericardialis*) helyezkedik el (48. ábra). A szív csupán egy kétrétegű falú kamrából áll. A szív ritmusos pulzálását a vegetatív idegrendszer szabályozza. A szív a *sinus pericardiálisból* három pár nyíláson (*ostium*) át szívja be a friss, oxigénben dús *haemolymphát*, majd összehúzódásával az artériákba (szervek felé vezető erek) löki. A fej irányába haladó artériák: a középbéli mirigyhez futó artéria (*a. hepatopancreatica*), a szemekhez futó artéria (*a. ophthalmica*), és a csápokhoz futó artéria (*a. antennata*). A testben hátrafelé futó artériák a hasi oldalon futó artériák (*a. abdominalis*, *a. sternalis*). Ezekből az erekből a szervek közötti terekbe (*lacuna*) kerül a testfolyadék, majd ezt követően az elhasználdott vérnyirok a tori ún. *sinus lateralis*on keresztül a kopolyúkhöz jut, ahol ismét telítődik oxigénnel és a *sinus pericardialis*on keresztülhaladva a keringési folyamat kezdődik előlről. A hemolimfa tápanyagokat, bomlástermékeket, és légzési gázokat is szállít. A magasabb rendű rákok esetében (így a kecskeráknál is) *haemocyanin* nevű vérfesték található meg a testfolyadékban. Ez az anyag a vas (Fe) helyett a réz (Cu) segítségével tudja megkötni az oxigént, ezért az állat testfolyadéka kék színű.

A rákok idegrendszere garatideggyűrűs hasdúclánc. Az állat testméretéhez képest az agydúc (ggl. *cerebrale/cerebrum*) viszonylag kicsi. Az első három embrionális szelvényből olvadt össze, ezért 3 részét különítjük el: *proto-*, *deutero-*, és *tritocerebrum*. Fő feladatuk a csápok és a szem beidegzése. A garat alatti dúc (ggl. *subpharyngeale*) a szájszervek szelvényeinek dúcpárjaiból olvadt össze, ezért fő feladata a szájszervek érző és mozgató beidegzése. A hasdúclánc *ganglionjai* tulajdonképpen az adott szelvényt idegzik be, melyek közül egyesek nagyfokú autonómiát mutatnak, vagyis munkájukat felsőbb idegi központok utasítása nélkül végzik (önállóan szabályoznak).

A rákok érzékelésében nagy szerepet töltenek be a test területein elszórtan található kitinszőrök, melyek *mechano- és kemoreceptorok*. Nagyobb tömegben a szájszerv környékén és az ivarnyílásoknál vannak jelen. Az első csáp tövében ún. **helyzetérző szervet** (*statocysta*) találunk, amelyek egy páros kitinsertékkal takart, háti oldalán (*dorsalis*an) nyitott gödrök. Belsejükben szilárd szemcsék (*statolith*) vannak, melyeket az állat maga vesz fel (általában homokszemcse, vagy kavics). Helyzetváltoztatás során a nehézségi erőnek köszönhetően a *statolithok* adott irányba elmozdulva ingerlik a gödör falában található érzékszőröket.

A szemnyelek végén összetett szemek (*oculus compositus*, tsz. *oculi compositi*) találhatóak, melyek jó képlátásra és valószínűsíthetően térlátásra is alkalmasak.

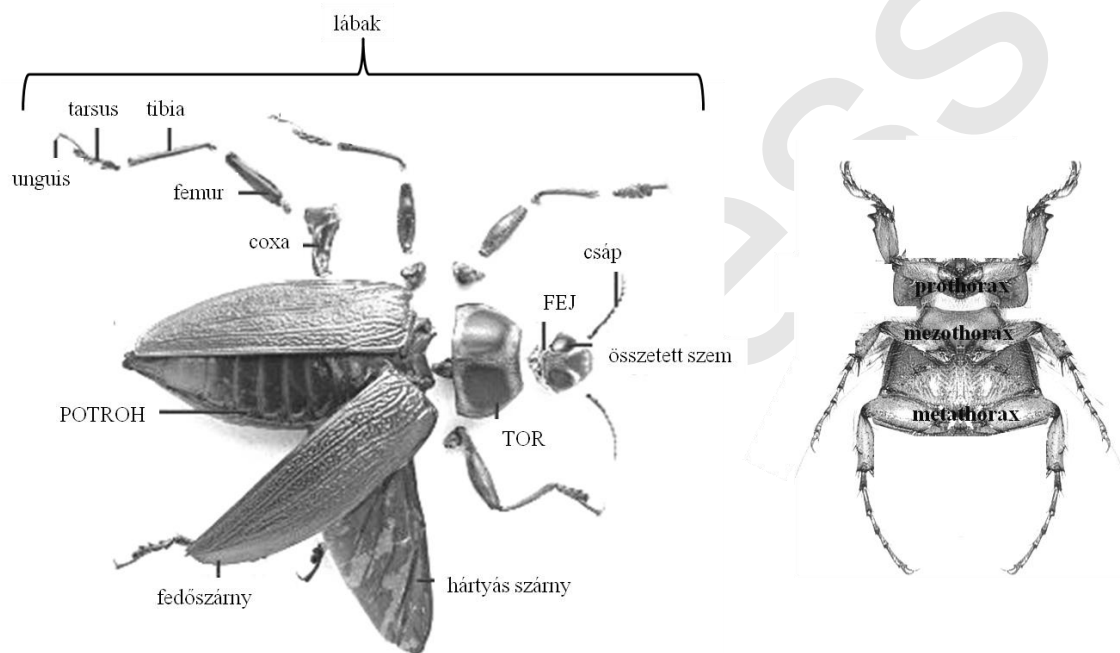
A neuroendokrin rendszer központi részének legismertebb szerve a *sinusmirigy*, amely egy tipikus *neurohaemalis* szerv (olyan idegi terület, amelyet sűrűn sinusok hálóznak be). A szervezet fiziológiai állapotának megfelelően itt különböző hormonok szabadulnak fel és a *hemolimfába* kerülnek. A mirigy főleg polipeptid természetű hormonokat termel, amelyek a vedlés szabályozásában töltenek be kulcsfontosságú szerepet (a vedlési hormonokról a korábbi fejezetben már volt szó).

Az állat a vedlés első szakaszában nyugodt helyre vonul, majd megkezdí a *hepatopancreasban* tárolt tápanyagok bontását, amellyel fedezi energiaszükségleteit (a vedlés időszakában az állat nem táplálkozik). Ebben a kezdeti időszakban a *kutikula* elkezdi elválni az alatta lévő hámrétegtől.

Ennek a kezdeti szakasznak a végén elkezdődik az új *kutikula* szintézise. A vedlés második szakaszában a rák levedli a régi *kutikuláját*. A frissen vedlett állat világos (fehères) színű és puha tapintású (teljesen védetlen, könnyen sebezhető). Sőt a mozgása is korlátozott ebben a periódusban, mert az izmainak eredési helye ekkor még nem szilárd. Ebben az időszakban nő a szervezet vízfelvétele, ekkor történik meg az állat növekedése. A vedlés végső szakaszában a *kutikula* megkeményedik és megsötétedik, a vízfelvétel csökken, a csápmirigy egyre több vizet választ ki. A leadott víz helyét ezt követően a rák belső szervei töltik ki.

Classis: Rovarak (*Insecta*)

Az állatvilág legváltozatosabb, igen fajgazdag osztálya. A ma élő állatfajok közel 90%-a ebbe a csoportba tartozik. Elsődlegesen szárazföldi állatok, nagy többségük a trópusokon él, de sok faj fordul elő a mérsékelt égövekben, sőt még a sivatagokban és az arktikus területeken is. Méretük rendkívül változatos, a néhány tizedmilliméterestől akár 30 centiméteresig terjed. A rovarok szelvényezett teste 3 fő egységre tagolható: **fejre** (*cephalum/caput*), **torra** (*thorax*) és **potrohra** (*abdomen*) (49. ábra).



49 ábra: A rovartest tagolódása.

A szelvényszámok testtájanként eltérnek: a fejen 6 (3+3), a toron 3, a potrohon pedig 11-12 szelvény figyelhető meg. Fejükön egy pár csápot (*antenna*) találunk. Szájszervük rágó szájszerv, ami egy pár rágóból (*mandibula*) és két pár állkapocsból (*maxilla*) áll. A második pár állkapocs közepén összenőve alkotja az alsó ajkat (*labium*). A torhoz 3 pár ízelt láb (*arthropodia*) és két pár szárny kapcsolódik. A potrohon járólábak nincsenek.

Kültakarójuk egyrétegű hám, amely vastag kitin tartalmú *cuticulát* képez. Ez alkotja az állatok külső vázát (*exoskeleton*) és egyben a mozgás passzív szerve is. Izomzatuk kiegyénült izmokból áll, amely nyálábokat ínsejtek rögzítik a külső vázhoz.

A rovarok légzése légcsövekkel (*trachea*) történik. Ezek a felszínen nyíló légzőnyílásokból (*stigma*) indulnak ki, majd a testben gazdagon elágaznak. Viszonylag fejletlen nyílt keringési rendszerük van. Mivel a gerincesek differenciáltabb keringési rendszereivel ellentétben a rovaroknál nem különül el a vér és a szövetközi folyadék (nyirok) keringése, az egységes folyadéktérben vérnyirok (*haemolympha*) kering, melynek színe általában sárgás (kivéve a haemoglobin tartalmú fajoknál).

A rovarok kiválasztó szervei a **Malpighi-edények** (*vasa Malpighii*), melyek a közép és utóbél határán eredő, vakon végződő, változó számú csőszerű képződmények. Számuk rovarfajonként változhat (4-2000).

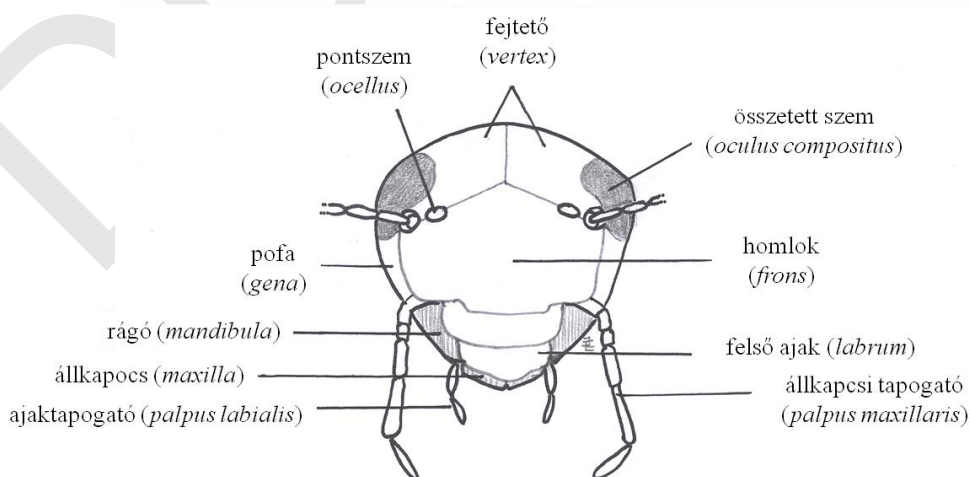
A rovarok váltivarú állatok, az ivari dimorfizmus legtöbbször szembetűnő. Egyedfejlődésük közvetett, lárvaalak közbeiktatásával történik. A petéből kialakult lárvák gyakran nagyon különböznek a kifejlett ivarérett alaktól (*imágó*).

Idegrendszerük fejlett, központi részét az agy (*cerebrum*) és a garat alatti dúccal kezdődő hasdúclánc alkotja. Az agy hármas tagolódású, *proto-*, *deutero-*, és *tritocerebrum* különíthető el. Mindegyik részt három dúcpár alkotja, a *protocerebrum* a szemeket, a *deuterpocerebrum* a csápokat, a *tritocerebrum* pedig a szájszerveket idegzi be. *Neuroendokrin* rendszerük a gerinctelen csoportok közül mind felépítésében, mind pedig működésében a legfejlettebb.

Species: Májusi cserebogár (*Melolontha melolontha*)

A májusi cserebogár (*Melolontha melolontha*) Magyarországon (sőt az egész Kárpát-medencében) gyakori faj, elsősorban erdőszéleken és gyümölcsösökben fordul elő. Az imágók már őszre kifejlődnek, talajban telelnek át, majd tavasszal jönnek elő és táplálkozás után párosodnak. Fontos, hogy a táplálkozás megelőzze a párzást, mert táplálék szükséges számukra ahhoz, hogy az ivarsejtek beérjenek (érés táplálkozás). Teljes átalakulással fejlődik, lárváik (pajor) a talajban élnek, fiatal korukban főleg humusszal idősebb korukban gyökerekkel táplálkoznak. Általában három, hűvösebb vidékeken négy évig fejlődik. Az imágó fák leveleit (főleg tölgyet) fogyasztanak, ezért nagy erdészeti károkat okozhatnak.

Az állat testét kitines külső váz (*exoskeleton*) borítja, melyet időszakosan, hormonálisan szabályozott módon levedlenek. A *kutikula* nem élő alkotórész, az alatta lévő egyrétegű hengerhámsejtekből álló epidermisz termeli. A *kutikulának* két fő részét különítjük el, a külső *epikutikulát* és az alatta található *prokutikulát*. A vékony *epikutikulán* viaszréteg van, amely vízzáróvá teszi azt, és megakadályozza a fokozott vízvesztést. Emellett még védi is az állatot a legtöbb kórokozó bejutása ellen. A *prokutikula* lényegesen vastagabb, így ez alkotja a kültakaró nagyobb tömegét. A külső váz a védelmen kívül még a mozgás passzív szerveként is funkcionál. Az izomzat a külső vázhoz belülről, ún. ínsejtekkel tapad. Az izmok között elkülönítünk hát-hasi lefutású (*dorsoventralis*), illetve hosszanti (*longitudinalis*) izmokat. Az izmok nagy mennyiségben a tori területen vannak jelen, mert a mozgás kivitelezése ezen a területen történik (szárnyak és a lábak mozgatása).



50. ábra: A fejtök részei.

A fej eredetileg 6 szelvény összeolvadásából alakult ki, melynek vázelemei egységes tokszerű képletté nőttek össze. Ezt a képletet fejtoknak (*epicranium*) nevezzük. A fej háti-oldalsó (*dorsolateralis*) területén két **összetett szemet** (*occulus compositus*) találunk. Az összetett szem

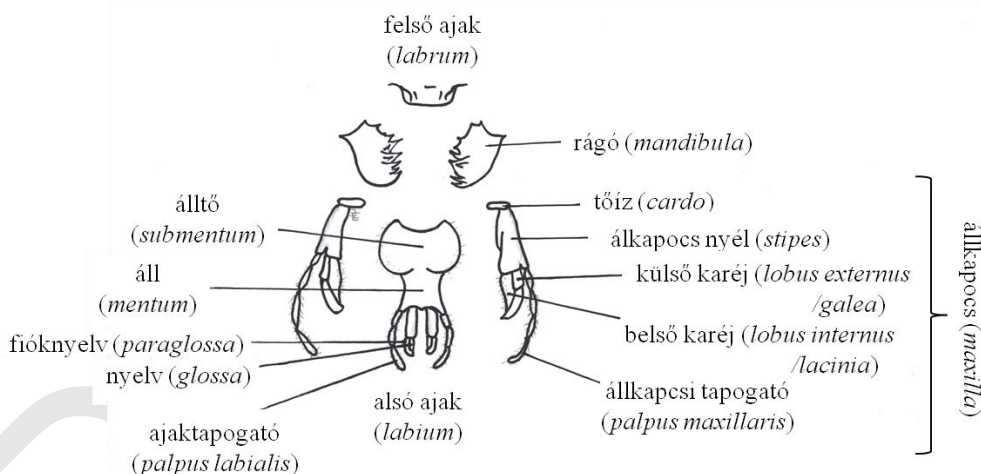
kicsi, háromszögletes rendeződött egységekből (*ommatidiumok*) áll, melyek száma változó lehet a különböző rovarcsoportokban. Ez a típusú szem már képlátásra alkalmas, időbeli és térbeli felbontóképessége nagyon jó. A szemek vonala között figyelhető meg a homlok (*frons*), mely fölött a fejtető (*vertex*), oldalsó szomszédságában pedig a pofák (*genae*) találhatóak (50. ábra). A fejtető és a homlok határánál 3 pár pontszemet (*ocellus*) figyelhetünk meg, melyek csak fény- és árnyéklátásra alkalmasak (iránylátás).

A fejen az első pár végtageredetű függelék a csáp (*antenna*), amely a cserebogarak esetében ún. **lemezes csáp**. A csáp ízesülése mozgékony, lemezei egymástól elkülönültek, legyezőszerűen szétnyithatók. Bennük vérnyirok (*haemolympha*) kering, és dús ideghálózattal rendelkeznek. A csápok elsődleges szerepe az érzékelés: kemoreceptoraival a táplálék beazonosítása valamint a feromonok észlelése történik, továbbá a levegő mozgását és hőmérsékletét is érzékelni képes.

További végtageredetű függelékek a szájszervek, ami a cserebogarak esetében **rágó szájszerv**. Ez a típus az ősi, vagyis minden más szájszervtípus ebből vezethető le. A rágó szájszerv a szilárd táplálék felaprítására alkalmas a belső szélén található erős kitinfogainak segítségével. A szájszerv fő részei (51. ábra):

- felső ajak (*labrum*) (ez nem végtag eredetű rész)
- rágó (*mandibula*)
- állkapocs (*maxilla*)
- alsó ajak (*labium*)

Ezekhez a részekhez különböző függelék kapcsolódik (51. ábra), melyek segítik a táplálkozást (táplálék felvételét, aprítását, szájnyíláshoz juttatását).



51. ábra: A rágó szájszerv felépítése.

A tor három embrionális szelvény alkotja, így előtort (*prothorax*), középtort (*mezothorax*) és utótort (*metathorax*) különíthetünk el (49. ábra). A tor minden oldala lemezekkel határolt: két oldal (*pleurit*), egy háti (*tergit*) és egy hasi (*sternit*) lemezt különítünk el. Az oldal és a háti lemez határán erednek a szárnyak (*ala*), a hasi és oldallemezek találkozásánál pedig a lábak (*arthropodia*).

A lábak meghatározott ízektől állnak. A torhoz közvetlenül a csípő (*coxa*) ízesül, ezt a tompor (*trochanter*) követi, mely a láb legkisebb íze. Ide kapcsolódik a comb (*femur*) majd a lábszár (*tibia*). Ez oldalirányban nagyon nagy szögben mozogtató és erősen szőrözött. A lábfej (*tarsus*) 5 ízűből áll, utolsó darabján kisméretű, páros karom (*unguis*) található.

A szárnyak közül az első párat kemény szárnyak, vagy fedőszárnyak (*elythrum*) nevezzük. Nyugalmi állapotban védi a hártvány szárnyat, repülés közben pedig a manőverezésben segíthet. Mögötte található az egy pár hártvány szárny (*ala*), amely nyugalmi állapotban a fedőszárny alá van

behajtogatva. A hártvás szárnyakban futó tracheákból jellegzetes erezet (*nervatura*) alakul ki. Ez bizonyos nagyobb bogárcsoportoknál fajra jellemző, rendszertani szempontból fontos bélyeg.

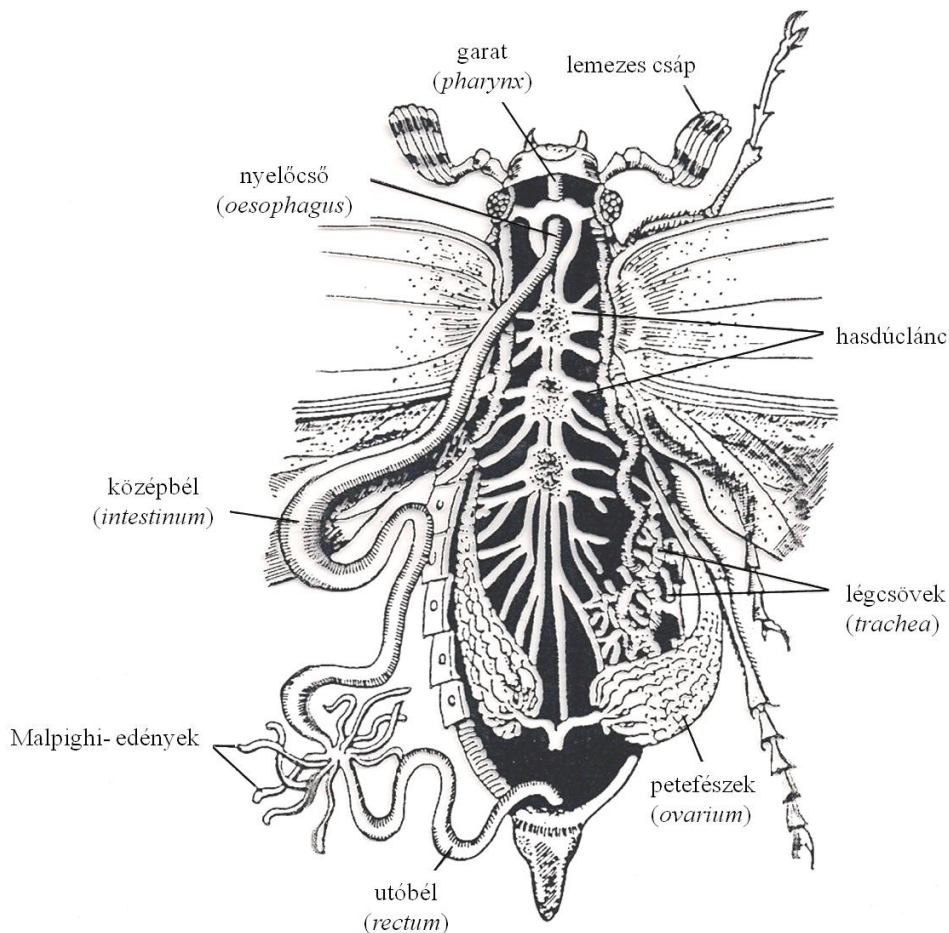
A potroh a cserebogarak esetében 12 mozgékonyan ízesülő szelvényből áll, ezekhez lábak nem csatlakoznak. A potrohban ivarszervek, mirigyek és a tápcsatorna található. A 12. szelvényt *anális* szelvénynek nevezzük, amely faji elkülönítő bélyeg (formája, színe, nagysága). A potroh oldalán található a légzőnyílások, melyek tulajdonképpen a *trachearendszer* bejáratai.

A májusi cserebogár növényevő (*herbivor*) állat, imágója lombfogyasztó. Tápcsatornája ennek a tápláléknak a megemésztésére alkalmazkodott. A táplálék felaprítását és szájníyláshoz (*os*) juttatását a rágó szájszerv végzi. Majd a felaprított táplálék a garaton (*pharynx*) át a nyelőcsőbe (*oesophagus*), onnan pedig a gyomorba (*gaster/ventriculus*) jut. Itt rágófogakat találunk, amely segíti a táplálék további aprítását. Ezt a szakaszt követi a középbél (*intestinum*), majd pedig az utóbél (*rectum*), ami a végbélníylással (*anus*) nyílik a külvilágba. A közép és utóbél határán erednek a vakon végződő, csőszerű képződmények az ún. Malpighi-edények (*vasa Malpighii*). Ezeknek a kiválasztásban van szerepük, működésükről ott esik szó.

A májusi cserebogár légzése légcsövekkel (*trachea*) történik, melyek a felszínen légzőnyílásokkal (*stigma*) nyílnak, majd a testben gazdagon elágaznak. Tracheatörzseket képezve, egyre vékonyabb ágakat (*tracheola*) alakítanak ki és minden szervhez és szövethöz eljutnak. A tracheolák légzsákokká szélesednek, melyek együttesen megakadályozzák a szennyeződések és a víz bejutását. A légcsövek belső falát *kutikula* borítja és spirális lefutású merevítő lécs (*taenidium*) erősíti. Ez biztosítja a tracheák alaktartását a légzés közben, így nem roppannak össze légzéskor. A tracheák a végső (*terminális*) sejtekben vakon végződnek, ahol a tényleges gázcseré történik. A rovar az izommozgása során, melyek egyben légzőmozgások is, általában passzív módon lélegzik. Külön légzőmozgás figyelhető meg azonban akkor, amikor a megszilárduló kuktikulájú rovar a szárnyait felpumpálja. A légzőnyílások (*stigma*) a hasi lemez (*sternit*) és az oldallemezek (*pleurit*) között helyezkednek el.

A keringési rendszer fejletlen, a vérsejtek egyike sem tartalmaz az oxigén megkötésére alkalmas fehérjét, így nem vesz részt a légzési gázok szállításában (a légzési gázok szállítását a *trachearendszer* végzi). A rovarok keringési rendszere nyílt, a hemolimfa szabadon (de szabályozottan) kering a testüregben. A vérnyirkot a háti (*dorsalis*), cső alakú szív tartja mozgásban. Ez a **csőszív** a potrohban szelvényesen ismétlődő egymásba kapcsolódó kamrák sorozatából áll, ami a keringés fenntartója. A csőszívet legyezőizmok mozgatják, amelyek tágítják és összehúzzák a csőszív üregét, így a vérnyirok ki-be tud áramolni. A hemolimfa állaga folyékony, benne szabadon úszó *haemocyta* sejtek találhatóak, melyek az ízeltlábúak immunrendszerében játszanak szerepet.

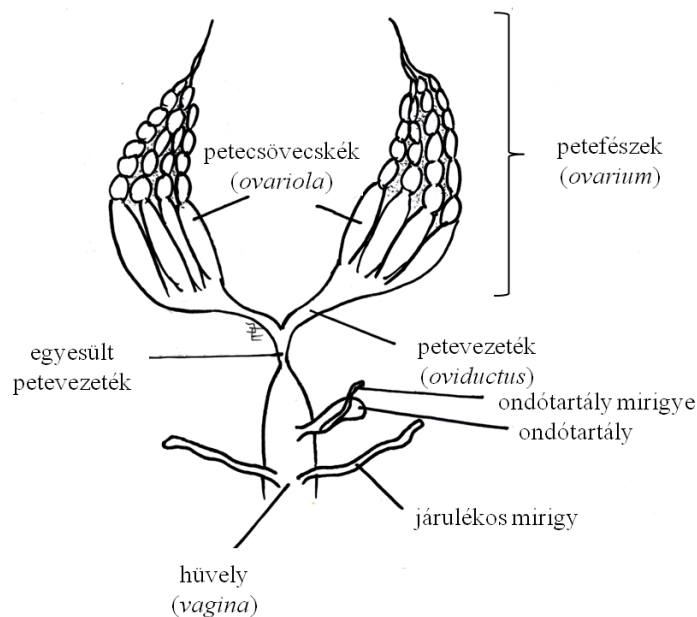
A cserebogár közép és utóbelének a határán ún. Malpighi-edények (*vasa Malpighii*) erednek, melyek az állat kiválasztószerveiként funkcionálnak. Ezek tulajdonképpen vakon végződő, változó számú csőszerű képződmények (52. ábra). A Malpighi-edények fala hártvavékony (csupán csak egyrétegű köbhám alkotja). A testüreg felőli oldalon kis izmocskák tapadnak rá, amik lassan, féregszerűen mozgatják a csövecskéket. Ez azért szükséges, mert a keringési rendszerben a testfolyadék áramlása nagyon lassú, így a Malpighi-edények mozgása is segíti a szűrletképzést. A Malpighi-edények a testüregbe kitöltő vérnyirokban (*haemolympha*) szabadon lebegnek. Az elsődleges (primer) szűrlet az edények távolabbi (*distalis*), vakon kezdődő végén keletkezik. A csövecskék tápcsatornához közelebbi (*proximalis*) szakaszán visszaszívódnak a szervezet számára még szükséges anyagok, például ionok, cukrok, aminosavak. Az így létrejövő másodlagos vizelet az utóbelbe (*rectum*) kerül, ahol annak akár teljes víztartalma visszaszívódhat.



52. ábra: A májusi cserebogár (*Melolontha melolontha*) belső anatómiája.

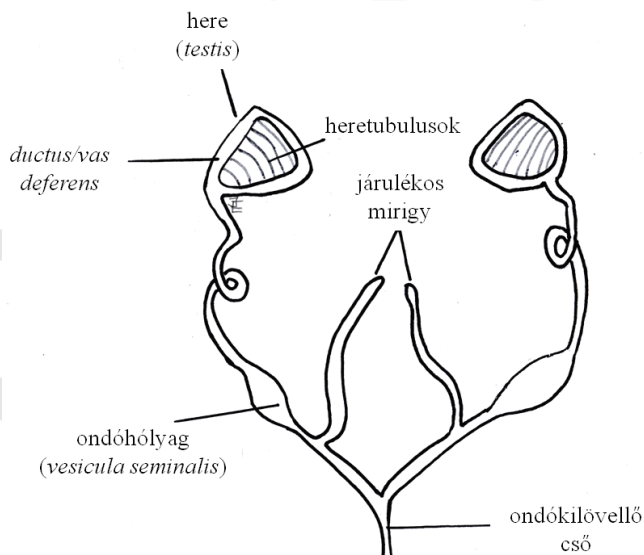
A májusi cserebogár váltivarú állat. Az egyes nemeket külsőleg is jól meg lehet különböztetni, vagyis az ivari dimorfizmus szembeűnő. A hím állatok csáplemezei jóval hosszabbak, mint a nőstényké és az utolsó potrohszelvényük is hegyesebb. A nőstény teste robusztusabb, mint a hímé.

A női ivarrendszer (53. ábra) a potroh testvéghez közelebbi, középen elhelyezkedő (*caudo-mediális*) részében található. A páros petefészek (*ovarium*) ún. petecsövecskékből (*ovariola*) áll, amelyekben a petesejtek (*ovum*) található. A petecsövecskék a potroh háti lemezéhez (*tergit*) végfonállal (*filum terminale*) kapcsolódnak. A petecsövecskék a petefészek alapján egyesülnek, innen indul ki a petevezeték (*oviductus*). A kétoldali *oviductusok* rövid lefutás után összetorkollanak és egy közös, hüvelynek (*vagina*) nevezett páratlan csőben folytatódnak. Ehhez járulékos mirigyek kapcsolódnak, melyeknek feladata a petetok falának a kialakítása. A hüvely két oldalán helyezkednek el a hozzá kapcsolódó ondótartályok (*receptaculum seminis*), amelyek a hímivarsejtek tárolására szolgálnak. Az ezekhez kapcsolódó mirigyek a hímivarsejtek táplálását végzik.



53. ábra: A rovarok női ivarrendszere.

A hím ivarrendszer (54. ábra) igen apró, gömb alakú, páros herékkel (*testis*) kezdődik, melyek a potroh háti lemezéhez (*tergit*) rögzülnek. A spermiumokat, melyek a *heretubulusok*ban termelődnek, az igen vékony átmérőjű ondóvezető (*ductus deferens*) juttatja az ondóhólyagba (*vesicula seminalis*), melyhez járulékos mirigy kapcsolódik. Az ondóhólyag a páratlan ondókilövellő csőben (*ductus ejaculatorius*) folytatódik és a kitines páرزószervhez (*penis*) vezet, ami rovarcsoportonként eltérő felépítésű és szerkezetű. A hím páرزószerv kemény, külső csőből (*penis*) és kitüreníthető belső zsákból (*endophallus*) áll.

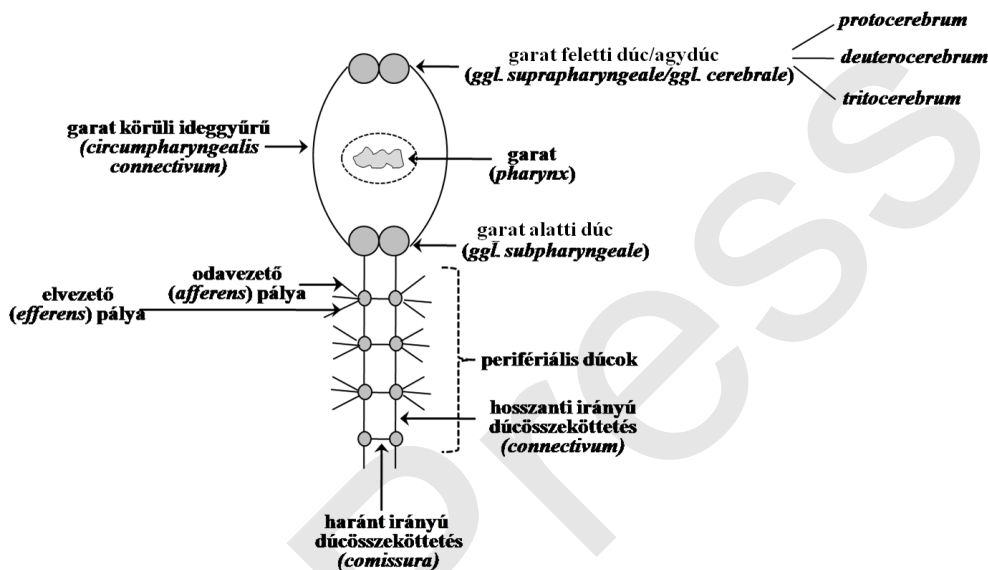


54. ábra: A rovarok hím ivarrendszere.

A cserebogár egyedfejlődése teljes átalakulás (*holometabolia*). Ebben a folyamatban a bogarak lárvája teljesen másképp néz ki, mint az imágó. A nőstény növényekkel sűrűn benőtt, árnyékos helyre petézik, a peték a talajnedvesség hatására duzzadnak meg és kezdenek fejlődni. A láva általában 2 évet tölt a talajban, bár ez a klíma függvényében változhat. Mivel külső víz akadályozza a növekedést időről időre vedleniük kell. A **vedlés** (*ecdysis*) hormonálisan szabályozott úton, a fejlődésük alatt többször végbemeget. Az egyes vedlések között eltelt időt *stádiumnak* nevezzük. A stádiumok alatt az állat teste folyamatosan növekszik, és amikor a

növekedés elér egy határértéket, akkor következik be a vedlés. A vedlés első szakaszában a hámsejtekben termelődő váladék hatására a régi *kutikula* alatt folyadékkal telt rés alakul ki. A folyadékban található enzimek a régi *kutikula* anyagait elkezdik bontani, illetve ezzel párhuzamosan elkezdik serkenteni az új *cuticula* szintézisét. A régi *kutikula* egy idő után megreped és az állat képes lesz kibújni a régi *cuticulájából*. Az új *kutikula* még puha, világos, fehéres színű, tágulékony, így ez lehetővé teszi az állat növekedését.

A rovarok idegrendszere garatideggyűrűs hasdúcclánc, mely agyra (*ganglion cerebrale/cerebrum*) és hasdúccláncra tagolódik. Az agy az első három feji szelvény összeolvadt dúcából jön létre és három részre tagolódik (*proto-, deuterocerebrum* és *tritocerebrum*). A garatideggyűrű a harmadik részből indul és a garat alatti dúc (ggl. *subpharyngeale*) fut. A hasdúccláncban szelvényenként ismétlődő dúcpárokat (perifériális dúcok), haránt összekötő idegi elemeket (*comissura*) illetve hosszanti törzseket (*connectivum*) találunk (55. ábra).



55 ábra: A rovarok idegrendszere (sematikus ábra).

Az előagyból (*protocerebrum*) az összetett szemekhez nagy lebeny (*lobus opticus*) fut ki. Az előagy idegzi be a pontszemeket is. A középagy (*deuterocerebrum*) a második fejszelvény fuzionált dúcpárja. Innen indulnak a csápidégek (*n. antennalis*). Az utóagy (*tritocerebrum*) a legelső és legkisebb része az agynak. Innen a garathoz (*pharynx*) valamint a felső ajakhoz (*labrum*) futnak idegek. A garatalatti dúc (*ggl. subpharyngeale*), amely a hasdúcclánc első dúc, a szájszerv többi részét idegzi be. A tor dúcái a szárnyak és a lábak, míg a potroh dúcái a potroh mozgását (párási mozgások, védekezési reakciók) szabályozzák.

A *neuroendokrin* rendszer központja a *protocerebrum*ban található *neuroszekréciós* sejtek csoportja. Ezeknek a sejteknek az axonjai a *protocerebrum* hátulsó részében egy *neurohaemalis* szervben az ún. *corpus cardiacumban* végződnek. Ez alatt található az ún. *corpus allatum*, amely egy endokrin szerv. A rendszer harmadik tagja az ún. *prothorachalis mirigy*, mely a nevét az elhelyezkedéséről kapta, ugyanis az előtorban (*prothorax*) található. Ezek a szervek különböző hormonokat termelnek, melyek az egyedfejlődést és a vedlést szabályozzák. A két legfontosabb hormon a vedlés és az egyedfejlődés szabályozásában a **juvenilis hormon**, amely a *corpus allatum*ban termelődik, és a **vedlési hormon** (*ekdizon*), melyet pedig a *prothorachalis* mirigy termel. Az *ekdizon* hatására a hámsejtek anyagcseréje megváltozik és megindul a vedlés folyamata (lásd korábban). A *juvenilis hormon* feladata a fiatal állapot fenntartása, így a fejlődési stádiumok megfelelő egymásután következésének szabályozója. Ha a hormon termelése leáll, akkor a vedléskor az állat nem lárva, hanem imágó állapotba megy át. A *prothorachalis* mirigy hormontermelését az ún. *prothoracotroph* hormon serkenti, amely a *corpus cardiacumban* termelődik. A *corpus allatum* hormonjai kifejlett állapotban az ivari működést szabályozzák (juvenilis hormon ekkor már nem termelődik benne).

6. Gerinces állatok

6.1. Bevezetés

A gerinceseket sokáig önálló törzsnek (*Vertebrata*) tekintették, de az újabb filogenetikus osztályozások már altörzsként írják le. A gerincesek rendszere az intenzív kutatások hatására átalakult, ezért a jelenlegi rendszer jelentősen eltér a korábbi tankönyvektől.

A gerinces állatok közé a törzsfejlődés során kialakult legbonyolultabb testfelépítésű szervezetek tartoznak. Heterogén állatcsoport, amely közös jellemzője a gerincoszlop megléte. Valamennyi gerinces állat teste bilaterálisan szimmetrikus, alapfelépítésüket tekintve szelvényezett (főként a központi idegrendszer felépítésében és a halak vázizomzatában látható jól), testükben fejlett másodlagos testüreg (*deuterocoeloma*) alakult ki. Kültakarójuk az izomzattól jól elkülönülő, jellemző szerkezetű bőr. Jellegzetes látószervük a páros hólyagszem, amely egyes fajoknál visszafejlődhet. Zárt keringési rendszerük van, kettő, három vagy négy üregű szívvel, amely a hasi oldalon (*ventralisan*) elhelyezkedő *sinus pericardialisban* található. Embriónális fejlődésükben sok vonatkozásban hasonlóak a különböző morfogenetikai folyamatok. Az egyedfejlődésük korai szakaszában megjelenő gerinchúr (*chorda dorsalis*) indukáló hatására velőcső, majd ektodermális idegrendszer és ezt védelmező gerincoszlop és koponya alakul ki.

6.2. Halak (*Pisces*)

A gerinchúrosok (*Chordata*) törzsének egy nem rendszertani csoportja (nem rendszertani kategória). *Parafiletikus csoport*, mivel nincs olyan közös levezetett (*szünapomorf*) jellemzőjük, amely valamennyiükre érvényes volna és semmilyen más gerinces állatra nem volna érvényes. Régebben egységes osztályként tartották számon, mára azonban az elsődlegesen vízi gerinces állatok (tehát nem a másodlagosan vízi életmódúvá vált szárazföldiek, pl. a cetek) gyűjtőnévévé vált. Közös tulajdonságaik a „nem négy lábú” jellegükből következnek. Ezek viszont ősi tulajdonságok (uszonyok, pikkelyes kültakaró, egy vérkör), így csupán az ősi tulajdonságokban való megegyezés (*szünpleziomorfia*) jellemzi őket.

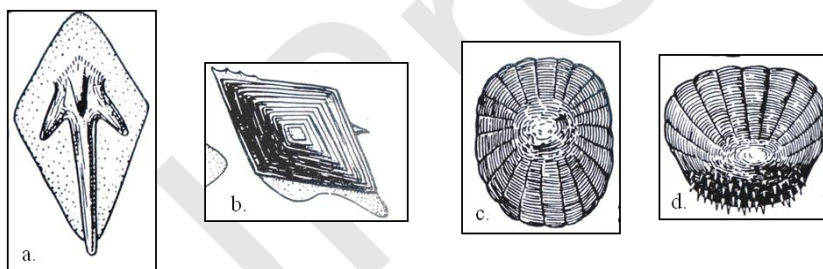
A halak teste három testtájra tagolható, fejre (*caput*), törzsre (*thorax*) és farkra (*cauda*). Vízi életmódú szervezetek, testalakjuk változatos, nagyon jól tükrözi a különböző halfajok életmódját. Bőrük vagy csupasz, vagy kemény támasztószöveti képződmények borítják, például bőrfogak, tövisek, csontpajzsok vagy pikkelyek. A pikkelyek nem cserélődnek, a testtel együtt fejlődnek, és közben gyűrű alakú rétegek rakódnak le bennük. Ezekből a növekedési rétegekből kiszámítható a halak életkora. A fejlettebb halak pikkelyei tetőcserépszerűen fedik egymást. Alakjuk szerint a ma élő halakon az alábbi pikkelytípusokat különböztethetjük meg (56. ábra):

plakoid pikkely (pl.: porcos halak), általában zomácfogat hordoz.

ganoid pikkely (pl.: kajmánhalfélék), rombusz alakú.

cikloid pikkely (pl.: pontyfélék), sima szélű pikkely, körkörös csíkozattal jellemzi.

ktenoid pikkely (pl.: sügéralakúak), fésűs pikkely, hátulsó végén fogacskák ülnek.



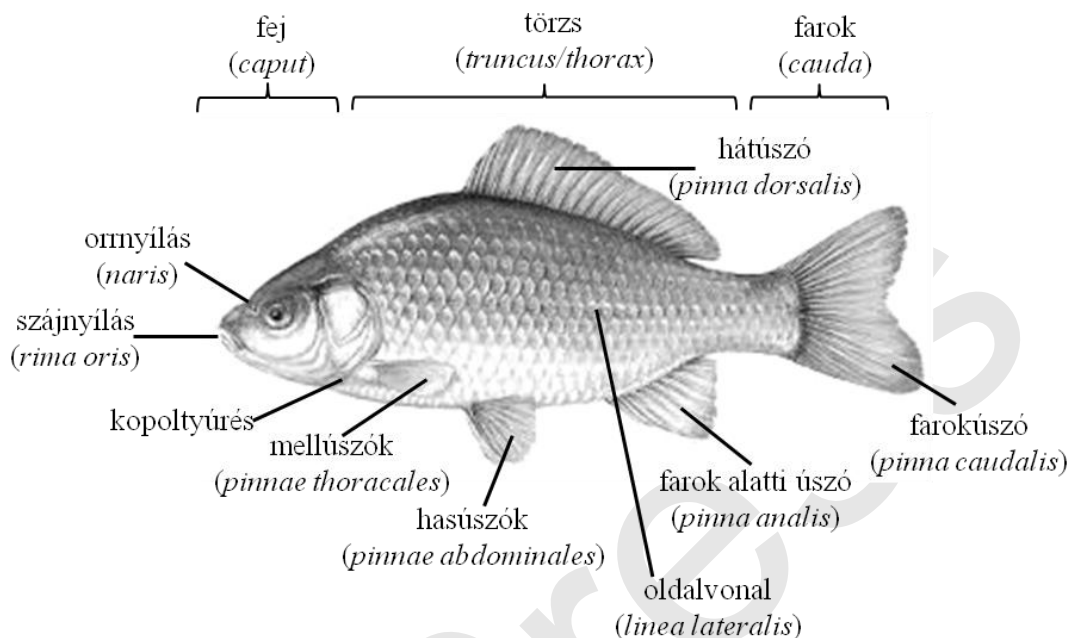
56 ábra: A halak pikkelytípusai.

a: plakoid, b: ganoid, c: cikloid, d: ktenoid

Ordo: Pontyalakúak (*Cypriniformes*)

A bonctani gyakorlatokon mintaállatként a pontyféléket használjuk, ezeknek a halaknak emberi táplálékforrásként igen nagy a gazdasági jelentőségük. Boncoláshoz a legkönnyebben beszerezhető ponty (*Cyprinus carpio*), dévérkeszeg (*Abramis brama*) kárász (*Carassius carassius*) használható fel. A pontyfélék *teste* oldalról lapított, hátuk egyenletesen domborodik (57. ábra). A testtájakat elkülönítve elől a **fej** (*caput*) található, a szájnylástól (*rima oris*) a kopoltyúfedő pereméig (*opercularia*) terjed. A szájnylás végállású, kissé lefele irányul. Egyes fajaiknál a száj szélein egy-egy bajuszpár ered. A fej elülső részén található a páros orrnylások (*naris*) melyek a szájüreggel nincsenek összeköttetésben, vakon végződnek. A szemek igen nagyok, oldalra néznek, szemhéjuk nincs. A fej felül kékesszürke, a torok tájéka egészen fehér színű. A **törzs** (*truncus/thorax*) a kopoltyúfedőtől (*opercularia*) a végbélnylásig (*anus*) tartó testszakasz. A törzs középvonalában igen jól látható az oldalvonal (*linea lateralis/organum laterale*). Ezt a X. agyideg (*nervus vagus*) idegzi be. A hal mozgásszervei az úszók (*pinnae*), melyekből párosakat (mellúszó, hasúszó) és páratlanokat (hátúszó, farokúszó, farok alatti úszó) különíthetünk el (57. ábra). A mellúszók (*pinnae thoracales*) közvetlen a kopoltyúfedő mögött, majdnem a hasoldalon erednek. Első úszósugaruk kemény, utána 15 lágy úszósugar következik. Ezek az úszók szélesek, lekerekítettek, közvetlen a koponyához kapcsolódnak, nehezen eltávolíthatók. A hasúszók (*pinnae abdominales*)

kisebbség, kissé hegyesebbek, az első úszósugaruk kemény, a többi lágy. A páratlan hátúszó (*pinna dorsalis*) a törzs háti oldalán található, ennek első 3-4 úszósugara kemény, melyből az első a leghegyesebb és legkeményebb az ún. bognártüske. Az ezeket követő többi (18-22) úszósugár lágyabb. A **farok** (*cauda*) a végbélnyílás (*anus*) után következő testtáj, hozzá kapcsolódik a farkúszó (*pinna caudalis*) amely külsőleg szimmetrikus és csak lágy sugarakat tartalmaz (homocerk úszó). Belsőleg (csonttani vonatkozásban) asszimmetria jellemző rá. A farok alatti úszó (*pinna analis*) kicsi, kemény és lágy úszósugarakból épül fel (57. ábra).

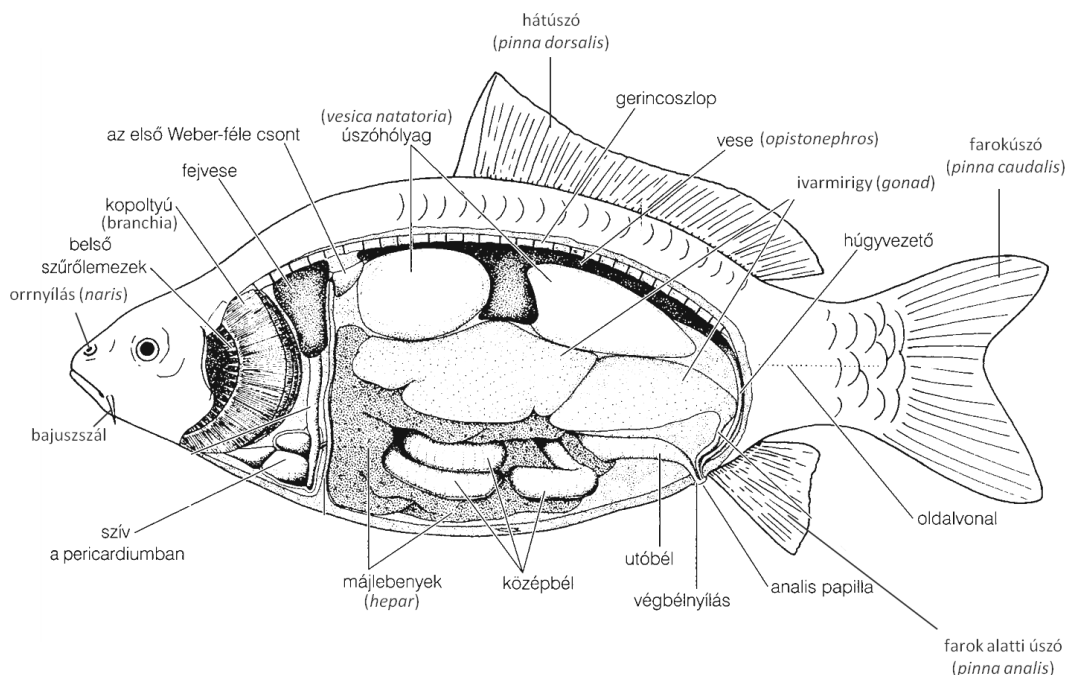


57. ábra: A pontyfélék külső testfelépítése.

A kültakarót (*integumentum commune*), vagy bőrt az ektodermális eredetű felhám/epidermisz (*epidermis*), a mezodermális irha (*cutis/chorium*), valamint a szintén mezodermális eredetű bőrálja (*subcutis*) alkotja. Az epidermisz többrétegű el nem szarusodó laphám, benne mirigysejtek találhatóak, amelyek vastag nyálkaréteget termelnek az egész test felszínén. A nyálkaréteg csökkenti a súrlódást a test és a víz között, valamint antiszeptikus (fertőzésellenes, kórokozókat ölő) anyagot tartalmaz. Az epidermiszen párazás idején, a fejen nászkiütések keletkeznek, ezek foltszerű képződmények. Az irha lazarákos kötőszövet (*stratum spongiosum*), ez táplálja a felette levő epidermiszt, ezért vérellátása (bőrlégzés miatt fontos), és beidegzése igen gazdag. Itt láthatók a pigmentsejtek is, melyek meghatározzák a *cutis* színét. A pikkelyek szintén az irha képződményei, az állat egész élete során növekednek. Alakjuk lekerekített, felszínükön koncentrikus növekedési gyűrűket figyelhetünk meg (*cycloid* pikkely) (56. ábra).

Az emésztőkészülék (*apparatus digestorius*) a testüreg jelentős hányadát foglalja el. Az előbél a szájnyílással (*rima oris*) kezdődik. A hal szájnyílása kicsi, végállású, ívesen hajlított. A felső állkapcsot elöretolva lehetővé válik az iszaból való táplálékfelvétel. A szájüregben (*cavum oris*) mirigyekben gazdag nyálkahártya réteg található. A pontyféléknek fogai nincsenek, a szájüreg alapján kicsi, mozgásképtelen nyelv (*lingua*) található. A szájfénék izomzata fejlett, szerepe a légzésben van. A tápcsatorna a kopolytúkkal körülvett garatban (*pharynx*) folytatódik, melynek háti (*dorsalis*) falából ered az úszóhólyag vezetéke, a légvezeték (*ductus pneumaticus*). A garat után rövid, lapított, széles, tágulékony falú nyelőcső (*oesophagus*) helyezkedik el. A pontyféléknek nincsen gyomruk, a táplálékot a garatfogakkal előzetesen megőrlik, így a nyelőcső után közvetlenül az igen hosszú, a hasüregben kettős S alakú görbületet alkotó középbél következik (58. ábra). Ennek felszívófelületét apró redők sokasága növeli meg. A közép- és az utóbél az ivarszervek alatt a hasi oldalon (*ventralisan*) húzódik. A középbél kanyarulatai között a soklebenyű máj (*hepar*) és a hasnyálmirigy (*pancreas*) lebenyei figyelhetők meg. A hasnyálmirigy a halakban

még nem kompakt egynemű szerv, hanem diffúz elhelyezkedésű. A máj nemcsak epét termel, hanem tápanyagokat raktároz és mobilizál, valamint méregtelenít (*detoxikál*). Májlebenyek között található a hosszú, vöröses színezetű lép (*lien*), mely jóval sötétebb színárnyalatú, mint a májszövet. A máj elülső (*cranialis*) részén fekszik a terjedelmes epehólyag (*vesica fellea*), melyből a középbélbe torkolló epevezető (*ductus choledochus*) indul ki. A diffúz elhelyezkedésű hasnyálmirigy (*pancreas*) vezetéke is a középbélbe torkollik. A középbél éles határ nélkül megy át az emésztő nedvet nem termelő utóbélbe (*colon*), ahol víz és ásványi anyagok felszívása történik. Itt képződik a bélsár (*faeces*). Az utóbél végső szakasza a végbél (*rectum*). Ide torkollik a húgy- és ivarvezeték is, melyek végső szakaszukon kloákát alakítanak ki.



58. ábra: A ponty (*Cyprinus carpio*) bonctana.

A pontyfélék légzésük során a számukra szükséges oxigén 18-22%-át bőrlégzés útján veszik fel. Ezt a többrétegű el nem szarusodó laphámból álló kültakarójuk révén tehetik meg. Jelentős emellett a száj-garat üregi légzés, mely során a dús kapilláris érhálózat segítségével történik meg a gázcseré. Ekkor, rendszerint a víz alacsony oxigéntartalma miatt, a víz felszínére úszva (pipálva) a levegőt beszippantva történik a légzés (gázcseré) a nyálkahártyán. Ezek a fenti légzések csak kiegészítő jellegűek, ekkor csak kevés oxigén kerül a szervezetbe. A hal igazi jelentőségű légzése a kopoltyúk (*branchia*) közreműködésével valósul meg. A kopoltyú csontos vázát a kopoltyúív (*arcus branchialis*) alkotja. A kopoltyúívek külső oldalán villás elágazású kopoltyúlemezek (*lamellae branchiales*) találhatók, ezek hajszálerekben gazdag hámján keresztül (diffúzióval) történik a gázcseré. A kopoltyúív belső oldalán találjuk a kopoltyúrostát (*cribrum branchiale*) képező varsafogakat. Ezek megakadályozzák, hogy táplálékszemcsék jussanak a légzést lebonyolító kopoltyúlemezekhez, biztosítva azok megfelelő működését. A garat mindkét oldalán 4-4 kopoltyúlemezt viselő csontos kopoltyúív található. Az ötödik kopoltyúív nem visel kopoltyúlemezeket, a fejlődés során erős, ívelt csonttá alakult át. Ezt a módosult ötödik kopoltyúívet alsó garatcsontnak (*os pharyngeum inferior*) nevezzük. A garatcsontok és az azon levő fogak (garatfogak) a táplálék őrlésére szolgálnak. A fogak száma és elhelyezkedésük jellemző taxonómiai bélyeg a halaknál. A kopoltyúk négy légzést ellátó része és a táplálék őrlésére szolgáló garatcsont a kopoltyúüregben helyezkedik el, ezt kívülről a kopoltyúfedő készülék (*opercularia*) védelmezi a mechanikai sérülésektől.

Az úszóhólyag (*vesica natatoria*) (58. ábra) hidrosztatikai szerv, a kifejlett pontyfélékben a gerincoszlop alatt elhelyezkedő, kettős kamrájú zsák. Gáztartalmától függően változtatja a hal a

fajsúlyát (Archimedes elve¹⁰ alapján), így az állatnak nem kell állandóan izommunkával fenntartania magát. Gáztartalma nem azonos a levegőével, de jelentős mennyiségű oxigént tartalmaz. Átmeneti oxigénhiányban az állat ezt az oxigéntartalmat hasznosítja, oxigénigényét ezzel fedezi. Az úszóhólyag emellett még nyomásváltozást is képes érzékelni, és hangrezgéseket is továbbít a belső fül felé. Az úszóhólyag a garat háti oldalán, az embrionális fejlődés korai szakaszában kezd el kialakulni, kifejtett korban már csak egy vékony légvezetékkel (*ductus pneumaticus*) kapcsolódik a garattal. Az ivadékhalak „elúszásukkor” felmennek a víz felszínére és levegőt szívnak az úszóhólyagjukba. Az úszóhólyag fejhez közelebbi (*cranialis*) része rövidebb és szélesebb, míg a farok felé eső (*caudalis*) része kicsivel keskenyebb és hosszabb. Ebbe a farok felé eső (*caudalis*) részbe nyílik a légvezeték nyílása. Az úszóhólyag színe ezüstösen csillogó, a testben nem rögzül erősen, így a boncoláskor könnyen kiemelhető a testből.

A csontos halak keringési rendszere (*systema vasorum*) egy vérkörű. A hasi oldalon a kopolyútváz mögött található a **szív (cor)**, mely egy savós hártvakettőzetben, a szívburokban (*pericardium*) található (58. ábra). A szív részei a sötét színű **pitvar (atrium cordis** röviden **atrium**) és a világosabb színű, izmosabb, palack formájú, szűk üregű **kamra (ventriculus cordis** röviden **ventriculus**). A szívpitvarhoz a tág üregű és vékony falú vénás öböl (*sinus venosus*) csatlakozik. A kamrából a felszálló aorta (*aorta ascendens*) indul ki, melynek eredő része hagymaszerűen megvastagszik. Ezt a megvastagodott, fehéres színezetű részt szívhagymának (*bulbus arteriosus*) nevezzük, mellette a vér visszaáramlását megakadályozó billentyűk találhatók a kamra és a hagyma között. A *bulbus arteriosus* tulajdonképpen a szívből kiinduló fő verőér (*aorta*) kezdeti szakaszának rugalmas, hagyma formájú tágulata, melynek nyomáskiegyenlítő szerepe van, a szívet elhagyó vér áramlását teszi egyenletessé. A pitvarból a kamrába átvezető nyílás a *foramen atrioventriculare*, melyen keresztül csak a kamra felé tud áramolni a vér az itt található billentyűk miatt. A kamrafal izomzatában a szív üregét tagoló mély öblök találhatók. Mivel a ponty szívében csak vénás vér áramlik át, a szívizmok artériás vérrel történő táplálása a kopolyúterek felől visszahajló kisebb ereken át történik, ezeket koszorúereknek (*arteria* és *vena coronaria*) hívják, bár a halaknak nincs a pitvar-kamrai határon található „érkoszorúja” mint a magasabbrendű gerinceseknél (madarak, emlősök). A vénás öböl és pitvar határán lévő ingerképzők a sinus csomók.

A kiválasztórendszer (*organa uropoetica*) köpontja a vese, a gerincoszlop alatt látható sötétvörös színezetű szerv (58. ábra). Két részből áll, az elülső (fejhez közelebbi) **fejveséből** és az utána következő ún. **törzsveséből**. Az összes gerinces állattal egyezően a csontoshalak, és így a pontyfélék veséi (*ren*) is az összelvények középső részéből, a *gononephrotomból* fejlődnek. Az egyedfejlődés során a fiatal embriókban először az elővese (*pronephros*) jelenik meg. (Ennek részei: csillós tölcsér és nephrotubulus). A *pronephros* kialakulását követően, az elővesétől farki (*caudalis*) irányba eső, szinte valamennyi törzsszelvény gononephrotomjában további kiválasztócsatornácskák indulnak fejlődésnek. Ily módon a magasabbrendű gerincesek ősveséjének (*mesonephros*) és utóveséjének (*metanephros*) helyén egy hosszú, összefüggő kiválasztószerv, az ún. *opisthonephros* jelenik meg; ez lesz a kifejtett állatok veséje. Az elővese (*pronephros*) a halak többségében elcsökevényesedik, maradványa közvetlenül a fej mögött helyezkedik el (fejvese). Eredeti funkcióját elveszítve limfatikus szervnek (nyirokszerv) tekinthető. Az *opisthonephros* vezetéke az ún. Wolf-féle cső (*ductus Wolffii*) a végbélnyílás mögötti szemölcsnél (*anális papilla*) vagy a cloacaba nyílik. Végző szakasza kitérülve húgyhólyagot is kialakíthat. A kiválasztásban és az ozmoregulációban a veséken kívül nagy szerepet játszik a bőr és a kopolyú is. A kiválasztott N-tartalmú anyagcseretermékek közül az ammónia a kopolyúkon keresztül választódik ki.

Az ivarszervek az úszóhólyag alatt (*ventralisan*) helyezkednek el a test hosszirányában (58. ábra). A petéket (ikrákat) termelő páros **petefészek (ovarium)** alakja tömlőszerű. Innen a peték

¹⁰ A folyadékba bemerített testre olyan felhajtóerő hat, mint amekkora az általa kiszorított folyadék súlya, vagyis a test látszólag ennyit veszít súlyából. A felhajtóerő nagysága csak a szóbanforgó test nagyságától függ, anyagától azonban nem. Ez a jelenség teszi lehetővé többek között a hajók úszását és a léggömbök lebegését is.

petevezetékben (*oviductus*) jutnak el az ivarnyíláshoz (*porus genitalis/gonoporus*). Az ivarnyílás a végbélnyílás (*anus*) előtt elhelyezkedő sötétvörös elszíneződésű papillán nyílik a külvilágba. A **herék** (*testis*) vastag szalagszerűen megnyúlt, fehéres színű képletek. A heréből az érett ivarsejtek az ondóvezetőbe (*ductus/vas deferens*) jutnak, majd az ivari papillán távoznak. A pontyféléknél külső megtermékenyítés történik. Mindkét ivarra jellemző, hogy tavasszal a hasüreget az érett ivartermékek töltik ki. Térfogatuk aránytalanul megnövekszik. Az ikra sokszikű, az óriási szíktömege a vegetatív póluson halmozódik fel.

A csontos halak izomrendszere (*systema musculorum*), mint valamennyi gerinces állaté, alapvetően két részre tagolható: vázelemeken eredő és tapadó *vázizomzatra* és a *zsigerek izomtarára* (viscerális izomzat). Testük izomzatának legnagyobb tömegét a szelvényezett felépítésű törzsizomzat adja, melyet kizárólag harántcsíkolt izomszövet alkot. Kéttípusú harántcsíkolt izmot különíthetünk el a pontyfélék szervezetében. Az ún. *vörös izmokban* kevesebb az összehúzódásra képes izomelem (*myofibrillum*) és több a sejt plazma, míg az ún. *fehér izmokban* ez az arány fordított. Ebből adódóan a vörös izmok a kisebb erőkifejtésre alkalmasak, viszont hosszabb ideig tartó összehúzódásra képesek (pl. úszók, állkapcsok, kopoltyúívek izmai). Ezzel ellentétben a fehér izmok igen nagy erőt tudnak kifejteni, de csak rövid ideig (pl. törzs- és farokizomzat¹¹). A törzsizomzat izomszelvényekre (*myomer*) tagolódik. Az egyes myomereket kötőszöveti sővények (*myocommata/myoseptum*) választják el egymástól. A kötőszöveti sővények elcsontosodásával jönnek létre a halszálkák (*ossicula ipsiloides*), ezért ezek a csontok az ún. *ectopicus* csontokhoz sorolandók. A hal törzsizomzatát az oldalvonal mentén futó vízszintes helyzetű sővény (*myoseptum horizontale*) háti (*dorsalis*) és hasi (*ventralis*) egységre osztja. Az oldalvonal feletti törzsizomzategységet *epaxonnak*, az az alatti részt *hypaxonnak* nevezzük. A zsigeri (*viscerális*) izomzatot simaizomszövet alkotja (kivéve a kopoltyúívek izomzata).

Idegrendszer (*systema nervosum*) a többi gerinces állathoz hasonlóan központi és környéki részre tagolódik. A központi idegrendszer részei az **agy** (*cerebrum*) és a **gerincvelő** (*medulla spinalis*). Az agyhoz a koponyatető (*calvaria*) csontjainak eltávolításával (felnyitásával) lehet hozzáférni. Az agy védett helyen az agykoponya (*neurocranium*) csontlemezei között foglal helyet. Az agyvelő kis térfogatú, nem tölti ki teljesen a koponyaüreget, nagy mennyiségű zsírszövetbe van beágyazva.

Az agy tagolódása (59. ábra):

Előagy/nagyagy (*telencephalon*): A csontoshalaknál ez az agy legkisebb része. Két féltékére (*haemispherium*) tagolódik. A nagyagy idege a szaglóideg, mely az agy elülső részén található, két szaglólebenyhez csatlakozik (*lobus olfactorius*). A szaglóanalizátor funkción kívül a nagyagnak a társas magatartásformák szabályozásában, feltételes reflexek rögzítésében van szerepe. Az öröklött és szerzett cselekvésformákat stimulálja és aktiválja.

Köziagy (*diencephalon*): Halakban ez a rész meglehetősen fejletlen. Elülső határa a látóideg kereszteződése (*chiasma opticum*). A felső (*dorsalis*) részén az epiphysis vagy tobozmirigy (*corpus pineale*) helyezkedik el, az alsó részéhez pedig az *adenohypophysisből* és *neurohypophysisből* álló belső elválasztású (*endokrin*) mirigy, az agyalapi mirigy (*hypophysis*) kapcsolódik. A tobozmirigy egyrészt melatonin termelő belső elválasztású (*endokrin*) mirigy, másrészt pedig ún. nem-képlátó fényérzékelő szerv. A tobozmirigy, megvilágítási viszonyoktól függő melatonin termeléssel befolyásolja a petesejtek érését. A köziagyban van a szaglási információs központ, továbbá a táplálkozási, párási, ivadék gondozási, egyéb viselkedési valamint mozgással kapcsolatos koordinációs és szabályozó központok. Ezek mellett a feltételes reflexek lebonyolításában is szerepe van.

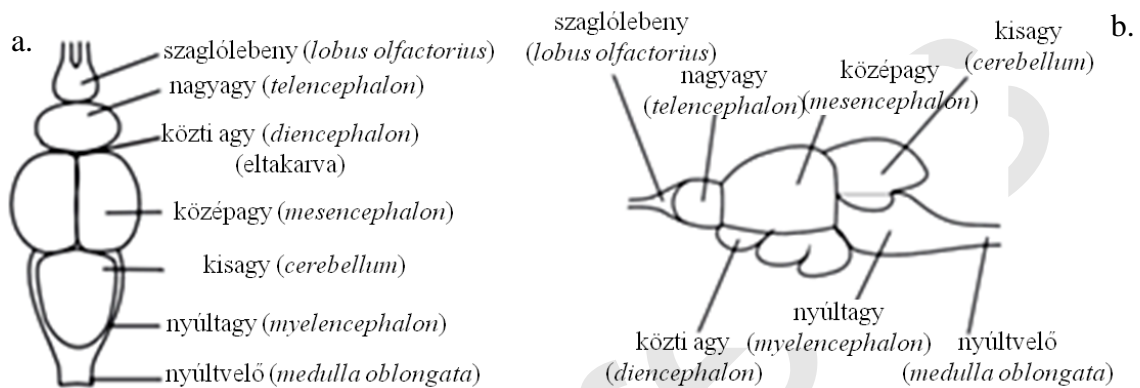
Középagy (*mesencephalon*): fontos érző (*szenzoros*) és mozgató (*motoros*) központ, egyben a legnagyobb tömegű rész az agyterületek közül. Itt található a vizuális ingerek felfogásában fontos félgömb alakú látótető (*tectum opticum*) vagy más néven ikertest

¹¹ Ez a rész értékesíthető hallhúsként, amely nagy tápértékű, fehérjében gazdag táplálék.

(*corpora bugemina*). A halak középagya igen fontos mozgáskoordinációs központ, a mozgások elindításában meghatározó szerepet tölt be. A mozgató és érző neuroncsoportok egymással is kapcsolatban vannak a kisagy közvetítésével.

Kisagy (*cerebellum*): A középagya mögött egy páratlan, jól fejlett agyrész. Ez a mozgásszabályzó és térbeli tájékozódás központja, újabb kutatások szerint a vizuális ingerek által vezérelt mozgások szervezésében, a hangulati reakciók kialakításában és a mozgásokkal kapcsolatos tanulási folyamatokban is szerepe van.

Nyúltagy (*myelencephalon*): Az itt található nyúltvelő (*medulla oblongata*) folyamatos átmenetet képez a gerincvelő és az agy felsőbb idegi központjai között. Itt találhatóak a légzési és keringési központok, mint létfontosságú vitális központok, lényeges érzékszervi centrumok és átkapcsolási magvak, valamint agyi eredetű mozgató utasításokat végrehajtó központok.



59. ábra: A pontyfélék agyának tagolódása.

a: felülnézet, b: oldalnézet

A halak érzékszervei lehetnek egysejtűek, vagy többféle szövetből álló, bonyolult felépítésű szervek. A halaknál vízi életmódjukból adódóan a tapintó érzékszervek nagy jelentőségűek, így a bőr fontos szerepet tölt be náluk az érzékelésben. A bőrben elszórt érzékszervekből álló mechanoreceptorok vannak, melyek az úszók, a testnyílások és a bajusztájéki területén fordulnak elő sűrűbben.

A halak speciális mechanikai érzékszerve az **oldalvonal, vagy oldalszerv (*linea lateralis/organum laterale*)**, mely a víz áramlását érzékeli (*rheoreceptor*) (57. ábra). Ez tulajdonképpen az irha rétegében található csatorna, mely csillós érzékelősejteket hordoz. Az oldalvonalat fedő pikkelyek perforáltak, ezen keresztül állnak kapcsolatban az érzékszervek a környező vízzel. Az oldalvonalat a X. agyideg (*nervus vagus*) idegzi be. A halaknál az egész test felületén elhelyezkedő érzékszervekből álló tapintó érzékszervek hálózata figyelhető meg. Ezzel az állat nemcsak a testfelületét érintő ingereket érzékeli, hanem a távolabbi ingerforrásokat is fel tudják fogni. Ez a távolságérzékelés a térbeli tájékozódásnak fontos eleme.

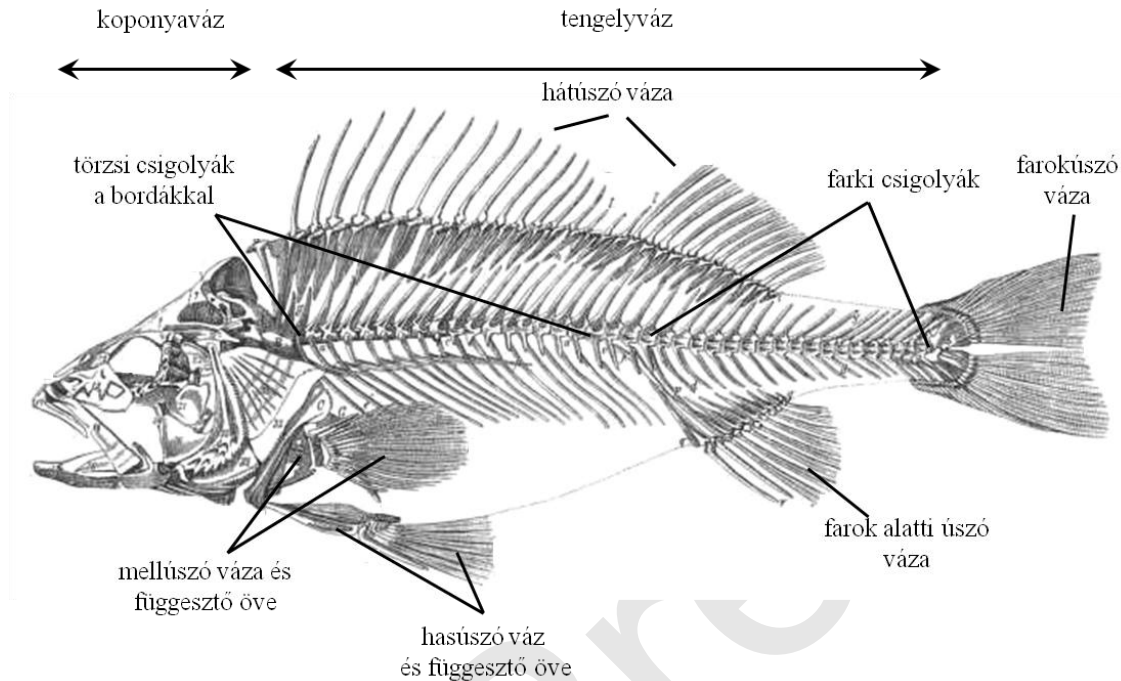
A kemoreceptorokat a szárazföldi gerincesekkel ellentétben nem lehet szó szerint ízérezelő, vagy szagérezelő szervekre különíteni, mert a halaknál mindkét esetben a vízben oldott vegyületek érzékeléséről van szó. Ezért a halakban az ingerforrás távolsága alapján elkülöníthetünk *kontakt (ízérező)* vagy *távolsági (szaglő)* érzékszerveket. A kontakt receptorok teljes testfelületen, elszórva (zömmel a szájnyílás környékén) helyezkednek el, míg a távolsági kemoreceptorok az ornyálkahártyában vannak.

A halak látószerve, a szem (*oculi*) a fej két oldalán helyezkedik el. A szemhez szemmozgató izmok kapcsolódnak, a szemhéjak a pontyfélékben hiányoznak, könnymirigyük nincs.

A halló és egyensúlyozó szerv a belső fülben elhelyezkedő labirintusból, a hozzá kapcsolódó VIII. agyidegből és az információfeldolgozó központi idegrendszeri részből áll. A vízben terjedő

hanghullámok csontvezetés útján érik el a receptorokat ezért a hang felfogásához szükséges összes egyéb szerv (külső- és középfül) hiányzik. A szerv a térbeli orientáció szerve is és nagy valószínűséggel az oldalvonal fej felé eső végéből differenciálódott.

A csontos halak vázrendszere (*systema skeleti*) kevés porcot tartalmazó, belső váz (*endoskeleton*). Két részre osztható, a koponyavázra (*skeleton cranii*) és a koponya utáni (*postcranialis*) vázra (tengelyváz) (60. ábra).



60. ábra: A pontyfélék vázrendszere.

A **koponya** (*cranium*) alapszabását tekintve szélesalapú (*platybasicus*). Két nagy egységből épül fel, az **agykoponyából** (*cranium cerebrale, neurocranium*) és a **zsigerkoponyából/arcoponyából** (*cranium viscerale, viscerocranium, planchnocranium*). Az agykoponya az agyat és a feji érzékszerveket támasztja, védi. A zsigerkoponya a tápcsatorna elülső részét rögzíti.

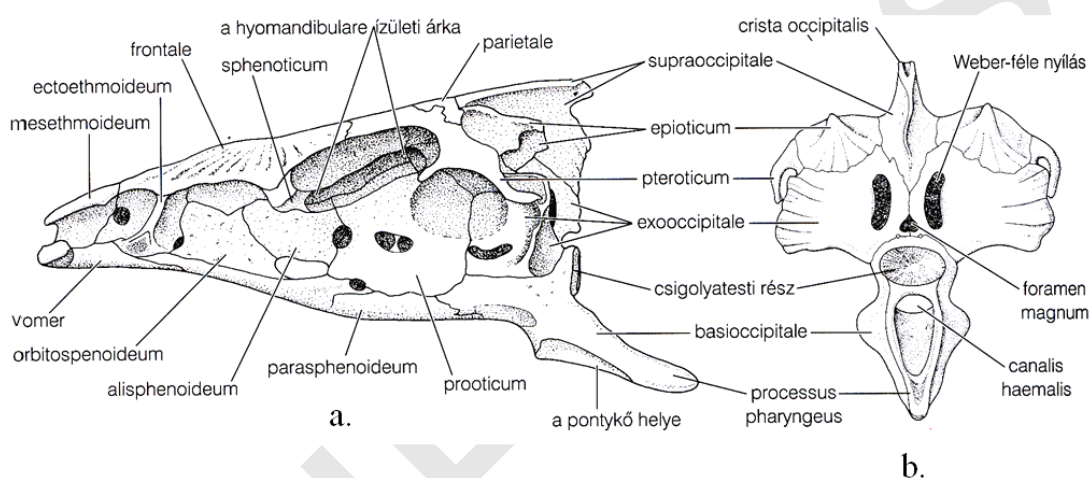
I. Az *agykoponyán* négy tájék (*regio*) található meg, ezek a feji érzékszerveknek megfelelően alakultak.

1. nyakszirti tájék (*regio occipitalis*)
2. hallótájék (*regio otica/labyrinthica*)
3. szemgödri tájék (*regio orbitalis/sphenoidalis*)
4. szaglótájék (*regio nasalis/ethmoidalis*)

1. A nyakszirti tájék (*regio occipitalis*) (61a., b. ábra) újkeletű koponyarész, csontjai nyakcsigolyai eredetűek, melyek beépültek a koponya hátsó részébe és annak integráns részévé váltak, mint újkoponyai (*neocranium*) elemek. A halak nyakszirti tájékán nincs ízületi bütyök, a koponya a gerincoszlophoz mozdulatlanul csatlakozik. A nyakszirti régió a csontoshalakon négy nyakszirtcsontból (*ossa occipitale*) épül fel, amelyek a gerincevel belépési helye, az öreglyuk (*foramen occipitale magnum/foramen magnum*) köré csoportosulnak. A páratlan felső nyakszirtcsont (*os supraoccipitale*) felületén egy tarajat (*crista occipitalis*) hordoz. Ezen a nyakszirti tarajon tapadnak a fejet rögzítő tarkószalagok és izmok. Az oldalsó nyakszirtcsont (*os exoccipitale*) páros, felületén a *Weber-féle nyílások* találhatóak. Ezen a nyíláson át az úszóhólyag felől érkező

hangrezgések továbbítódnak a középfül felé az ún. Weber-csontok segítségével. Az alapnyakszirtecsont (*os basioccipitale*) nyakcsigolyákból alakult ki, alapi részén kis árokszerű mélyedésben van a pontykő, ez a pontyféléknél a táplálék felaprítására szolgál a garatfogakkal együtt.

2. A hallótájéki (*regio otica/labyrinthica*) csontjai (61a., b. ábra) közvetlenül a nyakszirtecsontok előtt találhatóak meg és a belső fület veszik körül. Számszerűen 5 hallótájéki csont található mindkét oldalon. A hallótok alsó részén található a tájék legkiterjedtebb csontja a *prooticum* (valamint az *opisthoticum* de ez nem minden esetben található meg az édesvízi halaknál, pontyféléknél nincs). A hallótok felső-alsó részén a *ptericum/squamosum* látható, felületén egy hátrairányuló kinövekményt hordoz. Ugyancsak a hallótok felső oldalán, a koponyatető hátsó részén, a nyakszirtecsontok közé ékelődve, két kiemelkedéssel az *epioticum* figyelhető meg. A hallótok peremén, a felső oldalon a *ptericum* előtt található a *sphenoticum*. Az itt végighúzódó mélyedés (izületi árok), az arckoponyát az agykoponyához felfüggesztő *hyomandibulare* ízesülési helye.

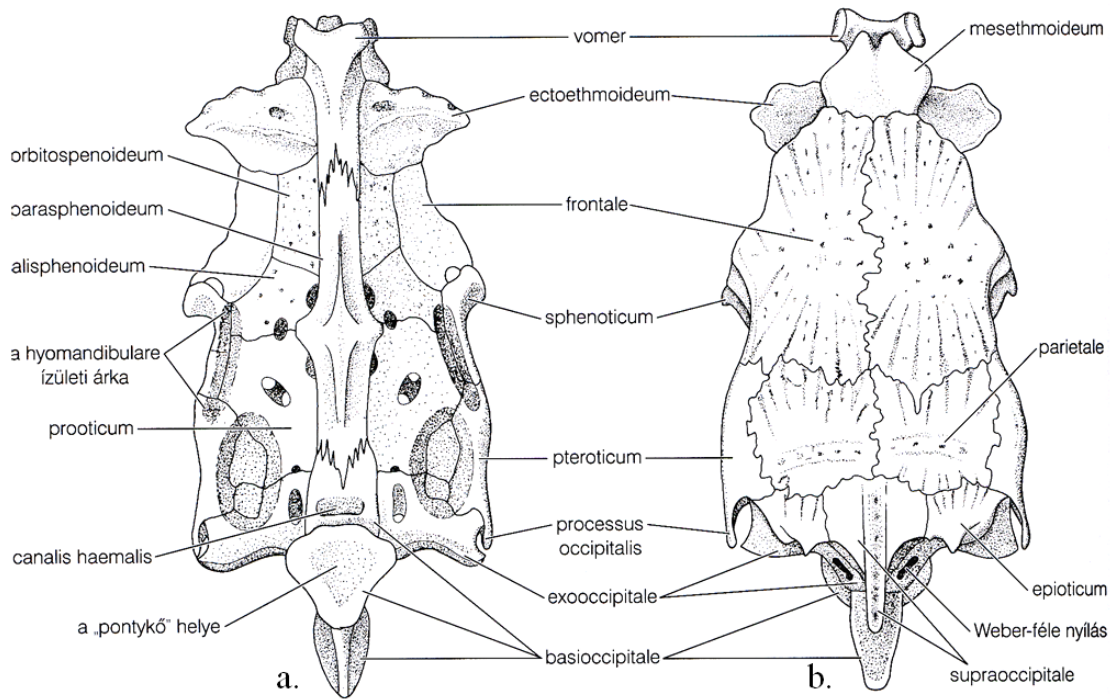


61. ábra: A pontyfélék agykoponyája.

a: oldalnézet, b: hátulnézet

3. A szemgödri tájék (*regio orbitalis/sphenoidalis*) legtöbb csontja a koponyaalapon húzódik (62a. ábra), mint az alapnyakszirtecsont és az ekecsont (*vomer*) között húzódó *parasphenoidum*. Első és hátsó helyzetű páros szárnycsontjai a szemüreg (*orbita*) falát alakítják ki. Az elülső szárnycsont az *orbitosphenoidum*, a hátsó helyzetű a páros *alisphenoidum*. A szemgödri tájéknak van egy gyűrűszerűen az orbitát kívülről körülvevő csontgyűrűje, ez a *circumorbitalia*, mely a szemet védi a külső behatásoktól. A circumorbitális csontgyűrű első legnagyobb csontja a könnyecsont (*lacrimale*) (63. ábra).
4. A szaglótájéki (*regio nasalis/ethmoidalis*) a szaglószerű körüli csontokat tartalmazza (62a,b. ábra), alapját a közepén levő *mesethmoideum* alkotja, ennek két oldalán elhelyezkedő szárnycsontja a páros *exoethmoideum/ectoethmoideum*. Alul, közepén, az orrtájéki koponya alapi része, az ekecsont (*vomer*) található, a *mesethmoideum* alatt.

Az agykoponyához tartozó **koponyatető** (*calvaria*) kialakításában (62b. ábra), páros, lapos fedőcsontok vesznek részt. A hátulsó, kerekdedebb a falcsont (*parietale*) míg az elülső elhelyezkedésű, megnyúltabb a homlokcsont (*frontale*). Ezek a csontok, eredetüket tekintve bőrcsontok.



62. ábra: A pontyfélék agykoponyája.

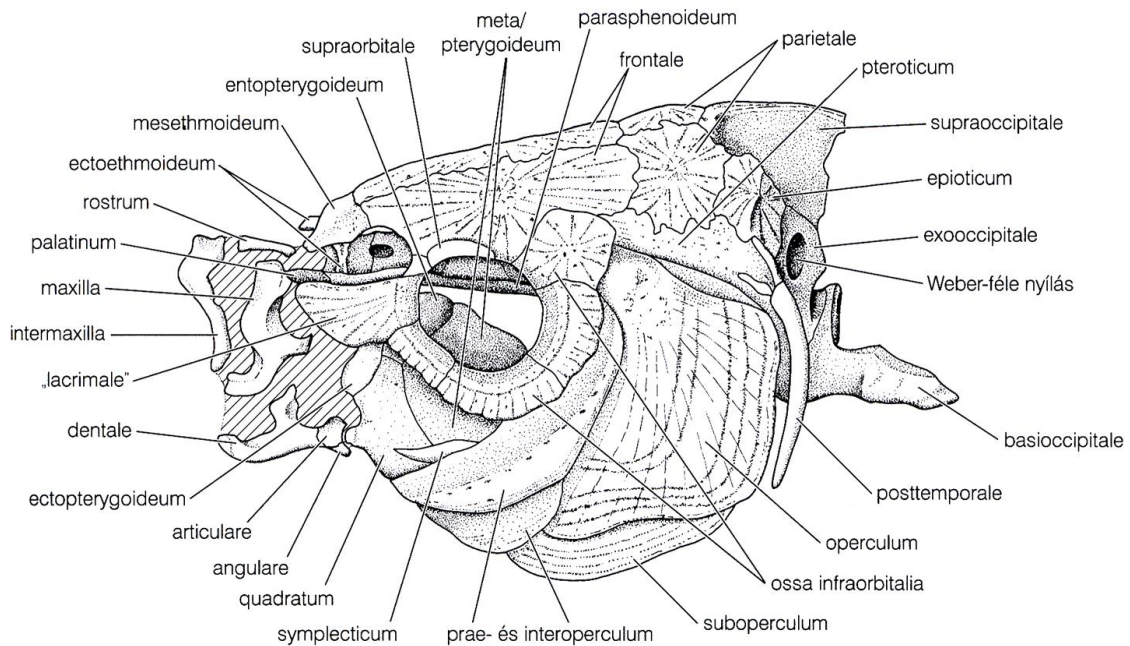
a: alulnézet, b: felülnézet

II. A halak zsigerkoponyáját az állkapcsi-, nyelvcsonti-, és a kopolyúív csontjai, valamint a kopolyúfedő készülék elemei alkotják.

1. Az állkapcsi ív (első zsigerív) mindkét oldalon az alábbi csontokból tevődik össze:

Az állkapcsi ív legelső része a páros közti állcsont (*praemaxilla/intermaxilla*), ennek mindkét eleme elől egyesül. A felső állcsont (*maxilla*) a közti állcsont mögött található enyhén görbült alakú. Ez a két csont a koponyához szalagokkal, lazán kapcsolódik. A szájpadsont (*palatinum*) a szájüreg boltozatát adja és a röpcsonatok sorát zárják le. A szájpadsontok és a négyszögcsont (*quadratum*) között három röpcsonat (*pterygoideum*) kapcsolódik egymáshoz (*ento-, ecto-, metapterygoideum*). A röpcsonatok közvetlenül kapcsolódnak a kétoldali négyszögcsontokhoz. A fenti csontok képezik a felső állkapocs csontozatát (63. ábra).

Az állkapcsi ív alsó részén három páros csont található, mely az alsó állkapocsot alakítja ki. Ezek az elől elhelyezkedő terjedelmes kiterjedésű fogcsont (*dentale*), ezt követi az ízületi csont (*articulare*), mögötte pedig az egészen kicsi méretű szögcsont (*angulare*) (63. ábra). A felső és az alsó állkapocs az *articulare* és a *quadratum* összekapcsolódásával ízesül. Ez az állkapocsfüggesztési mód a csontoshalakra jellemző ún. **quadrato-articularis** vagy **primer állkapocsfüggesztési** mód.



63. ábra: A pontyfélék agy- és zsigerkoponyája oldalnézetből.

2. A második zsigerívet a nyelvcsonti ív képezi. Ennek a csontjai a megnyúlt, enyhén ívelt *hyomandibulare*, ezt a négyszögcsontozat csatlakoztató csatlócsont (*symplecticum*) nevű csontocskája, és a *hyoideum* egészíti ki. Ez utóbbi a *hyomandibulare*-hoz rögzül, másrészt a szápadizomzatba ágyazódik és az itteni izmoknak biztosít tapadási felületet.

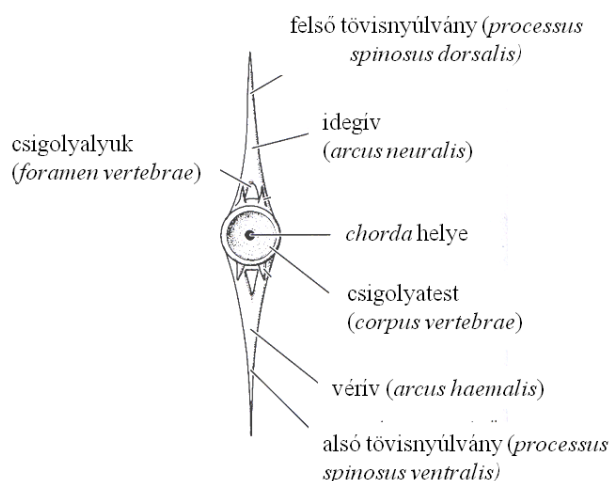
A *hyomandibulare*, mint a halkoponya egyik legnagyobb csontja a hallótájékon kapcsolódik az agykoponyához, a másik végén egy nyúlványból önállósult csont a csatlócsont (*symplecticum*) segítségével szorosan kapcsolódik a *quadratum*-hoz. Az állkapcsi ívnek ezt a *hyomandibulare* által történő agykoponyához való rögzítését/felfüggesztését **hyostiliának** nevezzük. Ez a zsigerkoponya függesztési típus jellemzi a porcos-, vértés- és csontshalakat.

3. A kopolyúvek száma öt, ezek közül az utolsó csökevényes. A kopolyúvek (*arcus branchialis*) ív alakba hajlott csontok, melyek több szegmensből épülnek fel. A kétoldali kopolyúveket egy *copula* (*basibranchiale*) köti össze. A páros ötödik kopolyúív alsó garatcsonttá módosult (*os pharyngeum inferior*). Mivel a pontyféléknek a szájüregében nincsenek fogak, ezért a garatfogakat (amelyek a garatcsonton találhatóak), használják rágásra az alapnyakszirti csonton található pontykővel együtt. Tulajdonképpen a garatfogak pontykőhöz dörzsölése révén aprítják fel a táplálékot. A kopolyúfedő készülék (63. ábra) a kopolyúüregben levő kopolyúkat védelmezi a külső környezeti hatásokkal szemben. A látszólag egységes felépítésű bőrcsont, valójában négy fedőcsontból épül fel. Ezek az előfedél (*praeoperculum*) a fedélcsont (*operculum*), mely a középső és a legnagyobb, a fedélalj (*suboperculum*) valamint a köztesfedél (*interoperculum*). A kopolyúfedő készülék a *hyomandibulare* hátranéző nyúlványához kapcsolódik. Támogatását a nyelvcsontból kiinduló bőrcsontocskák látják el.

A gerincoszlop (*columna vertebralis*) csigolyákból (*vertebrae*) épül fel, törzsi (*thorachalis*) illetve farki (*caudalis*) szakaszra tagolódik. A teljesen elcsontosodott csigolya (*vertebra*) a következő elemekből épül fel (64. ábra):

- a csigolyatest (*corpus vertebrae*) képezi a csigolya központi részét, melynek elülső és hátulsó felszíne a halakban homorú, azaz mind a két oldalt bevájt (*amphicoel*) típusú.

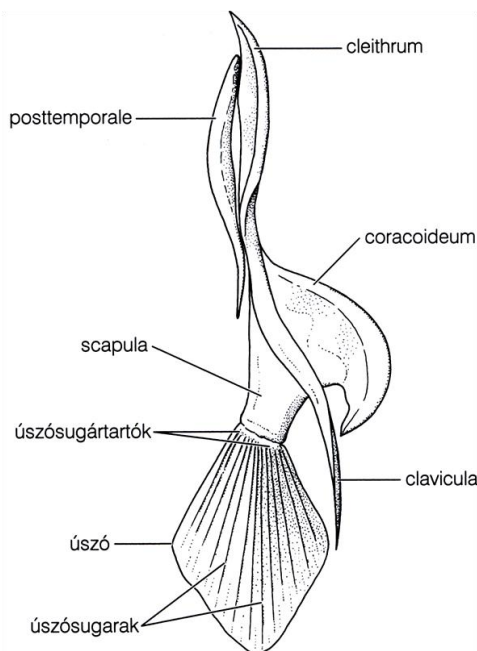
- A csigolyatestből háti irányban, két gyökérrel ered a felső csigolyaív vagy idegív (*arcus superior/arcus neuralis*) Ez a csigolya testtel együtt a gerinc/csigolyalyukat (*foramen vertebrae*) zárja körül. Ebben húzódik a gerincvelő. A csigolyatest alsó (*ventralis*) felszínén az alsó hemalis/vérív (*arcus inferior/arcus haemalis*) helyezkedik el. Az ív két gyökere közötti nyílásban (*foramen sanguineum*) a farki artériák és a vénák futnak. Ezt a csatornát vérívesatornának (*canalis haemalis*) is nevezik. A csigolyaívek tövisnyúlványokban végződnek (*processus spinosus*). A felső csigolyaívhoz a felső tövisnyúlvány (*processus spinosus dorsalis*) az alsó ívhez az alsó tövisnyúlvány (*processus spinosus ventralis*) csatlakozik. Az utolsó farokcsigolyák teste egységes farokcsonttá (*urostyl/os coccygis*) nőnek össze.



64. ábra: A halak farki csigolyájának részei.

A halak végtagjai az **úszók (pinnae)**. Csontos vázból, az úszósugarakból (*lepidotrichia*) és ezeket összekötő bőrlebenyből állnak. Lehetnek párosak és páratlanok. A páratlan úszóknak külső és belső vázuk van. A belső vázuk a törzs izomzata és a csigolyák tövisnyúlványai között található, két végén kihegyesedő úszósugártartó csontokból (*os interspinosus*) tevődik össze. Ehhez kapcsolódnak hozzá a külső váz részei, a csontos úszósugarak. Az úszósugarak lehetnek több részre tagolható támasztó elemek (lágy úszósugarak), de lehetnek egységes, tagolatlan csontképződmények (kemény úszósugarak). A farokúszóban kizárólag lágy sugarak találhatóak és ezek közvetlenül a gerincoszlophoz kapcsolódnak úszósugártartó nélkül. A páros úszók vázát a függesztőövvel kapcsolatos kevés alapi csontocska (*basipterygium*), valamint az ehhez kapcsolódó csontos úszósugarak (*lepidotrichia*) képezik. A páros úszók két függesztőöv által kapcsolódnak a testhez.

A **vállöv (cingulum scapulae)** a mellúszók függesztőöve (65. ábra), a **medenceöv (cingulum pelvis)** pedig a hasúszóké. A vállöv felső része az agykoponyához kapcsolódik, az alsó, hasi oldalon lévő két vége összeér egymással. Legerősebb csontja az ív alakú zárcsont (*cleithrum*), hasi (*ventrális*) oldalához a lapockacsont (*scapula*) nőtt hozzá, melynek felszíne perforált. A lapockacsont alatt található a hollócsőrcsont (*coracoideum*). A zárcsont alsó részéhez kapcsolódik a pálcika alakú kulcscsont (*clavicula*). A pálcikaszerű alapi úszósugártartó csontok a perforált lapockacsonthoz ízesülnek, ide pedig az úszósugarak kapcsolódnak. Ezek között a sugarak között van kifeszítve a mellúszó hárttyája.



65. ábra: A halak mellső függesztőöve.

A medenceöv (*cingulum pelvis*) felépítése a legegyszerűbb a törzs izomzatban párhuzamosan fekvő csontlécből áll, amihez az úszósugarak kapcsolódnak.

6.3. Kétéltűek (*Amphibia*)

A kétéltűek osztálya (*classis: Amphibia*) tüdőshal-szerű ősből fejlődött ki. Vízhez és a szárazföldre egyaránt alkalmazkodott élőlények tartoznak ide. Tengeri alakjaik nem ismertek, legfeljebb felsős (brakk) vízben élnek meg. A kétéltűek a halakhoz hasonlóan a **magzatburoknélküliek** csoportjába (*Anamnia*) tartoznak, ezért egyedfejlődésük korai szakasza édesvízben megy végbe. A hüllőkkel, madarakkal és az emlősökkel együtt pedig a **négy lábúak** csoportját (*Tetrapodák*) alkotják. Embriónális életszakaszukban vízhez kötődnek, átalakulásuk után egyes fajok elhagyják a vizet, mások mindvégig vízben vagy annak közelében tartózkodnak. Embriónális életszakaszukban 4-5 kopolyúívük van, a kifejlett állatok viszont már tüdővel lélegeznek, mely eredetileg hidrosztatikai szervként működik. Bőrük csupasz, nedves tapintású, sok benne a nyálkamirigy, ami a bőrt állandóan nedvesen tarja. Sok faj bőrében méregmirigyek is vannak. Az őskétéltűeket szarupikkelyek védték az időjárás viszontagságaival szemben, a jelenkori kétéltűek bőre azonban gyengén elszarusodó laphámból áll, mely lehetővé teszi a bőrlégzést. Változó testhőmérsékletű (*poikilotherm*) állatok.

Vázuk csontos, emellett sok porcelet is tartalmaz. Koponyájuk két ízületi bütökkel mozgékonyan ízesül az első nyakcsigolyához (*dicondylia*). A végtagok és a függesztőveik váza jól fejlett, a halakhoz képest igen nagy változást jelent a lábak megjelenése. A halakkal ellentétben a mellső függesztőv eltávolodik a koponyától, a hátsó függesztőv megerősödik, a medenceöv csontjai a keresztcsigolyához kapcsolódnak. A végtagcsontokban csontfúzió tapasztalható mind a mellső, mind a hátsó végtagban.

Táplálkozásukat tekintve növény- vagy mindenevők, a kifejlett állatok viszont ragadozók. Emésztőkészülékük nem sokban tér el a halakétól. Nyelvük kiölthető, ragacsos, a szájfenekhez nőtt, ami a zsákmányszerzésnél igen lényeges. Valódi fermentumokat (nedveket) termelő nyálmirigyeik azonban nincsenek. Garatjuk gyökeresen átalakul a lárvális korszakukhoz képest. A bélsatorna rövid, a felszívófelületét nyálkahártyaredők növelik, a gyomor minden esetben elkülönül. Végbelük kloáka formájában végződik, ennek hasi (*ventralis*) kitűrődéséből húgyhólyag alakul ki. Lárvaik kiválasztószerve a legősibb gerinces vesetípus az elővese (*pronephros*), a kifejlett egyedeké *opisthonephros*. A nőstények petevezetője a kloákába torkollik, a hímeknél a veséssel szoros kapcsolatba lépnek a herék. Az ún. Wolff-cső vizelet és ivarsejtek továbbításában egyaránt részt vesz. A megtermékenyítés külső, a vízben történik.

Keringésük két vérkörű, mivel megjelent a tüdő. Szívük két pitvarból és egy kamrából áll, a kamrában az artériás és a vénás vér keveredik. Idegrendszerük a szárazföldre való áttérés, a járólábak megjelenése és az érzékszervek átalakulása miatt megváltozott. Gerincvelőjükön a kar- és ágyékfonat helyén nyaki és ágyéki duzzanat alakult ki. Érzékszervük közül legfontosabb a szem, amit szemhéjak, pislogóhártya és könnymirigy véd a mechanikai sérülésektől és a kiszáradástól. Belsőfülük helyzetérző és halló szerv, melyhez a levegőrezgéseket felfogó és továbbító középfül csatlakozik. Külső fül nem figyelhető meg. Orruk már nem egyszerű szagló gödör, hanem belső orrníyláson át közlekedik a szájgaratüreggel.

Ordo: Farkatlan kétéltűek (*Anura*)

A farkatlan kétéltűek hétköznapi néven a békák, a trópusoktól a szubarktikus éghajlatú vidékekig elterjedtek, de zömük a trópusi esőerdőkben él. A békák teste zömök, külső morfológiát tekintve nyaki és farki szakasz nélküli. Viszonylag gyenge elülső, és izmos, hosszú ugrólábbá fejlődött hátsó végtagok, valamint düledt szemek jellemzi őket. Zömmel vízközvetben élnek, bár akadnak szélsőséges körülményekhez alkalmazkodott (például sivatagi vagy egész életüket vízben töltő) fajok is. Sok békafajnál kiemelt szerepe van a szaporodási időszakban a hangadásnak (brekegés, kuruttyolás stb.), amelyet felfújható torokzacskók segítségével adnak ki (ez nem minden fajra jellemző).

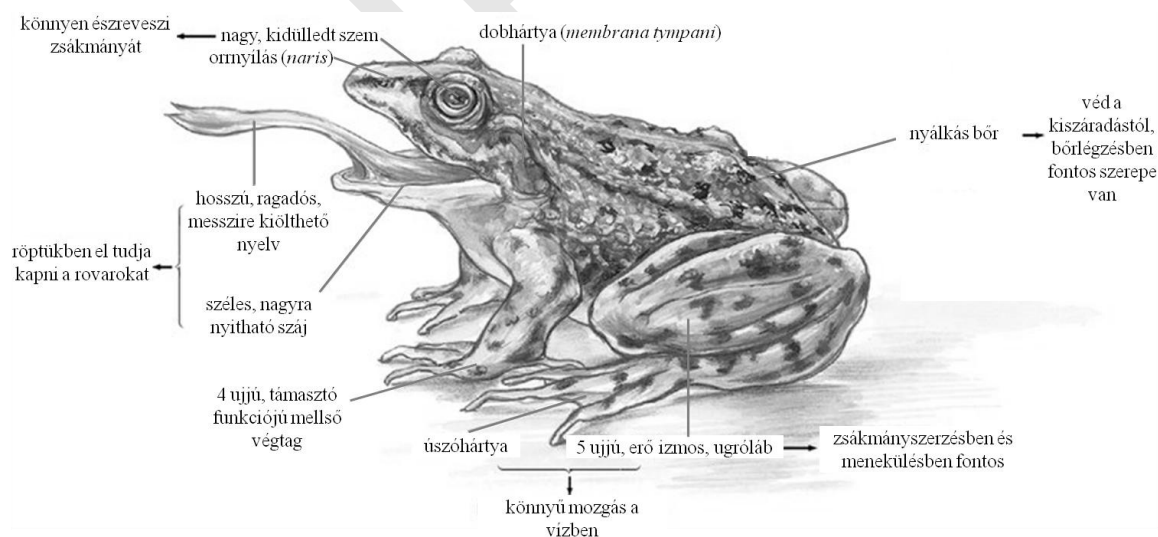
Lárvájuk az **ebihal**, amely fejlődése során, három lárvaperióduson megy keresztül. A *premetamorfotikus* szakaszt intenzív növekedés jellemzi, ez alatt kialakul a száj- és végbélnyílás és

a kopoltyúk. A *prometamorfotikus* szakaszban a legjelentősebb változás a mellső végtagok kialakulása. Az ebihal ebben a stádiumban főleg növényeket fogyaszt. A *metamorfotikus klimaxban* fejlődnek vissza a kopoltyúk, kialakul a tüdő, a hátsó végtagok, a kifejlett állatra jellemző szájnylás és állkapocs, majd az állat áttér a ragadozó életmódra.

Species: Kecskébéka (*Rana esculenta*)

A kecskebéka sík-, domb-, és hegyvidéki vizes élőhelyeken egyaránt előforduló, védett állat. A *Ranidae* (igazi vagy valódi békafélék) családjába tartozik még rajta kívül a tavi béka (*Rana ridibunda*) és a kis tavibéka (*Rana lessonae*). Maga a kecskebéka ennek a két utóbbi fajnak az állandósult hibridje. Nappali állat, kedveli a növényekkel benőtt partszegélyeket, vizes területeket. Áttelelni az iszapba vonul vissza, ekkor bőrlégzéssel lélegzik, a májában raktározott tápanyagot éli fel egészen tavaszig.

Teste fejre (*caput*), törzsre (*truncus/thorax*) valamint két pár végtagra (*extremitates*) tagolódik. A nyak csak csonttanilag különíthető el, külsőleg nem figyelhető meg. Farok nélküli testükre kifejlett korban jellemző a zömök alkat (66. ábra). A kecskebéka feje lapos, patkó alakú, orrcsúcsa hegyes. A fejen apró izmokkal zárható külső ornyílás (*naris*) látható, mely a szájuéggel van összeköttetésben. A száj széles, nagyra nyitható. A fej két oldalán található a síkból kiemelkedő szemek (66. ábra). A szem szivárványhártyája (*iris*) aranyozott. A közepén levő szemrés ovális, a pupilla vízszintes állású. A szemek mögött a fej síkjával egyvonalban helyezkedik el a dobhártya (*membrana tympani*) (66. ábra). Hím békákon a szájuzugban a hangrezonátorként működő hanghólyag (*saccus vocalis*) található. Ez a szerv a szájuéggel kiöblösödésével keletkezett, kecskebékánál világos színezetű. A törzsön két pár végtag található, az elülső pár 4 rövid ujjal rendelkező, inkább támasztó funkciójú, míg a hátsó végtag 5 ujjal rendelkező, igen fejlett, izmos, jellegzetes ugróvégtagként funkcionáló (66. ábra). A hátsó végtag ujjai között úszóhártya van. A nőstények testesebbek, hasuk szélesebb, nagyobb és a mellső végtagon nincsen ún. *hüvelykvánkos* mint a hímeknek. A kecskebéka uralkodó színe a zöld és annak árnyalatai. Hasa fehér vagy sárgásfehér. A hátsó végtag feketén és sárgán márványozott, ennek közei a combok hátoldalán kénysárgák.



66. ábra: Egy *Rana*-faj külső morfológiája.

A kültakaró (*integumentum commune*) csupasz, nyálkás, hideg tapintású, gyengén elszarusodó laphám, létfontosságú a légzést tekintve, valamint érzékszerv és ozmoregulációs szerv is egyben. A kifejlett állat bőre három fő rétegből áll. A **felhám** (*epidermis*) az **irha** (*cutis*) valamint a **bőralja** (*subcutis*). A legfelső réteget alkotó epidermis felső sejtrétege gyengén elszarusodik. Ez egy kezdeti lépés a szárazföldi élet meghódítására, és egyúttal alkalmassá teszi a békát a bőrlégzésre és a bőrön keresztüli vízfelvétele, valamint mechanikai védelmet is nyújt az állat számára. Az

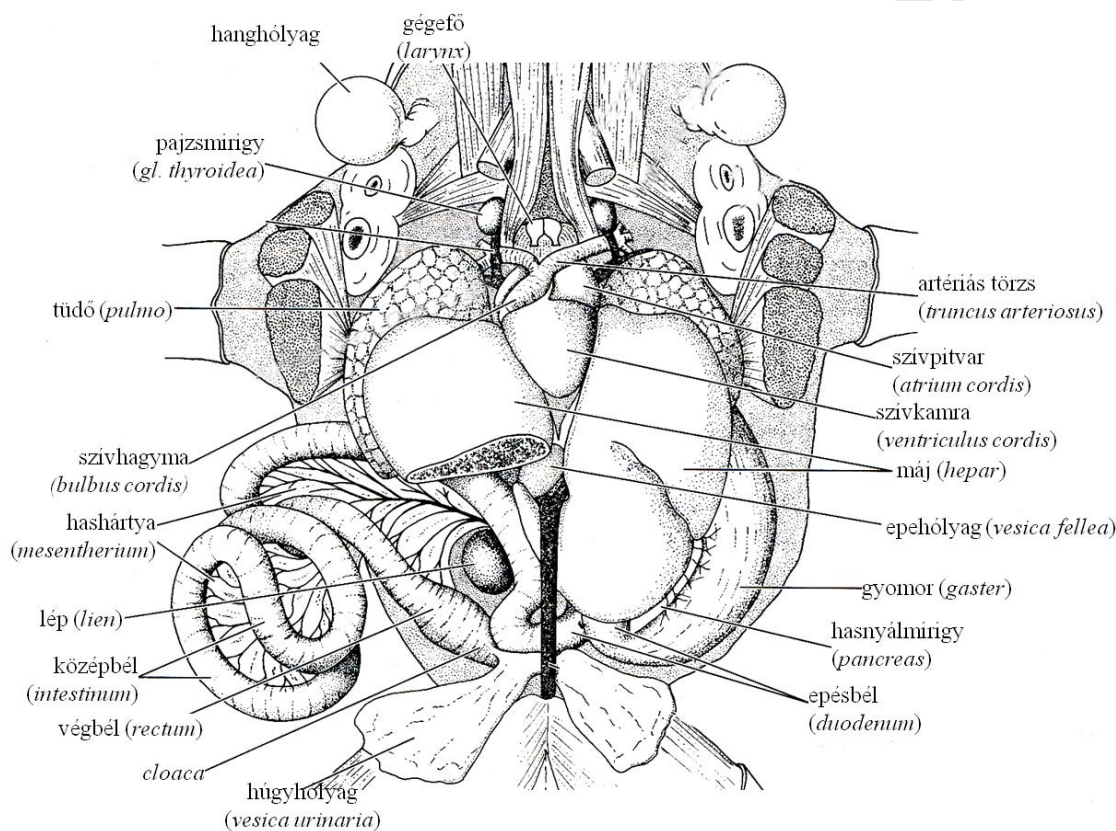
előregedett és elhasználódott epidermiszt a béka időnként levedli. Ez a folyamat hormonális szabályozás alatt áll. Ha bármely ok miatt akadályozott a vedlés, az az állat pusztulásához vezet.

Az irha (*cutis*) két részből tevődik össze: a felső rétege a szivacsos szerkezetű, lazarostos kötőszövetből álló ún. *stratum spongiosum*. Ebben a rétegben található meg a festéksejtek, mirigyek, erek, idegek és a simaizomrostok. A bőrt folyamatosan nedvesen tartó nyálkamirigyek váladéka védi a bőrt a kiszáradástól, elősegítik a gázcserét és a vízfelvételt. A nyálkamirigyek mellett méregmirigyek is előfordulnak ebben a rétegben, bár ez főleg a varangyokra jellemző, kecskebékánál kevésbé jelentős. A méregmirigyek váladéka más élőlények számára toxikus, így megvédi a bőrt a kórokozóktól. Emberre nézve a kecskebéka mérge kevésbé veszélyes, azonban nyálkahártya irritáló hatású. A cutisban barnásfekete, sárga, aranyszínű és ezüstösen fehér festékeket tartalmazó pigmentsejtek (*chromatophorák*) helyezkednek el. A színváltozat idegi és hormonális szabályozás alatt áll, mely a fényelnyelés miatt fontos. A sötétebb bőr több hőt képes elnyelni, míg a kivilágosodó bőr visszaveri a hősugarakat. Ez a színváltás a kecskebékánál nem jelentős. Az irha tömörtrostos rétege (*stratum compactum*) lemezes kötőszövet, ennek kollagénrostjai egymást derékszögben vagy ferdén keresztező lemezekbe csoportosulnak.

A bőralja (*subcutis*) vékony kötőszöveti réteg. A bőr és az izomzat között bőralatti nyirokzsákok (*sacci lymphatici subcutanei*) találhatóak. Ezek a subcutis nyirokereinek fúziójával alakulnak ki. A nyirokzsákokban levő nyirok mennyisége befolyásolja a bőr vízfelvételét és leadását, valamint az immunrendszerben védelmi szerepet tölt be. A nyirokfolyadék mozgását a békákban két pár ritmikusan működő *nyirokszív* látja el. Az elülső nyirokszív a gerincvelő két oldalán, a harmadik bordaköz magasságában látható, a második pár pedig (az ún. *coccygealis nyirokszív*) a test hátulsó részén a *musculus pyriformis* és a *musculus coccygeoiliacus* izmok szögletében található. Ezek a bőr alatti nyiroktasakok hajtják a nyirkot a vénás rendszerbe. A tasakok nyiroktartalma befolyásolja a bőr vízfelvételét, részt vesz a szervezet anyagcseréjében és részét képezi a szervezetet védő immunrendszernek.

A kifejlett kecskebéka falánk ragadozó, többnyire gerinctelenekkel (rovarokkal, csigákkal, férgekkel) táplálkozik. Az emésztőrendszer (*apparatus digestorius*) három szakaszos, melynek részét képezi az előbél, a középbél és az utóbél. Az előbél a széles, terjedelmes szájníylással kezdődik, mely a szájgaratüregbe vezet. A szájgaratüregben található a belső ornyílás (*choana*) mely a szájpadlásnak a része. A nyelv (*lingua*) elöl lenőtt, kivethető, ragadós, nyálkával borított. A nyelv mögött hosszanti rés a gégebemenet (*larynx*) és a hangrés (*glottis*) figyelhető meg. A hímekben a szájzugban kétoldalt a hanghólyag (*saccus vocalis*) hangrezonátorként felerősíti a párási időszakban kiadott hangokat. Az alsó állkapocs fogatlan, a felső állkapocs és az ekecsont (*vomer*) hegyes, fogmeder nélküli ránőtt (*acrodont*) fogakat hordoz. Ezek csak a zsákmány megragadására alkalmasak, rágásra nem valók. A megszerzett zsákmányt a felemelt szájfennékel és a behúzható szemgolyók által képzett garati szűkület segítségével nyeli le, többnyire egészben. A nyelv felszínén mechanikai és érző funkciójú szemölcsök fejlődtek ki. A szájüregben nyálkatermelő mirigyek teszik lehetővé a falatok könnyebb lenyelését, emésztőfermentumokat viszont nem tartalmaznak. A szájgaratüreg nyálkahártyája a gázcserében is részt vesz (torokoszilláció révén, lásd. később, a légzés részletezésénél). A nyelőcső (*oesophagus*) rövid, terjedelmes, tágulékony izmos falú cső, a gyomorba vezet a táplálékot. A gyomorbemeneti szakaszban a nyelőcsőmirigyek inaktív pepszinogént termelnek, ami közvetlenül a gyomorba jut, és ott a savas kémhatás, valamint az ott lévő aktív pepszin hatására aktivizálódik. A gyomor (*ventriculus/gaster*) a kecskebékában kevésbé differenciált, izmos falú, görbült cső alakú szerv (67. ábra). Rajta egy nagy görbület (*curvatura major*) és egy kis görbület (*curvatura minor*) különíthető el. A gyomor nyelőcső felőli része a gyomorszáj (*cardia*), közepe a terjedelmes test (*corpus/fundus*), a duodenum felé eső hátsó része pedig a gyomorkapu (*pylorus*). A gyomortest nagymennyiségű nyálkát, pepszigonént valamint savas közeget nyújtó sósavat termel. A gyomorban megkezdődik a fehérjeemésztés, ahonnan a táplálék a *pylorus* gyűrűn keresztül jut át a középbél (*intestinum*) kezdeti szakaszába, az epésbélbe (*duodenum*) (67. ábra). Ide ömlik közös vezetéken át az epe és a hasnyál is. Ehhez az elülső vékonybéli szakaszhoz kapcsolódik a két nagy

emésztőmirigy a máj (*hepar*) és a hasnyálmirigy (*pancreas*). A máj vörösesbarna színű, két vagy háromlebenyű szerv, melyhez az epehólyag (*vesica fellea*) kapcsolódik. Itt tárolódik a máj által termelt, a zsírok emulgeálásában közreműködő epe. A hasnyálmirigy (*pancreas*) a békákban már kompakt, szabálytalan alakú rózsaszínes szerv, a máj középső lebenye alatt, a gyomor és az epésbél kanyarulata között fekszik (67. ábra). Enzimtartalmú váladéka a hasnyálmirigyvezetéken (*ductus pancreaticus*) át a közös epevezetékbe jut, ezen át kerül az epésbélbe. A *pancreas* a békában is vegyes mirigy, az enzimtermelő, külső elválasztású (*exokrin*) rész végkamrái között hormontermelő (*Langerhans*) szigetek helyezkednek el (belső elválasztású, *endokrin* rész). A középbél kanyarulatai között helyezkedik el továbbá a kis, tojásdad, sötétvörös színű lép (*lien*) (67. ábra). A középbél folytatása az utóbél, itt só- és vízvisszaszívás történik, a béltartalom székkletté (*faeces*) sűrűsödik be. Az utóbél tágulata a végbél (*rectum*), ennek alsó falából képződött a húgyhólyag (*vesica urinaria*) (67. ábra). Az utóbél szakasza a cloacában zárul, itt távozik a széklet és a vizelet, valamint az ivarsejtek is. A bélsövet, a gyomrot, a májat és a hasnyálmirigyet a hashártya (*mesenterium*) rögzíti a testfalhoz (67. ábra).



67 ábra: A kecskebéka bonctana.

A légzőkészülék (*apparatus respiratorius*) metamorfózison megy át a fejlődés során, a lárvális kopoltyúlégzést tüdőlégzés váltja fel. Eközben a garattájék is gyökeresen átalakul. A kopoltyúk visszafejlődnek, majd a garatfal kezdetben páratlanná, majd párossá szétágazó kitérődéseként indul fejlődésnek a tüdő (*pulmo*). A páratlan szakaszból differenciálódik a gége és a gégefő. Ez a két képlet egy közös üreget alkot, a belőle eredő páros részek a közös mell-hasüregbe benyomulva tüdővé alakulnak, felületükre pedig ráhúzódik a mellhártya. Az ornyílások (*nares*) a levegőt csak egy igen kis térfogatú orrüregbe (*cavum nasi*) jutattják. Innen a levegő a szájgaratüregbe jut a belső ornyílások (*choanae*) közvetítésével. A gégefő (*larynx*) fejlett, porcok merevítik. A *larynx* a hangadás szerve is, ez egyben a szárazföldi életre való alkalmazkodás bizonyítéka is. A hímek szájzugában lévő hanghólyagok a hangot fel is tudják erősíteni, kecskebékánál ez a hanghólyag világos, fehéres színezetű. A kifejlett állatokban a tüdő (*pulmo*) egyszerű, zsák formájú tagolatlan szerv. Belső felületét sövények tagolják, ezek között kamrácskák alakulnak ki. Ez utóbbiak falát vékony laphám borítja, itt zajlik le a gázcsere. A tüdő állománya kötőszövetből, véredényekből és

simaiizomsejtekből áll. A békák légzésében a szájfenekizomzatnak kitüntetett szerepe van, mivel nem rendelkeznek zárt mellkassal, hiányoznak a bordák, a bordaközi izmok és a rekeszizom. Ezeket légzéskor a szájfenek- és a testizmok helyettesítik. A békák légzése több módon történik:

- A szájfenek állandó gyenge mozgást (*torokoscilláció*) végez, ez a mozgás az ornyíláson keresztül cseréli a levegőt a szájgaratüregben, úgy, hogy a gégerés zárva marad és a szájüreg nyálkahártyáján keresztül történik a gázcsere.
- A másik légzési mód során időnként egy nagyot „nyel” az állat, ekkor zárt ornyílások mellett a szájgaratüregbe beszívott levegőt a megnyíló gégerésen át a szájfenek felemelésével és a szemek behúzásával a tüdejébe préseli az állat. A gázcsere után a kilégzés a hasizmok összehúzódása és tüdő összenyomódása miatt történik meg. A levegő az ornyíláson távozik a szervezetből.
- A harmadik mód a bőrlégzés. A bőr, mint köztakaró igen fontos szerepet lát el a tüdő és a szájgaratüregi légzéssel együtt az oxigén felvételében. Még jelentősebb azonban, hogy a széndioxid leadása nagyrészt bőrön keresztül történik. A bőrlégzés fontosságát támasztja alá az, hogy ha a béka tüdejét eltávolítjuk, azt túléli, viszont ha a bőrlégzését szüntetjük meg (pl. bekenjük a testét valamilyen olajjal, vagy olajba ültetjük) akkor hamar elpusztul.

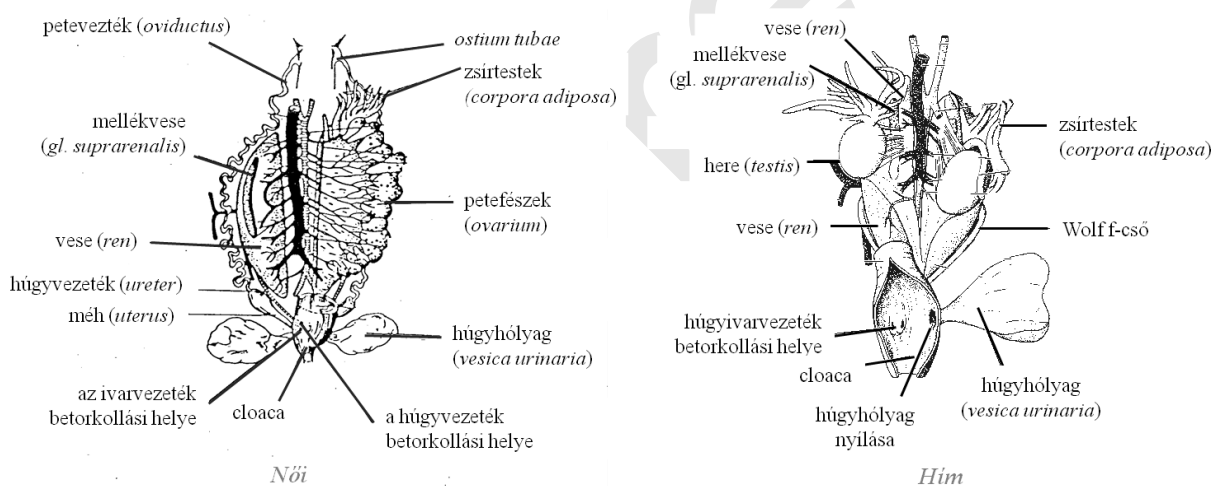
Áttelelés során a kecskebéka bőrlégzéssel biztosítja maga számára a szükséges oxigént a környező víztérből. Tavasszal az áttelelés után viszont a tüdőlégzésre is szüksége van a környezet magasabb hőmérséklete miatt. A tüdő a gázcsere mellett hidrosztatikai szerv is. Tüdő nélkül a béka nem tudna a víz felszínén maradni, levegővel telt tüdővel pedig a víz alatti kapaszkodás nélkül nem tudna alámerülni menekülés alkalmával.

A húgyivarkészülék (*apparatus urogenitalis*) esetében a hím állatoknál a vese és az ivarszerv között szoros kapcsolat van. Nőstényeknél a két rendszernek ilyen jellegű kapcsolata nincs. Az ebihalak kiválasztószerve a *pronephros*, ennek vezetéke a kloákába torkollik. Metamorfózis alkalmával a *pronephros* visszafejlődik és a kifejlett békákban már a gerincoszlop két oldalán elhelyezkedő *opisthonephros* alakul ki. A kifejlett békák hosszúkas vörösesbarna veséje (*ren*) a gerincoszlop két oldalán a hashártya mögött foglal helyet. Minkét ivarban a vesék hasi (*ventralis*) felszínén narancssárga, szalagszerűen elhelyezkedő endokrin szerv, a mellékvese (*glandula suprarenalis*) található meg. A hím békák veséje egy csúcsi helyzetű ivari (*genitalis*) és egy alsóbb helyzetű kiválasztó (*excretios*) részre osztható fel. A here (*testis*) a genitális rész mellett található meg. A herecsatornácskák a herét elhagyva kis vezetékkel kapcsolódnak a vese *nephridialis* csatornához. A spermiumok ezen az úton, majd tovább a Wolff- csövön át kerülnek a kloákába. Tehát a Wolff-cső húgyondóvezetéként működik. Nőstény békáknál a vese és a petefészek (*ovarium*) között nincs kapcsolat, így a nőstény állatokban a Wolff-cső csak vizeletet szállít. A vizelet innen, akárcsak a hímekben nem közvetlenül a húgyhólyagba, hanem a kloákába jut. A húgyhólyag a kloáka alsó, hasi (*ventralis*) falának páratlan, de kétlebenyű kitüremkedése. Amikor a Wolff-cső vizeletet szállít, a kloáka összehúzódik, ezért a Wolff-cső és a húgyhólyag nyílása találkozik. Ez teszi lehetővé, hogy a vizelet a húgyvezetékéből a húgyhólyagba kerüljön. Maga a húgyhólyag fala vékony, erekben sűrűn ellátott, a falán keresztül számottevő transzportfolyamat megy végbe. A kiválasztás szabályozása által lehetővé válik a vízi és a szárazföldi viszonyokhoz történő alkalmazkodás. A vízben való tartózkodás során a béka passzív módon sok vizet vesz fel a bőrén keresztül. A szárazföldi lét során a vízfelvétel szünetel, ekkor a párolgási vízvesztés is számottevő. Az agyalapi mirigyből felszabaduló antidiuretikus hormon hatására intenzívebbé válik a vese-csatornácskák vízvisszaszívása, a vesében pedig a veseglomerulusok egy része nem kap vért, így nem képez szűrletet.

A kecskebékákra jellemző az *ivari dimorfizmus*. A hímek kisebbek, karcsúbbak szájzugukban hanghólyagot, mellső végtag hüvelykujján *hüvelykvánkost* viselnek. A nőstények nagyobbak, testesebbek, törzsük feltűnően széles, a sok érett és éretlen pete által megnövekedett petefészek és petevezető kidomborítja a testfalat.

A hím ivarú egyedek sárgás színűek, a kissé ovális herék a vesék fej felé eső (*cranialis*), csúcsi részén található meg. A **here (testis)** kívülről kötőszövetes tokkal borított, a szerv belsejében kanyargós lefutású herecsatornácskák sokasága helyezkedik el. Itt képződnek a spermiumok, amelyek az ondóvezető csatornácskákon át a vese genitális részébe lépnek be, onnan a Wolff-csőbe kerülnek. A húgyondóvezeték a kloákába lépés előtt kiszélesedik és ondóhólyagot alakít ki. Ebben tárolódik az ondó időlegesen. Párázás alkalmával az itt felgyülemlt hímivarsejtek a kloákán keresztül a vízbe jutnak, ahol az előzőleg lerakott csomóban levő petéket külsőleg termékenyítik meg. A herékhez nagyon hasonló színezetű élénk sárga zsírtestek (*corpora adiposa*) kapcsolódnak, melyek lebenyek formájában tápanyagot raktároznak (68. ábra). Ez az ivarsejtek képződéséhez elengedhetetlen. Működése hormonálisan szabályozott.

A női ivarszervek jellegzetessége a vékony falú, zsák alakú **petefészek (ovarium)**, amely tasakokra osztott (68. ábra). A petefészeknél ugyancsak megfigyelhetők – akárcsak a heréknél – az ivarsejtek képződéséhez elengedhetetlen zsírtestek (*corpora adiposa*) jelenléte (68. ábra). Hiányuk esetében zavar támad az ivarsejtek kialakulásában és további fejlődésükben. A szaporodási időszakban a petefészek és a peték elvezetését szolgáló petevezeték (*oviductus*) eredeti méretéhez képest többszörösére duzzad meg. A petefészekben vegyesen láthatók az érett és éretlen peték. Az érett peték a petefészekből való kiürülés (*ovulatio*) során a hasüregbe kerülnek, innen a testfolyadék közvetítésével a petevezető tölcészerűen kiszélesedő szájadékába (*ostium tubae*) sodródnak, és közben nyálkaburok rakódik rájuk. A peték a petevezetőben a kloáka felé haladnak, és annak végső kiszélesedő tágulatában, a méhben (*uterus*) ideiglenesen tárolódnak, majd innen a vízben valamilyen növényzeti részre kerülnek lerakásra.



68. ábra: A kecskebéka húgyivarrendszere.

A kecskebékák szaporodása májusban történik, eközben a hímek a nőstények hátára ülnek és a mellső végtagjukkal végrehajtott szorítással kiváltják a nőstény hasfalizmának összehúzódását, ami a peték lerakásához elengedhetetlen. A lerakott petéket nyálkaburok védi a mechanikai sérülésektől, a melanisztikus (fekete) folt pedig az UV sugaraktól. A melanisztikus folt sötét színezete révén sok hőt is elnyel, ami a peték fejlődéséhez nélkülözhetetlen.

A keringési rendszer (*systema vasorum*) a kifejlett békákban két párhuzamosan kapcsolt vérkörből, a kis- és a nagyvérkörből tevődik össze. Az ebihalakban még a halakra jellemző egyvérkörös keringési rendszer található a kopoltyúlégzéssel egybekapcsolva. Ezt a rendszert a csőszerű szerkezet jellemzi, melynek részei a *sinus venosus*, *pitvar* és a *kamra* egymást követve. Ez az egyenes vonalú több tagból álló szívszerkezet a metamorfózis során U-alakban meghajlik, a pitvar egy válaszfal benövésével két részre oszlik. Ezen átalakulás során az eredetileg a kamra mögötti pitvarok a kamra elé, a nagyerek pedig egymás mellé kerülnek. Az ebihalak kopoltyúartériáiból jött létre a közös fejverőér, tüdőartéria valamint az aortaívek. A kifejlett békák keringési rendszere kis-és nagyvérkörből és nyirokkeringésből tevődik össze. A két vérkör közül a

nagy/testvérkör a kamrából ered és a testen át a *sinus venosus*ba, majd a jobb pitvarba szállítja a vért. A kis/tüdővérkör a szívkamrából indul ki és a tüdön keresztül a bal pitvarba szállítja a vért. Maga a **szív (cor)** szívburokban (*pericardium*) található. A nagyerek kilépésénél a pericardiumnak visszahajló zsigeri (*viscerális*) lemeze összenő a szívizomzattal, és ez a szív külső rétegét az *epicardium*ot alakítja ki. A szív fal további két rétegből áll, a szívizomzattól (*myocardium*) és a szívbelhártyából (*endocardium*). A szív háromüregű. Két pitvarból és egy kamrából áll. A szív további része a jobb pitvarhoz kapcsolódó vénás öböl (*sinus venosus*) és a kamrához csatlakozó szívhagyma (*bulbus cordis*) mely utóbbi szívizomszövetből áll. A két pitvart egy vékony sővény osztja ketté. A jobb pitvarba nyílik a vénás öböl, ez a nagyvérkör vénás vérének gyűjtője. A bal pitvarba torkollanak a tüdővénák, a két pitvar pedig közös szájadékkal az osztatlan kamrába. A kamra falában kripták találhatók, melyek a vér keveredését gátolják. A kamrából a kettéágazó artériás törzs (*truncus arteriosus*) indul ki. Ezt követően mindkét ág 3-3 edényre oszlik, melyek a következők:

- az első ág a közös fejverőér (*arteria carotis communis*).
- a második vagy középső ág az aortaívet képezi. A kétoldali aortaív háti aortává (*aorta dorsalis*) egyesül.
- a harmadik, legalsó ág a tüdő-bőr artéria (*arteria pulmocutanea*). Ez a bőrbe és a tüdőfélbe ad le ágat.

A nyirokrendszer a halakéhoz viszonyítva jóval fejlettebb. A nyirok (*lympha*) a szövetekből a nyirokkapillárisokba és a nyirokerekbe szedődik össze, amelyek nagyobb nyirokerekben majd nyiroköblökben egyesülnek. A nyirokrendszer részét képezik a béka bőre alatt fekvő nyirokzsákok. Ezek védik a bőrt a kiszáradástól, és mint folyadékraktárként működnek. A legnagyobb nyirokszerv a bélső kanyarulatai között található **lép (lien)**, a másik nyirokszerv pedig a dobhártya alatt levő **csecsemőmirigy (thymus)**. Az egész nyirokkeringést két pár nyirokszív irányítja és tarja fenn. Ezeket úgy találhatjuk meg, ha megfelelő területeken a bőralatti kötőszöveti rostokat átvágjuk, a bőrlebenyeket felhajtjuk és jól megvilágítva a fény felé tarjuk a csak időnként összehúzódó képződményeket. Ezek közül az első pár nyirokszív a harmadik bordaköz magasságában helyezkedik el a hát bőre alatt. Apró gombostűfjére emlékeztető pulzáló képződmények. A második pár nyirokszív a körtealakú izom (*musculus pyriformis*) szögletében a kloáka felett van a medenceöv területén.

Az idegrendszer (*systema nervosa*) központi részében jelentős változás következett be a végtagok megjelenésével. A gerincvelő szerkezetében a lábakhoz futó idegek kilépésének helyén és szintjében lokális idegsejtszaporulat miatt duzzanatok, vastagodások jöttek létre. Az agyvelőben megnő az előagy tömege és befolyása, a középagy kiemelten fontos a halakhoz hasonlóan, a kisagy viszont az egyszerű komponensekből épülő mozgások miatt fejletlen. A gerincvelő fehérállományában megszaporodtak azok a pályák, amelyeknek fontos szerepük van a lábmozgások összehangolásában.

Az agy tagolódása (69. ábra):

Az **előagy/nagyagy (telencephalon)** az első embrionális agyhólyagból származik (*prosencephalon*). A féltekék (*hemispheriumok*) párosak. Szoros tartozéka az előagnak a szaglőhagyma (*bulbus olfactorius*) mely összenőtt az előagggyal. Ezt a területet szaglőlebenynek (*lobus olfactorius*) nevezzük.

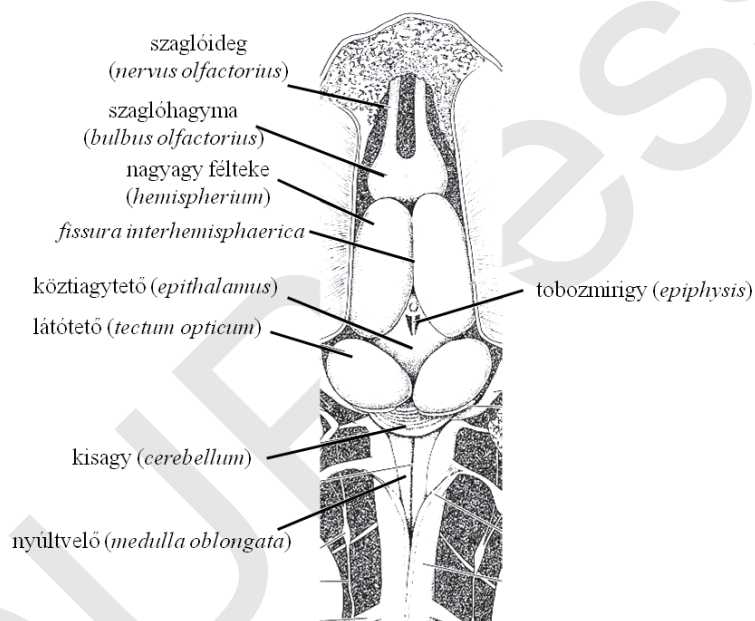
A **köztiagy (diencephalon)** kis terjedelmű, három fő területét különíthetjük el. Az első a látótelep (*thalamus*), mely számos érzékszervi és érzőpályák impulzusait dolgozza fel és integrálja. A második ezt követő rész a köztiagytető (*epithalamus*) a *thalamus*-tól háti (*dorzális*) elhelyezkedésű, kapcsolatai nagyrészt a szaglő rendszerből származnak. A harmadik rész a fényérzékeny tobozmirigy (*corpus pineale/epiphysis*), melynek hormonja (melatonin) az idegrendszer és a hormonrendszer szabályozásában valamint a

pigmentációban játszik szerepet. A *hypothalamus* fontos vegetatív központ. Itt található az agyalapi mirigy (*hypophysis*) amely szerv a neuroendokrin rendszer központja.

A **középagy** (*mesencephalon*) a békákban jelentős méretű. Itt helyezkedik el a reflexkoordinációs és érző (*szenzoros*) funkciót ellátó, legfelső látóközpont a középagytető (*tectum*), ahol a látópálya rostjai végződnek. Legszembetűnőbb része az ikertest/látótető (*corpora bigemina/tectum opticum*). A középagy hasi (*ventrális*) oldalán helyezkedik el a látóideg-kereszteződése (*chiasma opticum*). A középagy nagyon lényeges, a repülő rovarok távolságát, sebességét, irányát méri be. A hímek szaporodási időben hallatott brekegése, párzás alkalmával a nőstény átkarolása és ezáltal petezésre készítése is ebben az agyrészben koordinálódik.

A **kisagy** (*cerebellum*) keskeny harántirányú rész közvetlenül a látólebeny alatt. A mozgásszabályozás fő szerve. Érdekes, hogy lárvális korban nagyobb kiterjedésű, mint a kifejlett békákon.

A **nyúltvelő** (*medulla oblongata*) a gerincvelő koponyán belüli közvetlen folytatása. A békákban létfontosságú vegetatív centrumok helyezkednek el itt (légző és vazomotoros központok).



69. ábra: Az agy tagolódása békákban.

A **gerincvelő** (*medulla spinalis*) a gerincoszlopban redukálódott a fark elvesztése miatt, megrövidült a hátsó része, vékony fonalban (*filum terminale*) végződik. Két területen duzzanat keletkezett a gerincvelő lefutásában. Az első a karfonat tövénél a nyaki duzzanat (*intumescentia cervicalis*), amely a mellső végtagokat idegzi be. A második duzzanat az ágyéki duzzanat (*intumescentia lumbosacralis*), amely a hátsó szabadvégtagokat idegzi be. A többi gerinceshez hasonlóan a gerincvelőből szelvényesen kilépő gerincvelői idegek egy érző, háti (*dorzális*) és egy mozgató, hasi (*ventrális*) gyökér fúziójából jönnek létre. A gerincvelőben közel H-alakú szürkeállományt, a szürkeállomány körül pedig fehérállományt figyelhetünk meg. A fehérállományban igen sok fel- és leszálló idegpálya található. Ezek a gerincvelő különböző részeit kötik össze, de az agyvelővel is kapcsolatban állnak. A békákban tíz pár agyideg található, hasonlóan a csontos halakhoz.

A békák **érzékszervei** (*organa sensuum*) a bőr, a kemoreceptorok (íz és szagérzékelő szervek), a szemek, valamint a halló és egyensúlyérző szerv. A bőr, mint érzékszerv, mechanikai, hő és kémiai ingereket fog fel a környezetből. Az epidermiszben számtalan szabad idegvégződés, valamint egyéb receptorok találhatók. Áramlásérzékelő oldalvonaluk csak az ebihalaknak van, amely metamorfózisuk után visszafejlődik. Az ízérzékelést az ízlelőbimbókba tömörült kemoreceptorok

végzik a szájüregben, a garatban valamint a nyelv felületén. A levegő szaganyagainak érzékelése a szaglóhámmal borított szaglóüregben történik. A ragadozó életmódot folytató kecskebéka táplálékszerzésében a látásnak igen fontos szerepe van ezért a látószerv (szem) jól fejlett. Szemgolyóik a testhez viszonyítva nagyméretűek, szemhéjak védik a kiszáradástól. A két szem látóterei nagymértékben átfednek, a látásuk binokuláris, a szemgolyók mozgása jól koordinált. A szemüreg (*orbita*) nagyméretű, tág, nyeléskor és levegővételkor a szemek a szájgaratüregbe süllyednek. A békák hangot adó és halló állatok, ennek megfelelően fülük közép- és belfülre tagolódnak. A középfül a levegőben terjedő hanghullámok felfogására, felerősítésére, továbbvezetésére szolgál. Ezt a területet a dobhártya (*membrana tympani*) választja el a külvilágtól. A belső fül a *prooticum* nevű csontban helyezkedik el.

A kétéltűek vázrendszere (*systema sceleti*) jelentős változáson ment át a szárazföldi életre való áttérés során. A koponyavázban a csontos halakhoz képest a csontok száma számottevően leredukálódott. A csontok e változások során egymással fuzionáltak, vagy működést változtattak, mások teljesen eltűntek. A koponya széles alapú (*platybasicus*), alulról és felülről nyitott. A koponyának két nyakszirti bütyke van (*dicondylia*), ezért a gerincoszlophoz képest a koponya bólintó mozgásra képes. Az állkapcsok nem laza kapcsolatot létesítenek az agykoponyával, hanem annak szoros részeivé válnak. A bőrcsontok száma a halakéhoz képest igen kevés. A halakban megismert kopolyúívek elsorvadtak, vagy a nyelv támaszává alakultak át. A kopolyúfedő bőrcsontjai felszívódtak. A nyelvcsoni zsigerív nem vesz részt az állkapocs felső tagjának függesztésében.

I. Az **agykoponyán** (*neurocranium*) a halakhoz hasonlóan négy jól elkülönülő tájék (*regio*) található meg, melyek a feji érzékszerveknek megfelelően alakultak:

1. A nyakszirt tájékot (*regio occipitalis*) két szabálytalan alakú csont alkotja, ez az oldalsó nyakszirtcsont (*occipitale laterale/exooccipitale*). Ez a csont teljesen körbeveszi az öreglyukat (*foramen occipitale magnum*). Mindkét nyakszirtcsont hátulsó felszínén egy-egy nyakszirti bütyök (*condylus occipitalis*) található. Ezen keresztül kapcsolódik a koponya az első nyakesigolyához (*atlas*). A csontshalaknál előforduló felső és alsó nyakszirtcsont a kétéltűeknél hiányzik, itt csak porcként fejlődött ki (70a., b. ábra).
2. A hallótájékot (*regio otica/labyrinthica*) a páros *prooticum* és a szemüregbe benyúló vakon végződő pikkelycsont (*squamosum*) képezi. A *prooticum*on található egy ovális lyuk, a hallónyílás (*foramen vestibuli*) (70a., b. ábra).
3. A szemgödri tájék (*regio orbitalis/sphenoidalis*) csontja a koponya alapot képező fordított „T” alakú páratlan *praspheoideum*, amely előre, az orrtájékig húzódik. A többi csont ebben a tájékban vagy nem alakult ki, vagy a többi csonttal összeolvadt. Az *orbitosphenoidum* például egy kis csontos megvastagodásként jelenik meg. Az ún. *sphenethmoideum* pedig a koponya felszínére toldott (70a., b. ábra).
4. A szaglórégió (*regio nasalis/ethmoidalis*) nagyrészt porcos marad, a szaglótok hátsó részét alkotó orrcsont (*nasale*) elcsontosodik. A koponyalap felépítésében vesz részt a szájpadcsont (*palatinum*) és a páros, fogakat viselő ekecsont (*vomer*) (70a., b. ábra).

A koponya tetején található fedőcsontok a falcsontok (*parietalia*) és a homlokcsontok (*frontalia*) összeolvadásából keletkezett a páros homlokfalcsont (*frontoparietale*) (70a. ábra).

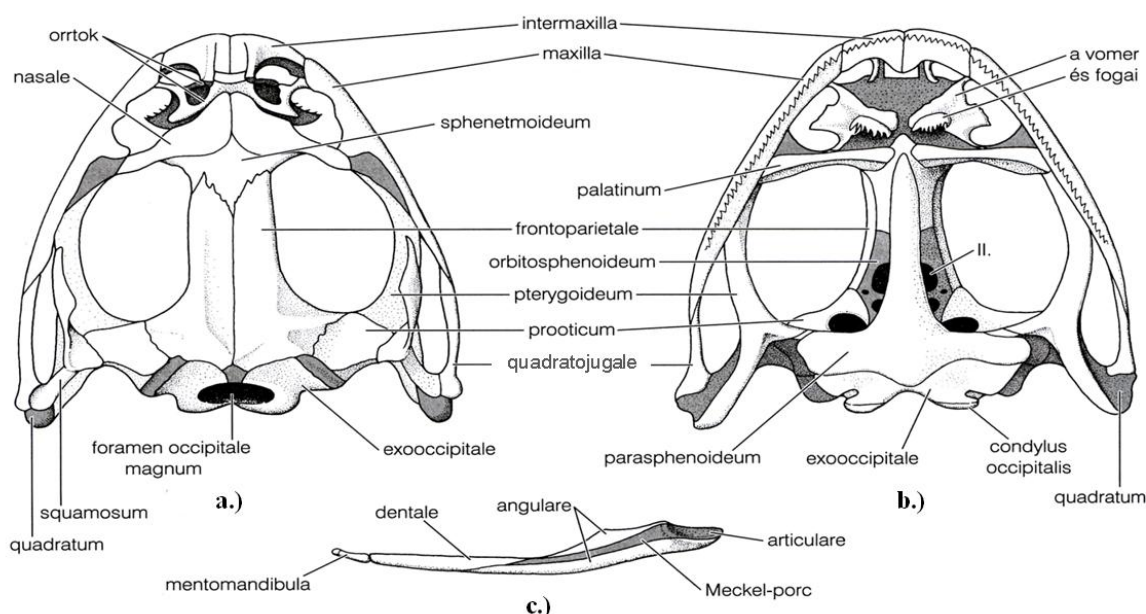
II. A **zsigerkoponya** (*viscerocranium*) felépítésére jellemző, hogy a felső állkapocs mozdulatlan kapcsolatot létesít az agykoponyával. A kopolyú ívek az egyedfejlődés során visszafejlődnek, illetve a nyelcsont kialakításában vesznek részt.

1. Az **állkapcsi ív** (*első zsigerív*) az alsó és felső állkapocs csontjaiból áll. A felső állkapocs a kicsiny páros közti állcsont (*praemaxilla/intermaxilla*) és a mögötte lévő páros felső állcsont (*maxilla*) alkotja. Ez utóbbi csont hátrafelé a *quadratojugaleban* folytatódik. A csontsorozat, melynek tagjai a *praemaxilla*, a *maxilla* és a *quadratojugale* az alsó

halántékívet képezi (70b. ábra). A *praemaxilla* és a *maxilla* valamint a *vomer* fogazott a *Rana* genus fajaiban, ránőtt (*acrodont*) fogakat hordoznak (70. ábra). Ezek a fogak csak a zsákmány megragadására alkalmasak, rágásra nem. A zsigerkoponya röpcsontjai (*pterygoidea*) Y alakúak, hátrafelé tekintenek, a *maxilla* fölött található és a hallótokhoz, a négyszögcsontozathoz és a szájpadszontozathoz kapcsolódnak (70a., b. ábra). Az alsó állkapocs (*mandibula*) a fogcsont (*dentale*), a szögletescsont (*angulare*) és az ízületi csont (*articulare*) részekből tevődik össze (70c. ábra). Mindegyik páros csont, és a csontív közepén egy porcos *mentomandibulare* köti össze az ív jobboldali és baloldali tagját (70. ábra).

2. A *nyelvcsonti ív* (*arcus hyoideus*) területén bonyolult szerkezetű nyelvcsont (*os hyoideum*) alakult ki. A nyelvcsont porcos teste az ebihalak kopolyúinak alsó darabjaiból alakult ki a metamorfózis során.

A békák esetében az agy és zsigerkoponya kapcsolata is módosul a halakéhoz képest. A *hyomandubulare* csont szerepe és pozíciója módosul (hallócsonttá alakul át), így már nem vesz részt a zsigerkoponya felfüggesztésében, és kialakult az *autostylia*. Ebben a koponya felfüggesztésben a négyszögcsont (*quadratum*) hozzá nő az agykoponyához (a *squamosum*-hoz) és mozdulatlan összeköttetés (*synarthrosis*) alakul ki. Az alsó és a felső állkapocs kapcsolata a halakhoz hasonlóan valósul meg (*quadrato-articularis* állkapcsi ízület) (70. ábra).



70. ábra: A koponya felépítése békákban.

a.) agykoponya (dorzális nézet), b.) agykoponya (ventrális nézet), c.) alsó állkapocs (laterális nézet)

A **gerincoszlop** (*columna vertebralis*) alakítja ki a törzs tengelyét, ennek vonulatában 4 régiót különíthetünk el (73. ábra):

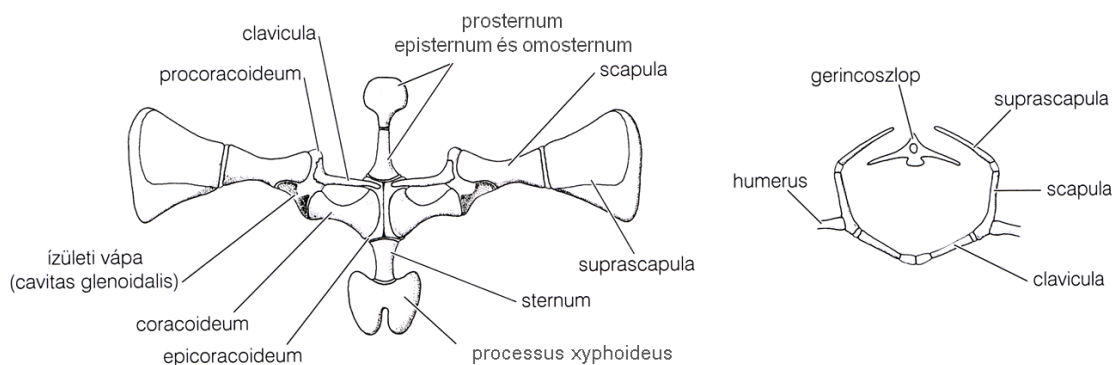
1. nyaki (*regio colli*)
2. törzsi (*regio thorachalis*)
3. ágyéki (*regio lumbalis*)
4. keresztcsonti (*regio sacralis*)

A béka gerincoszlopát kilenc csigolya építi fel, a végső szakaszán hosszú, tagolatlan, több csigolya fúziójából származó *urostyl*-ben végződik, amit farokcsontnak (*os coccygis*) is neveznek (73. ábra). A csigolyák között porckorong alakult ki, ez a folyamat a gerinchúrt feldarabolja és maradványait a csigolyatestbe zárja. A csigolyákon csak a felső ív (*arcus vertebrae*) alakult ki, ez

háti irányban (*dorsalisan*) kis tövisnyúlványban (*processus spinosus*) végződik. A felső ív alapi részéről harántnyúlványok (*processus transversus*) erednek (73. ábra). A harántnyúlványok a törzsi tájékon összecsontosodnak a bordakezdeményekkel és oldalra irányuló jelentéktelen nyúlványokat alakítanak ki (*processus costarius*). Az első csigolya (*atlas*) két ízületi gödört visel, ide ízesül a koponya két nyakszirti bütyke (70. ábra). Egy ágyéki és egy keresztcsonti csigolya is megtalálható a gerincoszlop vonulatában. A keresztcsonti csigolya erőteljes harántnyúlványt visel, ehhez kapcsolódik a medenceöv csípőcsontja (*os ilium*). A két csípőcsont között húzódik a keresztcsigolyához csatlakozó hosszú, pálcikaszerű farkcsont (*os coccygis*) (73. ábra).

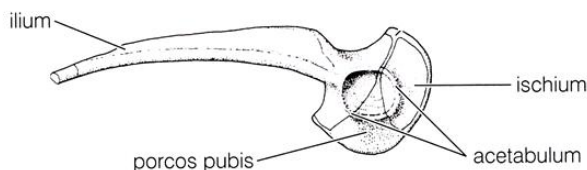
A végtagváz eredetét tekintve a négy lábú szárazföldi gerincesek (*Tetrapoda*) végtagjai a halak páros úszóiból származnak. A végtagokat (*extremitates*) függesztőövek csatolják a törzshöz (71., 72. ábra). A vállöv vagy mellső függesztőöv nem kapcsolódik a gerincoszlophoz, az izomzatba ágyazódik. A medenceöv vagy hátsó függesztő öv igen erőteljes, nagy terhet visel, feszes ízülettel, szorosan kapcsolódik a gerincoszlophoz.

A mellső végtagot a **vállöv** (*cingulum scapulae*) kapcsolja a törzshöz (71. ábra). A vállöv csontos és porcos elemekből tevődik össze. Felépítésében a hátizomzatba ágyazódott csontos lapocka (*scapula*), a hozzá szorosan csatlakozó a gerincoszlop fölé nyúló porcos lemez (*suprascapula*), a hasi oldalon (*ventrális*) látható kulcscsont (*clavicula*) és a porcos elemeket is tartalmazó hollócsőr-csont (*coracoideum*) vesz részt. A *scapula*, a *coracoideum*, és a *clavicula* alkotja a vállizületi vápát (*cavitas glenoidalis*), ahová a felkarcsont feje (*caput humeri*) ízesül. A velük szoros kapcsolatot alkotó mellcsonti komplexum túlnyomóan porcos elemei a hasi oldal közép vonalban található meg. Ennek a vonulatnak az elülső tagja az előmellcsont (*prosternum*), melynek részei az *episternum* és az *omosternum*, ezek porcos és csontos részekből állnak. Ezt követi a mellcsont (*sternum*), alatta pedig a porcos kardnyúlvány (*processus xyphoideus*) (ez utóbbi a békákban kerek formájú). A vállöv további porcos eleméhez tartozik a *procoracoideum*, amelynek porcához a kulcscsont páros tagjai fekszenek.



71. ábra: A kecskebéka mellső függesztő öve.

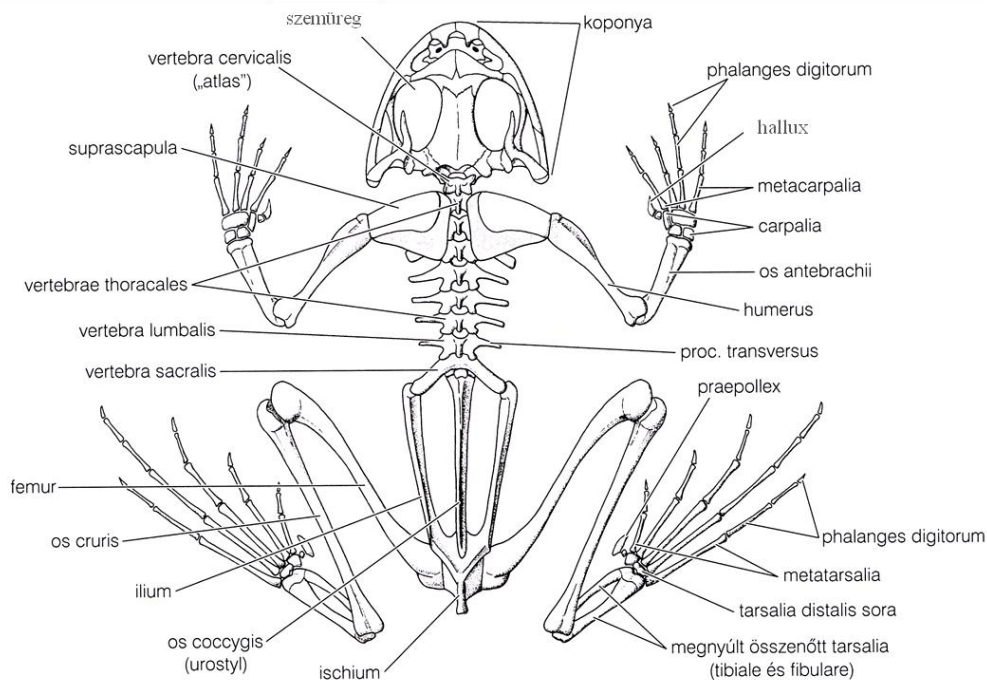
A **medenceöv** (*cingulum pelvis*) a hátsó végtagokat kapcsolja a gerincoszlop keresztcsigolyájához, így közvetlenül a törzshöz (72. ábra). A medenceöv részei a csípőcsont (*ilium*), az erőteljes ülőcsont (*ischium*) és az elől levő szeméremcsont (*pubis*). A két szeméremcsont nagyrészt porcos elemekből áll, két elemét rostos, porcos összekapcsolódás (*symphysis*) tartja össze. A medence három elemének találkozásánál jött létre a csípőizületi vápa (*acetabulum*), ahová a combcsont feje (*caput femoris*) ízesül be.



72. ábra: A kecskebéka hátsó függesztő öve.

A **végtagok** (*extremitates*) nyélszakaszból (*stylopodium* és *zeugopodium*) valamint végfelületből (*autopodium*) állnak. A nyélszakasz testhez közelebbi (*proximalis*) vége (*stylopodium*) megnyúlt csöves csontból áll. Mellső végtag esetében felkarcsont (*humerus*), hátsó végtag esetében combcsont (*femur*) képezi ezt a részt. A nyélszakasz alsóbb része (*zeugopodium*) a hátsó végtag esetében a sípcsont (*tibia*) és a szárcsapocsont (*fibula*). Mellső végtag esetében az orsócsont (*radius*) és a singcsont (*ulna*) alkotja ezt a részt. A szabad végtagfelület/végfelület (*autopodium*) a mellső végtag esetében a kéztőcsont (*carpalia*), a kézközépcsont (*metacarpalia*) és az ujjpercek (*phalanges digitorum*) (73. ábra). A hátsó végtag esetében a végfelület a lábtőcsontok (*tarsalia*), a lábközépcsontok (*metatarsalia*) valamint ujjpercek (*phalanges digitorum*) részekből tevődik össze (73. ábra). A lábakon mindegyik ujj egy lábközépcsontból és változó számú ujjpercből (*phalanx*) áll. Az első lábujj neve *hallux*. Az elülső pár végtag 4 rövid ujjat, míg a hátsó 5 ujjat visel, az utóbbiak között úszóhártya található. A nyélszakasz (*zeugopodium*) területén az ugróéletmód folytán módosulás alakult ki a hátsó, és az elülső végtagnál is:

- A hátsó végtagon a *tibia* és a *fibula* összenőve a lábszárcsontot (*os cruris*) alkotja. Az ugrásban feltétlen előnyt jelent a végtaghossz megnövekedése (73. ábra).
- A mellső végtagnál a *radius* és *ulna* csontok egymással összenőttek, *radio-ulna* csontot alkotva. Így erősítik, egyúttal stabilabbá teszik a nagyrészt támasztófunkciót ellátó mellső végtagot (73. ábra).

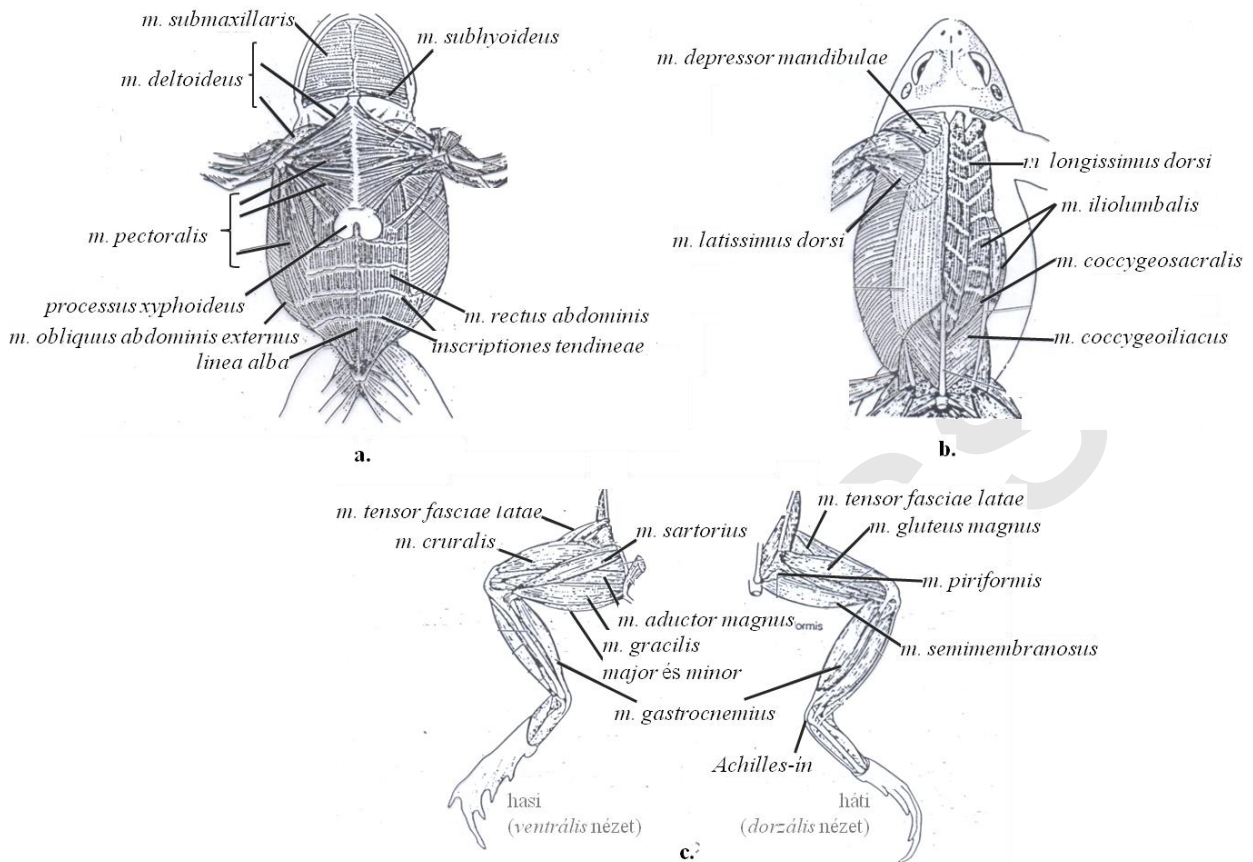


73. ábra: A kecskebéka vázrendszere.

A békák izomzata az ebihalaknál (békalárvák) nagyon hasonló a halakéhoz. A metamorfózis azonban az izomzatot is megváltoztatta. A végtagok és a függesztőövek kialakulásával az eredetileg szelvényes rendszerben sok önálló izom alakult ki. A békák izomzata a fej, a törzs, és a végtagok izmaira tagolódik.

A **fej izmai** (*musculi cranii*) közül a szájgaratüregi légzésnél nélkülözhetetlen az állkapocs alatti izom (*musculus submaxillaris*) és a nyelv alatti izom (*musculus subhyoideus*) (74a. ábra). Ezek az izmok az állkapocs szárai között feszülnek. Az állkapocs alatti izom, összehúzódáskor, a szájüreg alapját emeli, és a szájüreget szűkíti, a nyelv alatti izom pedig a szájüreg hátsó részét emeli és szűkíti. Mindkét izom részt vesz a torokoscillációban. Ennek során zárt gégefő mellett az ornyílások nyitása és csukása alkalmával a szájgaratüregi légzés játszódik le. Mindkét említett izom a tüdőlégzésben is tevékenyen részt vesz. A béka zárt ornyílások során a levegőt a

szájüregből a tüdőbe pumpálja. Fontos feji izom továbbá a száj nyitását ellátó *musculus depressor mandibulae* (74b. ábra), valamint a száját csukó állkapocsközelítő izom, a *musculus adductor mandibulae*. Minkét izom a mandibulán tapad. A falatok lenyelésében és a légzőmozgások kivitelezésében lényeges szerepe van még a *szemizmoknak* is.



74. ábra: A kecskebéka izomzata.

a: törzsizomzat (ventrális nézet), b: törzsizomzat (dorzális nézet), c: hátsó végtag izmai

A **törzs izmai (*musculi trunci*)** a halaknál megismert hypaxialis izomzattól differenciálódtak. A törzs izmait a has-, a hát-, mell-, és a medenceizmok alkotják.

- A gerincoszlop izmai rögzítik a gerincoszlopot, valamint kiterjednek a koponya occipitális régiójára. Egyik csigolyáról a másikra kapcsolódva mozgatják a gerincoszlopot. Az egyik leghosszabb és legkönnyebben azonosítható izom a hosszú hátizom (*musculus longissimus dorsi*) (74b. ábra), amely a koponya hátsó részétől egészen farkcsontig húzódik. A hátizmok csoportját a felkarcsonton tapadó és azt oldalra és felfelé mozgató széles hátizom (*musculus latissimus dorsi*) (74b. ábra) zárja le.
- A hasizmok a testüreget határoló és szűkítő páros izmok, a peterakásban, az anyagcseretermékek ürítésében, valamint a légzésben is közreműködnek. A has izmai közül legterjedelmesebb a has középvonalában elhelyezkedő izom, az egyenes hasizom. (*musculus rectus abdominis*). Ennek jellegzetessége, hogy a középvonalában kötőszövetes eredetű fehér vonal (*linea alba*) az izmot két szimmetrikus félre osztja (74a. ábra). Erre merőlegesen inas befűződések (*inscriptiones tendineae*) tovább tagolják az izmot (74a. ábra). A has izmaihoz tartozik az egyenes hasizomtól oldalt elhelyezkedő külső ferde hasizom (*musculus obliquus abdominis externus*). Ez alatt van a haránt hasizom (*musculus transversus abdominis*), ezek az izmok feszítik a hasfalat (74a. ábra).

- A mellizmok szerepe a mellső végtagok közelítése a testhez. A legnagyobb izom a három részből összetevődő mellizom (*musculus pectoralis*) melynek részelemei a *pars epicoracoidea*, *pars sternalis*, és a *pars abdominalis* (74a. ábra). A felkart emelő és távolító izom a mellizom előtt található deltaizom (*musculus deltoideus*) (74a. ábra).
- A medencetájék izmai többnyire a medenceöv csontjain erednek és tapadnak. Feladatuk a medence mozgása és fixálása, valamint áttételesen a hátsó végtagok mozgása. Az itt található legfontosabb izmok a *musculus iliolumbalis*, a *musculus coccygeosacralis* és a *musculus coccygeoiliacus*. Nevüket az eredésük és tapadásuk helyéről kapták (74b. ábra).

A **végtagizmok** (*musculi extremitatis*) között feszítő (*extensoros*) és hajlító (*flexoros*) izmokat különböztethetünk meg. Közülük a legfontosabb a mellső végtagon megtalálható, alkart hajlító kétféjű karizom (*musculus biceps brachii*), valamint az alkart feszítő háromfejű karizom (*musculus triceps brachii*). A hátsó végtagon található szabóizom (*musculus sartorius*), hosszú, szalagszerű, ferdén, a comb belső oldalán futó izom (74c. ábra). A nagy combközelítő izom (*musculus adductor magnus*) a szabóizom belső szélén található, erős izom (74c. ábra). A nagy karcsúizom (*musculus gracilis major*) a nagy combközelítő izom és a szabóizom belső oldalán található meg. A kis karcsú izom (*musculus gracilis minor*) a nagy karcsúizom (*musculus gracilis major*) alatt peremi helyzetű, a comb közelítő és hajlító mozgását végzi (74c. ábra). A comb hátulsó, extensoros oldali felszínének izmai a háromfejű combfeszítő izom (*musculus triceps femoris*), mely három helyről és három fejjel ered. Kettő a csípőcsonton, egy pedig a medenceövi vápán. Az izomfejek mindegyike külön izomként írható le: lábszárizom (*musculus cruralis*), combpólyafeszítő izom (*musculus tensor fasciae latae*), nagy farizom (*musculus gluteus magnus*) (74c. ábra). Ezek a felsorolt izmok a lábszár feszítői, az ugrásban működnek közre. A comb további feszítő izmaihoz sorolandó a körteképző izom (*musculus pyriformis*). Ez egy kis kiterjedésű izom, amely a combot háti irányba mozgatja (74c. ábra). A tövében helyezkedik el a második pár nyirokszív (nyirokzsák), amely a nyirokkeringés fenntartásában központi szerepű. A félhártyás, izom (*musculus semimembranosus*) a comb háti (*dorsalis*) felszínén található, a lábszárat hajlítja (74c. ábra). A hosszú, karcsú, kétféjű combizom (*musculus biceps femoris*) szintén a comb háti oldalán, középen helyezkedik el. A lábszárizmok közül az Achilles-ínnál a lábhoz tapadó lábikraizom (*musculus gastrocnemius*) az egyik legjellegzetesebb, amely az izomélettani kutatások egyik fő vizsgálati objektuma (74c. ábra).

6.4. Madarak (*Aves*)

A madarak osztálya (*classis: Aves*) törzsfejlődéstanilag a legfiatalabb gerinces osztály. Kistermetű, kétlábú, ragadozó tollas-dinoszauruszokból, a földtörténeti középkorban (Jura) alakultak ki. A madaraknak két pár végtagjuk van, a mellső szárnyra módosult, a hátsó pár járásra, úszásra, ágakon való kapaszkodásra alakult át. A madarak többsége repülő életmódhoz alkalmazkodott gerinces. Kemény, mészhéjú tojásokkal szaporodó, állandó testhőmérsékletű (*homoiotherm/endotherm*) állatok, testüket toll borítja. A ma élő madarak fogatlanok. Ennek hiányát pótolja a gyomor, mely két funkcionális egységből áll. A madarak látás és hallás útján tájékozódó állatok. legfontosabb érzékszervük a szemük. Kiválasztószervük az utóvesék (*metanephros*), vizeletük pépszerű, félszilárd. Szívük négyosztatú (2 pitvar és 2 kamra). Csak a jobboldali aortaívük van meg, vörösvérsejtjeik ovális alakúak, magvasok, bikonvexek. A légzésük a legfejlettebb az állatvilágban. A légzés nagy hatékonyságát a tüdők és a hozzájuk csatlakozó légzsákok biztosítják. A tüdő legkisebb fiziológiai egységei a nyitott légkapillárisok, a zárt tüdő alveolusok hiányoznak. Hangadószerük az alsó gégefő (*syrinx*). Erős teljesen elcsontosodott belső vázzal rendelkeznek. Csontjaik légkamrákat tartalmaznak, azaz *pneumatizáltak*. A hüllők ajakpajzsából származtatható a csőr, mely a madár zsigerkoponyájának jellegzetes nyúlványa. Fejlett aggyal és 12 pár agyideggel rendelkeznek. Váltivarú állatok, igen feltűnő egyes madarak között az ivari kétalakúság (*szexuális dimorfizmus*). Ez főleg a testnagyságban, a tollazat színében és változatos formagazdagságában nyilvánul meg (a színezetbeli eltérést *dikromatizmusnak* hívjuk). Ivarrendszerükben aszimmetria figyelhető meg. A női ivarú egyedekben a baloldali petevezeték és petefészkek fejlődik ki, a jobboldali már az embrionális korban elsorvad. A hím ivarú egyedekben mindkét here működőképes, viszont aszimmetria tapasztalható a nagyságban (a baloldali nagyobb méretű). Petéjük sok szikanyagot tartalmaz, és védő külső burokkal van ellátva. A megtermékenyítés belső. A lerakott tojásokat a test melegével költik ki. Különösen fejlett az egyes fajok ivadékgondozása.

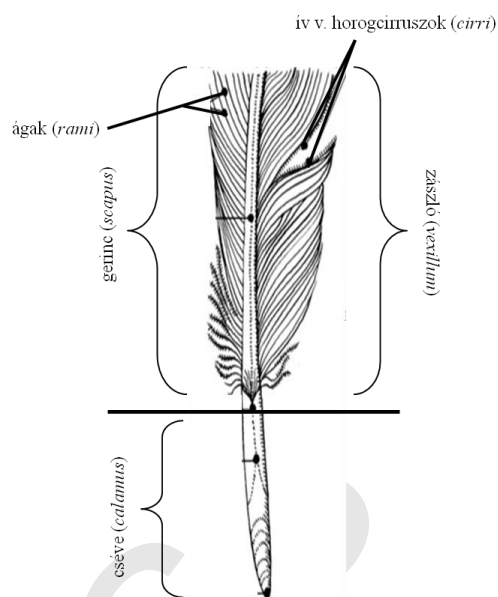
Ordo: Tyúkalakúak (*Galliformes*)

Az ide tartozó fajokra a közepesen hosszú nyak, zömök test, erős csőr, kisméretű fej, erős, nem túlságosan hosszú lábak, rendszerint rövid, lekerekített szárnyak, és számos kormánytoll alkotta fark jellemző. Általában rosszul repülő, földön vagy fákon élő madarak tartoznak ebbe a csoportba, melyek ételmüket kapirgálással keresik meg. Táplálékuk növényi részekből, magvakból, rovarokból és férgekből áll. Szaporodásukra jellemző, hogy a kakas több tyúkból álló háremet tart. Egyszerű fészkeket a földre vagy fákra rakják. Fészekaljuk általában nagyszámú tojásból áll, a fiókák fészekhagyók.

Species: Házityúk (*Gallus domesticus*)

Testük külső morfológiailag fejre (*caput*), nyakra (*cervix*), törzsre (*truncus*), farkra (*cauda*) és végtagokra (*appendices*) tagolható. A zsigerkoponya elülső része elkeskenyedik és állkapcsi szervvé alakul át, amit csőrnek nevezünk. A csőr fogatlan, melynek két szektora van a felső csőrkáva (*rostrum superior*) és az alsó csőrkáva (*rostrum inferior*). A felső csőrkávat egy szaruhüvely borítja be, melyet a páros külső ornyílások (*naris*) szakítanak meg. A külső ornyílások fölött egy kis kiterjedésű kiemelkedő bőrrészlet (viaszhártya) látható (*ceroma*). Ezen rövid, de erős szőrszerű tollazat az érintési ingereket veszi fel (*tactilis szerv*). A nagyméretű szemek (*oculi*) oldalra néznek, felső és alsó szemhéjjal (*palpebra superior* és *inferior*) vannak ellátva. A szem tisztántartását és nedvesítését a pislogóhártya (*membrana nictitans*) látja el. A szemek hátsó szélénél fülnyílások azonosíthatók, ezt rövid tollazat borítja. A madaraknak fülkagylója nincsen. A fejet követő nyak mozgékony, a házi tyúk esetében közepesen hosszú. A törzs merev és mozdulatlan, igen rövid farktájékban végződik. A végtagok közül a mellső végtag szárnyra módosult. A hátsó végtag, a láb, pikkelyekkel fedett akárcsak a hüllőknél, az újjak karmokat (*unguis*) viselnek. A lábak az életmódnak megfelelően módosultak, a tyúkféléknél erős, vastag un. kapirgálóláb alakult ki. A farkrész alsó részén kloákanyílás figyelhető meg.

A madarak, így a házi tyúk bőre is, vékony, de erős, mirigyekben szegény. Egyetlen jól fejlett bőrmirigyük a farktömirigy (*galandula uropygii*), ez a farok hátoldalán (dorzálisan) található, közvetlen a farok töve felett, melyet kis kiterjedésű tollcsomó fed. A mirigy váladéka olajszerű, melyet a madár csőrével, tolláskodás közben ken szét a tollazatán, így impregnálva (vízhatlanná téve) azt. A tollazat szerepe döntő az állandó testhőmérséklet (*homiothermia*) kialakításában. További szerepe a repülésben nélkülözhetetlen, valamint kialakítja a madártest kontúrját és színezetét. A toll felépítésében (75. ábra) szembevetendő a közepén egész hosszában végigvonuló kemény tengely, amit gerincnek (*scapus*) nevezünk. Ennek van egy bőrbe süllyedő üreges része, ez a cséve (*calamus*), valamint a bőrből kiálló tömör része a szár (*rachis*). A szár két oldalán a zászló (*vexillum*) húzódik végig, sűrű párhuzamos ágakból (*rami*), valamint az ezekből kiágazó másodrendű ágacskákból (ív vagy horogcirruszok) áll (*cirri*). A tollzászló egységes lemezzé úgy áll össze, hogy az ágakhoz hozzákapcsolódnak a horogcirrusok (tépőzár elve).



75. ábra: A toll szerkezete.

A madarak tollazatában három típust lehet megkülönböztetni:

1. kontúrtollak (*pennae*)

a. fedőtollak (*tectrices*)

b. evezőtollak (*remiges*)

- elsőrendű evezők (*remiges primarii*)
- másodrendű evezők (*remiges secundarii*)
- harmadrendű evezők (*remiges tertiarii*)

c. kormány- vagy farktollak (*rectrices*)

d. díszítő tollak

2. pehely vagy testtollak (*plumulae*)

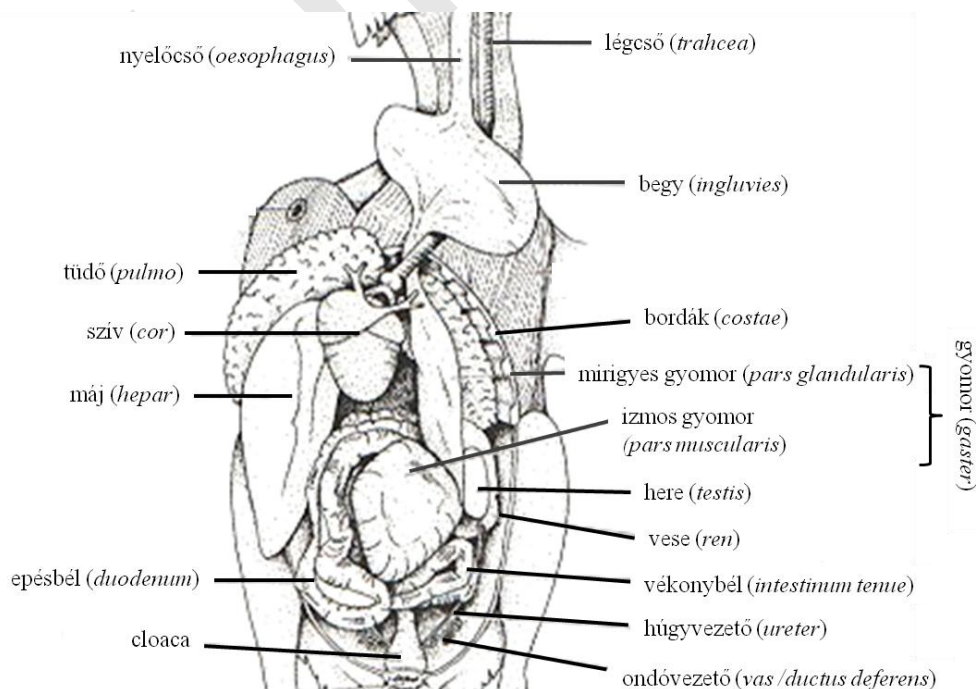
3. fonáltollak (*filoplumulae*)

A kontúrtollak (*pennae*) alakítják ki a madártestet beborító tollazat jelentős hányadát, de nem egyenletesen helyezkednek el. A bőrfelületen vannak ún. tollas dülők (*pteryale*) és tollatlan mezsgyék (*apteria*). A szárnyakon megfigyelhetünk a repülésben lényeges szerepet játszó evezőtollakat, melyek aszerint, hogy hol találhatók, három típusba sorolhatóak. A szárny kézi részéhez (*carpometacarpus*) kapcsolódó tollakat elsőrendű evezőknek (*remiges primarii*), az alkarhoz (*radius* és *ulna*) rögzülőket másodrendű evezőknek (*remiges secundarii*), valamint a szárny felkari (*humerus*) részéhez kapcsolódókat harmadrendű evezőknek (*remiges tertiarii*) nevezzük. A hüvelykujji területen található egy kicsiny evezőtoll csomó, ez a fiókszárnny (*alula*). A kormánytollak vagy farktollak az utolsó farkcsigolyákon helyezkednek el, ez a farkcsíksont (*pygostyl*). Szerepük repüléskor a kormányzásban van.

A pehelytollak (*plumulae*) kisméretű, rövid csévéjű, összefüggő zászlóval nem rendelkező, nagyrészt a hő visszatartására szolgáló tollak. Ezek fejlődése a horgok kialakulása előtt megakadt, ezért a száron ülő ágak nem kapcsolódnak egymásba, és sok levegőt képesek magukba zárni, jó hőszigetelők. A pehelytollak a kontúrtollak sorában találhatóak, főleg a melltájékon.

A **fonáltollak** (*filoplumulae*) szőrszerű kinézetű, erősen módosult, kis visszafejlődött zászlóval és fonalszerű szárral rendelkeznek. A kontúrtollak között szétszórva található. A tollától megfosztott madáron különösen szembetűnök, baromfik feldolgozásánál ezeket leperzselik.

A madarak **emésztőrendszere** (*apparatus digestorius*) három szakaszos. Az előbéli szakaszához tartozik a kicsiny szájüregben lévő elszarusodott végű nyelv (*lingua*), a szájüreg (*cavum oris*), ennek folytatása a garat (*pharynx*), a garat utáni nyelőcső (*oesophagus*), a begy (*ingluvies*), valamint a mirigyes és zúzógyomor. A tágulékony nyelőcső, a garatot és a gyomrot köti össze. Falában többrétegű laphám található. Alsó része beggyé szélesedik ki. Ez a rész ideiglenes táplálékraktár, ahová felhalmozza és bakteriálisan előemésztve bontja is a magvakat, továbbá szabályozza a gyomorba kerülő tápanyagok mennyiségét is. A gyomor (*ventriculus/gaster*) két részből tevődik össze (76. ábra): a mirigyes gyomorból (*pars glandularis/proventriculus*), ahol a tápanyag enzimatikus bomlása kezdődik meg, és az izmos gyomorból (*pars muscularis*), ahol a táplálék mechanikus feldolgozása történik. Itt az izmos gyomorfalon kívül a külső környezetéből felvett kavicsok, kövek is közrejátszanak a tápanyagok felaprításában/feltárásában. A zúzógyomor fala a nagy mechanikai igénybevétel miatt elszarusodik egy sárgás színezetű vastag hártya fomájában. A tojásdad alakú lép (*lien*), mint nyirok (*lymphoid*) szerv a *proventriculus* mellett helyezkedik el (76. ábra). A tápcsatorna gyomor utáni szakasza a középbél/vékonybél (*intestinum tenue*), aminek három osztata található meg. Első szakasza az epésbél (*duodenum*) egy U-alakú szakasz, ennek két szára között található a kompakt hasnyálmirigy (*pancreas*). A hasnyálat három hasnyál-vezeték (*ductus pancreaticus primus, secundus, tertius*) továbbítja a patkóbélbe. A máj (*hepar*) által termelt epét az epevezeték (*ductus biliferi dexter és sinister*) jutattja ugyancsak az epésbélbe. A vékonybél további szakaszai az éhbél (*jejunum*) és a csípőbél (*ileum*). A vékonybél a rövid, egyenes vastagbélben (*colon*) folytatódik. A vékony- és vastagbél határán két hosszúkás kiterjedt kitüremkedés formájában a vakbelet (*caecum*) lehet azonosítani. A vastagbél a kloákában végződik, ez az emésztőcső végső tágult része, ahová a nemi- és a húgyutak vezetékai torkollnak. A kloáka két harántredő folytán három részre osztható. Az első része (ahová a vastagbél is csatlakozik) a *coprodeum* szakasza, ide a megemészthetetlen tápanyagok ürülnek. A középső szakaszba a húgyvezető és a nemi szervek vezetékai nyílnak, ezt a szakaszt *urodeum*nak nevezzük. A kloáka végső szakasza a *proctodeum*, amely körkörös lefutású záróizmokkal ellátott.



76. ábra: A madarak belső szervei.

A gerincesek körében a madarak rendelkeznek a legfejlettebb légzőszervekkel, amely a repülő életmód miatt fontos. A nyaki részen a porgyűrűkkel merevített légcső (*trachea*) húzódik végig. A légcső bejáratánál a gyengén fejlett, hangadásra nem alkalmas felső gégefő (*larynx*) található. A légcső alsó szakasza kettéágazik és az elágazási pont (*bifurcatio tracheae*) után két főhörgőre (*bronchus dexter* és *sinister*) tagolódik, melyek a tüdőbe lépnek majd be. Az elágazási helyen található az alsó gégefő (*syrinx*), amely a madarak hangadási szerve. A gerincoszlop jobb- és baloldalán a mellüregben (*cavum thorachalis*), a háti (*dorzális*) testfalhoz rögzülve található a viszonylag kicsi, szivacsos szerkezetű tüdő (*pulmo*) (76. ábra). A tüdőhöz négy páros és egy páratlan légzsák (*saccus*, tsz. *sacci*) kapcsolódik (77. ábra). A légzsákok a belső szervek között helyezkednek el. Az izmaid, a bőr és a csontok üregeibe is behatolnak.

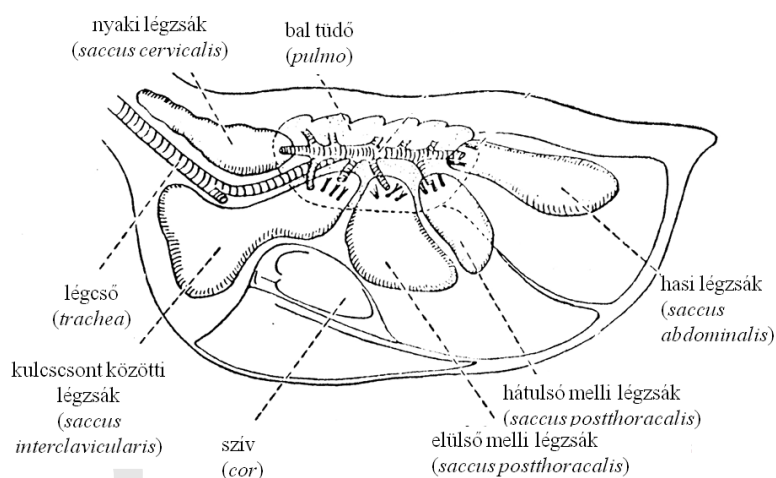
Páros légzsákok:

1. nyaki légzsák (*sacci cervicales*)
2. elülső melli légzsákok (*sacci praethoracales*)
3. hátsó melli légzsákok (*sacci postthoracales*)
4. hasi légzsákok (*sacci abdominales*)

Páratlan légzsák:

5. Kulcscsont közötti légzsák (*saccus interclavicularis*)

A légzsákok szerepe hogy oxigénben gazdag levegőt juttassanak a tüdőbe kilégzés során is, ezáltal nagyfokú repülési teljesítményt biztosítanak a madaraknak, akik vándorlásuk során többszáz kilométert is megtehetnek leszállás nélkül.

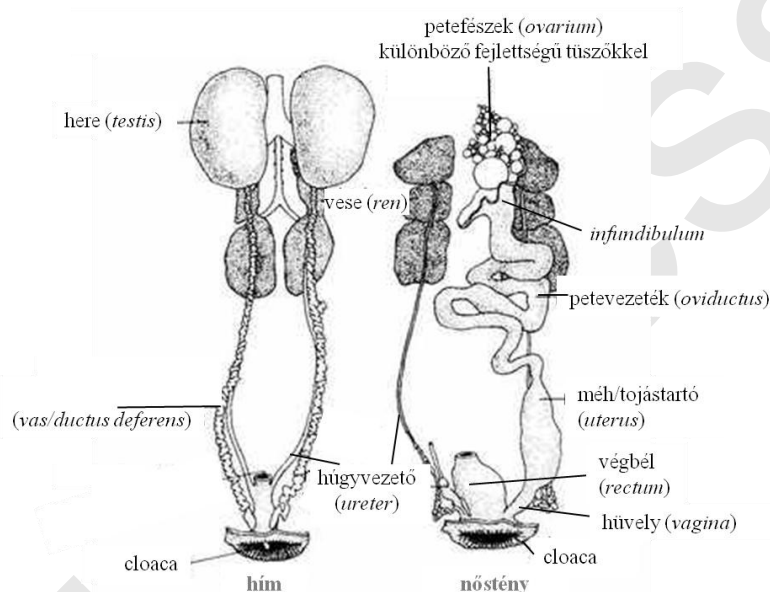


77. ábra: A madarak tüdeje és a hozzá kapcsolódó légzsákok.

A keringési rendszer központja a mellkas közepén elhelyezkedő négy osztatú szív (*cor*), mely kúp alakú, jobboldali részén erőteljes bemélyedéssel. A szív szívburokban (*pericardiumban*) található, a vénás öböl (*sinus venosus*) hiányzik. A madarak szíve aránylag nagyméretű, ami a repülés közbeni igénybevétellel függ össze. A pitvarokat a kamráktól billentyűk (*valvula*) választják el. A jobb kamrából közös gyökérrel indul ki a páros tüdőartéria (*arteria pulmonalis*), ez vénás vért szállít. A bal kamrából a jobboldali aortaív ered. A baloldali aortaív csak embrionális korban található meg, később ez visszafejlődik. Az aortából indul ki a nyaktájék ellátótörzse a *truncus brachiocephalicus*. Ez fejverőerre (*a. carotis communis*) és kulcscsontalatti artériára (*a. subclavia*) ágazik. Ezek az erek látják el vérrel a fejet, a szárnyat, valamint a mellizmokat. Az aorta a hátoldalon a gerincoszlop alatt halad tovább (*aorta descendens*). Ebből ágaznak le a zsigeri szerveket és a hátizmot ellátó artériák. A combot és a csípőt ellátó artéria az *a. iliaca* és az *a. femoralis*. Az aorta legutolsó része a farkartéria (*a. caudalis*). A gyűjtőérrendszer a páros torokalatti vénából (*v. jugularis*) és a mellizmokból illetve szárnyakból vért összegyűjtő kulcscsont

alatti vénából (*v. subclavia*) áll. Ezek egy oldalon egyesülve a két elülső üres vénát (*v. cava anterior dexter* és *sinister*) alkotják. A farok felől jövő farokvéna (*v. caudalis*) kettéágazva a két vesekapuvénát (*v. portae renis*) képezik. Ezek a vesébe belépve kapillárisokra bomlanak. A veséből kilépve a combvénákkal (*v. femoralis*) egyesülnek és a két csípővénát (*v. iliaca*) alkotják. A két csípővéna a hátsó üres vénába (*v. cava posterior*) torkollik. A két első üres véna és a hátsó üres véna a jobb pitvarba vezet.

A vizeletelvezető szervek központja a medencecsont felső boltozatában található, utóvese típusú vese (*ren*). Páros, sötétvörös színű szerv, mely mindkét oldalon három lebenyre (*lobus*) tagolódott. A lebenyek külső része alkotja a kéregállományt (*cortex*), a belső rész pedig a velőállományt (*medulla*), bár ennek a két résznek a határa nem olyan éles, mint az emlősökben. A madarak veséjében központi vizeletgyűjtő üreg (vesemedence) nem alakul ki. A veséből húgyvezető (*ureter*) indul ki, és a kloáka középső szakaszába (*urodeum*) torkollik. Húgyhólyag (*vesica urinaria*) a tyúkféléknél (mint általában a madaraknál) nem található. Vizeletük pépszerű, félszilárd, a szervezetből a kloákán át távozik. Az elülső veselebenyek peremén a mellékvesék (*glandula suprarenalis*) azonosíthatók apró képződmények formájában.



78. ábra: A madarak ivarrendszere.

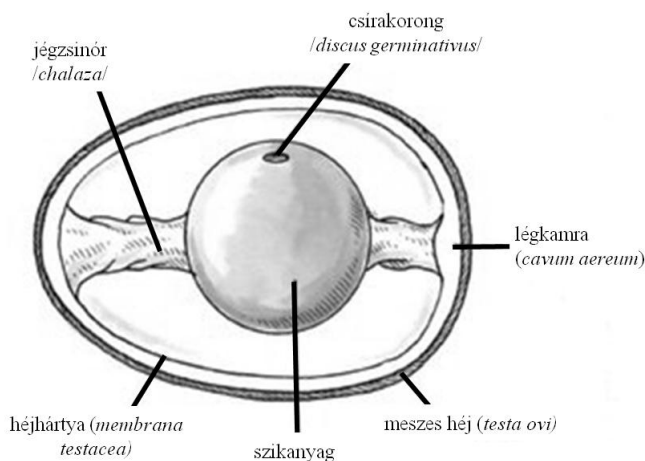
A madarak váltivarú állatok, legtöbb esetben szembevetően nálunk az ivari dimorfizmus vagy dikromatizmus, mint ahogy a példaállatunk, a házi tyúk esetében is. Az ivarrendszert tekintve a **női ivarú egyedeknél** csak a baloldali petefészek (*ovarium*) és a petevezeték (*oviductus*) fejlődik ki. A petefészek szőlőfürtszerű képződmény a bal vese alatt és előtt helyezkedik el. A petefészekben különböző alakú, nagyságú és fejlettségű tüszőket (*folliculus*) láthatunk (78. ábra). A petevezető csavarodott, hosszukás, csőszerű képlet, amely nemcsak a petéket továbbítja, hanem egyes mirigyekben gazdag szakaszai a pete burkait, a tojás egyes elemeit építik fel. A petevezető (*oviductus*) kezdeti tölcészerűen kiszélesedő nyílását *infundibulum*-nak nevezzük (78. ábra). A petevezetőnek ugyancsak kiszélesedő alsóbb szakasza a tojástartó méh (*uterus*) (78. ábra). A tojásrakásnál¹² a hüvely (*vagina*) egészen a kloakaszájáig tolódik, így a lerakott tojás nem érintkezik a kloaka bélsaras falával, így nem szennyeződik. A **hímekben** a herék (*testes*) a hasüregben, a vesék közelében találhatóak (78. ábra). Tojásdad alakú sárgás-fehér szervek¹³,

¹² A tojás képződése az ovulációtól számítva 24 órát vesz igénybe. A petesejt kb. 15 perc alatt áthalad a petevezető kezdeti szakaszán (*infundibulum*), eközben megtörténik a megtermékenyítés. A lefelé haladó pete köré rétegződik a fehérjeburok, majd a héjhártya. A képződő tojás a méhbe (*uterus*) kerül, ahol kb. 20 óra alatt kialakul a teljes mézsburok és a fehérjeburok jelentős vizet vesz fel.

¹³ A herék tömege és térfogata szezonálisan változhat a madaraknál. A kakas heréinek tömege például 14 g-ról 60 g-ra nő meg, de a legtöbb mérsékelt égövi, meghatározott szezonális fajban ez a növekedés jóval nagyobb is lehet. A

legnagyobb állományukat a herecsatornácskák alkotják (*tubuli seminiferi contorti*). Mindegyik heréből egy-egy erősen csavarodott ondóvezeték halad a kloáka középső (*urodeum*) szakaszába. Az ondóvezető (*vas/ductus deferens*) alsó része kiszélesedve egyes madarakban ondóhólyaggá (*vesicula seminalis*) alakul át. A mellékhere (*epididymis*) kisméretű, bár ennek mérete a herékhez hasonlóan változik. A mellékhere kanyarult csatornáit termelik az ondófolyadékot. A tyúkféléknek párzószerük nincsen. A párzás a kloáka kifordulásával történik. Az ondóvezető ritmikus összehúzódásával kerül a sperma a női egyed ivarútjába, így belső megtermékenyítés történik. A megtermékenyítés a petevezető kezdeti részében történik.

A tojás szerkezetét a 79. ábra mutatja be. A petesejtet azaz a tojás „sárgáját” több burok (elsődleges, másodlagos és harmadlagos burok) veszi körül. A tojás sárgájában található barnás korongot csírapajzsok/csírapajzoknak (*discus germinativus*) nevezzük, benne található a citoplazma és a sejtmag. A tojás sárgáját a jégzsinór (*chalaza*) függeszti fel kétoldalt a héjhártya (*membrana testacea*) belső lemezéhez. A héjhártya külső rétege a mészhéjhoz kapcsolódik, a héj és a tojás lágy részei közötti kapcsolatot teremti meg. A héjhártya két része szorosan egymáshoz tapad, csupán a tojás tompábbik



79. ábra: A tojás szerkezete.

pólusán válik szét, létrehozva az ún. légkamrát (*cavum aereum*). Legkívül, a pórusokkal átjárt, nagy szilárdságot biztosító struktúrájú mészhéj (*testa ovi*) borítja a tojást. Egyes madarakban ezt a mészhéjat kívülről még egy pigmentsejteket is tartalmazó kutikula borítja. A nőstény madarak kalciumigénye a tojásrakás periódusában jelentősen megnő, így a kalcium felszívódás a bélcsőből jelentősen felgyorsul. Ezt a folyamatot hormonok szabályozzák, melyek stimulálják a bélhámsejtek kalciumfelszívását.

A madarak idegrendszere a repülő életmód miatt igen fejlett, érzékszerveik kifinomultak. Agyuk öt szakaszból áll, hasonlóan, mint azt a korábbi gerinces fajok tárgyalásánál szemléltettük. Az agyi területhez úgy tudunk hozzáférni, hogy a koponyáról eltávolítjuk a bőrt, majd csontvágó ollóval a koponyatető falcsonti tájékán felfelé haladva a csőr irányában felvágjuk a koponyát. A homlokcsonti tájékon harántvágást ejtünk, ezután csipesszel leemeljük a koponyatető (*calvaria*) csontjait. Az egyes agyrészeket beborító esetleges bevézések és hárttyákat bonctűre csavart vattával távolítjuk el. A **nagyagy (telencephalon)** a legfejlettebb, féltekéi sima felszínűek. Az agy háti részén (*dorsalis*) legelől található a páros szaglőlebeny (*lobus olfactorius*), ez a szintén páros szaglőideg (*nervus olfactorius*) egységgel képez kapcsolatot. Receptorsejtjeik az orrüregben találhatóak. Az **előagy (telencephalon)** a szaglőlebenyek utáni részen figyelhető meg, két féltekére (*hemisphaerium cerebri*) tagolódik. A féltekék között hosszanti hasadék (*fissura interhemisphaerica*) található. Ennek a hasadéknak a végén egy belsőelválasztású mirigy, a tobozmirigy (*corpus pineale/epiphysis*) látható. Ennek a mirigynek köszönhető a madarak évszakok, fényviszonyok megváltozásával szorosan összefüggő viselkedése. A másik igen fejlett agyszakasz a **kisagy (cerebellum)**. A kisagy közvetlenül a nagyagyféltekék mögött helyezkedik el, csak felülről látható, középső részének felülete barázdált, gyűrt, ráncolt felszíne gyűrűsféreg bőrre hasonlít, ezért féregnek (*vermis cerebelli*) nevezték el ezt az agyszakaszt. Ettől kétoldalt vannak a kisagy féltekéi (*flocculus cerebelli*), amit pelyhecskének neveznek. A kisagy oldalsó részén a látólebenyek (*lobus opticus*) emelkednek ki. Ezek a **középagy (mesencephalon)** részéhez tartoznak. Itt végződnek a szem ideghártyájának (*retina*) látórostjai. Az agy alsó (*ventrális*)

herék szezonális tömegének és térfogatának a változása (növekedése majd regressziója) igen gyorsan, egy-két héten belül lezajlik.

oldalán, az agy közepén figyelhető meg a látóidegkereszteződés (*chiasma opticum*). A látóidegek kereszteződéséből a látóhuzalok (*tractus opticus*) vezetnek a látólebenyekbe. Közvetlen a chiasma mögött a tölcser (*infundibulum*) helyezkedik el, amely az agyalapi mirigyet (*hypophysis*) köti az agyhoz. A tölcser (*infundibulum*) mögött a terjedelmes **nyúltagy/nyúltvelő** (*medulla oblongata*) látható. Az agyból 12 pár agyideg indul ki. A gerincagy/gericvelő, amely a csigolyák alkotta gerinccsatornában található, a nyaki és ágyéktájékon megvastagszik, innen indulnak ki a végtagokat beidegző idegfonatok, plexusok (*plexus brachialis*, *plexus lumbosacralis*).

A madarak érzékszervei közül a bőr a vastag tollazat miatt nem jelentős, azonban a csőrben nagyszámú, speciális tapintó és rezgésérzékelő idegvégtest található. Emellett sok szabad idegvégződés van még a csőr körüli sertetollak tövében is. Az ízlelőbimbók a madarak szájgaratüregének és nyelvének nyálkahártyájában, kisszámban találhatóak, egyesével, vagy kisebb csoportokban. A szaglóhám az ún. orrkagyló hátulsó részén helyezkedik el, érzékhámsejtekből épül fel. A madarak, így a házi tyúk is, általában gyenge szaglásúak, de egyes madár fajokban nagy szerepe lehet a táplálék felkutatásában (pl. mézmadarak), vagy a költőhelyek megtalálásában (orientációban). A látószerv a madarnál nagyon fejlett, kiemelkedő fontosságú szerv. A szemgolyók igen nagyok, szemhéjak (*palpebra superior és inferior*) és pislogóhártya (*membrana nictitans*) védi azokat. Könnyimirigyük kicsi. A madarak halló-és egyensúlyozószerve is nagyon fejlett, mivel életükben az akusztikus kommunikáció nélkülözhetetlen. A halló-és egyensúlyozószerv külső-, közép- és belsőfülre tagolódik, fülkagylót nem figyelhetünk meg. A madarak tulajdonképpen ugyanabban a hangtartományban hallanak, mint az emlősök, hallásuk csupán az időbeli felbontóképesség tekintetében tér el. Ez azt jelenti, hogy több hang megkülönböztetésére képesek időegységenként.

A madarak vázrendszerére jellemző, hogy több hullósajátságot hordoz. Ilyen például, a keskenyalapú (*tropibasicus*) koponya, valamint az, hogy a gerincoszloppal való kapcsolata egy nyakszirti bütök révén valósul meg (*monocondylia*). A kifejlett madárkoponya fő jellegzetessége, hogy a csontok nagymértékben összenőttek, a varratok többsége is felszívódott. A koponya jellegzetessége, hogy elülső része elkeskenyedik és fogatlan csőrré (*rostrum*) alakult át. Az agy a koponya hátsó részébe tolódik, a szemüreg régiója igen terjedelmes. A szemüregeket (*orbita*) szemgödörközti sővény (*septum interorbitale*) választja el egymástól. Ezt a sővényt több csont építi fel. A koponycsontok a végtagcsontokhoz hasonlóan légtereket tartalmaznak (*pneumatizáltak*). Ezzel megkönnyítik a repülést, a repülő életmódhoz való alkalmazkodást. A koponya agykoponyai (*neurocranium*) és zsigerkoponyai (*viscerocranium*) részekből épül fel.

I. Az **agykoponyán** (*neurocranium*) a madaraknál is a korábbiakhoz hasonlóan négy tájék (*regio*) figyelhető meg, azonban a csontjaik csak fiatal madáron különíthetőek el egyértelműen (80. ábra).

1. A nyakszirti tájékot (*regio occipitalis*) négy nyakszirtcsont alkotja, ezek az öreglyuk (*foramen occipitale magnum*) körül szerveződnek. A nyakszirtcsontok páratlan része a felső nyakszirtcsont (*supraoccipitale*) és a vele átellenben elhelyezkedő alapnyakszirtcsont (*basioccipitale*). Ez utóbbi hordozza az egyetlen nyakszirti bütököt (*condylus occipitalis*). Az egyetlen páros nyakszirtcsont az oldalsó nyakszirtcsont (*exooccipitale*).
2. A hallótájéék (*regio otica/labyrinthica*) területén az *epioticum*, a *prooticum* és az *opisthoticum* összenőtt. Felülről a pikkelycsont (*squamosum*) borítja őket ezért ezeket a csontokat nem is látni kívülről.
3. A szemgödri tájék (*regio orbitalis/sphenoidalis*) az alapnyakszirtcsont előtt, a csőr irányában látható *basisphenoideumból*, ennek két oldalán elhelyezkedő szárnycsontjaiból a szárnyszerű *alisphenoideumból*, valamint a hátrább található *orbitosphenoideumból* áll. Magát a szemüreget a vékony szemüregközti sővény (*septum interorbitale*) választja el egymástól. Ennek a csontsővénynek a felépítésében

elől a *mesethmoideum* (szaglótájék csontja), hátrább az *orbitosphenoideum* és alul a *praesphenoideum* vesz részt.

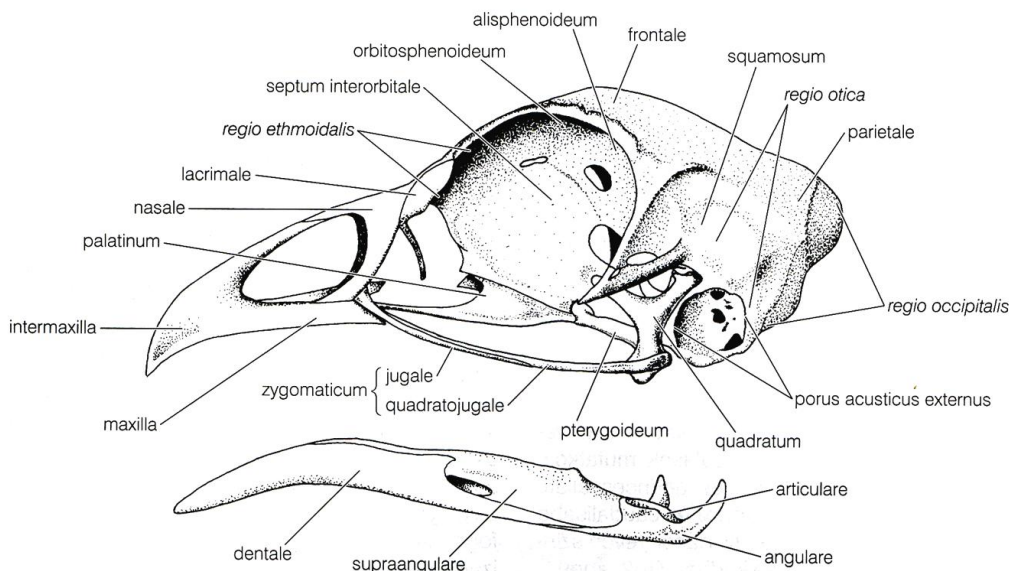
4. A szaglótájék (*regio nasalis/ethmoidalis*) középvonalában alakult ki a lemezszerű *mesethmoideum*. Ennek hátsó része részt vesz a szemgödrök közötti válaszfal kialakításában. A mesethmoideum elülső része az orrsövény felső részét képezi, az alsó részénél pedig a *vomer* található. A mesethmoideum elülső részéhez kapcsolódik a két porcos orrkagyló.

A koponyatető (*calvaria*) képzésében páros megnyúlt csontok vesznek részt. Ezek annyira összenőttek, egymásba forrtak, hogy az összekötő varratok sem láthatók. A calvaria leghátsó részén van a falcsont (*parietale*), előrébb a homlokcsont (*frontale*), a könnycsont (*lacrimale*) és az orrcsont (*nasale*). A koponya oldalfalának alkotásában, valamint a koponyatető kiegészítésében a *squamosum* figyelhető meg. A kifejlett madarakban a falcsontok és a homlokcsont egységes csontlemezzé egyesült. A szemüregeket főként a homlokcsontok fedik be, a falcsontok inkább a koponyatető hátsó részét képezik. Az orrcsont (*nasale*) a csőr vonulat folytatásában látható, a könnycsont (*lacrimale*) az orbita marginális felső részét alkotják. Ez utóbbit gyakran *praefrontalénak* nevezik.

A szájüreg belső boltozatát a páratlan ekecsont (*vomer*), valamint a két széles szájpadcsont (*palatinum*) képezi. A szájpadcsont hátrafelé a páros röpcsonntal (*pterygoideum*) izesül, ennek hátsó szélé a négyszögcsont (*quadratum*) kapcsolódik.

- II. A **zsigerkoponya** (*viscerocranium*) két részből, az alsó és felső állkapocsból áll (80. ábra). A csőrnek, mint a zsigerkoponya legszembetűnőbb képletének, a felső csőr kávája (*rostrum superior*) alkotja a felső, míg az alsó csőr kávája (*rostrum inferior*) az alsó állkapocsot. A **felső állkapocs** képzésében a közepén fuzionált közti állkapocs (*praemaxilla/intermaxilla*) és a páros felső állkapocs (*maxilla*) vesz részt. Élő állaton a csőr vázát szarupapucs (*rhamphotheca*) borítja. Az felső állkapocs csontok hátrafelé egy hirtelen elvékonyodó, ezért nagyon sérülékeny járomcsontban (*jugale*), valamint ennek folytatásában, a hátrafelé irányuló *quadratojugaleban* folytatódnak. Ezek a csontok a négyszögcsontban (*quadratum*) végződnek. A jugale és a quadratojugale a *járomívet* alkotja. Az **alsó állkapocs** vagy alsó csőr káva képzésében a közepén összekapcsolt két állkapocsfél (*mandibula*) vesz részt. Az alsó állkapocs több egymással fuzionált csontból épül fel. A legnagyobb és legkiterjedtebb a fogcsont (*dentale*), ez az alsó állkapocs elülső és középső részét építi fel. Nevével ellentétben a ma élő madarakban fogakat nem hordoz. Az állkapocs hátulsó részén helyezkedik el az ízületi csont (*articulare*), fejlődéstanilag a Meckel-féle porc homológja és a négyszögcsonttal (*quadratum*) képez ízületet (*quadrato-articularis állkapcsi függesztés*). Az *articulare* előtt található, a mandibula külső felszínét alkotó *supraangulare*, mint egy beékelődött csont. A szögletcsont (*angulare*) a *supraangulare* alatt helyezkedik el, szintén, mint beékelődött állkapocsalkotó csont.

A nyelvcsonti ív (*arcus hyoideus*) csontjai a hallócsontok, valamint a kopoltyúívvel együtt a nyelvcsont (*os hyoideum*) képzésében vesznek részt.

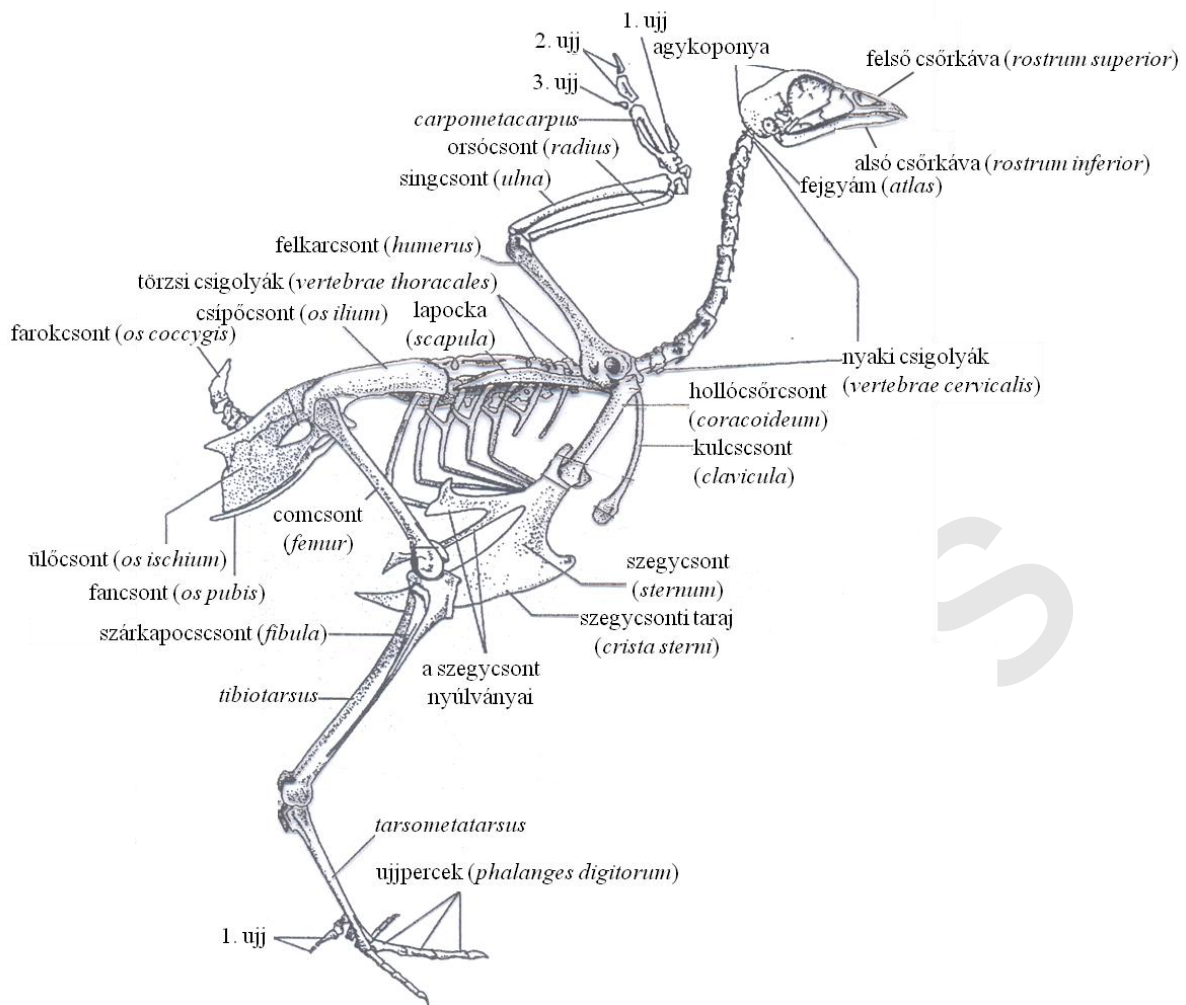


80. ábra: A házi tyúk koponyája.

A madarak **gerincoszlopa** (*columna vertebralis*) a repülő életmód miatt jelentősen módosult. A gerincoszlop törzsi régiója rigid, mivel az ezt alkotó csigolyák jellegzetessége az ízületi merevség (*ankylosis*). A gerincoszlopot lezáró farokrégió igen rövid, itt a csigolyák fuzionáltak. Maga a gerincoszlop öt szakaszra tagolható: nyaki-, háti-, ágyéki-, kereszt-, és faroktájékra (81. ábra).

- A nyakcsigolyák (*vertebrae cervicales*) fejlett harántnyúlványt hordoznak, így a nyaki izmok tapadását segítik elő. A csigolyák egymáshoz képest is jól elmuzdulnak fejlett ízületi nyúlványuk miatt. Az első csigolya a fejjám (*atlas*), egy gyűrű alakú csont, amely szorosan kapcsolódik a mögötte lévő gerincszakaszhoz. A nyakcsigolyák két utolsó darabja bordákat visel.
- A törzscsigolyák/hátcsigolyák (*vertebrae thoracales*) egymással összenőttek, mindegyik páros bordát hordoz. Ezek egészen a szegycsontig érnek, azzal mozgékonyan ízesülnek. Az utolsó hátcsigolya az álkeresztcsontba épül be.
- Az ágyékcsigolyák (*vertebrae lumbales*) és a keresztcsigolyák (*vertebrae sacrales*) mindegyik tagja az álkeresztcsontba (*synsacrum/os lumbosacrale*) épül be.
- A farokcsigolyák (*vertebrae caudales*) többsége az álkeresztcsonthoz nőtt hozzá, az utolsó farokcsigolyák viszont összenőttek és a farkcsíkcsontot képezik (*pygostyl/os coccygis*).

A madarak vázrendszerének fontos eleme az ún. álkeresztcsont (*synsacrum/os lumbosacrale*) (82. ábra). Ez a gerincoszlopi csontvonulat a hátcsigolya, ágyékcsigolya, keresztcsigolya, és a farokcsigolyák összenövéséből származó csont. Szerepe a medenceöv összekapcsolása, egységes képződménnyé (82. ábra). A madarak kétlábon járásával az egész testsúly a medenceövre nehezedik.



81. ábra: A házi tyúk vázrendszere.

A bordák (*costa* tsz. *costae*) a gerincoszlopot a szegycsonttal kötik össze, ezáltal kialakítják a mellkas egységét (*thorax*). A bordák közül az első két pár borda a nyakborda. A mellkas szilárdságát növelik a hátszigolyák horognyúlványai (*processus uncinatus*) amelyek mindig az előző bordákra támaszkodnak. Rajtuk tapadnak a külső bordaközi izmok (*musculus intercostales externi*). Az utolsó bordapár nem hordoz horognyúlványt.

A szegycsont (*sternum*) a mellkast alulról határolja. Igen nagy, széles, lemezalakú csont. Itt található a szegycsonti taraj (*crista sterni*), ezen tapadnak a szárnymozgató repülőizmok. A nagy mellizom (*musculus pectoralis major*), a szegycsonti tarajon és a villacsonton ered, és a felkarcsonton tapad. Összehúzódnak alkalmával a szárnyakat lefelé mozgatja. A kis mellizom (*musculus pectoralis minor*), mely közvetlen a nagy mellizom alatt húzódik, a repülés alkalmával a szárnyakat emeli. Ez utóbbi izom a szegycsonton ered széles alappal és a felkarcsont felső végén tapad. Az igen fejlett mellizomzat a baromfiak összsúlyának egyötödét is kiteheti. Tenyésztesük során ennek növelése mindig is elsőrendű szempont volt. A mellizmok tapadásában fontos a szegycsonton található taraj, mely a jól repülő madárfajoknál igen fejlett.

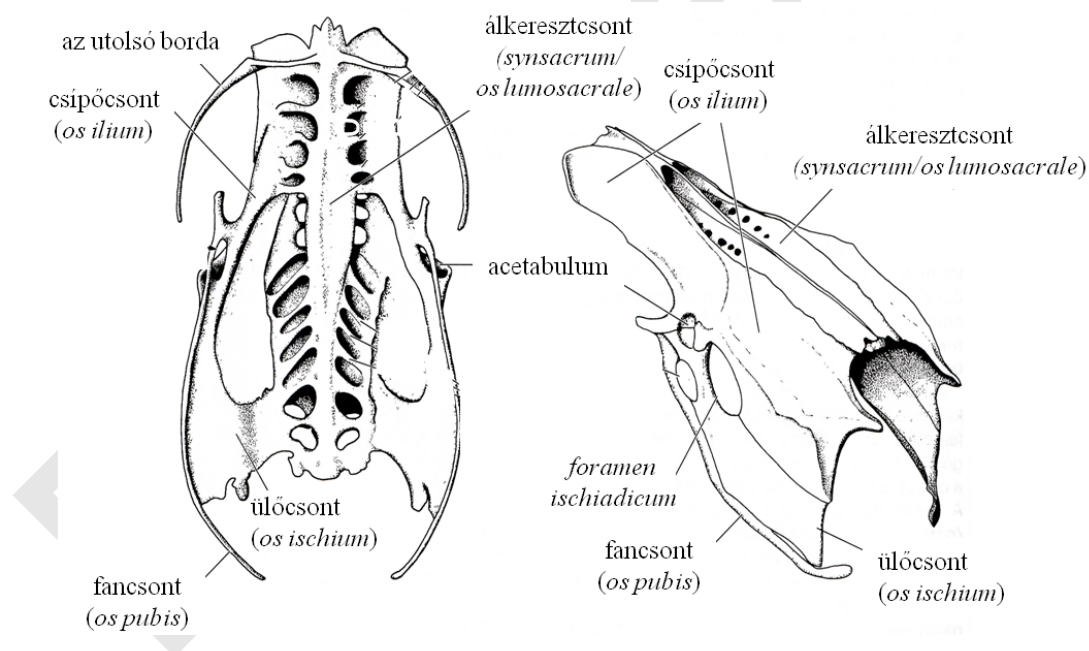
A végtagok (*appendices*) függesztőövek vázán keresztül kapcsolódnak a gerincoszlophoz (81., 82. ábra). A vállövet/mellső függesztő övet (*cingulum scapulae*) három páros csont alkotja:

- lapockacsont (*scapula*)
- hollócsőrcsont (*coracoideum*)
- kulcscsont (*calavicula*)

Ez a három csont a felkarcsontot (*humerus*) befogadó ízületi vápát (*cavitas glenoidalis*) képezi. A kulcscsont a madarakra jellemzően vékony képződmény, elől összenőve ún. villacsontot (*furcula*) alakít ki, amit szerencsecsontnak is neveznek. A legerősebb csont a vállövi csontoknál a hollócsőr-csont (81. ábra), amelynek egyik vége összenőtt a lapockacsonttal, a másik vége pedig mozgékonyan ízesül a szegycsonttal és a felkarcsontot támasztja. A lapocka kard, vagy szabja alakú, közvetlenül a bordák felett húzódik a háti területen (81. ábra). A **medenceöv** (*cingulum pelvis*) csontjai egységes medencecsontot (*os pelvis*) alakítanak ki (82. ábra). A kétoldali medencecsont összenő a gerincoszlop álkereztcsontjával. A medence alul nyitott, emiatt a tojások lerakása könnyebb. A medenceövet az alábbi csontok alkotják:

- csípőcsont (*os ilium*)
- ülőcsont (*os ischium*)
- fancsont (*os pubis*)

A csípőcsont a medencecsont első részén található, annak legerősebb tagja (81. ábra). A gerincoszloppal párhuzamosan helyezkedik el. Az ülőcsont a csípőcsont folytatásában hátulsó irányban terjed ki. Rajta az ülőcsonti nyílás (*foramen ischiadicum*) figyelhető meg, itt az ülőideg halad át (82. ábra). A fancsont az ülőcsont alsó peremén húzódik vékony csontléc formájában (82. ábra). A párhuzamosan futó két pubis csont sohasem kapcsolódik egymáshoz, ezért a madarak nyitott medencéjükkel a testük tömegéhez képest viszonylag nagyméretű tojásokat tudnak lerakni. A három medencei csont közös ízületi vápában találkozik (*acetabulum*) (82. ábra), ide ízesül a combcsont feje (*caput femoris*).



82. ábra: Egy madár hátsó függesztőöve.

A szabad végtagok közül az elülső végtag a repülő életmód miatt szárnyrá módosult. Ennek legerősebb csontja, amely a szabad végtag első tagja, a felkarcsont (*humerus*) (81. ábra). Ez kapcsolódik a mellő függesztőív ízületi vápájába, a *cavitas glenoidalis*ba. Az alkar két csontból tevődik össze. Az orsócsont (*radius*) a vékonyabb, valamint a singcsont (*ulna*) a hajlott és vastagabbik része az alkarnak (81. ábra). Ez utóbbi csont hordozza a másodrendű evezőtollakat. A kéz (szárny) csontjait a kéztőcsontok, szárnytőcsontok (*ossa carpi*), a kézközépcsontok, szárnyközépcsontok (*ossa metacarpi*) és az ujjpercek (*phalanges digitorum*) csoportjára tagolhatjuk. A kéztőcsontok közelebbi darabjai két kis csonttá (*radiale* és *ulnare*) egyesülnek, a távolabbi kéztőcsontelemek pedig a kézközépcsontjaihoz nőnek. A kézközépet két megnyúlt csont alkotja, ezek közelebbi és távolabbi pontjaikon két végüknél fogva összeolvadnak és a kéztő-

kézközépcsontot (*carpometacarpus*) alakítják ki. A mellső végtagon csak három ujj maradt meg. A kéz csontjai a kézevezőket, azaz az elsőrendű evezőtollakat viselik. A hátsó szabad végtagon (láb) rövid, vastag combcsont (*femur*) kapcsolódnak a lábszárcsontok, az igen erős sípcsont (*tibia*) és az igen vékony gyakran csőkevényes szárkapocscsont (*fibula*) (81. ábra). Embriológiai felépítés alapján a sípcsont testtől távolabbi (*distalis*) részét a lábtőcsontok felső sora alkotja, ezért a sípcsontot helyesen *tibiotarsus* névvel illetjük (81. ábra). A láb igen erős, következő szakaszát egy csont képezi, ez a csüdcsont (*tarsometatarsus*). A csüd a madaraknál úgy képződik, hogy a lábtőcsontok távolabbi elemei összenőnek a lábközépcsontokkal (lábtő-lábközépcsont) (81. ábra). A madarak gyűrűzésénél ide húzzák fel a megjelölésre szánt gyűrűt. Ragadozó madaraknál a csüd gyakorta pihés tollakkal fedett, a hüllő ősökre emlékeztetően pikkelyekkel fedett akárcsak az ujjak részei is. A csüdhöz csatlakoznak az ujjak. A lábhoz négy ujj kapcsolódik. Ezek közül három előre, egy hátrafele tekint. Az ujjak ujjpercekből (*phalanges digitorum*) alakulnak ki (81. ábra).

DUPress

6.5. Emlősök (*Mammalia*)

Az emlősök osztálya (classis: *Mammalia*) több szempontból is a legfejlettebbnek tekinthető gerinces osztály. Testüket szőr borítja, elevenszülők, utódaikat emlők váladékával táplálják. Bőrük számos mirigyet hordoz (tejmirigy, illatmirigy, faggyú mirigy), szőrzetük fejlett, a vízi állatokban másodlagosan csökevényesedhet, hiányozhat (pl. vizilovak, cetek). A farok, mint utolsó testtájék, a rágcsálók körében ősi pikkelyezettség elemeit is hordozza. A legjellemzőbb bőrmirigyük a verejtékmirigy, ezek módosulása a tejmirigy. Utódjaikat ezeknek az átalakult izzadságmirigyeknek a váladékával (tej) táplálják. Négy végtaggal, öt (vagy ennek módosulása miatt kevesebb) ujjal rendelkeznek. A végtagok az életmódnak megfelelően módosulhatnak (repülés, úszás, futás). A mellüregtől a hasüregtől rekeszizom (*diaphragma*) választja el egymástól. Koponyájuk szélesalapú (*platybasicus*), valamint két nyakszirti bütyökkel kapcsolódik az első nyakcsigolyához (*dicondylia*). A koponya egyes tájékait alkotó csontok rendszerint egy csonttá nőnek össze. Fejlett orrüreggel és nagy felületű szaglóhámval rendelkeznek. Az állkapcsuk egyetlen csontból (*dentale*) áll, melyen fogmederben ülő (*alveodont*) fogak (*dens*, tsz. *dentes*) vannak. Az emlősök fogsorában a fogak a következő sorrendben helyezkednek el: metszőfogak (*dentes incisivi*), szemfogak (*dentes canini*), kis v. előzáfogak (*dentes praemolares*), nagy v. utózáfogak (*dentes molares*). Az állkapcsi és nyelvcsontri ív egyes csontjaiból a középfülben három, a dobhártya rezgéseit a belső fülbe továbbító hallócsontocskák alakul ki. A gerincoszlop 5 tájékre tagolódik, csontos zárt mellkas jellemző, amelyet bordák merevítenek. A keringési rendszer központja, a szív (*cor*), amely tökéletesen négyosztatú, benne két pitvar és két kamra található. Csak a baloldali aortaív található meg. Vörösvérsejtjeik magvatlanok (vértestek), alakjuk két oldalt behorpadt korong formájú. Veséjük utóvese (*metanephros*) típusú, vizeletük folyékony, húgyhólyaggal rendelkeznek. Légzésük csak tüdővel történik, légszakok nincsenek jelen. Idegrendszerük 12 pár agyideggel rendelkezik. A központi idegrendszerben a nagyagyféltekék és a kisagy dominálnak a többi idegrendszeri elem felett. Szaporodásukra jellemző, hogy pároszervük van, megtermékenyítésük belső. A peték kicsik, szilárd burok nélküliek. Az embriót embrionális membránok veszik körül (*amnion*, *chorion*, *allantois*). Az embrió a méhlepénnyel (*placenta*) rögzül a méhhez, mely előbbi részt vesz az embrió táplálásában és a légzésben. Váltivarú állatok, gyakori az ivari kétalakúság (*dimorfizmus*). Érzékszerveik fejlettek, a halló és egyensúlyérző szervükhöz külső fül csatlakozik.

Ordo: Rágcsálók (*Rodentia*)

A rágcsálók az emlősök osztályának legfajgazdagabb rendje. A rágcsálók a jéggel borított területek kivételével szinte az összes földrész valamennyi élőhelyén honosak. Szinte bármilyen szerves anyagon képesek megélni, bár leginkább magokat, növényeket és azok gyökereit fogyasztják. Minden rágcsáló felső és alsó állkapcsában is egy pár folyamatosan növekedő metszőfog van. Mivel ezek egész életükben munkának vannak kitéve, hamar elkopnak, de állandóan utána is nőnek. Ha egy rágcsáló nem tud eleget rágni, hamarosan éhen pusztul, mivel fogai annyira túlnőnek, hogy nem képes táplálkozni. A rágófogak előtt egy ún. foghézag (*diastema*) található a szemfog és az előzáfogak helyén. Az egyes érzékszervek a különböző fajoknál eltérően fejlettek. Egyes fajaik igen szaporák, a szülők nemcsak saját kölykeiket védik, hanem a már nagyobb fiatalokat és a nagycsaládba tartozó többi rokont is. Bizonyos fajokat, például a fehér egeret (*Mus musculus*) és a patkányokat (*Rattus*), kísérleti állatként használják fel különböző laboratóriumokban.

Species: Fehér patkány (*Epimys norvegicus* var. *albino*)

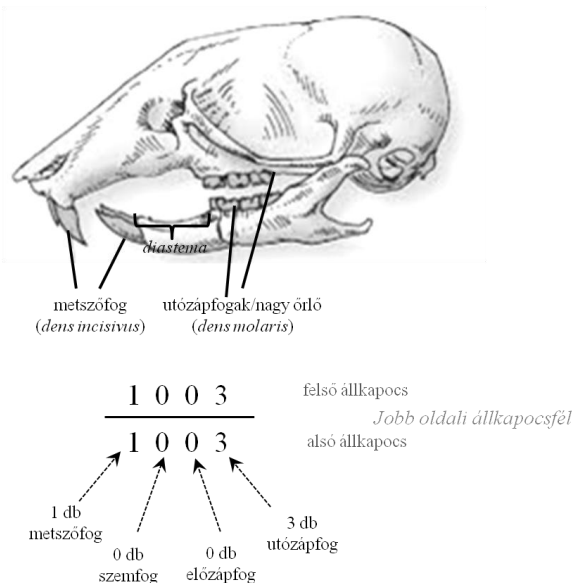
A patkányok a világ egyik legerősebben használatos kísérleti állatai, mert könnyen beszerezhetőek, rövid tenyészedjük, gyorsan és egyszerűen szaporíthatóak. További előnyük, hogy fertőzésekre kevésbé hajlamosak, valamint élettani, anatómiai és molekuláris biológiai adtok sokassága áll a rendelkezésre velük kapcsolatban.

A patkányok teste fej (*caput*), nyak (*cervix*), törzs (*truncus*), farok (*cauda*), végtagok (*extremities*) részre tagolt. A talpak és az orrhegy (*rhinarium*) területe csupasz, a test többi részét

szőr fedi. Az albinó állatoknál - mint itt a fehér patkány esetében-, a melanin nevű festék hiánya miatt a szőrzet fehér, a szemek írisze az előtűnő vérkapillárisok miatt piros színű. Az orrtájéknál megnyúlt, oldalán hosszú tapintószőrök (*vibrissae*) helyezkednek el. A szőrszálak tövén tactilis idegvégződések találhatók. A fej oldalain elhelyezkedő szemek alsó és felső szemhéjjal (*palpebra inferior és superior*), valamint a szemek tisztítását és nedvesen tartását ellátó pislogó hártáival (*membrana nictitans*) vannak ellátva. A szőrzetből alig kiemelkedő fülkagylók izmokkal mozgathatók a hangforrás irányába. A patkány mellső lábai rövidek, csak négy ujjat hordoznak. A hüvelykujj (*pollex*) redukálódott, a többi ujjakat kapaszkodáskor, valamint táplálkozáskor használja. A hátsó lábak jóval hosszabbak az elülsőnél, ugrásra szolgálnak, itt öt karmos ujj található. A farok pikkelyezett. A test hátsó felén a végbélnyílás (*anus*) előtt a húgyivarnyílás helyezkedik el. A hím ivarú egyedeken a farok alatt a két herezacskó (*scrotum*) azonosítható. Női ivarú egyedeken három testvégi nyílás látható. A farok töve alatt közvetlenül az anális nyílás, a végbélnyílás előtt a hüvelynyílás (*ostium vaginae*), a vizeletelvezető nyílás pedig ez alatt figyelhető meg. A női ivarú egyedeken hat pár emlőbimbó (*papilla mammae*) helyezkedik el két sorban a mellkason, a hason és a lágyéktájékon (3 *thoracalis*, 1 *abdominalis*, valamint 2 *inguinalis* emlőbimbó). Itt nyílnak a tejmirigyek (*glandulae lactiferae*) kivezető nyílásai.

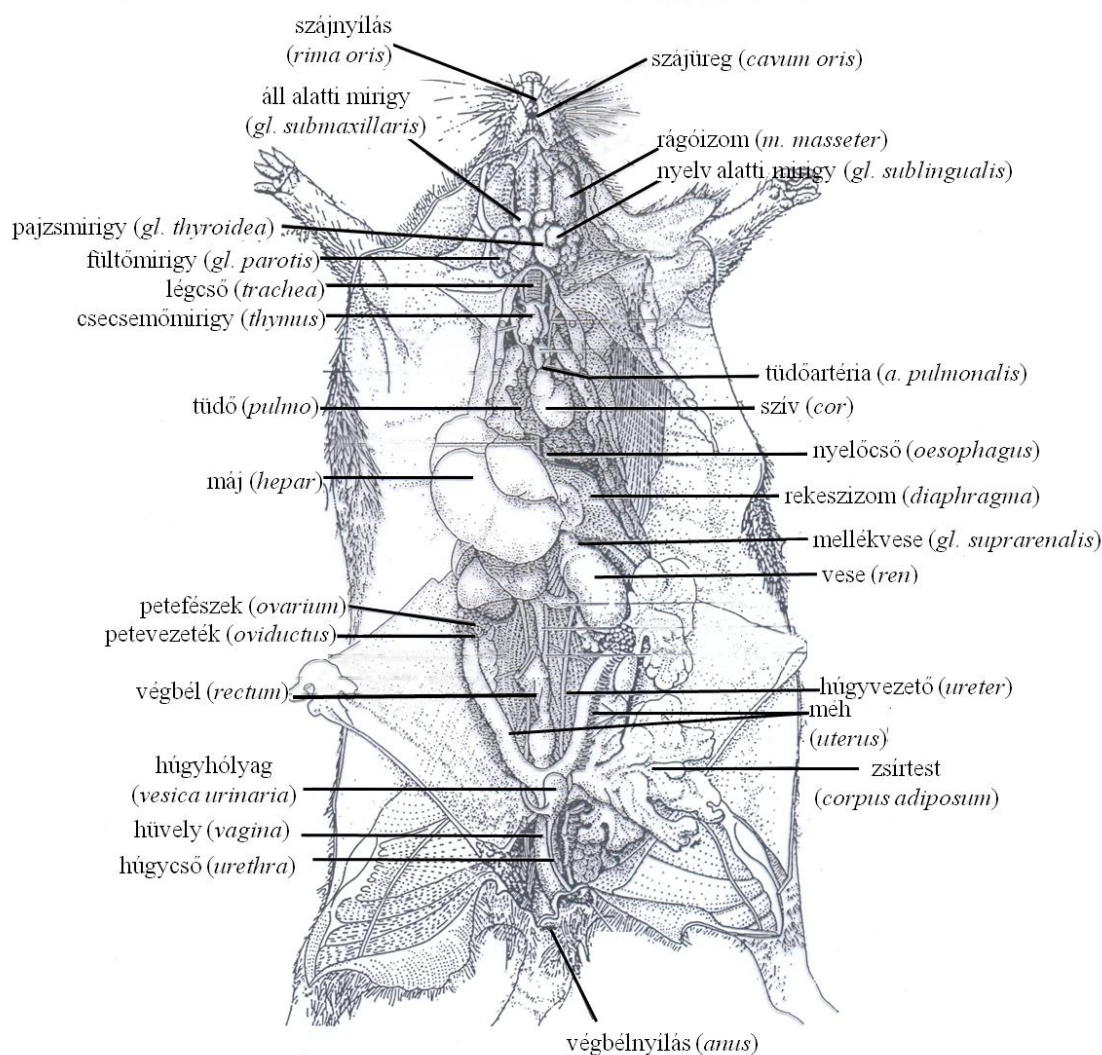
Boncolás során a belső anatómia tanulmányozásához nyúzással el kell távolítani az állat hasi, és nyaki testfelszínéről a szőrt. A szervek azonosítását általában a nyaki szakasztól kezdve végezzük a test hátsó területei felé haladva. A nyaki területen a bőr lenyúzásával a nyálmirigyek (*glandula salivares*) valamint a nyirokmirigyek (*nodi lymphatici*) azonosíthatók. A fül alapi területén a félkör alakú, szürkés színezetű fültömörigyet (*glandula parotis*) találjuk. A nyaki terület felszínén két terjedelmes állalatti mirigy (*glandula submaxillaris*) helyezkedik el, ezeknek a csúcsi területe a nyak felé nézően összeér. A nyálmirigyek nyálat (*saliva*) választanak ki, amely a szájüregbe jutva a táplálékkal keveredve megindítja az előemésztés folyamatát. Az állalatti mirigyek apró kis csomócskák, szétszórtan helyezkednek el. Szintén a nyaki képletekhez tartozik két belső elválasztású (*endokrin*) mirigy, a pajzsmirigy (*glandula thyroidea*) és a mellékpajzsmirigy (*glandula parathyroidea*). Ezek a nyak közepvonalában az izomzat eltávolítása után a légső két oldalán található meg. A pajzsmirigy színe sötétebb, mint a környező izmoké, a két lebenyét keskeny kötőszöveti híd (*isthmus*) kapcsolja össze. A pajzsmirigy hátsó, csúcsi részén helyezkedik el a mellékpajzsmirigy. A légső melletti izmokat leválasztva két idegszálat azonosíthatunk, ezt pár csepp alkohollal még kontrasztosabbá tehetjük. A vastagabb idegszál a bolygóideg (*nervus vagus*), a vékonyabb–amely közvetlen mögötte található–a szimpatikus ideg (*nervus sympathicus*). A mellkasi szervek sorából kitűnik a közvetlenül a szív felett lévő puha, zsíros tapintású magzatmirigy (*glandula thymus*), mely a fiatalabb állatoknál fejlett, később a kor előrehaladtával állománya zsugorodik.

A patkányok tápcsatornája három szakaszos, előbélre, középbélre és utóbélre tagolódik. Az előbéli szakasz kezdete a szájnyílás (*rima oris*), majd a szájüreg (*cavum oris*) (84. ábra), ahol a mozgékony nyelv (*lingua*) valamint a fogak (*dentes*) találhatóak. A patkánynak, mint rágcsálónak négy, ívesen meghajlott metszőfoga, valamint tizenkét zápfoga van. A fogak számát és helyét a fogképlettel jellemezhetjük. A patkány szájüregében a szemfogak és a kis őrlőfogak hiányoznak, ezért ezen a területen egy fogmentes szakasz (*diastema*) látható. A fogképletet a 83. ábra magyarázza. Az előbéli szakaszon a szájüreget követi a garat (*pharynx*), majd a



83. ábra. A rágcsálók fogképletének magyarázata.

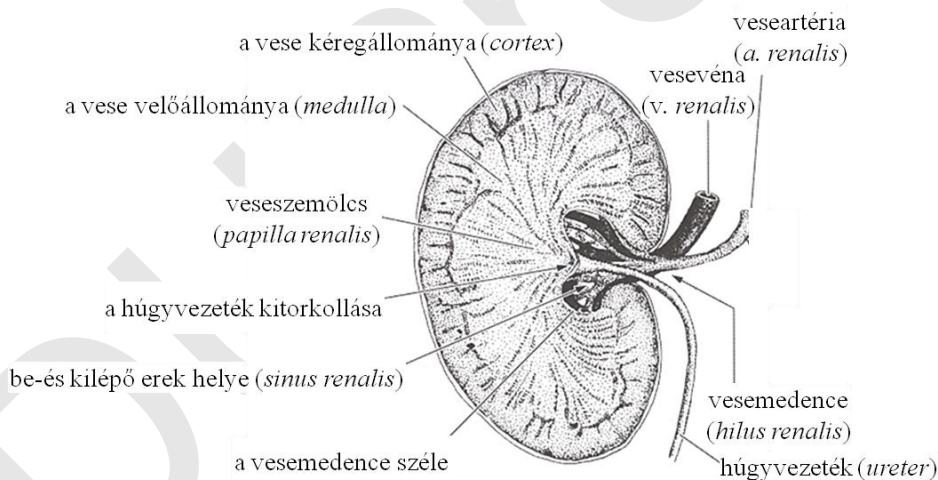
nyelőcső (*oesophagus*), ami a nyaki és mellkasi területen áthaladva a gyomorba (*gaster/ventriculus*) vezet. A gyomor a tápcsatorna előbéli szakaszának utolsó tagja. A tápcsatorna gyomor utáni szakasza a vékonybél (*intestinum tenue*) (84. ábra). A bél élettanilag és felépítését tekintve általánosságban két fő részre különíthető el: a vékonybél (*intestinum tenue*) és vastagbél (*intestinum crassum/colon*). Kiterjedésben a patkány vékonybele hetven centiméter hosszú, a vastagbél húsz centiméter. A vékonybél három szakaszra különíthető el, az epésbél (*duodenum*), éhbél (*jejunum*) és a csípőbélre (*ileum*). A tápcsatorna gyomor utáni szakasza az epésbél, amely U alakú, kanyarulatában található a hasnyálmirigy (*pancreas*), mint kettős funkciójú (*endokrin* és *exokrin*) mirigy. Termelt váladékát (*szekréta*) a hasnyálmirigy vezetékén (*ductus pancreaticus*) át az epésbélbe továbbítja. A máj (*hepar*) sötétbarna színezetű, hat lebenyes szerv, a termelt epét szintén az epésbélbe juttatja. A patkánynak nincs epehólyagja, így az epevezetők egyből az epésbélbe juttatják a máj által termelt epét. A legmozgékonyabb és egyben a leghosszabb bélszakasza a vékonybélnek az éhbél (*jejunum*). Ez az aktív felszívási zóna, amely dús kapillárisokkal átjárt bélszakasz. A vékonybélrendszer éhbél utáni, élesen el nem különülő része a csípőbél (*ileum*), amely a béltartalom jelenléte következtében sötétebb színű. A vékony és vastagbél határán található a vakbél (*caecum*). Rágcsálóknál különösen kiterjedt képlet, kinézete és színe alapján gyakran a gyomorral lehet összetéveszteni. A vastagbélhez közvetlenül csatlakozik a végbél (*rectum*), ez a bélszakasz a bélsarat (*faeces*) az anushoz továbbítja (84. ábra). A belek szomszédságában elhelyezkedő, sötétvörös, szalagszerűen elhelyezkedő nyirokszerv a lép (*lien*) (84. ábra).



84. ábra. A rágcsálók bonctana (nőstény).

A mellkasi területen a bordák és a bordaközi izmok eltávolítása után találjuk meg a két tüdőt (*pulmo*) (84. ábra). A baloldali tüdő egy lebenyű, a jobboldali pedig négy lebenyből áll. Mindkét tüdőbe egy főhörgő (*bronchus principalis*) lép be. A tüdőbe való belépés előtt a légcső kettéosztódik (*bifurcatio tracheae*). A légcső és a főhörgők falában üvegporcból felépülő porcgyűrűk vannak, amelyek biztosítják az állandó tartást/merevítést a légzés során. A mellkasi szervekhez tartozik a tüdők között található, tökéletesen négyosztatú szív (*cor*) (84. ábra). A szívet kívülről szívburok (*pericardium*) veszi körül ennek belső lemeze a szív felületével összenőtt. A szív két pitvarból (*atrium cordis*) és két kamrából (*ventriculus cordis*) épül fel. Az utóbbiak a világosabb színezetűkről és izmosabb állományukról ismerhető fel. A pitvarok vékonyabb falúak és sötétebb színezetűek. Az aorta a bal kamrából kiindulva balra halad. A jobb kamrából a tüdőbe vezetnek a tüdőartériák (*arteria pulmonales*). A tüdőből a bal pitvarba érkeznek a tüdővénák (*venae pulmonales*). A jobb pitvarba torkollik a hátsó és első üres véna (*vena cava posterior* és *anterior*). A mellüregot a hasüregtől a rekeszizom (*diaphragma*) választja el (84. ábra). A rekeszizmon a nyelőcső, az aorta, valamint a hátsó üres véna hatol át. A rekeszizom alatt a hasüregi szervek legnagyobb egységét a tápcsatorna teszi ki.

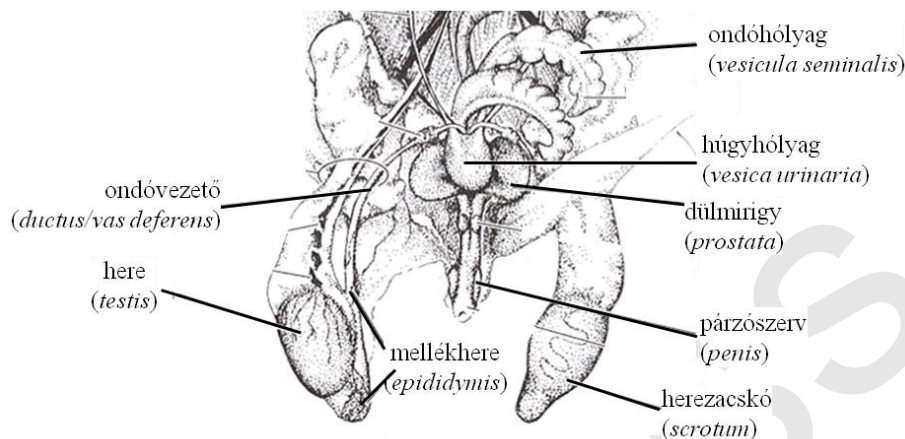
Boncolás során eltávolítjuk a nyelőcső és a végbél átvágásával a tápcsatornát, így jól megfigyelhetővé válik a kiválasztórendszer központja a páros vese (*ren*) (85. ábra). A vesék utóvese (*metanephros*) típusú kiválasztószervek. Színük barnásvörös, alakjuk babra emlékeztet. A vesekapu (*hilus renalis*) a vese homorú oldalán található, itt lép be a veseartéria, valamint a veseidegek. A kilépő vezeték a húgyvezető és a vesevéna. A húgyvezeték (*ureter*) a vizeletet a húgyhólyagban (*vesica urinaria*) gyűjti össze. Innen a húgycső (*urethra*) vezeti a külvilágba a vizeletet. Az emlős vese szerkezetét a 85. ábra szemlélteti. A vesék csúcsi részén zsírszövetben beágyazva gömbölyded képződmény, a mellékvese (*glandula suprarenalis*) figyelhető meg. A mellékveséket dús kapilláris környezet veszi körül.



85. ábra: Az emlős vese szerkezete.

Az ivarszervek közül a páros petefészkek (*ovarium*) rózsaszínű, szőlőfürtszerű képlet. A petevezeték (*oviductus*), amely az érett petéket továbbítja, csupán néhány centiméter hosszú. A peték ezen keresztül junak a méhbe (*uterus*), ahol majd megtermékenyítés után a fejlődő embriók helyezkednek el. A méh páros képlet, melynek két szarva (*uterus cornua*) a hüvelyben (*vagina*) egyesülnek (84. ábra). A hím ivarszervek közül a herék (*testes*) a herezacskóban (*scrotum*) található (86. ábra). A here kb. két centiméter hosszú, ovális szerv. Kívülről kötőszöveti tok (*tunica albuginea*) veszi körül, amely a here belső állományába belépve azt herelebenyekre (*lobuli testis*) osztja fel. Minden herelebenyében herecsatornácskák (*tubuli seminiferi*) tömegét lehet látni. A hímivarsejteket a herecsatornácskák belső hámja termeli. Fejlődéstanilag és szekezetileg a heréhez szorosan kapcsolódik a mellékhere (*epididymis*) (86. ábra). A mellékherének feji részét (*caput epididymidis*), testi részét (*corpus epididymidis*), valamint farki részét (*cauda epididymidis*) különíthetünk el. A feji részt a heréből kilépő elvezető csatornácskák (*ductuli efferentes testis*)

képezik. Az elvezető csatornácskák vastag vezetékké egyesülnek (*ductus epididymidis*). Ez alkotja a mellékhere testi és farki területét. A fark szakasz folytatása az ondóvezeték (*ductus deferens*). Az ondóvezeték a hasüregbe nyomul és a húgycsőhöz (*urethra*) illeszkedik. Az ondóvezetékhez kiterjedt ondóhólyag (*vesicula seminalis*) kapcsolódik (86. ábra). A húgyhólyag alapi részénél található a dülmirigy (*prostata*). Váladéka segíti a hímivarsejtek mozgását, táplálja azokat, valamint az ondófolyadékot termeli. A húgycső a hím páرزószervben (*penis*) végződik, ahol a vizelet ürítése mellett a hímivarsejtek ürítése is történik (86. ábra).

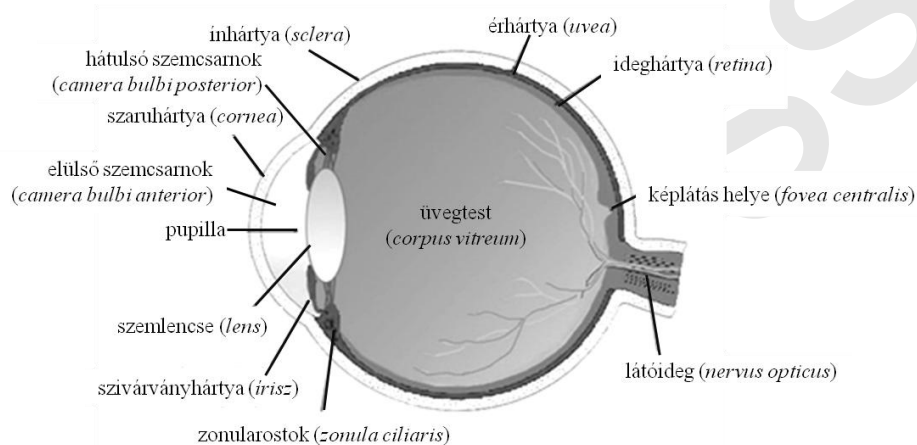


86. ábra: Egy hím patkány ivarrendszere.

A patkány idegrendszerének központi részét úgy tudjuk megfigyelni, ha előzőleg a koponya felszínéről a bőrt eltávolítjuk, majd a koponyatetői csontokat bemetszve, csipesszel eltávolítjuk azokat. A központi idegrendszerre a nagyagy és a kisagy fejlettsége jellemző. A **nagyagy (telencephalon)**, két féltekéje (*haemisphaera*) fejlett és eltakarják az agy jelentős részét. Az agy féltekéik felülete sima, nem osztják fel barázdák és hasadékok. A nagyagy háti (*dorsalis*) felszínén egyetlen mély hosszanti hasadék (*fissura longitudinalis cerebri*) található. A féltekéik előtt szaglőlebeny (*lobus olfactorius*) található. Itt erednek az első agyideg, a szaglőideg (*nervus olfactorius*) rostjai, melyek a rostacsont nyílásain áthaladva, a felső orrjáraton át szaglőnyálkahártyájában végződnek. A **közi- és középagy (diencephalon és mesencephalon)** kicsiny képződmények. A köztiagyból indul ki a látóideg (*nervus opticus*), amely agyszakasz alsó (*ventralis*) részén található a látóidegek keresztesződése (*chiasma opticum*), valamint az agyalapi mirigy (*hypophysis*), mint belső elválasztású mirigy. A tölcsér (*infundibulum*) a látókeresztesződés mögötti, páratlan tölcsérszerű kiöblösödés a köztiagy alsó területén. A hypothalamushoz tartozó emlőttestek (*corpora mamillaria*), két gömb alakú kiemelkedésként figyelhetők meg az agyalapi (*basalis*) felszínén, a tölcsér mögött. A **kisagy (cerebellum)** makroanatómiailag a féregből (*vermis cerebelli*) és két kisagyféltékéből (*hemisphaerium cerebelli*) tevődik össze. A féreg elnevezés onnan származik, hogy rajta gyűrűk húzódnak, hasonlóan, mint a gyűrűsférgeken. Az agy hátulsó része a **nyúltagy/nyúltvelő (medulla oblongata)**. Alsó (*ventralis*) részén egy harántkiemelkedés található, amit Varol hídjának (*pons Varolii*) neveznek. Ez köti össze a két kisagyféltékét. A nyúltvelő elkeskenyedve a **gerincvelőbe (medulla spinalis)** megy át.

Az emlősök érzékszervei közül legfontosabb a bőr, a szem, a kemoreceptorok (íz és szagérzékelők) valamint a halló és egyensúlyérzékelő szerv. A külvilággal érintkező bőr sok idegvégtestecsét és szabad idegvégződést tartalmaz. Az orrtájék oldalán, a hosszú tapintószőrök tövén tactilis idegvégzések találhatók. Az emlősök ízérzékelése igen fejlett, bár az egyes fajok ízérzékelése igen eltérő lehet. Legnagyobbrészt a nyelv területén helyezkednek el a speciális receptorokat hordozó ízlelőbimbóik, melyek az ízéret kialakulásáért felelősek. Az emlősök szaglása valamennyi szárazföldi gerinces közül a legfejlettebb. Minél jobb egy állat szaglása, annál nagyobb felületű az ornyálkahártyája. Az emlősök látószerve, a szem (*oculus*), a szemgolyóból, a szemgolyót védő és mozgató segéd szervekből és a látásközponti idegrendszeri apparátusból áll. A

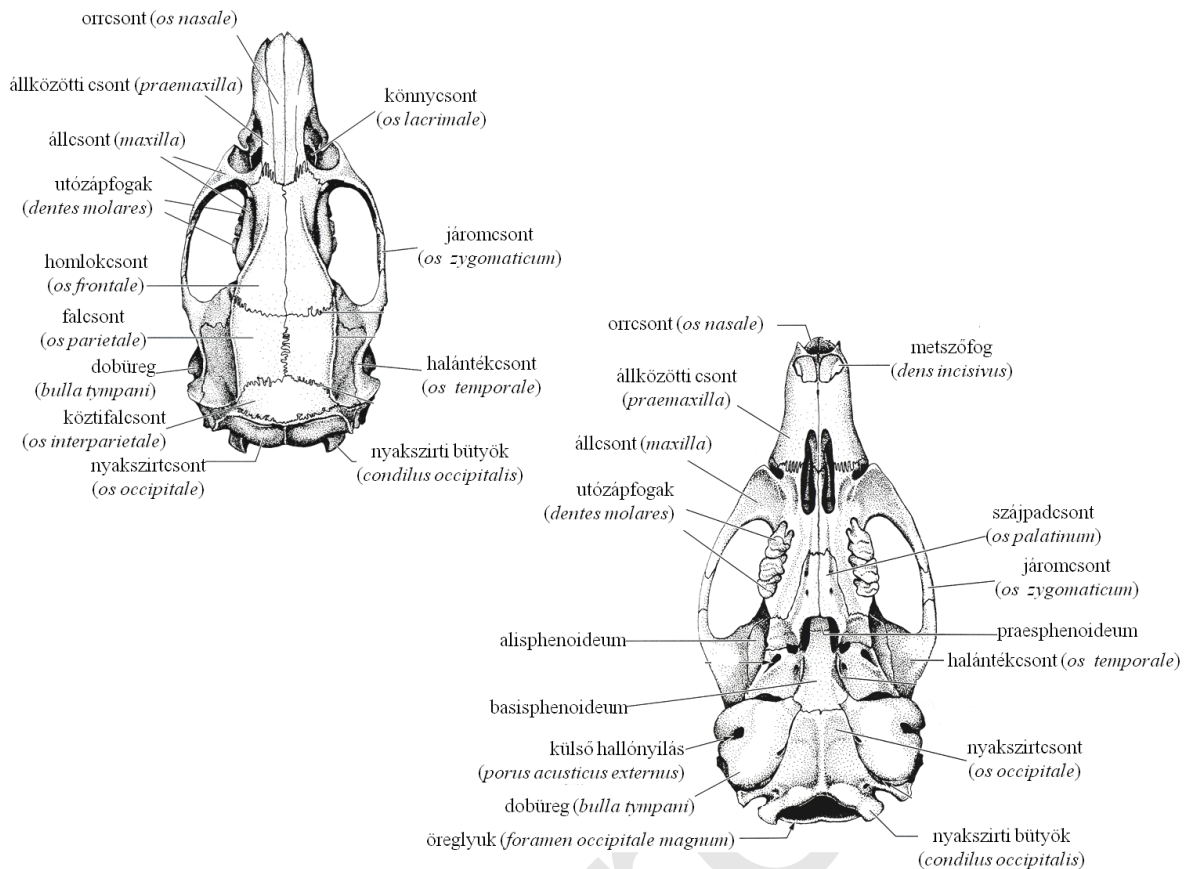
szem szerkezetét a 87. ábra mutatja be. Az emlősök halló és egyensúlyérző szerve a fül, amely külső-, közép- és belsőfülből áll. A külső fül (*auris externa*) legjellegzetesebb képlete a porcos vázú fülkagyló (*auricula*), mely jól fejlett izmai segítségével a hangforrás irányába mozgatható. A fülkagyló által felfogott hang a külső hallójáratba vezetődik, majd rezgésbe jön a hallójáratot lezáró dobhártya. Ezt követi a középfül (*auris media*), itt található a hallócsontok láncolata (kalapács, üllő, kengyel). A belső fül (*auris interna*) csontos és hártyás részekből áll. A hártyás fallal határolt, folyadékkal telt labirintusszerv felelős az egyensúly érzékeléséért. Érzékszőrökkel rendelkező receptorsejtjei fölött, kocsonyás rétegbe ágyazódva apró mészszemcsék helyezkednek el. Ezek a kristályok súlyuknál fogva nyomják az alattuk levő érzékszőröket. Ha a fej térbeli helyzete megváltozik, a szemcsék más irányban, más sejteket ingerelnek. A fej elfordulását, forgó mozgását a három ún. *félkörös ívjárat* segítségével érzékeli az állat. A félkörös ívjáratok egymásra merőlegesen, a tér három síkjában, félkör alakban görbülő csövek, melyek belsejét folyadék tölti ki. Ha a fej elmozdul, az elfordulás síkjába eső ívjáratban a folyadék tehetetlensége miatt ellenkező irányba áramlik. Az áramló folyadék sodrása elhajlítja az ívjárat végénél levő receptorsejtek érzékszőröit, ez kelti az ingerületet.



87. ábra: A szem szerkezete.

Az emlősök vázrendszere **tengelyvázra** (*axialis váz*) és **végtagvázra** (*appendicularis váz*) tagolódik. A tengelyváz a *koponyából* (*cranium*), a gerincoszlopból (*columna vertebralis*), a bordákból (*costa* tsz. *costae*), valamint a szegycsontból/mellcsontból (*sternum*) épül fel. A koponya csonttani jellemzője, hogy a zsigerkoponya váza nagymértékben beépül az agykoponyába. Az emlősöknél igen változatos az arcváz (zsigerkoponya) és az agykoponya aránya. A ragadozók körében kevés eltérés mutatható ki a két koponyai terület arányában, arányosság tapasztalható. A patásoknál viszont az arckoponya dominál.

A koponya csontjai laposak, mozdulatlan összekötetések révén kapcsolódnak. Az állkapocs ízülettel kapcsolódik az agykoponyához, a nyelvcsont viszont porcosan kapcsolódik ide. Az állkapcsi ízület átalakulása figyelhető meg az emlősöknél, mivel az *articulare* és a *quadratum* hallócsontokká válik. Így a korábbi állkapocsfüggesztési mód helyett itt másodlagos állkapcsi ízület alakul ki a pikkelycsont (*squamosum*) és a fogcsont (*dentale*) között (*squamoso-dentalis* állkapcsi függesztés). A felső állkapocs agykoponyához való rögzítése is módosul, mivel a *squamosum*, mint halántékcsontról (*temporale*) beépül az agykoponyába, így nincs szükség a függesztésére. Ez a jelenség a **craniostyilia**. Valamennyi emlősben kialakul a másodlagos szájpaddlás. Ezt a felső állkapocs közepén elhelyezkedő szájpadd nyúlványa és a szájpaddcsontok hozzák létre. A szájjüregben elhelyezkedő fogak különeműek (*heterodont*), azaz különböző alakúak és nagyságúak. Fogakat csak a mandibulán, a praemaxillán valamint a maxillán láthatunk. A koponya széles alapú (*platybasicus*), az első nyakcsigolyához két nyakszirti bütökkel kapcsolódik (*dicondylia*).



88. ábra: A patkány koponyájának váza.

Az **agykoponya (neurocranium)** csontjai a koponyüreget alkotják. Az emlősöknél külsőleg az arci (zsigeri) és a agyi koponyarész nem határolódik el élesen egymástól.

Az agykoponyához tartozó csontok (88. ábra):

- nyakszirtecsont (*os occipitale*)
- ékcsont (*os sphenoidale*)
- rostacsont (*os ethmoidale*)
- falcson (*os parietale*)
- falközötti csont (*os interparietale*)
- homlokcsont (*os frontale*)
- halántékcson (*os temporale*)

Az agykoponya hátsó és alsó részének képzésében vesz részt a nyakszirtecsont (*os occipitale*). Az első nyakcsigolyához (fejgyám=*atlas*) közvetlenül kapcsolódik a két ízületi bütökkel (*dicondylia*). A nyakszirtecsontok által közrefogott öreglyukon (*foramen occipitale magnum*) keresztül érintkezik a koponyüreg a gerinccsatornával. Az ékcsont (*os sphenoidale*) összetett csontképződmény a nyakszirtecsontok alapi része után található. Két fő részből áll a hátulsó azaz a *basisphenoidium*-ból, valamint elülső vagy *praesphenoidium*-ból. Ez a két csont egy egységes csontvonulatot alakít ki a koponya alapján. Mindkét csontból jobb és bal oldali irányba szárnycsontok erednek. Ezek a szemüreg hátsó és középső falának felépítésében vesznek részt. A *praesphenoidium*-ból az *orbitosphenoidium*, a mögötte elhelyezkedő *basisphenoidium*-ból az *alisphenoidium* szárnycsontok erednek. Az alapnyakszirtecsont felszínén levő mélyedésben a töröknyereg (*sella turcica*) található, melynek belső árkában ered az agyalapi mirigy. A rostacsont (*os ethmoidale*) a homlokcsont és az ékcsont szemszög között foglal helyet az orrüreg hátsó részében. Részei a koponya nyírlirányú metszetén ismerhetők fel. Emellett található a *mesethmoidium*, mely az orrsövény részét képezi, mint páratlan középső helyzetű csontlemez,

valamint a felsodródott papírvékony csontlemezek az *ethmoturbinaliák*. A harmadik összetevője a rostacsonti komplexumnak a vízszintes rostalemez (*lamina cribrosa*) amely a koponya orrüregét határolja el az agyüregtől.

A koponyatetőn (*calvaria*) elhelyezkedő csontokból a koponya hátsó részén helyezkedik el a páros falcsont (*parietale*) és az ezt megelőző, szintén páros homlokcsont (*frontale*). A falközötti csont (*os interparietale*) az emlősök jellemző koponyacsontja. A falcsontok és a nyakszirtecsont között található. Néha korán összeforr a nyakszirtecsonttal (így nem látható), de önálló is maradhat. A falcsont részt vesz a halántékpár valamint az orr- és szemüreg képzésében. A koponyaüreg oldalsó falát képezi a halántékcsontról (*os temporale*). Ehhez a komplexumhoz tartozó csontok a sziklacsont (*os petrosum/perioticum*) valamint a dobcsont (*os tympanicum*), amely a halántékcsontról komplexum alsó részén található. A dobcsont ovális, vagy gömbszerűen felfújott hólyag, benne a középfül hallócsontjai találhatók meg. A dobüreget (*bulla tympani*) rövid hengerszerű járat köti össze a külvilággal, ez a külső hallónyílás (*porus acusticus externus*) (88. ábra). Az emlősök halántékcsontról komplexumának harmadik tagja a halántékcsontról pikkely (*squama temporalia*). Egyes rágcsálókban (pl. nyulakban) ez a csont önálló csontként jelenik meg *os squamosum* néven. A halántékcsontról pikkely külső felszínéről indul ki a járomív hátsó részét képező járomnyúlvány (*processus zygomaticus squamosi*). Kezdeti területén porccal bevont ízületi árok (*fossa mandibularis*) található, ebbe a bemélyedésbe az állkapocs büttye kapcsolódnak.

Az **arckoponya (*viscerocranium*)** csontjai az orr- és a szájgaratüreget veszik közre.

Az arckoponyához tartozó csontok (88. ábra):

- állközötti csont (*os intermaxilla/praemaxilla*)
- állcsont (*os maxilla*)
- orrcsont (*os nasale*)
- járomcsont (*os zygomaticum*)
- könnycsont (*os lacrimale*)
- szájpadcsont (*os palatinum*)
- röpcsontról (*os pterygoideum*)
- állkapocscsontról (*mandibula*)
- ekecsont (*vomer*)
- nyelvcsont (*os hyoideus*)
- orrkagylók (*maxilloturbinalia*)

A zsigerkoponya legnagyobb csontja az állcsont (*os maxilla*). Az állcsontok az orrcsonttól oldalra helyezkednek el. A felső állkapocs és a szájpadlás nagyobb részét alkotják, fogmedreket (*alveolus*) és fogakat (*dentes*) hordoznak. A kétoldali állcsont előtt és között foglal helyet az állközötti csont (*os intermaxilla/praemaxilla*). Ez a szintén kétoldalt elhelyezkedő csont a felső metszőfogakat hordozza. Az orrüreg hátoldalát képezik az orrcsont (*os nasale*). A szemgödör és az arci felület képzésében a könnycsont (*os lacrimale*) vesz részt, a felületükön lévő apró nyílás a könnymirigy kivezető járata. A szemüreg alsó, oldalsó részéből indul ki a járomcsont (*os zygomaticum*). Ez két csonttal tart összekötöttést, előre az állcsonttal, hátrafelé pedig a pikkelycsont járomnyúlványával (*arcus zygomaticus*). Ezzel a kapcsolattal létrehozzák a járomívet, mely az arc- és az agykoponya közötti hidat alkotja. Magán a járomíven a rágóizmok tapadnak, ezért a rágcsálóknál a koponyának ez a része feltűnően fejlett. Az állcsontok mögött helyezkedik el a szájpadcsont (*palatinum*), ez képezi a kemény szájpadlás (*palatinum durum*) hátsó részét. A röpcsontról (*ossa pterygoidea*) vékony, hártyaszerű képződmények és az *alisphenoideummal* nőnek össze. Az ékecsont és a szájpadcsont között helyezkednek el. Az orrüregben vékony, hártvás szerkezetű szaglőreceptorokat viselő csontlemezek az alsó orrkagylók (*maxilloturbinalia*) találhatóak. Eredési helyük lehet a maxilla és az intermaxilla, innen nyúlnak az orrüreg belsejébe. Minél jobb egy emlősnek a szaglása annál több és nagyobb felületű csontlemezke található az orrüregében. Az alsó állkapocs (*mandibula*) feladata a rágás, a táplálék feldarabolása a rajta található fogakkal. Két oldalsó részből áll, bár bizonyos emlősökben ezek össze is nőhetnek

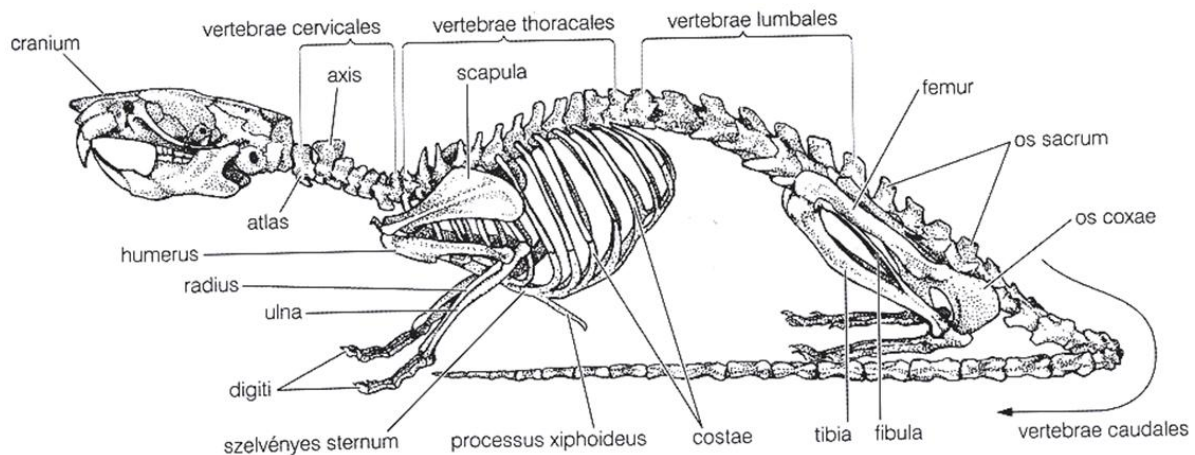
(pl. patás állatoknál). A rágcsálóknál és a rovarvőknél mindvégig különállóak maradnak. Magát az alsó állkapcsot a fogcsont (*dentale*) alkotja. Itt megkülönböztetünk testi részt (*corpus mandibulae*) és ági területet (*ramus mandibulae*). A testen vannak a fogmedrek (*alveoli*) és az abban ülő fogak (*dentis*). Az alsó állkapocs ága majdnem derékszögben emelkedik ki az állkapocstestből. Az alsó állkapcson a következő háromféle nyúlványt különböztetünk meg: koronanyúlvány (*processus coronoideus*), ízületinyúlvány (*processus articularis*), szögletnyúlvány (*processus angularis*). A csúcsi helyzetű koronanyúlványhoz halántékizmok tapadnak, az ízületi nyúlvány az állkapocsizület felépítésében játszik szerepet, a legalsó helyzetű szögletnyúlvány pedig különösen a rágcsálóknál kiemelkedő, de nem minden emlős állkapcsán található meg. Az arckoponya páratlan csontjaihoz tartozik az ekecsont (*vomer*), valamint a nyelvcsont (*os hyoideus*). Az ekecsont az orrüreg fenekén, középvonalban található, a *praesphenoideummal* van közvetlen kapcsolatban. A nyelvcsont a nyelv gyökerének, a garatnak valamint a gégeének a vázát képezi. Elhelyezkedését tekintve a nyak felső végén, az állkapocs szárai között fekszik és mozgékonyan kapcsolódik a sziklacsonthoz. A nyelvcsontnak páratlan teste valamint hozzákapcsolódó szarva figyelhető meg.

A **gerincoszlop** (*columna vertebralis*) alkotja a koponya utáni váz (*postcranialis váz*) központi vonulatát (89. ábra). Csigolyák (*vertebrae*) sorából áll, melyek elhelyezkedésük szerint régiókba sorolhatók. A gerincoszlop koponyafelőli vége a nyakszirtcsonttal ízesül, a legvégső szakasza pedig farokban végződik. A gerincoszlop támasztja a koponyát, valamint merevséget ad a törzsnek. Védelmet nyújt a gerincvelőt és a gerincvelői idegeket, háti és keresztcsonti szakasza a végtagok kapcsolódási helyei.

A csigolyák testtájak szerint lehetnek:

- nyakcsigolyák (*vertebrae cervicales*)
- hátcsigolyák (*vertebrae thoracales*)
- ágyékcsoigolyák (*vertebrae lumbales*)
- keresztcsigolyák (*vertebrae sacrales*)
- farokcsigolyák (*vertebrae caudales*)

Az egymással mozgékonyan kapcsolódó csigolyákat valódi csigolyáknak nevezzük, az egymással mozdulatlanul kapcsolódókat pedig álcsigolyáknak. Ez utóbbiak a fejlődésük kezdetén még különállóak voltak, később egymással összenőttek. Az álcsigolyák a gerincoszlop farki végén találhatóak meg. A keresztcsont (*os sacrum*) a keresztcsigolyák összenövéséből alakult ki (89. ábra). Felépítésük alapján a csigolyák lehetnek tipikusak vagy atipikusak. A tipikus csigolyák minden felépítő elemet hordoznak, azaz van hengeres alakú csigolyatestük (*corpus vertebrae*), csigolyaívük (*arcus vertebrae*), csigolyalyukak (*foramen vertebrae*) által kialakított gerincsatornájuk (*canalis vertebralis*), páratlan háti tövisnyúlványuk (*processus spinosus dorsalis*) valamint kétoldalt elhelyezkedő harántnyúlványuk (*processus transversus*). A csigolyatest elülső vége domború ízületi fejet (*caput vertebrae*), hátul pedig homorú csigolyaárkot (*fossa vertebrae*) hordoz. A csigolyatestből kétoldali gyökérrel emelkedik ki a csigolyaív, ez közrefogja a csigolyalyukat, melyek egymásutánisága kialakítja a gerincvelőt hordozó gerincsatornát (*canalis vertebralis*). A tövis és a harántnyúlványokon izmok és inak tapadnak. Az egymás után sorakozó csigolyákat a csigolyaív ízületi nyúlványai kapcsolják össze. A nyakcsigolyáknak jellegzetes harántnyúlványai vannak, amiket harántlyukak törnek át, ebben véredények haladnak. A hátcsigolyák jellegzetessége, hogy testükön és harántnyúlványaikon ízületi felszínt (*fovea costalis*) hordoznak, ahová a bordák kapcsolódnak. A gerincoszlop atipikus csigolyái közül a legelső a fejgyám (*atlas*), amihez a koponya kapcsolódik. Ennek a gyűrű alakú csontnak hiányzik a teste és a tövisnyúlványa is. A másik atipikus csigolya a gyengén fejlett oldalnyúlványú, viszont hosszú testtel és igen erőteljesen kiugró fognyúlvánnyal rendelkező forgató csigolya (*axis*). A két medencecsontot összetartó csigolya összenövéséből alakult ki a keresztcsont (*os sacrum*), amely az ágyék és farokcsigolyái szakaszban található, kifejlett emlősökön háromszög alakú csont. A gerincoszlop legvégső szakaszát, amely egyben a legmozgékonyabb is, a farokcsigolyák alkotják. A csigolyák ívei és nyúlványai csak az első néhány farokcsigolyán ismerhetők fel, a többi farokcsigolyán ezek fokozatosan elcsökevényesednek.



89. ábra: A patkány vázrendszere.

A mellkas csontjai a szívet és a tüdőt zárják és védik. A mellkas (*thorax*) alsó felszínét a szegycsont (*sternum*), oldalsó falát a bordák (*costae*), háti részét pedig a gerincoszlop alkotja (89. ábra). A bordák felső csontos és alsó porcos részből épülnek fel. Alakjukat tekintve abroncsszerűen hajlott képződmények. Csúcsi részükön bordafejet, ezalatt elkeskenyedve bordanyakat, valamint kiemelkedő bordagumót lehet megkülönböztetni. A bordának a szegycsont felé hajló szakasza a kiterjedt bordatest (*corpus costae*). A csigolyatesthez a bordafej ízesül, a bordagumó a csigolya harántnyúlványihoz kapcsolódik. A szegycsonti szakaszhoz a borda bordaporc révén kapcsolódik. Az olyan bordákat amelyek közvetlenül kapcsolódnak a szegycsonttal valódi bordáknak (*costae verae*) hívjuk, azokat, amelyek közvetve kapcsolódnak rendszerint egy hosszabb porcszakasszal a szegycsonttal pedig álbordáknak (*costae spuriae*). Azok a bordák, melyek a szegycsonttal nem kapcsolódnak, csak a levegőben lógnak a repülő/lengő bordák (*costae fluctuantes*). A mellüreget alulról (*ventralisan*), a szegycsont (*sternum*) határolja. Első kiszélesedő darabját, ahova a kulcscsont kapcsolódik, az ún. markolati végdarab (*manubrium sterni*). A kiterjedtebb nagyobb része, ahova a bordák is kapcsolódnak, az a szegycsonti test (*corpus sterni*). A szegycsont utolsó végdarabjához bordák nem kapcsolódnak, ezt kardnyúlványnak (*processus xiphoideus*) nevezték el.

Mind az elülső, mind a hátsó végtagpár külön-külön függesztőkészülékkel (*cingulum*) kapcsolódik a gerincoszlophoz. A vállöv (*cingulum scapulae*) az elülső pár végtag kapcsolódási helye. Ez a lapockacsontból (*scapula*), a kulcscsontból (*clavicula*) és a hollócsőrcsontból (*coracoideum*) tevődik össze. Ez utóbbi csont, mint önálló csont csak a kloákás emlősöknél fordul elő. Minden más emlősnél csak mint hollócsőrcsonti nyúlvány jelenik meg, a lapockacsont egyik nyúlványaként (*processus coracoideus*). A lapockacsont egy háromszögletes csontlemez, a külső felszínét egy hosszanti tövisnyúlvány (*spina scapulae*) két árokra egy felső- és egy alsóárokra osztja. A lapocka tövisnyúlványa kialakít egy alsó előreugró hegyet ez a vállcsúcs (*acromion*). Ennek szerepe a kulcscsont egyik végének a befogadása. A vállövi csontok közös ízületi vápát alakítanak ki (*cavitas glenoidalis*), ahova a felkarcsont feje kapcsolódik. A hátsó szabad végtagpár a medenceöv (*cingulum pelvis*) révén kapcsolódik a gerincoszlophoz. A medenceöv két medencecsontból (*os coxae*) áll. A medencecsontokat három-három lapos csont építi fel. Ezek közösen alakítják ki azt az ízületi vápát (*acetabulum*) ahová a combcsont feje ízesül. A medencecsont háti (*dorzális*) eleme a csípőcsont (*os ilium*), az alsó alkotóeleme az ülőcsont (*os ischium*) valamint a kemény rostos porc segítségével kapcsolódó fencsont (*os pubis*). Ez utóbbinak mindét eleme a hasoldali részen egyesül fanizület formájában (*symphysis pubis*).

A szabad végtagok váza három részre tagolódik. Ez a tagolódás a gerincoszloptól való eltávolodás irányát mutatja, melyek az alábbiak:

- *stylopodium*: felkarcsont (*humerus*), combcsont (*femur*)
- *zeugopodium*: orsócsont (*radius*), singsont (*ulna*), sípcsont (*tibia*), szárkapocscsont (*fibula*)
- *autopodium*: kéz/lábtő (*carpus*), kéz/lábközép (*metacarpus*), ujjpercek (*phalanges digitorum*)

A felkarcsont (*humerus*) feje a vállizületben ízesül, a másik végfelülete az alkar csontjaival a könyökizületben kapcsolódik. A felkarcsontnak a vállizület felőli része a *sima*, enyhén domború fej (*caput humeri*). Könyöktájéki végén ún. izületi pörgét (*trochlea humeri*) lehet látni. Ehhez a végdarabhoz kapcsolódik az alkar singsontja. Az alkar csontjai közül az orsócsont (*radius*) rövidebb, mint a singsont (*ulna*). A singsont végén levő kiemelkedés a könyökbúb (*olecranon*), ennek közelében található bemélyedés a *trochleáris* árok, ahova a felkarcsont trochleája illeszkedik.

A combcsont (*femur*) a hátsó szabad végtag első része. A csípőizület felé eső végdarabja a félgömb alakú fej (*caput femoris*), ez illeszkedik az izületi vágába (*acetabulum*). A lábszár csontos vázát a sípcsont (*tibia*) és a szárkapocscsont (*fibula*) alkotja. A sípcsont lábszárcsontok nagyobbika, egyik végén lapos izületi bütyköt (*condyli tibiae*) visel, a másik végén oldalirányú csontkiemelkedést, mediális bokát (*malleolus medialis*). A szárkapocscsont jóval vékonyabb csont a sípcsontnál, nem lép be a térdizületbe. A sípcsonttal a fej (*caput fibulae*) ízesül. A másik végdarabján a külső bokának elnevezett csontkiemelkedést (*malleolus lateralis*) hordozza. A láb felépítésének alapszabása igen hasonlít a kézhez. A lábtőcsontok/kéztőcsontok két sorban találhatóak, számuk változó. A kettő sort egy középen levő csont köti össze. A lábközépcsontok/kézközépcsontok hosszúra nyúlt csontok. Az ujjak ujjpercekből épülnek fel. Az első ujjnak (*pollex*) két ujjperce van, a többi ujj három ujjpercből áll.

7. Fogalomtár

Amoebocyta: amoeboid vándorsejt. A szivacsok köztes rétegében található vándorsejtek, melyek a felvett tápanyagot fagocitálják és elszállítják a szivacsrost különböző részeibe.

Archeocyta: nyugvó őssejtek, melyekből különböző növekedési faktorok hatására különböző sejttípusok differenciálódhatnak. → totipotensek.

Álláb (*pseudopodium*): az amóbbák folyton képződő és visszahúzódó sejtnyúlványai. Az állábak vastag tompa végű képződmények, melyek többfelé is ágazhatnak (*monopodiális* ill. *polipodiális* alak). Az állábképződés a sejtplazma áramlása révén történik, mely a test bármely pontján megtörténhet. A sejtplazma az álláb képződésének helyén kicsit folyékonyá válik (*szól* állapot) és a többi rész enyhe nyomása miatt a sejthártyát maga előtt tolva kifolyik, majd újra megkocsonyosodik (*gél* állapot). Az álláb képződés helyváltoztató mozgáshoz vezet, ez az amóbboid mozgásforma.

Autostylia: A békákban megfigyelhető zsigerkoponya felfüggesztési típus. A *hyomandubulare* csont szerepe és pozíciója módosul (hallócsonttá alakul át), így már nem vesz részt a zsigerkoponya felfüggesztésében. Ebben a koponya felfüggesztésben a négyszögcsont (*quadratum*) hozzáan az agykoponyához (a *squamosum*-hoz) és mozdulatlan összeköttetés (*synarthrosis*) alakul ki.

Bimbózás: az a folyamat, amikor egy élőlényen (pl. szivacsok, csalánozók) dudor jelenik meg, ami a testfal rétegek kitüremkedése (*exvaginatio*) révén jön létre, és növekedni kezd. Ez az ún. bimbó/sarj egyre nagyobb lesz, majd vagy rajta marad a testen, és telep képződik, vagy leválik és önálló egyeddé alakul.

Bissus-mirigy: A kagylók lábában fehérjefonalakat előállító mirigy. Ezekkel a vízben rugalmas szálakká alakuló fonalakkal rögzítik magukat az aljzathoz. A kagylók kajmacsos lárvájának is van ilyen mirigye: ennek váladéka biztosítja a halak kopoltyújára való tapadást.

Blastula: hólyagsíra. A szedercsíra felületén lévő sejtek a mindinkább növekvő üreget körül fogják.

Blastocoel (blasztocöl): a fejlődés előrehaladtával a szedercsíra közepén elhelyezkedő sejtek között hézagok keletkeznek, melyek barázdálódási üreggé (*blastocoel*) folynak össze.

Bojanus-féle szerv: A kagylók módosult *metanephridium* típusú veséje, ahol megtörténik a visszaszívódás (*reabsorbatio*) és a kiválasztás (*excretio*).

Bothryoid szövet: A piócák belső szerveit beágyazó, barnás zöldes, terjedelmes kötőszöveteszerű állomány.

Cephalisatio (kefalizáció): „fejesevés”. Az érzékszervek és az idegrendszeri elemek feji végen történő központosulása és az idegi működésben való vezető szerepének kialakulása.

Chlorogogén sejtek: Egyes gyűrűsférgekben (pl. közönséges földigiliszta) a középbél külső felszínét borító sárgászöld színű sejtek, melyek különböző toxikus anyagokat gyűjtenek magukba, majd fokozatosan leválnak (elpusztulnak) és kiürülnek a szervezetből. Vagyis ezek a sejtek kiválasztó funkciót töltenek be. Az állatok boncolása során a középbéli szakaszt a chlorogogén sejtek színe alapján egyértelműen be lehet azonosítani (sárgás-zöld színű bélszakasz).

Choanocyta: a szivacsok gastrális rétegében található galléros-ostoros sejtek. A belső réteg falát alkotják. A sejtek ostorainak csapdosása tereli a táplálékemecskéket a kehely alakú gallér alá. A sejtek fagocitálják a táplálékot, majd exocitózissal a középső skeletális rétegbe ürítik.

Choanoderma: a szivacsok belső, galléros-ostoros sejtekből álló, nem szövet jellegű sejtrétege, melynek fő funkciója a sejten belüli emésztés. A legegyszerűbb *Ascon*-típusú

mészszivacsoknál még egységes a *Sycon*-típusúaknál oldaltasakokra tagolt, a fejlettebb típusoknál pedig pórusokkal közlekedő ostorkamrákra tagolódik (*Leucon*-típus).

Chondron: a porcszövet alapegysége, amelyek egyesével vagy csoportosan helyezkednek el a szövet alapállományában.

Cnidocyta: a csalánozók (*Cnidaria*) törzsspecifikus sejtje, amely az állatvilág legösszetettebb felépítésű sejt típusa, és bonyolult differenciálódási folyamat révén keletkezik. Ezek a sejtek a külső sejtrétegben helyezkednek el és nagy szerepet töltenek be a zsákmányszerzésben, a védekezésben, vagy pedig a mozgásban (az aljzathoz való rögzülés révén). A *cnidocyták* a működésüket követően elpusztulnak, helyüket újabb működőképes (csalántokba zárt csalánfonallal rendelkező) csalánsejtek veszik át.

Coeloma (cölóma): valódi testüreg, a három csíralemezű (triploblasztikus) állatok testürege, amely a harmadik csíralemez (mesoderma) képződése során jön létre.

Conjugatio (konjugáció): Közvetlen sejt kapcsolat útján DNS szakaszok kicserélődése. Csillós egysejtűeknél (pl. papucsállatka) az életfeltételek romlásával (táplálékhiány, a közeg pH változása) az állatok oldalukkal való összetapadása figyelhető meg, amelynek során két állat mikronukleusza közötti DNS szakaszok kicserélődése megy végbe egy citoplazmahídon keresztül. A folyamat során az örökítő anyag ivaros rekombinációja zajlik, új egyed nem jön létre. Hasonló horizontális géntranszfer a baktériumoknál is zajlik, melynek jelentős szerepe van az antibiotikumrezisztencia szempontjából is, mivel lehetővé teszi a rezisztenciáért felelős gének gyors átadását akár különböző kórokozó fajok között is.

Craniostylia: A zsigerkoponya agykoponyához való rögzítésének egyik típusa. Ennél a típusnál, mivel a *squamosum*, mint halántékcsont (*temporale*) beépül az agykoponyába, így nincs szükség a függesztésére. pl. emlősök.

Csápmirigy/zöldmirigy: a rákok kiválasztószerve, a második pár csáp tövében található módosult *metanephridium*. A csápmirigy üregrendszere a véghólyaggal (*sacculus*) kezdődik, amely egy zöld testben (*labyrinthus*) folytatódik. Ezen részek falában dús kapilláris hálózat van, melynek segítségével bizonyos anyagok közvetlenül a vérbe szívódhatnak vissza, majd a nem kívánatos anyagok vizelet formájában kiürülhetnek a *labyrinthus* mellett található kanyargós *nephridiális csövön* át, mely a húgyhólyagban folytatódik.

Dicondylia: két nyakszirti bütykűség. A koponya gerincoszlophoz kapcsolódásának az az esete, amikor a koponya két ízületi bütyökkel ízesül az első nyakcsigolyához. pl. kételtűek, emlősök.

Differenciálódás: Az egyedfejlődés jellemző folyamata, amelyet a keletkező sejtek közötti alak- és működésbeli különbségek jellemeznek. A differenciálódás bonyolult folyamatát a belső és a külső tényezők jelentősen befolyásolják; az eltérő sejtcsoportokban más-más gének aktiválódnak, ill. válnak inaktívvá.

Diffúzió: az oldatokban az oldott anyagok a teljes térfogatban igyekeznek a teret homogén módon betölteni, ahhoz hasonlóan, mint ahogy a gázok töltik be a rendelkezésükre álló teret. Ha ezt nem akadályozza semmi, akkor a homogenizálódás a diffúzió útján valósulhat meg.

Ektoderma: Külső csíralemez. A nagyon korai embrióban fellelhető három sejtréteg egyike. Külső csíralemezből alakul ki, azaz ektodermális eredetű az epidermisz, az elő- és az utóbél hámja, a külső váz, az érzékhámok, az érzékszervek és az idegrendszer.

Endocitózis (endocytosis): az a folyamat, amikor egy sejt a környezetében található makromolekulákat, oldott anyagokat, szilárd részecskéket bekebelezéssel felveszi. A felvett anyag típusa szerint lehet **pinocitózis (pinocytosis):** „sejtivás” azaz folyékony oldott anyag felvétele, vagy **phagocitózis (phagocytosis):** szilárd anyag bekebelezése (pl. elhalt sejtek, mikroorganizmusok).

Entoderma: Belső csíralemez. A bélcsíra képződésekor kialakuló belső sejtréteg. Belső csíralemezből alakul ki, azaz entodermális eredetű a középbél hámja, a középbélhez csatlakozó mirigyek, a chorda dorsalis és a tüdő.

Exocitózis (exocytosis): a sejten belül lévő anyagoknak a sejten kívüli térbe való ürítése. A sejtüreg a sejthártyával összeolvad, majd a külső tér irányába felnyílik és a benne lévő anyagokat így kijuttatja. Pl.: mirigysejtek, egycsejtűek salakanyag ürítése.

Gastrula: bélcsíra. Az állati embrió egyedfejlődésének a hólyagcsírat követő stádiuma. Ebben a szakaszban alakul ki a három csíralemez, és ebben alakul át az embrió egy csészeszerű képződménnyé, amely az ősbélüreget tartalmazza. A gasztrula létrejöttének és teljessé válásának a folyamata a gasztruláció.

Gastrovascularis (gasztrovaszkuláris) rendszer: Béledényrendszer. Szétágazó bélrendszer, mely a sejtekhez közel viszi a tápanyagokat, így az anyagszállítást is elvégzi.

Gemmulatio: gyöngysarj-képződés. A szivacsokra jellemző szaporodási forma, mely során a test néhány helyén archeocyták csoportosulnak, melyek ún. nutritív sejtek révén a test tartaléktápanyagait magukba gyűjtik. Egy másik sejtcsoport kitint szintetizál, és kitinhártyát hoz létre, a scleroblast sejtek pedig tüket (spiculumokat) képeznek az archeocyták köré majd az egész képződményt spongin-burokkal veszik körül. Ha a körülmények kedvezőtlené válnak, a szivacs szétesik, és a gemmulák vészelik át a kedvezőtlen időszakot, illetve biztosítják a szivacsok passzív terjedését. (gemmula = gyöngysarj)

Gonochorizmus: váltivarúság. Az az állapot, amikor az eltérő ivarú csírasejtek külön egyedekben fejlődnek ki. A magasabbrendű állatok többségére jellemző.

Haemolympha (hemolimfa): Véryirok. Egyes ízeltlábúak (pókok, rákok, rovarok) nyitott keringési rendszerében áramló folyadék. A nevért onnan kapta, hogy a gerincesek differenciáltabb keringési rendszereivel ellentétben, ezeknél nem különül el a vér és a szövetközi folyadék (nyirok) keringése. A véryirok a vérnél lassabban áramlik az állat testében, nyomása kisebb, sejtes és kémiai összetétele tágabb határok között változhat, mint a véré. A vérhez hasonlóan a légzési gázok és a tápanyagok szállítására is alkalmas. *Hemolympha* jellegű egyes puhatestűek keringési rendszere is.

Hermafroditizmus: hímnőiség. A szervezet mind a hím, mind a női ivarszervekkel rendelkezik, és mind hím-, mind női gaméták képzésére képes.

Hidrosztatikus váz: folyadékváz, ekkor a test folyadék tartalma a mozgás passzív szerve. Az összehúzó izmok által kifejtett erő a test folyadék tartalmán keresztül tevődik át, amelyet dinamikus értelemben váznak lehet tekinteni.

Hyostilia: A *hyomandibulare*, mint a halkoponya egyik legnagyobb csontja a hallótájékon kapcsolódik az agykoponyához, a másik végén egy nyúlványból önálló csont a csatlócsont (*symplecticum*) segítségével szorosan kapcsolódik a *quadratum*-hoz. Az állkapcsi ívnek ezt a *hyomandibulare* által történő agykoponyához való rögzítését/felfüggesztését nevezzük hyostiliának. Ez a zsigerkoponya függesztési típus jellemzi a porcos-, vértés- és csontshalakat.

Ivari dimorfizmus: ivari kétalakúság. Az a jelenség, amikor egy faj hímivarú és nőivarú példányai külső megjelenésben (testfelépítésben, testméretben, színben, az állatoknál a párzási időszakban az udvarlás vagy a párharcok során felhasználható dísztollakban, szarvakban stb.) jelentősen eltérnek egymástól.

Kajmacsos lárva (glochidium lárva): a kagylók (*Bivalvia*) lárvája, amely a halakon (pl. kopoltyúk) a hég ventrális szegélyéből kiálló fogakkal kapaszkodik meg. Tovább fejlődve leválik és önálló életet kezd.

Keber-féle szerv: A kagylók egyik kiválasztást végző szerve. Ez a szerv a szív és a szívburoküre (pericardium) falában lévő, redőzött, megvastagodott kötőszövetes állomány, mely a szív üregében lévő vérnyrkot (*haemolympha*) szűri.

Kemotaxis: az a jelenség melyben a környezet kémiai összetevői a testi és ivarsejtek, baktériumok és egyéb egysejtűek, valamint többsejtű szervezetek egyes sejtjeinek mozgását váltják ki. Pozitív a kemotaxis, ha a kemikália növekvő koncentráció gradiensének irányába történik a mozgás, negatív, ha ezzel ellentétes irányú. A baktériumok és más egysejtűek esetében fontos a tápanyagok fellelésében, megközelítésében (például glukóz), amikor e táplálékmolekulák növekvő koncentrációja irányába úsznak/mozognak a sejtek (pozitív taxis), illetve a mérgező anyagoktól való eltávolodás/menekülés során (például fenol, negatív taxis). A soksejtű szervezetek fejlődési folyamataiban a kemotaxis meghatározó jelentőségű, mind a megtermékenyítés (a spermium ezzel a mechanizmussal közelíti meg a petesejtet), mind a későbbi folyamatok (ld. sejtek, sejtcsoportok vándorlása) alatt. Állatokban a tumorok áttétképzése során a kemotaxist kivitelező és szabályozó folyamatok egyensúlyának megbomlása figyelhető meg.

Kinetodesmalis fibrillumok: a pellicula alatt elhelyezkedő aktin és miozin szálakból felépülő hálózat, amely a csillószálak mozgását koordinálja. Ezt a hálózatot szubpellikuláris rostrendszernek nevezzük. pl. papucsállatkákban

Kontraktilis vakuólum (*contractilis vacuolum*): lüktető üröcske. Membránnal határolt üreg, ozmoregulációs és kiválasztó sejtszervecske, amely periodikusan összehúzódik, tartalmát a sejten kívüli térbe üríti, majd kitágulva újra megtelik; és megint kiürül stb. Elsősorban állati egysejtűekben, így pl. amőbákban, papucsállatkákban, de édesvízi szivacsokban, sőt csalánozóknál is előfordul. Állandó működése révén főként a felesleges vizet, valamint a vízzel együtt szerves ionokat és bomlástermékeket távolítja el a testből. Az amőbákban egy lüktető üröcske, a papucsállatkákban egymással ellentétes ritmusban működő két lüktető üröcske fordul elő a test ellentétes pólusainak közelében.

Kontrakció (*contractio*): összehúzódás. Valamely test engedékenyebb részeinek összehúzódása (kontraktilis=összehúzódásra képes).

Lysosoma (lizoszóma): membránnal határolt enzim csomag. *Primer lysosoma* az emésztendő anyagokat tartalmazó más testekkel pl.: *phagosomával* (táplálékvacuolum) összeolvadva *secunder lysosomát* képez, ez által az emésztendő anyag és az emésztő enzimek egy közös térbe kerülnek. (*lysosoma* = „a sejt gyomra”)

Malpighi-edények: a kiválasztórendszer szerepét tölti be az rovarok, medveállatkák, pókszabásúak és soklábúak képviselőiben. Vékony, elágazó csőrendszerek az emésztőrendszer hátulsó (*posterior*) szegmensében. A csövek egy sejt sor vastagok, a közép és utóbél határánál kapcsolódnak az emésztőtraktushoz. A csövek bélcsőtől távolabbi vége zárt, a vérnyirokkal telt testüregbe nyúlik. Ezeknek a csöveknek a falán szűrődik át a vérnyirok. (Marcello Malpighi (17. szd.) olasz orvos és természetkutató, a mikroszkópos anatómia úttörője).

Miofibrillum: a harántcsíkolt izomszövet izomroston belüli összehúzódásra képes alapegysége. Két izomfehérje, a vékony aktin és a vastag miozin alkotja, melyek az izomrostok hosszában felváltva követik egymást. Ezek a fehérjék egymással párhuzamosan a miofibrillum teljes hosszában megtalálhatók. Az elrendezésben szabályosan ismétlődő átfedések vannak, amik a vázizomra jellemző - névadó - harántcsíkolatot eredményezik.

Membrana basalis: alaphártya, amely a hámszövet és a kötőszövet közötti kapcsolatot biztosítja.

Mesogloea/Mesohyl: nem szövetes jellegű, általában kocsonyás, de általában sejteket is tartalmazó réteg a csalánozók (*Cnidaria*) *ecto-* és *entodermája* között, valamint a szivacsok (*Porifera*) *pinacoderma* és a *choanoderma* rétege között. A csalánozók egyes osztályaiban jelentős eltéréseket mutat.

- Metagenézis:** a csalánozók körében elterjedt nemzedékváltakozás, amikor is az ivartalan /polip/ és az ivaros /medúza/ nemzedék szabályszerűen váltja egymást.
- Metameria:** szelvényezettség; egyes élő szervezetek testének haránttagozódása, ismétlődő tagokból való felépítettsége.
- Homonom metameria* (egyenmű szelvényezettség): a külső és belső szelvényezettség megegyezik, a test szelvényei alakban, méretben, és függelékek számában ill. minőségében nagyjából azonos felépítésűek pl. közönséges földigiliszta.
- Heteronom metameria* (különmű szelvényezettség): a külső szelvényezettség eltér a belső szelvényezettségtől, és a szelvények között funkcióbeli különbségek fedezhetők fel.
- Pseudometameria* (álszelvényezettség): pl. orvosi pióca külső gyűrűzöttsége.
- Mesoderma (mezoderma):** Középső (harmadik) csíralemez, kifejezetten szervképző. A parenchyma és a cölóma-epithel mellett véredények, izomzat, kiválasztószervek és kötőszövet alakulnak ki belőle.
- Monocondylia:** egy nyakszirti bütükűség. A koponya gerincoszlophoz kapcsolódásának az az esete, amikor a koponya egy ízületi bütökkel ízesül az első nyakcsigolyához. pl. pikkelyes hüllők, krokodilok, madarak.
- Morula:** szedercsíra. Kb. a tizedik egymást követő osztódás után a petesejtből a szederhez hasonló sejttest képződik. Ez a fejlődési stádium a szedercsíra állapot.
- Nematocyta:** csalánsejt. A csalánozók (*Cnidaria*) törzs esetében a test külső rétegében a hámsejtek között helyezkedik el.
- Neuron:** Az idegszövet alapegysége. A neuron ingerlékeny sejt, amelyek ingerfelvételre és idegi ingerületek vezetésére specializálódott. A neuronok méretükben és alakjukban jelentős változatosságot mutatnak, de mindegyik rendelkezik egy sejttesttel (*perikaryon*), amelynek a felszínéről egy vagy több nyúlvány indul ki. A nyúlványok alapján elkülöníthetünk egyenyűlványú (*unipolaris*), kétnyúlványú (*bipolaris*), álegyenyűlványú (*pseudounipolaris*) és soknyúlványú (*multipolaris*) neuront.
- Neurosecretios sejt:** Hormon elválasztására módosult idegsejt.
Az ízeltlábúaknál a neuroszekréciós sejtek által termelt agyi hormon indítja meg a rovarok belső elválasztású szerveiben a vedlési és juvenilis hormon elválasztását.
A gerincesek központi agyi területe a hipotalamusz neuroszekréciós sejtjei által termelt kémiai anyagokkal szabályozza az agyalapi mirigy és ezen keresztül több más belső elválasztású mirigy működését.
- Osteon:** csontegység. A csontszövet alapegysége.
- Ozmózis:** ha a részecskék mozgását egy rendszerben akadályozzuk (pl.: féligáteresztő hártáival) akkor csak a kisebb méretű részecskék (oldószer molekulák) képesek a féligáteresztő hártáyon (rétegen) átjutni, a nagy átmérőjű részecskék nem. Ennek az lesz a következménye, hogy a töményebb oldat térfogata növekszik a hígabb oldaté pedig csökken. A jelenség addig tart, amíg a két oldat koncentrációja ki nem egyenlítődik. Az ilyen koncentrációkiegyenlítődési folyamatot nevezzük ozmózisnak.
- Ozmoreguláció:** az élő szervezetek sejtjeiben a nedvkeringés szabályozása ozmózis útján.
- Pellikula:** bőrke, amely papucsállatka testét borítja. Meghatározza az állatka alakját illetve alapot ad a csillók számára.
- Phagocytosis (fagocitózis):** szilárd táplálék bekebelezése membránba csomagolva. pl. amoeba és papucsállatka fajok, szivacsok amoeboid sejtjei, fehérvérsejtek, stb.
- Phagosoma:** A plazmamembrán részvételével történő anyagforgalom („csomagolt transzport”) révén keletkezett, membránnal határolt táplálék csomag.

- Pinacocyta:** a szivacsok testfelszínét borító lapos hámsejtek, melyek között réskapcsolatok biztosítják az ingerületszállítást (ami percekig is eltarthat). A dermális réteget (pinacodermát) alkotják.
- Pinacoderma:** külső fedő-védő dermális réteg a szivacsokban (*Porifera*), melyet lapos sejtek (*pinacocyta*) alkotnak.
- Pinocytosis:** az egysejtűek táplálkozása során az oldott anyagok felvétele folyadék formában történik meg a sejtbe. Ezt a folyamatot „sejtivásnak” (*pinocytosis*) nevezzük.
- Planula-lárva:** a medúzák petéiből kialakuló, két csíralemezre tagolódó „csillós”, ún. bolygólárva. Külső sejtrétege *monociliáris epithel*, belső rétege tömör entoderma. Az aborális testvégével az aljzathoz tapad, majd az orális testvégén létrejön a *gastroporus* és a *tentaculumok*, és polipegyeddé alakul.
- Porocyta:** a szivacsok felszínén található pórussejtek, melyek a pórusokat veszik körül. Ezeken a pórusokon keresztül áramlik be a táplálék szemcsékkel teli víz.
- Proterandria:** Hímnős állatoknál a hím ivarkészülék érése (maturációja) rendszerint megelőzi a női ivarkészülékét, ami kizárja az önmegtermékenyítést. Ez a helyzet a galandférgéknél is, ahol a strobilán belül mindig egy fiatalabb kialakulású proglottis hím gonádjának spermiumai termékenyítik meg egy idősebb kialakulású proglottis női gonádjának petesejtjeit.
- Protoceoloma:** elsődleges testüreg. Jellemzője, hogy nem rendelkezik önálló hámfallal. A testüreg mindig közvetlen kapcsolatban van a környező szövetekkel és szervekkel, az azokban lévő üregekkel azonosítható.
- Protonephridium (elővese/ősvese):** A test belseje felé zárt, üreges végsejtekből (*cyrtocyta*) és nephridiális csatornákból álló kiválasztó szerv. A külső csíralemezből fejlődik. A *cyrtocyta*-t lángzósejtnek is nevezzük. A sejt közötti térből a csillónyalábbal rendelkező végsejtek (lángzósejtek) gyűjtik össze az eltávolítandó folyadékot, majd a nephridiális csatorna a kiválasztó pórus (*excretios porus*) felé vezeti azt.
- Pseudocoeloma:** áltestüreg. A testüreget csak az egyik elsődleges csíralemez (ecto- vagy endoderma) felé határolja mezoderma. pl. Nematoda.
- Quadrato-articularis állkapocsfüggesztés:** primer állkapocsfüggesztési mód, ahol a felső és az alsó állkapocs az *articulare* és a *quadratum* összekapcsolódásával ízesül. pl. csontoshalak, békák, madarak.
- Sceletogen (szkeletogén) sejtek (calcoblast, silicoblast):** a szivacsokra jellemző sceletogén (scleroblast) sejtek révén a középső mesogloea rétegben különböző kémiai felépítésű váztiük (mész, kova) szintézise történik → váztiük=spiculumok
- Spongioblast:** a kollagén-szerű spongint termelik, amelyek a szivacsok *mesohyl* (köztes réteg) anyagát képezik.
- Squamoso-dentalis állkapcsi függesztés:** Az alsó és felső állkapocs kapcsolódásának az a típusa, amikor másodlagos állkapcsi ízület alakul ki a pikkelycsont (*squamosum*) és a fogcsont (*dentale*) között. pl. emlősök.
- Szövet (tela):** speciális szerkezetű és működésű, meghatározott funkció ellátására differenciálódott sejtek rendszere. A többsejtű szervezetek olyan sejt komplexumait jelentik, melyeknek sejtjei hasonló alakúak, azonos eredetűek és közös funkció ellátására csoportosulnak.
- Taxis:** különböző ingerek által kiváltott és irányított mozgás (fény: fototaxis, vegyi anyag: kemotaxis, stb.).
- Totipotens:** totális potenciállal rendelkező. Olyan sejtek esetében használatos kifejezés, amelyek bármilyen sejt típusúvá képesek differenciálódni, különböző növekedési faktorok hatására.

Trichocysta: a papucsállatka plazmamembránjához kapcsolódó, orsó alakú ampullák sokasága, melyekben tüskék helyezkednek el. Kellemetlen ingerek hatására tartalmukat kiürítik (ezzel megjelenik az élővilágban a legegyszerűbb kémiai és mechanikai védekezés).

Valódi testüreg (coeloma/deuteroceelom): Saját mezoderális hámfala van. Nem egy egyszerű üreg, hanem szervszerű képződmény, amelynél külön vezeték vagy kiválasztószervvel való kapcsolata révén összeköttetésben van a külvilággal. Csak olyan állatokban van jelen, ahol valódi harmadik csíralemez fejlődik. Klasszikus szerkezetében a gyűrűsférgekben (*Annelida*, illetve más csillókoszorús lárvájú csoportokban (*Bryozoa*, *Brachiopoda*, *Mollusca*), valamint az újszájúaknál (*Deuterostomia*) jelenik meg.

Váltivarúság: külön egyed termeli a petesejteket és a hímivarsejteket, így a populációkban külön hím és külön nőstény egyedek figyelhetők meg.

DUPRESS

a. carotis communis, 101
a. femoralis, 101
a. subclavia, 101
abdomen, 60, 61, 65
acetabulum, 94, 108, 119, 120
acrodont, 86, 93
acromion, 119
agykoponya, 79
aktin, 14, 21, 30, 124
ala, 67
alisphenoideum, 80, 116, 117
 álszelvényezettség, 47
alula, 99
alveodont, 110
amoebocyta, 25
Amphibia, 84
amphicoel, 82
amphidiscus, 27
Anamnia, 84
angulare, 81, 93, 105
Annelida, 24, 42, 127
annulatio, 52
Anodonta cygnea, 52, 53, 55
antenna, 62, 65, 67
Anura, 84
anus, 39, 44, 49, 58, 63, 68, 73, 77, 111
appendices, 98, 107
apteria, 99
archenteron, 28, 30
archeocyta, 25, 27, 30, 123
arckoponya, 79
arcus branchyalis, 82
arcus haemalis, 83
arcus hyoideus, 93, 105
arcus superior/arcus neuralis, 83
arcus zygomaticus, 117
arteria caudalis, 101
arteria pulmonales, 113
arteria pulmonalis, 101
arthropobranchia, 63
Arthropoda, 24, 60
arthropodia, 65, 67
articulare, 81, 105, 115, 126
articulere, 93
Ascaris suum, 37, 38, 40
Astacus leptodactylus, 60
atlas, 92, 94, 106, 116, 118
atrium, 34, 49, 54, 58, 76, 113
atrium genitale, 34, 49, 58
auricula, 36, 115
auris externa, 115
auris interna, 115
auris media, 115
autopodium, 95, 120
autostylia, 93
Aves, 98
axis, 118
axon, 22
basioccipitale, 104
basishenoideum, 116
bifurcatio tracheae, 101, 113
bilateria, 42
bimbózás, 27, 30
Bissus-mirigy, 54
Bivalvia, 52, 123
blastula, 25
Bojanus-féle szerv, 54
bothryoid szövet, 48, 49
branchia, 54, 63, 75
branchiostegit, 61, 63
bronchus, 101, 113
bulbus arteriosus, 76
bulbus cordis, 90
bulla tympani, 117
caecum, 58, 100, 112
calamus, 99
calvaria, 77, 80, 103, 105, 117
canalis haemalis, 83
canalis vertebralis, 118
caput, 60, 61, 65, 73, 85, 94, 98, 108, 110, 113, 118, 120
caput fibulae, 120
carapax, 61
cardia, 86
carpalia, 95
carpometaecarpus, 99, 109
cauda, 73, 74, 98, 110, 113
cavitas glenoidalis, 94, 108, 119
cavum aereum, 103
cavum buccale, 44, 57
cavum thorachalis, 101
cephalisatio, 32
cephalothorax, 60, 61
cerebellum, 78, 91, 103, 114
cerebrale, 35, 46, 51, 55, 58, 64, 71, 79
cerebrum, 64, 66, 71, 77
cervix, 98, 110
chalaza, 103
chiasma opticum, 77, 91, 104, 114
choanocyta, 25, 26
choanoderma, 25, 26, 124
chondron, 20

endothelium, 17
entoderma, 16, 28, 32, 126
epaxon, 77
epicranium, 66
epidermisz, 28, 29, 66, 74, 122
epidydimis, 103
Epimys norvegicus var. albino, 110
epioticum, 80, 104
epiphragma, 56
episternum, 94
epithalamus, 90
epithelio-muscularis sejtek, 30
erythrocruorin, 44, 45, 51
exhalens sypho, 53
exoccipitale, 104
exocytosis, 10
exocytosis, 12, 123
exoethmoideum, 80
exopodit, 62
exoskeleton, 52, 56
exoskeleton, 62, 65, 66
extracellularis, 10
extracelluláris, 28, 42, 44, 56
extracelluláris, 34
extracelluláris, 62
extremities, 85, 94, 95, 110
exvaginatio, 28, 121
faeces, 75, 87, 112
fejvese, 76
félkörös ívjárat, 115
femur, 67, 95, 109, 120
fibula, 95, 109, 120
filobranchia, 52
filoplumulae, 99, 100
filum terminale, 69, 91
fissura interhemisphaerica, 103
flagellum, 11, 58
folliculus, 102
foramen atrioventriculare, 76
foramen ischiadicum, 108
foramen occipitale magnum, 79, 92, 104, 116
foramen vertebrae, 83, 118
fossa mandibularis, 117
fototaxis, 36
fovea costalis, 118
frons, 67
frontale, 80, 105, 116, 117
frontalia, 92
frontoparietale, 92
fundus, 86
furcula, 108
fülcese, 36
glandula suprarenalis, 102
Galliformes, 98
Gallus domesticus, 98
ganglion, 35, 46, 51, 55, 58, 71
ganglion parietale, 58
ganglion pleurale, 58
ganglion viscerale, 58
garatfog, 75
garatideggyűrű, 46, 71
gaster, 44, 54, 57, 62, 68, 86, 100, 112
gastralis üreg, 26
gastrodermisz, 28
Gastropoda, 56
gastroporus, 30, 126
gastrovascularis rendszer, 30, 32
gastrula, 28
gemmula, 27, 123
gemmaatio, 27
genae, 67
glandula albuginea, 58
glandula hermaphroditica, 58
glandula media intestini, 54, 58
glandula mucosa, 58
glandula parathyroidea, 111
glandula parotis, 111
glandula salivares, 111
glandula submaxillaris, 111
glandula suprarenalis, 88, 113
glandula thyroidea, 111
glandula vitellinea, 35
glandulae lactiferae, 111
glottis, 86
glycocalyx, 9
gonoporus, 57, 77
gyöngysarj, 27, 123
haemisphaera, 114
haemisphaerium, 77
haemocyanin, 58
haemolympha, 50, 54, 58, 60, 63, 65, 67, 68, 124
hemisphaerium cerebelli, 114
hemisphaerium cerebri, 103
hepar, 62, 74, 87, 100, 112
hepatopancreas, 54, 58, 62, 64
hermafrodita, 34, 45, 49, 52
heterodont, 115
heteronom metameria, 42
hidrosztatikus váz, 41
hirudin, 48
holometabolia, 70
homoiotherm, 98, 99
homonom metameria, 42

humerus, 95, 99, 108, 120
hüvelykvánkos, 85, 88
hyoideum, 82, 93, 105
hyomandibulare, 80, 82, 123
hyostilia, 82, 123
hypaxon, 77
hypodermis, 38
hypophysis, 77, 91, 104, 114
hypostracum, 53
ileum, 100, 112
ilium, 94, 108
infundibulum, 102, 104, 114
ingluvies, 44, 100
inhalens sypho, 53
inscriptiones tendineae, 96
Insecta, 65
intarcularis, 62
intermaxilla, 81, 105, 117
interstitialis sejtek, 28
intestinum, 39, 44, 49, 54, 58, 62, 68, 86, 100, 112
intestinum crassum, 112
intestinum tenue, 112
intracellularis, 10, 25, 33, 34
inverz szem, 36
iris, 85
isthmus, 111
jejunum, 100, 112
juvenilis hormon, 71, 125
kajmacsos lárva, 54
Keber-féle szerv, 54, 124
kefalizáció, 32, 35
köpeny, 52, 53, 54, 56, 57, 58
kristálynyél, 54
labium, 65, 67
labrum, 67, 71
lacrimale, 80, 105, 117
lamellibranchia, 52
lamina cribrosa, 117
larynx, 86, 87, 101
lepidotrichia, 83
lien, 75, 87, 90, 100, 112
ligamentum, 52, 54
linea alba, 96
linea lateralis, 73, 78
lingua, 74, 86, 100, 111
lobus, 71, 77, 90, 102, 103, 114
lobus olfactorius, 77, 90, 103, 114
lobus opticus, 71, 103
Lumbricus terrestris, 42, 43
lysosoma, 9, 10, 124
macronucleus, 9, 15
malleolus lateralis, 120
malleolus medialis, 120
Malpighi-edények, 60, 66, 68, 124
Mammalia, 110
mandibula, 62, 65, 67, 93, 105, 117
mastax, 62
maxilla, 62, 65, 67, 81, 92, 105, 117
maxilloturbinalia, 117
medulla, 77, 78, 91, 102, 104, 114
medulla oblongata, 78, 91, 104, 114
medulla spinalis, 77, 91, 114
Melolontha melolontha, 66, 69
membrana basalis, 16, 18, 28, 30
membrana nictitans, 98, 111
membrana testacea, 103
membrana tympani, 85, 92
mentomandibulare, 93
mesencephalon, 77, 91, 103, 114
mesenterium, 87
mesethmoideum, 80, 105, 116
mesogloea, 25, 28, 30, 126
mesohyl, 25, 28, 30, 126
mesothelium, 17
metacarpalia, 95
metagenesis, 28, 29
metameria, 42, 47, 125
metanephridium, 42, 44, 54, 58, 60, 63, 121, 122
metanephros, 76, 98, 110, 113
metatarsalia, 95
metathorax, 67
mezoderma, 16, 32, 42, 126
mezothorax, 67
micronucleus, 9, 15
miozin, 14, 21, 30, 124
mitózis, 15
Mollusca, 24, 52
monocondylia, 104
Morren-féle mézmirigyek, 44
musculus adductor magnus, 97
musculus adductor mandibulae, 96
musculus biceps brachii, 97
musculus biceps femoris, 97
musculus coccygeoiliacus, 86, 97
musculus coccygeosacralis, 97
musculus columellaris, 56
musculus cruralis, 97
musculus deltoideus, 97
musculus depressor mandibulae, 96
musculus gastrocnemius, 97
musculus gluteus magnus, 97
musculus gracilis major, 97

musculus gracilis minor, 97
musculus iliolumbalis, 97
musculus latissimus dorsi, 96
musculus longissimus dorsi, 96
musculus obliquus abdominis externus, 96
musculus pectoralis, 97, 107
musculus pyramidalis, 86, 90, 97
musculus rectus abdominis, 96
musculus retractor pedis, 53
musculus sartorius, 97
musculus semimembranosus, 97
musculus subhyoideus, 95
musculus submaxillaris, 95
musculus transversus abdominis, 96
musculus triceps brachii, 97
musculus triceps femoris, 97
myelencephalon, 78
myocyta, 25
myoseptum, 77
myoseptum horizontale, 77
naris, 73, 85, 98
nasale, 92, 105, 117
Nematoda, 24, 37, 126
nephridioporus, 34, 63
nervatura, 68
nervus olfactorius, 103, 114
nervus sympathicus, 111
nervus vagus, 73, 78, 111
neurocranium, 77, 79, 92, 104, 116
neuroglia, 18, 22
neuron, 22, 23, 31, 125
neurosecretios, 31
*neuroszekréció*s, 36, 71, 125
nodi lymphatici, 111
nucleolus, 9
nucleus, 9, 12
nyereg, 43, 45, 48
nyirokszív, 86, 90, 97
occulus compositus, 66
ocellus, 67
oculi, 64, 78, 98
oculus, 64, 114
oculus compositus, 64
oesophagus, 7, 39, 44, 48, 54, 57, 62, 68, 74, 86, 100, 112
olecranon, 120
ommatidiumok, 67
ommatophor, 57
omosternum, 94
oogoniumok, 39
opercularia, 73, 75
operculum, 30, 82
orbita, 80, 92, 104, 105
orbitosphenoideum, 80, 92, 104, 105, 116
organum laterale, 73, 78
orthogonális rendszer, 33, 35
os, 7, 44, 54, 57, 58, 62, 68, 75, 79, 82, 83, 93, 95, 105, 106, 108, 116, 117, 118, 119
os basioccipitale, 80
os coccygis, 94
os exoccipitale, 79
os hyoideus, 118
os ilium, 94, 119
os ischium, 119
os lumbosacrale, 106
os petrosum, 117
os sacrum, 118
os sphenoidale, 7, 116
os tympanicum, 117
os zygomaticum, 117
osphradium, 55
ossa carpi, 108
ossa metacarpi, 108
ossicula ipsiloides, 77
osteon, 21
ostium vaginae, 111
ostracum, 53, 56
ovariola, 69
ovarium, 30, 34, 39, 46, 50, 63, 69, 76, 88, 89, 102, 113
oviductus, 34, 39, 46, 50, 58, 63, 69, 77, 89, 102, 113
ovum, 69
palatinum, 81, 92, 105, 117
pallium, 53, 56, 58
palpebra, 98, 104, 111
pancreas, 62, 74, 75, 87, 100, 112
papilla mammae, 111
parasphenoideum, 80
parenchyma, 32, 33, 34, 36, 48, 125
parietale, 105, 116, 117
parietalia, 92
pellikula, 14, 124
penis, 34, 50, 58, 70, 114
pennae, 99
pereiopodium, 62
pericardium, 54, 58, 76, 90, 101, 113, 124
perietale, 80
periostracum, 53, 56
peristoma, 14
perisztaltikus mozgás, 42, 62
phalanges digitorum, 95, 108, 109, 120
phalanx, 95

pharynx, 33, 38, 39, 44, 48, 68, 71, 74, 100, 111
pinacoderma, 25, 124
pinnae, 73, 83
pinocytosis, 12, 122, 126
placenta, 110
Planaria lugubris, 33
planula-lárva, 31
platybasicus, 79, 92, 110, 115
Platyhelminthes, 24, 32
pleopodium, 62
pleurit, 67, 68
plumulae, 99
pneumatizált, 98
pneumostoma, 57
poikilotherm, 84
pollex, 111, 120
pons Varolii, 114
Porifera, 24, 25, 124, 126
porocyta, 25
porus acusticus externus, 117
porus genitalis, 46, 50, 77
prae frontale, 105
praemaxilla, 81, 92, 93, 105, 117
praesphenoideum, 105, 116, 118
 primer állkapocsfüggesztés, 81, 126
proboscis, 33
processus angularis, 118
processus articularis, 118
processus coracoideus, 119
processus costarius, 94
processus spinosus, 83, 94, 118
processus spinosus dorsalis, 83, 118
processus spinosus ventralis, 83
processus transversus, 94, 118
processus xyphoideus, 94, 119
processus zygomaticus squamosi, 117
procoracoideum, 94
proctodeum, 100
pronephros, 84, 88
prooticum, 80, 92, 104
prostata, 114
prosternum, 94
proterandria, 27
prothorachalis mirigy, 71
prothorax, 67, 71
protocerebrum, 66, 71
protonephridium, 32, 34
protopodit, 62
pseudocoel, 32
pseudocor, 45
pseudopodium, 11, 121
pteroticum, 80
pterygoidea, 93, 117
pterygoideum, 81, 105, 117
pterylae, 99
pubis, 94, 108, 119
pulmo, 56, 58, 87, 101, 113
pygostyl, 99, 106
pylorus, 86
quadrato-articularis állkapcsi függesztés, 105
quadrato-articularis állkapcsi ízület, 93
quadratojugale, 92, 105
quadratum, 81, 93, 105, 115, 121, 123, 126
radiale, 108
radius, 95, 99, 108, 120
radula, 56, 57
rami, 99
ramus mandibulae, 118
Rana esculenta, 85
Rattus, 110
receptaculum seminis, 35, 46, 58, 69
reciprok fertilizáció, 32, 34, 35, 46, 49, 58
rectrices, 99
rectum, 39, 44, 54, 58, 62, 68, 75, 87, 112
regio nasalis, 79, 80, 92, 105
regio occipitalis, 79, 92, 104
regio orbitalis, 79, 80, 92, 104
regio otica, 79, 80, 92, 104
remiges, 99
ren, 54, 58, 76, 88, 102, 113
reservoir, 15
rheoreceptor, 78
rhinarium, 110
rhinophor, 57
rima oris, 73, 74, 111
Rodentia, 110
rostrum, 61, 98, 104, 105
sacci abdominales, 101
sacci cervicales, 101
sacci lymphatici subcutanei, 86
sacci postthoracales, 101
sacci praethoracales, 101
saccus, 85, 86, 101
saccus interclavicularis, 101
saccus vocalis, 85, 86
saliva, 111
scaphognathit, 62
scapula, 83, 94, 107, 119
skeleton cranii, 79
sclerocyta, 25
scrotum, 111, 113
Secernentea, 37
septibranchia, 52

septum interorbitale, 104
 serlegszem, 36
sinus venosus, 76, 89, 101
sinusmirigy, 64
solenocytá, 34
sphenoticum, 80
sphincter izom, 49
spiculum, 25, 38, 40, 41
spina scapulae, 119
spongin, 25, 123
spongocoel, 26
squamoso-dentalis állkapcsi függesztés, 115
squamosum, 80, 92, 93, 104, 105, 115, 117,
 121, 122, 126
statocysta, 31, 58, 64
sternit, 67, 68
sternum, 94, 107, 115, 119
stigma, 65, 68
stratum spongiosum, 74, 86
stylopodium, 95, 120
subcutis, 74, 85, 86
supraoccipitale, 79, 104
suprascapula, 94
symphysis, 94
symphysis pubis, 119
symplecticum, 82, 123
synarthrosis, 93, 121
syncytium, 38
synsacrum, 106
syrinx, 98, 101
 szelvényezettség, 42, 47, 125
szexuális dimorfizmus, 37, 98
taenidium, 68
tarsalia, 95
tarsometatarsus, 109
tarsus, 67
 taxis, 15
tectrices, 99
tectum opticum, 77, 91
tela, 16, 126
telencephalon, 77, 90, 103, 114
telson, 61, 63
 tengelyváz, 79, 115
tentaculum, 30
tergit, 67, 69, 70
testa ovi, 103
testis, 30, 34, 40, 46, 49, 63, 70, 77, 88, 89,
 113
Tetrapoda, 94
thalamus, 90
thorax, 60, 61, 65, 73, 85, 107, 119
thymus, 90, 111
tibia, 67, 95, 109, 120
tibiotarsus, 109
torokoszilláció, 88
 törzsvese, 76
trachea, 65, 68, 101
trachearendszer, 68
tracheola, 68
trichocysta, 14
trichocysták, 15
Tricladida, 33
tritocerebrum, 64, 66, 71
trochanter, 67
trochlea humeri, 120
tropibasicus, 104
truncus, 73, 85, 90, 98, 101, 110
tubuli seminiferi, 103, 113
tubuli seminiferi contorti, 103
Turbellaria, 33
typhlosolis, 44, 54
ulna, 95, 99, 108, 120
ulnare, 108
umbo, 52
unguis, 67, 98
ureter, 102, 113
urethra, 113, 114
urodeum, 100, 102, 103
urothelium, 17
 úszóhólyag, 74, 75, 76, 79
uterus, 40, 89, 102, 113
uterus cornua, 113
v. cava posterior, 102
v. femoralis, 102
v. jugularis, 101
v. subclavia, 102
v.cava anterior, 102
v.portae renis, 102
vagina, 40, 50, 58, 69, 102, 113
valvula, 54, 101
vas deferens, 34, 40, 46, 49, 63, 77
vas efferens, 34, 46, 49, 63
vasa Malpighii, 66, 68
 vedlési hormon, 71
vena cava, 113
venae pulmonales, 113
ventillációs tüdő, 56
ventriculus, 44, 54, 58, 62, 68, 76, 86, 100,
 112, 113
vermis cerebelli, 103, 114
vertebra, 82
vertebrae caudales, 106
vertebrae cervicales, 106, 118
vertebrae lumbales, 106, 118

vertebrae thoracales, 106, 118

Vertebrata, 72

vertex, 67

vesica fellea, 75, 87

vesica natatoria, 75

vesica urinaria, 87, 102, 113

vesicula, 14, 34, 40, 46, 49, 63, 70, 114

vesicula seminalis, 46, 103

vexillum, 99

vibrissae, 111

viscerocranium, 79, 92, 104, 105, 117

vomer, 80, 86, 92, 93, 105, 117, 118

Weber-féle nyílások, 79

Wolff-cső, 84, 88

Wolf-féle cső, 76

zeugopodium, 95, 120

zöldmirigy, 63

zsigerkoponya, 79

DUPress

Ajánlott és felhasznált irodalom:

Serfőző Zoltán; Rószter Tamás–Practicum zootomicum – Gyakorlati állatanatómia

Zboray Géza–Összehasonlító Anatómiai Praktikum I.-II.

Sas Miklós–Anatómiai atlasz

Vígh H. Borbála; Kondics Lajos–Összehasonlító szövettan

Kis Erika–Általános Állatszövettan

Újvárosi Lujza, Markó Bálint–Gerinctelen állattan I., II.

DUPRESS