

MINISTERUL ÎNVĂȚĂMÂNTULUI

GH. NĂSTĂSESCU

ZOE PARTIN

BIOLOGIE

Manual pentru clasa a X-a



MINISTERUL ÎNVĂȚĂMÂNTULUI

Prof. univ. dr. GH. NĂSTĂSESCU Prof. gr. I. ZOE PARTIN

BIOLOGIE

BIOLOGIE ANIMALĂ

Manual pentru clasa a X-a



EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, R.A. – BUCUREȘTI

I. PRINCIPALELE GRUPE DE ANIMALE

– caracterizare generală –

Marea bogăție faunistică a fost ordonată în unități sistematice, ~~xxxxxxxxxxxx~~
~~xxxxxxx~~.

- Precizați unitățile de clasificare a plantelor învățate în clasa a IX-a!

Aceleași unități sistematice sunt folosite și în clasificarea animalelor.

Regnul animal cuprinde două subregnuri:

subregnul protozoare;

subregnul metazoare.

SUBREGNUL PROTOZOARE

Subregnul protozoare cuprinde o singură încrengătură – protozoare.

Din încrengătura protozoare (*Protozoa*) fac parte organismele unicelulare, microscopice, eucariote, ca euglena, amiba, plasmodiul, parameciul. Ele populează diferite medii de viață: apele marine, salmastre (mai puțin sărate), dulci, unele fiind simbiote sau parazite.

Celula protozoarelor – organismul întreg – îndeplinește toate funcțiile vitale întâlnite la animalele pluricelulare.

Protozoarele cuprind patru clase: flagelate, rizopode, sporozoa și ciliate.

1. Clasa flagelate include protozoare libere, parazite sau simbiote, marine și de apă dulce, prevăzute cu unul sau mai mulți flageli cu ajutorul cărora se deplasează. Nutriția este autotrofă și heterotrofă, iar înmulțirea, asexuată și sexuată.

- Pe baza celor învățate în clasa a IX-a, arătați particularitățile structurale și funcționale ale euglenei!

Alte flagelate sunt parazite. Astfel, tripanozomele, răspândite în zonele Africii Centrale, trăiesc în sângele și lichidul cefalorahidian al omului producând *boala-somnului*. Tripanozoma este transmisă prin înțepătura muștei țe-țe. Giardia (fig. 1) parazitează ficatul și intestinul omului, producând boala numită *giardioză*. Infestarea se face cel mai adesea prin intermediul fructelor și legumelor nespălate, pe care se pot afla giardii închistate.

Unele protozoare din apele dulci sunt coloniale ca, de exemplu, grupul coanoflagelatelor, *Codonosiga* (fig. 2) și *Proterospongia* (fig. 3). Prevăzute cu guleras și flagel, au o importanță științifică, deosebită demonstrând evoluția animalelor de la formele unicelulare, la cele pluricelulare. La *Proterospongia* există două feluri de indivizi: la exteriorul coloniei se află indivizii flagelați, cu rol de mișcare, iar în interior, cei neflagelați, cu rol în nutriție.

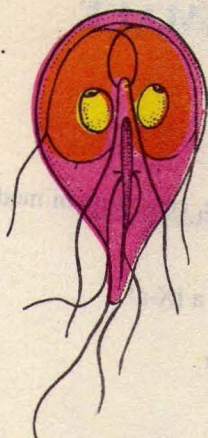


Fig. 1. Giardia.

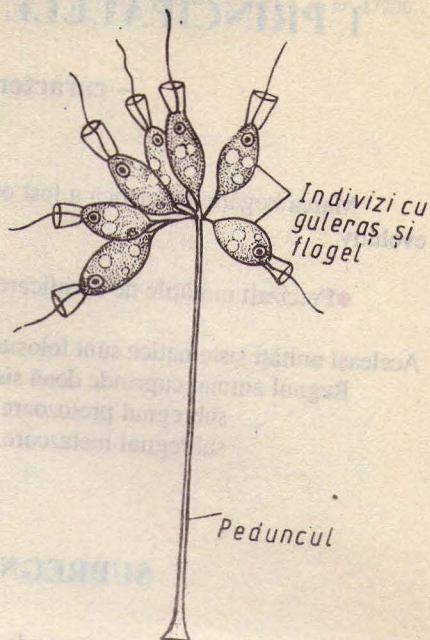


Fig. 2. Codonosiga.

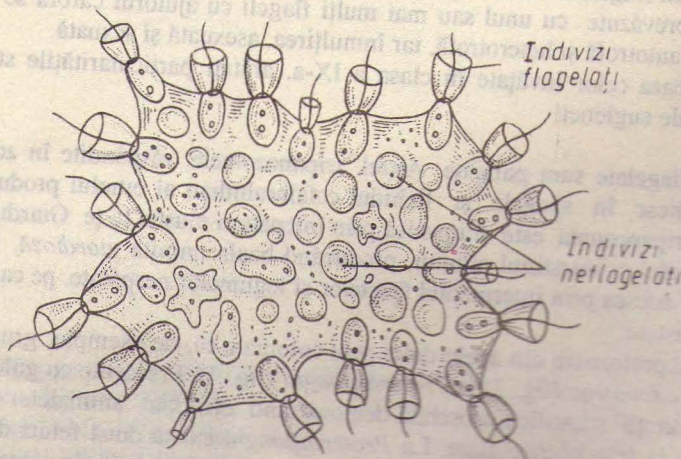


Fig. 3. Proterospongia.

2. Clasa rizopode cuprinde animale care populează mediul marin, de apă dulce, salmastru și solul umed; unele sunt parazite. Au proprietatea de a emite pseudopode cu rol în locomoție și în capturarea hranei prin fagocitoză.

Unele rizopode (*Mastigamoeba*, fig. 4) prezintă pseudopode, dar și un flagel.

Foraminiferii (fig. 5, a) și radiolariii (fig. 5, b) trăiesc în mediul moartea organismelor are loc depunerea învelișului pe fundul mărilor, moartea organismelor are loc depunerea învelișului pe fundul mărilor, formându-se sedimente calcaroase (creta) sau roca silicioasă numită radiolarit.

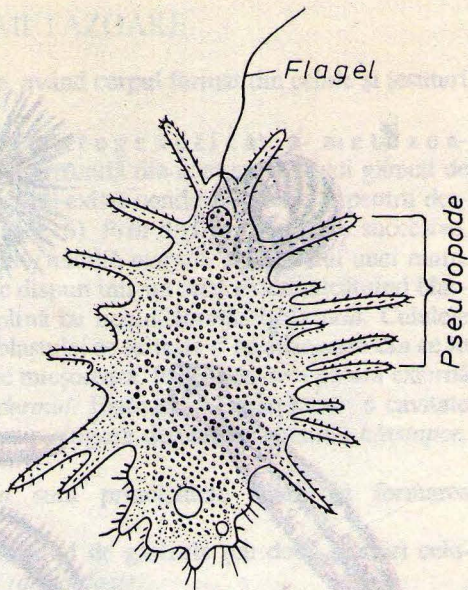


Fig. 4. *Mastigamoeba*.

3. Clasa sporozoare include specii parazite care produc boli grave la animale și om. Întrucât în ciclul lor evolutiv formează spori cu care rezistă condițiilor mediului extern, se numesc sporozoare. Dintre acestea, mai important este plasmodiul – malariei, care trăiește parazit în sângele omului, producând malaria.

• Menționați care este transmitătorul acestei boli!

Babesiile, descoperite de savantul român Victor Babeș, îmbolnăvesc vitele cornute. Transmitătorul bolii este căpușa. Speciile din genul *Nosema* produc boli grave larvelor fluturului de mătase, iar coccidiile parazitează păsările și iepurii.

4. Clasa ciliate cuprinde animale libere în apele dulci, salmastre, sărate și în nisipuri umede, parazite și simbiote. Au ca organite de mișcare cili, membrane etc.

Structura ciliatelor se caracterizează printr-o organizare mai complexă a corpului. Astfel, ingerarea hranei și eliminarea produșilor nefolositori nu se mai fac pe toată suprafața corpului, ci numai prin anumite regiuni. De asemenea, există doi nuclei: unul mare (macronucleu) și altul mic, micronucleu, cu rol deosebit în reproducerea sexuată.

Parameciul este consumator de bacterii, care contribuie la menținerea condițiilor favorabile pentru viața celorlalte specii din mediul său (lacuri, bălți), constituind, totodată, hrana puietului de pește.

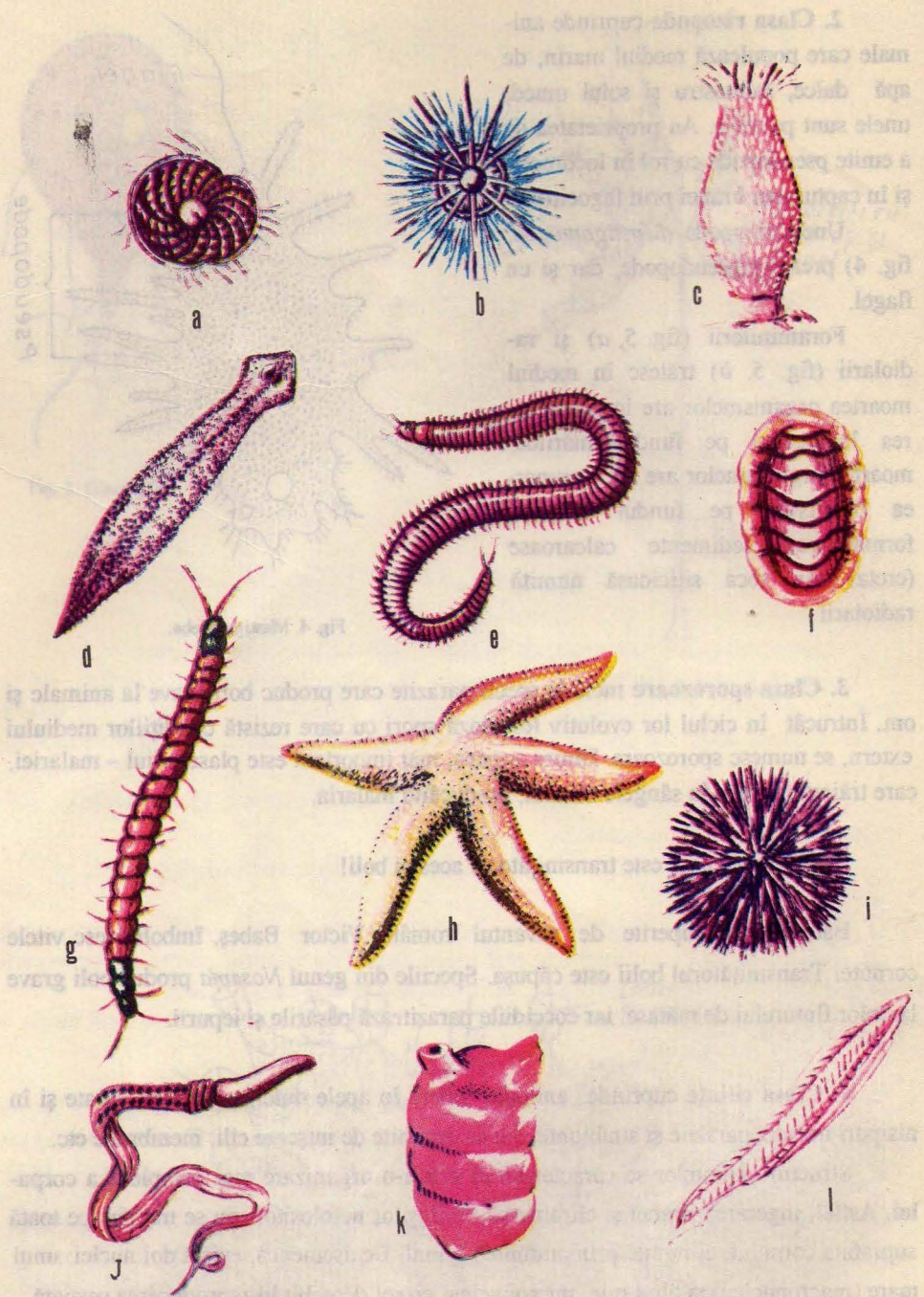


Fig. 5. Nevetebrate și cordate inferioare:

a - foraminifer; b - radiolar; c - Sycon; d - planarie; e - Nereis; f - Chiton; g - miriapod; h - stea de mare; i - arici de mare; j - Balanoglossus; k - ascidie; l - Amfioxus.

SUBREGNUL METAZOARE

Metazoarele sunt animale pluricelulare, având corpul format din celule și țesuturi specializate structural și funcțional.

Dezvoltarea individuală (ontogenetică) a metazoarelor începe cu celula-ou, celula diploidă, provenită din contopirea a doi gameți de sex opus (celule haploide). După fecundație, când există condițiile necesare pentru dezvoltare, aceasta începe să se dividă imediat (fig. 6). Prin diviziuni mitotice succesive, celula-ou dă naștere la o masă sferică de celule, numită *morulă*, cu aspectul unei mure. Segmentarea continuând, celulele rezultate se dispun într-un strat extern, alcătuind blastodermul cu o cavitate centrală (*blastocel*), plină cu lichid, formând *blastula*. Celulele continuă să se dividă, iar o parte a peretelui blastulei se turtește și se adâncește din ce în ce mai mult în blastocel. Astfel, blastocelul se micșorează, formându-se o pătură externă de celule, *ectodermul*, și alta internă, *endodermul*. Endodermul mărginește o cavitate internă, *arhenteronul* (intestinul primitiv), cu o singură deschidere, numită *blastopor*. Această formațiune se numește *gastrulă*.

Deci, *morula*, *blastula* și *gastrula* sunt principalele stadii în formarea embrionului.

Spongierii și celenteratele se află în stadiul de gastrulă (cu două straturi celulare); de aceea se numesc animale *didermice* (*diploblaste*).

Începând cu viermii, structura metazoarelor se complică prin formarea celei de-a treia foite embrionare – *mezodermul* – intercalată între ectoderm și endoderm. Aceste metazoare se numesc *tridermice* (*triploblaste*). La triploblastele primitive (viermii lași), mezodermul formează un țesut compact, *parenchimul*, care umple spațiul dintre organe. Aceste metazoare constituie grupul *triploblastelor acelomate*, deoarece mezodermul nu formează cavitatea generală, numită *celom*.

La triploblastele evoluate (de la viermii inelați și până la mamifere) celulele mezodermului formează pereții celomului. Aceste metazoare sunt reunite în grupul *triploblastelor celomate*. În celom sunt situate organele interne. Prin apariția cavității

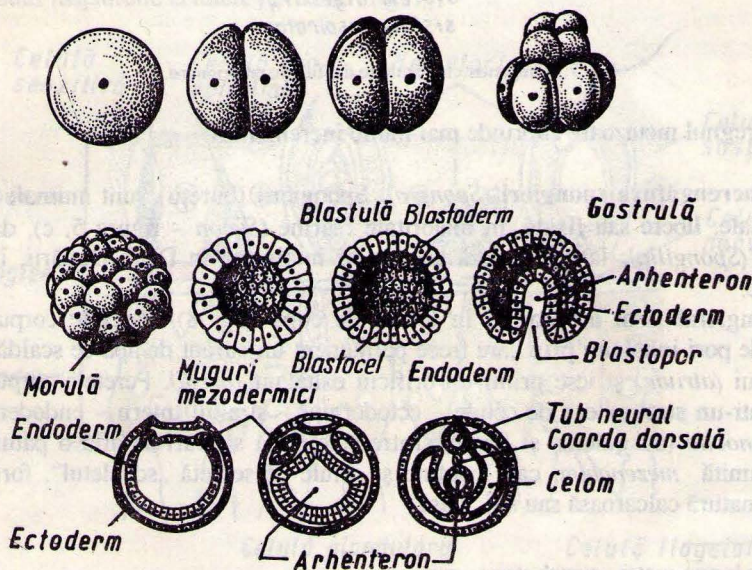


Fig. 6. Segmentarea celulei-ou la metazoare.

celomice, lichidul din interiorul corpului exercită un rol din ce în ce mai important în procesele de nutriție, respirație, excreție etc., constituind un mediu intern deosebit de cel extern.

Un caracter important în ~~existența~~ triploblastelor îl constituie și originea orificiului bucal. La triploblastele inferioare (viermi, moluște, artropode), orificiul bucal își are originea în blastopor; ele se numesc *protostomieni**. La triploblastele superioare (de la echinoderme la vertebrate) orificiul bucal se formează la polul opus blastoporului, acesta dând naștere la anus. Aceste metazoare se numesc *deuterostomieni*.

Prin diferențierea celulelor, din cele trei foițe embrionare rezultă țesuturile și organele embrionului.

TEMĂ

– Analizați figura 7 și rețineți componentele rezultate din fiecare foiță embrionară!

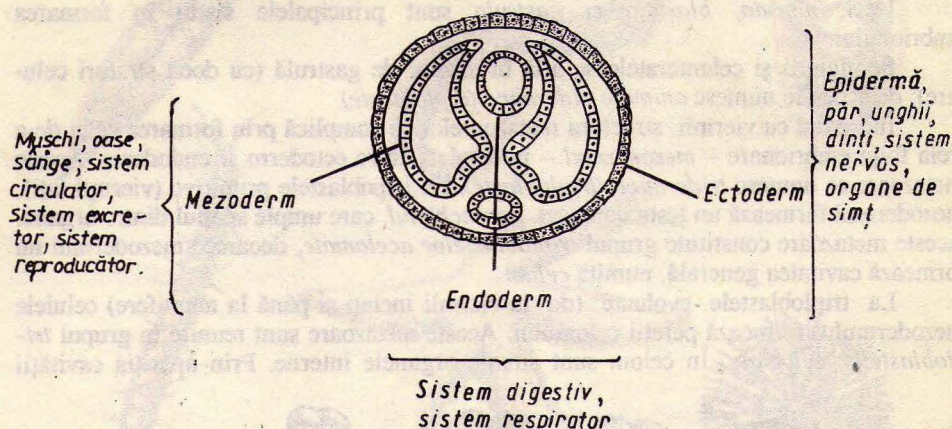


Fig. 7. Componentele rezultate din foițele embrionare.

Subregnul metazoare cuprinde mai multe încrângături:

I. Încrângătura spongieri (*Spongia*). Spongierii (bureții) sunt animale solitare sau coloniale, libere sau fixate, în majoritate marine (*Sycon* – figura 5, c), dar și de apă dulce (*Spongilla*); la noi în țară aceasta se întâlnește în Delta Dunării, în Lacul Snagov etc.

Spongierul fixat are corpul în formă de cupă (fig. 8). Peretele corpului este străbătut de pori inhalanți prin care trece permanent un curent de apă ce scaldă cavitatea corpului (*atrium*) și iese printr-un orificiu exhalant (*oscul*). Peretele corpului este format dintr-un strat extern de celule – ectodermul – și altul intern – endodermul, cu celule *coanocite* (au gulerăș și flagel). Între cele două straturi se află o pătură gelatinosă numită *mezenchim*, care conține și celule ce secretă „scheletul”, format din spiculi de natură calcaroasă sau silicioasă.

* de la grec: *protos* = primul; *stoma* = gură.

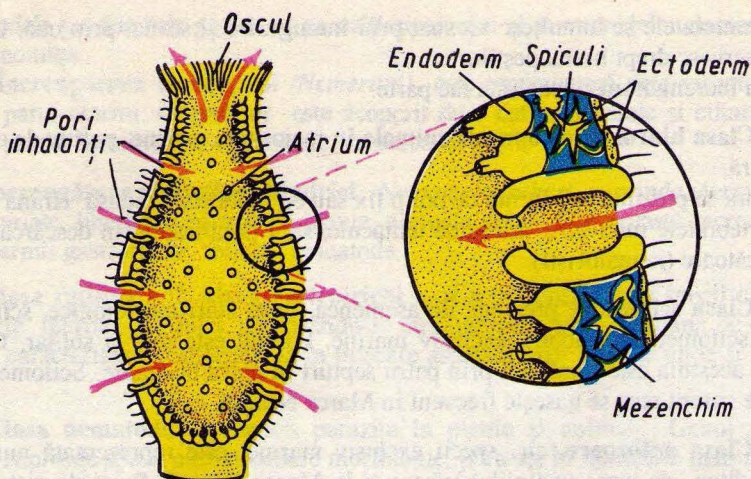


Fig. 8. Spongier (secțiune).

II. Încrengătura celenterate (Coelenterata). Celenteratele sunt animale acvaticе, majoritatea marine, solitare sau coloniale, libere sau fixate (hidra, meduza, coralul, dedițelul de mare). Ele se prezintă sub formă de polip, de regulă fixat, și meduză, formă liberă. Au simetrie radiară, corpul prezentând o cavitate digestivă, care comunică cu exteriorul prin orificiul buco-anal, înconjurat de tentacule.

Se constată o diferențiere a celulelor ectodermice; printre celulele de susținere se găsesc celule mioepiteliale (celule contractile), celule senzitive și nematociști, cu ajutorul cărora animalul paralizează organisme cu care se hrănește sau se apără. Endodermul este format din celule flagelate și celule glandulare fără flageli, cu rol în digestie. Cele două foite sunt separate printr-un strat subțire, gelatinos, numit *mezoglee*, în care sunt răspândite celulele nervoase (fig. 9).

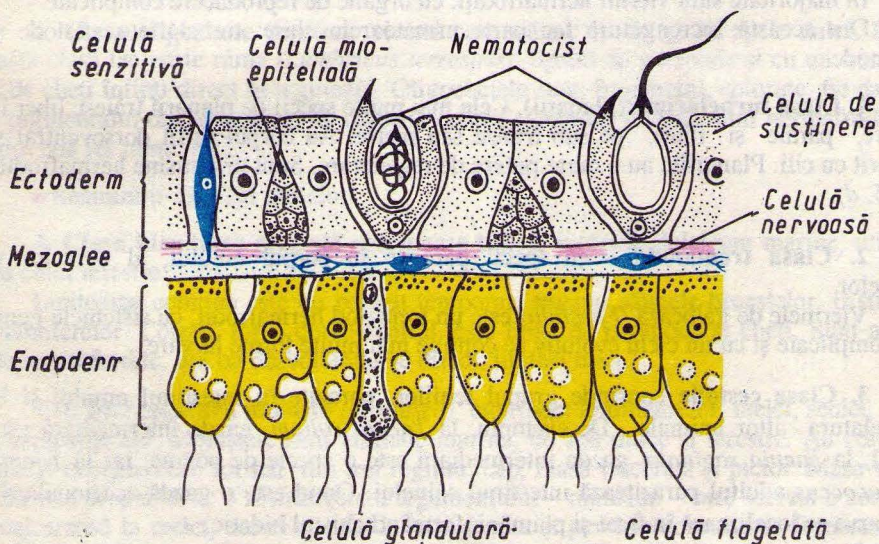


Fig. 9. Hidra de apă dulce – structura corpului.

Celenteratele se înmulțesc asexuat prin înmugurire și sexuat prin ouă. Unele celenterate servesc drept hrană peștilor.

Din încrengătura celenterate fac parte:

1. Clasa hidrozoare cuprinde animale în majoritate marine, puține de apă dulce și salmastră.

Hidra se prezintă sub formă de polip fix sau cu mobilitate redusă. Hrana o constituie nevertebratele mici care, atinse de tentacule, sunt paralizate prin descărcarea celulelor urzicătoare (nematociști).

2. Clasa scifozoare prezintă, de asemenea, două stări morfologice, scifopolipul (fix) și scifomeduza (mobil), exclusiv marine. Polipul este mic și solitar. Cavitatea gastrică a acestuia este împărțită prin patru septuri în patru buzunare. Scifomeduza sau meduza de curent rece se găsește frecvent în Marea Neagră.

3. Clasa antozoare, cu specii exclusiv marine, este reprezentată numai prin polipi. Dedițerii de mare (actiniile) trăiesc și în Marea Neagră, fixați de pietre, având culori foarte vii (roșii, albastre, verzi etc.). Cavitatea gastrică este împărțită prin septuri în mai multe loje. Coralii sunt tot antozoare care populează mările calde; aceștia au forma unor tufe de culoare roșie sau albă iar scheletul lor este calcaros. Coloniile de corali formează recifele sau insulele de corali.

III. Încrengătura viermilor lați (*Plathelminthes*) cuprinde specii libere, răspândite în apele marine, dulci și în solul umed (planariile), și specii parazite (teniile și fasciolele). Structura corpului s-a complicat prin formarea celei de-a treia foite embrionare – mezodermul. Mezodermul prezintă mai multe categorii de celule care îndeplinesc diferite funcții: respiratorie, fagocitară, de acumulare a grăsimilor și glucidelor.

● Cum se numesc asemenea metazoare? Ce fel de simetrie au?

În majoritate sunt viermi hermafrodiți, cu organe de reproducere complicate.

Din această încrengătură fac parte următoarele clase: turbelariate, cestode și trematode.

1. Clasa turbelariate (planarii). Cele mai multe specii de planarii trăiesc liber în izvoare, pâraie și râuri, pe sub frunze sau pietre. Au corpul turtit dorsoventral și acoperit cu cili. Planariile au o mare putere de regenerare. Sunt organisme hermafrodite (fig. 5, d).

2. Clasa trematode – cu specii parazite în corpul omului, al ovinelor și bovinelor.

Viermele de gălbează (*Fasciola*) este un trematod hermafrodit, cu sistemele genitale complicate și cu un ciclu evolutiv ce conține mai multe forme larvare.

3. Clasa cestode cuprinde grupul teniilor, parazite în intestinul omului și în musculatura altor animale. De exemplu, la *Taenia solium*, gazda intermediară este porcul; la *Taenia saginata*, gazda intermediară este o specie de bovine, iar la *Taenia echinococcus*, adultul parazitează intestinul câinelui. Omul este o gazdă ocazională, la care larva se localizează în ficat și plămâni, formând chistul hidatic.

Ca urmare a vieții parazitare, sistemul digestiv lipsește, iar la cel genital se observă o hipertrofie.

Cestodele produc boli grave, ca paraziți ai omului și ai animalelor domestice cu valoare economică.

IV. Încrengătura nemertieni (*Nemertini*) este reprezentată prin viermi în cea mai mare parte marini. Corpul lor este acoperit de o cuticulă moale și ciliată. Sunt animale de pradă, hrănindu-se cu moluște, crustacei și pești.

V. Încrengătura viermilor cilindrici (*Nemathelminthes*) cuprinde viermi de dimensiuni variate, liberi sau paraziți la plante, animale și om. Din această încrengătură fac parte viermii gastrotrichi, rotiferi, nematode.

1. Clasa rotiferi și 2. clasa gastrotrichi sunt reprezentate prin specii care trăiesc în apele marine și dulci, deplasându-se cu ajutorul cililor. Coroana de cili din jurul gurii, caracteristică rotiferilor, ia în mișcare aspectul unei roți, de unde și numele clasei.

3. Clasa nematode are specii parazite la plante și animale. Genul *Ascaris* (limbricul) cuprinde specii asemănătoare morfologic, parazite în intestinul mamiferelor: limbricul omului și limbricul porcului. Oxiurul trăiește în cecumul intestinal și apendicele omului, mai ales la copii. *Trichina* parazitează intestinul subțire al omului, pisicii, câinelui, porcului, iar larvele, mușchii striati ai gazdelor.

VI. Încrengătura viermilor inelați (*Annelida*) cuprinde specii care au corpul format dintr-un număr variabil de inele (*Nereis*, râmele și lipitorile). Anelidele trăiesc în mediul acvatic (marin și dulcicol), în sol, iar unele sunt parazite. Au sisteme fiziologice bine dezvoltate: muscular, nervos, digestiv, circulator și excretor. Cuprind trei clase: polichete, oligochete și hirudinee.

1. Clasa polichete are specii care, în majoritate sunt marine, mobile. *Nereis* (fig. 5, e) este o specie cu largă răspândire în Marea Neagră, pe sub pietre sau în galerii săpate în nisip. Corpul său prezintă pe părțile laterale expansiuni ale segmentelor numite *parapode*. Pe ele sunt înfipti niște peri chitinoși numiți *cheți*. În dezvoltarea ontogenetică a acestor animale, din ou apare o larvă numită *trocoforă*.

2. Clasa oligochete cuprinde viermi care trăiesc în sol și în apele dulci. Din această clasă fac parte râma (*Lumbricus terrestris*), lipsită de parapode și cu un număr mic de cheți înfipti direct în tegument. Oligochetele sunt, în general, colorate, fie datorită pigmentului din tegument, fie datorită culorii sângelui. Râmele sunt hermafrodite, iar din ouă ies râme mici.

● Reamintiți-vă rolul râmelor!

3. Clasa hirudinee prezintă specii care trăiesc în apele dulci sau marine, unele fiind chiar terestre.

Lipitoarea comună este un parazit temporar, sugând sângele broaștelor, peștilor și mamiferelor. Corpul, turtit dorso-ventral, este lipsit de parapode și cheți. Sunt animale hermafrodite, din ou dezvoltându-se direct, lipitori mici.

VII. Încrengătura moluște (*Mollusca*) cuprinde: amfineurieni, melci, scoici, sepii, caracatițe etc. Moluștele sunt animale marine, de apă dulce și terestre. Au corpul moale și nesegmentat, format din trei regiuni: cap, masă viscerală și picior. Masa viscerală este acoperită de o răsfrângere a tegumentului – mantaua – care secretă o cochilie calcaroasă la melci, scoici și nautil. Între manta și peretele corpului se formează o cavitate palcală, în care, la unele specii, se găsesc branhiile. Moluștele sunt hermafrodite, dar și cu sexe separate. Larva liberă este de tip trocoforă.

1. Clasa amfineuriieni. Sunt animale exclusiv marine, primitive, care trăiesc fixate pe stânci. Din această clasă face parte *Chiton* (fig. 5, f). În dezvoltarea ontogenetică apare larva trocoforă.

2. Clasa gasteropode. Cei mai mulți melci trăiesc în apele mărilor și oceanelor (ghiocul, *Murex*), alții sunt de apă dulce (*Limnaea* și *Planorbis*) iar melcul de livadă și limaxul sunt terestri. La cei mai mulți melci, inițial simetria este bilaterală, alterată apoi prin răsucirea corpului în spirală, ca și cochilia calcaroasă. Respirația se face prin branhii sau prin mantaua vascularizată, cu rol de plămân.

3. Clasa lamelibranhiate este reprezentată prin animale marine și de apă dulce, care trăiesc pe fundul mălos sau nisipos. Din această clasă fac parte scoica de râu, scoica de lac etc. Nu au cap distinct, iar branhiile, situate în cavitatea paleală, sunt lamelare. Sexele sunt separate; au un stadiu larvar care amintește de larva trocoforă.

4. Clasa cefalopode este reprezentată prin: sepie, caracatiță și nautil. Trăiesc în mediul marin și pot ajunge până la adâncimi de 5 000 m. Simetria acestor moluște este bilaterală. Sunt animale de pradă, libere și foarte active. Piciorul, transformat în brațe, înconjură orificiul bucal. Dintre cefalopode, nautilul, „fosila vie“, are cochilia răsucită în spirală. La sepie, cochilia se reduce mult și este îngropată într-un buzunar al mantalei, formând osul de sepie (sepiion).

Moluștele actuale au mare rol în circuitul materiei, constituind și hrana multor mamifere acvatice. De asemenea, au importanță pentru economia umană, servind ca hrană (melcii de livadă, scoicile, cefalopodele), ca material de prelucrat în industria nasturilor, a podoabelor din sifid și pentru producerea perlelor. Alte specii sunt dăunătoare; astfel, limaxul se hrănește cu ciuperci și legume, iar limnea și planorbis constituie gazde intermediare pentru viermele de gălbează.

VIII. Încrengătura artropode (*Arthropoda*). În această unitate sistematică sunt cuprinse animale ca: păianjenii, căpușele, scorpionii, racii, insectele. Artropodele sunt răspândite în toate mediile și pe tot globul. Au corpul acoperit cu chitină sau cu crustă care formează scheletul extern (exoschelet). Acest înveliș se reînnoiește periodic (năpârlesc). Corpul lor este diferențiat în trei regiuni: cap, torace și abdomen. Segmentele corpului poartă apendice articulate (picioare), de unde s-a dat denumirea de artropode. În general se dezvoltă prin metamorfoză, care poate fi completă sau incompletă.

1. Clasa arahnide. Arahnidele au o largă răspândire, trăind în medii foarte diferite, libere sau parazite. Speciile mai importante sunt: păianjenul cu cruce, scorpionul, căpușa și sarcoptul râiei. Arahnidele au corpul format din două părți: cefalotorace și abdomen. Au o pereche de chelicere și patru perechi de picioare. Cu excepția scorpionului, abdomenul lor este nesegmentat.

2. Clasa crustacei. Marea majoritate a crustaceilor sunt marini și foarte puțini de apă dulce și terestri. Cei mai cunoscuți crustacei sunt: racul de râu, creveta din Marea Neagră, crabul, homarul, langusta, puricele de apă (*Daphnia*), ciclopul. Crustaceii au corpul acoperit cu o crustă chitinoasă, impregnată cu carbonat de calciu. Corpul este format din cefalotorace și abdomen. De cefalotorace se inseră 5 perechi de apendice locomotorii. La multe specii, primele perechi de apendice poartă clești.

Multe specii acvatice constituie hrana unor animale. Altele sunt consumate de om.

3. Clasa miriapode cuprinde animale terestre, din care fac parte urechelnița (fig. 5, g), scolopendra și șarpele orb. Se caracterizează prin numărul mare de segmente: seamănă cu anelidele, dar picioarele, articulate, exoscheletul și structura internă complexă, le clasifică printre artropode.

4. Clasa insecte include animale terestre și acvatice și reprezintă singurele nevertebrate capabile de zbor, care le-a permis o largă răspândire. Există peste 1 milion de specii, insectele fiind cele mai numeroase animale din natură. Corpul este format din cap, torace și abdomen. Capul poartă o pereche de antene de tipuri diferite, ochii și piețele bucale, a căror structură este adecvată regimului de hrană. Toracele, format din trei regiuni, poartă trei perechi de picioare articulate și două perechi de aripi. Abdomenul prezintă apendice numai la insectele primitive și la larve; la celelalte insecte, apendicele abdominale s-au transformat în piese ale aparatului reproducător.

Insectele au un mare rol în natură: unele sunt folositoare (albinele, fluturile de mătase etc.); altele sunt dăunătoare culturilor de cereale, legumelor, pomilor fructiferi, pădurilor sau transmit boli la plante și animale.

IX. Încrângătura echinoderme (*Echinodermata*) cuprinde animale exclusiv marine, cum sunt: crinul de mare, steaua de mare (fig. 5, h), ariciul de mare (fig. 5, i) și castravetele de mare. Sunt animale cu simetrie pentaradiară sau bilaterală. Pe suprafața corpului prezintă țepi rigizi, iar în țesutul dermic se găsesc mai multe plăci calcaroase care formează scheletul. Caracteristic echinodermelor este sistemul ambulacrar cu rol locomotor, respirator, circulator și excretor. Acesta este format dintr-un sistem de tuburi cu ventuze (picioare ambulacrare) care străbat plăcile din zonele ambulacrare și au rol de fixare și deplasare. În dezvoltarea embrionară se ajunge la o larvă – *dipleurulă* – cu simetrie bilaterală.

X. Încrângătura stomocordate (*Stomocordata*) cuprinde animale exclusiv marine, care trăiesc în regiunea litorală, în măr sau în nisip. Dintre acestea, *Balanoglossus* sp. (fig. 5, f), are corpul vermiform, împărțit în trei segmente: trompa, gulerul și trunchiul. Acestor trei segmente le corespund trei compartimente ale celomului. În regiunea faringelui, animalul prezintă un schelet primitiv – *stomocordul*.

Cordate

Cordatele sunt cele mai evoluate animale. Ele se deosebesc de nevertebrate prin structura lor mai complicată. Cordatele sunt animale la care întâlnim scheletul intern axial numit *notocord* (coardă dorsală), protejat de un manșon conjunctiv.

Grupul cordatelor este reprezentat prin trei încrângături: urocordate, cefalocordate și vertebrate.

XI. Încrângătura urocordate (*Urochordata*) cuprinde cordate primitive, exclusiv marine, solitare sau coloniale, sedentare sau pelagice. Epiderma secretă o tunică ce învelește indivizii izolați sau colonia; de aceea se mai numesc tunicate.

Ascidia (fig. 5, k) este o specie sedentară, al cărui corp, în formă de sac, este prevăzut cu două sifoane: bucal, pe unde intră apa și cloacal, pe unde iese apa. Din ouă se dezvoltă larve libere care au notocord situat în regiunea coziei, de unde și numele încrângăturii (*uros* = coadă).

XII. Încrângătura cefalocordate (*Cephalochordata*) este reprezentată prin *Amfioxus* (fig. 5, I), care trăiește în zonele litorale, unde înoată sau stă fixat în nisip. Are corpul pisciform, alb-gălbui, lung de circa 5–8 cm, acoperit de o epidermă unistratificată. Notocordul este situat dorsal și se menține toată viața.

XIII. Încrângătura vertebrate (*Vertebrata*). Din această încrângătură fac parte: peștii, amfibienii, reptilele, păsările și mamiferele, animale adaptate la toate mediile de viață. La nevertebrate, notocordul, prezent numai în perioada embrionară, este înlocuit la adult prin coloana vertebrală, provenită din țesutul conjunctiv din jurul notocordului. Corpul acestor animale este protejat de tegument, care dă naștere la producțiuni cornoase, cum sunt: solzii peștilor și ai reptilelor, plăcile cornoase și osoase de la reptile, ghearele reptilelor, păsărilor și mamiferelor, penele păsărilor, perii, unghiile și copitele mamiferelor. De asemenea, unele vertebrate (mamifere) au producțiuni glandulare, ca glandele sudoripare, sebacee și mamare. Spre deosebire de nevertebrate, scheletul vertebratelor este intern și, după cum știți, acesta cuprinde: scheletul capului, scheletul trunchiului și scheletul membrilor. Membrele sunt reprezentate prin înotătoare, picioare și aripi, organe adaptate pentru deplasarea în mediul de viață. Sistemul nervos este plasat în partea dorsală a corpului, iar organele de simț sunt mai complexe și mai dezvoltate decât la nevertebrate. După cum știți din clasele anterioare, sistemul digestiv al vertebratelor este alcătuit din tub digestiv și glande anexe, iar respirația este branhială la pești și larvele amfibienilor, cutanee și pulmonară la amfibieni și pulmonară la celelalte vertebrate. La scheletul capului apar fălcile care constituie aparatul masticator, adaptat la diferite moduri de hrănire. Cutia craniană protejează encefalul, iar coloana vertebrală, măduva spinării. Pe schelet se inseră mușchii cu care formează aparatul locomotor. Circulația sângelui se face prin vase sangvine (artere, capilare, vene), iar inima este situată ventral. Sistemul excretor este reprezentat prin rinichi și căi urinare, iar sistemul reproducător, prin două testicule la mascul și două ovare la femelă.

Încrângătura vertebratelor cuprinde: subîncrângătura vertebratelor fără fălci (*agnate*) și subîncrângătura vertebratelor cu fălci (*gnatostome*).

Agnatele sunt reprezentate prin clasa *ciclostomi* (animale cu gura rotundă), vertebrate acvaticе, cu temperatura variabilă (poichiloterme). Din această clasă face parte chișcarul care trăiește în apele dulci. Gura, permanent deschisă, prevăzută cu dinți cornoși, îi servește la fixarea de corpul peștilor pe care îi parazitează. Corpul, lipsit de înotătoare perechi, este acoperit cu tegument glandular, fără solzi. Notocordul se menține toată viața, iar din țesutul conjunctiv care îl înconjoară se formează un început de vertebre și coaste. Chișcarul respiră prin branhii.

Gnatostomele – vertebrate cu fălci și membre perechi – sunt clasificate în: supraclasa pești și supraclasa tetrapode.

Supraclasa pești este reprezentată prin vertebrate acvaticе, poichiloterme, cu corpul hidrodinamic, acoperit de solzi osoși, produși de derm și înfipti în tegument. Membrele acestor animale sunt reprezentate prin înotătoare perechi și neperechi. Peștii constituie grupul cel mai numeros dintre vertebratele actuale. Supraclasa peștilor este subîmpărțită în două clase: pești cartilaginoși și pești osoși (fig. 10).

1. Clasa peștilor cartilaginoși (rechinul, pisica de mare, vulpea de mare, torpila etc.) prezintă schelet cartilaginos și, pentru prima oară în seria animală, se observă coloana vertebrală formată din vertebre care înlocuiesc, în mare parte, notocordul. Peștii cartilaginoși prezintă solzi, fiecare fiind format dintr-o placă osoasă, pe care se

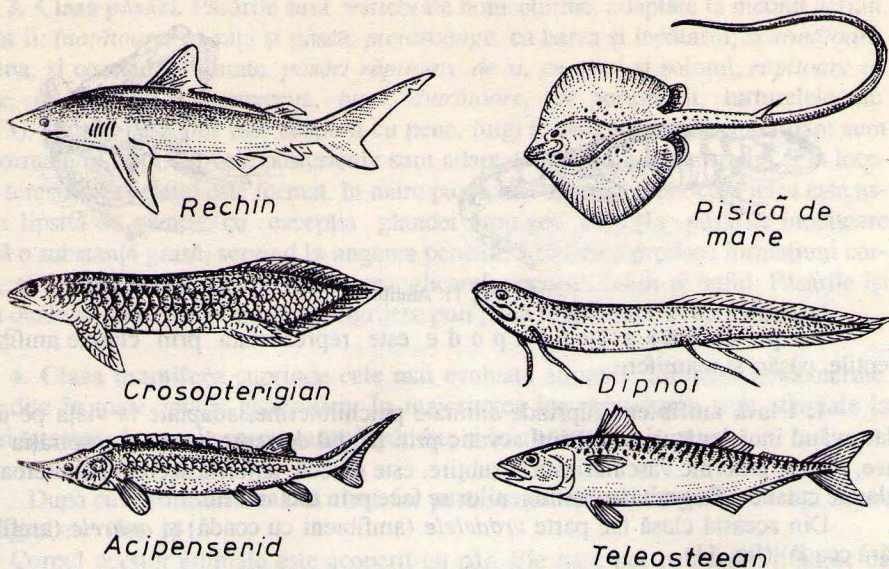


Fig. 10. Pești cartilaginoși și pești osoși.

află un ghimpe. Gura acestor pești are poziție subterminală și este prevăzută cu mai multe rânduri de dinți, dintre care rândul interior este cel mai nou, înlocuindu-l treptat pe cel vechi. Nările comunică cu cavitatea bucală. Înotătoarea codală are lobi inegali (heterocercă).

2. Clasa peștilor osoși cuprinde acipenseridele și teleosteenii.

– *Acipenseridele* sunt, în majoritate, specii marine, reprezentate prin nisetru, morun, cegă și păstrugă. Scheletul lor este, în mare parte, cartilaginos, bolta cutiei craniene osificată, iar notocordul se menține toată viața. Craniul este alungit într-un rostru, iar gura, subterminală, este lipsită de dinți. Tegumentul, lipsit de solzi, prezintă cinci rânduri de plăci osoase, iar coada este heterocercă. Carnea și icrele acestor pești sunt mult apreciate în alimentație.

– *Teleosteenii* (crap, știucă, scrumbie, cod, somn, șalău, păstrăv etc.) reprezintă grupul cel mai evoluat și mai răspândit de pești. Scheletul lor este complet osificat, din notocord rămânând doar discurile intervertebrale. Majoritatea speciilor prezintă solzi, iar culoarea pielii este determinată de celule pigmentare speciale numite cromatofori. Coada are lobi egali (homocercă). De partea dorsală a esofagului se leagă vezica înotătoare.

Dintre peștii osoși fac parte și peștii *dipnoi*, care trăiesc numai în râurile din Africa, America de Sud și Australia, în condiții de climă secetoasă și caldă, unde apele pot seca. Acești pești sunt adaptați la o respirație dublă, prin branhii și plămâni.

Tot dintre peștii osoși fac parte și *crosopterigienii*, reprezentați printr-o singură specie, *Latimeria chalumnae*, care trăiește în Oc. Indian. Scheletul înotătoarelor perechi este asemănător scheletului membrelor de la amfibieni.

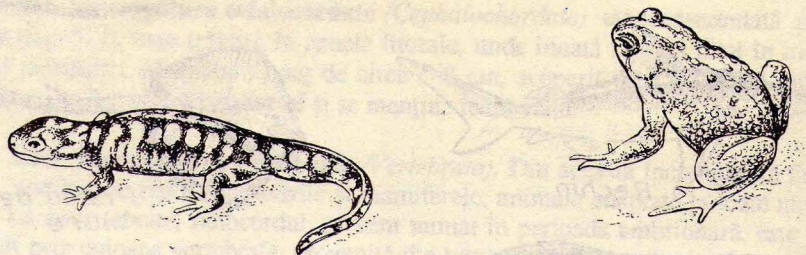


Fig. 11. Amfibieni.

Supraclasa tetrapode este reprezentată prin clasele amfibieni, reptile, păsări și mamifere.

1. Clasa amfibieni cuprinde animale poichiloterme, adaptate la viața pe uscat, dar având încă legături în mediul acvatic prin modul de reproducere și respirația cutanee. Pielea, puternic vascularizată și subțire, este umedă, datorită secreției numeroaselor glande cutanee. Dezvoltarea amfibienilor se face prin metamorfoză.

Din această clasă fac parte *urodelele* (amfibieni cu coadă) și *anurele* (amfibieni fără coadă) (fig. 11).

Dintre urodele fac parte salamandra, tritonul și proteul. Membrele lor sunt egale, iar la proteu – specie care trăiește numai în apele din peșterile Dalmației – branhiile se mențin toată viața. Salamandra trăiește prin pădurile umede; seamănă cu o șopârlă având culoarea neagră, cu pete galbene-portocalii. Tritonul trăiește pe lângă bălțile cu vegetație bogată, unde își depune ouăle. La triton există dimorfism sexual evident, masculul având o creastă dorsală care, în perioada de reproducere, ia o culoare marmorată.

2. Clasa reptile cuprinde tetrapode terestre, poichiloterme, cu răspândire mai mare în regiunile calde (fig. 12). Tegumentul îngroșat le ferește de pierderea apei, iar la cele mai multe specii, epiderma formează, prin încrețire, solzi cornoși. La broaștele țestoase, șopârle și crocodili, membrele sunt scurte și situate pe părțile laterale ale corpului, iar la șerpi, acestea lipsesc.

● Analizați figurile 11 și 12 și denumiți grupele de reptile din care fac parte speciile prezentate!

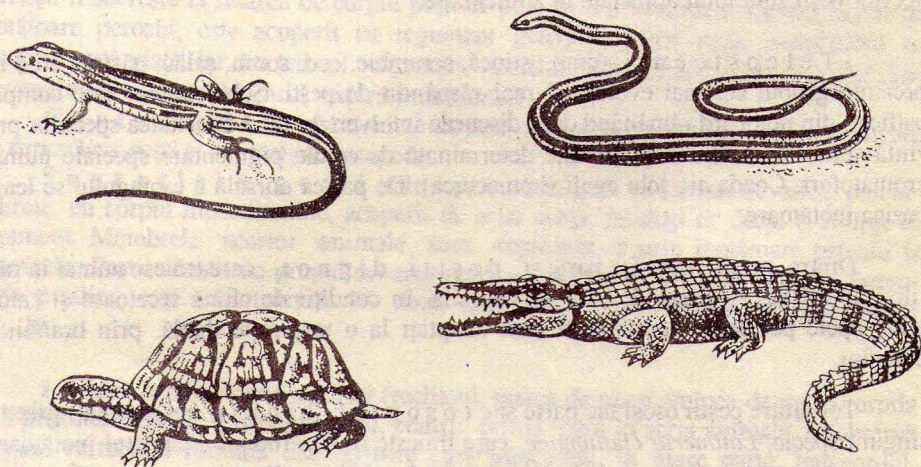


Fig. 12. Reptile.

3. Clasa păsări. Păsările sunt vertebrate homeoterme, adaptate la mediul aerian. Ele pot fi: *înotătoare*, ca rața și gâsca, *picioaroange*, ca barza și lopătarul, *scurmătoare*, ca găina, și cocoșul de munte, *păsări răpitoare de zi*, ca uliul și șoimul, *răpitoare de noapte*, ca bufnița și cucuveaua, *bune zburătoare*, ca porumbeii, turturelele etc. (fig. 13). Corpul păsărilor este acoperit cu pene, fulgi și puf. Membrele anterioare sunt transformate în aripi, iar cele posterioare sunt adaptate la sprijinirea corpului și la locomotia terestră. Scheletul este format, în mare parte, din oase pneumatice. Pielea este uscată și lipsită de glande, cu excepția glandei uropigee care, la păsările înotătoare secretă o substanță grasă, servind la ungerea penelor. Epiderma produce formațiuni cornoase, ca: ciocul, solzii de pe picioare, ghearele, penele, fulgii și puful. Păsările își depun ouăle în cuib, le clocesc și își îngrijesc puii până la dezvoltarea lor completă.

4. Clasa mamifere cuprinde cele mai evolute animale. Ele sunt homeoterme, răspândite în toate zonele geografice. În majoritatea lor mamiferele sunt adaptate la mediul terestru, dar unele specii sunt răspândite și în alte medii.

După cum știți, din această clasă fac parte: ornitorincul, cangurul, cărtița, iepurele, tigru etc. (fig. 14).

Corpul acestor animale este acoperit cu păr. Ele nasc pui pe care îi hrănesc cu lapte produs de mamele. Producțiunile cornoase ale epidermei sunt: ghearele, copitele, unghiile, coarnele, solzii, țepii și perii, iar cele glandulare sunt: glandele sudoripare, glandele sebacee care secretă o substanță (sebum), cu rol în ungerea firelor de păr, și glandele mamare, care secretă laptele. După modul de reproducere și al dezvoltării puilor, mamiferele sunt clasificate în: monotreme, marsupiale și placentare.



Fig. 13. Analizați imaginile și stabiliți categoria de păsări din care fac parte !

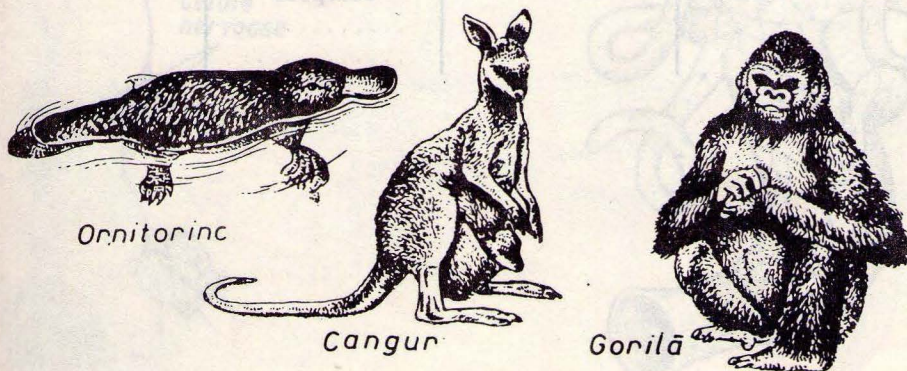


Fig. 14. Mamifere.

Monotremele sunt mamifere ovipare, reprezentate prin ornitorinc și echidnă, specii care trăiesc în Australia, Tasmania și Noua Guinee. Ele poartă această denumire datorită faptului că prezintă un singur orificiu posterior, orificiul cloacal (*monos* = unul; *trema* = orificiu). Ornitorincul depune și clocește ouăle într-un cuib, iar echidna le poartă într-o pungă tegumentară a pântecelui. Puii sunt hrăniți cu lapte, care se prelinge pe perii abdomenului, de unde este supt de pui. Monotremele sunt lipsite de mamele. Fălcile lor sunt prelungite în formă de cioc. Adulții sunt lipsiți de dinți. Temperatura corporală este relativ scăzută și variabilă (26–35°C).

Marsupialele, din care fac parte cangurul, lupul marsupial, cărțița marsupială etc., trăiesc numai în (Australia și insulele învecinate, America de Sud și America de Nord). Aceste animale au pe abdomen o pungă a tegumentului numită marsupiu, unde se află mamelele și unde sunt adăpostiți puii după naștere. Marsupiul este susținut de oasele marsupiale, articulate de oasele bazinului. Temperatura corpului variază puțin, în funcție de temperatura mediului.

Placentarele sunt cele mai numeroase și mai evoluate mamifere, răspândite în cele mai variate medii. Din acest grup fac parte: *insectivorele* (cârțița, ariciul), *chiropterele* (liliacul), *edentalele* (furnicarul, tatuul, leneșul), *rozătoarele* (iepurele, șoarecele etc.), *carnivorele* (tigru, lupul, hiena, ursul, dihorul), *pinipelele* (foca și morsa), *cetaceele* (balena, cașalotul și delfinul), *proboscidenii* (elefantul), *copitatele* (porcul, cămila, cerbul, bivolul, capra, girafa, rinocerul, calul), *primatele* (maimuța, omul). Embrionul acestor mamifere se fixează în peretele uterului mamei prin intermediul placentei, din care cauză acesta se dezvoltă complet în uter. Temperatura placentarelor este constantă (animale homeoterme).

REȚINEȚI! Echinodermele, stomocordatele, urocordatele, cefalocordatele și vertebratele sunt deuterostomieni.

TEMĂ

– Alcătuiți un tabel în care să includeți unitățile sistematice studiate în cadrul regnului animal și exemplele cunoscute, orientându-vă după schema următoare:

Subregnul	Încrângătura	Clasa	Exemple
Protozoare	Protozoare	Flagelate Rizopode	

II. ANATOMIE ȘI FIZIOLOGIE COMPARATĂ ÎN SERIA ANIMALĂ

1. RELAȚIILE ORGANISMELOR ANIMALE CU MEDIUL

1.1. SISTEMUL NERVOS ÎN SERIA ANIMALĂ

Sistemul nervos, prin organizarea și funcțiile sale, dispune de o rețea informațională rapidă, cu ajutorul căreia înregistrează modificări ale factorilor fizici și chimici din mediul intern (sânge, limfă, lichid intracelular), ca și din cel extern. Pe baza acestor informații, sistemul nervos emite „comenzi” către diferite structuri – mușchi, glande – care răspund prin contracție sau secreție. Funcționând în acest mod, sistemul nervos îndeplinește rol de intermediar între organism și mediu, dirijând realizarea unor răspunsuri adecvate față de schimbările din mediu. Astfel, organismul se integrează în mediul său de viață.

Sistemul nervos al nevertebratelor

În lumea nevertebratelor întâlnim o varietate de tipuri de sistem nervos, strâns legată de complexitatea alcătuirii interne și a comportamentului diferitelor specii.

Spongierii, cele mai simple metazoare, nu au sistem nervos; prezintă în peretele corpului celule nervoase, slab conectate între ele, care controlează anumite contracții regionale ale corpului (fig. 15).

Dintre **celenterate**, hidra prezintă un sistem nervos difuz, în formă de rețea – constituit din neuroni, conectați prin prelungirile lor (fig. 16). Neuronii rețelei sunt legați

*Celule din peretele
corpului*

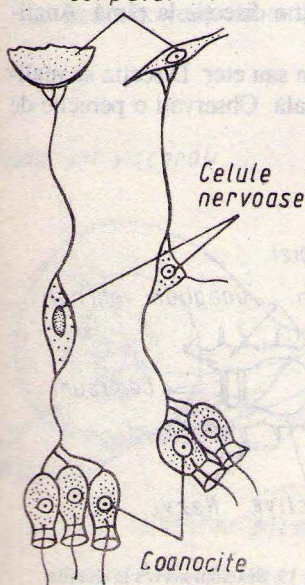


Fig. 15. Celule nervoase la spongieri.

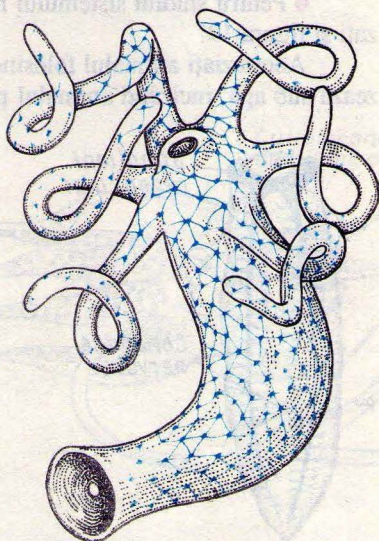


Fig. 16. Sistemul nervos de la hidră.

Fig. 17. Arcul reflex la hidră.



și cu celulele sensitive receptoare, precum și cu celulele mioepiteliale (efectoare) din ectoderm, realizând cel mai simplu și mai primitiv arc reflex (fig. 17).

- Pe baza cunoștințelor din clasa a VII-a, descrieți un arc reflex!

La o simplă atingere a celulelor sensitive din ectoderm se produce contracția tentaculelor sau a întregului corp.

- Explicați de ce un spongier excitat reacționează mai lent decât o hidră!

La meduze, sistemul nervos prezintă un început de concentrare a celulelor nervoase sub forma unor inele, situate pe marginea umbrelei. O asemenea specializare morfologică permite coordonarea rapidă a mișcărilor de înot.

Sistemul nervos al **platelminților** continuă procesul de concentrare întâlnit la celenterate. În plus, apare și tendința de cefalizare, adică constituirea „creierului” în regiunea anterioară, cefalică a corpului, datorită numeroșilor receptori de la acest nivel. După cum observați în figura 18, sistemul nervos este alcătuit dintr-o masă de neuroni, concentrați într-o pereche de ganglioni cerebroizi, situați dorsal și în partea anterioară a corpului. De la aceștia pornesc cordoane nervoase longitudinale care stabilesc legături cu restul rețelei nervoase.

Sistemul nervos al **nematelminților** este format dintr-un inel nervos faringian, redus, pe care se găsesc ganglionii nervoși. De la acest inel pornesc, ventral și dorsal, cordoane nervoase spre partea posterioară a corpului.

- Pentru studiul sistemului nervos al **anelidelor**, faceți o disecție la rămă. Analizați și figura 19!

Anesteziați animalul folosind alcool 1–10%, cloroform sau eter. Disecția se realizează sub apă, incizând animalul puțin lateral, pe linia dorsală. Observați o pereche de

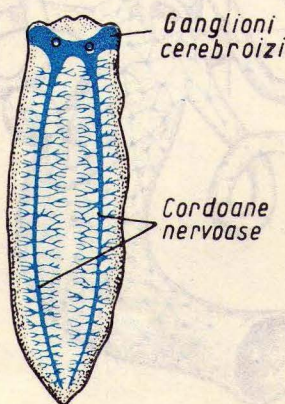


Fig. 18. Sistemul nervos la platelminți.

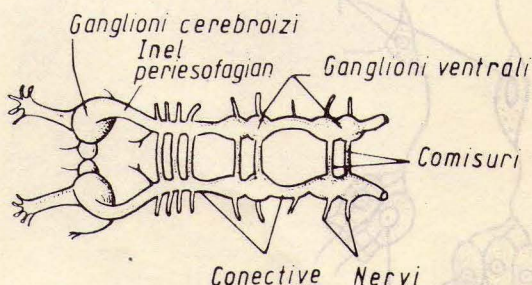


Fig. 19. Sistemul nervos la anelide.

ganglioni cerebroizi și un inel periesofagian care îi leagă de lanțul ganglionar ventral; se evidențiază mai bine, pipetând o soluție slabă de acid azotic. Prin ridicarea tubului digestiv, ventral, observați că în fiecare segment se găsește o pereche de ganglioni. Ganglionii perechi sunt legați prin comisuri, iar cei din segmentele vecine, prin conective. Ei constituie *lanțul ganglionar scalariform*.

● **Desenați lanțul ganglionar!**

Din ganglioni pornesc nervi în tegument, mușchi și la alte organe.

REȚINEȚI ! Sistemul nervos al anelidelor reprezintă o formă mai evoluată, deoarece ganglionii cerebroizi (adevărați centri reflexi) primesc și prelucreză informații de la receptorii situați, cu precădere, în zona capului. Controlul nervos cefalic este un control mai rapid și mai precis în comparație cu acela al ganglionilor din segmentele și rețelele nervoase periferice, care intervin numai în coordonarea unor activități locale, mai simple și mai lente.

La **moluște**, sistemul nervos a suferit modificări considerabile. Cele patru perechi de ganglioni principali – cerebroizi, pedioși, pleurali și viscerali – au o dispoziție regională, corespunzând unor zone ale corpului (fig. 20). De la ganglioni pornesc mai mulți nervi la organele de simț, cap, brațe etc.

La **cefalopode** întreaga masă ganglionară fuzionează într-un „creier” protejat de o cutie craniană cartilaginoasă (fig. 21). Acesta realizează activități integrative superioare (forme de comportament complex: de atac, de apărare, alimentar, sexual etc.), precum și un proces de cefalizare propriu-zis. La moluștele primitive (*Neopilina* și *Chiton*) sistemul nervos este de tip scalariform, caracter de primitivitate, care le apropie de anelide.

În marea ei varietate, lumea **artropodelor** poate fi considerată relativ omogenă din punct de vedere al structurii sistemului nervos.

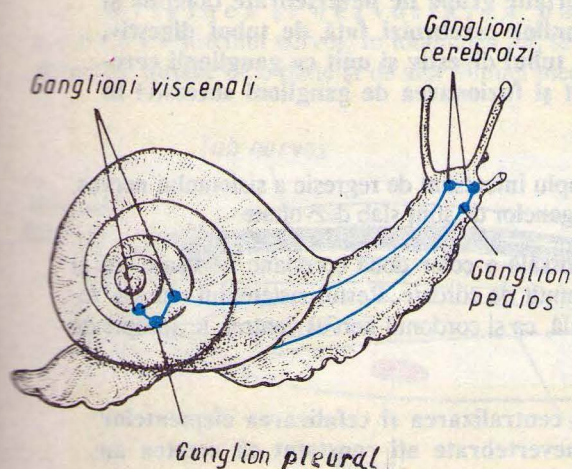


Fig. 20. Sistemul nervos la gastropode.

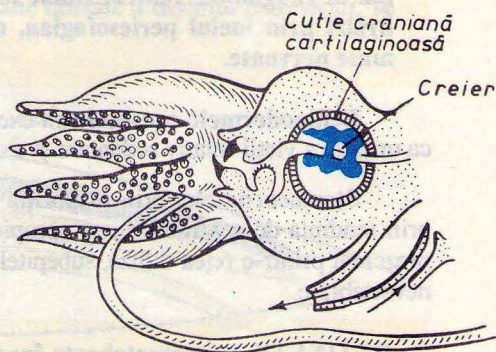


Fig. 21. „Creierul” cefalopodelor.

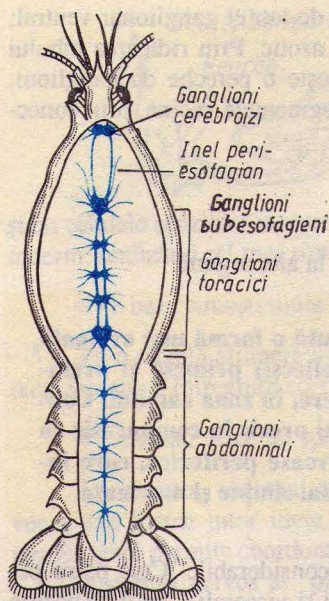


Fig. 22. Sistemul nervos la crustacei.

Sistemul nervos la crustacei poate fi studiat pe baza disecției racului de râu și cu ajutorul figurii 22.

● Anesteziați racul cu eter sau cloroform, timp de 10–15 minute, apoi detașați, cu ajutorul unei pense, mușchii toracici și abdominali. În regiunea cefalotoracelui, tăiați cu un foarfece placa endoscheletică sub care se află ganglionii cerebroizi, legați printr-un inel periesofagian de o masă ganglionară subesofagiană. Evidențierea ganglionilor se face picurând peste ei acid azotic 1%. Observați lanțul ganglionar format din cinci perechi de ganglioni toracici și șase perechi de ganglioni abdominali.

La unele arahnide sistemul nervos se aseamănă mult cu cel al crustaceilor, iar la altele, acesta prezintă un grad înaintat de comasare a ganglionilor nervoși.

La insecte, sistemul nervos se caracterizează printr-o complexitate deosebită a masei ganglionare cerebroide, provenită din fuzionarea a trei perechi de ganglioni cefalici. În torace și abdomen ganglionii nervoși corespund, în principal, segmentelor toracice și abdominale. La multe specii survine comasarea ultimelor perechi de ganglioni abdominali. La insectele sociale, unii ganglioni se specializează devenind adevărați centri ce coordonează reacții comportamentale complexe (orientare în mediu, căutarea hranei și a partenerilor).

REȚINEȚI! Ceea ce caracterizează sistemul nervos al artropodelor este înaltul său grad de cefalizare, legat de puternica dezvoltare a organelor de simț cefalice, în comparație cu grupele de animale inferioare acestora. Alte elemente esențiale rămân comune celorlalte grupe de nevertebrate (anelide și moluște): poziția dorsală a ganglionilor cerebroizi față de tubul digestiv, lanțul ganglionar ventral situat sub tubul digestiv și unit cu ganglionii cerebroizi prin inelul periesofagian, cât și fuzionarea de ganglioni succesivi în mase nervoase.

Echinodermele constituie un exemplu interesant de regresie a sistemului nervos, ca urmare a vieții relativ sedentare și a organelor de simț slab dezvoltate.

Stomocordatele, prin dispoziția dorsală a celor două cordoane nervoase, ca și prin tendința de centralizare, se apropie mult de cordate. Restul sistemului nervos, reprezentat printr-o rețea difuză, subepitelială, ca și cordonul nervos ventral, le apropie de nevertebrate.

REȚINEȚI! La nevertebrate încep centralizarea și cefalizarea elementelor nervoase. Din studiul animalelor nevertebrate ați constatat că acestea au următoarele tipuri fundamentale de sistem nervos:

- tipul de sistem nervos difuz, cu neuronii interconectați în rețea (celenterate);
- tipul de sistem nervos cefalo-cordonal, caracteristic platelmintilor;
- tipul de sistem nervos scalariform de la anelide;
- tipul de sistem nervos cu concentrare regională, caracteristic moluștelor;
- tipul de sistem nervos de la artropode, mai evoluat față de anelide, cu mari capacități de coordonare comportamentală la insectele sociale;
- tipul de sistem nervos mult simplificat la echinoderme;
- tipul de sistem nervos al stomocordatelor, care arată legătura cu cordatele.

Sistemul nervos al cordatelor

- Reamintiți-vă principalele grupe de cordate!

La **urocordate**, datorită modului de viață sedentar, sistemul nervos este slab dezvoltat, fiind alcătuit dintr-un ganglion dorsal, situat între cele două sifoane, de la care pleacă nervi.

● După cum observați în figura 23, la **cefalocordate** sistemul nervos este reprezentat printr-un tub nervos, situat deasupra notocordului. În partea anterioară, acesta se dilată formând *vezicula frontală*. Tubul neural se transformă în măduva spinării, de la care pornesc nervi rahidieni, care au o rădăcină dorsală senzitivă și una ventrală, motorie.

● Analizați figura 24 care reprezintă două secțiuni transversale printr-un nevertebrat și un cordat! Care sunt deosebirile?

Sistemul nervos al **vertebratelor** este alcătuit din encefal, măduva spinării (sistemul nervos central), ganglioni și nervi (sistemul nervos periferic). Funcțional, sistemul nervos al vieții de relație asigură legătura organismului cu mediul înconjurător, iar sistemul nervos vegetativ reglează activitatea organelor interne.

Originea și dezvoltarea ontogenetică a sistemului nervos. Sistemul nervos, în totalitatea lui, se dezvoltă din ectoderm. Celulele ectodermului, situate de o parte și de alta a liniei mediane dorsale a discului embrionar, se

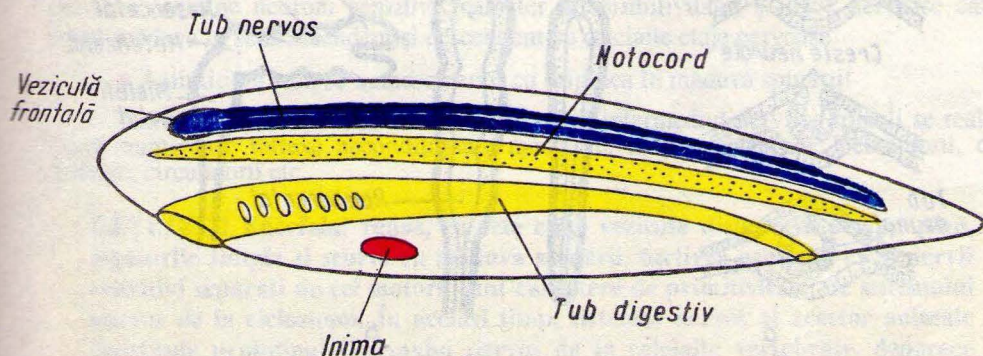


Fig. 23. Sistemul nervos al cefalocordatelor.

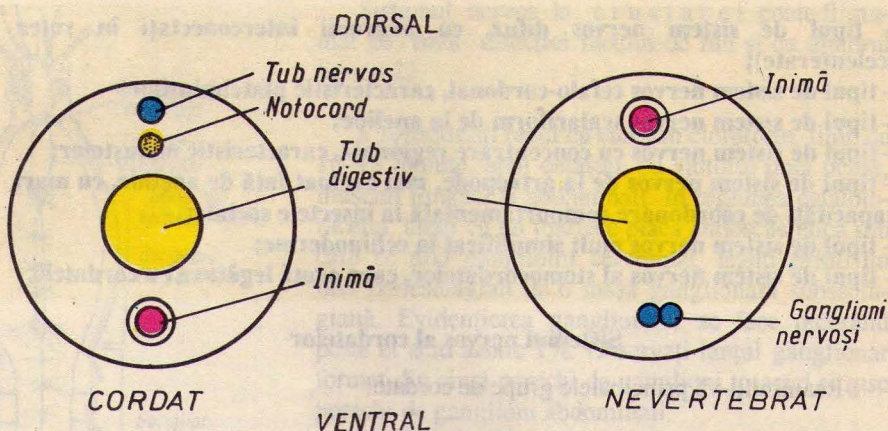


Fig. 24. Secțiuni transversale printr-un nevertebrat și un cordat.

înmulțesc intens și dau naștere unei formațiuni numită *placă neurală* (fig. 25, a). Aceasta se scufundă și se transformă într-un „șanț neural” care are două răsfrângeri laterale numite *creste neurale*. Marginile șanțului se unesc luând naștere un *tub neural*, deasupra căruia celulele ectodermice refac foia ectodermică. Orificiile de la extremitățile tubului neural se închid. În jumătatea anterioară a acestuia, se formează o *veziculă cerebrală* care se împarte în 3 vezicule: una anterioară, *proencefalul*, una mijlocie, *mezencefalul* și una posterioară, *rombencefalul*. Într-un stadiu următor, veziculele anterioară și posterioară se segmentează fiecare: *proencefalul* se divide în *telencefal* și *diencefal*, iar *rombencefalul*, în *metencefal* și *mielencefal*. Deci, se formează în total cinci vezicule.

Restul tubului neural se va transforma într-un organ caracteristic numit *măduva spinării*.

Creștele neurale se transformă în două benzi paralele cu tubul neural; din ele se vor forma ganglionii nervoși somatici (spinali și cranieni) și vegetativi (simpatici și parasimpatici).

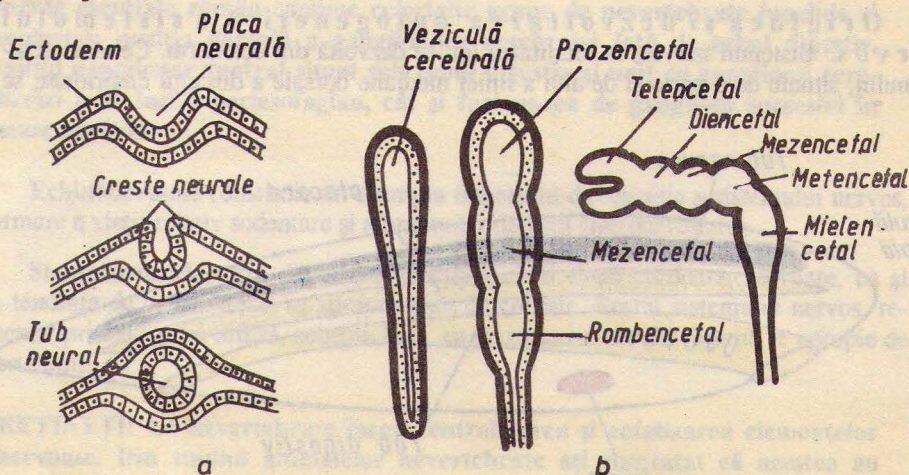


Fig. 25. Sistemul nervos al vertebratelor:
a – originea sistemului nervos; b – schema encefalului.

Creierul (encefalul) reunește, la toate vertebratele, așa cum observați în figura 25, b, următoarele cinci vezicule: *telencefalul* (creierul anterior), *diencefalul* (creierul intermediar), *mezencefalul* (creierul mijlociu), *metencefalul* (creierul posterior) și *mielencefalul* (bulbul rahidian).

La *ciclostomi*, agnate libere sau parazite, cele cinci vezicule ale encefalului sunt dispuse în același plan, având o dezvoltare egală (fig. 26). Acestea prezintă următoarele particularități:

Telencefalul este format din două emisfere cerebrale reduse, cu rol olfactiv. În partea ventrală, emisferele prezintă *corpii striați* rudimentari, cu funcții motorii.

Diencefalul reunește *talamusul* și *hipotalamusul*.

Mezencefalul prezintă dorsal doi *lobi optici*, dezvoltați, la care ajung fibrele optice de la retină, iar ventral nucleii ai unor nervi cranieni care merg la mușchii globilor oculari.

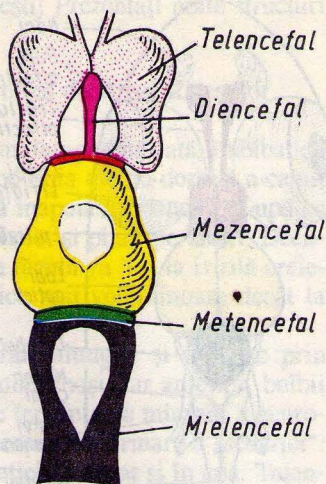


Fig. 26. Encefalul la ciclostomi.

REȚINETI! La ciclostomi, mezencefalul constituie centrul suprem de coordonare a întregului sistem nervos, îndeplinind importante funcții optice și de menținere a poziției normale a corpului.

Metencefalul (cerebelul), situat înapoia mezencefalului, este redus și intervine în controlul echilibrului și al locomoției.

Mielencefalul, foarte voluminos, se continuă cu *măduva spinării*; conține numeroși centri care controlează mișcarea și reglează diferite procese fiziologice, ca circulația și respirația.

Ciclostomii au 10 perechi de nervi cranieni, dintre care majoritatea au originea în mezencefal și mielencefal. Nervii liniei laterale au aceeași origine. Nervii cranieni recepționează excitații de la organele interne și din mediul extern, transmitându-le la centrii nervoși din organele nervoase. De la centrii respectivi pornesc fibre nervoase către organele efectoare.

Măduva spinării este turtită dorso-ventral, iar substanța cenușie, localizată central, conține neuroni senzitivi (dorsal) și motori (ventral). Substanța albă, localizată la periferie, conține neuroni senzitivi (caracter de primitivitate) și fibre nervoase care leagă măduva în sens ascendent și descendent cu celelalte etaje nervoase.

- Amintiți-vă cum se numesc nervii cu originea în măduva spinării!

Nervii spinali sunt senzitivi și motori. Prin intermediul nervilor spinali se realizează numeroase reflexe necondiționate medulare: tonice, posturale, locomotorii, de apărare, circulatorii etc.

REȚINETI! Encefalul redus, cu cele cinci vezicule dispuse în același plan, legăturile simple și scurte cu măduva spinării, turtirea acesteia, ca și nervii senzitivi separați de cei motori, sunt caractere de primitivitate ale sistemului nervos de la ciclostomi. În același timp, sistemul nervos al acestor animale constituie prototipul sistemului nervos de la celelalte vertebrate, deoarece prezintă structurile esențiale ale acestuia.

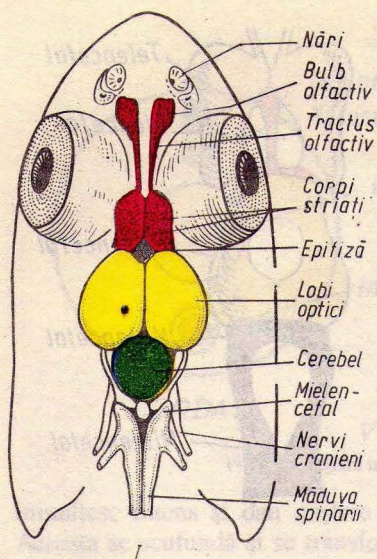


Fig. 27. Encefalul peștilor (dorsal).

Sistemul nervos de la pești prezintă o mare varietate de forme, determinate de condițiile de viață diferite.

● Țineți peștele cu abdomenul în jos. Cu ajutorul foarfecelui, îndepărtați oasele boltii craniene, realizând o deschidere ca o fereastră. Encefalul este mic și nu umple întreaga cutie craniană. Observați morfologia fiecărei vezicule și comparați-le. Ajutați-vă de figura 27.

Telencefalul nu se remarcă printr-o dezvoltare evidentă. La peștii cartilaginoși emisferele sunt mari, cu șanțul interemisferic slab evidențiat; la ceilalți pești, emisferele sunt reprezentate aproape exclusiv prin corpii striati. Ce rol au? La toți peștii, în partea anterioară a telencefalului se află doi lobi olfactivi, care se continuă cu tractusurile și bulbii olfactivi. Deci, marca dezvoltare a componentelor olfactive arată

că telencefalul acestor animale are, în primul rând, un rol senzorial olfactiv; distrugerea lui duce la pierderea olfactivei.

Diencefalul este mic. Dintre componentele diencefalului, epifiza și talamusul sunt foarte reduse. La peștii cu simțul văzului dezvoltat apar corpii geniculați laterali, două mase de substanță cenușie în care fac stație o parte din fibrele optice. De la aceștia, impulsuri nervoase ajung la mezencefal. Hipotalamusul este cea mai dezvoltată parte a diencefalului de la pești.

Mezencefalul depășește în dimensiuni toate celelalte părți ale creierului, îndeplinind aceleași funcții ca și la ciclostomi. Dorsal, prezintă doi lobi optici, voluminoși (mai ales la peștii răpitori), la care sosesc fibre optice, și doi nuclei la care vin excitații de la urechea internă și de la linia laterală; deci, are funcții vizuale și statice, dirijând și mobilitatea înotătoarelor. Lobii optici se dezvoltă și la celelalte grupe de vertebrate.

Metencefalul (cerebelul) este relativ voluminos. Mișcările complexe ale peștilor răpitori au dus la o dezvoltare mai mare a acestuia.

Mielencefalul este asemănător celui de la ciclostomi; prezintă, în plus, și centrii care controlează activitatea celulelor tegumentare, încărcate cu pigmenți, răspunzătoare de colorația corpului.

Pe laturile creierului se disting rădăcinile celor 10 perechi de nervi cranieni.

Măduva spinării are formă cilindrică. Caracteristic pentru pești este dispariția celulelor senzitive din substanța albă și apariția nervilor spinali micști, la fel ca la celelalte vertebrate.

REȚINETI! Sistemul nervos al peștilor se caracterizează prin mezencefal mare, hipotalamus cu structură mai complexă și cerebelul, de cele mai multe ori, foarte dezvoltat. Mezencefalul reprezintă zona de integrare superioară, coordonând activitatea comportamentală instinctuală.

● Comparați măduva spinării de la ciclostomi și pești! Prezentați noile structuri apărute în sistemul nervos al peștilor!

Sistemul nervos al amfibienilor este mai evoluat decât cel al peștilor.

● Introduceți broasca într-un borcan în care se află un tampon de vată, umezit cu cloroform sau eter etilic. După anestezie, faceți o incizie pe linia medio-dorsală a capului. Perpendicular, se mai face o tăietură pe o linie situată înapoia timpanelor. După ce ați secționat în formă de T, desprindeți tegumentul de schelet și pliați pe laturi. Decupați cu un foarfece bolta cutiei craniene. Prin deschiderea făcută va ieși la iveală creierul. Pe fața dorsală observați cele cinci vezicule encefalice mai voluminoase decât la pești și dispuse tot în același plan (fig. 28).

Telencefalul este format din două emisfere cerebrale alungite și separate prin șanțul interemisferic. La baza lor se află corpii striati, voluminoși, iar anterior, bulbii olfactivi. Pentru prima dată în evoluția vertebratelor apare tendința de migrare a neuronilor către periferia emisferelor cerebrale, sugerând un început de formare a „scoarței”. Corpii striati asigură coordonarea fină și precisă a locomotiei pe uscat și în apă. Telencefalul este conectat prin fibre nervoase cu talamusul, hipotalamusul și mezencefalul.

Diencefalul prezintă epifiza dorsal și talamusul care conține nucleii, ce primesc exclusiv fibre optice și, pentru prima dată în seria animală, fibrele care pornesc de la ei ajung la emisfere. Hipotalamusul îndeplinește rol coordonator al funcțiilor vegetative.

Mezencefalul constituie un centru foarte important pentru recepționarea excitațiilor vizuale, auditive și statice, cât și pentru elaborarea unor impulsuri motorii, transmise la bulb și măduvă.

Metencefalul prezintă, în general, aceleași caracteristici ca la pești, dar este mai redus, ca urmare a mișcărilor mai simple efectuate de aceste animale.

Mielencefalul este asemănător cu cel de la pești, în plus se dezvoltă nucleul nervului acustic, care primește informații auditive, și nucleii vestibulari cu rol de echilibru, ca urmare a reducerii liniei laterale.

Nervii cranieni sunt în număr de 10 perechi.

● Efectuați o secțiune sub bulb.
Ce constatați?

Măduva spinării are formă cilindrică, ocupând tot canalul vertebral la formele inferioare. La amfibienii superiori măduva este scurtă și se termină printr-o „coadă de cal”, rezultată din asocierea nervilor spinali din regiunea codală. Dezvoltarea membrilor cu funcții motorii mai complexe a determinat apariția unor centri nervoși mai dezvoltati în regiunile cervicală și toraco-sacrală. Nervii spinali sunt asemănători ca dispoziție metamerică și structură cu cei de la pești, reptile, păsări și mamifere.

● Comparați encefalul amfibienilor cu encefalul peștilor, analizând preparatele în lichid și mulajele din colecția școlii. Precizați asemănările și deosebirile!

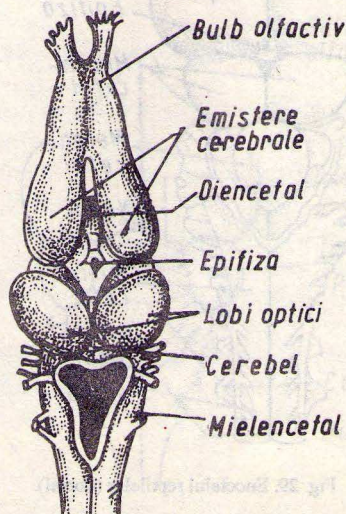


Fig. 28. Encefalul la amfibieni (dorsal).

REȚINETE! Sistemul nervos al amfibienilor anunță dezvoltarea creierului vertebratelor terestre dar, pe de altă parte, existența nervilor liniei laterale, apărută în timpul dezvoltării larvare, precum și prezența ei la unele forme inferioare, (urodele), amintește sistemul nervos al vertebratelor acvatice inferioare.



● Studiați encefalul reptilelor din preparatele în lichid și din mulajele aflate în colecția școlii!

Telencefalul are o mare dezvoltare, acoperind parțial *diencefalul*. La majoritatea reptilelor, cele două emisfere se prelungesc la partea anterioară cu bulbii olfactivi. Pentru prima dată în seria vertebratelor apare scoarța cerebrală cu două straturi de neuroni: stratul superficial, cu rol senzitiv și stratul piramidal (profund), cu rol motor. Corpii striați sunt bine dezvoltați, îndeplinind atât funcții senzitive (de a recepționa excitațiile) cât și motorii (de transmitere a comenzilor la efectori). Conexiunile telencefalului cu etajele inferioare sunt mai complexe decât la pești și amfibieni.

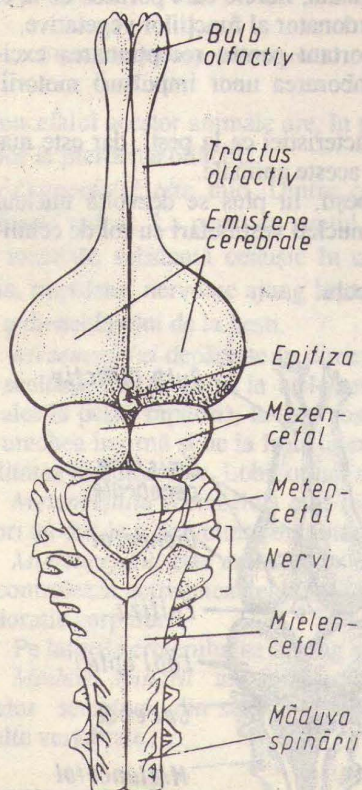


Fig. 29. Encefalul reptilelor (dorsal).

Diencefalul demonstrează o evoluție progresivă. El este acoperit dorsal, în cea mai mare parte, de emisferele cerebrale. Conține epitiza* și talamusul. Acesta este mai dezvoltat decât la pești și amfibieni, și servește drept stație intermediară pentru fibrele nervoase ascendente prin care se transmit impulsurile spre telencefal. Hipotalamusul se dezvoltă foarte mult.

Mezencefalul este bine dezvoltat. El se caracterizează prin conturarea mai precisă a tuberculilor bigemeni posteriori, stații ale căilor auditive, și a tuberculilor bigemeni anteriori care coordonează reflexele de orientare vizuală a capului. Pe scară evolutivă, mezencefalul reptilelor se plasează pe o treaptă superioară și prin apariția, pentru prima dată a nucleului roșu, formațiune de substanță cenușie care controlează tonusul muscular, diminuându-l.

Lobii optici, voluminoși, au aceleași funcții ca și la amfibieni.

* Epitiza îndeplinește funcție senzorială, legată de recepționarea semnalelor luminoase.

Metencefalul, în general redus (cu excepția crocodililor și chelonienilor), prezintă trei lobi, existenți și la păsări și mamifere. În structura sa apar, pentru prima oară, *nucleii intracerebeloși* cu rol în controlul echilibrului, tonusului muscular și al coordonării mișcărilor.

Meiencefalul nu prezintă deosebiri esențiale față de amfibieni.

Începând cu reptilele, nervii craniei sunt în număr de 12 perechi.

Măduva spinării, de formă cilindrică, este uniformă la șerpi, prezintă dilatări cervicale și lombare la șopârle și crocodili.

● Prezentați structurile nervoase apărute pentru prima oară la reptile. Arătați cauza apariției acestora!

REȚINEȚI! Sistemul nervos al reptilelor prezintă o perfecționare și complicare care constă în apariția celor trei curburi ale encefalului, mărimea emisferelor cerebrale, apariția scoarței cerebrale și a nucleului roșu.

Encefalul păsărilor, după cum observați în figura 30, este mult mai dezvoltat decât al reptilelor, atât în ceea ce privește volumul, cât și în complexitatea structurală și funcțională. Această dezvoltare se datorește mișcărilor variate ale păsărilor, determinate de mediul în care trăiesc.

Telencefalul este foarte voluminos, datorită unei adevărate hipertrofii a corpiilor striati care, alături de talamusul optic, reprezintă cei mai evoluți centri de legătură și de coordonare. Comportamentul instinctiv (construirea cuibului, clocitul) și întreaga motricitate sunt coordonate de acest complex „talamo-striat”. Emisferele sunt bine dezvoltate, de formă triunghiulară, au bulbi olfactivi foarte reduși, deoarece aceste animale au, în general, simțul mirosului slab. Scoarța cerebrală este încă puțin dezvoltată.

Diencefalul este acoperit parțial (în partea dorsală), de emisferele cerebrale. Epifiza este voluminoasă, având rol de glandă cu secreție internă, talamusul și hipotalamusul dobândesc o mare dezvoltare, conținând numeroși nuclei de substanță cenușie, al căror rol devine și mai complex.

Meiencefalul prezintă doi lobi optici bine dezvoltați, deplasați lateral. Ei sunt în legătură cu rolul important al simțului vizual la aceste animale. Sub lobi optici se găsesc *nucleii spiriformi*, particulari păsărilor, cu rol în coordonarea mișcărilor oculare și somatice, în general. Nucleul roșu este mai bine dezvoltat decât la reptile, intervenind în reglarea tonusului musculaturii membrilor.

Metencefalul este foarte dezvoltat, în legătură cu adaptarea păsărilor la zbor. Cerebelul prezintă o porțiune centrală, brăzdată de șanțuri transversale – vermisul – și două formațiuni conice laterale. La păsări se conturează pedunculii cerebeloși superiori, prin care se face legătura cu meiencefalul. Cerebelul păsărilor reglează menținerea tonusului muscular, coordonând mișcărilor complexe.

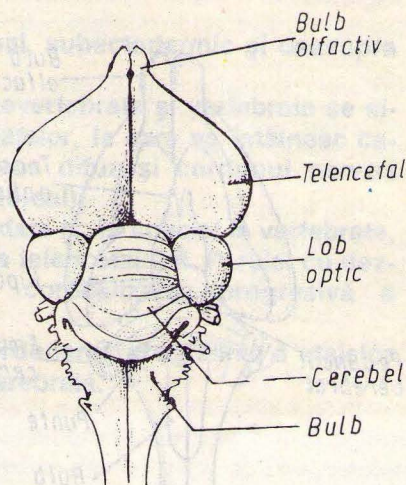


Fig. 30. Encefalul de la porumbel (dorsal).

Rolul cerebelului se poate demonstra prin leziuni experimentale aplicate unui porumbel. Extirparea unilaterală a acestui organ nervos duce la dispariția tonusului muscular și la mișcări necontrolate. După câteva săptămâni, animalul își redobândește capacitatea funcțională normală.

Mielencefalul este parțial acoperit de cerebel. Două mase de substanță cenușie numite *olive bulbare* sunt dezvoltate, în legătură cu adaptarea păsărilor la zbor. La păsările acvatice apar olivele secundare care reglează mișcările de înot.

Măduva spinării se distinge prin alungirea regiunii cervicale și existența umflăturilor din regiunea brahială și lombară.

- Prezentați caracterele comune ale sistemului nervos la reptile și păsări!

REȚINEȚI! Encefalul păsărilor se caracterizează prin creșterea remarcabilă a creierului mare, a lobilor optici și cerebelului, în care se dezvoltă structuri asociate simțului văzului, stato-acustic și locomoției. Dezvoltarea inegală a celor cinci vezicule determină curbura axului cerebral, mai pronunțată ca la reptile.

La **mamifere** (fig. 31), mediul de viață foarte variat (terestru, acvatic, subteran) și comportamentul complex al acestora au determinat o complicare anatomo-fiziologică a encefalului.

Telencefalul, partea cea mai voluminoasă și mai importantă din punct de vedere funcțional, este reprezentat prin emisferele cerebrale și corpii striați. Emisferele, separate prin scizura interemisferică, acoperă dorsal și lateral cea mai mare parte din restul creierului. La mamiferele inferioare (monotreme, marsupiale, mamifere insectivore) suprafața lor este netedă sau puțin ondulată. La carnivore și primat, emisferele prezintă circumvoluțiuni cerebrale. Emisferele cerebrale ating maximum de dezvoltare, iar scoarța cerebrală are o structură complexă, fiind formată din mai multe straturi de celule nervoase. În scoarța cerebrală au fost evidențiate trei categorii de zone: senzitive, motorii și de asociație. Zonele senzitive primesc informații senzoriale: vizuale, auditive,

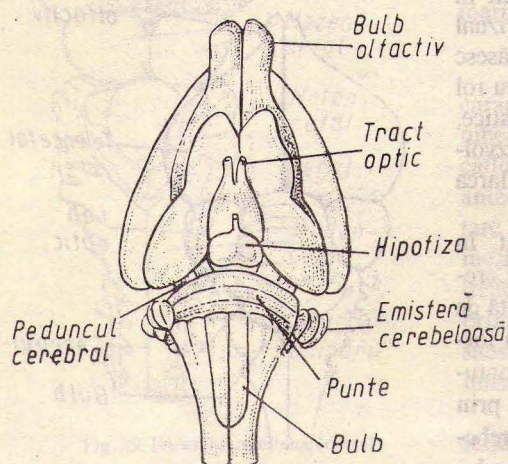


Fig. 31. Encefalul la șobolan (ventral).

gustative, termice, dureroase etc. Zonele motorii sunt acelea de la care pornesc comenzi spre organele efectoare (mușchi, glande). La mamiferele inferioare, din aceste zone motorii se declanșează comenzi ale mișcărilor grosolane și, într-o mică măsură, a mișcărilor fine. Pe măsura evoluției mamiferelor (la primat și om) se realizează un control motor cortical tot mai accentuat. Din zonele motorii pornesc fibre nervoase care alcătuiesc calea motorie voluntară (calea piramidală) – nouă la mamifere. Calea motorie involuntară (calea extrapiramidală), mai veche, este prezentă și la celelalte vertebrate. Zonele de asociație asigură formele cele mai evoluate de activitate comportamentală, psihică de

tipul învățării și, în cele din urmă, al gândirii umane. Corpii striati sunt bine dezvoltati și îndeplinesc multiple funcții: reglarea tonusului mușchilor flexori și extensori, menținerea echilibrului în locomoție și în mișcările de mare finețe și precizie.

Diencefalul se află inclus în interiorul telencefalului, între corpii striati. Talamusul conține numeroși nuclei senzoriali de ultimă stație care furnizează cortexului cerebral diferite informații senzoriale (vizuale, auditive, termice etc.). Datorită relațiilor complexe dintre nucleii talamusului se pot realiza acte superioare comportamentale, cum sunt cele legate de căutarea hranei și a jocurilor. De asemenea, hipotalamusul conține nuclei cu funcții vegetative, dintre care nucleul mamilar este nou pentru mamifere. Rolul fiziologic al hipotalamusului este complex. El reglează temperatura corporală a păsărilor și mamiferelor, consumul de apă și hrană, somnul și veghea, respirația, circulația etc. Funcția coordonatoare a hipotalamusului se află sub influența scoarței cerebrale.

Mezencefalul, spre deosebire de cel al celorlalte vertebrate, prezintă pedunculii cerebrali, *tuberculi bigemeni anteriori* care recepționează mesaje vizuale de orientare spre sursele de lumină și *tuberculi bigemeni posteriori* – caracteristici mamiferelor – care recepționează mesaje auditive de orientare spre sursele sonore. Pe lângă nucleii roșii, mezencefalul mai conține și *substanța neagră*, apărută pentru prima oară la mamifere. Cele două formațiuni participă la coordonarea mișcărilor de abilitate a membrelor.

Metencefalul, la mamifere, atinge o dezvoltare foarte mare. Cerebelul prezintă emisferile cerebeloase, cu rol stimulator asupra tonusului muscular.

Mielencefalul suferă cele mai puține modificări față de celelalte grupe. Acesta controlează activitatea unor organe care realizează funcții importante, cum sunt: salivă, deglutiția, circulația, respirația, tonusul muscular, echilibrul, locomoția etc.

Măduva spinării este asemănătoare celei de la om.



TEME

– Urmăriți figura 32 care reprezintă secțiunea sagitală în encefalul vertebratelor. Notați pe caiete tipul de encefal (1–5) și denumirea veziculelor componente.

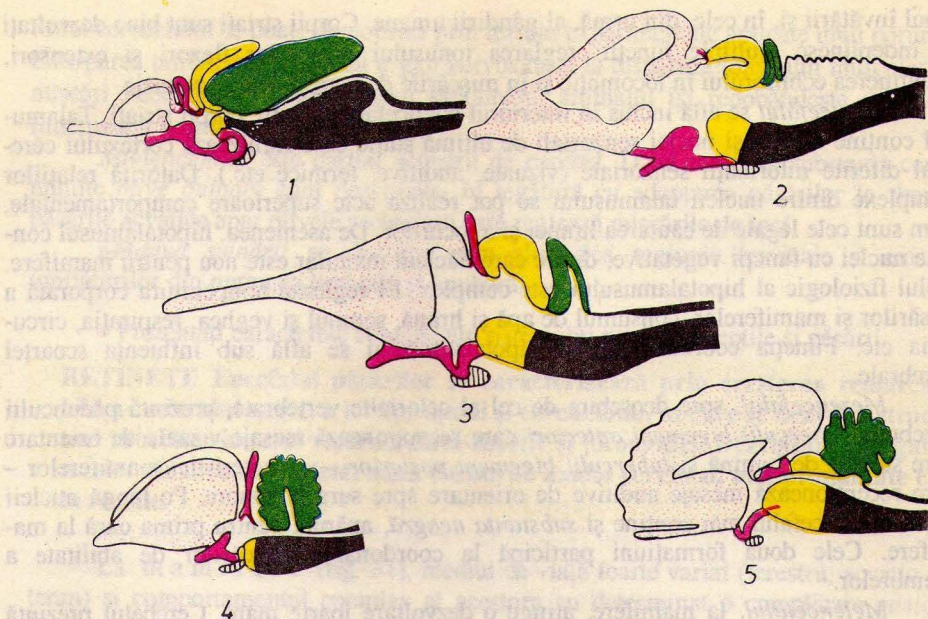


Fig. 32. Encefalul de la vertebrate (secțiune sagitală):

1...; 2...; 3...; 4...; 5...

- ~~Prezența cerebelului este caracteristică la reptile.~~
- Copiați și completați tabelul următor cu formațiunile nervoase caracteristice (nou apărute) la pești, amfibieni, reptile, păsări și mamifere.

Grupa de animale	Formațiunile nervoase XXXXXXX nu aparute
Pești	
Amfibieni	
Reptile	
Păsări	
Mamifere	

Bazele fiziologice ale comportamentului animal

Știința care cercetează formele comportamentului caracteristic diferitelor specii de viețuitoare se numește **etologie**.

Cercetarea etologică a scos la iveală o diversitate impresionantă de comportamente, cum sunt: comportamentul alimentar, de apărare, comportamentul sexual, comportamentul social, locomoția, capacitatea de orientare și migrațiile, activitățile de construire a adăposturilor etc. În toate aceste exemple, fenomenul comportamental se distinge prin complexitate, exprimată prin întrepătrunderea a ceea ce este *înnăscut* (instinctiv) și ceea ce este *dobândit* (învățat) în cursul experienței individuale.

Întrucât unele dintre aceste comportamente vă sunt cunoscute din clasele anterioare, urmăriți cu atenție următoarele exemple:

- Comportamentul alimentar este primul care se manifestă în decursul existenței organismelor. La majoritatea animalelor vertebrate, noua ființă își caută hrana cu o precizie uimitoare, cu toate că nu are nici o experiență de viață. Aici, ponderea actelor instinctive depășește cu mult pe cea dobândită prin învățare. La unele mamifere și în special la om – puii care se nasc sunt niște ființe neajutorate care, dacă nu sunt hrăniți de părinți, mor de foame. În această situație, nou-născutul trebuie să „înceapă”.

- Comportamentul de apărare, ca și cel alimentar, este prezent la multe specii încă de la naștere. La unele insecte, reptile (șopărlă), comportamentul de apărare este foarte dezvoltat.

- Comportamentul sexual apare în decursul dezvoltării ontogenice mai târziu și dispare primul; la unele insecte este atât de efemer încât se manifestă numai o singură dată în viața acestora. La o mare parte din animale, viața sexuală este periodică: femela primește masculul numai în anumite perioade ale anului, de împerechere sexuală, „nupțiale” sau de „rut”

- Comportamentul social asigură organizarea „socială” în familii, colonii, stoluri, cârduri etc. a multor specii de animale (albine, pinguini, elefanți, delfini, maimuțe etc.). Esențial în acest tip de comportament este funcționarea unui sistem de comunicare între indivizi, care să poată sincroniza reacțiile acestora.

Capacitățile de învățare diferă în cadrul diferitelor grupe. La nevertebrate, cele mai mari posibilități în acest sens le au cefalopodele și insectele, iar la vertebrate, mamiferele – și, în cadrul acestora, desigur omul.

Pentru toate formele de comportament, mecanismele de producere și menținere ale acestora sunt controlate de către sistemul nervos și glandele endocrine. Astfel, la greieri și lăcuste, controlul emisiunii sonore este exclusiv nervos, având unii centri în creier și alții în ganglionii toracici. De asemenea, cefalopodele au în creierul lor o structură bine dezvoltată care îndeplinește rol similar.

La vertebratele inferioare (pești, amfibieni și reptile), care au emisferele cerebrale slab dezvoltate, forma superioară de integrare nervoasă se realizează la nivelul diencefalului.

La vertebratele superioare și la om, diferitele comportamente depind de segmente nervoase foarte evolute și interconectate, cum sunt hipotalamusul, neocortexul etc.

Procese nervoase care stau la baza organizării comportamentelor, a psihicului, constituie activitatea nervoasă superioară.

Omul – prin prezența celui de-al doilea sistem de semnalizare – limbajul uman – realizează comportamente de mare superioritate față de animale. Ceea ce caracterizează comportamentul uman este reducerea rolului componentei innăscute și creșterea celei dobândite. Omul este acela care poate și trebuie să-și frâneze și corecteze instinctele prin acte de voință, printr-o gândire rațională.

TEME

- Dați exemple de modalități de comunicare ale diferitelor specii. Comparați-le cu mijlocul de comunicare dintre oameni.

- Dați exemple de comportamente, precizând componenta instinctuală și pe cea învățată.

1.2. ORGANELE DE SIMȚ ÎN SERIA ANIMALĂ

Organismele animale recepționează din mediul extern și intern stimuli (semnale) mecanici, chimici, termici, acustici, vizuali etc. Stimulii sunt percepuți la nivelul receptorilor și transmiși la centrii nervoși, unde au loc analiza, sinteza, compararea și asocierea, deci integrarea lor. Pentru cele mai multe organisme, rezultatul integrării este formarea senzațiilor caracteristice sau elaborarea unor răspunsuri care sunt transmise pe căi nervoase, în special sistemului muscular și glandular.

În funcție de natura excitanților, se disting mai multe tipuri de sensibilități: chemorecepția, mecanorecepția și fotorecepția.

CHEMORECEPȚIA

Chemorecepția (sensibilitatea chimică) se realizează sub mai multe forme: sensibilitatea chimică generală, gustativă și olfactivă.

Chemorecepția la nevertebrate

La **protozoare**, întreaga citoplasmă posedă sensibilitate față de substanțele chimice din mediu, animalele efectuând mișcări de apropiere sau depărtare față de excitant.

● Pe o lamă de sticlă puneți o picătură din cultura de parameci, la marginea căreia așezați un cristal de clorură de sodiu. Observați că, pe măsură ce sarea se dizolvă și soluția devine tot mai concentrată, paramecii se depărtează. Ce concluzie se desprinde din această experiență?

La **celenterate**, celulele chemoreceptoare, reprezentate prin celule senzitive ectodermice, sunt răspândite pe tot corpul, dar mai concentrate pe tentacule.

● Urmăriți cu lupa sau la microscop o hidră pusă pe o sticlă de ceas, în care se toarnă o soluție diluată de acid acetic. Ce constatați?

Ca urmare a diversificării mediului de viață, viermii prezintă o diferențiere mai mare a chemoreceptorilor: la **platelminți** sunt celulele epidermice cu cili sau flageli, la **nematelminți**, celule senzitive ciliate cu rol olfactiv și gustativ, iar la **anelide**, gropițe cuticulare cu rol chimic-olfactiv.

La **moluște** apare specializarea în chemoreceptori de contact sau gust și de distanță sau olfactivi. Aceștia se prezintă sub formă de celule senzoriale ciliate și celule glandulare, grupate în gropițe olfactive. Prin acești receptori localizați pe tentacule, buze, brațe bucale, branhiile sau în cavitatea paleală, moluștele reacționează la natura și concentrația substanțelor chimice.

La **artropode**, chemoreceptorii sunt și mai mult diferențiați, variind ca structură la diferitele grupe: la păianjeni există fante ale epiteliului în care pătrund prelungiri ale celulelor senzoriale, la crustacei – peri senzoriali situați pe corp și apendice sau tuburi

olfactive pe antene, iar la insecte – organe olfactive situate pe antene și apendice (fig. 33).

Multe nevertebrate terestre și, în special, insectele (albinele, furnicile, fluturii) au capacitatea de a recepționa informațiile de tip gustativ, prezentând o importanță deosebită în comportamentul alimentar. Tot la insecte, simțul mirosului este foarte bine dezvoltat, informațiile olfactive având importanță mai mare (alimentară, sexuală, de recunoaștere a indivizilor etc.). La fluturi și albine, unul din mijloacele de comunicare între indivizi este acela al emiterii unor substanțe numite *feromoni*, a căror prezență este recepționată pe cale olfactivă.

Sensibilitatea chemoreceptivă de natură olfactivă este întâlnită și la *echinoderme*, dar mult mai redusă decât cea de la insecte.

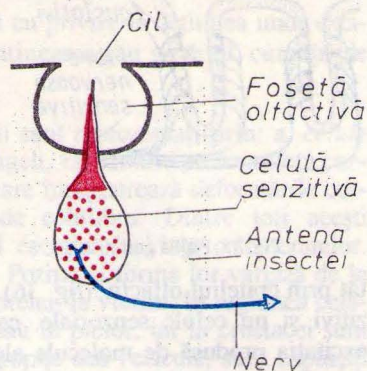


Fig. 33. Organul olfactiv la insecte.

- Explicați care este cauza slabei sensibilități chemoreceptive de la echinoderme!

RETINEȚI! La nevertebrate, cu excepția insectelor, nu se poate face o distincție netă între formațiunile care realizează sensibilitățile olfactivă și gustativă. La insecte există formațiuni specializate anatomic și funcțional.

Chemorecepția la vertebrate

Sensibilitatea gustativă. Gustul este unul din simțurile cele mai primitive, fiind prezent la toate vertebratele. Structurile caracteristice sunt mugurii gustativi (fig. 34), care recepționează substanțele sapide (cu gust), dizolvate în apă sau salivă.

La vertebratele inferioare (ciclostomi, pești) mugurii gustativi sunt localizați pe suprafețe mai mari, fiind prezenți în cavitatea bucală, pe buze și mustăți. în faringe și esofag și chiar pe toată suprafața corpului.

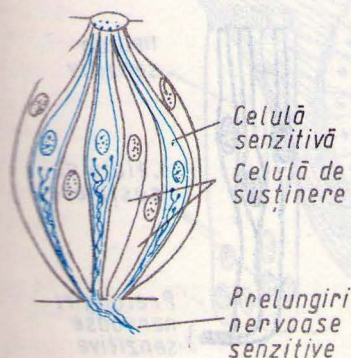


Fig. 34. Mugure gustativ.

Ca urmare a adaptării la mediul terestru și a unui mod de nutriție mai variat, receptorii gustativi ai *amfibienilor* sunt localizați pe limbă, în cavitatea bucală și faringe; la anure, aceștia se află și în tegument.

Reptilele au o sensibilitate gustativă slabă, receptorii unor specii fiind localizați pe limbă și plafonul bucal. Șerpii nu au receptori gustativi. Motivați lipsa acestora!

La păsări receptorii gustativi sunt situați exclusiv în cavitatea bucală și pe limbă, iar simțul gustului este mai redus ca la mamifere.

Chemoreceptorii gustativi ai *mamiferelor* sunt localizați exclusiv în cavitatea bucală.

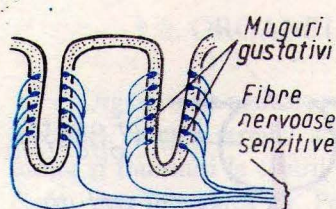


Fig. 35. Papilă gustativă.

îndeosebi pe limbă. Mugurii lor gustativi sunt asociați în agregate proeminente – papile gustative – la care vin fibre ale unor nervi cranieni.

● Observați structura unei papile gustative, reprezentată schematic în figura 35.

Sensibilitatea olfactivă. Prezent la toate vertebratele, organul olfactiv are o structură relativ asemănătoare. Receptorul, reprezentat prin epiteliul olfactiv (fig. 36) care căpтуșește cavitățile nazale, conține neuroni senzitivi și nu celule senzoriale, ca la celelalte organe de simț. Aceștia recepționează excitația produsă de molecule ale substanțelor volatile vehiculate prin aer sau apă, o transformă în influx nervos și o transmit sistemului nervos central, pe calea nervului olfactiv.

Alături de simțul gustului, organul olfactiv are rol în aprecierea calității alimentelor, depistând substanțele mirositoare și eventual nocive.

Ciclostomii au o singură fosă nazală care comunică cu exteriorul printr-o singură nărină, iar la pești și tetrapode există două fose nazale ce se deschid la exterior prin două nări. La pești, acuitatea simțului olfactiv este foarte variată: cu miros slab (știuca și crapul) și cu miros puternic și foarte puternic (somnul, anghila).

La **amfibieni**, mucoasa care căpтуșește cavitatea nazală conține celule nervoase care percep substanțele mirositoare.

Comparativ cu amfibienii, mucoasa olfactivă a **reptilelor** este mai dezvoltată, deci și simțul lor olfactiv. Așa de exemplu, șerpii găsesc cuiburile de ouă ale păsărilor după miros.

În general, la **păsări**, simțul mirosului are un rol secundar. La răpitoarele de zi și la unele păsări terestre, mirosul este bine dezvoltat, dar la cele care se hrănesc cu semințe (granivore) este foarte redus. Fosele nazale încep cu nările, dispuse pe cioc și se termină cu coanele, orificii situate pe plafonul bucal. Epiteliul olfactiv este redus.

Sensibilitatea olfactivă a **mamiferelor** este diferită: unele, – cum sunt mamiferele de pradă sau căprioarele, au simțul mirosului extrem de dezvoltat; focile, cetaceele și primatele au simțul olfactiv redus. Cavitatea nazală a unor mamifere este complet separată de cea bucală. Ea comunică cu exteriorul prin nări, iar cu cavitatea bucală, prin coane. De asemenea, fosele nazale prezintă numeroase cute care determină creșterea suprafeței epiteliului olfactiv. Propagarea influxului nervos de la nivelul mucoasei olfactive se face prin nervul olfactiv, format din axonii neuronilor din mucoasa olfactivă. Aceștia conduc informațiile la bulbii olfactivi, lobii olfactivi și emisferele cerebrale, unde se transformă în senzații de miros.

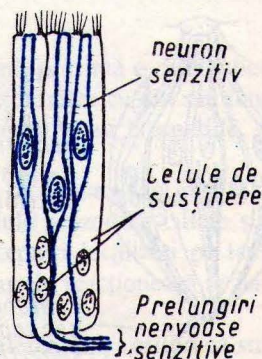


Fig. 36. Epiteliul olfactiv.

MECANORECEPȚIA

Prin mecanorecepție se înregistrează informații cu privire la acțiunea unor excitanți, ca: forța gravitațională, variațiile de presiune, atingerea sau pipăitul, curenții de apă sau de aer, vibrațiile sonore etc.

– La **n evertebrate**, mecanoreceptorii sunt reprezentați prin: **a. celule senzoriale**, cu rol tactil, care prezintă peri, cili sau flageli, răspândite pe suprafața corpului sau numai în anumite zone; **b. proprioceptori** care înregistrează deformările corpului din timpul mișcării; **c. statociști**, organe de echilibru. Dintre toți acești mecanoreceptori, statociștii (fig. 37) îndeplinesc rol esențial în viața celenteratelor, viermilor, moluștelor, crustaceilor și echinodermelor. Poziția și forma lor variază de la grup la grup: la meduze sunt așezați pe marginea umbrelei, la viermi, în regiunea cefalică, la moluște, în preajma ganglionilor cerebroizi sau în picior, iar la crustacei sunt situați la baza antenelor. Statociștii, de forma unor gropițe sau vezicule, sunt căptușiți cu un epiteliu ciliat, având înăuntru una sau câteva grăuncioare solide de carbonat de calciu (*statolite*), care plutesc într-o masă gelatinoasă. Statociștii sunt organe de echilibru, asigurând poziția normală și orientarea animalului prin recepționarea schimbărilor poziției corpului.

La **moluște și crustacei**, statociștii sunt formați din vezicule cu pereți ce pot recepționa nu numai schimbările de poziție ale corpului, ci și vibrațiile mediului și se numesc *otociști*, iar grăuncioarele, *otolite* (fig. 38). Otocistul este primul receptor auditiv în seria animală.

Insectele au organe de percepere sonoră, reprezentate prin organe timpanale și peri senzoriali. În structura organului timpanal intră membrane capabile să oscileze la vibrațiile sonore. Ele se întâlnesc la insectele cântătoare (greieri, lăcuste etc.). Astfel, greierii recepționează sunete de 300–800 Hz, iar lăcustele până la 9 000 Hz. La insecte, organele de auz posedă, pe lângă organul timpanal, și unele dilatări traheale care servesc ca rezonatori, amplificând sunetul și asigurând excitarea organelor receptoare. Fluturii de noapte recepționează ultrasunetele emise de lilieci, dușmanii lor principali.

– La **vertebrate** mecanoreceptorii sunt diferențiați în funcție de tipul de sensibilitate: stato-acustică, motorie (proprioceptivă), tactilă și seismoreceptorie.

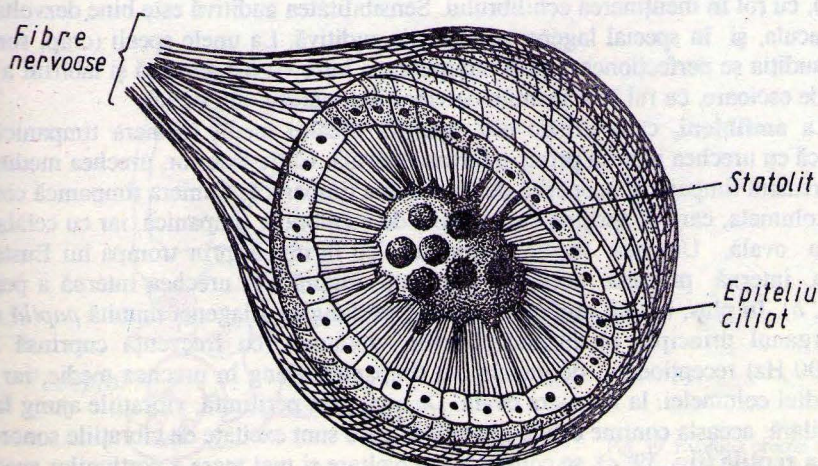


Fig. 37. Statocist.

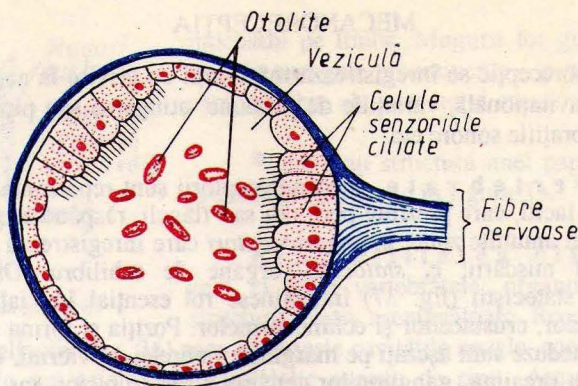


Fig. 38. Otocist.

Sensibilitatea stato-acustică. Receptorii statici (ai echilibrului) au rol în perceperea variațiilor de poziție și mișcare a corpului, iar cei acustici, în perceperea sunetelor. Acești receptori sunt situați în labirintul membranos al urechii interne.

- Reamintiți-vă din clasa a VIII-a structura urechii interne!
- Care sunt cele două lichide ale urechii interne și ce rol au?

La toate vertebratele, labirintul membranos prezintă două vezicule: utricula și sacula, care comunică între ele. Utricula cu cele trei canale semicirculare conține celule senzoriale care recepționează excitații pentru simțul static. Sacula dă naștere la o formațiune, lagena, din care se va dezvolta melcul vertebratelor superioare. În general, în saculă există receptori sensibili la modificările de poziție și mișcare ale capului sau corpului, iar în lagenă, receptorii pentru perceperea vibrațiilor sonore.

La **pești** există numai ureche internă, constituită dintr-un sac membranos care cuprinde utricula ce poartă trei canale semicirculare, sacula și lagena (fig. 39, a). Cavitățile labirintului membranos conține endolimfa, cu mici concrețiuni calcaroase (otolite), cu rol în menținerea echilibrului. Sensibilitatea auditivă este bine dezvoltată la pești; sacula, și în special lagena, au funcție auditivă. La unele specii (crap, somn și altele) audia se perfecționează prin interpunerea între vezica gazoasă și labirint a unui sistem de oscioare, cu rol în transmiterea vibrațiilor aerului din vezică.

La **amfibieni**, caracteristic este apariția urechii medii (camera timpanică) ce comunică cu urechea internă printr-o fereastră ovală. Către exterior, urechea medie prezintă fereastra timpanică, acoperită de membrana timpanică. Camera timpanică conține un os, columela, care se sprijină cu un capăt de membrana timpanică, iar cu celălalt pe fereastra ovală. Urechea medie comunică cu faringele prin trompa lui Eustache. Urechea internă prezintă aceleași elemente întâlnite la urechea internă a peștilor (fig. 39, b). În plus, la unii amfibieni apare o prelungire a lagenei numită *papilă bazilară*, organul principal al auzului. Undele vibratorii (cu frecvența cuprinsă între 200–4000 Hz) recepționate de membrana timpanică ajung în urechea medie, iar prin intermediul columelei, la fereastra ovală. De aici, prin perilimfă, vibrațiile ajung la papila bazilară; aceasta conține celule senzoriale, care sunt excitate de vibrațiile sonore.

La **reptile** (fig. 39, c), se constată o dezvoltare și mai mare a porțiunilor specializate pentru sensibilitatea acustică. La unele reptile urechea medie este acoperită la

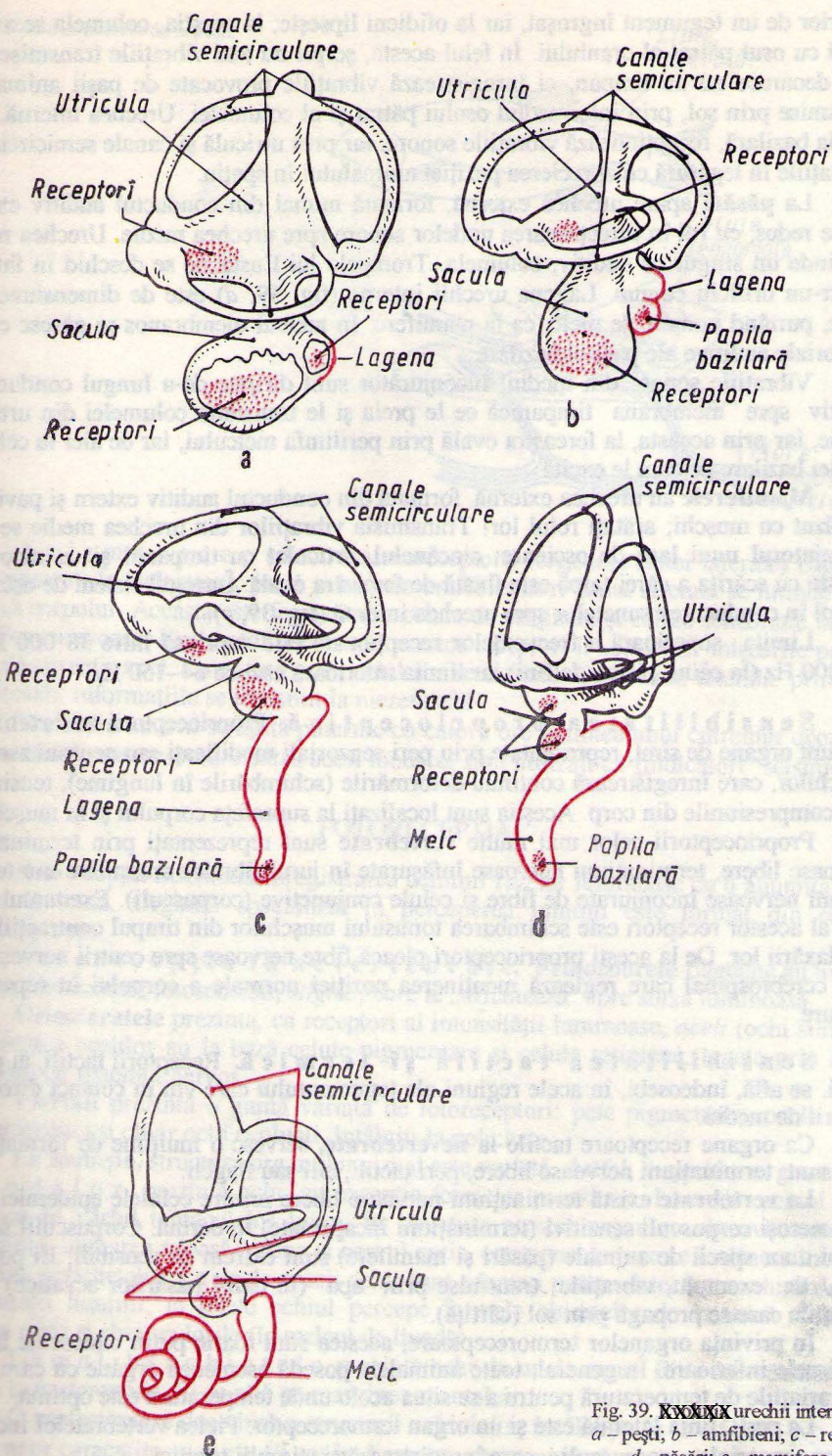


Fig. 39. ~~XXXXX~~ urechii interne la:
a - pești; b - amfibieni; c - reptile;
d - păsări; e - mamifere.

exterior de un tegument îngroșat, iar la ofidieni lipsește; la aceștia, columela se articulează cu osul pătrat al craniului. În felul acesta, șerpii nu aud vibrațiile transmise prin aer, deoarece nu au timpan, ci înregistrează vibrațiile provocate de pașii animalelor transmise prin sol, prin intermediul osului pătrat și al columelei. Urechea internă, prin papila bazilară, recepționează vibrațiile sonore, iar prin utriculă și canale semicirculare, excitațiile în legătură cu aprecierea poziției animalului în spațiu.

La păsări apare urechea externă, formată numai din conductul auditiv extern, foarte redus, cu rol în direcționarea undelor sonore spre urechea medie. Urechea medie cuprinde un singur os auditiv, columela. Trompele lui Eustache se deschid în faringe printr-un orificiu comun. Lagenă urechii interne (fig. 39, *d*) este de dimensiune mai mare, purtând numele de melc, ca la mamifere. În melcul membranos se găsesc celule senzoriale auditive ale papilei bazilare.

Vibrațiile sonore din mediul înconjurător sunt dirijate de-a lungul conductului auditiv spre membrana timpanică ce le preia și le transmite columelei din urechea medie, iar prin aceasta, la fereastra ovală prin perilimfa melcului, iar de aici la celulele papilei bazilare pe care le excită.

Mamiferele au urechea externă, formată din conductul auditiv extern și pavilion, prevăzut cu mușchi; arătați rolul lor! Transmisia vibrațiilor din urechea medie se face cu ajutorul unui lanț de oscioare: ciocânelul, articulat cu timpanul și cu nicovala, aceasta cu scărița a cărei talpă este fixată de fereastra ovală. Întregul sistem de oscioare are rol în conducerea sunetelor spre urechea internă (fig. 39, *e*).

Limita superioară a frecvențelor recepționate este cuprinsă între 38 000 Hz și 100 000 Hz (la câini, pisici, delfini) iar limita inferioară este de 64–150 Hz.

Sensibilitatea proprioceptivă. Proprioceptorii **nevertebrate**lor sunt organe de simț, reprezentate prin peri senzoriali modificate sau neuroni asociați mușchilor, care înregistrează continuu deformările (schimbările în lungime), tensiunile și decompresiunile din corp. Aceștia sunt localizați la suprafața corpului și în mușchi.

Proprioceptorii celor mai multe **vertebrate** sunt reprezentați prin terminațiuni nervoase libere, terminațiuni nervoase înfășurate în jurul fibrelor musculare sau terminațiuni nervoase înconjurate de fibre și celule conjunctive (corpusculi). Excitantul specific al acestor receptori este schimbarea tonusului mușchilor din timpul contracțiilor și al relaxării lor. De la acești proprioceptori pleacă fibre nervoase spre centrii nervoși din axul cerebrospinal care reglează menținerea poziției normale a corpului în repaus și mișcare.

Sensibilitatea tactilă și termică. Receptorii tactili, ai pipăitului, se află, îndeosebi, în acele regiuni ale tegumentului care vin în contact direct cu factorii de mediu.

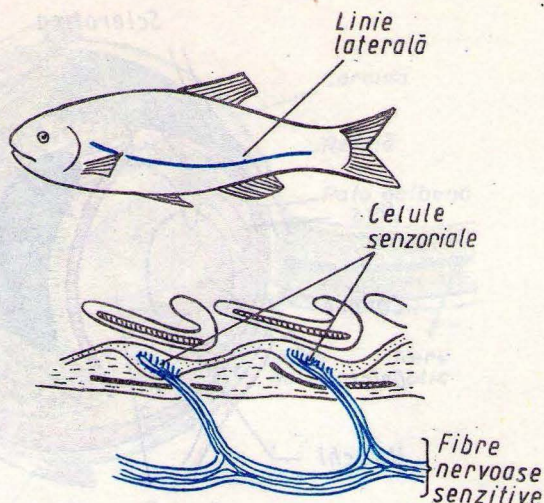
Ca organe receptoare tactile la **nevertebrate**, servesc o mulțime de formațiuni, cum sunt: terminațiuni nervoase libere, peri tactili, cili sau flageli.

La **vertebrate** există terminațiuni nervoase libere printre celulele epidemiei, dar și numeroși corpusculi senzitivi (terminațiuni încapsulate) în dermă. Corpusculii senzitivi ai unor specii de animale (păsări și mamifere) sunt extrem de sensibili. Ei pot detecta, de exemplu, vibrațiile transmise prin apă (în cazul păsărilor acvatică) sau vibrațiile care se propagă prin sol (cârțiță).

În privința organelor termoreceptoare, acestea sunt foarte puțin cunoscute la organismele inferioare. În general, toate animalele posedă asemenea organe cu care percep variațiile de temperatură pentru a se situa acolo unde temperatura este optimă.

La pești, linia laterală este și un organ termoreceptor. Pielea vertebratelor include organe senzoriale – corpusculi – care înregistrează și stimulii termici.

Fig. 40. Linia laterală de la pești.



Seismorecepția. Seismoreceptorii (organele liniei laterale) (fig. 40) sunt prezenți la ciclostomi, pești și larvele amfibienilor. Linia laterală se întinde de-a lungul corpului. Aceasta este formată din celule de susținere și celule senzoriale la care vin fibre nervoase. Excitantul adecvat al acestor receptori îl constituie mișcările provocate de curenții apei, care ating perii celulelor senzoriale. De la linia laterală, prin nervii laterali, informațiile se transmit la mezencefal.

Peștii din acvarii se agită puternic cu câteva ore înaintea unui cutremur deoarece au o sensibilitate crescută. Pentru acest motiv ei sunt utilizați ca „indicatori” seismici.

FOTORECEPȚIA

Fotorecepția înseamnă înregistrarea acțiunii razelor luminoase cu o anumită lungime de undă. Organul specializat în perceperea luminii este format din celule fotoreceptoare.

Fotorecepția la nevertebrate. Protozoarele flagelate au un organ citoplasmatic fotosensibil, *stigma*, care le „orientează” spre sursa luminoasă.

Celenteratele prezintă, ca receptori ai intensității luminoase, *oceli* (ochi simpli). Majoritatea ocelilor au la bază celule pigmentare și celule retiniene, legate prin fibre nervoase cu sistemul nervos.

Viermii prezintă o gamă variată de fotoreceptori: pete pigmentare, oceli, ochi subepidermici și chiar ochi evoluți, întâlniți la polichete.

La moluște, structura organului vizual este variată. Astfel, majoritatea gasteropodelor prezintă ochi, cu excepția formelor parazitare. La melc, ochiul este localizat în vârful tentaculelor lungi; în structura acestui organ se observă corneea, cristalinelul, umoarea apoasă, retina și nervul optic, componente care se întâlnesc încă de la ochiul polichetelor. La unele specii ochii sunt adaptați pentru detectarea schimbărilor intensității luminii; la altele ochiul percepe formele obiectelor de la mică distanță (câțiva mm) și chiar culorile (la melcul de livadă).

La melibranchiatele prezintă ochi, în unele cazuri fiind asemănători cu cei de la gasteropode. Ei se află pe marginea mantalei.

O perfecționare deosebită a structurii ochiului se întâlnește la cefalopode. Ochii unor caracatițe au circa 40 cm în diametru, reprezentând cele mai mari organe de

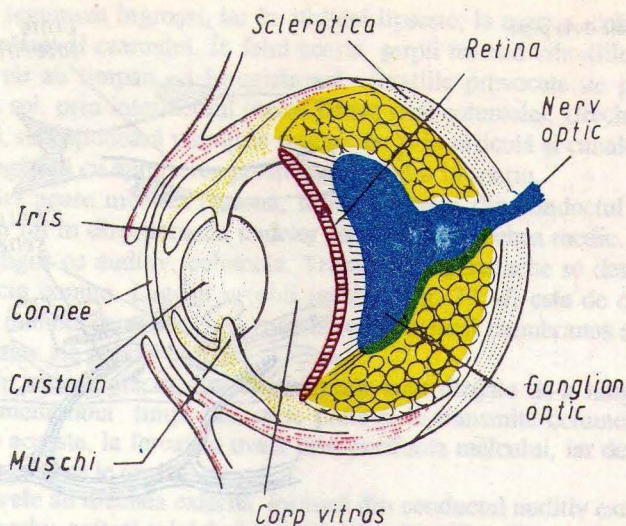


Fig. 41. Ochiul cefalopodelor.

văz în regnul animal. La caracatiță și la unele anelide, acomodarea pentru vederea apropiată se realizează prin contracția unor mușchi care îndepărtează cristalinul de retină (fig. 41). Experimental s-a demonstrat că ochiul cefalopodelor distinge și culorile.

Ochii crustaceilor și insectelor sunt ochi simpli și compuși care recepționează nu numai diferențele de intensitate luminoasă ci și forma și culoarea obiectelor.

• Studiați figura 42 și observați structura unui ochi compus! Acesta este format dintr-un număr foarte mare de fațete (*omatidii*).

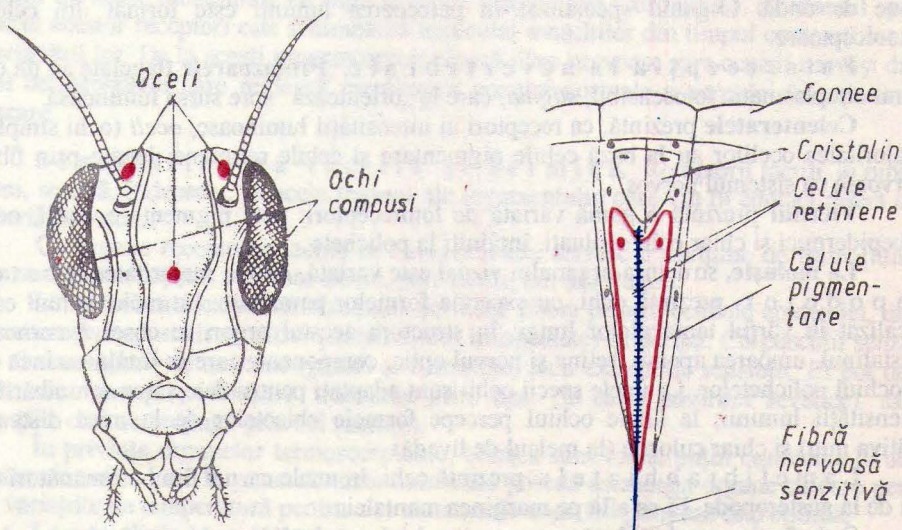


Fig. 42. Ochi de la insecte.

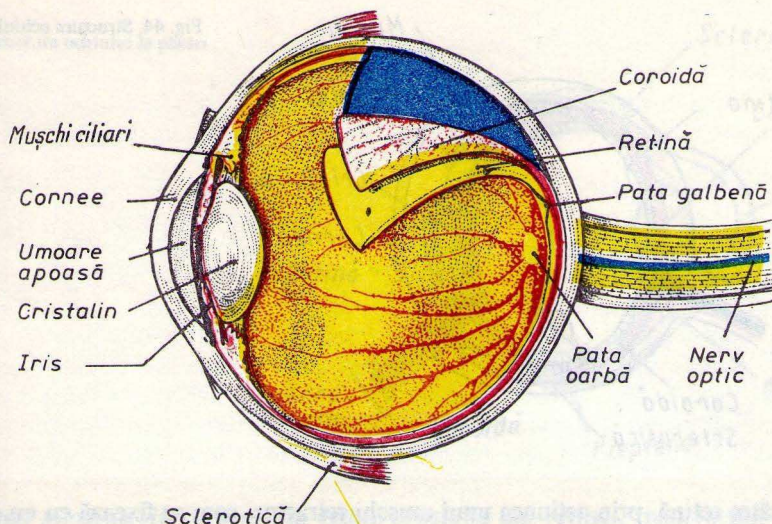


Fig. 43. Structura ochiului la mamifere.

Fiecare omatidie este un ochi complet, cu celule retiniene profunde (elemente sensibile) care se prelungesc prin fibre nervoase. Deasupra celulelor retiniene se află cristalinul (partea refringentă). Peste acesta se află corneea, împărțită în fațete hexagonale; fiecare fațetă se află în dreptul unei omatidii, de unde și denumirea de ochi fațetați.

Fotorecepția la vertebrate. La vertebrate, ochii pereche au o structură asemănătoare.

• Reamintiți-vă din clasa a VII-a, principalele părți componente ale globului ocular, analizând și figura 43!

• Observați anexele globului ocular pe ochiul unui mamifer și pe mulaj: pleoapele (cu rol de protecție) și mușchii globului ocular, cu rol în mișcările ochiului. După ce ați îndepărtat anexele, observați sclerotică, iar la cei doi poli, corneea și în partea opusă, nervul optic. Faceți o incizie în sclerotică, pe linie ecuatorială, până la corneea. Din camera anterioară se scurge umoarea apoasă. Examinați irisul și pupila. Desprindeți cristalinul și examinați-l. Așezați cristalinul pe un text. Ce constatați? Cu ce tip de lentilă se aseamănă? În globul ocular rămâne umoarea sticloasă, compactă, omogenă. După îndepărtarea acesteia, observați retina, care nu se desprinde de coroidă.

• Amintiți-vă rolul celulelor cu conuri și cu bastonașe din retină!

Există anumite particularități structurale și funcționale. Astfel, la formele libere de ciclostomi există ochi funcționali, iar la cei paraziți, ochii sunt rudimentari, insensibili la lumină.

La unii pești (rechini) ochii sunt protejați de două pleoape și o membrană nictitantă, transparentă, care se mișcă lateral, din colțul intern spre cel extern. Retina rechinilor este formată aproape exclusiv din bastonașe. Celulele cu conuri aproape că lipsesc, fapt pentru care rechinii nu posedă vedere cromatică.

La speciile diurne de pești osoși (fig. 44), celulele vizuale conțin conuri, vederea fiind cromatică, iar ochiul este adaptat pentru vederea obiectelor apropiate (1-2 m). Imaginea obiectelor îndepărtate (până la 15 m) se obține prin deplasarea cristalinului

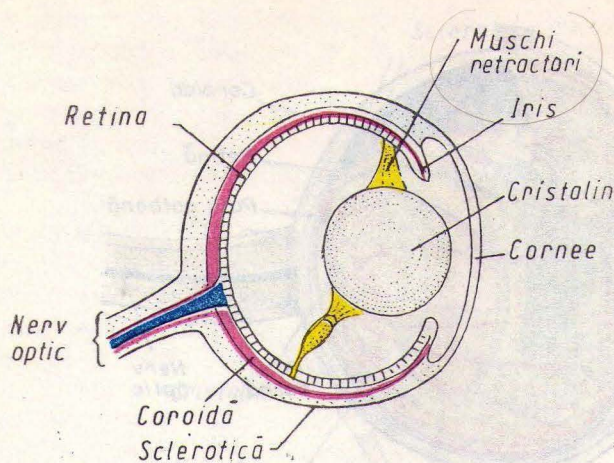


Fig. 44. Structura ochiului la pești.

înapoi, către retină, prin acțiunea unui mușchi retractor, care se fixează cu un capăt de cristalin sau corneea și cu celălalt de sclerotică; prin contracția lui, cristalinul se apropie de retină, iar prin relaxare se îndepărtează. Același mecanism se întâlnește și la ciclostomi. Unii pești abisali au ochii telescopici, adaptați la lumina redusă a mărilor adânci. Ochii peștilor osoși nu au pleoape.

Ochiul amfibienilor este asemănător cu cel de la peștii osoși. Amfibienii disting unele culori și obiectele care sunt în mișcare. Ochiul este protejat de două pleoape mobile și o membrană nictitantă cu rol de apărare în mediul terestru. Au și glande lacrimale.

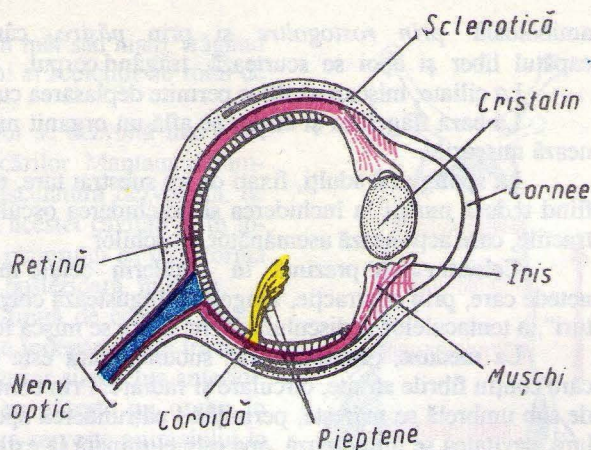
Ochiul reptilelor, superior organizat față de cel al amfibienilor, este adaptat pentru vederea diurnă, crepusculară sau nocturnă. Reptilele posedă o excelentă vedere cromatică, distingând în același timp și formele obiectelor. La reptile, ca și la păsări și mamifere, mecanismul de acomodare se perfecționează. Cristalinul își modifică curbura cu ajutorul mușchilor ciliari. La șarpele de casă, acest dispozitiv încă nu este perfecționat și acomodarea se face tot prin deplasarea cristalinului. Pleoapele sunt asemănătoare cu ale amfibienilor.

Simțul vizual la păsări este cel mai dezvoltat din întreaga serie a vertebratelor. Dispoziția ochilor este diferită; la păsările diurne ochii se află lateral sau latero-anterior pe craniu, iar la cele nocturne, anterior. Retina păsărilor diurne conține mai multe celule cu conuri (pentru vederea cromatică), iar cele nocturne au mai multe celule cu bastonașe (pentru vederea necromatică). Caracteristic ochiului păsărilor este „pieptănele” (fig. 45), o formațiune cu rol în nutriția coroidei și în acomodare. Ochii păsărilor sunt protejați de două pleoape, membrana nictitantă și glande lacrimale.

La mamifere, ochiul prezintă toate caracterele întâlnite la celelalte vertebrate, fiind foarte asemănător ochiului uman. Cele două pleoape sunt mobile și prevăzute cu gene. Există totuși și unele variații. Astfel, insectivorele, care trăiesc pe sub pământ, au ochii rudimentari, acoperiți parțial sau total de piele. Nervul optic, ca și glandele lacrimale, sunt reduse. La cetacee, glandele lacrimale lipsesc.

REȚINEȚI! Elementele care intră în structura ochiului de la vertebrate formează două sisteme: sistemul optic și sistemul fotosensibil. Sistemul optic cuprinde corneea transparentă, umoarea apoasă, cristalinul, umoarea sticloasă; acestea sunt medii transparente și refringente pe care lumina le străbate până la retină, unde se formează imaginea reală, mai mică și răsturnată a obiectului privit.

Fig. 45. Structura ochiului la păsări.



Sistemul fotosensibil, format din celule sensibile ale retinei, transformă excitantul luminos în influx nervos vizual care este condus pe calea nervilor optici până la segmentul central, unde se formează senzația vizuală.

Ciclostomii, peștii cartilaginoși, unii teleosteenii și unele păsări prezintă vedere monoculară, fiecare ochi are câmpul său vizual și, deci, obiectul nu poate fi privit simultan cu ambii ochi. La celelalte vertebrate, vederea este binoculară: câmpurile vizuale ale celor doi ochi se suprapun, cu toate că pe retină se formează două imagini ale aceluiași obiect privit. Văzul binocular asigură o vedere în spațiu (stereoscopică).

TEME

– Completați schema după următorul model:

Organul de simț	Excitantul adecvat	Grupa de animale

– Prezentați importanța organelor de simț.

1.3. LOCOMOȚIA ÎN SERIA ANIMALĂ

În funcție de mediul de viață, animalele folosesc mijloace de locomoție foarte variate.

Locomoția la nevertebrate

Dintre protozoare, flagelatele sunt prevăzute cu unul sau mai mulți flageli, care permit animalului să se deplaseze cu repeziciune în mediul acvatic.

Rizopodele și unele sporozoaare au ca organite de mișcare pseudopodele – expansiuni temporare ale citoplasmei. La amibe există două tipuri de mișcare

amiboidală: prin rostogolire și prin pășire, când pseudopodul se fixează cu capătul liber și apoi se scurtează, trăgând corpul.

La ciliate, mișcarea cililor permite deplasarea cu ușurință în mediul extern.

La baza flagelilor și cililor se află un organit numit *granul bazal* care le coordonează mișcările.

La spongierii adulți, fixați de un substrat tare, mișcarea este aproape inexistentă, fiind redusă numai la închiderea și deschiderea osculului cu ajutorul unor celule contractile, care acționează asemănător mușchilor.

Celenteratele prezintă în ectoderm celule mioepiteliale, cu fibrile contractile netede care, prin contracție, lungesc și îngustează corpul. Cu ajutorul acestei „musculaturi”, a tentaculelor și discului adeziv, hidra se mișcă foarte lent (câțiva cm/zi).

La meduze, „musculatura” subumbrelară este formată din celule mioepiteliale care conțin fibrile striate, circulare și radiare. Prin contracția fibrelor radiare, cavitatea de sub umbrelă se mărește, permițând pătrunderea apei, iar prin contracția celor circulare, cavitatea se micșorează, apa este eliminată la exterior și animalul este propulsat în sens opus. O astfel de deplasare întreruptă de mici pauze se numește mișcare sacadată. Alte celenterate, cum sunt actiniile care trăiesc pe fundul stâncos, nisipos sau mâlos, se deplasează fie prin alunecare, fie prin mișcări de rostogolire.

Platelmintii prezintă sub ectoderm o musculatură netedă bine dezvoltată. La deplasarea în mediul acvatic planariile se folosesc de mișcarea cililor. La platelmintii paraziți (trematode și cestode) există, de asemenea, mai multe pături musculare netede care, împreună cu tegumentul, formează teaca musculo-cutană ce asigură mobilitatea corpului în interiorul gazdei.

Spre deosebire de celelalte grupe de viermi, musculatura corpului la nematelmintii este reprezentată mai mult de pătura longitudinală.

La rotiferi și gastrotrichi musculatura permite mișcări de îndoire și destindere numai în plan dorso-ventral. De asemenea, la aceleași grupe, cili de pe suprafața corpului ajută la mișcarea în mediul acvatic.

La nematode, contracția musculaturii longitudinale produce numai mișcări de încolăcire.

Musulatura anelidelor conține fibre netede circulare, longitudinale și oblice, formând cu tegumentul teaca musculo-cutanee.

Polichetele, animale marine, înotă prin mișcări ondulatorii, iar în deplasarea pe un substrat, se ajută de parapode și de cheți. Mișcarea parapodelor se combină cu cea ondulatorie a corpului, produsă de contracția fibrelor longitudinale.

La oligochete, deplasarea pe pământ se face prin târâre. Râma, de exemplu, se sprijină pe pământ cu ajutorul cheților, iar corpul se subțiază, înaintând prin contracția mușchilor circulari; partea posterioară se apropie de cea anterioară prin contracția mușchilor longitudinali.

Hirudinele folosesc pentru deplasare mișcarea prin înot și târâre. Ele șerpuiesc vertical în apă, executând mișcări în sus și în jos, cu ajutorul mușchilor. Atunci când se târâsc, se ajută de cele două ventuze, efectuând mișcări asemănătoare hidrei.

Musulatura moluștelor este asemănătoare cu cea întâlnită la anelide. Din această musculatură face parte *piciorul*, un organ cu aspect de talpă la gasteropode, *lamă de topor* la lamelibranhiate și de *brațe și pâlnie* la cefalopode.

● Observați deplasarea unui melc pe un geam; constatați undele de contracție care se propagă de la partea posterioară spre cea anterioară a piciorului. Târârea este înlesnită și de mucusul secretat de glandele care se găsesc în picior (fig. 46). Cu

ajutorul piciorului scoicile sapă în măr sau nisip, trăgând după el întreg corpul. Alți mușchi ai scoicilor au rolul de a închide și deschide valvele.

Musculatura cefalopodelor se dezvoltă mai mult în legătură cu complexitatea mișcărilor. Mantaua delimitează cavitatea paleală și are musculatură dezvoltată, de mare importanță în funcționarea acestei cavități și în locomoție. Jumătatea anterioară a piciorului se transformă în pâlnie sau sifon, iar jumătatea posterioară, în brațe.

La sepie mantaua este lipită de corp în partea dorsală, iar în partea ventrală este îndepărtată de trunchi, formând un buzunar, închis posterior și deschis anterior. La deschiderea acestei cavități se găsește un organ în formă de pâlnie, numit sifon, care servește animalului la mișcare. Apa pătrunde în cavitatea paleală prin toată deschiderea ei și apoi, prin contracția bruscă a mușchilor, închide buzunarul, apăsându-i marginea pe corp. Apa este forțată să iasă cu presiune prin sifon, împingând animalul înapoi. Urmează o perioadă de repaus, timp în care apa pătrunde din nou în buzunar, din care cauză mișcările sepiei sunt sacadate. Sepia se deplasează prin mișcările celor două înotătoare de pe laturile corpului, precum și cu ajutorul brațelor.

Corpul arthropodelor este protejat de un exoschelet chitinos, sub care se inseră mușchii striati. Cei netezi sunt prezenți doar la nivelul unor organe interne. Mușchii striati ai arthropodelor nu mai formează o pătură continuă sub ectoderm – ca la viermi. Ei sunt bine individualizați, la nivelul segmentelor corpului, apendicilor toracici, pieselor bucale etc. Prin contracția lor se asigură o deosebită mobilitate a corpului.

– Pentru crustacei acvatici, locomoția tipică este înotul, iar pentru cei terestri, târâtul; la ambele grupe, diviziile se ajută de apendici și de abdomen. După cum știți din clasa a VI-a, racii se deplasează și înapoi, prin mișcările bruște ale abdomenului.

– Arahnidele se deplasează cu multă ușurință, folosindu-se de picioarele prevăzute cu gheare, adaptate mersului pe uscat.

– Datorită formei corpului miriapodele se deplasează prin mișcări serpentine, folosindu-se și de apendici inserați pe părțile laterale ale corpului segmentat.

– La insecte, și în special la cele zburătoare, singurele nevertebrate capabile de zbor, deplasarea se realizează prin bătaia aerului în sus și în jos cu ajutorul aripilor, acționate de musculatura toracelui. Sistemul de trahei pline cu aer contribuie la micșorarea densității corpului insectei. Privind figura 47, observați alcătuirea unei aripi membranoase a insectelor și dispoziția nervurilor chitinoase. Locul de maximă rezistență din timpul zborului se află în partea anterioară, unde nervurile sunt mai îngroșate. Partea posterioară, mai subțire, este ușor deformabilă. În timpul zborului, aripa nu mai rămâne un plan orizontal, ci se transformă într-un plan înclinat, care alunecă înainte și în jos, deplasând corpul animalului spre înainte. Insecta își poate schimba direcția de zbor prin ușoare mișcări sinuoase ale abdomenului care modifică centrul de greutate. Insectele sunt bine adaptate și pentru deplasarea prin mers, sărit și alergat. La unele,

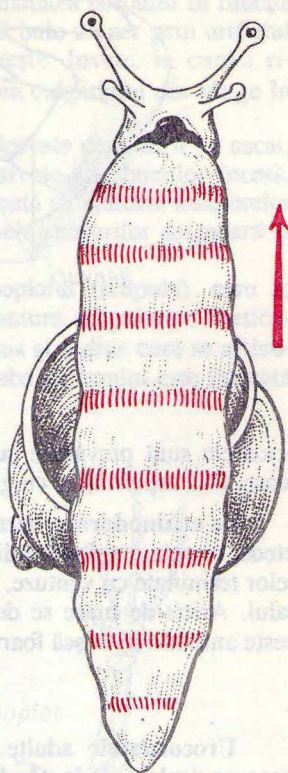


Fig. 46. Deplasarea melcului (unde de contracție).

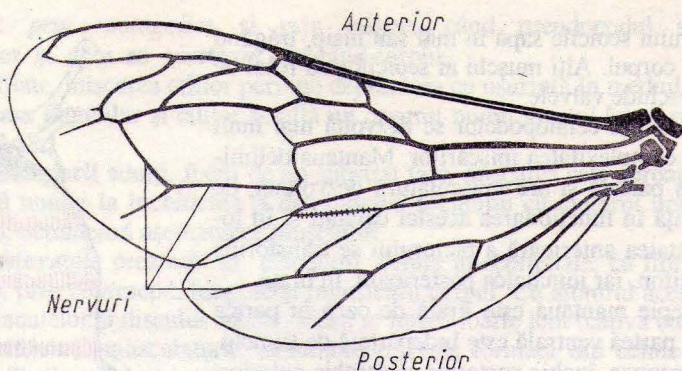


Fig. 47. Aripa de insectă.

picioarele sunt prevăzute cu vezicule adezive care permit aderarea de suporturile lucioase, fără asperități și cu gheare, cu ajutorul cărora se pot agăța.

La **echinoderme**, derma este limitată de un dublu strat muscular, format din fibre netede, circulare și longitudinale. Acestea se târăsc pe fundul mării cu ajutorul ambulatoriilor terminate cu ventuze, care aderă de stâncă și prin mișcări de contracție, trag animalul. Aricii de mare se deplasează și ei cu ajutorul ghippilor care au rol de cârje; aceste animale se mișcă foarte încet.

Locomoția la cordate

Urocordatele adulte (*Ascidia*) sunt fixate de suport și numai larvele, forme libere, se deplasează înotând cu ajutorul cozii.

Sub tegumentul **cefalocordatelor** se află mușchii în formă de benzi longitudinale, alcătuite din segmente. Această structură ușurează îndoirea corpului în plan orizontal, în timpul înotului. De asemenea, forma corpului (ascuțit la ambele capete), cât și înotătoarele dorsală și codală ajută aceste animale să se deplaseze în apă.

Ciclostomii și peștii au ca mijloc de locomoție tipic acvatică, înotul, realizat cu ajutorul înotătoarelor și musculaturii corpului. Înotătoarele pot fi neperechi (dorsală, codală și anală) și perechi (scapulară și pelviană).

– La ciclostomi, există două înotătoare dorsale și una codală care conțin fascicule musculare și raze cartilajinoase. Ciclostomii înaintează în apă prin mișcări șerpuite ale corpului.

– Peștii au înotătoarele neperechi reprezentate printr-un schelet format din raze externe osoase ce susțin o membrană tegumentară. Înotătoarele perechi au schelet caracteristic, format din piese osoase ale centurilor și piese ale părților libere ale înotătoarelor. Prin intermediul centurilor scapulară și pelviană, înotătoarele perechi sunt prinse de scheletul corpului și de musculatură.

Peștii se deplasează prin mișcări ondulatorii, efectuate de înotătoarea codală care împinge corpul înainte. Celelalte înotătoare contribuie prin mișcările lor la menținerea unei anumite poziții a corpului sau la schimbarea direcției de înot și, în mică măsură, la o înaintare lentă.

Înaintarea peștilor în mediul acvatic este favorizată și de forma lor hidrodinamică, prezența stratului de mucus de pe suprafața corpului etc.

Dintre pești, cei mai buni înotători sunt păstrăvii și rechinii; ei ating viteze de 20–25 km/oră.

Pentru speciile de pești care înotă la adâncimi mai mari, un rol important îl are vezica înotătoare. Aceasta are posibilitatea de a modifica densitatea corpului în funcție de adâncime. Astfel, la adâncimi mari, din vezică se elimină bule de aer prin orificiul bucal, care comunică cu faringele și densitatea corpului crește. Invers, în cursul ridicării spre suprafață, volumul vezicii se mărește prin trecerea oxigenului din sânge în aceasta, iar densitatea corpului se micșorează.

La amfibieni, membrele s-au dezvoltat ca structuri adecvate deplasării pe uscat, dar sunt folosite și pentru locomoția în mediul acvatic. Larvele amfibienilor înotă, îndeosebi cu ajutorul înotătoarei codale, în timp ce adulții înotă cu ajutorul membrelor anterioare și posterioare. Scheletul membrelor cuprinde oasele centurilor scapulară și pelviană și oasele membrului propriu-zis (fig. 48).

Centura scapulară este alcătuită din trei oase: omoplatul (scapula), care se prinde de coloana vertebrală, clavicula și coracoidul. De centura scapulară se articulează oasele membrelor anterioare: humerus (os lung), cubitus și radius care se articulează cu oasele carpiene care alcătuiesc încheietura labei. Laba piciorului este formată din metacarpene, prelungite cu oasele degetelor (falange).

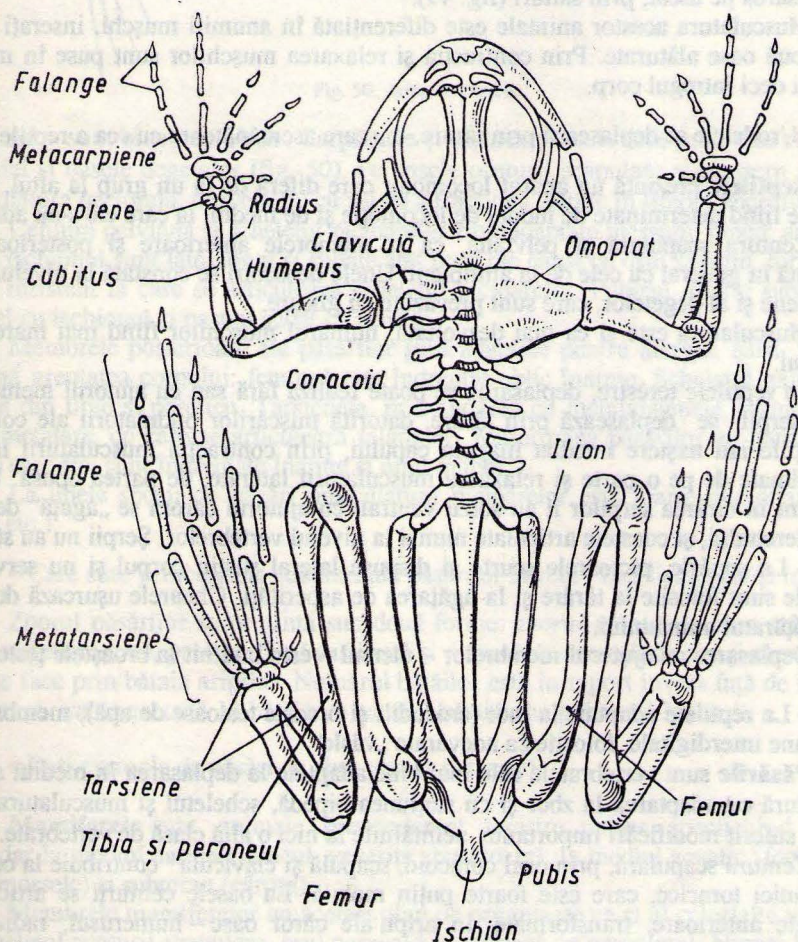


Fig. 48. Scheletul amfibienilor.

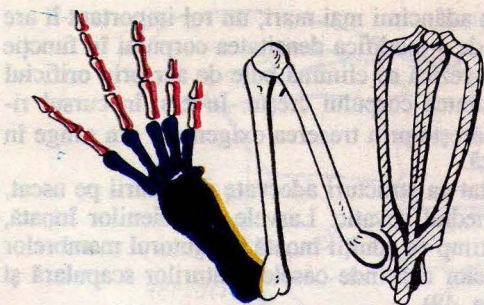


Fig. 49. Membrul posterior la broasca de lac. Denumiți oasele, folosindu-vă și de figura 48.

Centura pelviană cuprinde trei oase sudate între ele: ilion, ischion și pubis. De ele se articulează oasele membrilor posterioare: femurul (os lung), tibia și peroneul, oasele încheieturii labei (tarsienele), oasele labei (metatarsiene) și falangele.

Membrile posterioare sunt lungi, au formă de Z, și sunt adaptate atât pentru deplasarea prin înot, degetele acestora fiind prevăzute cu o membrană interdigitală, cât și la deplasarea pe uscat, prin salturi (fig. 49).

Musculatura acestor animale este diferențiată în anumiți mușchi, inserați de cel puțin două oase alăturate. Prin contracția și relaxarea mușchilor sunt puse în mișcare oasele și deci întregul corp.

● Urodelele se deplasează prin târâre, mișcare asemănătoare cu cea a reptilelor.

Reptilele prezintă un aparat locomotor care diferă de la un grup la altul, aceste diferențe fiind determinate de modul de locomoție și de mediul la care ele s-au adaptat.

Centura scapulară și pelviană, ca și membrele anterioare și posterioare, se aseamănă în general cu cele de la amfibieni. Unele deosebiri se constată la nivelul oaselor tarsiene și al degetelor, care sunt prevăzute cu gheare.

Musculatura este și ea mai dezvoltată, numărul mușchilor fiind mai mare ca la amfibieni.

La reptilele terestre, deplasarea se poate realiza fără sau cu ajutorul membrilor. Astfel, șerpii se deplasează prin târâre, datorită mișcărilor ondulatorii ale corpului. Ondulațiile iau naștere imediat înapoia capului, prin contracția musculaturii laterale longitudinale de pe o parte și relaxarea musculaturii laterale, de partea opusă. Un rol important în târârea șerpilor îl au solzii ventrali cu ajutorul cărora se „agață” de asperitățile terenului, și coastele articulate numai la nivelul vertebrelor. Șerpii nu au stern.

– La șopârle, picioarele scurte și dispuse lateral susțin corpul și nu servesc la mers; ele sunt folosite la târâre și la agățarea de asperități. Ghearele ușurează deplasarea și cățărătul animalului.

Deplasarea cu ajutorul membrilor – mersul – este întâlnit la broaștele țestoase de uscat.

– La reptilele adaptate la înot (crocodili și broaște țestoase de apă), membrele au membrane interdigitale, folosite ca adevărate „vâsle”.

Păsările sunt vertebratele cele mai bine adaptate la deplasarea în mediul aerian. În legătură cu adaptarea la zbor și cu stațiunea bipedă, scheletul și musculatura păsărilor au suferit modificări importante, neîntâlnite la nici o altă clasă de vertebrate.

Centura scapulară, prin osul coracoid, scapulă și clavicula* contribuie la consolidarea cutiei toracice, care este foarte puțin mobilă. La oasele centurii se articulează membrele anterioare, transformate în aripi, ale căror oase – humerusul, radiusul și

* Cele două clavicule se unesc ventral, formând iadeful.

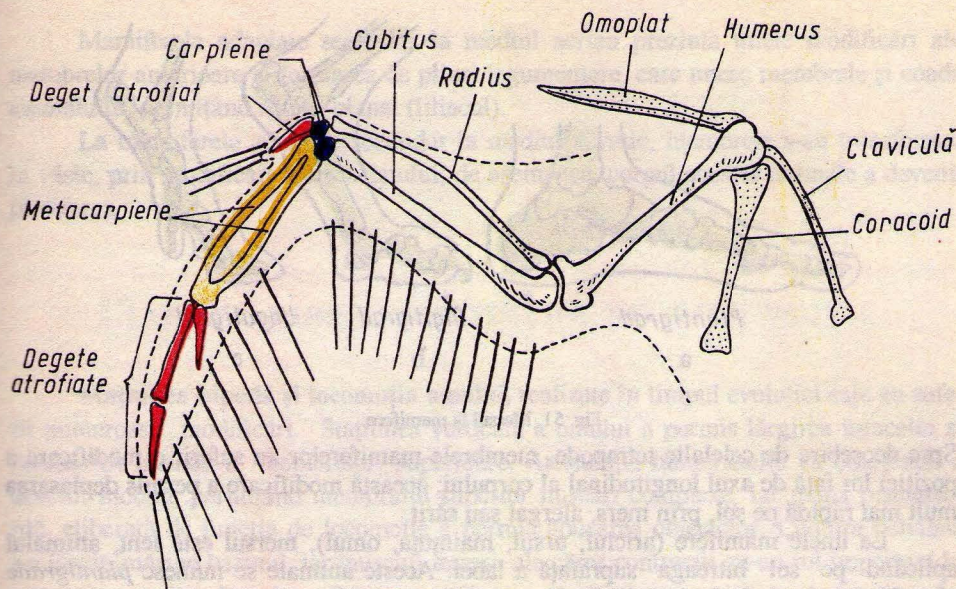


Fig. 50. Aripa de pasăre.

cubitusul – sunt bine dezvoltate. Carpienele și metacarpienele sunt mult mai reduse, ca de altfel și oasele degetelor (fig. 50). Pe oasele centurii scapulare și pe stern se inseră musculatura pectorală, dezvoltată, cu rol de a traciona aripile în timpul zborului.

Centura pelviană și scheletul picioarelor sunt adaptate mersului biped; astfel ilionul și ischionul sunt late, lungi și sudate atât între ele cât și cu osul sacrum, formând un bazin rezistent la care se articulează scheletul picioarelor. Pubisul, foarte subțire, este paralel cu ischionul și parțial sudat cu acesta.

Membrele posterioare ale păsărilor sunt adaptate pentru alergat, sărit, înot. Ele sprijină greutatea corpului: femurul este îndreptat oblic înainte. Scheletul gambei este format din tibie și peroneu. Tarsienele, prin sudarea cu metatarsienele, formează osul tarso-metatars, de care se articulează falangele. Majoritatea păsărilor au patru degete, dintre care trei sunt îndreptate înainte și unul înapoi.

La unele specii de păsări musculatura picioarelor este foarte dezvoltată (struț, găscă etc.).

- Care sunt principalele adaptări ale păsărilor la zbor? Dar la alergat și înot?

Zborul păsărilor se prezintă sub două forme: *zborul planat*, în care aripile stau întinse și nemîșcate, pasărea fiind susținută și purtată de curenții de aer și *zborul ramat* care se face prin bătaia aripilor. Numărul bătailor este în raport invers față de mărimea aripilor: o vrabie execută 13 băți/s; o barză 2 băți/s; un pelican 1 bătaie/s.

- Dați exemple de păsări cu zbor planat și ramat!

Mamiferele sunt animale preponderent terestre, puține specii fiind adaptate secundar la mediul aerian (liliacul, veverița zburătoare), la mediul acvatic (focile, balenele, morsele) și subteran (cârțița).

Membrele mamiferelor au același plan de organizare ca și al celorlalte tetrapode. În scheletul centurii scapulare, osul coracoid se sudează cu omoplatul. Numai la monotreme, cele două oase sunt încă separate, fapt care constituie un caracter de inferioritate.

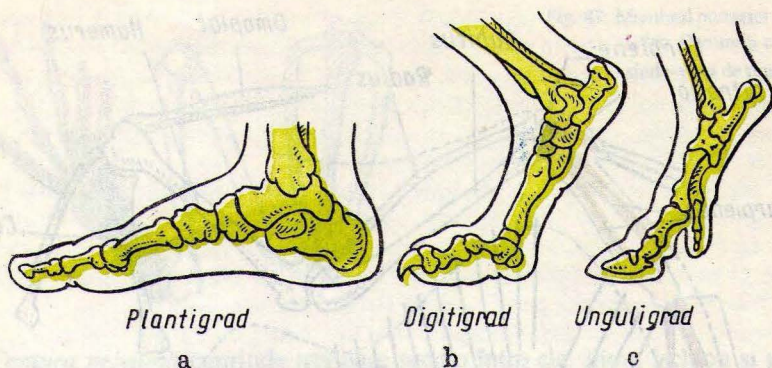


Fig. 51. Mersul la mamifere.

Spre deosebire de celelalte tetrapode, membrele mamiferelor au suferit o modificare a poziției lor față de axul longitudinal al corpului; această modificare a permis deplasarea mult mai rapidă pe sol, prin mers, alergat sau sărit.

La unele mamifere (ariciul, ursul, maimuța, omul), mersul este lent, animalul aplicând pe sol întreaga suprafață a labei. Aceste animale se numesc *plantigrade* (fig. 51, a) (de exemplu, ursul). La alte mamifere s-a mărit considerabil viteza de alergat, prin sprijinirea pe sol numai cu degetele; ele se numesc *digitigrade* (fig. 51, b) (de exemplu, tigru, câinele etc.). Copitatele se deplasează mai rapid, prin reducerea mai accentuată a părții de sprijin (fig. 51, c). La aceste animale, numite *unguligrade*, numai vârful degetelor se sprijină pe sol, acestea fiind protejate de copite. Adaptarea la alergat a acestor animale s-a realizat prin reducerea numărului de degete, cât și prin alungirea degetului funcțional. De exemplu, calul calcă numai pe degetul al treilea, celelalte fiind atrofiate.

Mamiferele care se deplasează prin sărit (iepurele) se recunosc după dispoziția în Z a diferitelor segmente care alcătuiesc membrele lor (fig. 52).

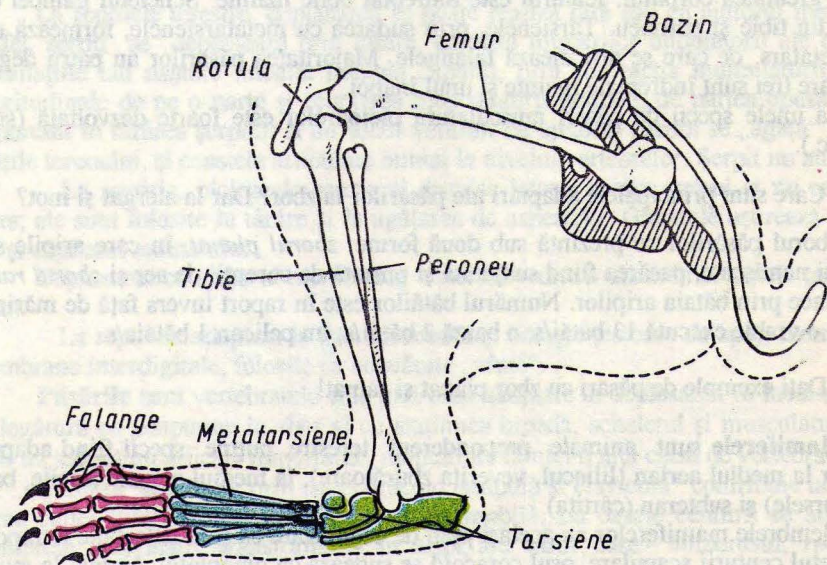


Fig. 52. Membru posterior la iepure.

- Denumiți oasele centurii scapulare și pelviene.
- Prezentați particularități ale locomoției aeriene.
- Având în vedere că toate vertebrele au același plan de organizare a membrilor, observați pe diferite schelete care sunt modificările corespunzătoare modului de locomoție. Determinați cărui tip de mers aparțin membrele observate.

2. FUNCȚIILE DE NUTRIȚIE ÎN SERIA ANIMALĂ

Pentru desfășurarea fenomenelor vieții, organismul animal realizează schimburi materiale și energetice cu mediul înconjurător. Din mediul extern organismul își procură, în tot cursul vieții, diferite substanțe, pe care le supune unor transformări în interiorul său, iar produșii nefolositori care rezultă sunt eliminați la exterior. În esență, necesitățile permanente de substanțe și energie ale organismelor animale sunt satisfăcute prin procesele de nutriție.

Denumirea de procese de nutriție include: procurarea hranei, digestia, absorbția, circulația sângelui, respirația, excreția.

După modul cum se realizează aceste procese, nutriția poate fi autotrofă, heterotrofă și mixotrofă.

● În ce constă nutriția autotrofă?

Nutriția heterotrofă reprezintă modul de hrănire al majorității animalelor care consumă, drept hrană, organisme vegetale și animale sau diferite substanțe organice existente în mediu. Ele pot lua hrana din mediul înconjurător prin osmoză, fagocitoză sau prin ingerarea alimentelor pe cale bucală.

În procesele de *osmoză*, hrana lichidă (molecule simple de substanțe organice, solubile și asimilabile) difuzează prin toată suprafața corpului sau prin anumite regiuni corporale (cum este cazul unor flagelate, sporozoaare și viermi paraziți).

În procesele de *fagocitoză*, particulele nutritive sunt înglobate în citoplasmă, cu ajutorul pseudopodelor sau flagelilor. Așa este cazul unor rizopode, ciliate și spongieri.

Nutriția mixotrofă se întâlnește la organismele care se hrănesc atât autotrof cât și heterotrof. Așa este cazul întâlnit la *Euglena viridis*.

Majoritatea animalelor ingerează hrana pe cale bucală. La ele se diferențiază organe speciale al căror ansamblu constituie un sistem digestiv, la nivelul căruia au loc procese de digestie.

● Ce se întâmplă cu o plantă ținută la întuneric? Dar cu o euglenă?

2.1. DIGESTIA ÎN SERIA ANIMALĂ

Prin digestie se realizează eliberarea nutrimenților din alimente prin procese mecanice, fizice și chimice și trecerea acestora în mediul intern și de aici la țesuturi și celule.

Nutrimentele sunt reprezentate prin glucoză, acizi grași și glicerină, aminoacizi.

Digestia la nevertebrate

Protozoarele și spongierii nu au un sistem digestiv; majoritatea prezintă o digestie intracelulară. Cum se realizează aceasta? Prin mișcările pseudopodelor sau flagelilor, microparticulele (resturi de plante sau de animale) ajung în citoplasmă, determinând formarea vacuolei digestive. În vacuolă, particulele sunt descompuse cu ajutorul enzimelor, rezultând nutrimentele. Acestea, fiind solubile, sunt absorbite prin membrana vacuolei în citoplasmă, unde sunt supuse transformărilor metabolice (sinteze și degradări). Resturile nedigerate sunt împinse treptat spre periferia corpului și expulzate la exterior.

La spongieri, o dată cu apa, în cavitatea corpului pătrund microorganisme care sunt prinse de către coanocite cu ajutorul flagelului și gulerășului, înglobându-le în citoplasmă, unde se formează vacuole digestive, întocmai ca la protozoare. Deșeurile rezultate din digestie sunt eliminate cu apa, prin oscul.

De reținut că, digestia intracelulară s-a păstrat și la alte organisme (unele celenterate și viermi), inclusiv la cele cu digestie extracelulară. De pildă, la om, leucocitele sangvine fagocitează microbi printr-un asemenea mecanism.

În procesul evoluției, de la digestia intracelulară s-a trecut la cea extracelulară care se desfășoară, în mod obișnuit, în cadrul unor structuri cavitare ale sistemului digestiv.

Celenteratele prezintă pentru prima dată în seria animală „sistem digestiv” format dintr-un orificiu buco-anal (înconjurat de tentacule) și o cavitate gastrică. Hrana, constituită din organisme microscopice, este supusă parțial unei digestii extracelulare cu ajutorul enzimelor digestive secretate de unele celule ale endodermului. În continuare, digerarea particulelor mici are loc în vacuolele digestive din celulele flagelate ale endodermului, prin digestie intracelulară. Restul de hrană nedigerată este eliminat prin orificiul buco-anal.

La celenteratele mai evoluate (corali, actinii) cavitatea digestivă este mai complexă, datorită apariției unor septuri. Această cavitate se numește *gastrovasculară*, deoarece îndeplinește atât funcție digestivă, cât și de circulație a substanțelor.

Viermii prezintă un sistem digestiv mai complicat. După cum observați în figura 54, cei mai mulți **platelminți** au sistemul digestiv format dintr-un orificiu buco-anal, faringe musculos și un intestin ramificat, prevăzut cu numeroase diverticule închise. Digerarea protozoarelor și a crustaceilor mici, care constituie hrana planariilor, este extracelulară la început, fiind realizată în intestin cu ajutorul enzimelor secretate de celulele epiteliului intestinal; ulterior, digestia este intracelulară, la nivelul vacuolelor digestive din celulele intestinului.

Teniile, ca urmare a adaptării la viața parazitară, n-au sistem digestiv și se hrănesc prin osmoză.

La **nematelminți** (*Ascaris*) sistemul digestiv începe cu orificiul bucal, înconjurat de 3 buze, se continuă cu un faringe musculos și glandular, apoi cu intestinul care la femelă se deschide prin anus. La mascul, partea posterioară a intestinului se termină într-o cloacă.

Digestia extracelulară și absorbția au loc în tubul intestinal. Viermele produce enzime care neutralizează acțiunea enzimelor intestinale ale gazdei, ferindu-l de a fi digerat.

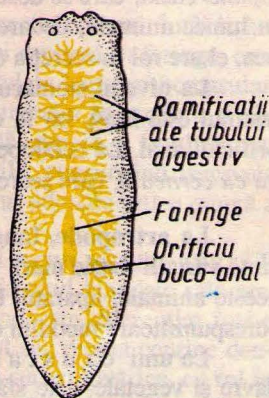


Fig. 54. Sistemul digestiv la platelminți.

REȚINEȚI! La nematelminti, pentru prima oară în seria animală, tubul digestiv prezintă cele două orificii: bucal și anal.

Sistemul digestiv al **anelidelor** prezintă unele particularități. Astfel, la rămă există gura, un faringe muscular și glandular care secretă enzime cu acțiune asupra proteinelor. Esofagul este prevăzut cu o gușă, urmată de o pipotă cu pereți musculoși; în esofag se deschid glandele calcaroase, al căror produs are rol în reglarea echilibrului ionilor din lichidele corpului. Gușa are pereții subțiri și funcționează ca organ de depozitare a alimentelor, iar pipota ajută la triturarea acestora. Tubul digestiv se continuă cu intestinul, care este prevăzut cu multe cecuri glandulare ce măresc suprafața de digestie și absorbție. Intestinul se deschide la exterior prin anus.

La lipitori, cavitatea bucală prezintă fălci chitinoase cu zimți pe margine și glande salivare, care secretă *hirudină*, o substanță cu rol anticoagulant. Faringele, de forma unei trompe aspiratoare, este urmat de esofag, care face trecerea spre stomacul voluminos; acesta conține 10 perechi de pungi. După ce lipitoarea a supt sânge, care a umplut toate pungile, se desprinde de pradă și se lasă la fundul apei, hrănindu-se mult timp din aceste rezerve. Intestinul se termină prin anus.

Digestia anelidelor este extracelulară.

La **moluște**, sistemul digestiv este alcătuit din tub digestiv și glande anexe, cu anumite adaptări la regimuri de hrană foarte variate. Moluștele sunt microfage, fitofage și carnivore predatoare. La **gasteropode** și **cefalopode**, în cavitatea bucală se întâlnesc 1-2 plăci chitinoase, numite maxile. La cefalopode, maxilele au rol în sfâșierea prăzii și străpungerea craniului acesteia.

● Observați cu lupa limba unui melc. Ce constatați?

Cavitatea bucală conține limba, acoperită cu o piesă prevăzută cu numeroși dinți, numită *radulă*. În vecinătatea radulei se deschid canalele salivare, care aduc un mucus ce conține enzime, sau uneori venin (fig. 55).

Cavitatea bucală a **lameleibranchiatelor** nu prezintă piesele menționate la celelalte moluște. În schimb, pe marginea orificiului bucal se observă palpi labiali ciliați, care au rolul de a transporta microparticulele alimentare spre gură.

Sistemul digestiv al moluștelor prezintă, pentru prima dată, glandă anexă, *hepatopancreasul*, care se deschide în stomac. Apariția acestuia marchează un vizibil progres în lumea animală, deoarece celulele sale produc enzime necesare digestiei. De asemenea, el are rol în secreția calcarului din cochilie.

La nivelul stomacului are loc digestia extracelulară. La speciile vegetariene, intestinul este lung, iar la cele carnivore, scurt. El se deschide în cavitatea paleală prin orificiul anal. La cefalopode, intestinul terminal (rectul) prezintă o glandă numită *punga cu cerneală*, care secretă cerneala, cu rol în apărarea animalului (fig. 56).

La **artropode**, lungimea și diferențierea în segmente a sistemului digestiv prezintă variații foarte mari, legate de compoziția hranei și modul ei de procurare. La toate aceste animale, aparatul bucal este format din mai multe piese, cu o structură variată, corespunzătoare modului de hrănire.

La unii **crustacei**, de exemplu la rac, hrana formată din animale mici, cadavre și vegetale, este sfărâmată cu aparatul bucal și apoi, prin esofag, ajunge în stomacul triturator, prevăzut cu dinți chitinoși și bobite de calcar, unde este transformată în particule mai mici. Digestia se continuă în stomacul filtrator, care reține părțile

Fig. 55. Sistemul digestiv la gasteropode.

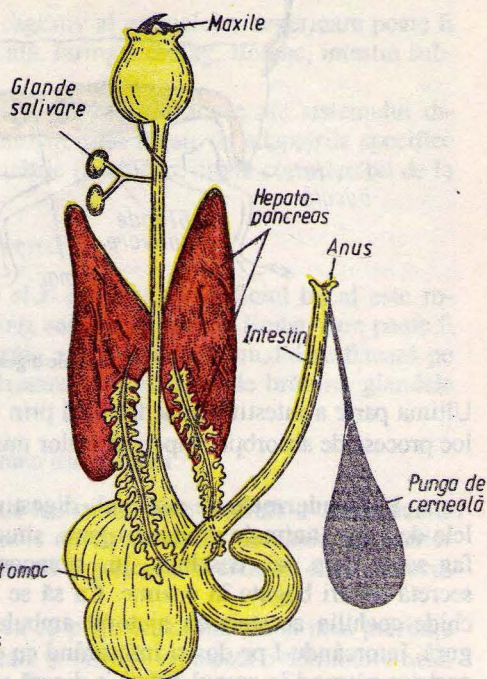
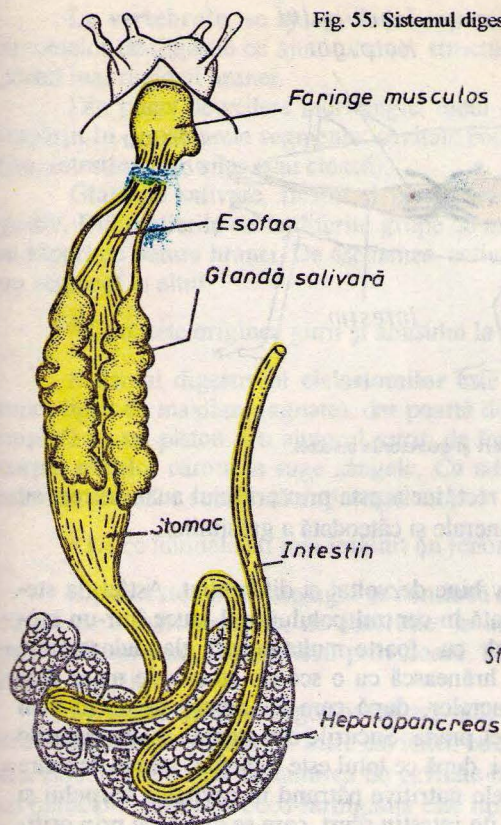


Fig. 56. Sistemul digestiv la cefalopode.

nedigerate. Corespunzător modului de hrănire microfag, la alți crustacei nu există stomacul triturant. Intestinul este partea cea mai activă a sistemului digestiv, unde se elaborează enzimele și se absorb substanțele nutritive; în el se deschid canalele hepatopancreasului, a cărui secreție este bogată în enzime și săruri biliare. Intestinul se deschide la exterior prin orificiul anal.

La *arahnide* hrana, formată cel mai adesea din insecte, este mai întâi lichefiată cu ajutorul enzimelor produse de glandele salivare și apoi aspirată în faringe, esofag și gușă. În intestin, unde se află enzimele eliberate de celulele hepatopancreasului, se definitivează digestia extracelulară și intracelulară. Tot în intestin se produce și absorbția substanțelor asimilabile. Digestia la *arahnide* este lentă, durata ei fiind de mai multe săptămâni. Animalele pot rezista la inaniție luni de zile, consumând rezervele acumulate în diverticuli intestinali. Resturile neasimilabile sunt adunate într-o pungă a intestinului și expulzate prin anus.

Tubul digestiv al *insectelor* care se hrănesc cu sucuri vegetale (fig. 57) este mai lung. Acesta cuprinde o cavitate bucală, în care se deschid glandele salivare. Faringele este bine dezvoltat la insectele hematofage; esofagul este diferențiat într-o gușă, cu rol în stocarea alimentelor. La unele insecte, stomacul sau pipota conține denticuli chitinoși, cu rol în măcinarea alimentelor, și numeroase sucuri gastrice, cu rol în digestie și absorbție. Intestinul celor mai multe insecte este prevăzut cu numeroase cecuri, care secretă enzime cu rol în digestia extracelulară. La insectele fitofage, cecurile conțin microorganisme simbiote, care contribuie la digestia celulozei și lemnului.

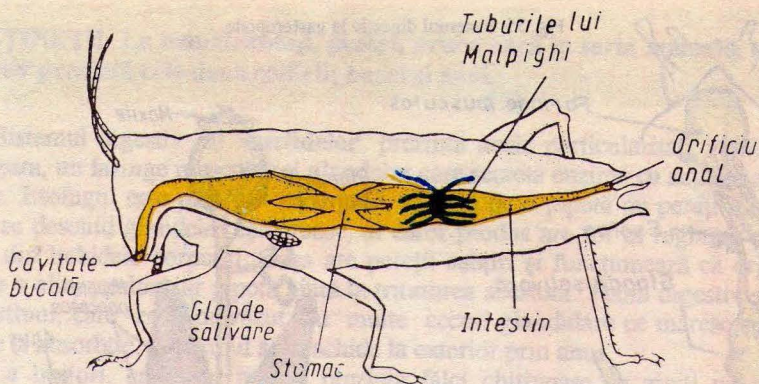


Fig. 57. Sistemele digestiv și excretor la insecte.

Ultima parte a intestinului se termină prin rect, iar acesta prin orificiul anal. În rect au loc procese de absorbție a apei, sărurilor minerale și câteodată a grăsimilor.

Echinodermele au sistemul digestiv bine dezvoltat și diferențiat. Astfel, la stelele de mare (animale răpitoare) gura, situată în centrul polului oral, duce într-un esofag scurt, care se deschide în stomacul cu foarte multe cecuri glandulare, care secretă sucuri bogate în enzime. Ca să se hrănească cu o scoică, steaua de mare deschide cochilia acesteia cu ajutorul ambulacrelor, după care își scoate stomacul prin gură, întorcându-l pe dos și înfășurând cu el prada. Sucurile din stomac și din cecurile gastrice pătrund în corpul prăzii, o digeră și, după ce totul este lichefiat, steaua de mare își retrace stomacul. Prin osmoză substanțele nutritive pătrund în cavitatea corpului și de aici în țesuturi. Stomacul se continuă cu un intestin scurt, care se deschide prin orificiul anal.

La aricii de mare, hrana, formată din moluște, crustacei și alge, este sfărâmată cu ajutorul unui aparat masticator, așezat în dreptul gurii, numit *lanterna lui Aristot*. Gura se continuă cu esofagul, care străbate lanterna, și cu intestinul, care este prevăzut cu două anse. Într-una din acestea sunt secretate sucurile digestive, care participă la digerarea alimentelor, iar în cealaltă se formează fecalele, care sunt eliminate prin orificiul anal.

Digestia la cordate

Urocordatele prezintă, la suprafața corpului, două orificii, numite sifoane. Unul – cel bucal – duce în faringele voluminos și perforat, care servește la respirație și la transmiterea hranei în esofag. De aici, particulele alimentare ajung în stomac și intestin, unde are loc digestia. Intestinul se deschide prin anus în cavitatea perifarngiană. Excrementele, împreună cu apa, sunt eliminate prin *sifonul cloacal*.

La **cefalocordate** orificiul bucal este înconjurat de o coroană de cili, care filtrează apa. Faringele, care îndeplinește funcții digestive și respiratorii, se continuă cu esofagul, iar acesta cu intestinul, deschis la exterior prin orificiul anal. Intestinul este prevăzut cu un cecum hepatic, cu rol în secreția sucurilor digestive. Hrana, formată din organisme microscopice, ajunge în intestin, unde este supusă proceselor de digestie extracelulară și intracelulară.

La **vertebrate**, se ajunge la o creștere considerabilă a eficiențelor și rapidității proceselor de digestie cu ajutorul unor structuri secretorii și motorii, care permit transportul mai rapid al hranei.

Din punct de vedere morfologic, tubul digestiv al animalelor superioare poate fi împărțit în următoarele segmente: cavitate bucală, faringe, esofag, stomac, intestin subțire, intestin gros, anus (sau cloacă).

Glandele salivare, ficatul și pancreasul sunt glandele anexe ale sistemului digestiv. Diferențierile de la diferite grupe de animale sunt legate de adaptările specifice în raport cu natura hranei. De asemenea, activitățile fiziologice diferă considerabil de la un segment la altul.

- Care este originea gurii și anusului la vertebrate?

Sistemul digestiv al **ciclostomilor** este slab diferențiat. Orificiul bucal este rotund, lipsit de maxilare (agnate), dar poartă dinți cornoși pe buze și limbă, care poate fi mișcată ca un piston. Cu ajutorul gurii, de forma unei ventuze, animalul se fixează pe corpul peștilor cărora le sugă sângele. Ca adaptare la acest mod de hrănire, glandele salivare secretă o substanță anticoagulantă.

- La ce animale ați mai întâlnit un fenomen asemănător?

Lipsind stomacul, esofagul se continuă cu intestinul, care prezintă o cută specială cu rol de a mări suprafața de absorbție; la unele specii acesta se deschide la exterior prin orificiul anal, iar la altele, prin cloacă. Ficatul și pancreasul exocrin elimină sucurile în intestin.

La **pești**, sistemul digestiv variază atât în ce privește forma, cât și prin prezența sau absența unor segmente. Între cavitatea bucală și faringe nu există o delimitare netă, din care cauză poartă denumirea de cavitate buco-faringiană. La peștii care se hrănesc cu plancton, cavitatea buco-faringiană este lipsită de dinți, iar la peștii prădători și fitofagi, este prevăzută cu numeroși dinți, inserați pe toate oasele cavității. Limba este o simplă îngroșare a planșeului bucal, ea având diferite dimensiuni la diferite specii. Ca o adaptare la mediul de viață, peștii nu au glande salivare deoarece apa umețează hrana. Esofagul este scurt la peștii lipsiți de stomac (crap) și se continuă cu intestinul. La peștii răpitori (știuca, bibanul) care înghit prada întreagă, stomacul este voluminos și are o mare putere de dilatare.

Glandele gastrice secretă un suc care conține pepsină și HCl, cu rol în digestia proteinelor. Intestinul peștilor prezintă lungimi diferite, în funcție de specie și de regimul alimentar. Ca urmare a prezenței unui stomac mare, peștii răpitori au intestinul scurt, iar cei fitofagi au stomac mic, compensat de un intestin lung. La foarte multe specii de pești, intestinul prezintă prelungiri tubulare – apendici pilorici – cu rol în producerea unor enzime și în absorbția sucurilor nutritive. La peștii cartilaginoși, rectul se deschide într-o cloacă, iar la celelalte specii acesta se termină prin orificiul anal. Glandele digestive mari, ficatul și pancreasul se deschid în partea anterioară a intestinului. Ficatul peștilor prezintă lobi și o veziculă biliară.

- Reamintiți-vă rolul bilei și al sucului pancreatic în digestie!

Datorită unui mod de nutriție mai variat, sistemul digestiv al **amfibienilor** este mai dezvoltat ca la pești. Cavitatea bucală este largă și cuprinde dinți mărunți, iar unele specii sunt complet lipsite de dentiție. Cavitatea bucală păstrează încă un rol important în transportul aerului la plămâni, în ea deschizându-se fosele nazale. La unele anure, limba, organul adaptat pentru prinderea prăzii (insecte, păianjeni, melcișori etc.), este

fixată anterior de planșul bucal și poate fi proiectată în afară prin răsturnare. Mucoasa cavității bucale a amfibienilor conține numai glande care elaborează mucusul. Faringele nu este diferențiat, iar esofagul este scurt. La formele serpentiforme, esofagul este lung. Stomacul are forma unui sac cu mai multe regiuni, în pereții cărora se află glande care secretă mucus și pepsină. Prima ansă a intestinului subțire corespunde regiunii duodenale de la mamifere și în ea se deschid canalele celor două glande voluminoase – ficatul și pancreasul. Rectul se deschide într-o cloacă.

La reptile, sistemul digestiv are segmentele mai bine diferențiate. Cavitatea bucală este bine delimitată, iar mandibula este astfel articulată, încât îi permite deschiderea largă. Dinții se dezvoltă nu numai pe fălci, ci și pe alte oase ale cavității bucale. Forma și structura lor variază foarte mult și se deosebesc de cei ai peștilor și amfibienilor printr-o relativă specializare. La unii șerpi și șopârle, dinții prezintă șanțuri prin care circulă veninul, elaborat de glandele veninoase. Peștii, amfibienii și reptilele prezintă trei sau mai multe generații de dinți. La cele mai multe șopârle și șerpi, limba este subțire și bifurcată la vârf, musculoasă și mobilă, putând fi mult proiectată în afară. Ea este prinsă în regiunea faringelui și liberă în partea anterioară. Faringele scurt se continuă cu un esofag foarte lung la crocodili. El este extrem de extensibil la șerpi, deoarece aceștia consumă prada întreagă. Enzimele secretate digeră și oasele prăzii.

La crocodili stomacul muscular este asemănător pipotei păsărilor, iar stomacul propriu-zis conține numeroase glande care secretă sucul gastric. Intestinul este diferențiat în intestin subțire și gros (colon). Intestinul subțire prezintă ansa „duodenală“, la nivelul căreia se deschid canalele hepatice și pancreatice. Mucoasa intestinală conține glande care secretă sucul intestinal. Intestinul gros, larg și rectiliniu, se deschide în cloacă. Ficatul este foarte voluminos și prezintă două canale hepatice, iar vezica biliară este mică. Pancreasul prezintă diferite grade de dezvoltare. La reptilele carnivore, acesta este mai dezvoltat decât la cele erbivore. Digestia este strâns dependentă de temperatura mediului ambiant. Astfel, la viperă, absorbția nutrienților se face numai la temperaturi de peste 15°C. În zonele reci, unde ziua temperatura ridicată este de scurtă durată, reptilele consumă animale mici, ușor digerabile.

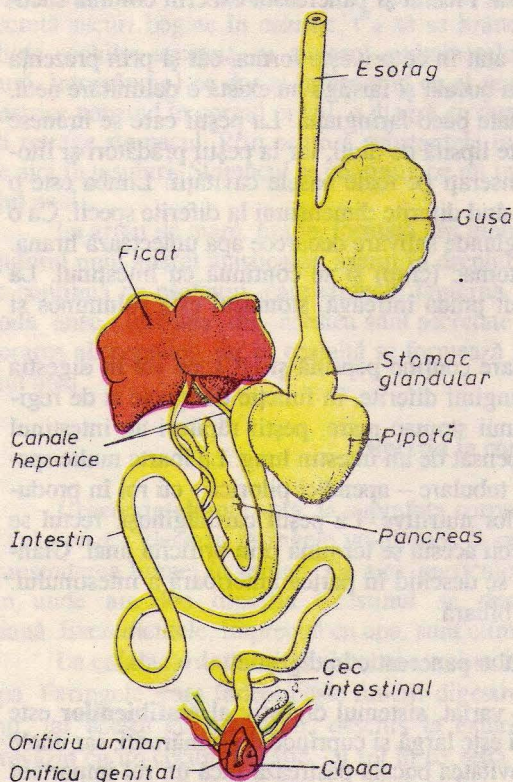


Fig. 58. Sistemul digestiv la păsări.

La păsări (fig. 58), structura și funcția sistemului digestiv sunt adaptate mediului de viață și regimului de hrană foarte variat. Lipsa dinților, prezența gușii, diferențierea stomacului, reducerea intestinului gros, sunt numai câteva din adaptările păsărilor.

● Efectuați următoarea disecție la porumbel: fixați animalul (anesteziat cu clorofom sau eter), cu partea ventrală în sus, pe o placă de lemn sau într-o tavă de disecție. Întindeți-i aripile și picioarele și fixați-le cu ajutorul boldurilor. Smulgeți penele de pe fața ventrală și tăiați pielea cu foarfecele, începând de la baza ciocului până la orificiul cloacal. Se mai fac două tăieturi transversale, una în dreptul aripilor, iar alta în dreptul picioarelor. Detașați cu atenție pielea (mai ales la nivelul gâtului) și apoi tăiați musculatura pectorală, până apare osul stern. Cu o pensă ridicați sternul, iar cu foarfecele tăiați și îndepărtați coastele și claviculele. În acest fel, se deschide cavitatea generală a corpului. Pentru ca organele interne să nu se usuce, se recomandă, ca din timp în timp, să treceți pe suprafața lor un tampon de vată îmbibat cu apă. Îndepărtați inima și observați sistemul digestiv. Desprindeți-l de corp și așezați-l într-un vas cu apă.

● Observând sistemul digestiv de la porumbel, enumerați componentele acestuia!

Sistemul digestiv al păsărilor prezintă unele particularități. Astfel, la păsările granivore (găină, porumbel), în pereții cavității bucale, se întâlnesc numeroase glande mucoase, glandele salivare fiind reduse. La speciile insectivore (ciocănitoare, rândunică), glandele salivare sunt foarte dezvoltate.

La păsări, faringele lipsește, iar esofagul se dilată, formând o gușă voluminoasă, care servește la înmagazinarea și înmuierea alimentelor. La porumbel, în perioada de hrănire a puilor, pereții gâtului secretă un lichid lăptos, cu care îi hrănește. Stomacul este diferențiat în stomac glandular, care secretă sucul gastric, bogat în HCl și enzime proteolitice, și stomac muscular, cu pereții groși (pipota) în care alimentele sunt sfărâmate.

● Secționați cu un bisturiu pipota și observați că aceasta este căptușită de o membrană corneoasă. Pipota conține numeroase grăuncioare de nisip, înghițite de păsări. La ce ajută acestea?

La unele păsări răpitoare (ciuf, cucuvea, bufniță) resturile alimentare care nu pot fi măcinate (oase, păr, pene, cochilii etc.) sunt făcute cocoloș și eliminate pe cale bucală sub formă de *ingluvii*.

Intestinul subțire începe cu „ansa duodenală”, urmată de alte numeroase anse. Mucoasa lui, cutată, posedă glande care secretă sucuri bogate în enzime necesare digerării proteinelor și glucidelor. La limita dintre intestinul subțire și intestinul gros se află o pereche de cecuri intestinale, mici la porumbel; acestea intervin atât în absorbția apei cât și în digestia celulozei din hrană, sub acțiunea florei bacteriene.

Ficatul este o glandă voluminoasă, cu rol asemănător la toate vertebratele și este format din doi lobi. La porumbel, vezica biliară lipsește, astfel că secreția biliară se scurge direct în duoden prin două canale.

Pancreasul elimină în duoden sucul pancreatic, bogat în enzime proteolitice, amilolitice (degradează amidonul) și lipolitice.

Intestinul gros este scurt și se deschide în cloacă.

La mamifere, dentiția, lungimea și structura sistemului digestiv sunt strâns legate cu nutriția carnivoră, erbivoră sau omnivoră. Cavitatea bucală atinge cel mai înalt grad de organizare. Aceasta se distinge prin prezența obrajilor, buzelor și dinților înfiți în alveolele dentare din maxilă și mandibulă.

● Analizați mulaje cu diferite tipuri de dentiție de mamifere. Determinați modul de hrănire!

Limba, organ muscular, mobil, cu forme variate, intervine în prehensiune, masticație, deglutiție și perceperea excitațiilor gustative.

Glandele salivare sunt bine dezvoltate la rumegătoare și la mamiferele fără dinți (edentate), dar lipsesc la cetacee. La nivelul cavității bucale se realizează prehensiunea alimentelor, suptul, masticția, formarea bolurilor alimentare și începutul unor procese de digestie chimică, cu ajutorul enzimelor salivare.

Dinții mamiferelor sunt diferențiați în: incisivi, canini, premolari și molari. La unele mamifere există două dentiții succesive: dentiția de lapte, care este înlocuită cu dentiția definitivă. La unele cetacee și edentate, dentiția regresează, iar la balenă dispare.

La nivelul faringelui are loc încrucișarea căii digestive cu cea respiratorie; numai la cetacee și cabaline se întâlnește completa separare a celor două căi. Între faringe și stomac se interpune esofagul. Stomacul, partea cea mai voluminoasă a sistemului digestiv, are dimensiuni și forme foarte variate, în strânsă legătură cu natura hranei.

La cal, măgar, zebra, rinocer etc. există un stomac simplu (unicameral), iar la cămilă, vacă, oaie, stomacul este compus (multicameral).

●Care mamifere au stomac format din burduf, ciur, foios și închegător?

Glandele tubuloase din mucoasa gastrică sunt mai diferențiate decât la amfibieni, reptile și păsări; ele secretă sucul gastric, bogat în mucus, pepsinogen (cu rol în digestia proteinelor) și HCl.

●La nivelul stomacului se desfășoară diferite tipuri de mișcări. Ce rol au acestea?

Indiferent de tipul de stomac, acesta comunică cu esofagul prin orificiul cardia și cu intestinul subțire prin orificiul pilor.

Intestinul subțire are lungimi diferite: este scurt la carnivore (6–7 m la leu), mai lung la omnivore (20 m la porc) și foarte lung la erbivore (50 m la bou).

Mucoasa intestinală prezintă cute pe care se află vilozitățile intestinale și glandele intestinale. La nivelul intestinului subțire se desfășoară digestia chimică, sub acțiunea conjugată a sucului intestinal, pancreatic și bilei. Tot la nivel intestinal se realizează și o activitate motorie, care are ca efect amestecarea conținutului alimentar cu sucurile respective, absorbția nutrimenților și propulsarea materialului nedigerat spre intestinul gros.

●În ce constă procesul de absorbție a nutrimenților?

Intestinul gros este alcătuit din cecum, colon și rect. Cecumul lipsește la lilieci, urs și unele rozătoare; la erbivore este foarte lung (1–2 m), iar la maimuțe și om este atrofiat, formând apendicele vermiform. Deschiderea intestinului subțire în cel gros este marcată de valvula ileocecală.

Colonul prezintă o porțiune ascendentă, una transversă, alta descendentă și sigmoidă, continuându-se cu rectul care, prin anus se deschide la exterior. Monotremele au cloacă. În intestinul gros se formează materiile fecale, care sunt eliminate prin actul defecației. Mucoasa intestinului gros îndeplinește și funcție de absorbție, în special a apei și a unor săruri minerale.

Ficatul este cea mai voluminoasă glandă a organismului și secretă bila. Aceasta este evacuată prin unul sau mai multe canale hepatice. Când există vezică biliară*, canalul acesteia se unește cu cel hepatic și formează canalul coledoc, care se deschide în duoden.

* Vezica biliară lipsește la unele rozătoare, cetacee, cervide și antilope.

Bila, secretată de celulele hepatice, intervine în procesele de digestie și absorbție a lipidelor printr-o serie de substanțe pe care le conține (săruri biliare, pigmenți biliari, săruri minerale).

Pancreasul, o glandă mare, asemănătoare glandelor salivare, secretă suc pancreatic, care, prin intermediul a două canale, ajunge în duoden. Sucul conține enzime care scindează proteinele, glucidele și lipidele.

Unele particularități ale digestiei la mamifere. Reamintiți-vă din clasa a VI-a regimul de hrănire al animalelor erbivore, carnivore și omnivore!

– La erbivore, prehensiunea alimentelor, masticția și înmuierea acestora prezintă o importanță deosebită. Cantitatea mare de alimente vegetale ingerate determină secreția foarte abundentă a glandelor salivare. Zilnic, la bovine se secretă 60 l salivă, iar la cabaline, 40 l.

● Cu ajutorul figurii 59. amintiți-vă modul de funcționare al unui stomac tetracameral!

Digestia gastrică a erbivorelor este, în mod esențial, condiționată de prezența unei bogate populații de bacterii (floră simbiotă) și de infuzori. Sub acțiunea enzimelor produse de flora bacteriană au loc procese digestive de tip fermentativ, prin care sunt digerate glucidele, inclusiv celuloza.

Digestia propriu-zisă a alimentelor se produce în stomacul glandular – încheagător* (cheag).

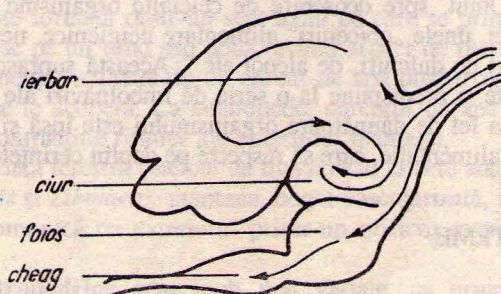
Intestinul subțire este foarte lung, ca urmare a masei alimentare voluminoase pe care trebuie s-o digere.

La erbivorele cu stomac pluricameral (vacă) intestinul gros este mai puțin dezvoltat, în comparație cu erbivorele care au stomac unicameral (cal). La cal, în intestinul gros se produc înmuierea furajelor grosiere, care n-au fost digerate în celelalte segmente și degradarea celulozei de către flora bacteriană. Ca urmare, la nivelul mucoasei intestinului gros, au loc procese de absorbție a apei, sărurilor minerale și nutrimenților.

– La carnivore, prehensiunea și masticția se desfășoară rapid. Stomacul lor este unicameral și foarte extensibil, depozitând cantități mari de alimente pentru o perioadă îndelungată de timp. Din stomac trec în duoden cantități mici de conținut gastric.

Intestinul subțire este scurt, iar digestia se realizează rapid și cu un maximum de eficiență.

Fig. 59. Sistemul digestiv la erbivore ruminante.



* În încheagătorul puilor de rumegătoare se află o enzimă (labfermentul) care încheagă laptele.

Intestinul gros este, de asemenea, puțin dezvoltat și prezintă o importanță funcțională redusă. În el se află o floră bacteriană bogată, care realizează procese fermentative și de putrefacție.

– Omnivorele (porc, urs, om) prezintă mișcări masticatorii (de fragmentare și triturare a hranei) mult mai complexe decât erbivorele și carnivorele.

Stomacul are rol în depozitarea temporară a alimentelor, iar în suc gastric se află enzime proteolitice.

Intestinul subțire are lungimi intermediare celor întâlnite la erbivore și carnivore. La nivelul său se realizează procesele complexe de digestie și absorbție a nutrimenților.

Flora bacteriană întâlnită în intestinul gros este de două feluri: de fermentație și de putrefacție. Glucidele, și în special celuloza, sunt degradate fermentativ, substanțele proteice nedescompuse de suc intestinal și pancreatic sunt atacate de flora de putrefacție, rezultând substanțe toxice, care ajung la ficat, unde sunt inactivate. Secreția intestinului gros, bogată în mucus, are rol lubrifiant (de ungere). De asemenea, mucoasa intestinului gros realizează și importante funcții de absorbție a apei și a sărurilor minerale.

Necesitățile nutritive ale organismului animal. Animalele au o serie de cerințe cantitative și calitative în ceea ce privește hrana. Aceasta trebuie să acopere, prin elementele și substanțele chimice pe care le conține, necesitățile plastice, energetice și catalitice ale organismului.

Animalele inferioare, în comparație cu cele superioare, au posibilități de sinteză a unor aminoacizi și acizi grași esențiali, incomparabil mai ridicate. Cunoașterea factorilor alimentari esențiali prezintă o deosebită importanță practică, pentru că, pe baza ei, se poate asigura o hrănire corespunzătoare a omului și a animalelor utile.

Carența de aminoacizi esențiali, de exemplu, împiedică sinteza unor proteine indispensabile organismului având ca rezultat grave perturbări ale metabolismului acestuia.

Tot atât de importantă este și prezența substanțelor minerale, care intervin în numeroase procese, cum ar fi formarea scheletului, activarea a numeroase enzime, reglarea presiunii osmotice din mediul intern, gradul de excitabilitate neuro-musculară etc.

Un rol de seamă în cadrul transformărilor metabolice din celulele organismului îl au, alături de enzime, și vitaminele.

● Amintiți-vă rolul vitaminelor!

Omul, spre deosebire de celelalte organisme animale, a dobândit, în decursul evoluției, unele „obiceiuri” alimentare neigienice, nefiziologice (de exemplu, consumul exagerat de dulciuri, de alcool etc.). Această suprasolicitare a tubului digestiv duce la obezitate și predispune la o serie de îmbolnăviri ale altor organe (ficat, rinichi, inimă etc.). La fel de dăunătoare organismului este însă și subnutriția. În consecință, se impune o alimentație, care să respecte pe deplin cerințele fiziologice ale organismului.

TEME

- Caracterizați modurile de nutriție întâlnite la plante și animale.
- Menționați unele caracteristici rezultate din studiul anatomic al sistemului digestiv în seria animală.

2.2. RESPIRAȚIA ÎN SERIA ANIMALĂ

Schimburile de gaze dintre organism și mediu, care constau în obținerea oxigenului indispensabil vieții și eliminarea dioxidului de carbon – rezultat al proceselor de oxidoreducere – se realizează la nivelul unor organe care alcătuiesc *sistemul respirator*. Majoritatea animalelor sunt *aerobe*, procurându-și oxigenul molecular din mediul înconjurător (respirație aerobă), iar puține sunt *anaerobe*, folosind oxigenul din anumite substanțe.

La majoritatea nevertebratelor și la toate vertebratele există organe respiratorii diferențiate.

Respirația la nevertebrate

La **protozoare**, schimburile de gaze se realizează direct pe toată suprafața corpului. Protozoarele parazite, care trăiesc în medii sărace sau lipsite de oxigen atmosferic, s-au adaptat la un mod de respirație anaerob. Ele obțin oxigenul necesar proceselor de oxidare din degradarea glicogenului – substanță de rezervă din celulele gazdei. Unele specii, cum sunt paraziții sângelui, realizează ca și protozoarele libere, o respirație aerobă, sângele fiind bine oxigenat.

Spongierii și celenteratele nu au organe respiratorii specializate; schimbul de gaze la spongieri se face direct prin porii inhalanți și oscul iar, la celenterate, prin pereții sistemului gastrovascular.

La **platelmintii liberi acvatici** (turbelariate), schimburile respiratorii au loc prin difuziune la nivelul tegumentului – respirație tegumentară. La formele parazite (cestode și trematode) care trăiesc în condiții anaerobe, schimburile de gaze nu mai au loc la suprafața tegumentului. Ele își procură oxigenul necesar din degradarea glicogenului gazdei.

Nematodele libere au tot o respirație tegumentară, iar cele parazite respiră anaerob.

Majoritatea **anelidelor** nu prezintă organe respiratorii localizate, respirația realizându-se pe suprafața corpului. Tegumentul acestor animale este subțire, umed, bogat vascularizat, asigurând aprovizionarea cu oxigen a țesuturilor. La unele specii acvatice de polichete, oligochete și hirudinee care trăiesc în soluri sărace în oxigen, există o respirație branhială, reprezentată prin branhiile externe, bogat vascularizate.

Sistemul respirator al **moluștelor** acvatice este reprezentat prin branhiile, situate în cavitatea paleală. Fiecare branhie este formată dintr-un sept axial pe care se prind lamele branhiale ciliate, subțiri, dispuse pe un rând sau două, având aspect de pieptene. Branhiile scoicilor sunt, în permanență, scăldate de un curent de apă bine oxigenat, datorită mișcării cililor vibratili care le acoperă. La cefalopode, curentul de apă care scaldă branhiile este determinat de contracțiile ritmice ale mușchilor mantalei.

La gasteropodele adaptate la viața terestră (melcul de livadă) sau la cele adaptate secundar la mediul acvatic (*Planorbis* și *Limnaea*), mantaua, bogat vascularizată, îndeplinește funcție de plămân care comunică cu exteriorul printr-un orificiu respirator (fig. 60).

Organele respiratorii ale **artropodelor** sunt mult mai variate, ca urmare a adaptării lor la diferitele medii de viață. La **crustaceii inferiori** (dafnii și ciclopi), schimburile respiratorii se fac la nivelul tegumentului. La crustaceii superiori, organele respiratorii sunt branhii, adăpostite în camera branhială, în care circulă permanent un curent de apă.

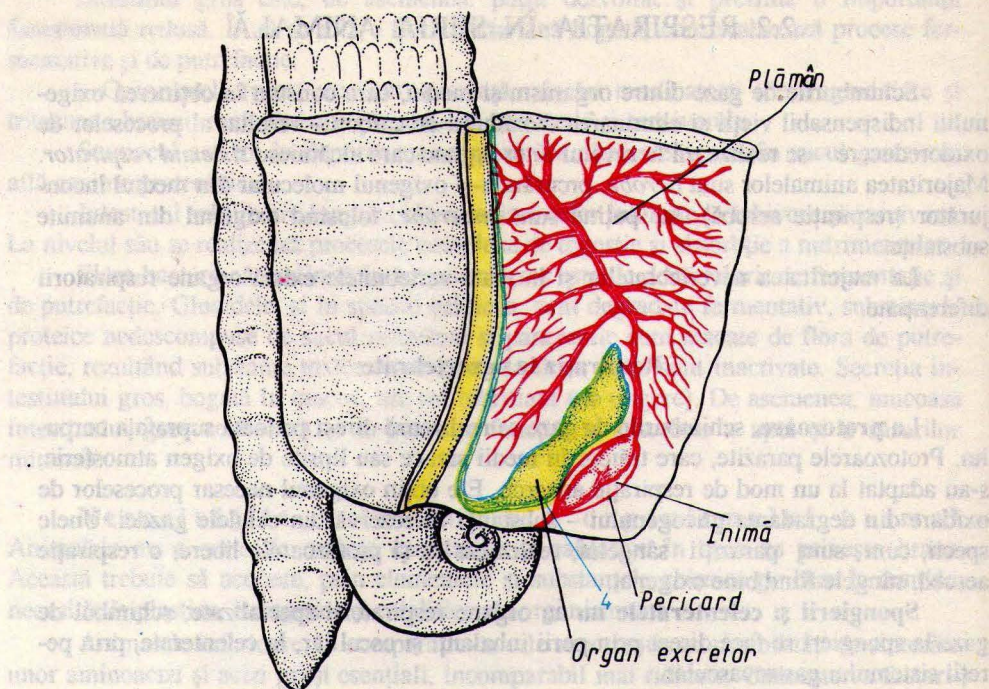


Fig. 60. Sistemele respirator și circulator la gasteropode.

• Tăiați carapacea unui rac cu ajutorul unui foarfece. Observați branhiile care se prezintă ca niște formațiuni franjurate și fragile, fiind puternic vascularizate!

Artropodele terestre au ca organe respiratorii *traheile* sau *plămâni*. Traheile sunt invaginări ectodermice care se întâlnesc la insecte, miriapode și la unele arahnide.

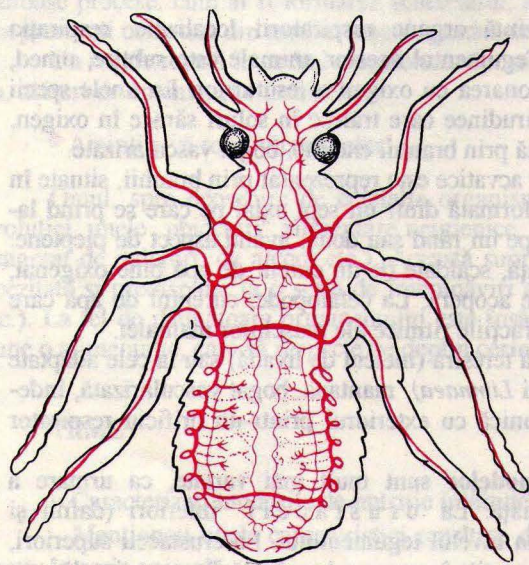


Fig. 61. Sistemul respirator la insecte.

Ele constituie un sistem complicat de tuburi care se întind în toate regiunile corpului (fig. 61). Traheile comunică cu exteriorul prin orificii numite *stigme*, dispuse pe torace și abdomen. Prin sistemul de trahei, oxigenul ajunge direct în sânge și la celulele corpului.

Primenirea aerului în aparatul traheal al insectelor se face prin mișcările respiratorii, realizate de contracția și relaxarea mușchilor abdomenului și toracelui.

Aerul pătrunde prin stigme datorită mișcărilor ritmice de deschidere și închidere ale acestora, realizate cu ajutorul unor mușchi.

Dintre artropode, numai arahnidele au organe respiratorii reprezentate prin plămâni; aceștia sunt

plasați pe partea ventrală a abdomenului și au forma unor saci, cu pereții pliați, fiind tot invaginări ectodermice, ca și traheile.

La **echinoderme** respirația se efectuează la nivelul ambulacrelor și tegumentului.

Respirația la vertebrate

La **vertebrate** s-au diferențiat mai multe tipuri de organe, care participă la schimbul de gaze dintre organism și mediu, dintre care cele mai importante sunt: *branhiile* și *plămânii*.

Branhiile ciclostomilor sunt situate în pungile branhiale; acestea se deschid cu un capăt în faringe prin fantele branhiale, iar la exterior, prin mai multe orificii independente sau printr-un canal comun. Apa încărcată cu oxigen pătrunde în pungile branhiale prin fantele branhiale sau prin gură și, la nivelul lamelor branhiale, bine vascularizate, are loc schimbul de gaze. Apa încărcată cu dioxid de carbon iese din pungi, tot prin fantele branhiale.

La **pești**, respirația prin branhii reprezintă mecanismul de bază al schimbului de gaze respiratorii.

La **peștii cartilagineși** branhiile sunt protejate în pungi branhiale, fiecare deschizându-se separat atât la exterior cât și în faringe; fantele branhiale sunt acoperite de un mic capac branhial.

• Cu ajutorul unui foarfece, tăiați operculul unui pește osos și veți observa cinci arcuri branhiale osoase, dintre care numai patru poartă branhii. Detașați o branhie, puneți-o într-un cristalizor cu apă și observați-o cu lupa. Comparați cu desenul din figura 62.

Branhia este formată din lame branhiale, iar acestea, la rândul lor, sunt alcătuite din lamele branhiale. Lamelele sunt acoperite de un epiteliu unistratificat, bine vascularizat.

În inspirație, apa pătrunde prin gură în cavitatea branhială și scaldă branhiile. În expirație, gura se închide și apa, împinsă prin lamelele branhiilor, este eliminată pe sub operculele ridicate.

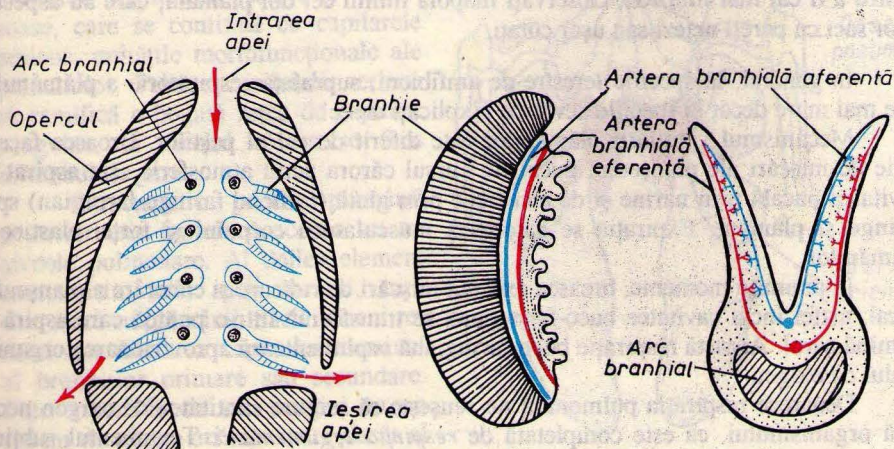


Fig. 62. Sistemul respirator la pești.

La peștii osoși numărul mișcărilor respiratorii este direct proporțional cu intensitatea activității organismului, deci cu necesitățile lor față de oxigen. Există o strânsă legătură între cantitatea de oxigen conținut în apa diferitelor bazine acvatice, speciile care le populează: astfel, păstrăvii nu pot trăi decât în apele reci de munte, cu o cantitate ridicată și constantă de oxigen, iar crapii pot trăi și în ape cu un conținut mai scăzut și variabil de oxigen.

La unele specii de pești, cum sunt țiparul și zvârluga, un rol important în respirație îl are intestinul. Acești pești, care populează și bălțile noastre, se ridică la suprafața apei și înghit bule de aer. La nivelul epiteliului intestinal are loc schimbul de gaze prin difuziune: oxigenul trece în sânge, iar dioxidul de carbon este eliminat prin orificiul anal. În condiții normale de viață, în special când temperatura apei este scăzută, este suficientă respirația branhială. Când temperatura apei este crescută și cantitatea de oxigen solvit scade, peștii înghit aer și-și completează respirația branhială.

La mulți pești osoși un rol important în realizarea schimbului de gaze revine și vezicii gazoase, bogat vascularizată, aceasta fiind o evaginare a esofagului sau stomacului.

La peștii **dipnoi** și **crosopterigieni**, organele respiratorii accesorii sunt reprezentate prin plămâni, saci alungați care derivă din faringe.

- Explicați necesitatea acestor organe respiratorii, corelând-o cu condițiile de viață!

Tot ca o completare a respirației branhiale este și respirația tegumentară, întâlnită la anghilă, precum și prin branhiile externe, de la embrionii și larvele unor rechini și dipnoi.

La **amfibieni**, sistemul respirator cuprinde căile de conducere a aerului, reprezentate prin fosele nazale, faringe, laringe, trahee, bronhiile extrapulmonare și plămâni.

- Așezați o broască (după distrugerea axului cerebrospinal sau după anestezie) cu partea ventrală în sus și cu un foarfece faceți o incizie a tegumentului. Cu o pensă desprindeți tegumentul de pe corp. Observați pielea pe fața internă. Explicați de ce această este bine vascularizată. În continuare, incizați mușchii, deschideți cavitatea corpului și fixați pereții musculari cu ace cu gămălie. În timpul disecției, schimbați apa din vas, pentru a fi cât mai limpede. Observați înapoia inimii cei doi plămâni, care au aspectul unor saci cu pereți netezi sau ușor cutați.

În general, la speciile terestre de amfibieni, suprafața respiratorie a plămânului este mai mare decât la speciile acvatice. Explicați de ce!

Mecanismul ventilației plămânilor este diferit de cel al peștilor. Broasca face o serie de mișcări ale planșeului bucal, în cursul cărora aerul atmosferic este aspirat în cavitatea bucală prin narine și de aici trece prin glotă (orificiul faringo-laringian) spre laringe și plămâni. Expirația se datorează musculaturii corpului și forței elastice a plămânilor.

În anumite momente, broasca execută mișcări de ridicare și coborâre a planșeului bucal, astfel încât cavitatea buco-faringiană se transformă într-o pompă care aspiră și elimină aerul. Această respirație buco-faringiană suplimentează aprovizionarea organismului cu oxigen.

Deoarece respirația pulmonară nu reușește să asigure cantitatea de oxigen necesară organismului, ea este completată de *respirația tegumentară*. Tegumentul subțire, umed și bine vascularizat, favorizează schimburile de gaze și în special cele de dioxid de carbon.

În stadiul larvar, amfibienii respiră prin branhii.

La reptile căile lor respiratorii se complică și se diferențiază mai mult decât la amfibieni. Mucoasa laringelui la cameleoni și crocodili formează niște cute, considerate corzi vocale. De asemenea, orificiul glotei este acoperit de epiglotă, un căpăcel care acoperă glota în momentul deglutiției. Forma și structura plămânilor variază foarte mult de la un grup la altul. Ei au tot aspect saciform, deși cutarea este mai pronunțată decât la amfibieni.

● Explicați de ce plămânii reptilelor sunt mai cutați decât plămânii amfibienilor!

La unele șopârle și cameleoni, plămânii se continuă cu un fel de saci aerieni. Șerpii au un singur plămân, de formă cilindrică.

Mecanismul de realizare a mișcărilor respiratorii la reptile se aseamănă cu cel de la mamifere, având unele caracteristici. Prin contracția și relaxarea mușchilor ce se prind pe coaste, au loc mărirea și micșorarea volumului cutiei toracice. Plămânii, care aderă parțial de cutia toracică, își măresc și își micșorează volumul, o dată cu aceasta, având loc inspirația și expirația. La chelonienii acvatici în respirație un rol au mișcările de coborâre și de ridicare a planșeului bucal, iar la chelonienii tereștri, mișcările membrului corpului, când acestea sunt retrase în carapace, corpul se comprimă și aerul este eliminat din plămâni și invers, când acestea sunt scoase din carapace.

Sistemul respirator al păsărilor are o structură și o funcție cu totul particulare față de sistemul respirator al celorlalte vertebrate, datorită modului lor de viață, așa cum se observă în figura 63.

Laringele este lipsit de corzi vocale, iar traheea, la locul unde se ramifică în cele două bronhii primare, prezintă un organ vocal caracteristic numai păsărilor, numit sirinx; acesta are rol în producerea și modelarea sunetelor.

Traheea și bronhiile au inele cartilaginoase, care le mențin deschise permanent. Această structură înlesnește circulația aerului.

Plămânii păsărilor sunt localizați în cavitatea toracică și sunt înveliți de două pleure. În fiecare plămân pătrunde câte o bronhie primară. Din aceasta se desprind circa 12–16 bronhii secundare, care se ramifică într-un sistem de tuburi mici și subțiri ce comunică între ele, numite parabronhii. De pe acestea pornesc bronhiile respiratorii, scurte și numeroase, care se continuă cu capilarele aeriene, unitățile morfofuncționale ale plămânilor. Printre capilarele aeriene se ramifică o bogată rețea de capilare sangvine, la nivelul căroră se face schimbul de gaze.

Caracteristic pentru plămânii păsărilor este faptul că aceștia nu au alveole pulmonare. Al doilea element caracteristic sunt sacii aerieni, care comunică cu plămânii. Sacii aerieni rezultă din dilatarea capătului terminal al bronhiilor primare sau secundare. Cele 9 perechi de saci aerieni au un volum de câteva ori mai mare decât al plămânilor. La multe păsări (pelican,

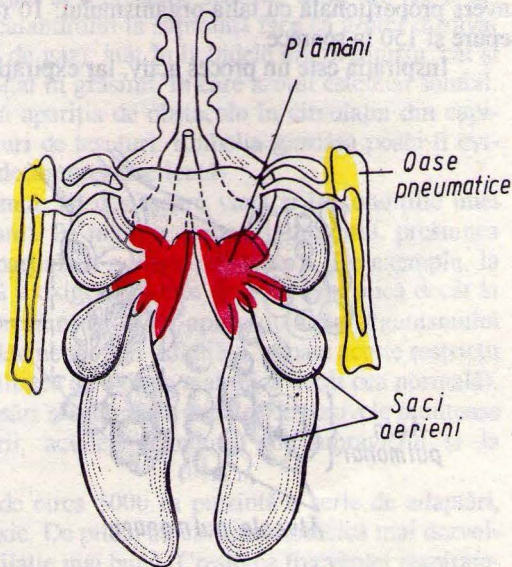


Fig. 63. Sistemul respirator la păsări.

barză, albatros, lebădă etc.), ramificații ale sacilor aerieni pătrund în interiorul unor oase (stern, coaste) pe care le pneumatizează.

Sacii aerieni intervin și în menținerea constantă a temperaturii corpului, aerul fiind un bun strat termoizolator. Când pasărea nu zboară, inspirația și expirația sunt determinate de mișcările cutiei toracice, sub acțiunea mușchilor intercostali. Suplimentarea plămânilor cu aer se face cu ajutorul sacilor aerieni. La pasărea în zbor, cutia toracică devine imobilă, servind doar ca suport pentru aripi. Mușchii care acționează aripile dilată și contractă sacii aerieni în mod succesiv și astfel au loc inspirația și aspirația.

Mamiferele au căile respiratorii, și în special cele intrapulmonare, bine individualizate.

Laringele prezintă o mucoasă care formează pliuri numite corzi vocale. La unele mamifere (rozătoare, rumegătoare, maimuțe urlătoare), pereții laterali ai laringelui sunt dilatați formând saci laterali, care servesc ca organe de rezonanță, întârind sunetele emise. La mamifere, ca și la crocodili, există epiglota care îndeplinește același rol.

● Reamintiți-vă structura plămânilor, studiată în clasa VII-a!

Plămânii acestor animale au aspect buretos, iar unitatea lor morfofuncțională este alveola pulmonară. Alveolele pulmonare sunt extrem de numeroase și se asociază în acini, aceștia în lobuli, care constituie lobii (fig. 64). Peretele alveolei este format dintr-un epiteliu continuu, la nivelul căruia se află o bogată rețea de capilare sanguine, cu rol în realizarea schimburilor de gaze.

Inspirația și expirația se fac prin mărirea și micșorarea volumului cutiei toracice, ca urmare a acțiunii mușchilor costali și diafragmei.

● Ce rol are diafragma?

Un rol important în realizarea mișcărilor respiratorii îl au și cele două foiețe pleurale. Explicați rolul acestora!

În general, la diferitele specii de mamifere, frecvența mișcărilor respiratorii este invers proporțională cu talia organismului: 10 respirații/minut la cal, 22 la câine, 50 la iepure și 150 la șoarece.

Inspirația este un proces activ, iar expirația este pasivă.

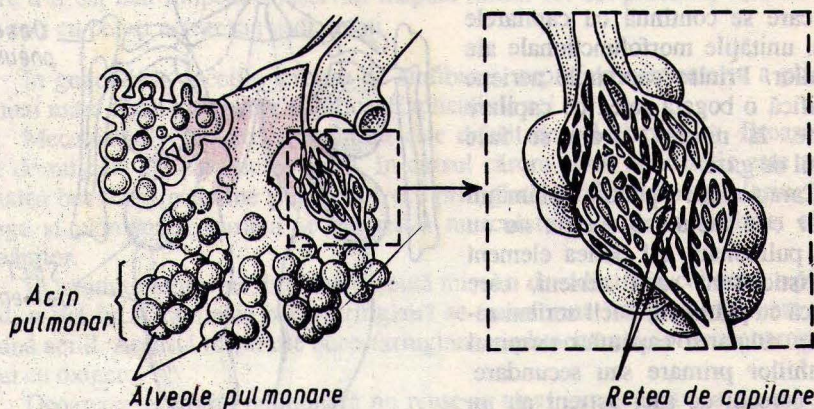


Fig. 64. Alveole pulmonare.

castori etc.), respirația este tot pulmonară, ca și la mamiferele terestre. Ca urmare a vieții în mediul acvatic, ele au suferit însă unele modificări ale funcției respiratorii, care le dau posibilitatea să se scufunde și să-și caute hrana timp îndelungat sub apă. Așa de exemplu, cașalotul poate rămâne sub apă 80–150 minute, balena 30–50 minute, delfinul 15 minute etc. Numărul alveolelor pulmonare este crescut, iar bronhiiolele au sfinctere care pot opri timp îndelungat ieșirea aerului din plămâni. În momentul scufundării, respirația este oprită, închizându-se orificiile nazale și sfincterele bronhiiolelor. Când concentrația dioxidului de carbon din sânge și din aerul alveolar crește peste limita normală, mișcările de înot sunt încetinite, animalul iese la suprafață, iar respirația reîncepe. O altă particularitate a mamiferelor care se scufundă este determinată de faptul că azotul este solubil în grăsimea lor și ajunge greu în mediul intern, nefiind amenințate de embolii grave. Așa este cazul balenelor, care se pot scufunda până la 900 m adâncime.

La animalele nescufundătoare, creșterea concentrației în sânge a CO_2 duce la excitarea centrilor respiratori de unde pornește comanda mișcărilor ventilatorii. La animalele scufundătoare, centrii respiratori tolerează concentrații foarte mari ale dioxidului de carbon, din care cauză aceștia nu determină mișcările respiratorii.

Omului, așa cum se știe, i se pun probleme cu totul speciale în cazul presiunilor crescute (hiperbarism). Scufundarea la anumite adâncimi este necesară în diferite sectoare de muncă, ca exploatarea petrolieră și mineritul subacvatic, îngrijirea și repararea navelor, cercetarea mediului marin etc. În apă, omul trebuie să facă față unei creșteri a presiunii cu o atmosferă la fiecare 10 m adâncime. Factorul presiune poate fi evitat într-o oarecare măsură, dacă scufundarea se face în costume speciale sau folosind dispozitive moderne de protecție.

Asupra scufundătorilor cu costum de scafandru, neprotejați pentru presiuni și care respiră gaze din butelii, se creează o diferență de presiune între mediul extern și cel din interiorul organismului, care va stimula expirația – prin comprimarea puternică a toracelui și inhibarea inspirației. Un pericol mare pentru cei ce lucrează la adâncime este trecerea rapidă de la o presiune ridicată la o presiune scăzută, când are loc o decompresiune bruscă. Ridicarea bruscă a scafandruului la suprafață face ca azotul dizolvat în sânge să treacă în formă gazoasă (bule de gaz), atât în lichidele din organism, cât și în țesuturi, mai ales în cele cu conținut bogat în grăsimi, în care azotul este mai solubil. Degajarea acestor bule gazoase determină apariția de obstacole în circulația din capilare, provocând embolii gazoase sau rupturi de țesuturi. Embolia gazoasă poate fi evitată, dacă scufundătorul se ridică treptat (decompresiune lentă).

Multe vertebrate, printre care și omul, își desfășoară viața și în condițiile unei scăderi a presiunii atmosferice (hipobarism). Pe măsura creșterii altitudinii, presiunea atmosferică scade, și implicit presiunea parțială a gazelor respiratorii. De exemplu, la altitudinea de 5 000 m, presiunea parțială a oxigenului este de 2 ori mai mică decât la nivelul mării. În asemenea condiții de presiune scăzută, aprovizionarea organismului animal cu cantitățile de oxigen necesare devine tot mai dificilă. Cu toate aceste restricții fiziologice legate de factorul hipoxic (cantitatea de oxigen mai mică decât cea normală), numeroase specii de amfibieni, reptile, păsări și mamifere populează masivele muntoase de până la 5500 m altitudine. Vulturii, acvilele, condorii pot supraviețui și la 7 000–8 000 m.

Oamenii care trăiesc la altitudini de circa 5000 m prezintă o serie de adaptări, care le permit depășirea condiției de hipoxie. De pildă, au cavitatea toracică mai dezvoltată, ceea ce le permite să realizeze o ventilație mai bună. Creșterea frecvenței respiratorii până la 50–70 pe minut ca și profunzimea acestora permit o oxigenare mai bună a

sângelui. De asemenea, numărul de hematii este mai mare (peste 7 mil/mm³ de sânge). Hemoglobina lor are o mai mare capacitate de încărcare cu oxigen, volumul sanguin circulant, ca și numărul și permeabilitatea capilarelor cresc considerabil.

*

*

*

Oxigenul obținut pe cale aerobă sau anaerobă este utilizat în cursul proceselor de degradare a substanțelor organice complexe din care rezultă energia chimică, utilizată în diferite activități.

Sursele de energie sunt constituite de alimente. Eliberarea energiei din moleculele acestora se face în două etape:

– în timpul digestiei alimentelor, la nivelul vacuolei digestive a protozoarelor sau în tubul digestiv al metazoarelor, prin mecanismul biochimic al hidrolizei. Randamentul unor asemenea reacții sub aspect energetic este cu totul neînsemnat;

– în timpul catabolizării nutrimenților, în interiorul celulelor, prin mecanismele biochimice ale oxidărilor celulare. Prin asemenea reacții se obține randamentul energetic maxim.

Scindarea moleculelor complexe ale celor trei categorii de substanțe (glucide, lipide și protide) sub acțiunea enzimelor duce la eliberarea de energie chimică potențială (prin reacții de oxido-reducere), care ulterior este transformată în: lucru mecanic, căldură, electricitate etc.

Eliberarea energiilor actuale se face treptat și la temperaturi compatibile cu viața. În timpul acestor transformări, moleculele substanțelor energetice se degradează treptat, ajungând la produși catabolici finali (apa metabolică și dioxidul de carbon) și la energia utilizată de organism în diferite activități fiziologice.



TEME

- Menționați ordinea apariției principalelor tipuri de respirație în seria animală.
- Explicați de ce cel mai eficient sistem respirator este sistemul traheal!
- Prezentați mecanismul respirației de la amfibieni și păsări.

2.3. MEDIUL INTERN ȘI CIRCULAȚIA LICHIDELOR ÎN SERIA ANIMALĂ

Mediul intern cuprinde sângele, limfa și lichidul interstițial, precum și umoarea apoasă, lichidul cefalorahidian, perilimfa, endolimfa etc. În noțiunea de mediu intern nu sunt cuprinse lichidele intracelulare.

Mediul intern al nevertebratelor

La **protozoare** mediul apos în care trăiesc reprezintă atât mediul extern, cât și mediul intern al organismelor respective. Protozoarele realizează schimburi cu mediul extern pe întreaga suprafață a corpului.

La **spongieri și celenterate**, lichidul care circulă în canalele corpului sau în sistemul gastrovascular a fost numit *hidrolimfă*. Prin contactul direct al hidrolimfei cu celulele corpului, se realizează schimbul de substanțe, cedarea oxigenului la celule și încărcarea lichidului care circulă în corpul animalului cu dioxid de carbon și alți produși de metabolism.

În sistemul circulator al **viermilor, moluștelor, artropodelor**, ca și în lacunele corpului acestora, circulă un lichid incolor, ușor albastru sau roșu care a fost numit *hemolimfă*.

Hemolimfa are o compoziție chimică proprie, diferită de cea a mediului extern, cu care nu mai vine în contact direct. În comparație cu hidrolimfa, hemolimfa are o cantitate mai redusă de apă și conține mai multe substanțe minerale și organice, anume tipuri de celule, numite elemente figurate și pigmenți cu afinitate mare pentru oxigen. Astfel, hemolimfa îndeplinește și o funcție respiratorie.

– *Substanțele minerale*, solvite în apa hemolimfei, se găsesc sub formă de anioni și cationi, în raport constant. Elementele chimice (Na, K, Ca, Mg) și substanțele minerale (clorurile, bicarbonații, fosfații, urații etc.) conferă hemolimfei variații ale presiunii osmotice mai largi ca la vertebrate, dându-le posibilitatea să se adapteze la diferite tipuri de mediu.

– *Substanțele organice* ale hemolimfei sunt reprezentate prin proteine (albumine, globuline), glucide (fructoză) și lipide care apar sub formă de particule. De asemenea, în hemolimfa nevertebratelor se găsesc multe enzime.

Hemolimfa unor nevertebrate poate circula într-un *sistem circulator lacunar* (deschis), venind direct în contact cu celulele corpului, în anumite porțiuni ale organismului, îndeplinind astfel rolul sângelui și al limfei de la vertebrate. La alte nevertebrate, hemolimfa circulă într-un *sistem circulator închis*, ea având compoziție constantă și funcții caracteristice. În acest caz, schimburile de apă și substanțe se fac prin intermediul lichidului interstițial, care scaldă celulele.

● Amintiți-vă care sunt elementele figurate ale sângelui și rolul acestora!

Elementele figurate din hemolimfa nevertebratelor sunt celule nucleate de forme diferite, asemănătoare prin proprietățile lor fiziologice mai mult cu globulele albe din sângele vertebratelor. Ele se numesc *amibocite* și apar la nemerțieni. Funcțiile lor sunt multiple: participă la realizarea mecanismelor de apărare împotriva agenților patogeni, care au pătruns în mediul intern; asigură regenerarea țesuturilor lezate și influențează procesele de metamorfoză; unele conțin pigmenți respiratori, asigurând transportul gazelor respiratorii prin mediul intern.

– *Pigmenții respiratori* la nevertebrate sunt incluși în amibocite sau dizolvați în plasmă. Așa, de exemplu, numai la puține specii de anelide sângele este incolor, la majoritatea fiind roșu, din cauza hemoglobinei dizolvată în plasmă sau fixată în globule. În plasma celor mai multe moluște se găsește pigmentul hemocianina, de culoare albastră; puține moluște posedă în plasmă și hemoglobină.

Sângele artropodelor conține hemoglobină dizolvată în plasmă (la crustaceii inferiori și la larvele unor insecte), sau hemocianină (la scorpioni și la crustaceii superiori).

La majoritatea insectelor, sângele păstrează numai funcția de transport, pigmentul nu mai are rol respirator, deoarece oxigenul trece direct din trahee în țesuturi și celule.

Nevertebratele au un volum mai mare de hemolimfă în raport cu greutatea corporală. Cantitatea mai mare de hemolimfă servește ca rezervă de apă pentru țesuturi, atunci când mediul devine prea uscat. Volumul hemolimfei prezintă variații mari, dar și posibilități rapide de restabilire. Deci, și la nevertebrate există mecanisme de menținere constantă a volumului hemolimfei, cât și a diferitelor ei componente (*homeostazie*).

Mediul intern al vertebratelor

La vertebrate, principalele componente ale mediului intern sunt lichidul interstițial, limfa și sângele.

Și la vertebrate, o parte din lichidele interne ale corpului se află răspândite printre celulele tuturor organelor și țesuturilor, alcătuind *lichidul interstițial*. La nivelul acestuia se realizează schimburile de gaze și substanțe dintre sânge și celule.

O parte din lichidul din spațiile interstițiale este colectat de sistemul limfatic și devine limfă. *Limfa* este formată din plasmă și elemente figurate (limfocite). Compoziția acesteia este similară cu a plasmei sangvine, exceptând proteinele (care sunt mai puține) și lipidele care se află în cantitate mai mare.

Sângele este un alt component al mediului intern, format din plasmă și elemente figurate.

Plasma constituie partea lichidă, care conține apă, substanțe minerale, glucide, lipide, proteine, gaze, produși de dezasimilație. Elementele figurate sunt reprezentate de *eritrocite* (globule roșii), *leucocite* (globule albe) și *trombocite*.

• Observați frotiuri de sânge de la diferite vertebrate!

La toate vertebratele, cu excepția mamiferelor, eritrocitele sunt celule nucleate și au rolul de a transporta gazele implicate în procesul respirator. Gazele respiratorii din sânge pot fi dizolvate în plasmă (în cantități foarte mici) sau se află sub forma unor combinații chimice labile – în eritrocite. Astfel, oxigenul este transportat sub formă de oxihemoglobină, care, la nivelul țesuturilor, se descompune în hemoglobină și oxigen, acesta fiind preluat de celule.

Transportul dioxidului de carbon se face în mai multe feluri: dizolvat în plasmă, sub formă de combinații chimice (bicarbonatul de sodiu și de potasiu) și sub formă de carbohemoglobină în globulele roșii.

Numărul de globule roșii variază cu condițiile de viață, activitatea și vârsta animalului. Astfel, sângele unor specii de pești osoși care trăiesc în iazuri și care au o activitate locomotorie redusă are un număr mic de eritrocite. La speciile care trăiesc în apele de suprafață bine oxigenate ale mării și care se mișcă continuu, numărul eritrocitelor este mult mai mare.

La păsări și mamifere, animale homeoterme, numărul eritrocitelor devine mai mare. La mamifere, eritrocitele poartă numele de hematii.

Leucocitele (globulele albe) sunt prezente în sângele tuturor vertebratelor într-un număr de 600–700 de ori mai mic decât acela al globulelor roșii. Ele sunt apărătorii organismului împotriva microbilor sau a unor particule dăunătoare.

Trombocitele sunt celule mici, nucleate, prezente în întreaga serie a vertebratelor, cu excepția mamiferelor, la care există plachete sangvine; acestea sunt fragmente de celule, cu rol important în coagularea sângelui.

Menținerea concentrației mediului intern și a funcțiilor acestuia, în orice condiții ecologice, se realizează cu ajutorul a numeroase mecanisme de reglare, îndeosebi de ordin nervos și endocrin.

CIRCULAȚIA LICHIDELOR CORPULUI

O dată cu apariția mediului intern cu o compoziție specifică și relativ constantă, se observă apariția unor structuri specializate, care constituie sistemul circulator.

În seria animală există două tipuri de sistem circulator: *deschis* (lacunar) și *închis*.

Sistemul circulator deschis se caracterizează prin aceea că, în anumite regiuni, vasele sunt lipsite de pereți proprii, deschizându-se în lacune ale corpului. Acest tip de sistem circulator este întâlnit numai la nevertebrate.

Sistemul circulator închis este format dintr-un sistem de vase fără întrerupere între ele, realizând un circuit continuu. Acest tip de sistem circulator este întâlnit la toate vertebratele și foarte rar la nevertebrate.

Circulația la nevertebrate

La **protozoare**, „circulația” este îndeplinită de curenții citoplasmatici: prin sistemul de pori inhalanți la **spongieri** și cel gastrovascular la **celenterate**; prin lacunele cavității corpului în care circulă hemolimfa, fără o direcție definită, la **platelminți** și **nematelminți**. Sistemul circulator apare pentru prima dată în seria animală la **nemerțieni** (fig. 65). El este de tip închis, fiind alcătuit din două sau trei vase longitudinale, legate la cele două extremități prin lacune cu pereți subțiri. Circulația „sângelui” în vase nu are sens precis; ea se face atât anterior, cât și posterior și este determinată de existența țesutului muscular contractil din pereții vasului dorsal.

Anelidele, în marea lor majoritate, au un sistem circulator închis, alcătuit, în general, din două vase longitudinale (unul dorsal și altul ventral), care se leagă între ele printr-o rețea de capilare unde au loc schimburile de gaze și substanțe între sânge și țesuturi.

- În figura 66 observați circulația sângelui la anelide. Urmăriți sensul indicat de săgeți. Vasul dorsal este colector; din el sângele este împins cu ajutorul mușchilor din pereții corpului prin capilarele transversale în vasul ventral, care, la rândul său, distribuie sângele la organele interne.

- Faceți disecția unei râme și veți observa că animalul prezintă, între cele două vase longitudinale principale, inele vasculare, care se contractă ritmic. Acestea poartă numele de „inimi”.

Sistemul circulator al **moluștelor** este un sistem deschis, format din inimă (care apare pentru prima dată), vase, lacune și sinusuri (spații înguste).

Inima are o poziție dorsală și este inclusă într-o cavitate pericardică, rest al cavității celomice. Majoritatea moluștelor au inima alcătuită din două atrii și un ventricul muscular. Ventriculul pompează sângele oxigenat în artere, care se distribuie la toate organele, în mod indirect, prin lacunele din țesuturi. Aici sângele cedează oxigenul și substanțele nutritive și se încarcă cu CO_2 și produși de dezasimilație, care ajung prin

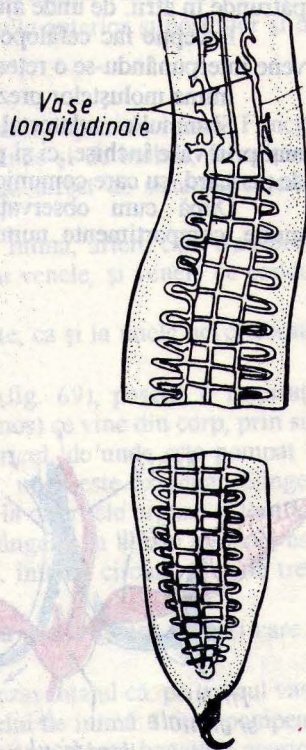


Fig. 65. Sistemul circulator la nemerțieni.

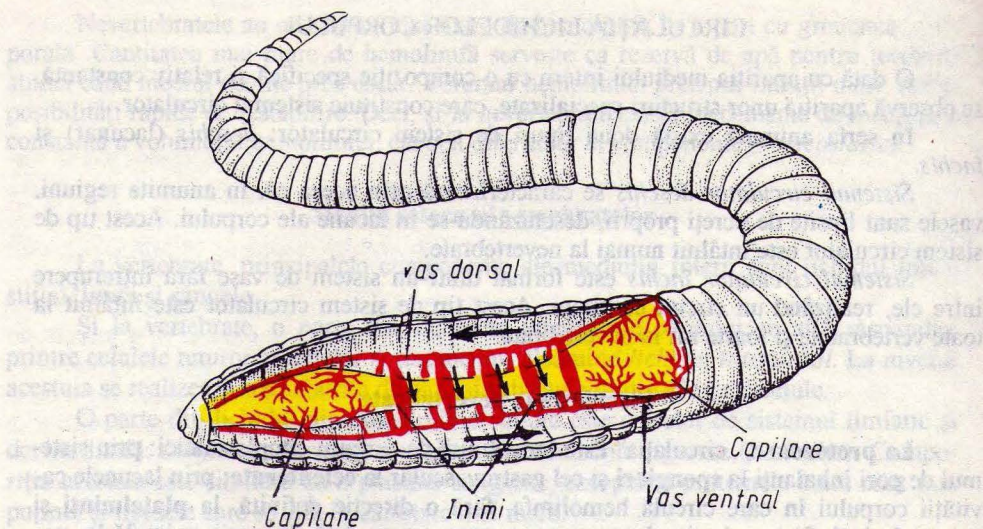


Fig. 66. Sistemul circulator la anelide.

intermediul sinusurilor la branhii, plămâni și organele de excreție. Sângele oxigenat la nivelul branhiilor și plămânilor se întoarce la inimă, tot prin sinusuri și vene aferente pătrunde în atri. de unde ajunge din nou în ventricul.

Excepție fac cefalopodele, la care sistemul circulator este închis, între artere și vene interpunându-se o rețea capilară (fig. 67).

Inima moluștelor prezintă o ritmicitate proprie, numită **automatism**.

Sistemul circulator al **artropodelor** este deschis, deoarece sângele nu circulă numai prin vase închise, ci și prin lacune și sinusuri. Inima situată dorsal este înconjurată de pericard, cu care comunică prin multe perechi de orificii mici, numite osteole.

După cum observați în figura 68, inima insectelor este formată din mai multe compartimente numite **ventriculite**, care comunică între ele. La majoritatea

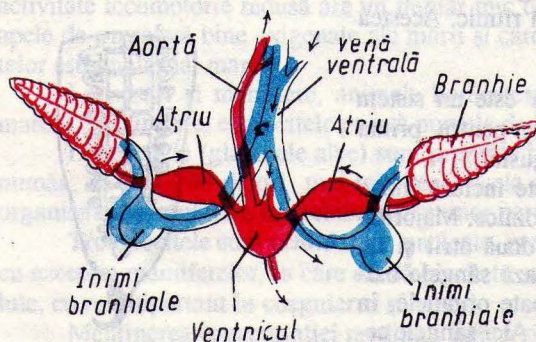


Fig. 67. Sistemul circulator la cefalopode.

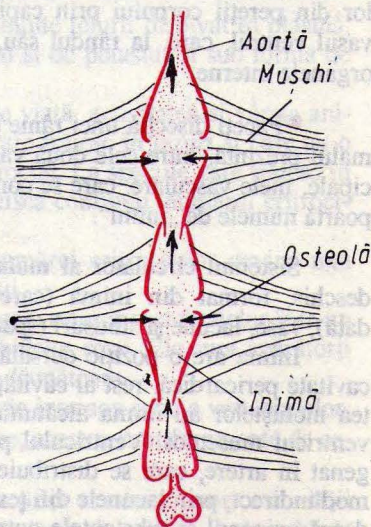


Fig. 68. Sistemul circulator la insecte.

artropodelor, inima se continuă anterior și posterior, cu câte o arteră, care se ramifică la organele interne. La insecte, capătul posterior al inimii este închis și numai cel anterior se continuă cu o arteră, care comunică cu cavitatea corpului.

Sistemul arterial este bine dezvoltat la formele care respiră prin branhii și plămâni și redus la grupele cu respirație traheală.

- Explicați care este cauza!
- Urnăriți circulația sângelui la insecte, în figura 68!

Din pericard sângele trece în inimă prin osteole, iar de aici în artere, apoi în lacune unde se distribuie la țesuturi, transportând oxigenul și substanțele nutritive. De aici, sângele venos este colectat în sinusuri, de unde trece în venele branhiale și pulmonare eferente, care îl transportă la branhii și plămâni, unde este oxigenat. De la organele respiratorii, prin sinusuri și vene branhiale și pulmonare eferente, sângele oxigenat ajunge în pericard, de unde este aspirat prin osteole în inimă. Pe lângă contracțiile inimii, un rol important în circulația sângelui îl au variațiile de presiune create în abdomen prin mișcările respiratorii ale corpului.

Circulația sângelui la cordate

Sistemul circulator al urocordatelor este alcătuit din inimă, vase și lacune. Prin contracțiile sale alternative, inima împinge sângele în vasele anterior și posterior și de aici în sistemul lacunar.

Cefalocordatele au un sistem circulator de tip închis, lipsit de inimă. Funcția acestora este suplimentată de contractilitatea sinusului venos și de bulbili, formațiuni contractile de la baza arterelor. Sistemul venos este legat direct de sistemul arterial (lipsesc capilarele), iar sângele este incolor.

La **vertebrate** sistemul circulator este format din: inimă, artere care transportă sângele în corp, capilare care pun în legătură arterele cu venele, și venele ce conduc sângele la inimă. Deci, sistemul circulator este închis.

În afară de sistemul circulator sangvin, la vertebrate, ca și la unele nevertebrate, există și sistemul limfatic, care drenează limfa.

Vertebratele tip acvatice, **ciclostomii** și **peștii** (fig. 69), posedă o respirație branhială. Prin inimă circulă numai sânge neoxigenat (venos) ce vine din corp, prin sistemul de vene, la sinusul venos, apoi în atriu și în ventricul, de unde este pompat în bulbul arterial și de aici, prin aorta ventrală, la branhii, unde este oxigenat. Sângele oxigenat circulă de la branhii în corp, prin aorta dorsală, la diferitele organe și țesuturi, unde cedează O_2 și se încarcă cu CO_2 . Deci, circulația sângelui la aceste animale este *închisă și simplă*. Prin circulație simplă se înțelege că, într-un circuit, sângele trece numai o dată prin inimă.

Activitatea ritmică a inimii peștilor este coordonată de ganglioni nervoși care se află în țesutul miocardic.

Circulația sângelui la ciclostomi și pești prezintă dezavantajul că, pe traseul vaselor, se pierde o mare parte din presiunea transmisă sângelui de inimă. Inima pompează sânge spre branhii, sub o presiune ridicată, dar capilarizarea foarte bogată a acestora determină o rezistență mare, care scade presiunea. Începând cu tetrapodele inima trimite sângele direct către plămâni și țesuturile corpului, realizându-se o dublă circulație.

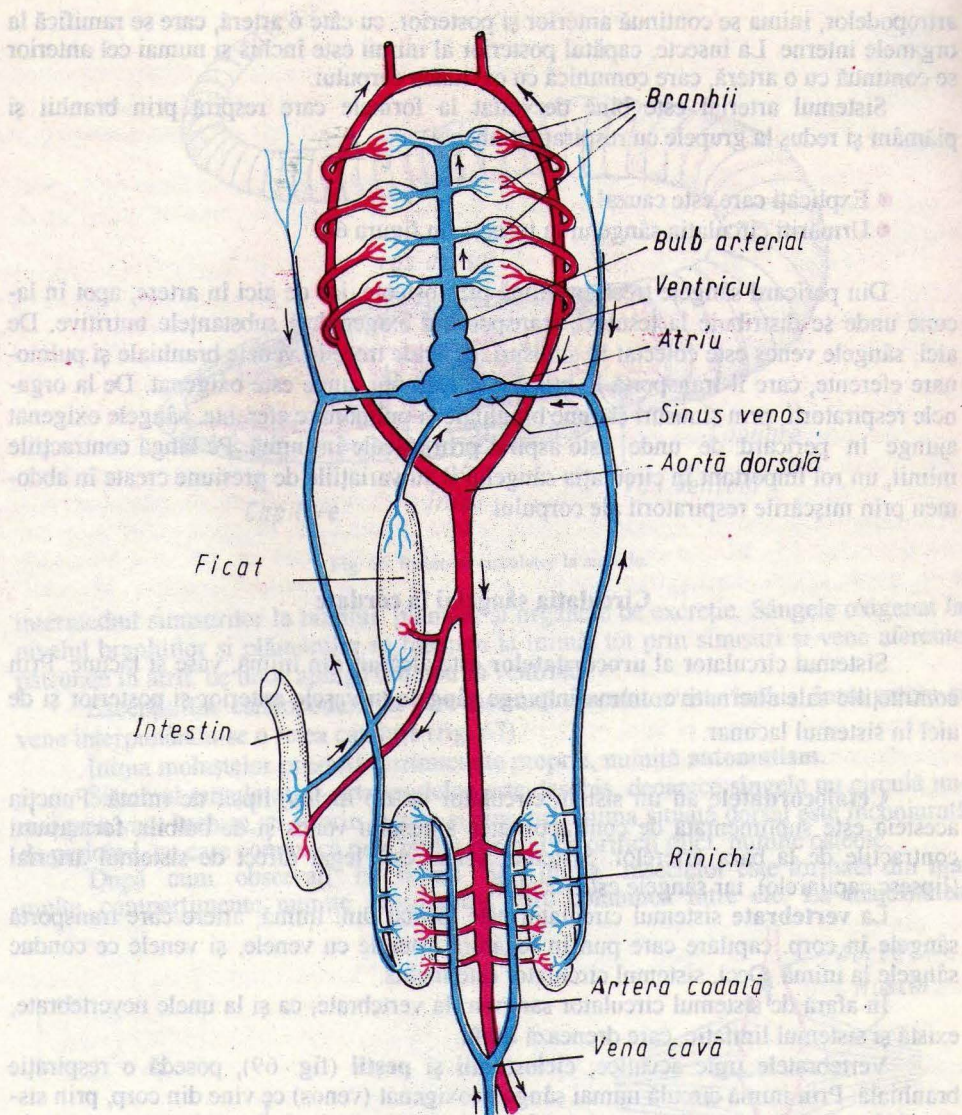


Fig. 69. Sistemul circulator la pești.

Un sistem circulator mai complicat există la dipnoi, unde apare și o respirație aeriană, prin plămâni; de la plămâni pleacă o venă ce aduce sânge oxigenat în partea stângă a atrului, incomplet separat printr-un sept, ca și ventriculul.

La aceste două grupe de animale sistemul limfatic este bine dezvoltat, format dintr-o dilatare (inimă limfatică), vase și ganglioni limfatici.

La **amfibieni**, datorită apariției respirației pulmonare, sistemul circulator este deosebit de acela al peștilor. Pentru prima dată în seria vertebratelor are loc separarea atrului în două compartimente: atrul drept și atrul stâng.

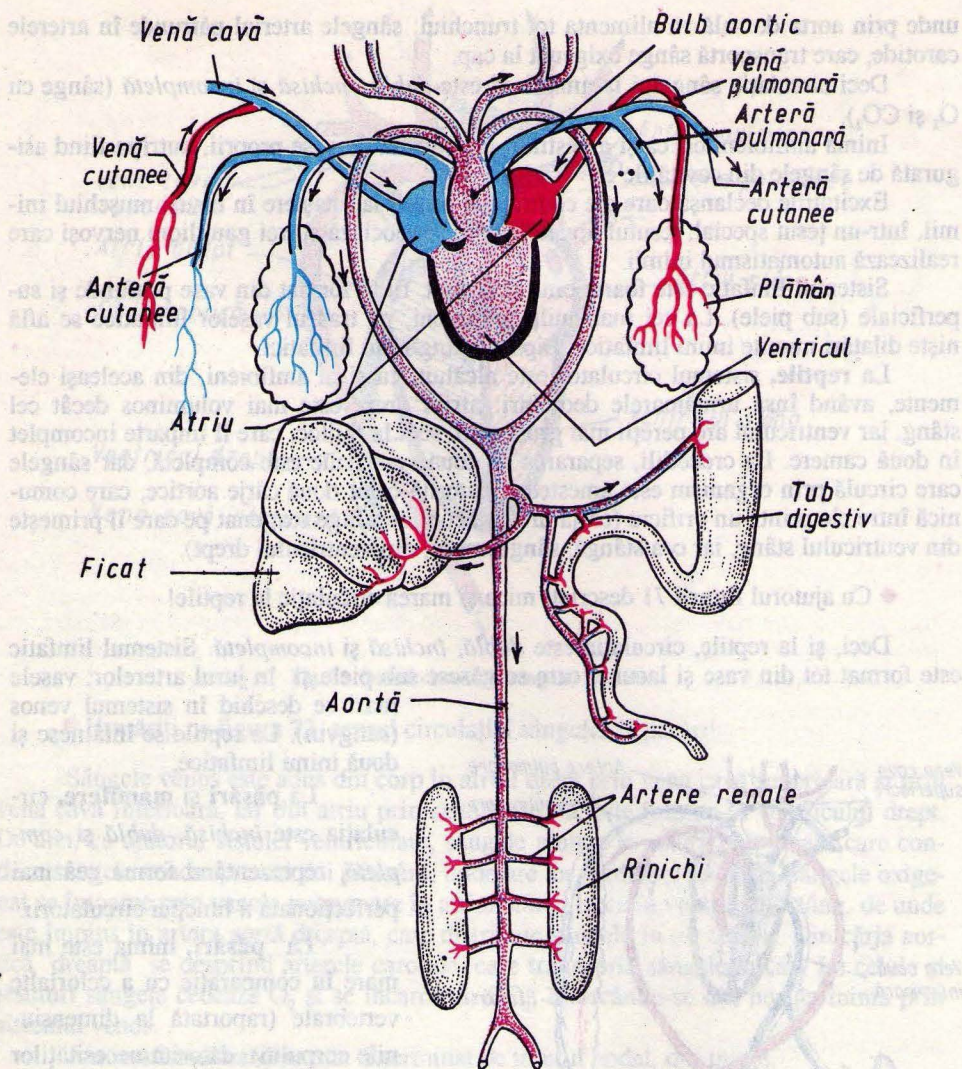


Fig. 70. Sistemul circulator la amfibieni.

• Urmăriți în figura 70 sensul în care se desfășoară circulația sângelui la amfibieni!

Sângele venos (neoxigenat) adus de sistemul venos (vene cave) se varsă în sinusul venos și de aici în atriumul drept. În același timp, în atriumul stâng pătrunde, prin venele pulmonare, sânge oxigenat de la plămâni.

Prin contracțiile atriumelor, în ventricul este împins atât sânge neoxigenat, cât și sânge oxigenat. În ventricul, sângele este numai parțial amestecat, datorită unor formațiuni anatomice speciale de la acest nivel (bulb arterial, valvă spirală). De aceea, partea dreaptă a ventriculului conține sânge venos, iar cea stângă, sânge arterial. În timpul sistolei ventriculare, sângele venos pătrunde în arterele pulmonare și cutanee unde va fi oxigenat; altă parte a sângelui (amestecat) pătrunde în cârjele aortice, de

unde prin aorta dorsală va alimenta tot trunchiul: sângele arterial pătrunde în arterele carotide, care transportă sânge oxigenat la cap.

Deci circulația sângelui la amfibieni este *dublă, închisă și incompletă* (sânge cu O_2 și CO_2).

Inima amfibienilor, ca și a peștilor, este lipsită de vase proprii, nutriția fiind asigurată de sângele din cavitățile ei.

Excitațiile declanșatoare ale contracției inimii iau naștere în însuși mușchiul inimii, într-un țesut special, țesutul nodal, la care se asociază și trei ganglioni nervoși care realizează automatismul inimii.

Sistemul limfatic este foarte bine dezvoltat, fiind format din vase profunde și superficiale (sub piele). La cei mai mulți amfibieni, pe traseul vaselor limfatice se află niște dilatări numite inimi limfatice. Lipsesc ganglionii limfatici.

La **reptile**, sistemul circulator este alcătuit, ca și la amfibieni, din aceleași elemente, având însă următoarele deosebiri: atriul drept este mai voluminos decât cel stâng, iar ventriculul are pereții mai groși și un sept la mijloc, care îl împarte incomplet în două camere. La crocodili, separarea în două ventricule este completă, dar sângele care circulă prin organism este amestecat, datorită celor două cârje aortice, care comunică între ele printr-un orificiu (cârja dreaptă conține sânge oxigenat pe care îl primește din ventriculul stâng, iar cea stângă, sânge venos, din ventriculul drept).

● Cu ajutorul figurii 71 descrieți mica și marea circulație la reptile!

Deci, și la reptile, circulația este *dublă, închisă și incompletă*. Sistemul limfatic este format tot din vase și lacune, care se găsesc sub piele și în jurul arterelor: vasele

mari se deschid în sistemul venos (sângvin). La reptile se întâlnesc și două inimi limfatice.

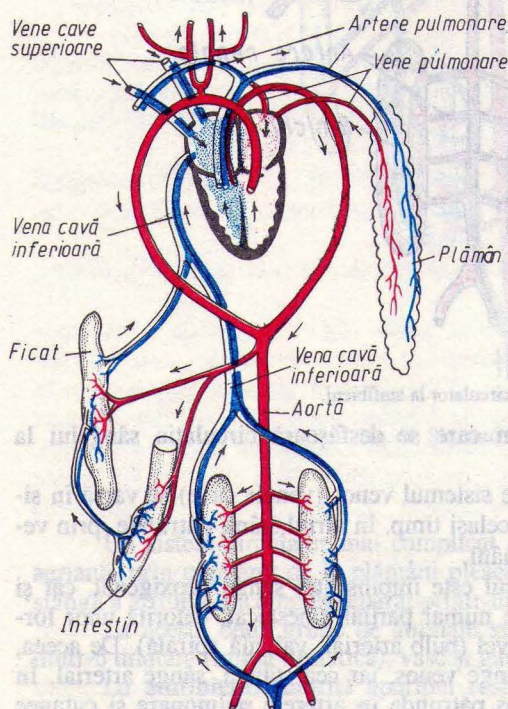


Fig. 71. Sistemul circulator la reptile.

La **păsări și mamifere**, circulația este *închisă, dublă și completă*, reprezentând forma cea mai perfecționată a funcției circulatorii.

La **păsări**, inima este mai mare în comparație cu a celorlalte vertebrate (raportată la dimensiunile corpului), datorită necesităților de satisfacere a cheltuielilor energetice considerabile din timpul zborului și de menținere a temperaturii corporale constante. Inima păsărilor are două atrii complet separate printr-un sept interatrial și două ventricule, de asemenea, complet separate prin septul interventricular. Atriile comunică cu ventriculele, ca și la celelalte vertebrate. De remarcat și faptul că păsările au numai cârja aortică dreaptă.

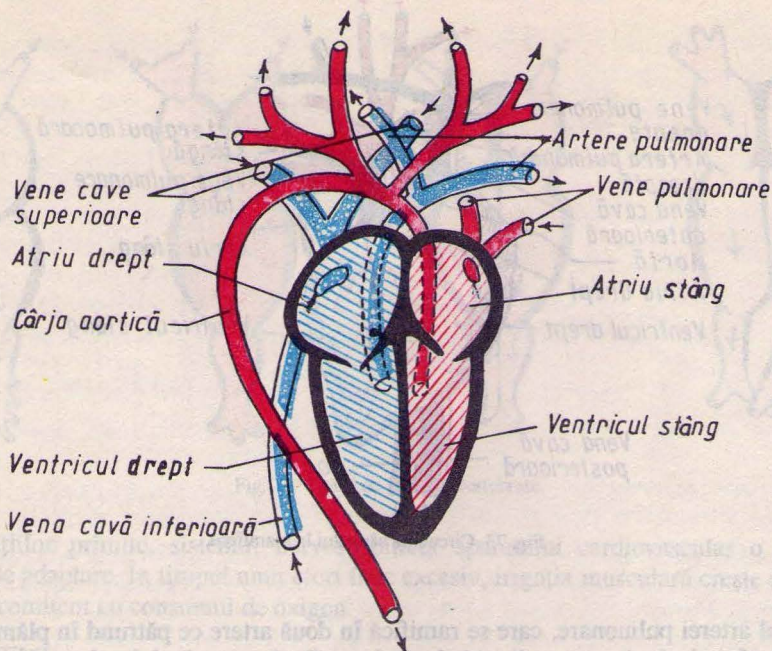


Fig. 72. Sensul circulației sângelui la păsări.

- Urmăriți pe figura 72 sensul circulației sângelui la păsări!

Sângele venos este adus din corp în atriu drept prin vena cavă superioară și prin vena cavă inferioară, iar din atriu prin sistolă atrială, este împins în ventriculul drept. De aici, cu ajutorul sistolei ventriculare, sângele ajunge în artera pulmonară care conduce sângele venos spre cei doi plămâni, unde are loc schimbul de gaze. Sângele oxigenat se întoarce prin venele pulmonare în atriu stâng, trece în ventriculul stâng, de unde este împins în artera aortă dreaptă, care distribuie sângele în tot corpul. Din cârja aortică dreaptă se desprind arterele carotide, care transportă sângele la cap. La celule și țesuturi sângele cedează O_2 și se încarcă cu CO_2 , întorcându-se din nou la inimă prin sistemul venos.

Automatismul cardiac este determinat de țesutul nodal, din inimă.

Sistemul limfatic este format din două canale toracice, care au pereții prevăzuți cu valvule ce determină circulația limfei într-o singură direcție. În final, limfa ajunge în sistemul venos. În sistemul limfatic al unor specii de păsări (rața și gâsca) apar ganglionii limfatici.

- Efectuați o disecție la șobolan sau cobai. Observați că inima este situată în cavitătea toracică, deasupra diafragmei, între cei doi plămâni. Ea are o formă conică, cu vârful orientat spre plămânul stâng. Pericardul este subțire. Inima este tetracamerală, atriile având pereții subțiri, iar ventriculele pereții groși, musculoși.

- Urmăriți pe figura 73 circulația sângelui la mamifere!

- În atriu drept se deschid vena cavă anterioară și vena cavă posterioară, care aduc din corp sângele încărcat cu dioxid de carbon. Venele pulmonare, în număr de patru, transportă sângele oxigenat în atriu stâng. Din ventriculul drept se desprinde

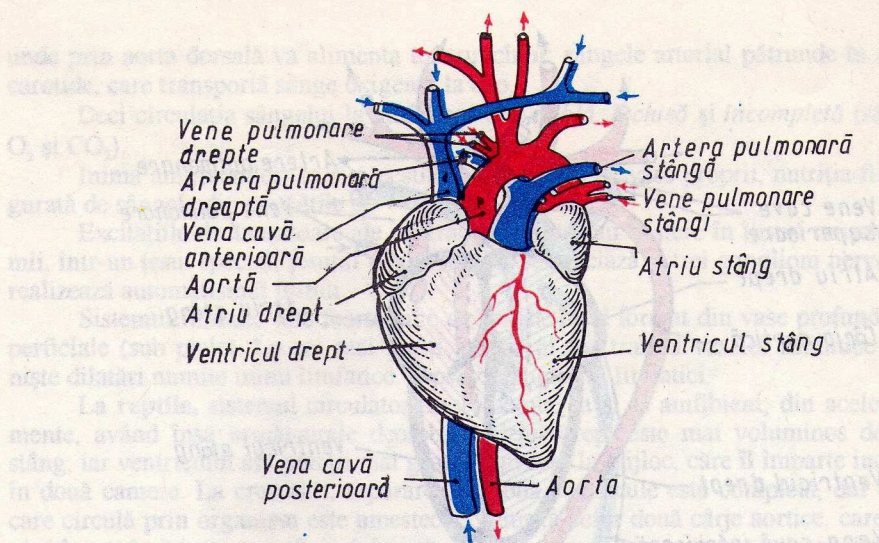


Fig. 73. Cîrcația sîngelui la mamifere.

trunchiul arterei pulmonare, care se ramifică în două artere ce pătrund în plămîni, distribuind sîngele încărcat cu dioxid de carbon. De la ventriculul stîng pleacă artera aortă care, curbându-se spre stînga, formează *cîrja aortică* din care se desprind mai multe vase asigurînd vascularizația corpului.

În lumea vertebratelor există o strînsă corelație între circulație și respirație, evidențiindu-se tendința de realizare tot mai eficientă a funcției respiratorii a sîngelui.

O dovadă a acestei corelații este și faptul că o creștere a presiunii sîngelui în aortă produce, în general, o scădere a presiunii sangvine și o încetinire (inhibare) a activității respiratorii. Invers, o scădere a presiunii în aortă produce o creștere a presiunii sangvine și o stimulare a respirației.

Un factor esențial în cuplarea funcțională a respirației cu circulația este dioxidul de carbon, rezultat în urma proceselor de oxidoreducere. Creșterea lui în sînge determină o mărire a activității respiratorii.

REȚINEȚI! O dată cu apariția mediului intern, cu o compoziție specifică și relativ constantă, se observă existența unor vase cu rolul de a-i asigura o deplasare continuă, ansamblul lor constituind un important progres pe calea ~~evolutive~~ respirației.

În seria animală se diferențiază două sisteme circulatorii: sangvin și limfatic. Sistemul circulator sangvin al vertebratelor este adaptat, pe de o parte, la asigurarea unei circulații pulmonare, iar pe de altă parte, la circulația în restul corpului.

Apariția ~~mai târzie~~ sistemului circulator limfatic în seria animală este în legătură cu drenarea lichidului interstițial în rețeaua de capilare limfatice și de aici în sistemul circulator venos, cu care co-munică direct.

Ambele sisteme circulatorii au ca organ propulsor, inima.

Orice activitate fizică se poate efectua numai dacă circulația sîngelui se adaptează nevoilor sporite de oxigen și glucoză cerute de efortul depus. Ca răspuns al

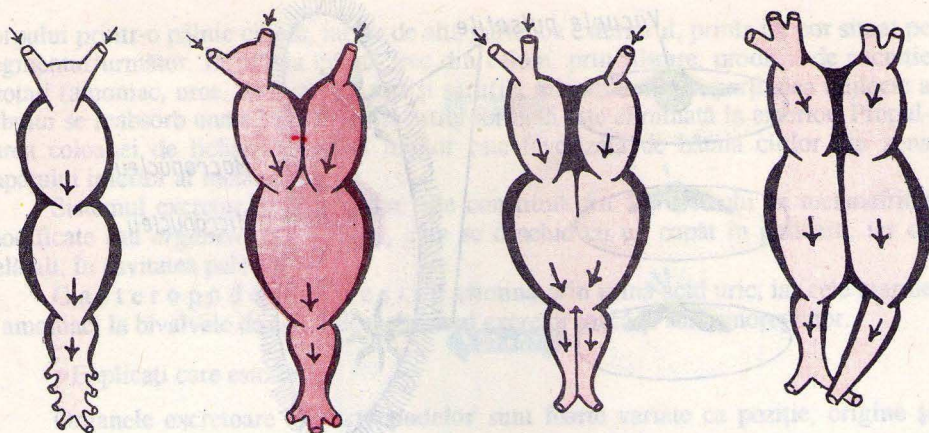


Fig. 74. Tipuri de inimi la vertebrate.

informațiilor primite, sistemul nervos solicită aparatului cardiovascular o serie de reacții de adaptare. În timpul unui efort fizic excesiv, irigația musculară crește de 10–20 ori, concomitent cu consumul de oxigen.

TEME

- Menționați rolul mediului intern.
- ~~Examinați și comparați inima principalelor tipuri de vertebrate, prezentată în figura 74.~~
- Recunoașteți și comparați inima principalelor tipuri de vertebrate, prezentată în figura 74.
- Explicați de ce inima se contractă și în afara organismului.

2.4. EXCREȚIA ÎN SERIA ANIMALĂ

În procesele de excreție se elimină din organism produși finali de metabolism, ca amoniac, uree, acid uric etc.; de asemenea, se mai elimină apă și o serie de săruri minerale, precum și diferite substanțe ajunse incidental în organism, ca medicamente, substanțe neutilizabile sau cu acțiune toxică etc. Pe lângă eliminarea produșilor nefolositori și toxici, excreția intervine în homeostazia mediului intern al organismului, menținând relativ constantă compoziția în apă, săruri minerale și substanțe organice ale acestuia.

Excreția la nevertebrate

Grupele de nevertebrate prezintă o mare varietate de organe excretoare.

Protozoarele și unii spongieri de apă dulce au ca organe excretoare *vacuolele pulsatile*. Majoritatea nevertebratelor au organe excretoare specializate, *tubulare*, care extrag produșii de excreție din mediul intern, eliminându-i la exterior împreună cu apa și sărurile minerale.

● În figura 75 observați vacuola pulsabilă care prezintă contracții ritmice, în cursul cărora conținutul ei este expulzat.

La protozoarele și spongierii de apă dulce, vacuola pulsatilă îndeplinește și rol de reglare a intrărilor și ieșirilor de apă și săruri minerale.

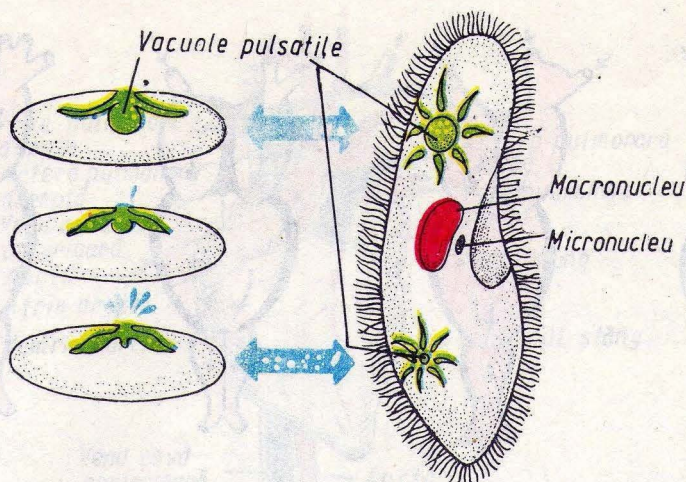


Fig. 75. Parameciul (excreția).

La spongierii marini și la **celenterate** nu se diferențiază organe excretore. Coanocitele spongierei și sistemul de canale care se deschid în cavitatea atrială contribuie la eliminarea produșilor, o dată cu fluxul de apă care străbate corpul. La fel funcționează și sistemul gastrovascular al celenteratelor.

Pentru prima dată în seria animalelor, organele de excreție apar la **platelminti**. Acestea sunt reprezentate de *protonefridii*, alcătuite dintr-un sistem de canale ramificate în parenchim, prevăzute la capăt cu câte o celulă cu flamură vibratilă (fig. 76). Apa și substanțele de excreție pătrund în celula cu flamură vibratilă prin difuziune și osmoză, iar de aici, prin mișcările cililor, lichidul străbate canalele colectoare și este eliminat la exterior prin porii excretori.

Protonefridia, pe lângă funcția excretore, îndeplinește și un rol important în osmoreglare.

La **anelide**, sistemul excretor este reprezentat de *metanefridii* (fig. 77). Ele sunt formate din tuburi încolăcite, care comunică pe de o parte, cu cavitatea generală a

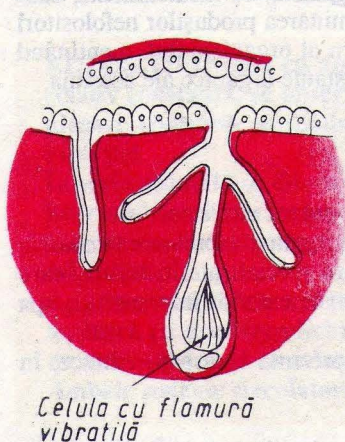


Fig. 76. Sistemul excretor la planarie.

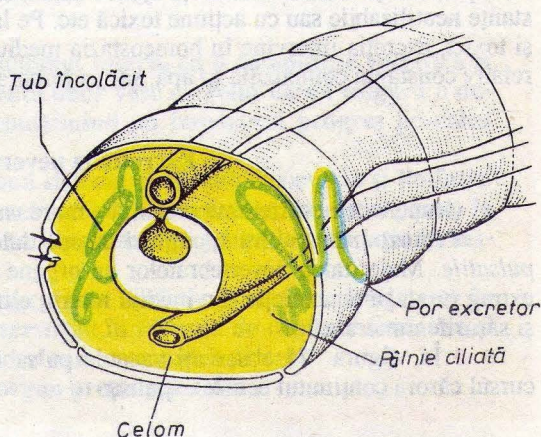


Fig. 77. Sistemul excretor la anelide.

corpului printr-o pâlnie ciliată, iar pe de altă parte, cu exteriorul, printr-un por situat pe segmentul următor. În pâlnia ciliată trec din celom, prin filtrare, produșii de excreție azotați (amoniac, uree, creatinină), apa și sărurile minerale, iar în porțiunea mijlocie a tubului se reabsorb unele săruri. Urina astfel formată este eliminată la exterior. Propulsarea coloanei de lichid în lungul tubilor este favorizată de bătaia cililor din zona capătului inferior al metanefridiilor.

Sistemul excretor al **moluștelor** este constituit din 1-6 perechi de metanefridii modificate sau *organele lui Bojanus*, care se deschid cu un capăt în pericard, iar cu celălalt, în cavitatea paleală.

Gasteropodele terestre elimină prin urină acid uric, iar cele marine – amoniac; la bivalvele de apă dulce, sistemul excretor joacă și rol osmoreglator.

● Explicați care este cauza!

Organele excretoare ale **artropodelor** sunt foarte variate ca poziție, origine și structură.

La **crustacei** (racul de râu) există 1-2 *glande antenare* (metanefridii modificate), situate la baza antenelor. Glanda antenară, cunoscută sub numele de *glanda verde*, este alcătuită dintr-un sac celomic, labirintul ce conține granule verzi, tubul colector lung și vezica excretoare care se deschide printr-un por la exterior.

Urina formată prin filtrare în sacul celomic este alcătuită din apă, săruri minerale și produși de excreție; ei i se adaugă în labirint componenta organică și apoi, la nivelul tubului colector lung, are loc o reabsorbție a sărurilor minerale, astfel încât urina finală este hipotonică față de mediul intern (conține multă apă și mai puține substanțe minerale). La crustaceii marini, volumul de urină este mai redus, iar aceasta este izotonică (are aceeași concentrație cu mediul intern), deoarece tubul colector este mai scurt, iar procesele de reabsorbție sunt mai reduse.

Organele excretoare ale **arahnidelor** și **insectelor** sunt reprezentate de *tuburile lui Malpighi*, al căror număr variază între 2-200. Acestea au forma unor tubușoare și se deschid în intestin (v. fig. 57).

Prin tuburile Malpighi se realizează o mare economie de apă, aceasta constituind o adaptare la mediul terestru. Lichidul din tuburi, drenat prin contracțiile pereților acestora, suferă un puternic proces de reabsorbție a apei și a substanțelor de care organismul are nevoie, nu numai la acest nivel, ci și în intestinul terminal. Economia de apă se realizează și prin eliminarea deșeurilor azotate sub formă de săruri greu solubile (acid uric).

● Disecați gândacul de bucătărie. La limita dintre intestinul mediu și cel terminal observați tuburile Malpighi, în număr variabil (80-100).

Echinodermele nu au sistem excretor. La ele anumite celule din sistemul ambularar înglobează produșii de dezasimilație.

În afara proceselor de excreție menționate, la unele nevertebrate există și un alt mod de eliminare a produșilor de dezasimilație. Astfel, cu ocazia năpârlirii crustaceilor și insectelor sunt lepădate învelișurile chitinoase, care conțin săruri minerale și produși azotați.

Excreția la vertebrate

La toate vertebratele, sistemul excretor este constituit din rinichi și căi urinare.

● Analizați figura 78, care reprezintă nefronul, unitatea anatomo-funcțională a rinichiului.

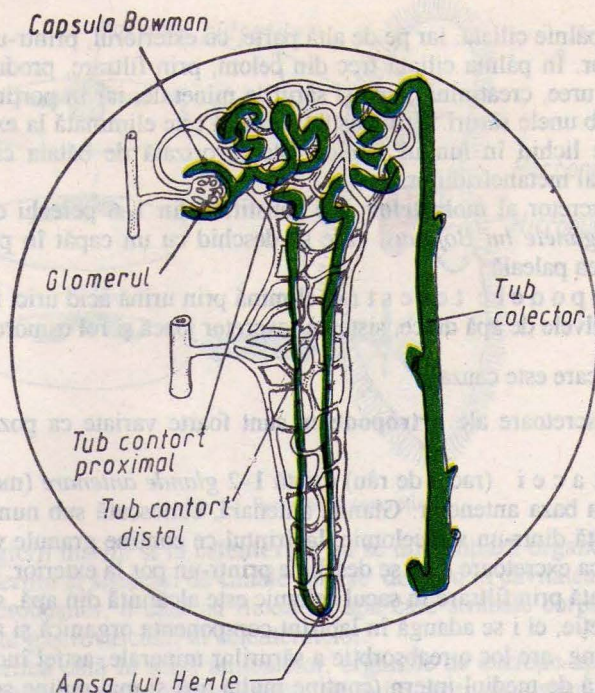


Fig. 78. Nefronul la mamifere.

În structura acestuia se evidențiază două elemente morfofuncționale caracteristice: *corpusculul Malpighi*, constituit dintr-un glomerul mic (ghem) de capilare adăpostit într-o cupă – capsula lui Bowman și tubul excretor, alcătuit dintr-un tub încolăcit (contort) proximal, o ansă (ansa lui Henle) și un tub contort distal care se deschide în tubul colector.

La diferite grupe de vertebrate există variații caracteristice ale nefronului.

La *ciclostomi* rinichiul este reprezentat prin *pronefros*; acesta este mic, oval și conține nefroni, care se deschid cu un capăt în cavitatea corpului printr-o pâlnie ciliată, numită *nefrostrom*, iar cu celălalt, într-un canal excretor – *canalul Wolff*. Glomerulul vascular, în acest caz, se află în apropierea peretelui corpului și, la nivelul său, are loc filtrarea lichidelor, care vor trece în pâlnia ciliată. Această legătură fiziologică dintre organele excretoare și cavitatea corpului este întâlnită și la *anelide*. În ambele cazuri excreția reprezintă o drenare a lichidelor corpului. Canalul Wolff (ureterul primar) iese din rinichi și se deschide printr-un orificiu uro-genital, înapoia anusului.

La unii *ciclostomi* excreția se realizează prin *mezonefros*, reprezentat de nefroni cu glomeruli închiși în capsulă, ca la mamifere.

Rinichiul *ciclostomilor* relevă atât caractere de primitivitate (*pronefrosul*), cât și caractere de superioritate prin prezența nefronilor cu glomeruli închiși.

Peștii, ca și *ciclostomii*, au ca organe excretoare rinichi de tip *pronefros* la embrioni sau larve, și *mezonefros* la adulți, cu nefroni glomerulari închiși, dar și cu nefroni aglomerulari, la puține forme.

Mezonefrosul se continuă cu ureterele care se unesc într-o „vezică urinară” de la care pleacă o „uretră” ce se deschide la exterior prin orificiul excretor (fig. 79).

La *rechinii*, organismul a realizat o presiune osmotică superioară apei marine; aceasta s-a obținut prin reținerea ureei în corp cu ajutorul unui segment special al nefronului (coletul), la nivelul căruia au loc procese intense de absorbție a acestei substanțe.

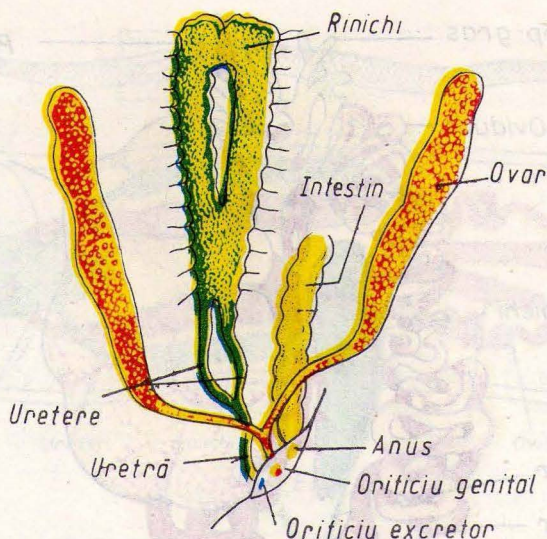


Fig. 79. Sistemele excretor și reproducător la pești.

Apariția și perfecționarea la nefronii peștilor osoși de apă dulce a unui glomerul renal, capabil să îndepărteze prin filtrare excesul de apă, au reprezentat o etapă în evoluția acestora. Peștii osoși dulcicoli elimină o cantitate mare de urină hipotonică față de mediul lor intern.

Pătrunderea unor pești osoși în mare nu a modificat mediul intern al acestora menținându-l hipoosmotic față de cel marin. Aceasta s-a realizat prin reținerea apei în corp. Modificările adaptative structurale ale nefronului au constat în reducerea sau dispariția glomerulului, la nivelul căruia, prin filtrare, s-ar fi eliminat multă apă.

Sistemul excretor al **amfibienilor** este reprezentat printr-un pronefros (rinichi exclusiv larvar) și mezonefros, la organismul adult (fig. 80).

Rinichii sunt în număr de doi, au culoare brun-roșcată, iar forma lor este influențată de forma corpului; astfel, rinichiul este alungit la urodele și scurt la anure.

La cei mai mulți amfibieni, ureterele (canalul Wolff) servesc atât la evacuarea urinei cât și a elementelor sexuale, în special la mascul. Ele se deschid în cloacă. Din cloacă urina este împinsă într-un rezervor foarte extensibil, vezica urinară.

La **reptilele** adulte, rinichiul este de tip *metanefros*, în timp ce la embrioni există pro- și mezonefrosul.

Rinichii, în număr de doi, sunt de formă variabilă: globuloși la chelonieni, ovali la lacertilieni și alungiți la ofidieni (fig. 81). Suprafața lor prezintă șanțuri superficiale care delimitează lobi.

Metanefrosul conține nefroni asemănători la toate grupele de reptile.

Ureterele se deschid în cloacă; tot în aceasta se mai deschide și vezica urinară.

Ca și la păsări și mamifere, canalul Wolff devine un canal deferent, care conduce sperma, iar la femele se atrofiază sau dispare.

Din punct de vedere funcțional, rinichii cu glomeruli bine dezvoltati de la crocodili și broaște țestoase elimină o cantitate mare de urină, hipotonică față de mediul intern. La șopârlele și șerpii care trăiesc în medii aride, glomerulul este mai slab dezvoltat și elimină o urină semisolidă sau chiar solidă, foarte bogată în acid uric.

Pentru economisirea apei, reptilele au și capacitatea de a absorbi apa prin pereții cavității cloacale.

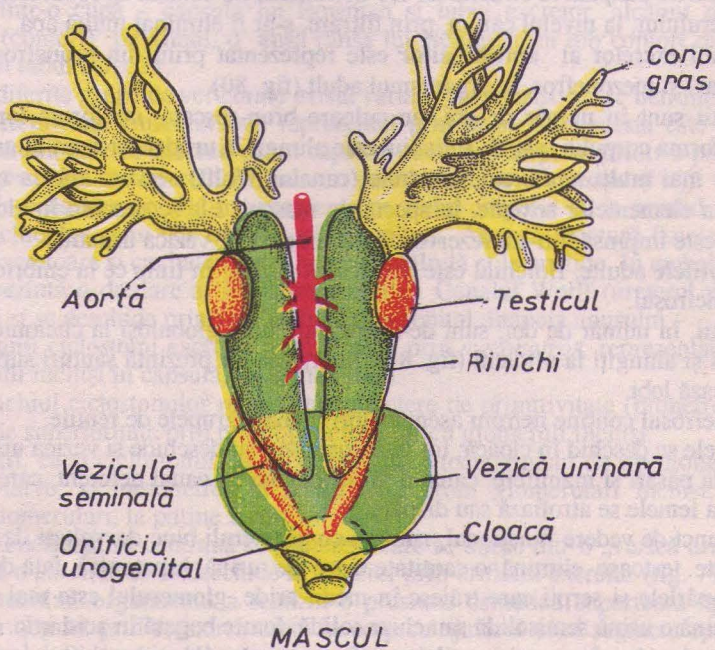
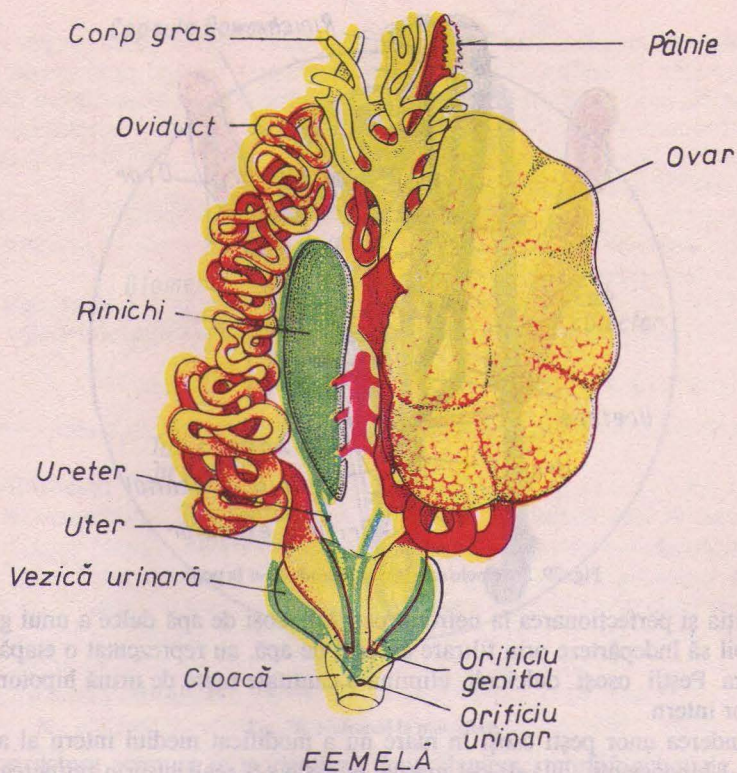


Fig. 80. Sistemele excretor și reproducător la amfibieni.

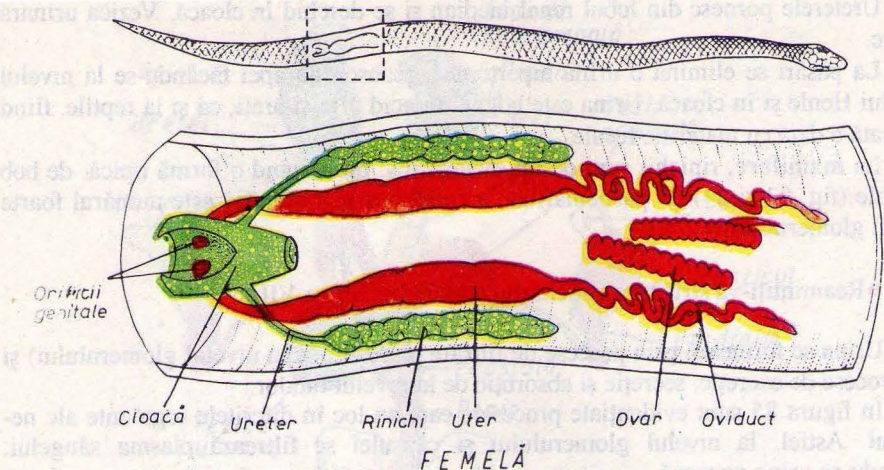


Fig. 81. Sistemele excretor și reproducător la reptile.

Rinichii păsărilor, de tip metanefros, sunt voluminoși, formați din 3 lobi (fig. 82). Dezvoltarea nefronilor este strâns legată de metabolismul ridicat și de temperatura constantă a corpului. Nefronii sunt de tip glomerular închiși, ca la mamifere; se aseamănă și cu cei de la reptile, dar se conturează ansa Henle. La păsări, vascularizația rinichiului, spre deosebire de celelalte clase de vertebrate învățate până acum, este mult mai puternică.

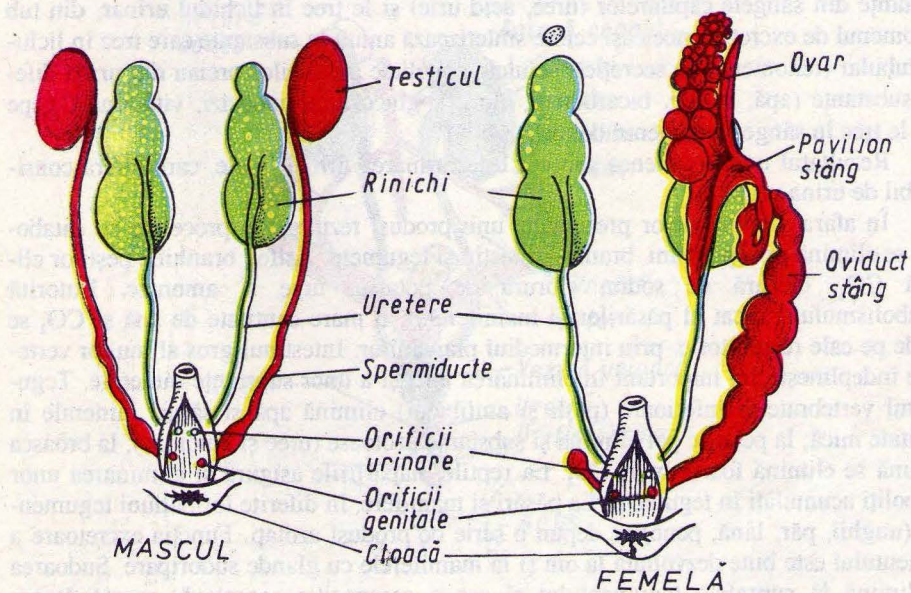


Fig. 82. Sistemele excretor și reproducător la păsări.

Ureterele pornesc din lobul renal median și se deschid în cloacă. Vezica urinară lipsește.

La păsări se elimină o urină hipertonică, reabsorbția apei făcându-se la nivelul ansei lui Henle și în cloacă. Urina este bogată în acid uric și urați, ca și la reptile, fiind eliminată o dată cu materiile fecale.

La **mamifere**, rinichii sunt de tip metanefros, prezentând o formă tipică, de bob de fasole (fig. 83 și 84). O particularitate a rinichilor mamiferelor este numărul foarte mare al glomerulilor.

• Reamintiți-vă structura rinichiului studiat în clasa a VII-a!

Urina se formează prin procese de filtrare (care au loc la nivelul glomerulului) și prin procese de excreție, secreție și absorbție de la nivelul tubilor.

În figura 85 sunt evidențiate procesele care au loc în diferitele segmente ale nefronului. Astfel, la nivelul glomerulului și capsulei se filtrează plasma sângelui, formându-se *urina primară*.

• Din plasmă se filtrează apa, substanțele minerale, substanțele organice cu moleculă mică (glucoză, unii aminoacizi, vitamine, uree etc.). Nu se filtrează substanțele proteice care au molecule mari și elemente figurate ale sângelui.

La baza mecanismului de filtrare stau mai mulți factori dintre care presiunea sângelui din vasul care pătrunde în capsulă și capilarele din glomerul. La acest nivel, presiunea sângelui este mai ridicată în comparație cu nivelul presiunii din interiorul capsulei.

Urina primară, astfel formată, străbate tubul urinifer. La acest nivel se desfășoară mai multe procese fiziologice, și anume: celulele din peretele tubului preiau anumite substanțe din sângele capilarelor (uree, acid uric) și le trec în lichidul urinar, din tub (fenomenul de excreție); aceleași celule sintetizează anumite substanțe care trec în lichidul tubular (fenomenul de secreție); celulele epiteliale ale tubilor preiau din urină diferite substanțe (apă, sulfati, bicarbonați, cloruri, glucoză, aminoacizi, vitamină C), pe care le trec în sânge (fenomenul de reabsorbție).

Rezultatul unor asemenea procese este formarea urinei finale, care diferă considerabil de urina primară.

În afara mecanismelor prezentate, unii produși rezultați în procesele de catabolism se elimină prin plămâni, branhii, intestin și tegument. Astfel, branhiile peștilor elimină CO_2 , clorură de sodiu, clorură de potasiu, uree și amoniac. Datorită metabolismului ridicat al păsărilor și mamiferelor, o mare cantitate de apă și CO_2 se pierde pe cale respiratorie, prin intermediul plămânilor. Intestinul gros al multor vertebrate îndeplinește rol important în eliminarea apei și a unor substanțe minerale. Tegumentul vertebratelor inferioare (pești și amfibieni) elimină apă și săruri minerale în cantitate mică; la pești se pot elimina și substanțe azotoase (uree și amoniac); la broasca comună se elimină foarte mult CO_2 . La reptile, năpârlirile asigură și eliminarea unor cataboliți acumulați în tegument. La păsări și mamifere, în diferite formațiuni tegumentare (unghii, păr, lână, pene) se depun o serie de produși azotați. Funcția excretoare a tegumentului este bine dezvoltată la om și la mamiferele cu glande sudoripare. Sudoarea se elimină la suprafața tegumentului și are o compoziție complexă, asemănătoare urinei.

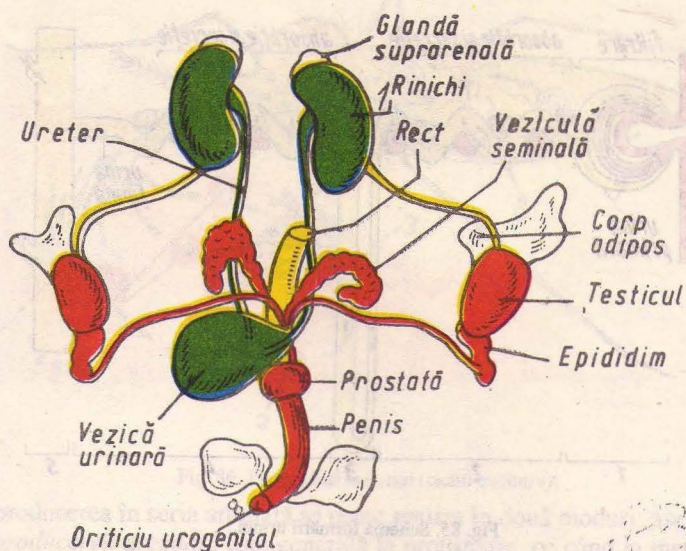


Fig. 83. Sistemele excretor și reproducător la mamifere (mascul).

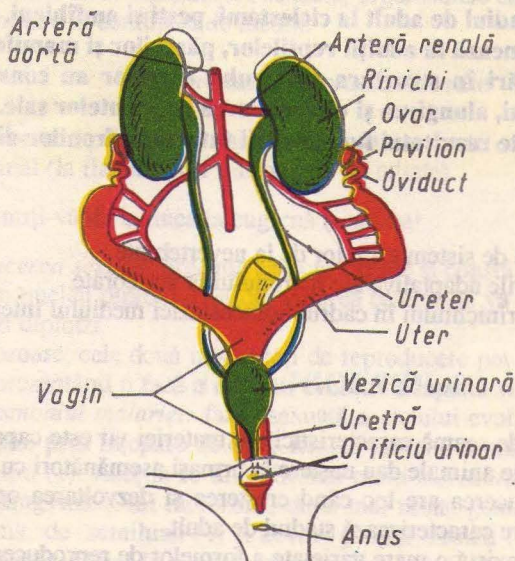


Fig. 84. Sistemele excretor și reproducător la mamifere (femelă).

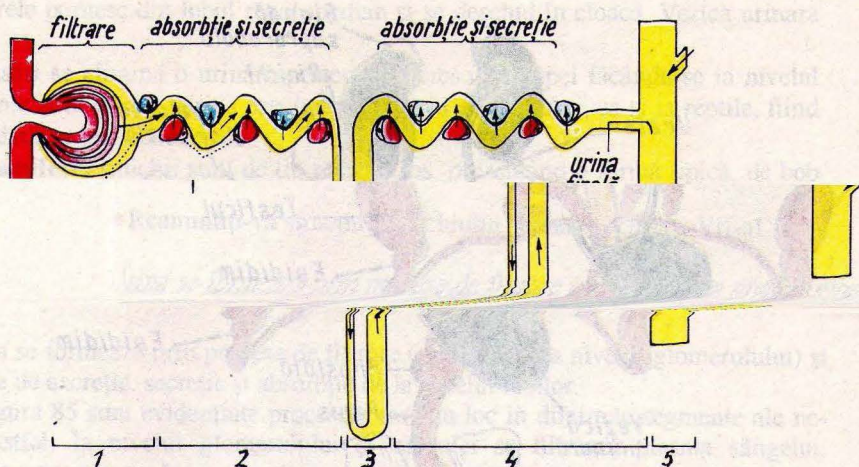


Fig. 85. Schema formării urinei.



TEME

- Denumiți tipurile de sistem excretor de la nevertebrate.
- Arătați modificările adaptative ale nefronului la vertebrate.
- Menționați rolul rinichiului în cadrul homeostaziei mediului intern.

3. REPRODUCEREA

Una din cele mai de seamă caracteristici ale materiei vii este capacitatea ei de a se reproduce. Organismele animale dau naștere la urmași asemănători cu părinții.

De regulă, reproducerea are loc când creșterea și dezvoltarea organismului au atins un anumit nivel, care caracterizează stadiul de adult.

În lumea animală există o mare varietate a formelor de reproducere, ca urmare a perfecționării continue a acestui proces legat de condițiile de viață.

Reproducerea indivizilor biologici asigură perpetuarea speciei, viața acestora având o durată considerabil mai mare decât a individului.

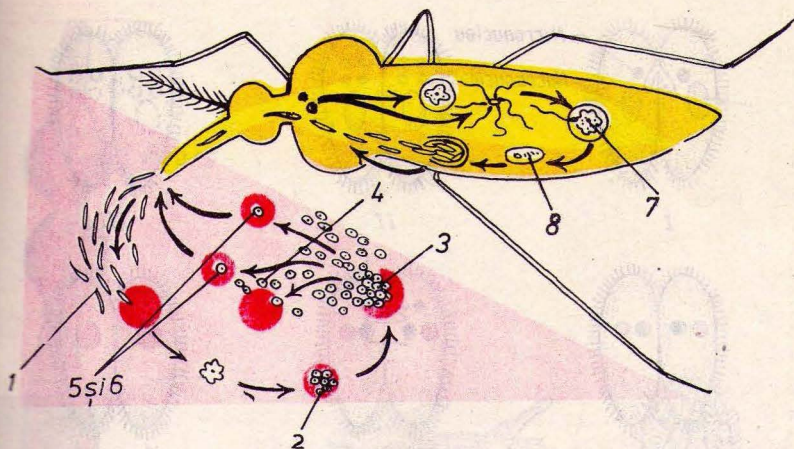


Fig. 86. Plasmodiul malariei (ciclul evolutiv).

Reproducerea în seria animală se poate realiza în două moduri: asexuat și sexual.

Reproducerea asexuată este generală la protozoare, pe când la metazoare este un fenomen secundar. Ea se realizează prin diviziunea (separarea) unei celule în două sau mai multe celule la protozoare sau prin desprinderea din organismele parentale (părinți) a unor părți din care se constituie noi indivizi.

Majoritatea organismelor se reproduc în exclusivitate sexual; aceasta implică formarea elementelor sexuale – gameții haploizi – contopirea acestora (fecundația) și apoi formarea celulei-ou (zigotul diploid). Din zigot, în urma proceselor de diviziune, creștere și diferențiere, se formează noul organism.

Anumite organisme se reproduc asexuat, sexual, sau alternează forma de reproducere asexuată (care duce la creșterea rapidă a numărului de indivizi) cu forme de reproducere sexuală. Prin reproducere sexuală, organismele capătă o vitalitate sporită și o mai bună adaptare la condițiile de mediu.

Reproducerea la nevertebrate

La protozoare principalul mod de reproducere este *asexuat*, cu planul de diviziune longitudinal (la flagelate) și transversal (la ciliate).

- Reamintiți-vă diviziunea la euglenă și amibă!

Reproducerea sexuală prezintă aspecte variate și constă în unirea celor doi nuclei haploizi într-un nucleu diploid. Din dezvoltarea celulei-ou va rezulta un individ sau un grup de indivizi diploizi.

La sporozoa, cele două modalități de reproducere pot alterna, cea sexuală fiind obligatorie, reprezentând o fază a ciclului evolutiv adaptată vieții parazitare. Iată ciclul evolutiv la *plasmodiul malariei*: faza asexuată a ciclului evolutiv începe cu inocularea în sângele omului prin înțepare de către femela țânțarului anofel, a sporozoizilor aflați în glanda salivară (1). Aceștia se divid în mai mulți *merozoizi* (2) care ies din hematii (3) în plasma sangvină. Unii merozoizi, după mai multe generații de dezvoltare în hematii, iau forma de semilună (4) și devin gameți femeli (5) și masculi (6). Aici se oprește evoluția parazitului în sângele omului (fig. 86). Dezvoltarea se continuă în corpul femelei de țânțar care, înțepând omul pentru a se hrăni, o dată cu sângele supt ia și hematii parazitare. În intestinul țânțarului începe faza sexuală; prin unirea celor doi

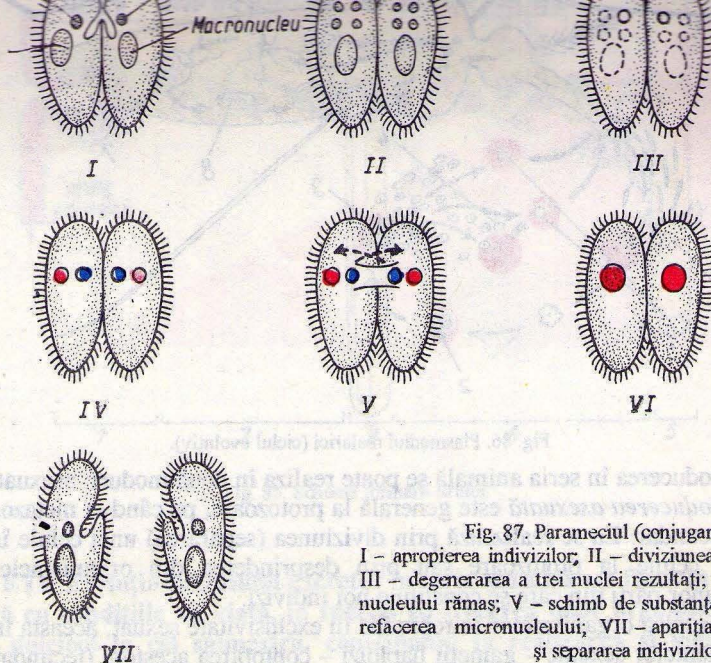


Fig. 87. Parameciul (conjugarea):
I – apropierea indivizilor; II – diviziunea micronucleilor;
III – degenerarea a trei nuclei rezultați; IV – diviziunea
nucleului rămas; V – schimb de substanță nucleară; VI –
refacerea micronucleului; VII – apariția macronucleului
și separarea indivizilor.

gameți rezultă zigotul mobil (7), care se fixează în epiteliul intestinal și se închistează (8). Acesta continuă să crească, suferă diviziuni indirecte repetate, rezultând sporozoizii care ajung în glanda salivară a țânțarului.

La ciliate, reproducerea sexuată apare sub forma procesului de conjugare, care constă dintr-un schimb de substanță nucleară între cei doi parteneri asemănători morfolologic (fig. 87).

Spongierii se înmulțesc asexuat și sexuat: asexuat prin înmugurire, când pe corpul organismului parental apar muguri externi (mase de celule). Mugurii se strângulează la bază, iar la locul rupturii se formează un oscul, animalul fixându-se cu polul opus. Alți spongieri (*Spongilla*) prezintă muguri interni sau de rezistență numiți gemule. Acestea se formează toamna, înainte ca spongierul să moară. Primăvara, gemulele germinează, transformându-se în adevărați spongieri.

Spongierii sunt organisme hermafrodite, dar și cu sexe separate. Celulele sexuale, spermatozoizii flagelați și ovulele, iau naștere în oricare regiune a corpului. Fecundația este indirectă: spermatozoidul este transportat de o celulă cărăuș – un coanocit modificat – spre ovul, cu care se contopește, formând celula-ou.

Dezvoltarea embrionară cuprinde mai multe etape în corpul matern, ultimul stadiu fiind larva numită *parenchimulă*, care va da naștere la un individ adult (fig. 88).

Celenteratele, organisme în majoritate hermafrodite, au organe de reproducere

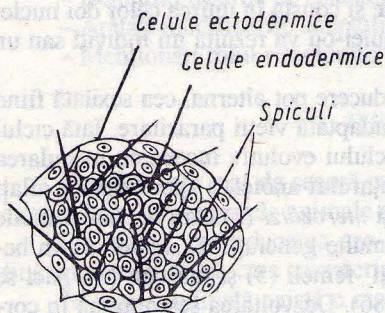


Fig. 88. Parenchimula.



Fig. 89. Hidra de apă dulce
(organe de reproducere).

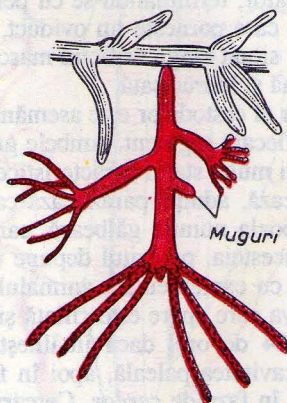


Fig. 90. Înmugurirea hidrei.

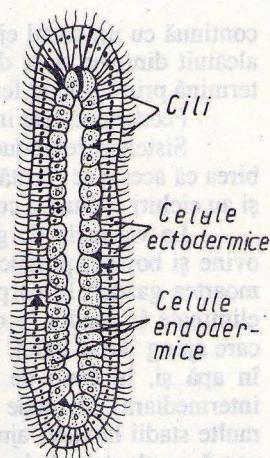


Fig. 91. Planulă.

reprezentate prin gonade – testicule și ovare – în care se formează elementele sexuale, spermatozoizi și ovule (fig. 89).

Acestea sunt eliminate în apă prin orificiul buco-anal.

Înmulțirea se face asexuat și sexuat. Asexuat, prin diviziune la hidră și unele meduze, dar modul cel mai comun este înmugurirea (fig. 90).

Hidrele sunt hermafrodite; în condiții nefavorabile, spermatozoizii se formează înaintea ovulelor, iar fecundarea acestora se face cu spermatozoizi de la alt individ. Acest proces se numește fecundare încrucișată. La meduză, sexele sunt separate. Fecundația este externă, în mediul acvatic; din zigot rezultă o larvă ciliată numită *planulă* (fig. 91), care se transformă în alte stadii, până ajunge din nou la forma de meduză.

Sistemul reproducător al **platelmintilor** se remarcă printr-un hermafroditism aproape constant. La turbelariate, organul genital mascul este alcătuit din mai mulți foliculi testiculari, iar cel femel, din două ovare. Orificiul genital comun este situat înapoia orificiului bucal. Fecundația este internă și încrucișată, ceea ce înseamnă că fecundarea ovulelor unui individ se face cu spermatozoizii proveniți de la alt individ. Oul este eliminat prin orificiul genital comun. Dezvoltarea embrionară este directă. Turbelariatele se înmulțesc și pe cale asexuată prin regenerare (fig. 92).

La trematode (*Fasciola*), sistemul reproducător mascul este format dintr-o pereche de testicule de la care pornesc două canale deferente, care se unesc într-un conduct comun ce pătrunde într-o vezică seminală (rezervor pentru spermă); aceasta se

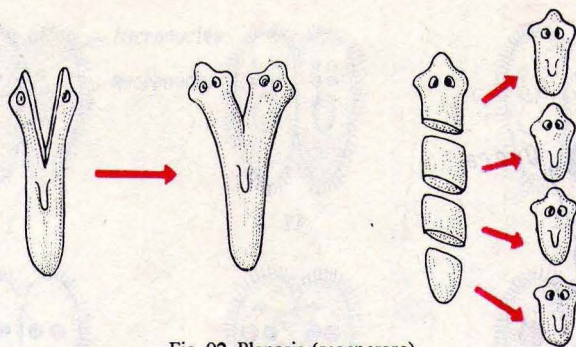


Fig. 92. Planaria (regenerare).

continuă cu un canal ejaculator, terminându-se cu penisul. Sistemul genital femeel este alcătuit dintr-un ovar de la care pornește un oviduct, care se continuă cu uterul ce se termină prin orificiul femeel, situat lângă orificiul masculul.

Fecundația este internă și încrucișată.

Sistemul reproducător al cestodelor este asemănător cu al trematodelor, cu deosebirea că acesta se repetă în fiecare segment. Ambele grupe sunt parazite și hermafrodite și au cicluri evolutive cu mai multe stadii caracteristice.

La viermele de gălbează, adulții parazitează canalele biliare ale ficatului de la ovine și bovine, producând boala numită gălbează, care duce la degradarea ficatului și moartea gazdei. În corpul acesteia, parazitul depune un număr mare de ouă care sunt eliminate în mediu, o dată cu excrementele animalului. Se vor dezvolta numai ouăle care ajung într-o baltă. Larva care apare este ciliată și se numește *miracidii*; ea înnoată în apă și, în timp de 20–24 de ore, dacă întâlnește o moluscă (*Limnaea* – gazdă intermediară) pătrunde în cavitatea paleală, apoi în ficat sau gonade. Aici, după mai multe stadii larvare, ajunge în faza de *cercari*. Cercarii părăsesc melcul gazdă și se fixează pe plantele de la marginea bălții, unde se închistează, transformându-se în *metacercari*. Aceștia pot fi înghițiți de gazda definitivă, ajung în pereții intestinului și, prin intermediul sângelui, în ficat unde se transformă în viermi adulți.

Știți că *teniiile* au un număr foarte mare de *proglote*, în care se găsesc peste 80 000 ouă. Mai multe proglote sunt eliminate o dată cu excrementele gazdei (omul) și sunt înghițite de către alt animal, care constituie gazda intermediară a teniei. Din ou rezultă larva *hexacantă*, care se fixează cu cârligele, de obicei, în mușchii gazdei, unde se închistează (*cisticerc*). În momentul în care carnea animalului este consumată (insuficient fiartă sau friptă), cisticercii ajung în intestinul gazdei definitive, unde se prind cu ventuzele de mucoasa acestuia. Aici încep să formeze proglote, transformându-se în tenii adulte.

Nematelminții au sexe separate, rar sunt hermafroditi. La nematode se întâlnește și fenomenul de *partenogeneză* – formă de reproducere la care noii indivizi iau naștere din ovule nefecundate.

La limbric sexele sunt separate și se constată un dimorfism sexual accentuat, femela fiind mult mai mare decât masculul. La acesta există un testicul, continuat cu un canal deferent, veziculă seminală, și orificiul cloacal, prin care ies doi spiculi copulatori (fig. 93).

Organele sexuale femele sunt formate din două ovare, oviducte lungi, două utere drepte, care se unesc într-un vagin ce se deschide în orificiul genital femeel. Ovulele sunt fecundate în uter. Larvele care rezultă din ouă au toate structurile adultului, cu excepția sistemului reproducător.

Sistemul reproducător al **anelidelor** este alcătuit, la majoritatea reprezentanților, din gonade și conducte genitale prin care sunt eliminați produșii sexuali.

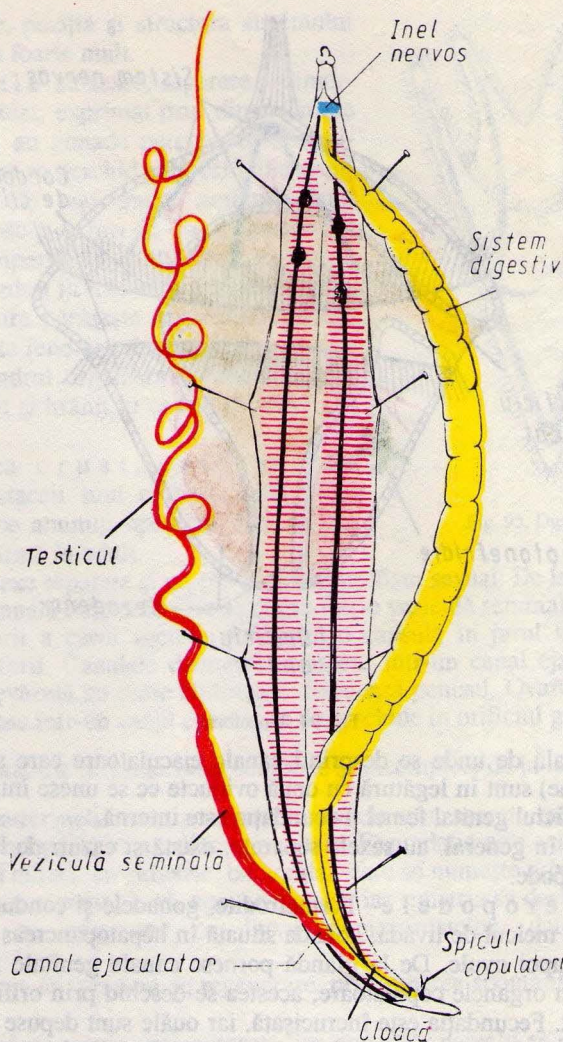


Fig. 93. Sistemele: nervos, digestiv și reproducător la limbricul mascul.

Cele mai multe polichete au sexe separate. La *Nereis*, elementele sexuale sunt expulzate în apă prin ruperea tegumentului în momentul apropierii celor două sexe, apoi animalele mor. Fecundația este externă, iar din ou se dezvoltă o larvă numită trocoforă (fig. 94). Această larvă este prevăzută cu două cordoane de cili, protonefridii și sistem nervos radier.

Oligochetele sunt hermafrodite, gonadele fiind situate în segmentele anterioare ale corpului. De la cele două testicule pornesc canale care se deschid prin două orificii pe laturile corpului. Ovariele sunt în număr de două; de la ele pornesc oviducte scurte care se deschid lângă orificiile masculine.

Deși sunt hermafrodiți, indivizii fac schimb de gameți: doi indivizi se alătură prin extremitățile anterioare.

Fecundația este internă.

Hirudineele sunt hermafrodite; organul genital mascul este alcătuit din mai multe perechi de testicule care se deschid în canalul deferent, ce se dilată, formând

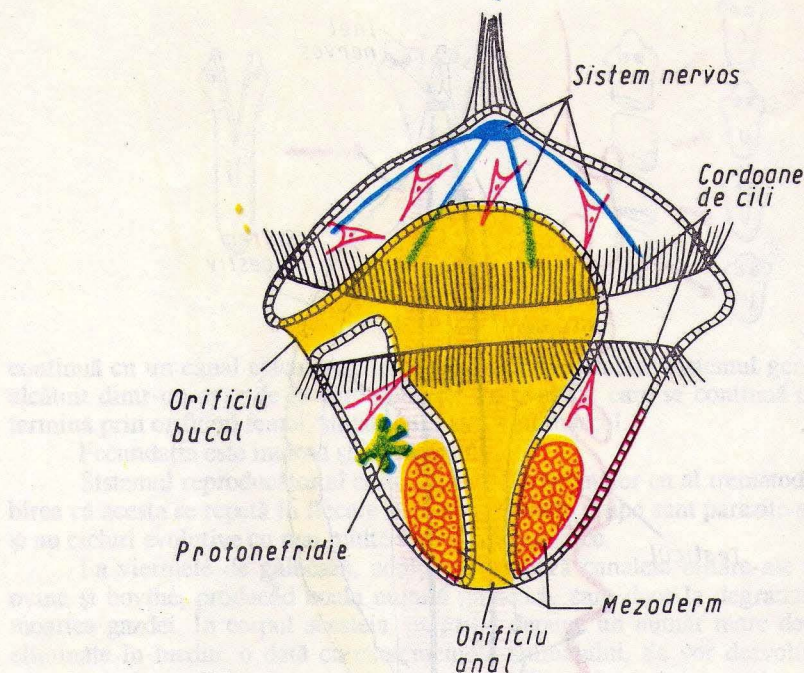


Fig. 94. Trocofora.

o veziculă seminală de unde se desprind canale ejaculatorie care se unesc în penis. Ovarele (o pereche) sunt în legătură cu două oviducte ce se unesc într-un vagin care se deschide prin orificiul genital femel. Fecundația este internă.

Moluștele, în general, au sexele separate; există și cazuri de hermafroditism, în special la gasteropode.

La gasteropodele hermafrodite, gonadele și conductele genitale sunt impare. Astfel, la melcul de livadă, gonada situată în hepatopancreas produce mai întâi spermatozoizi și apoi ovule. De la glandă pornesc canale genitale masculine și femele care se termină în organele copulatoare; acestea se deschid prin orificiul situat la baza tentaculului drept. Fecundația este încrucișată, iar ouăle sunt depuse în solul umed sau pe sub crengi. Dezvoltarea oului poate da naștere la părinților sau o larvă de tip trocoforă.

Unele specii de melci, ca *Viviparus*, nasc pui vii.

La melibranchiatele au sexele separate sau sunt hermafrodite. La scoica de râu, sexele sunt separate; gonadele perechi se găsesc înglobate în picior sau manta, conductele lor deschizându-se în cavitatea paleală.

Fecundația are loc în cavitatea branhială; larvele rămân circa două luni pe branhiile mamei, apoi se desprind și se fixează pe pielea sau branhiile peștilor, unde se încheiează timp de 3–10 săptămâni. Din chist iese o scoică mică ce se fixează în mlașcă cu ajutorul piciorului.

La alte specii de scoici, fecundația poate avea loc în apă (fecundație externă).

La cefalopode – organisme cu sexe separate –, ovarul elaborează ovule care ajung în oviduct ce se deschide printr-un orificiu în cavitatea paleală. La mascul, în vezicula seminală se deschide glanda numită prostată. Al patrulea braț bucal stâng – lipsit de ventuze – funcționează ca organ copulator. Acesta pătrunde în cavitatea paleală a femelei, depunând spermatozorii. Dezvoltarea ouălor este directă, fără stadiul de larvă.

La **artropode**, poziția și structura sistemului reproducător variază foarte mult.

Arahnidele au sexele separate și dimorfismul sexual accentuat, exprimat prin dimensiunile corpului și culoare; au gonade pereche cu spermiducte și oviducte care se deschid prin orificiile genitale la exterior. Cele mai multe arahnide sunt ovipare, dar se cunosc și cazuri de ovoviviparitate și viviparitate. Ovoviviparitatea se caracterizează prin aceea că oul este găzduit în interiorul corpului, iar la ecloziune, progenitura părăsește organismul parental. Viviparitatea este fenomenul nașterii de pui care s-au dezvoltat în cadrul organismului matern, embrionul fiind găzduit și hrănit în cadrul ovarului sau uterului.

La majoritatea **crustaceilor**, sexele sunt separate. Crustaceii sunt ovipari, ouăle fiind purtate de femelă pe anumiți apendici. Din ele ies larve care se transformă în adult.

Insectele au sexe separate și un pronunțat dimorfism sexual. De la cele două testicule pornesc două canale deferente care se dilată într-o veziculă seminală în care se deschid glande accesorii a căror secreție formează o capsulă în jurul spermatozoizilor, alcătuind spermatoforii. Canalele deferente se unesc într-un canal ejaculator, a cărui parte terminală, prevăzută cu piese chitinoase, formează penisul. Ovariele se deschid în oviducte care se unesc într-un canal comun, ce se deschide în orificiul genital femel.

● Prezența stadiilor metamorfozei complete și incomplete de la insecte!

Sexele **echinodermelor** sunt separate. Gonadele sunt așezate radiar, iar conductele lor se deschid independent pe plăcile genitale. Fecundația este externă, iar din ou se dezvoltă o larvă ciliată, cu simetrie bilaterală, care se numește *dipleurulă* (fig. 95). În primele stadii duce o viață liberă, apoi se fixează, iar simetria sa devine radiară, ca la adult. Dipleurulă se aseamănă cu larva stomocordatelor, datorită celomului tricompartimentat.

Stelele de mare au o putere de regenerare, prin ruperea spontană a unor părți ale corpului.

La **stomacordate** sexele sunt separate, iar gonadele perechi se deschid independent la suprafața corpului. Fecundația are loc în apă, iar dezvoltarea postembrionară este directă sau indirectă, cu o larvă ciliată și mobilă care evoluează în adult.

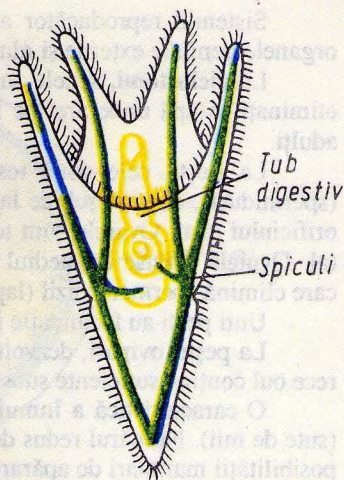


Fig. 95. Dipleurulă.

Reproducerea la cordate

La **urocordate**, organisme hermafrodite, din ou se dezvoltă larva liberă care are coadă, în care se află notocordul. Larva prezintă anterior, o veziculă cerebrală primitivă, care se continuă cu tubul neural. Notocordul și tubul neural regresează în timpul transformării în adult. Larva mai prezintă un tub digestiv cu fante branhiiale, în regiunea faringiană (fig. 96).

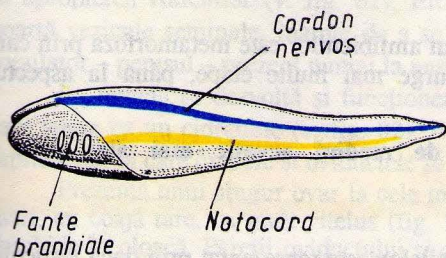


Fig. 96. Larva ascidiei.

Sistemul reproducător al vertebratelor cuprinde gonadele, conductele genitale. organele genitale externe și glandele anexe.

La **ciclostomi**, sexele sunt separate, iar gonadele impare. Gameții formați sunt eliminați în apă unde are loc fecundația. Din ouă ies larve care, după 3–4 ani, devin adulți.

La **pești**, cele două testicule sunt alungite și se continuă cu câte un canal (spermiduct), ce se deschide la exterior printr-un orificiu genital comun, situat înapoia orificiului anal. Ovarele sunt tot pereche, iar prin oviducte comunică cu orificiul genital. Ovulele depuse în mediul extern („depunerea icrelor“) sunt fecundate de masculi care elimină spermatozoizii (lapții).

Unii pești au fecundație internă.

La peștii ovipari, dezvoltarea se desfășoară în afara organismului parental, deoarece oul conține suficiente substanțe nutritive. Din ou ies larvele sau puii.

O caracteristică a înmulțirii peștilor o constituie numărul foarte mare de ovule (sute de mii). Numărul redus de icre de la unele specii (la ghidrin circa 80) se datorește posibilității mai mari de apărare a acestora, ele fiind depuse în cuib.

La speciile cu fecundație internă (rechin, pești exotici), dezvoltarea embrionară se face în interiorul corpului (gură, pliuri tegumentare); sunt ovovivipare.

Alte specii de pești (exotici) nasc pui care s-au dezvoltat în organismul matern (vivipare); în această situație, embrionul este adăpostit și hrănit în ovar.

O caracteristică a peștilor în perioada de reproducere este accentuarea dimorfismului sexual.

● Pentru observarea sistemului reproducător la **amfibieni**, efectuați o disecție la broască (fig. 80). Dacă individul este o femelă, se observă două ovare voluminoase cu aspect de saci, având pereți subțiri și transparenți. Prin transparența lor se văd ovulele cenușii sau pigmentate.

● Detașați cu grijă tubul digestiv și, dacă animalul este mascul, observați testiculele de formă ovală care, la partea superioară, prezintă corpii grași ce conțin substanțe de rezervă folosite la formarea spermatozoizilor.

Spermatozoizii sunt evacuați prin mai multe canalicule care pleacă de la testicule și străbat rinichii până la uretere, de unde ajung în cloacă, iar de aici, prin orificiul cloacal, la exterior.

Prin urmare, la amfibienii masculi, ureterele servesc pentru eliminarea spermei și urinei.

Din ovar, ovulele trec în cavitatea generală a corpului și de aici în pâlnia oviductelor, apoi în oviducte, iar din acestea în utere, care se deschid în cloacă.

Fecundația la amfibieni este externă, în apă, dar poate fi și internă. La anure, sexele se împerechează; peste ovulele eliminate de femelă, masculul depune lichidul spermatic.

Ceea ce caracterizează dezvoltarea oului amfibienilor este metamorfoza prin care trece larva numită *mormoloc*. Acesta parcurge mai multe etape, până la aspectul adultului.

REȚINEȚI! Amfibienii sunt legați de mediul acvatic mai ales prin reproducere.

Sistemul reproducător la masculul reptilelor este reprezentat prin două testicule, de la care pornesc două canale deferente care se deschid în cloacă.

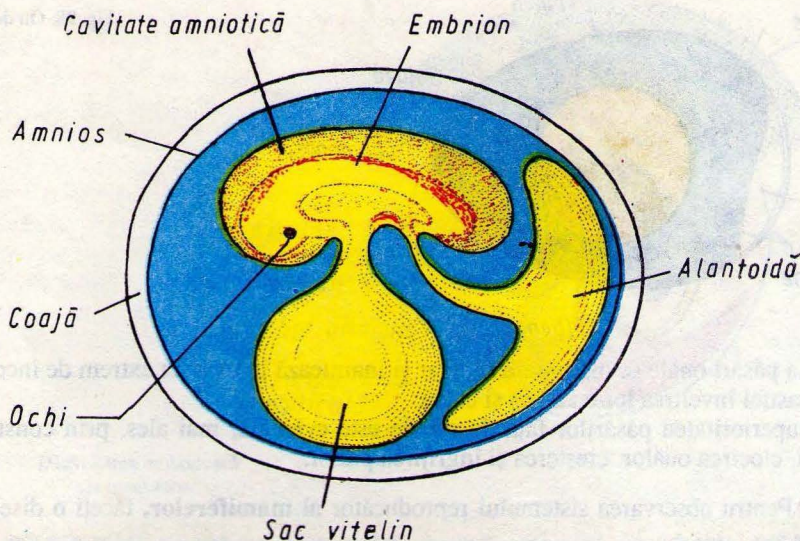


Fig. 97. Ou de reptilă.

La femelă există două ovare, iar oviductele se deschid cu un capăt în cavitatea generală a corpului printr-o pâlnie aflată lângă ovar. Pereții oviductelor elaborează o substanță – *ovalbumina*, ce intră în compoziția chimică a albușului din ou. Terminal, oviductele se dilată într-un uter, în peretele căruia se găsesc glande ce secretă coaja oului. Uterul se continuă cu un vagin care se deschide în cloacă prin orificii separate de ale ureterelor (fig. 81).

Fecundația la reptile este internă. Cele mai multe sunt ovipare: femela depune ouăle pe pământ sau în nisip. Acestea sunt clocite cu ajutorul căldurii solare. Ouăle sunt mari, au mult vitelus și sunt acoperite de „o coajă” pergamentoasă sau calcaroasă (fig. 97).

În cursul dezvoltării embrionare apar și anexele embrionare, reprezentate prin *sacul vitelin* (o răsrângere a ectodermului sub forma unei pungi pline cu lichid, cu rol în apărarea embrionului de șocuri mecanice și hrănire) și *alantoida*, cu rol respirator și excretor. Din ou ies pui, care seamănă cu adulții.

Există și reptile ovovivipare (unele vipere), la care dezvoltarea oului se face în oviduct, iar puii sunt eliminați la exterior. Cea mai mare perfecționare au atins-o unele specii de șopârle vivipare, la care embrionii se fixează de peretele oviductului printr-un fel de „placentă”.

Sistemul reproducător la masculii **păsărilor** prezintă două testicule ovoide situate în apropierea rinichilor (v. fig. 82). Ele se continuă cu două canale deferente care poartă veziculele seminale, înainte de a se deschide în cloacă. Aceasta conține organul copulator – penisul – prezent numai la anumite specii (rațe, găște).

La femelă se dezvoltă și funcționează un singur ovar, cel de pe partea stângă, care apare ca un ciorchine (v. fig. 82). Excepție fac unele specii de păsări ca lișița și răpitoarele, la care ovarele și oviductele se dezvoltă în mod egal.

Prezența unui singur ovar la cele mai multe păsări se datorește depunerii de ouă mari, cu coajă tare, cu mult vitelus (fig. 98). Oviductul se continuă cu uterul, care se deschide în cloacă. Pereții oviductului și al uterului conțin glande care secretă albușul oului și învelișurile acestuia.

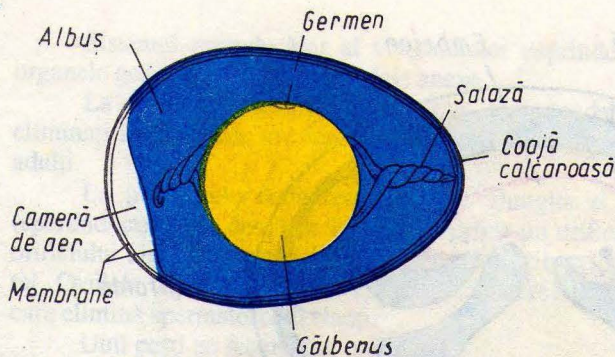


Fig. 98. Ou de pasăre.

La păsări ouăle se maturează în ovar și înaintează în oviduct extrem de încet, asigurând astfel învelirea lor cu albuș și coajă.

Superioritatea păsărilor față de reptile este evidentă, mai ales, prin construirea cuibului, clocirea ouălor, creșterea și îngrijirea puilor.

● Pentru observarea sistemului reproducător al **mamiferelor**, faceți o disecție la un cobai.

● Fixați animalul, anesteziat, pe planșetă, cu fața ventrală în sus; la mascul se observă orificiul urogenital care se deschide în penis. La femelă orificiul genital este situat între orificiul urinar și anus.

La mascul, prin secționarea scrotului (pungă tegumentară), se evidențiază două testicule de formă ovală. De la fiecare testicul pornește câte un canal deferent. Partea terminală se numește canal ejaculator. Cele două canale ejaculatoare se deschid în uretră, care străbate penisul. În căile genitale ale masculului se deschid canalele mai multor glande: veziculele seminale, prostata și glanda bulbo-uretrală.

La femelă, în vecinătatea rinichilor puteți observa cu ajutorul lupei două ovare mici. Oviductele se deschid cu capătul anterior, ca o pâlnie, în apropierea ovarelor, iar posterior, în uter. În continuarea uterului se găsește vaginul.

La toate mamiferele fecundația este internă. În funcție de condițiile de mediu, nidația (cuibărirea oului în mucoasa uterină) se produce fie imediat, fie mult mai târziu, chiar la câteva luni după fecundare, în uter (de exemplu, la căprioară). La unele specii de lilieci copulația are loc toamna, iar fecundația, primăvara; în tot acest răstimp, spermatozoizii sunt menținuți în conductele genitale femele.

La unele mamifere domestice, inclusiv la om, procesul reproducerii poate fi dirijat și controlat prin însămânțări artificiale.

În cursul dezvoltării embrionare (fig. 99) mucoasa uterină a celor mai multe mamifere contribuie la formarea *placentei* (organ nou în seria animală) prin intermediul căreia se realizează schimburile de substanțe dintre mamă și embrion (făt).

În timpul nașterii sau la scurt timp după aceasta, placenta este expulzată din corpul mamei.

Nou-născutul este hrănit cu laptele produs de glandele mamare, situate în mamele.

Singurele mamifere care nu nasc pui sunt monotremele; ele depun ouă pe care le clocesc, din care ies puii ce sunt alăptați.

La marsupiale (canguri), dezvoltarea intrauterină este de scurtă durată, din care cauză puii ies din uter incomplet dezvoltati. Până la completa lor dezvoltare, mama îi introduce în marsupiu, în care sunt mameloanele glandelor mamare.

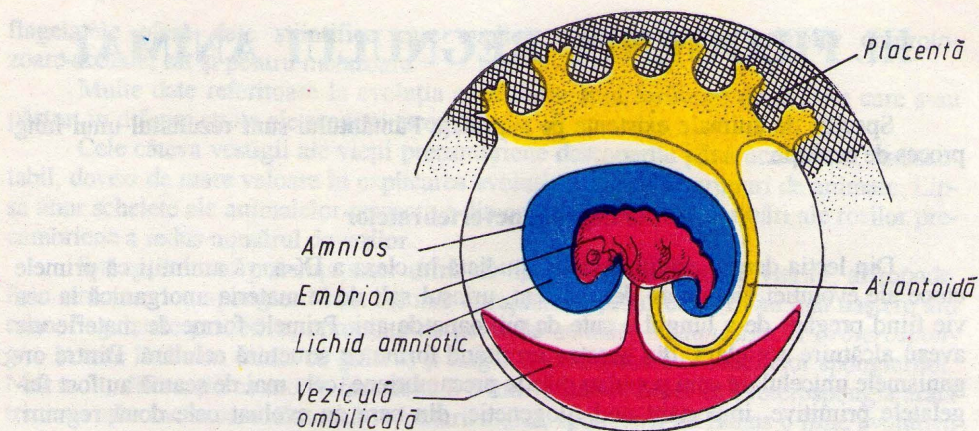


Fig. 99. Dezvoltarea embrionară la mamifere.



ÎNTREBĂRI

- În ce constă superioritatea fecundației interne, comparativ cu fecundația externă?
- Care sunt avantajele reproducerii sexuate în seria animală?



CUPRINS

I. PRINCIPALELE GRUPE DE ANIMALE

Subregnul protozoare	3
Subregnul metazoare	7

II. ANATOMIE ȘI FIZIOLOGIE COMPARATĂ ÎN SERIA ANIMALĂ

1. RELAȚIILE ORGANISMELOR ANIMALE CU MEDIUL

1.1. Sistemul nervos în seria animală	19
Sistemul nervos al nevertebratelor	19
Sistemul nervos al cordatelor	23
Bazele fiziologice ale comportamentului animal	32

1.2. Organele de simț în seria animală

Chemorecepția	34
Chemorecepția la nevertebrate	34
Chemorecepția la vertebrate	35
Mecanorecepția	37
Fotorecepția	41

1.3. Locomoția în seria animală

Locomoția la nevertebrate	45
Locomoția la cordate	48

2. FUNCȚIILE DE NUTRIȚIE ÎN SERIA ANIMALĂ

2.1. Digestia în seria animală	54
Digestia la nevertebrate	55
Digestia la cordate	58

2.2. Respirația în seria animală

Respirația la nevertebrate	65
Respirația la vertebrate	67

2.3. Mediul intern și circulația lichidelor în seria animală

Mediul intern al nevertebratelor	73
Mediul intern al vertebratelor	74
Circulația lichidelor corpului	75
Circulația la nevertebrate	77
Circulația sângelui la cordate	

2.4. Excreția în seria animală	83
Excreția la nevertebrate	83
Excreția la vertebrate	85
3. REPRODUCEREA	92
Reproducerea la nevertebrate	93
Reproducerea la cordate	99
III. FILOGENIA REGNULUI ANIMAL	104
Filogenia nevertebratelor	104
Filogenia cordatelor	107