

Sveučilište u Mostaru  
Fakultet prirodoslovno-matematičkih i odgojnih znanosti  
Studij: **BIOLOGIJA**

# ***Beskralješnjaci skripta***

***(BIOLOGIJA VIŠIH AVERTEBRATA)***

## Sadržaj

UVOD .....	4
POJAVA KOLUTIĆAVOSTI .....	5
Koljeno: ANNELIDA-kolutićavci .....	6
Razred POLYCHAETA-mnogočetinaši .....	9
Razred CLITELLATA-pojasnici .....	12
Red HIRUDINEA-pijavice .....	17
Razred MYZOSTOMIDA .....	19
Skupni naziv: ANELLIDSKO-ARTROPODSKI MNOGOKOLUTIĆAVCI .....	20
Koljeno ARTHROPODA-člankonošci .....	25
AMANDIBULATA .....	29
Potkoljeno TRILOBITOMORPHA-trorežnjaci .....	29
Potkoljeno CHELICERATA-klješтари .....	30
Razred MEROSTOMATA-prakliješтари .....	32
Razred ARACHNIDA-paučnjaci .....	33
Red SCORPIONES-štipavci .....	35
Red PEDIPALPI-čeljusnonozi .....	37
Red PSEUDOSCORPIONES-lažištipavci .....	41
Red OPILIONES-lažipauci .....	42
Razred PANTOPODA-krakaši .....	44
MANDIBULATA-čeljusnici .....	45
Razred CRUSTACEA-raci .....	46
Skupni naziv ENTOMOSTRACA-niži raci .....	52
Skupni naziv MALACOSTRACA-viši raci .....	55
Razred MYRIAPODA-stonoge .....	58
Podrazred DIPLOPODA-dvojenoge .....	59
Podrazred SYMPHILA-kratkonošci .....	60
Podrazred ENTOTROPHA-unutarčeljusnici .....	64
Red EPHEMEROPTERA-vodencvjetovi .....	65
Tip organizacije OLIGOMERIA-malokolutićavci .....	65
Red PHORONIDEA-potkovnjaci .....	66
Razred BRACHIOPODA-ramenonošci .....	67
Koljeno BRANCHIOTREMATA-crijevodisači .....	68
Razred HOLOTHURIOIDEA-trpovi .....	71

Razred ECHINOIDEA-ježinci .....	73
Razred ASTEROIDEA-zvezdače.....	76
Razred OPHIUROIDEA-zmijače .....	77
Koljeno POGONOPHORA-bradnjaci.....	78
Koljeno CHAETOGNATHA-četinočeljisti .....	79

## UVOD

Pri prijelazu beskolutićavaca u mnogokolutićavo stanje imale su odlučan utjecaj 2 pojave; jedna je povezana s METAMERIZACIJOM tj, umnožavanjem prvobitno jednakih organa i organskih sustava u pravcu glavne osi tijela, a druga je u uskoj vezi s nastankom sekundarne tjelesne šupljine ili celoma.

Kolutićavost je pojava koja je u osnovi povezana s mezodermalnom organizacijom i ide iz unutrašnjosti organizma prema van. Treba naglasiti da je kod odraslih mnogokolutićavaca često teško ustanoviti broj kolutića i s njima povezanih struktura, dok je to lakše kod embrija ili ličinke. Tagmatizacija spajanje pojedinih kolutića u funkcionalne cjeline.

## POJAVA KOLUTIČAVOSTI

Zrela jaja i spermiji izlaze van bilo kroz stjenku tijela, nefridije i celmodukte.

Oplodnja se obavlja izvan tijela u morskoj vodi. Zigota prolazi tipično spiralno bražđenje. Gastrulacija je epibolična, pri čemu makromere 4A-4D i mikromere 4a-4c dopiju u unutrašnjost i stvaraju srednje crijevo. Taj razvoj dovodi mahom do stvaranja trohofore. Tijelo trohofore je nečlankovito. Ono je vijencem trepetljika koje se nalazi u sredini, PROTOTROH, podijeljeno na 2 dijela; prednji dio, EPISFERU i stražnji dio HIPOSFERU. Na vrhu episfere je busen trepetljika koje su na osnovici povezane s nakupinom osjetnih stanica i ganglija, tvoreći osjetni organ za ravnotežu koja se zove tjemena pločica. Usta su na stražnjem dijelu episfere kao ostatak blastopora. Crijevo je ravna cijev, a završava crijevnim otvorom koji nije nastao od blastopora. Najčešće postoji i vijenac trepetljika i na hiposferi koji se naziva METATROH. Između stjenke tijela i crijeva je ostatak primarne tjelesne šupljine ili blastocela koji je ispunjen tekućinom. Ličinka postiže viši stupanj i daljnjim razvojem prelazi u METATROHOFORU. Pri tome glavnu ulogu ima stanica 4D ili 2 somatoblasta koja dijeljenjem stvara pramezodermalnost. Pri tome se najprije dijeli somatoblast 4D u par pramezodermalnih stanica koje se smjeste sa strane crijevnog otvora. Daljnjim dijeljenjem one izrastu u par ventralnih pramezodermalnih vrpce u pravcu usta, ali nikad ne prijeđu prototroh i ne prodiru u episferu. Te vrpce ostaju spojene i uskoro se počinju dijeliti u niz kolutića (metamera, somita). Poslije njih nastaju šuplji prostori, najprije na trbušnoj strani, razvijajući na taj način niz malih ventralnih celomatskih šupljina. Mezodermalne stanice rastu i dalje prema dorzalnoj strani dio crijeva i konačno se u sredini spoje.

## **Koljeno: ANNELIDA-kolutićavci**

Pripada im 5 razreda:

1. Razred POLYCHATA-mnogočetinaši
2. Razred CLITELLATA-pojasnici
3. Razred MYZOSTOMIDA
4. Razred ECHIUROIDEA-zvjezdani
5. Razred SIPUNCULOIDEA-štrcaljci

Bilateralno simetrično tijelo izvana je jasno kolutićavo ili metamerno, osim kod oblika koji provode sjedilački način života. Kolutići (metameri, segmenti) su uzduž tijela jasno odvojeni jedan od drugog udubljenjima ili brazdama. Na tijelu se izvana mogu razlikovati; PROSTOMIJ ili AKRON, PERISTOMIJ, trupni kolutići i na kraju analni kolutići ili pigidij. Prostomij je nabor za peristomij koji se nalazi iznad usta. Peristomij je prvi trupni kolutić i na njemu su usta. Prednji kolutići a i kolutići u području pojasa ili kliteluma nešto su širi od ostalih.

Kod mnogočetinaša na trupnim su kolutićima privjesci nazvani parapodiji ili bataljice iz kojih izlaze snopovi četina. Epiderm (hipoderm) je kod sitnih kolutićavaca izgrađen od jednoslojnog epitela. Čaškaste jednostanične žlijezde izlučuju sluz. Epiderm na vanjskoj strani izlučuju tanku albuminoznu kutikulu koja je vrlo otporna. Razvoj kolutića povezan je s nestankom trepetljika na površini tijela. Neki maločetinaši i mnogočetinaši imaju sitno prugastu kutikulu što uzrokuje svjetlucanje površine tijela. Mnogi četinaši koriste se četinama za sakupljanje hrane ili za stvaranje strujanje vode radi disanja. Mišićni sloj ispod epiderma sastoji se od prstenastih mišića ispod kojih su snažni uzdužni mišići koji su često raspoređeni u 4 snopa koji prolaze duž tijela. Osim njih postoje i poprečni mišići i mišići bataljice, ako ih ima. Mišići se koriste pri kretanju, daju čvrstoću i oblik tijela. Pomoću njih postiže se tlak tekućine u tjelesnoj šupljini, koja se u tom slučaju može koristiti kao hidrostatskim. Između kožno-mišićnog sloja i probavila nalazi se tjelesna šupljina CELOM, koja nastaje teloblastički, a ne enterocelno kao u ostalih celomatskih životinja.

Celomska tekućina djeluje kao hidrostatski skelet utječe na pokretanje i ispružanje ždrijela, a kod gujavice i drugih kolutićavaca oko otvora na pregradama su sfinkteri. Ispod kožno-mišićnog sloja, s trbušne strane proteže se duljinom čitava tijela ljestvičasto živčevlje. Ono počinje na leđnoj strani glave s cerebralnim ganglijem koji je nastao iz ganglija tjemenog organa ličinke trohofore. Cerebralni je ganglij povezan pomoću okoždrijelne komisure s 2 podždrijelna ganglija, a na trbušnoj strani, što čini početak ljestvičastog živčanog sustava, sastavljenog od 2 para ganglija u sastav kolutića, koji su međusobno povezani konektivama i komisurama. Cerebralni ganglij zadržao je svoj prboitan položaj u prostomiji kod mnogočetinaša. Gangliji kod mnogočetinaša i maločetinaša nisu oštro odijeljeni od živčane vrpce kao kod pijavica. Postoje 2 oblika svjetlosnih osjetila; oči na prostomiju i epidermalne oči razasute čitavom površinom tijela. Prostomijalne oči naročito su karakteristične za slobodne mnogočetinaše. Disanje se obavlja čitavom površinom kože. Škrigama koje su na parapodijala ili pomoću vitica. Svi kolutićavci trebaju kisik, iako mnogi neko vrijeme mogu živjeti u okolini koja je djelomično ili potpuno bez kisika. Kolutićavci imaju prohodno probavilo s ustima na prednjem dijelu tijela, a s crijevnim otvorom na kraju tijela. Crijevo je uglavnom ravno, a samo je u nekih vrsta spiralno smotano. Početni i stražnji dio probavila je ektodermalnog podrijetla, a srednje crijevo je endodermalno.

Usna šupljina i ždrijelo često su preobraženi u rilo i više ili manje snabdijevani su posebnom strukturom, zubićima, čeljustima. Iza kratkog jednjaka probavilo se proteže kao ravna i široka cijev, ponekad nešto stegnuta u području mezentera. Taj je dio probavila podijeljen na želudac, crijevo i rektum. Posebnost probavila je u tome što nemaju ili su slabo razvijene žlijezde ili žlijezdane izvrate koji bi izlučivali probavne enzime. Probava je potpuno ekstracelularna. Sustav za optjecanje krvi je zatvoren. Sastoji se od 2 uzdužnih žila, jedna na leđnoj, jedna na trbušnoj strani. One se spajaju u početku i na kraju tijela, ili pak postoje prstenaste krvne žile.

Ledna krvna žila je stežljiva i kroz nju teče krv prema naprijed, a krv u trbušnoj žili teče obrnuto. Imaju najjednostavniji način kolanja krvi stezanjem krvnih žila, nikad nemaju pravo srce. Kao organi za izmetanje ili ekskreciju služe protonefridiji i metanefridiji. Celmodukti su mezodermalnog podrijetla i rastu iznutra prema van. Njihova je prvobitna zadaća da prenose gamete iz gonada u vanjsku sredinu. Nefridiji se razvijaju centripetalno iz ektoderma i u jednostavnijim slučajevima slijepo završavaju u celomu. Nastaju iz jedne stanice tzv, nefroblasta. Kod porodice Phyllodocidae postoji PROTONEFROMIKSIJ, nastao spajanjem protonefridija i celmodukta. Organi za izmetanje kod maločetinaša i pijavica su metanefridiji. Kolutićavci su uglavnom amoniotelični. Gujavice imaju sposobnost izmjene sadržaja mokraće prema količini vode koja im je na raspolaganju. Kad su potopljene u vodi, one su amoniotelične. Dobro hranjena gujavica izlučuje velike količine amonijaka, a izgladnjela uglavnom mokraćevinu. Zadržala se mogućnost nespolnog razmnožavanja. Maločetinaši i pijavice su uglavnom dvospolci. U morskih oblika oplodnja je obično vanjska. To vrijedi i za najveći dio maločetinaša voda na kopnu. Kod pijavica oplodnja može biti i unutrašnja. Bražđenje jaja je spiralno. Regeneracijske mogućnosti su vrlo različite. Pojedine vrste kolutićavaca mogu se razmnožavati spontanom fragmentacijom nakon čega slijedi regeneracija dijelova tijela koji nedostaju. Pijavice se ne mogu uopće regenerirati. Mnogočetinaši kojima nedostaje prednji dio tijela, brže se regeneriraju nego maločetinaši. Regeneracija je epiderma ako se odstrani do 5 kolutića, a hipoderma kad je odstranjeno više od 5. Kolutićavci najčešće provode slobodan način života. Među njima ima komenzala i ektoparazita, a pravi unutrašnji nametnici su rijetki. Gujavice znatno pridonose poboljšanju zemljišta.



## **Razred POLYCHAETA-mnogočetinaši**

Najjednostavniji kolutićavci. Samo se kod njih nalaze prostomijalni privjesci, a sa svake strane tjelesnih kolutića razvijaju se parapodiji ili bataljice iz kojih izlaze snopovi četina. Samo oni imaju slobodno plivajuću ličinku trohoforu.

Na glavi se kod Errantia (provodi slobodan način života) različiti protostomij, akron i peristomij, usni kolutić. Peristomij s trbušne strane ima usta i na njima obično nedostaje potpuno razvijeni parapodij. Vrlo preobraženu glavu imaju sjedilački oblici kod njih se na trupu može razlikovati nekoliko područja koja se često različito označuju. Na bočnoj strani trupnih kolutića su parapodiji ili bataljice. Svaki se parapodij sastoji od 2 grane leđne ili notopodija i trbušne ili neuropodija. Iz svake grane izbijaju snopovi četina i vitice, od kojih se vitice na notopodiju zovu leđna, a na neuropodiju, trbušna. Tijelo izvana pokriva tanka kutikula koja je na mnogim mjestima probušena sitnim otvorima, kroz koje izlučuju epidermalne žlijezde. Ispod kutikule je tanak jednostanični sloj epiderma koji sadrži mnogobrojne jednostanične žlijezde. One su kod Emantia osobito brojne na granama parapodija. U Sedentaria jednostanične su žlijezde brojnije na trbušnoj strani, jer je njihov sekret osnovna tvar za izgradnju cijevi u kojoj žive mnogočetinaši. Ispod epiderma je tanak sloj prstenastih mišića koji se prekidaju na mjestima pričvršćenja za parapodije. Uzdužni mišići, koji su ispod prstenastih podijeljeni su parapodijama, trbušnom živčanom vrpcom i leđnom mezenterom na 4 područja, od kojih su dva leđno-kožni a dva trbušno-bočni.

Kretanjem puzanjem ili plivanjem temelji se na antagonističkom stezanju uzdužnih mišića na dvjema stranama tijela. Kod najjednostavnijih mnogočetinaša živčani je sustav u epidermu što dokazuje njegovo ektodermalno podrijetlo, dok je kod ostalih u kožno-mišićnom sloju, a djelomično može stršiti u 2 tjelesne šupljine, od kojih srednji ide prema parapodijama. Kod nekih se mnogočetinaša na kraju srednjeg živca stvara zadebljanje. Osjetni organi za dodir razvijeni su po čitavom tijelu naročito po ticalima, pipalima, i viticama.

Statociste imaju ponajprije plivajuće vrste.

Parni mirisni organi nalaze se na glavi u obliku trepetljivikavih jamica. Služe za pronalaženje hrane. Oči su obično na prostomiju, a rijetko na škrgama. Ima ih 1,2 ili 3 para. Probavilo je ravno. Na ektodermalnom prednjem dijelu probavila može se razlikovati usna šupljina, ždrijelo i jednjak. Grabežljivi mnogočetinaši hvataju plijen na različite načine. Kod nekih je usna šupljina obložena kutikulom s brojnim sitnim smeđim obojenim hitinskim zubima. Oni koji ruju, imaju dugačko cjevasto rilo. Plijen im je; račići, mekušci, kolutićavci i plošnjaci.

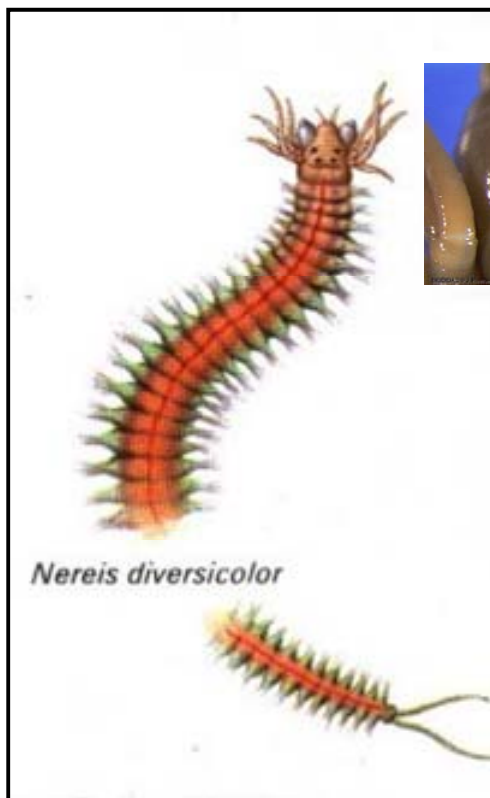
Kod nekih grabežljivih mnogočetinaša iz prednjeg dijela probavila izlazi par cjevastih izvrata. Probava uključuje ekstracelularne i intracelularne procese.

Kod mnogih ne postoje posebni organi za disanje, nego čitava površina tijela, osobito parapodiji, sudjeluju u tom procesu. Mnogočetinaši imaju i škrge. Imaju zatvoren sustav. Kod mnogih je vrlo složen jer osim leđne i trbušne krvne žile, postoji niz tankih žila koje se pružaju prema parapodijama, škrgama, nefridijama. Organi za izmetanje su protonefridji i metanefridiji. Uglavnom su jednospolne životinje. Spolne stanice nastaju iz posebnih stanica na peritoniju.

Kod nekih se klupko tankih stanica nalazi u svim kolutićima, ali najčešće je samo u nekima. Gamete padaju u celom na stupnju gametogonija, gdje se u celomskoj tekućini dalje razvijaju pomoću posebnih hranidbenih stanica. Zrele gamete izlaze van kroz nefridije ili kroz stjenku tijela koja puca. Bražđenje jaja je spiralno i inekvalno. Iz ličinke trohofore razvija se METATROHOFORA, iz koje nastaju odrasle životinje. Uz malobrojne iznimke morske su životinje.

U mulju se zadržavaju veće vrste.

Razred: Polychaeta – mnogočetinaši  
1. *Perinereis* sp.



## Razred CLITELLATA-pojasnici

Tom razredu pripadaju maločetinaši i pijavice kojima je zajedničko to što su im kožne žlijezde na više kolutića tako jako razvijene da čine pojas ili KLITELUM. To se područje kod maločetinaša jasno ističe cijelog života, a kod pijavica se jače razvija samo za vrijeme spolne aktivnosti. Jednostanične žlijezde koje izgrađuju klitelum izlučuju sluz koja se koristi za stvaranje kokona, a kod maločetinaša, osim toga pomaže i prijenosu sjemena. Pojasnici nemaju vitica, pipala, ticala ni parapodija. Od parapodija su ostale samo četine. Dvospolci su, gonade maločetinaša, kao i pijavica ograničene su na malo kolutića ili samo na jedan. Nakon oplodnje jaje prolazi tipično spiralno bražđenje. Razvoj teče bez preobrazbe, a ličinka pliva u bjelančevinskoj hranidbenoj tekućini kokona.

Oni su stari stanovnici voda na kopnu.

1. Red OLIGOCHAETA-maločetinaši razlikuju se od mnogočetinaša po manjem broju četina u svakom kolutiću. Neke se četine koriste za uzimanje hrane, a u nekim slučajevima pomažu pri spolnom razmnožavanju. Imaju potpunu vanjsku i unutrašnju kolutićavost. Kolutići su često širi anteriorno i u području pojasa. Tijelo završava pigidijem. Usta su na 1 trupnom kolutiću ili peristomiju, a pokriva ih prostomij koji je s leđne strane. Tjelesna stjenka odnosno kožno-mišićni sloj građen je složno. Idući izvana prema unutra, mogu se razlikovati; tanka kutikula, epiderm, živčevlje, prstenasti i uzdužni mišićni sloj te peritonij ili celomski epitel, koji graniči sa sekundarnom tjelesnom šupljinom ili celomom. Središnje živčevlje u prednjem dijelu tijela sastoji se od cerebralnog ganglija koji je iznad ždrijela odnosno jednjaka i podždrijelnog ganglija koji je ispod ždrijela. Oni su cirkumfarinksnom odnosno cirkummezofagusnom konektivom međusobno spojeni. Trbušni dio središnjeg živčanog sustava nalazi se ispod probavila, i u svakom kolutiću ima par ganglija.

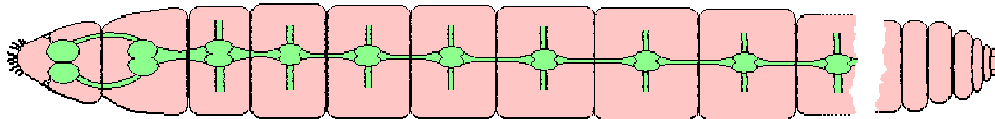
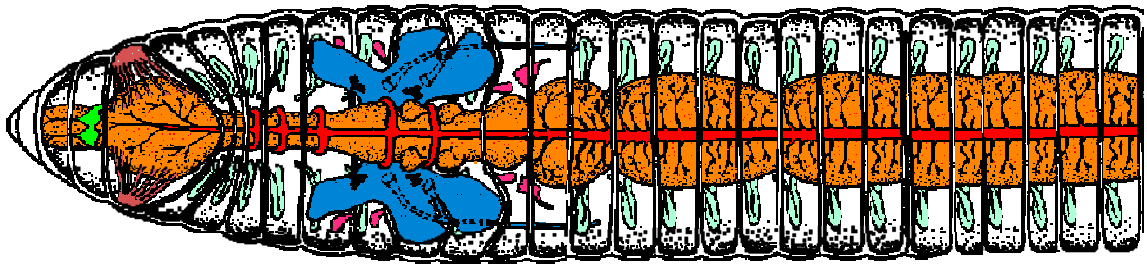
Živčane vrpce izvana pokriva epineurij koji je izgrađen od vezivnog tkiva. Iznad njega je sloj uzdužnih mišića i peritonij. Cijelom dužinom probavila između epitela i prstenastih mišića je živčana mreža koja se često zove sinaptički živčani sustav. Osjetila kod maločetinaša smještena su uglavnom u epidermu. Stanice osjetljive na svjetlo razasute su po cijelom tijelu, a posebno su koncentrirane na protostomiju. Između kožno-mišićnog sloja i crijeva je celom, koji ne nizom pregrada podijeljen u komorice. Pregrade su na trbušnoj strani probušene za prolaz krvne žile i živčane vrpce. Na probavilu maločetinaša mogu se razlikovati; usna šupljina, ždrijelo, jednjak, volja, mišićni želudac i crijevo. Usna šupljina je obložena kutikulom koju izgrađuje epitel. Ždrijelo je okruženo mišićima i vrlo je rastežljivo. Jednjak kao ektodermalna tvorevina proteže se kroz više kolutića. Često je prilično uzak s dosta debelim stjenkama koje samo u stražnjem dijelu imaju mišiće i peritonij okružen kloragogenim stanicama. S vanjske strane jednjaka nalaze se vapnene ili Morrenove žlijezde koje izlučuju amorfne vapnene čestice.

Jednjak ulazi u želudac, koji je kod gujavica podijeljen na volju i mišićni želudac. S leđne strane crijeva je navorani uvrat tiflozolis, čime je povećava probavna površina. Maločetinaši imaju posebno razvijene organe za disanje. Disanje se obavlja kroz sluzavu površinu tijela a djelomično kroz leđne rupice kroz koje izlazi celomska tekućina. Optjecajni sustav je zatvoren. On se u osnovi sastoji od triju krvnih žila koje se protežu cijelom duljinom tijela: jedne leđne i dviju trbušnih. One su u svakom kolutiću spojene prstenastim krvnim žilama. Leđna krvna žila je najveća i cijelom duljinom, osim u prednjem dijelu tijela, pranja uz probavilo. Neke od prstenastih krvnih žila su povećane i kontraktilne pa se nazivaju srca ili lažna srca. U leđnoj krvnoj žili krv teče od natrag prema naprijed zbog kontrakcije njezinih ostataka. Zadaća je srca da potiskuju krv u trbušnu krvnu žilu, u kojoj krv teče od naprijed prema natrag.

Nefridiji su glavni organi za izmetanje dušičnih ostataka kod maločetinaša. Svaki kolutić, osim prva 3 ili 4 i posljednjeg, sadrži par nefridija.

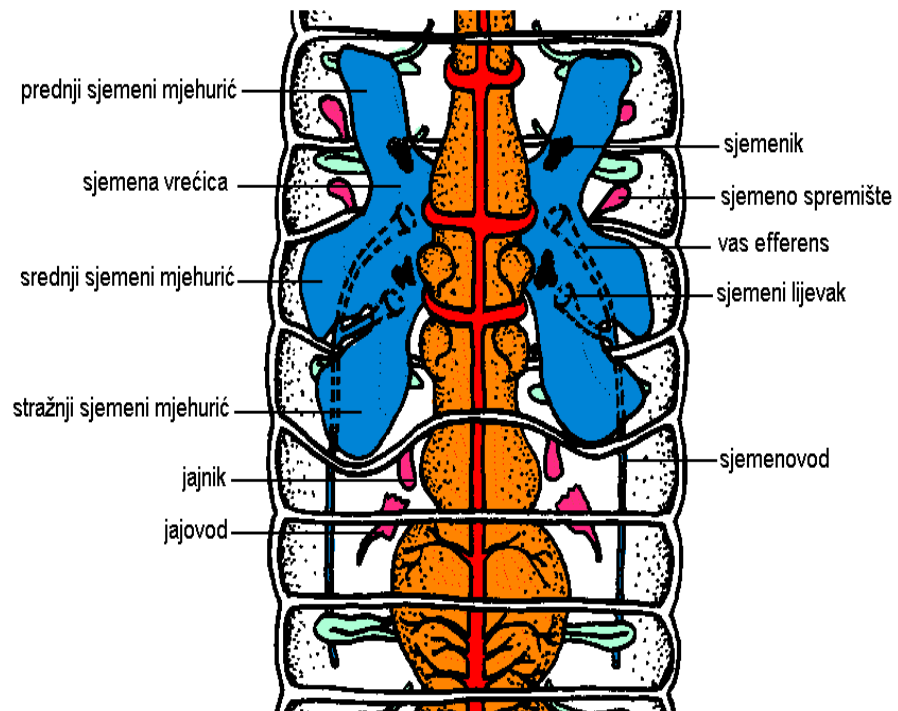
Nefridij se otvara u celomsku šupljinu trepetljivim lijevkom nefrostomom, a ispražnjuje se otvorom za izmetanje nefridioporom. Maločetinaši su dvospolci. Muški i ženski rasplodni organi smješteni su odvojeno u nekoliko kolutića u prednjem dijelu tijela. Iz sjemenika sjeme ulazi u sjemene vrećice i njima povezane sjemene mjehuriće koji su u 9, 10. i 11 kolutiću. Sjemene vrećice i mjehurići ispunjeni su hranjivom tekućinom. Sjemeni mjehurići se mogu jako proširiti. Sjeme iz sjemenih vrećica dopiše u sjemenovode, odakle izlazi van na malim bradavicama sa svake strane 15 kolutića. Jajnici su parni organi pričvršćeni na prednjoj stjenici 13 kolutića. Jaja izlaze van kroz kratke jajovode koji se otvaraju sa svake strane 14 kolutića. U većine maločetinaša postoje sjemena spremišta gdje se sprema sjeme druge jedinke primljeno za vrijeme kopulacije. Obična gujavica ima ih 2 para na 9 i 10 kolutiću a neke vrste 7 pari. Sjemene stanice nastaju u sjemenicima. Odavde se u obliku spermatogonija dopiše kroz sjemene vrećice u sjemene mjehuriće gdje se mogu naći muške spolne stanice u svim stadijima razvoja. Jajne se stanice stvaraju u jajnicima. Najprije nastaju oogoniji koji se dijele u mnogo oocita. Oociti se dalje ne dijele nego se povećavaju zbog nakupljanja hranjivih tvari. Oociti iz jajnika dopiše u jajne vrećice gdje se obavlja mejoza. Sjemeni žljebovi protežu se od muškog spolnog otvora do kliteluma. Sjemeni žljebovi sastavljeni su od niza udubljenja vanjske stjenke tijela u čijoj izgradnji sudjeluju posebni mišići koji su u uzdužnom mišićnom sloju. Kopulacija se obavlja na tlu ili u tlu, i to većinom cijele godine, osim za nepovoljnih životnih uvjeta. Za prve se faze npr, kod obične gujavice dvije jedinke spoje trbušnim stranama tako da su im glave okrenute na suprotne strane. One na taj način dolaze u neposrednu vezu s otvorima sjemenih spremišta, a kliteralno područje jedne jedinke dodiruje isto područje druge. Istovremeno se izluči velika količina sluzi iz kliteluma.

U toj fazi kopulacije sjeme iz jedne jedinke prelazi sjemeni žljebovima do druge. Kada izmjenu spermije razdvajaju se. Jaje prelazi u KOKON koji se pomoću kontrakcija uzdužnih mišića pomiče naprijed. Kada dospije do otvora spermateke sjemena tekućina dospije u kokon gdje se obavlja oplodnja jaja. Nakon toga kokon se dalje pomiče i kada dospije na vrh prednjeg dijela tijela, najprije se zatvori njegov prednji dio a zatim stražnji.



---

Živčani sustav gujavice



Rasplodni sustav gujavice



## **Red HIRUDINEA-pijavice**

Mogu se lako razlikovati od maločetinaša po prijanjalkama na prednjem i stražnjem kraju tijela, a i po tome što nemaju četine. Oblik tijela je različit; produljen, jajast, cjevast ili listast. Duljina tijela je od nekoliko centimetara pa do više od 70 cm. Duljina i oblik tijela mijenjaju se prema stupnju kontrakcije mišića. Tijelo se uvijek sastoji od 33 kolutića. Kolutićavost nije vidljiva nego se izvana mogu zapaziti mnogobrojni prsteni kojih na svakom kolutiću može biti 3-14, a odijeljeni su jedan od drugoga žljebovima. Broj prstenaka na kolutiću mijenja se ne samo na pojedinim područjima nego i kod različitih vrsta. Izvana se tijelo pijavice može podijeliti na više dijelova; glavu (PROSTOMIJ+1-4 kolutić), pretklitelarno područje (5-8 kolutić), klitelarno područje (9-11 kolutić), srednje područje (12-26 kolutić) i stražnje područje (27-37 kolutić). Na glavi s trbušne strane je prednja pianjaljka. Liječnička pijavica u udubljenju pianjaljke ima trouglasti usni otvor. Prednji dio pianjaljke izgrađuje prostomij. Oči su smještene s leđne strane ruba prednje pianjaljke, i to tako da je u svakom od prvih pet kolutića po jedan par. U pretklitelarnom području koje izgrađuju 4 kolutića nalaze se unutar tijela ždrijelo i prednji nefridij. Klitelarno područje sadrži 3 kolutića, u kojima su jako razvijene bjenačevinaste žlijezde.

Tijelo je izvana pokriveno tankom kutikulom koju izlučuje epiderm.

Pijavice imaju dobro razvijene leđno-trbušne mišiće. Kada se oni stegnu, tijelo se spljošti i proširi, čime je omogućeno njegovo valovito kretanje za vrijeme plivanja. Osim plivanja pijavice se kreću i koraćanjem. Pijavice nemaju unutrašnje pregrade koje bi celomsku šupljinu dijelile na komorice. Celomska šupljina pijavica ispunjena je vezivnim tkivom. Središnji živčani sustav sastoji se od mozga, koji je nešto iza prostomija, i trbušne živčane vrpce. Trbušna živčana vrpca počinje s podždrijelnim ganglijem koji je povezan s mozgom pomoću okoždrijelne konektive. Gangliji 1-5, 27-33 kolutića spojeni su u jedinstveni dio. Najjednostavniji osjetni organi su tzv, SENZILE, u kojima su različite osjetne stanice.

Senzile su najgušće na prostomiju i na pojedinim prstencima svakog kolutića. Cijela površina pijavičina tijela, a osobito prednja i stražnja prijanjaljka osjetljiva je na dodir. Prednji dio probavila kojem pripada suna šupljina i ždrijelo, ektodermalnog je podrijetla i cijelom je duljinom obavijeno kutikulom. Na ždrijelo se nastavlja volja, koja je kod liječničke pijavice vrlo velika i zauzima najveći dio unutrašnjosti tijela. Na njoj se sa strane nalazi 11 pari slijepih izvrata koji su kolutićavo raspoređeni. Stražnji izvrat je najveći i proteže se do kraja tijela. Volja se može jako proširiti. Njezin oblik zavisi od količine krvi u njoj. Ona se pomoću sfinktera otvara u endodermalno crijevo koje može biti jednostavna cijev. S nametničkim načinom života povezana je kod pijavica funkcija jednostaničnih slinskih žlijezda.

Te žlijezde izlučuju tvari koje djeluju anesterizirajuće a osim toga sadrže snažan antikoagulant hidruin. Disanje se kod pijavica obavlja većinom kroz čitavu površinu tijela. Optjecajni sustav pijavica usko je povezan s celomom.

Ekskrecijski organi kod pijavica su metanefridiji i botriodno tkivo. Nefridiji su obično smješteni u kolutićima bliže sredini tijela. Kod nekih pijavica su između 10 i 17 kolutića. Svaki se nefridij sastoji od trepetljivog lijevka koji se otvara u celomski zaton. Na njega se nastavlja nefridijalna čahura koja je ispunjena bakterijama, amebocitima i dijelovima stanica koje su amebociti fagocitirali.

Sve su pijavice dvospolci. Imaju 4-10 okruglih sjemenika raspoređenih kolutićavo. Prvi par je u 10 ili 11 kolutiću. Od sjemenika vodi kratka cjevčica koja ga spaja sa sjemenovodom. Sjemenovod se nastavlja naprijed u prošireni sjemeni mjehurić. Odavde izlazi mišićna ejakulatorna cijev, prema središnjem predvorju. Središnje predvorje otvara se prema van središnjim otvorom koji je okružen mišićima. Pijavice imaju unutrašnju oplodnju. Ženski rasplodni sustav uvijek ima 2 jajnika koji su između prednjeg sjemenika i središnjeg predvorja.

Jajnici su okruženi celomskim zatonicima. Iz jajnika izlaze 2 jajovoda koji se protežu naprijed, gdje se spajaju u vaginu, koja se otvara van ženskim spolnim otvorom na 11 kolutiću.

Za vrijeme rasploda izađu iz vode u vlažnu zemlju, gdje se dvije jedinke spoje trbušnim stranama i izravno prenose spermije, slično kao u gujavice. Kad spermatofor dospije u unutrašnjost, neko ga vrijeme nosi celomska tekućina, pri čemu se njegove stjenke rastvaraju i spermiji dopiju za otprilike 50-75 sati, do trbušnog zatona, gdje probijaju stjenku jajnika i spoje se s jajima.

### **Razred MYZOSTOMIDA**

To su bilateralno simetrične kolutičave životinje. Tijelo je čitavo trepetljikavo ili samo na nekim mjestima. Vanjska kolutičavost je nejasna, a unutrašnja je jasna i homonomna. Parapodiji su često nečlankoviti uvlačivi i vrlo pokretljivi dijelovi tijela. Tijelo je kod većine pločasto na rubovima nešto stanjeno i s duljim viticama. Na prednjem dijelu tijela je otvor kroz koji se ždrijelo može ispružiti van u obliku rila. Na riličastom dijelu tijela, je i nadždrijelni ganglij, pa se taj dio može smatrati glavom. Epiderm je trepetljikav. Mozak koji je iznad ždrijela vrlo je malen. Probavilo počinje usnim otvorom, koji se nastavlja na ždrijelo. Unutrašnji su organi u parenhimu. Celom je iznad crijeva u obliku središnje šupljine. Iz nje sa strane izlaze izbočenja koja odgovaraju broju i toku crijevnih proširenja. U celomskim izbočenjima su jajnici. Iz stražnjeg izbočenja izlazi jajovod koji vodi u stražnje crijevo. Sjemenovod se otvara i na osnovici 3 para parapodija. Na tom je mjestu i bradavičasti penis. U leđnoj celomskoj šupljini je i par trepetljikavih metanefridijalnih lijevaka koji se nastavljaju u zavinute cijevi što se otvaraju u stražnje crijevo. Dvospolci su. Oplodnja je izmjenična pri čemu dvije jedinke lijepe spermatofore jedna drugoj na kožu. U spermatoforima su spermociste, koje su ispunjene sjemenom, i podociste u kojima su 4 okrugla podocita.

## **Skupni naziv: ANELLIDSKO-ARTROPODSKI MNOGOKOLUTIĆAVCI**

Postoji nekoliko skupina mnogokolutićavaca koji su građeni na poseban način. Dva od tih (Echiuroidea i Sipunculoidea) svojom se organizacijom tijela više približavaju kolutićavcima, a ostala su tri koljena:

1. Koljeno ONYCHOPHORA-crvonošci
2. Koljeno TARDIGRADA-dugoživci
3. Koljeno PENTASTOMIDA-jezičari

### **1. Koljeno ECHIUROIDEA-zvezdani**

Bilateralno simetrične morske životinje, produljena valjkasta tijela koje je na prerezu okruglo. Površina tijela može biti glatka ili pokrivena bradavicama koje su nepravilno razasute po tijelu, ili su raspoređene u prstenove.

Na prednjem dijelu tijela je neuvlačivo, ali vrlo rastegljivo i na dodir osjetljivo rilo. Ono je protegnuto daleko naprijed ispred usnog otvora.

Površinu tijela pokriva čvrsta kutikula. Ispod nje je epiderm. Mišićni sloj je sastavljen od prstenastih uzdužnih i poprečnih mišića.

Živčani sustav sastoji se od ždrijelnog prstena i trbušne vrpce. Osim bradavica posebni osjetni organi ne postoje. Usta se često nalaze u ljevkastom udubljenju pri osnovici rila. Prednji dio probavila izgrađuje usna šupljina, ždrijelo i jednjak. Na njega se nastavlja dugačko srednje crijevo, koje čitavom dužinom prati nus crijevo. Ono počinje odmah iza jednjaka, a neposredno kraj crijevnog otvora ulazi u stražnje crijevo. Imaju uglavnom zatvoreni optjecajni sustav. Sastoji se od trbušne krvne žile koja se proteže uz trbušnu živčanu vrpcu uzduž cijelog trupa. Kratka kontraktilna leđna krvna žila pruža se od prednjeg dijela srednjeg crijeva do vrha rila. Između kožno-mišićnog sloja i probavila postoji jedinstvena nepodijeljena tjelesna šupljina koja je obložena peritonijem. Nešto ispred udubljenja za četine napeta je poprečna membrana. Ona ne predstavlja pregradu celoma. Ispred nje u prednjem dijelu tijela i rila nalazi se ostatak primarne tjelesne šupljine u obliku zatona. Oba su dijela tjelesne šupljine spojena otvorom na dijafragmi.

Posebni organi za disanje ne postoje. Ekskrecijski organi su metanefridiji. Kao dodatak nefridijama uz stražnje se crijevo nalaze parne slijepe cijevi-analne cijevi. Te analne cijevi vjerojatno služe za ekskreciju kao i nefridij. Razdvojena su spola. Kod nekih vrsta rodova spolni je dimorfizam vrlo izražen. U tim slučajevima mužjaci su patuljasti i jednostavno građeni. Spolni se proizvodi spuštaju u celom gdje se zadrže dok ne sazriju. Nakon sazrijevanja izlaze van kroz nefridije. Oplodnja je obično vanjska. Jaja prolaze tipično spiralno bražđenje koje je slično s mnogočetinašima. Ličinka je trohofornog tipa. Na ličinki se razlikuje apikalna episfera i stražnja hiposfera. Naročito je zanimljiva metamorfoza ličinke zelenog zvjezdana. Prema dosadašnjim podacima spol te vrste nije genetski određen. Spuste li se ličinke na tijelo ženke, ili samo na njezino rilo, iz nje se razvijaju mužjaci, a ličinke koje odlaze na dno postaju ženke. Smatra se da rilo ženke izlučuje neke tvari koje djeluju tako da se na ličinki izgrade muški spolni organi. Ta modifikacijska determinacija spola podvrgnuta je u novije vrijeme istraživanjima.

## **2. Koljeno SIPUNCULOIDEA-štrcaljci**

Štrcaljci su bilateralno simetrične morske životinje nekolutićava tijela. Tijelo je podijeljeno na prednji, kraći i uži dio, i dulji stražnji dio koji pripada trupu. Usta su im gotovo uvijek okružena lovkama. Tijelo izvana pokriva kutikula ispod nje je epiderm, prstenasti mišićni sloj, uzdužni mišićni sloj i peritonij. Mišići su izgrađeni od vanjskog sloja prstenastih mišića i unutrašnjeg sloja uzdužnih mišića. Između ta 2 sloja često su poprečni mišići. Celomska šupljina je podijeljena na prednji dio i trupni dio. U celomskoj šupljini prednjeg dijela plivaju ameboidne bezbojne stanice i okrugla bikonkavna tjelešca koja sadrže respiratorni pigment hemeritrin. Živčani sustav sličan je živčanom sustavu kolutićavaca. Na usta se nastavlja dulje ždrijelo i jednjak. Srednje crijevo je gotovo 2 puta dulje od tijela. Stražnje crijevo završava crijevnim otvorom koji je po leđnoj strani pomaknut naprijed.

Optjecajni sustav je zatvoren. Za ekskreciju služe metanefridiji i kloragogene stanice. Najviše kloragogenih stanica nalaze se na stjenkama crijeva i Polijevim mjehurićima. Kada se stanice ispune ekskretornim zrnima postaju tamne boje i padaju u tjelesnu šupljinu. Svi su razdvojena spola. Spolovi se izvana ne mogu razlikovati. Bražđenje jaja je spiralno. Ličinka je slična trohofori. Poznato je oko 250 vrsta.

### **3. Koljeno ONYCHOPHORA-crvenošci**

Katkad se smatraju prijelaznim oblicima između kolutićavaca i člankonožaca. Na prednjem bilateralno simetričnom tijelu zapažuju se brojni prstenci, dok se kolutićavost tijela može ustanoviti samo na osnovi tjelesnih privjesaka, od kojih svaki par pripada jednom kolutiću. Stjenka tijela sastoji se od kutikule, epiderma, prstenastih i uzdužnih mišića. Postoje i dorzoventralni mišići koji tjelesnu šupljinu dijele na 1 leđnu i dvije postrane osnovice. Glava je izgrađena od prostomija (akrona) i 2 trupna kolutića.

Na prvom trupnom kolutiću su pokretna, ali nestežljiva prstenasta ticala koja čine prvi par privjesaka. Na njihovoj osnovici su oči. Privjesci drugog trupnog kolutića su reducirani i od njih su ostale samo pandžice u obliku 4 srpaste čeljusti. Privjesci trećeg trupnog kolutića preobraženi su u usne bradavice. Iza toga su sa strane tijela u pravilnim razmacima 14-43 para privjesaka koji služe kao noge za hodanje nazvane lobopodiji. Kod mnogih se vrsta na trbušnoj strani udova za kretanje nalaze pukotine kroz koje se može izvrnuti mjehurić ispunjen krvlju. Mjehurić se koristi kao dišni organ na vlažnom zraku. Mozak se sastoji od tri dijela; protocerbruma, deutocerebruma i tritocerebruma. Usni je otvor na sredini trbušne strane odmah iza usnih bradavica. Na osnovici predvorja su hitinizirane čeljusti koje se kreću u pravcu glavne osi tijela. Tjelesna šupljina je MIKSOCEL.

Za ekskreciju postoje organi metanefridijalnog tipa. Za disanje služe mnogobrojne busenaste uzdušnice. Uzdušnice započinju na površini tijela s mnogobrojnim nepravilno raspoređenim odušcima.

Takvim dišnim sustavom crvonošci su prilagođeni kopnenom načinu života. Izravno opskrbljivanje tkivom kisikom i odstranjenju ugljik dioksida iz tijela kroz uzdušnice oslobađa optjecajni sustav prenošenja tih plinova. To je razlog što je optjecajni sustav vrlo jednostavno građen i sastoji se od cjevasta srca, a arterije i vene ne postoje. Srce je otvoreno na dva kraja, a sa strane je u svakom kolutiću par ostija. Rastavljena su spola. Često su mužjaci manji od ženki. Mužjak ostavlja spermatofore bilo na kojem mjestu gdje je pričvršćen spermatofor i nakon 7-10 dana pregrizu epiderm, kutikulu i stjenku spermatofora. Spermiji se nakon toga iscijede u tijelo ženke i plivanjem kroz hemolimfu dopiju do jajnika, kojem probiju stjenku i oplode jaje. Za 6-13 mjeseci razvijaju se mladi. Ograničeni su za trope i južne dijelove umjerenog pojasa.

#### **4. Koljeno TARDIGRADA-dugoživci**

To su bilateralno simetrične životinje uglavnom mikroskopske veličine. Kolutičavost je različito izražena 4 para nogu, kao i 5 par kod zametka, celomska šupljina i raspored ganglija dokazuje da se izgradnja tijela temelji na pravoj kolutičavosti. Epiderm izlučuje na površini tijela kutikulu, koja osim toga oblaže, prednje i stražnje crijevo. Kutikula nije izgrađena od hitina, nego od albuminoida. Ime su dobili po tome što dugo žive. Na tijelu dugoživaca ističu se 4 para nečlankovitih privjesaka sličnih privjescima kod crvonožaca, koji imaju na vrhu 4-11 svinutih pandžica. Glava je sastavljena od 1 ili 2 kolutića bez ikakvih privjesaka. Kratko srednje crijevo svršava nečisnicom koja se otvara s trbušne strane. U njemu je s leđne strane rektalna žlijezda. Po prvi put Malpigijeve cjevčice kao izvrat stražnjeg crijeva-ekskreotorna funkcija. Živčevlje je dobro razvijeno. Nemaju poseban sustav za disanje i optjecanje. Vrlo su osjetljivi na manjak. Ako im nedostaje kisika, guše se i postaju nepokretni. U takvu stanju mogu preživjeti nekoliko dana i brzo se oporave nakon dovoda kisika. Razdvojena su spola. Dugoživci su veoma trome i otporne životinje.

Zbog toga mogu bolje od drugih životinja prijeći bez veće pripreme u stanje anabioze bilo u kojem odsječku života. Za to vrijeme unutar svojeg omota smanje tijelo, a životne radnje reduciraju na najmanju mjeru. U takvom stanju mogu ostati i do 6 i pol godina. Dokazano je da su dugoživci u stanju anabioze neobično otporni protiv svih nepovoljnih utjecaja. Oni izdrže bez ikakvih posljedica 8 i pol sati u tekućem heliju ( $-272^{\circ}\text{C}$ ), ili 20 mjeseci u tekućem zraku. Međutim, na  $96^{\circ}\text{C}$  žive samo pola sata. Mogu podnijeti vrlo visok tlak, a ne nudi im ni apsolutni alkohol. Kozmopolitske su životinje. Najmanje ih živi u moru.

##### **5. Koljeno PENTASTOMIDA-jezičari**

To su nametnici dugački 2-15 cm koji žive kao ličinke u tjelesnim šupljinama kralješnjaka, a u odraslom stanju u nosnim i čeonim šupljinama. Na tijelu se razlikuju dva dijela: kratki prednji dio s ustima i 2 para udova i mnogo dulji člankoviti dio. Imaju više od 100 trupnih prstenova ali nije jasno jesu li to pravi kolutići. Mišićni sustav izgrađen je od različitih dijelova. Mišićna su vlakna kožno mišićnog sloja poprečno prugasta. Nema unutrašnje kolutićavosti.

-živčani sustav građen jednostavno

-osjetila slabo razvijena

-dišne organe i krvotoka nemaju

-tjelesna šupljina je između crijeva i kožno-mišićnog sloja.

Kao u svih nametnika dobro su razvijeni rasplodni organi, pa im je reduktivni potencijal vrlo velik. Ističe se veliko spolno dvoličje, te su mužjaci manji od ženke.



## Koljeno ARTHROPODA-člankonošci

Više od  $\frac{3}{4}$  životinjskog svijeta pripada člankonošcima. Njih sačinjavaju 3 osnovne skupine; TRILOBITA-trorežnjaci, CHELICERATA-klješтари i MANDIBULATA-čeljusnici. Člankonošci među beskralješnjacima imaju najsloženije strukturalne i funkcionalne osobine. Zajednički su morfologijski nazivi za obje skupine; triploblastičnost, celomatičnost, bilateralna simetrija tijela, cjevasto probavilo koje se pruža od polarizirano položenih usta i crijevnog otvora, trbušni živčani sustav, i metamerna kolutićavost.

Tijelo se sastoji od tri dijela; glava, prsa, zadak. Kožni sustav ima niz osobitosti značajnih samo za njih. Dok se kolutićavci pri kretanju služe uzdužnim i prstenastim mišićima, kožno-mišićnog sloja, pri čemu celomska tekućina služi kao hidrostatski skelet, kod člankonožaca krut kožni skelet zahtjeva međusobnu zglobnu povezanost pojedinih dijelova tijela, i unutrašnji raspored mišića u obliku fleksora i ekstenzara u svakom članku koji djeluju antagonistički. U usporedbi s kolutićavcima, člankonošci imaju zbog čvrstog kožnog sustava mnogo ograničenije mogućnosti korištenja PERMEABILNE površine tijela za disanje, izlučivanje i slično. Člankonošci za razliku od kolutićavaca imaju bolje razvijen mehanizam za sprečavanje gubitka vode iz tijela. To je jedan od vrlo značajnih uvjeta što je najveći dio člankonožaca mogao preći iz vodenog biotopa na kopneni način života.

Celomska šupljina je reducirana, a velika tjelesna šupljina (HEMOCEL) nastala je od zametnog blastocela. Celomska šupljina kolutićavaca podijeljena je na komorice i ne sudjeluje u optjecanju, a kod člankonožaca tjelesna je šupljina jedinstvena i uključena u optjecanje. Privjesci na tijelu postigli su visok stupanj razvoja. Na pojedinim su se dijelovima tijela tjelesni kolutići zajedno s privjescima specijalizirali za obavljanje posebnih djelatnosti. To je dovelo do tagmatizacije koncentracije pojedinih funkcija na određene dijelove tijela. Začetak tagmatizacije nalazimo već kod kolutićavaca, ali je ona kod njih slabije razvijena i na nižem stupnju razvoja.

Osnovni sastavni dio kožnog sustava svih beskralješnjaka pa tako i člankonožaca, je epiderm koji proksimalno izlučuje kutikulu, a distalno osnovnu membranu koja ga odvaja od hemocela. Kako je epiderm ispod kutikule, naziva se POTKOŽICA ili HIPODERM. Kutikula je struktura koja u životu člankonožaca ima najvažniju ulogu. Ona nije samo vanjski skelet, nego oblaže prednji i stražnji dio probavila, te dišni i žljezdani sustav. Zbog hitinske kutikule, člankonošci ne mogu rasti kontinuirano usprkos njezinoj elastičnosti. Iako povremeno moraju izaći iz premale stare hitinske kutikule da nešto narastu dok im je nova kutikula mekana i pruživa. Člankovite noge su posebno svojstvo po kojem je taj oblik životinjske organizacije dobio ime. To su parni izdanci na svakom kolutiću njihova tijela. Sastavljene su od više kraćih dijelova koji su međusobno povezani zglobovima. Dobro su pokretne. Noge su im višestruko izmijenjene prema njihovim prilagodbama različitim životnim prilikama i potrebama, ali se ipak među glavnim skupinama, klještarima, racima i kukcima, mogu svesti na zajednički prvobitan oblik.

Inače se na nogama svih člankonožaca razlikuju dva glavna dijela. Prvo je proksimalni osnovni dio ili kučni dio COXIT, koji veže nogu s tijelom, a sastavljen je od 2 do 3 članka. To su kod kukaca COXA i TROCHANter, kod rakova PRAECOA, COXA i BASIS. Drugo je distalni pokretački dio noge, TELEPODIT, sastavljen od više članaka. Kod kukaca i rakova ti članci izgrađuju 2 dijela noge tzv, BEDRENI i GNJATNI DIO. U bedrenom dijelu noge je bedro ili FEMUR, a u gnjatnome su GNJAT ili TIBIA, stopalo ili TARSUS, sastavljen od više članaka i predstopalo, PRAETARSUS.

Pojedini kolutići u tijelu člankonožaca učvršćeni su jačim hitinskim pločicama, SKLERITIMA. S leđne strane svaki je kolutić prekriven većom leđnom pločicom ili TERGITOM, s trbušne ga strane zaštićuje manja trbušna pločica ili STERNIT, a sa strane između njih su slijeva i zdesna postrane pločice ili PLEURITI. Te su pločice međusobno povezane pruživim međukožicama ili artikularnim membranama.

Dobro razvijen celom kod kolutićavaca, kod člankonožaca je podvrgnut metamorfozi i jakoj redukciji. U toku daljnjeg razvoja tjelesna se šupljina jako smanjuje i napokon se spoji s ostacima primarne tjelesne šupljine tvoreći MIKSOCEL. Živčevlje je postiglo visok stupanj razvoja, zbog razvijenih osjetila i složenijeg ponašanja pojedinih skupina člankonožaca.

U njemu se kod jednostavnih člankonožaca ističe razvijen trbušni živčani lanac ljestvičasta oblika dok je kod ostalih došlo do različitog stupnja koncentracije živčanog sustava. Na mozgu se razlikuju 3 dijela; protocerebrum, deutocerebrum i tritocerebrum. Više od drugih osjetila su na poseban način izgrađene oči koje su različite, s jedne strane kod kukaca i rakova, a s druge strane kod klještara. Raci i kukci imaju dvojake oči, jednostavne oči ili OCELE su udubine epiderma, a stanice na njenom dnu diferencirale su se u vidne stanice. Među svim životinjama sastavljene oči imaju jedino kukci i raci. One su sastavljene od većeg broja vrlo produljenih jednostavnih očiju OMATIDIJA. Omatidiji su obično šestostrani i međusobno odijeljeni pigmentnim stanicama. Najveći dio unutrašnjosti tijela člankonožaca zaprema probavilo. Nemaju ga jedino neki nametnici i odrasli člankonošci koji kratko žive, pa se ni ne hrane. Usta su na glavi, a crijevni otvor je na kraju tijela. Prema nastanku probavilo se sastoji od 3 glavna dijela. Prednji i stražnji dio PROKTODEUM i STOMODEUM, ektodermalnog su postanka, a samo je središnji dio MEZENTEROM, endodermalnog postanka. Na prijelazu srednjeg crijeva u stražnje kopnena člankonošci imaju ekskretorne ili Malpigijeve cjevčice. Sustav za disanje je različito razvijen, prema tome žive li člankonošci u vodi ili u zraku. Vodeni člankonošci dišu škragama koje su listićavi ili resasti privjesci na nogama ili su preobražene noge. Zračni člankonošci dišu većinom uzdušnicama, trahejama. To je sustav cjevčica koje se u tijelu granaju do najsitnijih ogranka rasprostranjenih po čitavoj utrobi. Na površini tijela uzdušnice se otvaraju malim parnim otvorima odušcima-STIGMAMA.

Optjecajni sustav je otvoren i vrlo pojednostavljen jer iz arterija krv odlazi u krvne zatone. Optjecanje krvi podržava srce koje je s leđne strane iznad crijeva. Stezanjem srca krv se iz njega istiskuje i razlijeva po krvnim zatonima. Odvojena su spola. Osim oplođenim jajašcima mnogi se člankonošci rasploduju posebnim oblikom spolnog razmnožavanja tzv, DJEVIČANSKIM PORODOM, PARTENOGENEZOM. Iz jajašaca većinom izađu ličinke koje moraju proći opsežan ili postembrionalni razvitak prije nego se razviju do odrasla stanja. Ličinke su vrlo različite, prilagođavaju se najrazličitijim životnim prilikama. Prema broju različitih oblika u toku razvoja koji mogu nastajati postepeno ili naglo nakon svakog presvlačenja kod člankonožaca postoji; monofazni, difazni, trifazni i polifazni razvoj.

Pri monofaznom razvoju nema oštarih razlika u toku rasta od leženja do odrasla stanja. Difazni razvoj uključuje mnogo malih promjena nakon svakog presvlačenja i jedno tzv, KATAKLIZMIČKO presvlačenje sa znatnim promjenama u obliku tijela. Člankonošci s trifaznim razvojem imaju i kataklizmička presvlačenja za vrijeme života.

## AMANDIBULATA

### Potkoljeno TRILOBITOMORPHA-trorežnjaci

Spljošteno i jajoliko tijelo podijeljeno je na 3 dijela; glava (cephalon, prosoma), trup i rep (pygidij). Svi su ti dijelovi s leđne strane pokriveni oklopom. Na trbušnoj strani oklop se protezao samo do usnog otvora. Glava sadrži kao i proterosoma klještara 4 postoralna kolutića s razlikom što je kod njih iza akrona umetnut 1 preoralni antenalni kolutić. Gornja strana glave ima nabrani srednji dio GLABELU ( na glavnoj osi tijela). Na njoj je sa svake strane široka duplikatura lica (GENAE) što čini prednji dio tijela spljoštenim. Na glavi su bile sastavljene oči. Na glavi su osim par ticala, postojala i 4 para udova za prihvatanje hrane. Ispod pleura su dvograni udovi za kretanje. Prvo ličinačko stanje PROTASPIS, sadržavalo je samo glavu i pigidij. Postepenim umetanjem trupnih kolutića za vrijeme meraspidnog stanja konačno je nastala holospidna jedinka s konačnim brojem kolutića.

## Potkoljeno CHELICERATA-klješтари

Nedostaju im ticala, nemaju privjeske koji bi bili istovjetni s antenulama rakova i antenama kukaca. Tijelo je podijeljeno na 2 dijela:

-PROSOMA (prostomij=akron+6 kolutića)

-OPISTOSOMA (ostali kolutići trupa najviše 12+bodlje).

Prosoma nikad nije podijeljena na glavu i prsa. Prva 4 kolutića prosome, naročito su tijesno srasla s prostomijem u obliku tzv, PROTECOSOME koja je s leđne strane uvijek pokrivena pokrovom nazvanim PROPEOLTIDIJ.

Ostala 2 kolutića prosome imaju vlastite pokrivače koji se zovu MEZOPERTIDIJ i METAPELTIDIJ. Opistosoma se može podijeliti na; MEZOSOMU (7 kolutića) i METASOMU (5 kolutića). Mezosomi pripadaju prednji kolutići s odvojenim tergitima i sternitima, a metasomi stražnji kolutići s prstenastom kutikulom. Na 3 trupnom kolutiću su KLIJEŠTA ili HELICERE. Kod nekih su klijesta preobražena u bodlju. Za vrijeme ranog embrionalnog razvoja klijesta su iza usta. Kao i kolutići na koje su vezana.

U kasnijoj ontogenezi klijesta se pomiču ispred usta. Klijestari nikad nemaju čeljusti. Drugi par je većinom preobražen pa je nazvan ČELJUSNE NOŽICE ili PEDIPALPI. One služe kao osjetila, pomažu pridržavati plijen, a u nekih se koriste pri razmnožavanju kao pomoćni kopulatorni organi. Čeljusne nožice su na 4 trupnom kolutiću. Ostala 4 para ostatak su noge za hodanje.

Udovi na opistosomi najčešće su jako preobraženi, a u pojedinim slučajevima ih nema. Nikad ne služe za hodanje. Osim kožnog skeleta koji izgrađuje hitinska kutikula i s njim povezane fragme i apodeme, unutar prosome je izgrađen mezodermalni skelet-ENDOSTERNIT koji nemaju samo mračnice (Solifuga). Mezodermalni skelet je izgrađen u obliku pločice koja ima više nastavaka, služi za pričvršćivanje mišića udova. Usta se za vrijeme embriogeneze kod pojedinih skupina klijestara pomiču daleko natrag. Osim gornje i donje usne, usta su okružena kućnim (koksalnim) dijelovima udova koji su vrlo preobraženi.

Središnje crijevo ima mnogobrojna izbočenja koja su kod embrija kolutičavo raspoređena. Ona ne nastaju izvratom crijeva, nego razgradnjom žumanjčane tvari u jajetu. Kod embrija su obavijena endodermom i mezodermom. Organi za disanje imaju oblik lokaliziranih lepezastih uzdušnica ili pak cjevastih uzdušnica koje se razgranjuju po čitavom tijelu. Metamerni raspored lokaliziranih dišnih organa smatra se jednostavnijom osobinom klijestara.

Za njih je značajno da su sa strane opistosome i da je njihov postanak usko povezan s udovima tog dijela tijela. Optjecajni sustav klijestara je dobro razvijen. Srce je snažnije nego kod ostalih člankonožaca koji dišu uzdušnicama. Ono je većinom u opistosomi, a samo kod nekih klijestara prodire u prosomu. Mozak sastavljen je od protocerebruma i ganglija 1 postoralnog kolutića na kojem su klijesta. On je na stražnjoj strani.

Kako je povezan sa simpatičkim frontalnim ganglijem smatra se da je istovjetan s tritocerebrumom ostalih člankonožaca i tritocerebruma koji je u vezi s klijestima. Za živčevlje na trbušnoj strani karakteristično je koncentracija koja se očituje u stapanju ganglija trbušne vrpce prosome uključujući i pregenitalni kolutić (1 opistosomalni) u jedan SUBEZOFAGUSNI ganglij. Mnogi klijestari imaju više pari očiju. Razdvojena su spola. Parna plodila mezodermalnog postanka nalaze se u vezivnom tkivu ispod izbočenja srednjeg crijeva u stražnjem tijelu. Njihove parne izvodne cijevi izlaze iz 8 celomske vrećice i otvaraju se na stražnjem dijelu 8 sternita (2 opistosomijalni kolutić).

## **Razred MEROSTOMATA-prakliještari**

Po mnogim osobinama slični trilobitima. Spljošteno tijelo jasno je podijeljeno na prosomu i opistosomu. Na prosomi su kliješta i 5 pari sličnih privjesaka.

Opistosoma je podijeljena brazdom na mezosomu i metasomu, koja završava bodljom. Bodlja se ne može usporediti s pigidijem kod kolutićavaca nego s nastavkom na kraju tijela trilobita. Za razliku od ostalih člankonožaca udovi prakliještara nisu sa strane tijela, nego su pričvršćeni u jednom udubljenju koje je u sredini tijela. Tročlana kliješta na prosomi ispred usta. Udovi 1 para na opistosomi izgrađeni su u obliku jednoga para plosnatih produljenih kolutića koji sa stražnje strane omeđuju usni otvor. Taj se par udova naziva HILARIJ.

Drugi par udova opistosome je proširen i u sredini srašten stvarajući tako jedinstven spolni poklopac. Ostalih 5 pari udova s listastim škrgama nalazi se od 9 do 13 kolutića spojeni samo membranom. Na osnovi spolnog poklopca su spolni otvori. Na metastomi nema privjesaka. Za kretanje služi 5 pari nogu prosome. Epiderm stvara debelu hitinsku kutikulu koja ne sadrži  $\text{CaCO}_3$ .

U njezinu stražnjem leđnom dijelu s unutrašnje strane su parne ENTAPOFIZE.

Mozak nije iznad podždrijelnog ganglija. Sastoji se od protocerebruma i ostatka deuterocerebruma. U taj dio mozga ulazi par živaca sastavljenih očiju i organa za miris. Sa stražnjim dijelom toga dijela mozga srašten je tritocerebrum koji inervira kliješta. Samo prakliještari među kliještarima imaju sastavljene oči.

Njih izgrađuju brojni OMATIDIJI. Omatidiji su iznad debelog epiderma koji ima ulogu staklastog tijela. Oni se ne dodiruju jer su jedan od drugog odijeljeni s više epidermalnih stanica. Jednostavne oči su analogne s tjemnim organom kralješnjaka. Usta su u obliku uzdužne pukotine između kukova 2 i 5 noge prosome. Vrlo su rastegljiva, otvaraju se u jednjak koji ulazi u mišićni (žvačni) želudac. Jednjak ima 8 uzdužnih hitinskih nabora, a mišićni želudac zubiće.

Na mišićni želudac nastavlja se srednje crijevo koje prelazi u kratko hitinizirano stražnje crijevo. Neprobavljene se čestice izbacuju kroz usta. Crijevni otvor je na posljednjem kolutiću na osnovici bodlje.



Za ekskreciju služi par kućnih (koksalnih) žlijezda koje su nastale iz preobraženih metanefridija. Kućne žlijezde otvaraju se na osnovici 5 para nogu prosome. Prakliještari su morske životinje. Krvotok je otvoren. Dobro je razvijen. Tipično artropodsko srce nalazi se u perikardu gotovo uzduž cijelog tijela. Ono je nastalo iz leđne krvne žile slične anelidskoj. Prakliještari su rastavljena spola. Rasplodni organi obaju spolova izgrađeni su u obliku dugih cijevi. Spolni proizvodi izlaze na osnovicu 8 para nogu. Bražđenje jaja je totalno.

### **Razred ARACHNIDA-paučnjaci**

To su prvi člankonošci koji su se nastanili na kopnu. Najstarije su kopnene životinje koje dišu atmosferski zrak, suprotno ostalim razredima klijestara.

Razvili su se iz vodenih člankonožaca. To dokazuje postanak dišnih organa koji se razvijaju na mjestima ostataka udova opistosome. Tijelo je podijeljeno na prednji dio PROSOMU i stražnji dio OPISTOSOMU. Udovi su samo na prosomi. Kod nekih redova opistosoma ima udove samo za vrijeme embrionalnog života. Oni poslije potpuno nestaju ili se preobraze u predljive bradavice, a kod štipavaca u češalj. Prosoma je kod mnogih paučnjaka s leđne strane pokrivena čvrstim pokrivačem KARAPAKSOM koji spaja u jednu cjelinu akron i 6 kolutića. Opistosoma može biti spojena s prosomom čitavom širinom ili se prvi opistosomalni kolutić stanji u sponicu PEDICULUS koji povezuje ta dva dijela tijela. Kroz sponicu prelaze iz prosome u opistosomu živci, probavilo i uzdušnice, ako postoje. Opistosoma je najčešće kolutićava.

Kliješta na prosomi su istovjetna s 2 parna ticala kod rakova. Služe za hvatanje i ubijanje plijena te za gnječenje hrane. Štipavci i lažipauci kidaju kliještima plijen na komadiće. Lažištipavcima kliješta mogu služiti za pređenje, a mračnicama i grinjama kao pomoćni kopulatorni organi, gonopodiji.

Drugi par udova, čeljusne nožice PEDIPALPI služe često za ispitivanje i pridržavanje plijena i hrane.

Središnji živčani sustav izgrađuje mozak i trbušna živčana vrpca.

Mozak=protocerebrum i tritocerebrum. Za hodanje služe 4 para nogu prosome koje su izgrađene od 7 članaka; kuka COXA, nožnog prstenka, trochantera, bedra, femura, iverka, patella, gnjata, tibia, osnove stopala, bazi tarzusa, i stopala, tarzusa. Noge im služe i za dodir, plivanje, kopanje, predenje, pridržavanje ženke. Od osjetila postoje osjetne dlake TRIHOBOTRIJI i BOTRIOTRIHI, lirasti organi i oči. Trihobotriji su duge, tanke i ravne dlake koje izlaze iz udubljenja u kojem su povezane sa živcem. Obično su na udovima ali i na bodljama. Lirasti su organi na trupu, usnim organima, udovima. To su u prvom redu kemoreceptori. Probavilo se sastoji od ektodermalnog prednjeg crijeva, endodermalnog srednjeg crijeva i ektodermalnog stražnjeg crijeva.

Prednji dio probavila izgrađen je uvijek u obliku sisaljke koja je u prosomi.

Taj dio probavila sastoji se od usta, ždrijela, jednjaka i mišićnog želudca.

Ždrijelo je većinom preobraženo u sisaljku. U nekih se redova u prednji dio probavila otvaraju slinske žlijezde. Srednje crijevo ili MEZENTERON je uska cijev, uvijek povezana s crijevnim izbočenjima. Taj dio izbočenja izgrađuje HILEENTERON (jetru). U posteriorni dio srednjeg crijeva otvaraju se Malpigijeve cjevčice. Najjednostavniji oblik disanja kroz površinu tijela imaju neke grinje. U ostalih paučnjaka disanje se obavlja lepezastim uzdušnicama i trbušnom vrećicom. Optjecajni sustav je otvoren i u najjednostavnijem slučaju sadrži cjevasto srce na leđnoj strani. Srce je u celomskoj šupljini, osrčju.

U krvi ima respiratornog pigmenta, hemocijanina s mnogo krvnih stanica.

Za ekskreciju služe kučne ili koksalne žlijezde Malpigijeve cjevčice.

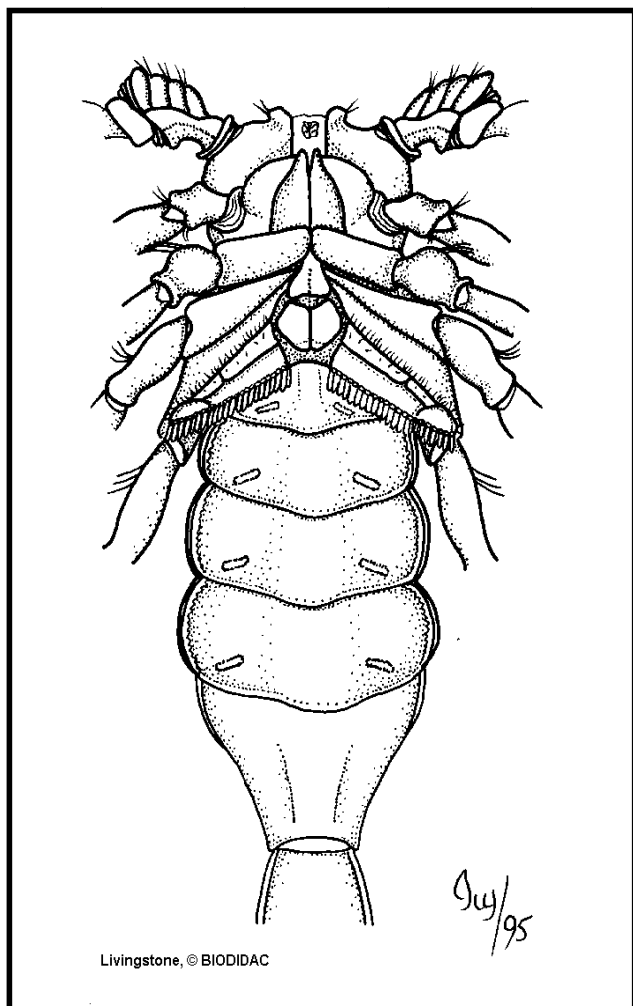
Razdvojena su spola. Imaju parne gonade u opistosomi. Samo kod lažipauka i pojedinih grinja ektodermalni hitinizirani dio izgrađuje kopulatorni organ, penis.

Kod ostalih paučnjaka sjeme prenosi mužjak udovima. Mnoge vrste zaštićuju jajašca u kokone izgrađene od prediva, a neke ih vrste nose sa sobom.

## **Red SCORPIONES-štipavci**

Najveći kopneni paučnjaci. Prednje tijelo prosoma, nije posebno odijeljeno od stražnjeg tijela opistosome. U sredini glave su dva glavna oka, a sa strane dvije hrpice od 2 do 5 bočnih očiju. Kliješta su na prednjem tijelu, kratka i jaka su i čeljusne noge su velike i mnogo dulje od ostalih nogu. Na njima su snažne štipaljke. Četiri para nogu za hodanje dobro su razvijena i to tako da je svaki idući par veći od prethodnog. One su sastavljene od 8 članaka i na kraju imaju parne pandžice. Osnovni članak koksa drugog para nogu povećan je do usta i proširen u žvačne pločice. Unutar prosome je endosternit, a između prosome i opistosome je dijafragma. Kolutićavo stražnje tijelo se sastoji od 12 kolutića. Sedam prednjih kolutića koji izgrađuju srednji dio tijela, mezosomu su širi od 5 zadnja kolutića i pigidija. Zbog toga se stražnji dio tijela čini kao rep koji štipavci mogu uzdignuti iznad tijela. Telzon na kraju ima otrovnu bodlju, a u odebljalom dijelu dvije otrovne žlijezde koje se otvaraju kroz bodlju svaka posebnom cjevčicom. Štipavci dišu lepezastim uzdušnicama. Živčevlje se sastoji od velikog moždanog ganglija i 6 trbušnih ganglija u prednjem tijelu koje su zajedno skupljene u veću nakupinu. Vid štipavaca je slab, pa im u snalaženju više pomaže osjetila opipa, koje je vrlo rasprostranjeno po tijelu u obliku osjetnih opipnih dlaka. Probavilo se proteže kao ravna cijev kroz čitavo tijelo i završava na posljednjem kolutiću stražnjeg tijela prije telzona. U srednjem tijelu oko crijeva je velika probavna žlijezda. Za izmetanje, ekskreciju, imaju na kraju srednjeg crijeva dva para Malpigijevih cjevčica. Osim toga u prednjem dijelu tijela su parne kučne koksalne žlijezde, koje samo kod mladih imaju izlazni otvor na kukovima 3 para nogu. Organi za optjecanje krvi su najpotpunije izgrađeni od svih paučnjaka. Dugačko srce sa 7 pari ostiola nalazi se na leđnoj strani tijela. Iz njega izlaze prema naprijed i prema natrag, a prednje i stražnje aorte i postrane aorte koje se granaju po tijelu. Na kraju se one otvaraju u venske prostore iz kojih se krv skuplja, u dva velika trbušna venska zatona.

Oni se proširuju oko vrećice s lepezastim uzdušnicama a odavde pročišćenu krv odvodi 7 parni dišno-srčanih vena do srca. Hrane se manjim kukcima, stonogama i paucima koje love štipaljkama. Veće životinje koje se opiru ubijaju ubodom otrovne bodlje. Plodila štipavaca posebna su oblika. Parni sjemenici i jajnici su ljestvičasti. Parni jajovodi pri kraju se proširuju u sjemena spremišta i zadrže u zajednički izlazni dio koji ima spolni otvor na početku srednjeg tijela ispod spolnog poklopca što se nalazi ispred češljastih privjesaka. Parni sjemenovodi se prošire u sjemene vrećice, a zatim se združe u neparnu izvodnu cjevčicu koja se otvara spolnim otvorom kao i u ženke. U jajašcima se gotovo potpuno razvijaju mladi. Oni se rađaju gotovo izrasli, te su štipavci ovoviviparne životinje. Tijelo i udovi mužjaka dulji su i vitkiji nego u ženke a broj zubića na češljastom privjesku je veći.



### **Red PEDIPALPI-čeljusnonozi**

To su paučnjaci kod kojih je 1 par nogu za hodaње jako produžen, a tarzusi su izgrađeni od mnogo članaka i slični su ticalima. Čeljusne nožice su u obliku kliješta. 7 trupni kolutić stanjen je u obliku drška. Na osnovici stražnjih nogu su 2 rjeđe, samo 1 par lepezastih uzdušnica. Srce je ograničeno na stražnji dio tijela, a prednje i srednje crijevo slično je crijevu kod pauka, gdje osim ždrijelne sisaljke postoji još jedna postcerebralna sisaljka. Prosomalne crijevne izbočine su prstaste. Na kraju tijela nemaju otrovne žlijezde.

### **Red PALPIGRADI-patuljasti oblici paučnjaka**

Imaju leđnu stranu dijela prosome pokrivenu PROPELTIDIJEM a dva su posljednja kolutića samostalna i na njihovoj je leđnoj strani MEZOPELTIDIJ i METAPELTIDIJ. Opistosoma je podijeljena na veliku mezosomu i kratku metasomu. Privjesak na telzonu je dug mnogočlani bič. Helicere su duge i tročlane. Oči, optjecajni sustav i Malpigijeve cjevčice nemaju, a crijevni su izvrti metamerno raspoređeni. Disanje se obavlja kroz kožu.

### **Red ARANEAE-pauci**

Prednje i stražnje tijelo odijeljeno je duboko urezanom sponicom pediculusom, koja odgovara prvom kolutiću stražnjeg tijela. Prednje i stražnje tijelo obično nemaju nikakve kolutićavosti. Stražnje je tijelo katkada neobičnog oblika i povećano dugim nastavcima i bodljama. Sprijeda, na prednjem tijelu pauci imaju na očnom polju 6-8 očiju a neki spiljski pauci su slijepi. Kliješta helicere, pauka nemaju oblik pravih kliješta nego se manji šiljati vršni članak koji izgleda kao pandžica može prikučiti mnogo većem donjem članku. Na vrhu tog šiljka izlazi otrov iz velikih parnih otrovnih žlijezda u anteriornom dijelu prednjeg tijela, pa su zbog toga kliješta snažno otrovno oruđe pauka. Pauci ne mogu gristi svoj plijen nego na uhvaćene kukce puštaju probavne sokove iz crijeva. Od toga se rastvori unutrašnjost kukca i pauci nastalu kašu usišu kroz usta pomoću želudca za sisanje. Na taj način napune postrane slijepe vrećice koje sežu sve u noge, gdje se izvrši daljnja probava.

Iza kliješta na prednjem tijelu je gornja usna sa slinskom žlijezdom. Čeljusne noge su obično kraće, izgrađene od 6 članaka, te imaju oblik noge za hodanje.

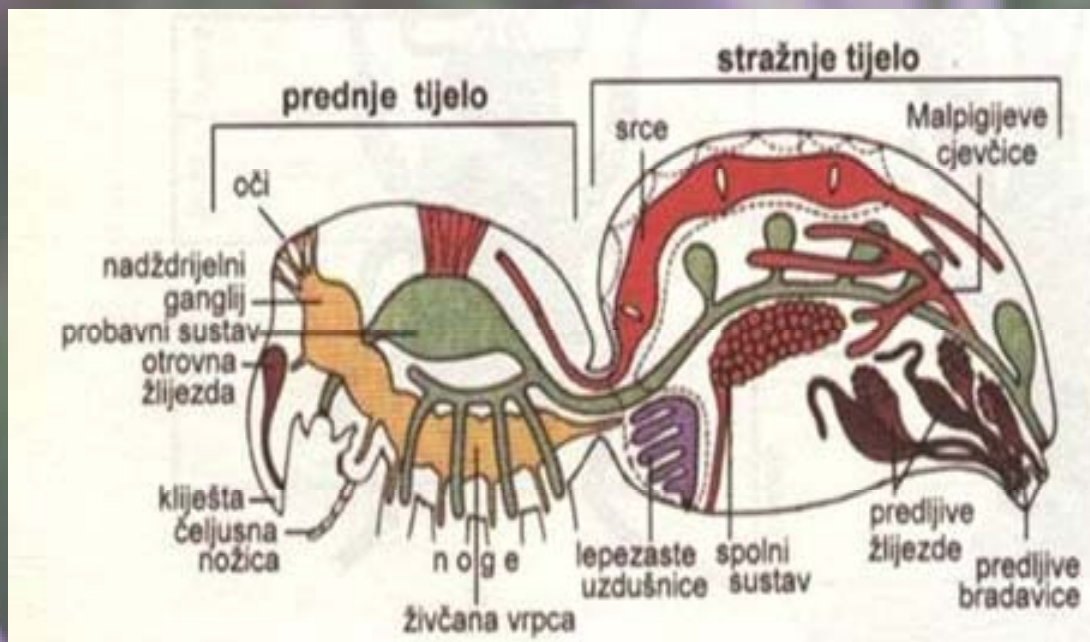
Kod mužjaka one su bitno izmijenjene jer imaju na vrhu posljednjeg članka poseban šuplji privjesak kao pomoćni organ za parenje pomoću kojeg prenose sjeme u ženku. U privjesku je zavojito smotana nit koja se produžuje iz njegove šupljine. Spolni su otvori kod pauka na početku stražnjeg tijela pa je obično parenje nemoguće. Zbog toga mužjak prije nego se približi ženki ispusti na posebno predivo kapljicu sjemena iz svog spolnog otvora, usiše ga u šupljinu privjeska na vrhu čeljusnih nogu, a zatim ga odatle unese pomoću tanke niti u spolni otvor ženke. Kako su mužjaci mnogih pauka manji i slabiji od ženke, one ih nakon parenja kao i ženke štipavaca obično pojedu. Kod nekih su pauka mužjaci toliko maleni prema ženkama da ih nazivamo patuljastim mužjacima. Njih ženke obično ne pojedu. S donje strane usni otvor zatvara neparna pločica, donja usna, a prednje tijelo pokriva veća prsna pločica. Noge za hodanje u pauka su redovito dugačke. Na kraju noge je par češljasto nazubljenih pandžica, a uz njih je često i malena slabije nazubljena pretpandžica. Na početku stražnjeg paukova tijela je neparni spolni otvor koji je kod ženki mnogih paukova ispod spolnog poklopca. Crijevni otvor pauka na kraju je stražnjeg tijela. Ispred njega je uređaj za pređenje koji je sastavljen od 4 do 6 predljivih bradavica.

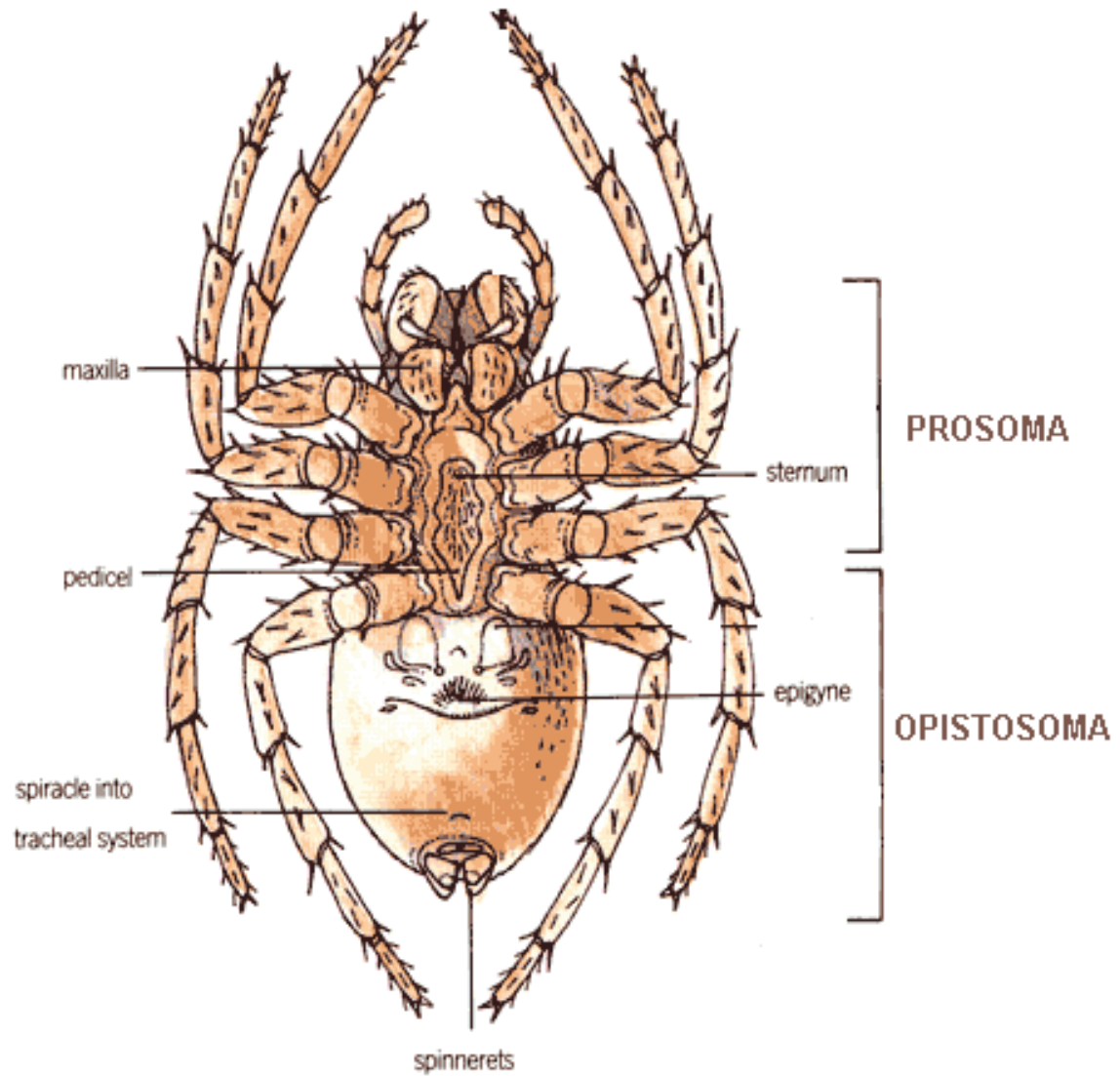
Kod nekih je pauka ispred ili između prednjih predljivih bradavica posebno polje poput sita, omeđeno tankim dlačicama, nazvano predljivo dlakavo polje ili CRIBELLUM, koji raspoređuje niti paučine. Paukov mozak je vidno središte iz kojeg izlaze vidni živci u oči. Obično imaju 8 jednostavnih očiju, rjeđe 6, koje su različito poredane kod pojedinih skupina. Jedino su prednji par stražnjih očiju glavne oči. Jajnici pauka su veliki i parni grozdasti organi iz kojih izlaze kratki jajovodi. Jajovodi se sjedinjuju u zajedničku plodnicu UTERUS koja prelazi u spolnicu VAGINU a ona se otvara spolnim otvorom. Na prednjim kolutićima stražnjeg tijela mogu se kod zametaka primijetiti začeci nogu. Iz začetaka nogu na 4 i 5 kolutiću razvijaju se poslije predljive bradavice.

Pauci se posebno odlikuju predljivim žlijezdama iz kojih izlazi predivo za izgradnju različitih mreža i zapredaka. One su različita oblika i građe zapremaju veliki dio trbušne strane stražnjeg tijela. Predljivim se bradavicama kod jednog dijela paukova priključuje predljivo dlakavo polje CRIBELLUM.

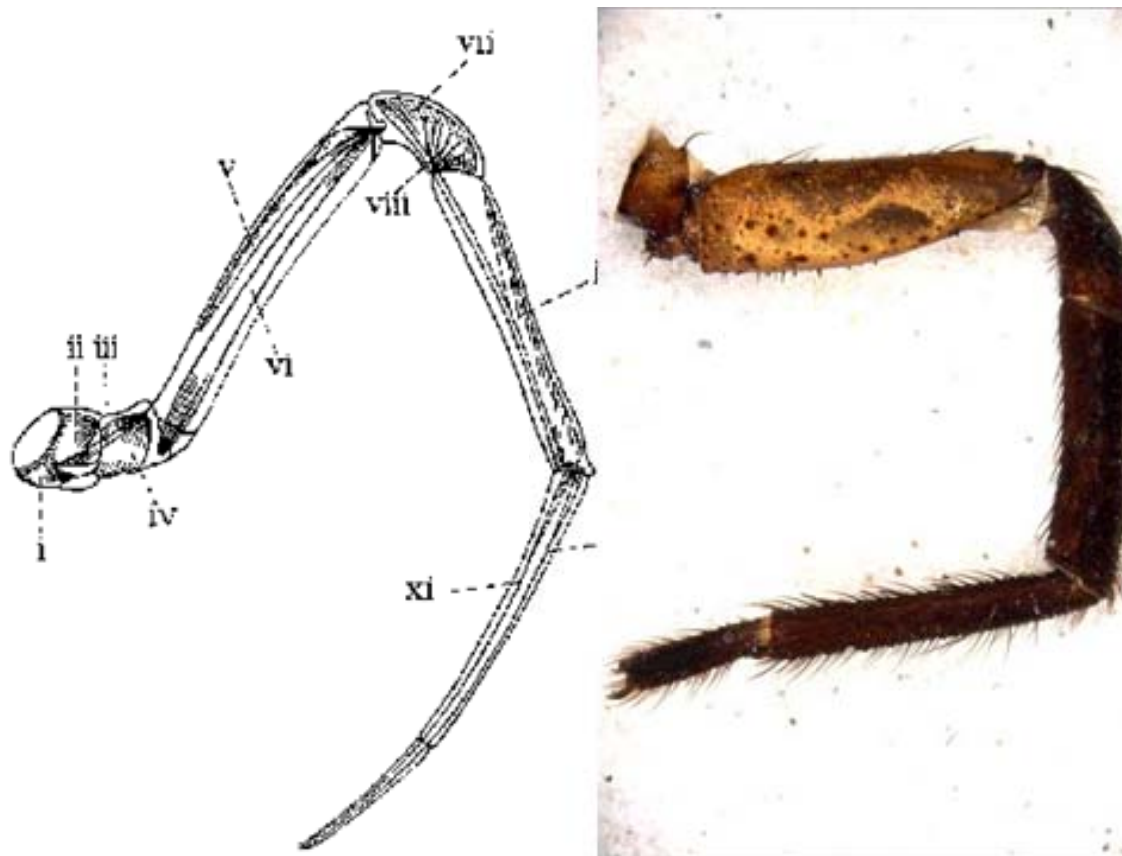
Otrovanje koje nastaje ubodom pojedinih vrsta pauka općenito je nazvano ARANEIZAM ili ARAHINIDIZAM.

## Građa pauka









### Red PSEUDOSCORPIONES-lažištipavci

Pedipalpi su građeni u obliku štipaljke slične štipavcima, ali su bez stanjenog stražnjeg dijela tijela i otrovne bodlje. Umjesto toga imaju otrovne žlijezde u štipaljkama čeljusnih nožica. Nemaju Malpigijevih cjevčica. Na kraju nogu imaju između pandžica prionljivu pločicu AROLIUM, pomoću koje mogu puzati i po glatkim stijenama. S leđne strane prednjeg tijela imaju ženke i mladi, a i neki mužjaci parne predljive žlijezde, a njihove izvodne cjevčice izlaze na vrhu kliješta. Od prediva ispredu nježni zapredak u kojem su za vrijeme presvlačenja. U njemu su iza nepovoljna vremena, a osim toga njime opredu jajašca u omotić koji ženke nose ispod sebe na spolnom otvoru.

### **Red OPILIONES-lažipauci**

Stražnje kolutićavo tijelo nije oštro, odvojeno od prednjeg dijela. Boje su neugledne, smeđaste ili sive. Čitavo im je tijelo vrlo skraćeno. Na sredini prednjeg tijela imaju na humku par očiju, helicere su kliješta, a čeljusne nogu su kratke i slične nozi. Dišu cjevastim uzdušnicama. Osobito su primjetljive velike i tanke noge lažipauka. One se vrlo lako otkidaju. Izgubljene noge ne mogu se obnavljati. Nemaju Malpigijevih cjevčica, nego postoje velike kućne žlijezde koje se otvaraju između kukova 3 i 4 para nogu. Muški i ženski spolni otvori su između zadnjeg para nogu. Kod gotovo svih mužjaka u sjemenicima uz sjeme nastaju još i jaja. Nemaju predljivih žlijezda, a ženke imaju dugačku leglicu ili OVOPOZITOR za odlaganje jaja u pukotine. Sa strane prednjeg dijela tijela, imaju smrdljive žlijezde. Plijen pronađu opipom pomoću dugačkog drugog para nogu koji je preobražen u noge za opip. Presvlače se 8 puta a žive samo godinu dana.

### **Red ACARINA-grinje**

To su malene i često mikroskopski sitne životinje. Zbog malena tijela nestalo je kolutićavosti, pa je prednje i stražnje tijelo grinja sraslo, a mnogi su organi više ili manje smanjeni, pa i nestali. Tijelo grinja je različita oblika; pločasto, duguljasto, kuglasto. Usni dijelovi su pričvršćeni na gnatosomi ili kapitulumu. Malena i kratka kliješta, imaju štipaljke ili kuke koje su preobražene u pomične bodlje za bušenje kože, a smještene su u cjevast tok koji izgrađuju donji dijelovi. Grinje mogu bosti, gristi i sisati. Za ekskreciju im služe 2 Malpigijeve cjevčice a neke imaju i kućne žlijezde. U usta ulaze slinske žlijezde a na crijevu ima više slijepih vrećica. Neparni spolni otvor je u sredini donje strane tijela. Grinje obično nose jaja. Iz jaja izađu najčešće ličinke samo s 3 para nogu. Mnoge se od njih pričvrste na nekom domadaru i nakon kraćeg nametničkog načina života, ga ostave. Tada se smire kao ličinačka kukuljica. Iz nje izađe odrasla ličinka nazvana PROTONIMFA koja ima 4 para nogu. Ona se prije daljnje preobrazbe opet smiri kao NIMFINA kukuljica.

Iz nje izađe razvijena ličinka nazvana DEUTONIMFA koja se kod nekih grinja zove HIPOPUS. Nju može slijediti još jedno stanje ličinke TRITONIMFA.

Tek nakon njezina mirovanja, pojavi se odrasla životinja ili PROZOPON.

### **Podred IXODIDES-krpelji**

Veće su grinje s jačim nazubljenim kliještima. Čeljusne nožice su kratke i kijačaste, a sastavljene su od 3 do 4 članka. Njihovi osnovni dijelovi produljeni su do kliješta u rilo s kvačicama. Imaju na nogama po dvije pandžice a česti i prijanjaljku. Dišu uzdušnicama. Imaju i srce, i par očiju. To su vanjski nametnici koji sišu krv na koži kralješnjaka u koju se zavlače jakim rilom. Na plijenu se zadržavaju dok ne napune svoje postrane crijevne vrećice. Slabije podnose sušu nego vlagu. Imaju par odušaka iza kuka i sa strane 4 para nogu za hodanje. Ženka ima čvrsti štit na prednjem dijelu tijela na leđnoj strani. Leđni štit mužjaka pokriva čitavu leđnu stranu. Mužjak je manji od ženke.

***Ixodes ricinus-obični krpelj*** napada šumske sisavce i čovjeka. Prva šestonožna ličinka siše krv na malim kralješnjacima, a kad se napije krvi, otpadne i presvuče se u drugu osmonožnu ličinku. Ta se ličinka popne na visoke biljke pa kad prolaze sisavci ili čovjek prihvati se za njih, i to samo oplođena ženka.

Ona svojim sisalom probuši kožu, u kojoj se zahvati kvačicama, te se ne može otkinuti. Krpelja odstranjujemo petrolejem, uljem ili benzinom.

### **Razred PANTOPODA-krakaši**

To su maleni odjel morskih člankonožaca. Na njihovu malenu, usku i obično bezbojnu tijelu posebno se ističu neobično velike noge u obliku dugih krakova kojima se kreću po dnu, a neki mogu njima i plivati. Noge se lako otkidaju.

Izgubljene noge brzo se obnavljaju. S gornje strane glave imaju na kvržici oči, a s donje strane kliješta, pipala, jajonošce ili OVIGERE. Na kolutićavom trupu imaju obično 4 para dugačkih nogu, dok je zadak neznatan i nekolutićav.

Nemaju posebnih organa za disanje. Iz srednjeg crijeva izlaze dugački slijepi izvrati sve do vrha nogu. I neparna plodila zalaze svojim dugačkim izdancima daleko od noge. Kod ženke jaja nastaju samo u izdancima. Spolni su otvori krakaša na kuku jednog ili više pari nogu. Ženka nakon oplodnje odlaže jaja u većoj grudi koja se poslije pričvrsti na jajonošce ispod glave mužjaka, koji ih dalje nosi sa sobom. Iz jaja se razvije ličinka PROTONYMPHON, koja ima 3 para nogu.

### **MANDIBULATA-čeljusnici**

Na tijelu im se razlikuju glava, prsa i zadak. Glava se sastoji od prostomija ili akrona i 6 kolutića koji su čvrsto spojeni u jednu cjelinu. Na akronu nikad nema privjesaka. Prvi trupni kolutić ili protocerebralni također je bez privjeska. U njemu se nalazi dio mozga protocerebrum. Na drugom trupnom kolutiću je dio mozga deutocerebrum. Na njemu su izvana kod rakova, 1 ticala ili antenule, a kod uzdušnjaka ticala ili antene, a na trećem trupnom kolutiću, na kojem su kod kliještara kliješta kod rakova se nalaze 2 ticala ili antene. Na tom kolutiću kod uzdušnjaka nema privjesaka, a od mozga se nalazi tritocerebrum. Četvrti kolutić na kojem su kod kliještara čeljusne nožice ili MIKSILIPEDIJI, kod rakova ili uzdušnjaka su gornje čeljusti ili mandibule. Na petom su kolutiću kod rakova i uzdušnjaka 1 donje čeljusti koje se kod rakova nazivaju MAKSILULE, a kod uzdušnjaka MAKSILE. Četvrtom i petom kolutiću pripada i podždrijelni ganglij. Na 5 je kolutiću kod kliještara 1 par nogu za hodaње. Na 6 trupnom kolutiću, na kojem je kod kliještara 2 par nogu za hodaње, kod rakova se nalazi 2 donja čeljust ili MAKSILA, a kod kukaca donja usna LABIUM koja je sraščivanjem obiju donjih čeljusti. Svi trupni privjesci koji kod člankonožaca sudjeluju u izgradnji glave nastali su od rašljaste nožice, kakve i danas nalazimo kod nižih rakova. To se osobito dobro vidi kod gornje čeljusti. Ličinka rakova za koje su značajni su; NAUPLIJ i METANAUPLIJ

### **Potkoljeno BRANCHIATA-škrगाši**

Diantenata-dvoticala; imaju na glavi 2 para ticala. Dišu škrгama koje nastaju kao privjesci udova ili kao nabori stjenke tijela. Pripada im 1 razred s 35 000 vrsta.

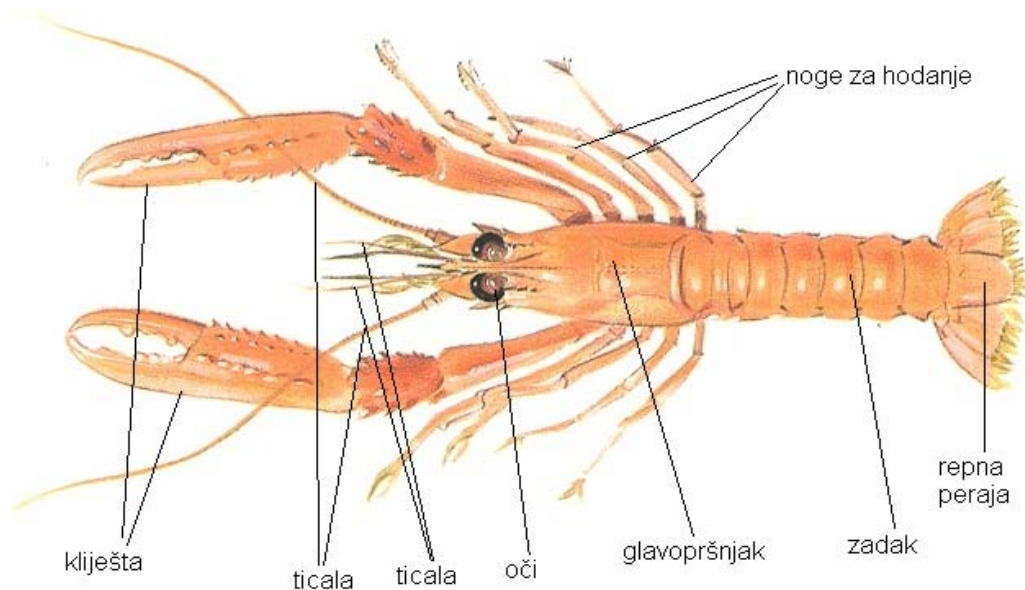
## **Razred CRUSTACEA-raci**

Najveći dio živi u moru, vodeni biotop primaran. Tijelo im je izgrađeno od prostomija; sprijeda, različitog broja kolutića i telzona na kraju. Na glavi rakova najčešće se ističu 2 para ticala koja služe kao osjetni organi, ali se mogu koristiti i za kretanje i pridržavanje. Prva ticala (antenule) imaju na stručku jedan ili dva biča koji su često sastavljeni od mnogo članaka. Ta ticala najčešće služe za primanje opipnih mirisnih podražaja. Druga ticala (antene) građena su ponajviše u obliku rašljaste nožice, a služe za veslanje. Inervira je deuterocerebrum.

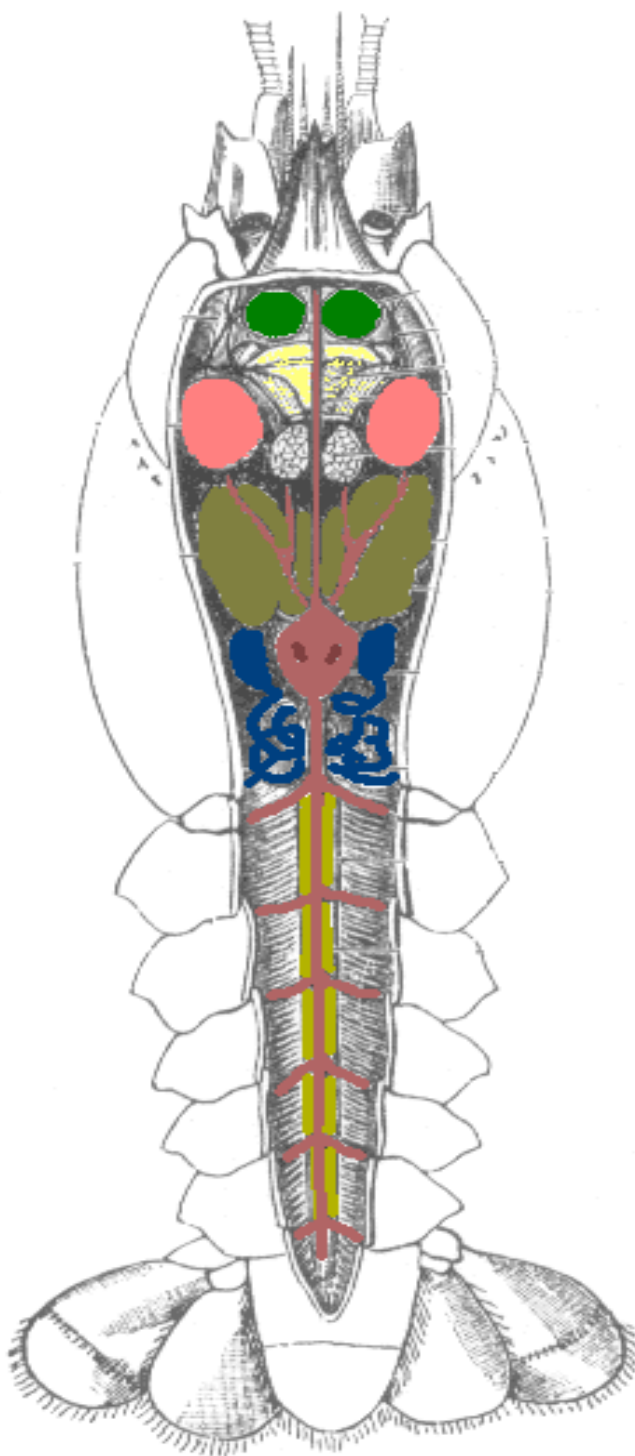
Na njihovoj je osnovi ticalna žlijezda. Na gornjim čeljustima najčešće je razvijen osnovni dio. On odgovara pojačanom enditu protopodita. Prednje i stražnje donje čeljusti MAKSILULA i MAKSILA, mnogo su slabije od gornjih čeljusti pa imaju više izgled noge. Noge na trupu su prsne noge ili PEREIOPODIJI i začane noge ili PLEOPODIJI. U kuku trećeg para nogu za hodanje je ženski spolni otvor, a u kuku petog para nogu za hodanje muški spolni otvor. Viši raci imaju 6 pari začanih nogu koje su građene kao prave rašljaste nožice. Neki raci nemaju začanih nogu. U koži rakova donji je stanični epiderm ili hipoderm izlučio oko čitavog tijela hitinsku kutikulu, koja je često očvrsnuta kalcijevim-karbonatom i fosfatom u jaki vanjski skelet EGZOSKELET. Na egzoskeletu su u šupljini tijela izbočuju širi nastavci ili APODEME koje služe za pričvršćivanje mišića kao i pločice i lukovi ili ENDOFRAGME, koje pridržavaju unutrašnje organe. Apodeme i endofragme čine unutrašnji skelet rakova. Egzoskelet je sastavljen od 4 osnovna dijela. Izvana je tanka epikutikula a ispod nje je prokutikula koju izgrađuje egzokutikula i endokutikula. Ispod endokutikule je epiderm. Zbog egzoskeleta raci ne mogu rasti kontinuirano, pa je njihov rast vezan za presvlačenje. Prije presvlačenja zbijaju se dva važna procesa. Prvo je otapanje unutrašnjih slojeva kutikule i razvoj nove kutikule između epiderma i još preostalih slojeva stare kutikule. Između dvije kutikule stare i nove postoji presvlačna tekućina. Za to su vrijeme riječnom raku i jastogu korisne račije oči GASTROLITI.

To su poput nokta velika plosnata vapnena tijela u stjenci žvačnog želudca koja pri presvlačenju dođu u želudac gdje se rastope. Drugo vrijeme otapanja stare kutikule prije presvlačenja mijenja se sastav krvi. Povećava se koncentracija šećera, masti, kalcija i bjelančevina. Probavilo rakova počinje ustima s donje strane glave i proteže se duž tijela do crijevnog otvora na telzonu. Ispod usta i iza njih izbačen je kožni nabor kao gornja i donja usna. Uz usta su 3 para usnih organa. Osnovni dio gornje čeljusti je čvrst i služi za grizenje i drobljenje hrane. Donje su čeljusti mnogo slabije. Na usnim organima EGZOPODIT je često reduciran, a održi se samo ENDOPODIT kao pipalo. Na mandibuli često i ona nestaje. Prednje crijevo ili STOMODEUM u većine viših rakova seže sve do kraja želudca. Taj dio probavila je ektodermalnog podrijetla i iznutra je obavijen intimom, koja se kao hitinska kutikula pri svakom presvlačenju presvuče. Tom prilikom u šupljinu želudca padnu račije oči iz njegove stijenke. U žvačnom želudcu hrana se miješa s probavnim sokom koji je smeđe boje. Probavni sok je izlučina hepatopankreasa. Mehaničkim i kemijskim djelovanjem iz hrane u žvačnom želudcu postaje žitka kašasta tvar koja kroz mnogobrojne i složene žljebove iz stražnjeg dijela žvačnog želudca dopiše u slijepe mješnice srednjeg crijeva. Sadržaj crijeva kreće se PERISTALTIKOM. Peristaltika postoji u jednaku, srednjem i stražnjem crijevu. Raci primaju kisik iz vode. Kod rakova s odebljanom kutikulom obično su EPIPODITI pereipodija povećani i na razne načine razvijeni u škrge. Te nožne škrge lepršaju u vodi na stranama tijela, ili su pak nadsvođene leđnim štitom i zatvorene u dišnoj šupljini. Prema postanku škrge mogu biti; PODBRANHIJALNE-ako izlaze iz koksopodita pereipodija; ARTROBRANHIJALNE-kada nastaju iz artikularnih membrana koje povezuju pereipodije s trupom; PLEUROBRANHIJALNE-ako nastaju iz bočnih stijenki pereiomera. Općenito bi se moglo reći da „tipična“ pereiomera ima 4 škrge; jednu PODOBRANHIJU, dvije ARTTROBRANHIJE i jednu PLEUROBRANHIJU. Krv rakova zove se HEMOLIMFA. Hemolimfa sadrži ameboidne stanice slične bijelim krvnim stanicama kralješnjaka.

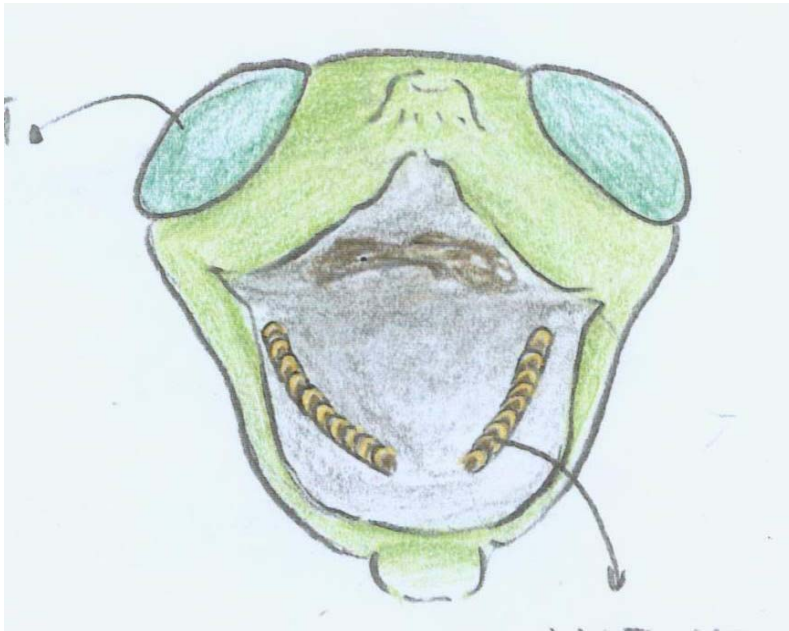
Optjecajni sustav kod svih rakova je otvoren. Srce se nalazi na leđnoj strani. Rad srca, može biti pojačan pomoćnim srcima. Kad je srce rastegnuto, hemolimfa ulazi u njega, iz okolnog perikardijalnog zatona. Pritisak hemolimfe u perikardijalnom zatonu pospješuje otvaranje zalisaka na ostiolama srca, pa se tako srce ispunjuje hemolimfom. Hemolimfa se ne može vraćati jer to sprječavaju zalisci. Kad se srce stegne hemolimfa koja je u njemu ne može izaći u perikardijalni zaton jer se zalisci ostiola zatvaraju, pa hemolimfa može teći samo u arterije. Iz arterija hemolimfa prelazi preko kapilara u sustav lakuna i zatona, a odatle prema respiratornim lakunama natrag u perikard. Zatoni su omeđeni membranama a lakune takvih struktura nemaju ili su one tako tanke da se jedva vide. Pravi zatoni zovu se vene. Ponekad su zatoni međusobno spojeni, ali su češće podijeljeni u veće ili manje dijelove pomoću pregrada. Pomoćna srca povećavaju tlak jer tlak samog srca nije dovoljan da bi se krv potisnula u sva područja tijela. Gotovo svi su raci razdvojena spola. Osobitost je rakova što je njihovo sjeme malokad pokretno. Ti se nepokretni oblici sjemeni zovu SPERMATOSOMI. Većina se rakova razvija preobražavanjem ličinke. Prvobitni je oblik ličinke NAUPLIJ. U viših rakova taj zametni nauplij napreduje u jajetu i dalje se razvijaju novi kolutići s nogama i tako nastane potpunije izgrađena ličinka ZOEJA.



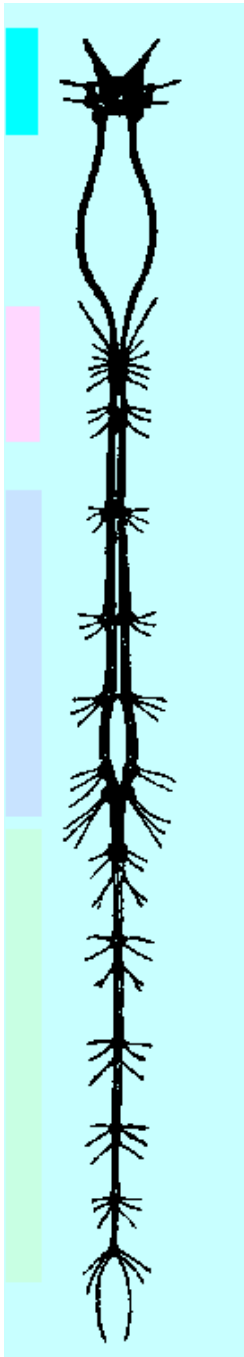




Probavni sustav raka



Račje oči-GASTROLITI



Živčevlje raka

## **Skupni naziv ENTOMOSTRACA-niži raci**

### **Podrazred CEPHALOCARIDA (LIPOSTRACA)**

Jednostavnijim se osobinama smatraju izgrađenost tijela od 20 kolutića, uključujući i telzon, udovi se nalaze samo na prvih 9 kolutića, trupne su noge sve jednake s obzirom na oblik i mišiće i gotovo se potpuno podudaraju s dvjema maksilama, protopodit, egzopodit i pseudoepipodit su plosnati i listasti, a sedmoročlani je endopodit okrugao i podudara se s člankovitošću udova kod kliještara i trupni kolutići imaju dobro razvijene pleure. Razvijenije osobine kod cefalokardia su; nedostatak očiju na mandibuli, nema pipala, kratki nabor karapaksa pokriva samo prvi trupni kolutić, razvoj hermafroditizma.

### **Podrazred BRANCHIOPODA-škrgonošci**

Evolucija tog podrazreda išla je uz ostalo prema razvoju listastih nožica, za obavljanje različitih funkcija. Recentne skupine imaju primitivna obilježja koja se očituju u brojnim i homonomnim kolutićima trupa, građi živčanog sustava.

Kod njih su spojeni samo protocerebrum i deuterocerebrum, dok je tritocerebrum još odvojen iza usta. Došlo je do specijalizacije organa za prehranu.

### **Podrazred OSTRACODA-ljuskari**

Tijelo im je zatvoreno u dvodijelnoj ljusci koja se može kao u školjkaša otvarati i zatvarati. Često su ljuske pojačane vapnencem a na površini imaju nabore i trniće. Ljuske su na leđnoj strani spojene pruživim vezom ili ligamentima, a kod nekih su povezani i bravom. Ljuske zatvara mišić zatvarač. Tijelo je kratko i obično nije kolutićavo. Oba para ticala su velika i imaju dugačke dlačice za veslanje. Na prsnom dijelu tijela su samo 2 para nogu. Prvi par su dulje noge za prihvaćanje i puzanje, a drugi je par produljen i izmijenjen, i često odmaknut na leđnu stranu, svinut ili obrastao dlačicama koje strše okomito, te služe za čišćenje unutrašnje površine ljuske. Neki ljuskari imaju samo jedno trodijelno nauplijevo oko na sredini glave, drugi imaju uz to još velike parne pokretljive sastavljene oči, a ima i takvih koji su bez očiju.

Neki ljuskari nemaju srca. Na nogama nemaju škrge, već dišu pomoću kože koja prevlači unutrašnju stranu ljuske. Spolno se dvoliče kod ljuskara očituje u obliku ljudi, a mužjaci imaju kukice za pridržavanje ženki, zatim veliki organ za parenje.

### **Podrazred MYSTACOCARIDA**

Produljen trup sastoji se od 10 jednakih kolutića+telzon s furkom. Antene i mandibule imaju egzopodite i endopodite. Prva antena je dulja. Prvi pereopod je izgrađen čeljusna noga, dok su 4 stražnja trupna ekstremiteta kratka i jednočlana. Prvi trupni kolutić nije srašten s glavom. Na glavi se nalaze 3 ekstremiteta koji su slični nauplijevima.

### **Podrazred COPEPODA-veslonošci**

To su mali raci raznih oblika. Jedni su slobodni, planktonski s uskim, duljim i dobro kolutićavim tijelom bez ikakve ljuske i sa stalnim brojem kolutića i nogu. Drugi su nametnički, izmijenjeni. U običnom obliku prednji dio tijela oveći glavopršnjak jer je glava srasla bar s prvim prsnim kolutićem. Na glavopršnjaku je neparno čono oko, oba para ticala, tri para usnih organa i još par donjočeljusnih nogu koji pripada prvom prsnom kolutiću. Ostali dio prednjeg dijela tijela izgrađuje pet slobodnih prsnih kolutića s 5 pari rašljastih nogu za veslanje, od kojih je posljednji par različite građe, a može zakržljati i nestati.

Kod mužjaka je posebno preobražen u pomoćni organ pri parenju za pričvršćivanje spermatofora. Zadak je također sastavljen od 5 kolutića, s 2 članka koji se rašljasto razilaze i prave u vilicu, furcu koja na kraju ima dugačke četine. Kod ženke su prva 2 ili tri kolutića zatka srasla. Na tijelu najviše se ističu prednja ticala na kojima su osjetne dlačice. Kod mužjaka su često prednja ticala bliže kraju kukasto uvinuta. Na taj način se njihov krajnji dio može previnuti prema ostalom dijelu tijela, te služe kao organ za pridržavanje ženke pri parenju. Nemaju nikakvih škrge nego dišu površinom tijela, a većina nema ni srce. Oni su odvojena spola. Spolni su otvori na 1 kolutiću zatka. Razvijaju se preobrazbom preko ličinke nauplija.

Kad se nauplij više puta presvuče, nastane metanauplij koji ima oba para donjih čeljusti, čeljusne noge i prva 2 para prsnih nogu. Nakon ponovnog presvlačenja metanauplij prijeđe u prvi oblik veslonošca, prvo kopepodino stanje koje ima glavopršnjak, tri kolutića prsa i dulji stražnji kolutić s vilicom. Mnogi nametnički veslonošci ne razvijaju se dalje od tog stanja.

#### **Podrazred BRANCHIURA-škrvorepci**

To su manji račići koji žive kao nametnici na ribama. Tijelo im je plosnato i natkriveno širokom ljuskom. Budući da ribama sišu krv poput ušiju, nazivaju ih ribljim ušima. Usta su im izdužena u cjevčicu za sisanje u koju su položene gornje čeljusti preobražene u dugačke i oštre bodlje. Na prednjim je nogama poseban bičasti produžetak FLAGELUM koji služi za čišćenje ljuske. Osim nauplijevog oka imaju i parne sastavljene oči koje su pod kožom. Rastavljena su spola. Jajnici su u prsnom dijelu, a sjemenici u listićima zatka. 8 i 7 spolni otvori su na posljednjem prsnom kolutiću.

#### **Podrazred ASCOTHORACIDA**

Ovome podrazredu pripadaju maleni nametnički raci bez očiju. Karapaks je izgrađen od dviju ljuski i pokriva čitavo tijelo ili samo njegov prednji dio. Prvo ticalo završava malim kliještima dok je drugo potpuno reducirano. Usni su organi prilagođeni za bodenje, a unutrašnji ih nametnici nemaju.

#### **Podrazred CIRRIPIEDIA-vitičari**

Vitičari su vrlo izmijenjeni raci, u odraslom stanju su sjedilački ili nametnički. Njihovo tijelo obuhvaća ljuska poput toka, pa su ih prije smatrali mekušcima.

Ta je ljuska prirasla uz tijelo samo na glavi. Čitava je životinja pričvršćena glavom za neku podlogu izlučinom ljepljive žlijezde koja izlazi na proširenom pretposljednem članku malih prednjih ticala. Otvor odozgo zatvara pomičan poklopac od scutuma i terguma, operculum koji pokreće poseban zatvorni mišić, adductor scutorum. S donje strane trupa, koja je obrnuta gore, vitičari imaju 6 pari vitičavih nogu. One su obrasle s mnogo dlačica koje se mogu ispružiti kroz pukotinu ljuske.

Njihovim se vitlanjem stvara strujanje vode koja im donosi do usta hranu, osobito veslonošce. Vitičari nemaju sastavljenih očiju već samo neparno nauplijevo oko, a nemaju ni srca. Na glavi su zakržljali usni organi gornje i dvije donje čeljusti, a na gornjoj usni su dva nastavka pipala. Stražnjih ticala nemaju nikada, a i prednji kraj ne poznatan. Vitičari koji su nametnici imaju kraće probavilo s većim mješanicama na srednjem crijevu, a nametnički su bez probavila. Organa za optjecanje krvi nemaju, neki imaju na nogama škrge, a za izmetanje donjočeljusnu žlijezdu. Najveći dio vitičara su dvospolci. Sjemenici su veliki i razgranjeni sa strana crijeva, te njihovi ogranci odlaze i u osnovne dijelove nogu, a sjemenovod ulazi u dugačak organ za parenje. Svi vitičari izađu iz jajašca kao ličinka nauplij. Ona se nakon nekoliko presvlačenja preobrazi u ličinku CIPRIS koja je nalik nekim ljuskarima.

### **Skupni naziv MALACOSTRACA-viši raci**

Imaju 8 pereiomera i 6 (rijetko 7) pleomera. Endopoliti pereiopodija slični su nogama za hodaње kod paučnjaka i kukaca. Granica između pereiona i pleona nalazi se iza 8 pereiomere, gdje je i muški spolni otvor. Dolazi i do razvoja duplikature kože koji se na leđnoj strani spoji s pereionom, odakle se sa svake strane spušta po jedan nabor pa nastaju postrane šupljine unutar kojih su škrge. Na pleonu su noge. Na glavu se često nastavlja ROSTRUM. Sastavljene su oči ili na dršku, ili su na površini tijela. Njih inervira protocerebrum, a imaju i vlastite ganglije. Nauplijevo oko postoji, ali je bez funkcije. Antenule inervira deutocerebrum. Na njihovoj osnovici mogu biti statocisti. Antene inervira kao kod svih rakova tritocerebrum. Podždrijelni ganglij inervira usne organe.

Prednji dio probavila je diferenciran u dio za sitnjenje hrane i u aparat za filtraciju. Želudac je podijeljen na 2 dijela; prednji dio tzv, KARDIA služi za sitnjenje, a stražnji tzv, PILORUS uglavnom za razdvajanje sitnih i grubljih čestica hrane. Kao ekskrecijski organi služe ponajviše antenalne žlijezde.

Razdvojena su spola. Muški spolni otvori su na osnovici 8 pereopodija, a ženski na osnovici šestoga.

### **Nadred EUCARIDA**

Veliki karapaks gotovo uvijek pokriva sve pereiomere. Sastavljene oči uvijek su na dršku. Srce je kratko. Razvijaju se kroz više ličinačkih stanja.

### **Red DECAPODA-desetonošci**

To su oklopni raci, s čvrstim velikim glavopršnjakom koji je od glave srastao s leđne strane sa svih 8 pereiomera. Postrani rubovi pereiomera su slobodni, te kao škržni pokrovi, branhioستي, zatvaraju oko bokova tijela sa svake strane postranu škržnu šupljinu. Na prednjem kraju glavopršnjak se produljuje u jači i dulji glavin šiljak, ROSTRUM. Oklop mijenjaju i u odraslom stanju. Oči su im na pokretnim drščima. Oko usta desetonošci imaju čvrste usne organe, gornje čeljusti i oba para donjih čeljusti.

### **Potkoljeno TRACHEATA-uzdušnjaci**

To su primarno kopneni člankonošci koji imaju 1 par ticala. Organi za disanje su traheje. Traheje su ektodermalni uvrati koji su se u obliku cijevi razgranali u unutrašnjosti u tijelu. Svaka traheja se sastoji od epitela koji je neposredan nastavak epiderma. On i ovdje izlučuje kutikulu koja se pri presvlačenju odbacuje. Ta je kutikula vrlo tanka, i zove se INTIMA. Sastoji se od epikutikule i bazalne prokutikule. Njezina površina nije glatka već bradavičasta ili sa uzdužnim rebrima. Traheje se nastavljaju u traheole. Traheola je intracelularni cjevasti, šuplji prostor koji se razvija unutar trahejne vršne stanice. Sve traheole završavaju slijepo i kisik predaju neposredno u tkivo. Intima traheja i traheola propusni su za vodu, plinove. Traheje se malo kad otvaraju na površini tijela jednostavnim otvorom ili oduškom (stigmom), kao npr, kod nekih Collembola. Primarno postoji par stigmi na svakom kolutiću trupa. Na 1 prsnom kolutiću (PROTORAKSU) nikad nema stigmi. Poseban je slučaj kod kratkonožaca koji imaju dišni otvor na glavi.



Glava ima doduše jedan par ticala ali se za vrijeme embrionalnog života može zapaziti još 1 kolutić ispred mandibule, koji odgovara metameri druge antene rakova, a označuje se kao interkalarni kolutić.

On je uvijek predstavljen parnom gangliju koje poslije postaju tritocerebrum.

U toku ontogeneze interkalarni kolutić pomiče se naprijed. Njegov ektodermalni dio izgradi konačno dio usnog predvorja (KLIPEOLABRUM), ganglij se usko spoji s deutocerebrumom a komisura ostaje iza prednjeg crijeva kao i u rakova. Tritocerebrum je povezan sa sinaptičkim živčanim sustavom prednjeg crijeva. Na interkalarni kolutić veže se nekoliko kolutića, koji pripadaju glavi, a njihovi su se ekstremiteti promijenili u usne organe, i to kod Dignatha u dva, a kod Trignatha, kojima pripadaju strige i kukci. Njihovi parni gangliji stopili su se u podždrijelni ganglij. Mandibule su uvijek bez pipala i kod kukaca se sastoje od jednog hitinskog dijela, a kod stonoga su podijeljene više ili manje jasno, u dva ili tri dijela. Prve maksile kukaca slične su nogama, osobito njihova pipala. Druge maksile se pomiču prema sredini, gdje se spajaju u pločastu donju usnu. Udovi uzdušnjaka uvijek su jednograni i nemaju na kraju kliješta, kao što je slučaj u kliještara i rakova. Kod njih se zadržala samo ona grana koja je homologna endopoditu rakova. Za uzdušnjake su značajna masna tijela koja se nalaze su miksocele. Masna tijela vrše ulogu sličnu jetri sisavaca. Za ekskreciju služe Malpigijeve cjevčice koje su gotovo uvijek nerazgranjene izbočine crijeva. Nastaju na granici srednjeg i stražnjeg crijeva. Gonade uzdušnjaka su parne i imaju primarno parne izvodne cijevi koje se prije ušća spajaju u neparnu ektodermalnu cijev ATRIJ.

## **Razred MYRIAPODA-stonoge**

Građeni su s homonomnom kolutićavošću. Na povećan broj kolutića imaju jednu ili sekundarno dva para nogu. Nemaju sastavljene oči, a na njihovom su mjestu pojedinačne oči. Čeone oči ne postoje. Neki zoolozi smatraju da je nedostatak čeonih očiju bitna razlika između stonoga i kukaca. Ticala su građena kao člankovita ticala koja su opskrbljena mišićima. Za ekskreciju služe jedan ili dva para Malpigijevih cjevčica. Kod jednog dijela stonoga spolni su otvori kao i u većine dosad obrađenih člankonožaca, daleko sprijeda na tijelu, pa se takve stonoge zovu Progoneata, prednjospolci. Kod drugog su dijela spolni otvori straga na kraju zatka=Opisthogoneata, stražnjospolci. Takav položaj spolnog otvora imaju i kukci, a od stonoga strige ili Chilopoda.

### **Odjel CHILOPODA-strige**

To su stražnjospolci produljena i dorzoventralno splošteno tijelo. Svi kolutići osim 3 posljednja imaju samo jedan par nogu. Noge se ističu duljinom, a one pri kraju tijela usmjerene su prema unatrag, ali neizgrađuju cerke. Na glavi je par nitastih ticala, par mandibula i dva para maxila koje se mogu u sredini spojiti, ali ne stvaraju strukturu koja bi se mogla usporediti s donjom usnom kod kukaca i kratkonožaca. Plijen hvataju prvim parom čeljusnih nogu koje završavaju bodljom kroz koju izlazi izlazna cjevčica otrovna žlijezda, ostali dio tijela izgrađen je od 15 do 173 kolutića.

### **Odjel DIGNATHA-dvočeljusnici**

Imaju samo dva para usnih organa; gornje čeljusti i jedan par donjih čeljusti koje izgrađuje neki oblik donje usne. Kolutić koji odgovara drugom maksilarnom kolutiću potpuno je odvojen od glave i izgrađuje jedan trupni kolutić tzv, KOLUMU. Kod Diplopoda tzv, GNATOHILARIJ koji je nastao sraščivanjem donje usne s prvom donjom čeljusti. Spolni otvori kod Dignatha otvaraju se na prednjem dijelu trupa.

### **Podrazred DIPLOPODA-dvojenoge**

Imaju valjkasto tijelo koje je složeno od dvojnih kolutića. Zbog toga su na svakom kolutiću dva para nogu koje ne izlaze sa strane tijela nego iz sredine trbušne strane. U hitinskoj kutikuli imaju uloženo mnogo kalcijev-karbonata pa su zbog toga tvrde. Ako ga nemaju na tijelu imaju mnoštvo raznovrsnih dlačica koje su na mnogo mjesta okupljene u čuperke. Na glavi su im kratka kijačast ticala od 7-9 članaka jednostavne oči, a iza gornjih čeljusti je poseban dio GNATHILARIJ, koji zamjenjuje donju čeljust. Neke Diplopoda imaju za obranu žlijezde koje izlučuju otrovne sokove, a izlaze sa strane leđnog dijela trupa. Kod dvojenoga su posebno izgrađeni dvojni kolutići DIPLOSOMITI na kojima se razabire da su nastali stapanjem dvaju kolutića. Različita su samo prva tri kolutića trupa jer prvi nema uopće nogu, pa se označuje kao COLLUM, a sljedeća dva imaju samo jedan par nogu. Ti se kolutići zovu i prsa, a čitav ostatak bio bi zadak.

### **Podrazred PAUROPODA-malonošci**

To su male stonoge s trobičastim ticalima. Imaju 10 trupnih kolutića i 9-11 pari nogu i pigidij. Trupne kolutiće pokriva 6 leđnih pločica. Ispod 4 leđne pločice izlaze po 2 para nogu. Nemaju predljlive žlijezde, organe za disanje, optjecajni sustav ni oči. Umjesto očiju imaju iza ticala pseudokule koje su osjetljive na svjetlost. U dugačko crijevo ulazi par Malpigijevih cijevi. Spolni otvor je pri dnu drugog para nogu. Hitinska kutikula nije impregnirana vapnencem. Ličinke imaju tri para nogu.

### **Odjel TRIGNATHA-tročeljusnici**

To su uzdušnjaci s 3 para usnih organa. Drugi par donjih čeljusti sraste u donju usnu LABIUM koji ograđuje usni prostor u kojem su gornje čeljusti MANDIBULE i prve donje čeljusti MAXILE. Podždrijelni ganglij sadrži prema tome 3 neuromere.

### **Podrazred SYMPHILA-kratkonošci**

Male životinje s 12 pari kratkih nogu i 1 parom predljivih nastavaka na kraju tijela. Spolni otvor je na 4 kolutiću, ali se kod zametka i ličinka izvodne cijevi gonada nalaze na stražnjem kraju tijela. U građi usnih organa podudaraju se s kukcima, jer kao i kod kukaca drugi je par donje čeljusti spojen u donju usnu LABIUM. Na glavi imaju ticala s mnogo članaka. Na kraju zatka su CERKI preobraženi u 2 nastavka na koje izlaze cjevčice predljivih žlijezda.

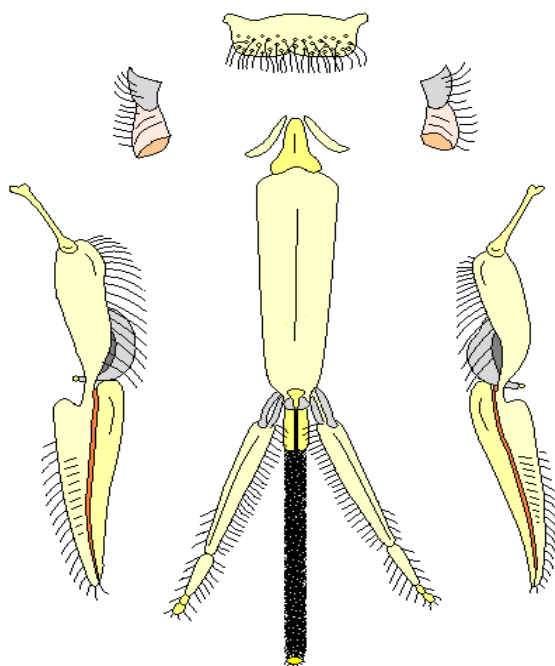
### **Razred INSECTA (hexapoda)-kukci**

U heteronomnom kolutićavom tijelu ima 20 kolutića koji su uključeni između akrona i telzona. Glava (CAPUT) kukaca cjelovita je hitinska čahura različita oblika i veličine, na što najviše utječe veličina sastavljenih očiju i veličina žvačnih mišića koji pokreću čeljusti. Što su one jače to je krupnija glava.

Ipak se na glavi kukaca mogu razlikovati neki dijelovi npr, tjeme-vertex, čelo-frons, zatiljak-occiput, obraz-genae, glavni štitić-clypeus. Položaj glave prema tijelu može biti okomit, te su usta okrenuta prema dolje, a čelo naprijed (hypognatski položaj), ili pak vodoravan, kad su usta naprijed a čelo gore (prognatski položaj). U čahuri glave kukci imaju unutrašnji skelet, TENTORIJ, za učvršćivanje očiju i ticala kao i za prihvaćanje mišića. Tentorij je sastavljen od srednje pločice, od koje izlaze parni kraci prema naprijed, natrag i prema gore. Na glavi kukaca ističu se privjesci kao što su ticala i usno organi. Na ticalima ANTENNAE smještena su važna osjetila kukaca. Članci u ticalima mogu biti jednaki, pa su takva ticala jednolika. Pri nejednolikim ticalima prvi je članak često pojačan i produljen. To je stručak SCAPUS, a ostali dio ticala je bič FLAGELLUM. Kad se bič ne nastavlja ravno na stručak ticalo je koljenasto.

Tri su para usnih organa kukaca; za grizenje, lizanje, bodenje i sisanje. Organi za grizenje su sastavljeni od gornjih i donjih čeljusti i donje usne koje su izmijenjene noge, a njima su priključene još tri neparne izrasline, gornja usna, nadždrijelni ganglij i podždrijelni žlijeb.

Gornja usna, LABRUM kožni je nabor koji odozgo zatvara usta. S njezine unutarnje strane pruža se nadždrijelni žlijeb EPIPHARYNX, koji čini gornji dio ulaza u ždrijelo. Nasuprot njemu, s unutrašnje strane donje usne ispod usta podždrijelni je žlijeb HYPOPHARYNX koji zaprema donji ili stražnji dio ulaza u ždrijelo. Gornje čeljusti MANDIBULE su kratki i jako hitinski dijelovi, s unutrašnje strane oštro nazubljeni za grizenje hrane. Donje čeljusti MAXILLA slabije su i složene od više članaka. U svakoj su dva osnovna članka stožerak (CARDO) i drška (STIPES). Tu je još dulje, najčešće peteročlano donjočeljusno pipalo (PALPUS MAXILLARIS) koje pomaže pri traženju i istraživanju hrane. Donja usna LABIUM, djelomično je srasla te su njezini osnovni dijelovi neparni podbrada (SUGMENTUM) i brade (MENTUM), dok su vršni dijelovi parni; jezičci (GLOSSAE), s unutrašnje strane i dojezičak (PARAGLOSSAE), s vanjske strane. Donju usna zatvara usta odozdo i straga, te pridržava hranu koju grizu čeljusti. Kod ličinaka vretenaca osnovni su dijelovi donje usne, SUBMENTUM i MENTUM, vrlo produljeni u posebno hvatalo KRINKU.



Usne organe za lizanje imaju opnokrilci osobito cvjetari. Gornje čeljusti su nepromijenjene i potrebne pri skupljanju cvjetnog praha i građenju stana.

Ali unutrašnji dio donje usne, oba jezičca, srastu i podijele se u jezik. Usne organe za sisanje imaju leptiri. Usne organe za bodenje i sisanje imaju polukrilci, jednokrilci. Usne organe za bodenje; uši i buhe.

Prsa THORAX kukaca složena su od tri kolutića; PROTHORAXA, MESOTHORAXA i METATHORAXA, svaki s parom nogu a srednji i stražnji imaju odozgo i najčešće par krila. Na prsima kukaca su leđne pločice Tergum ili Notum jače hitinizirane a na njima se mogu još pojaviti i dodatne pločice.

Od njih se najviše ističe u sredini središnjeg prsnog kolutića štitić Scutellum. Najmanje je izmijenjen prednji prsni kolutić jer na njemu nema krila. Čvrst je i jak kod kornjaša i polukrilaca i zove se Nadvratnjak.

Postrane pločice Pleure povezuju leđnu pločicu s trbušnom pločicom Sternumom. Člankovite noge Pedes kukaca sastavljene su od 6 članaka; kuk (Coxa), nožni prstenak (Trochanter), bedro (Femur), gnjat (Tibia), stopalo (Tarsus) i predstopalo (Praetarsus). Najviše su izmijenjene prednje noge. Najviše kukaca ima obične noge hodalice. S gornje strane srednjeg i stražnjeg prsnog kolutića uložena su između leđne pločice i postranih pločica krila Alae. Krila kukaca nastaju od postranih udvostručenja kože na rubovima leđne pločice prsnih kolutića, od leđnih izdanaka Paranota. Na zatku kukci nemaju noge samo jednostavniji imaju zakržljale ostatke na posljednjem kolutiću. To su začani privjesci Cerci. Oko spolnih otvora kukcima su na zatku izrasli spolni privjesci koji kod ženki čine uređaj za odlaganje jajašaca, leglicu, Ovipositor a kod mužjaka uređaj za parenje.

Hitinsku prevlaku tijela sa svim privjescima kukci mijenjaju nekoliko puta u životu, dok se presvlače u stanje ličinka. Kod kukaca se često vidi da su svojom obojenošću a katkad i oblikom dobro usklađeni s okolinom, pa oni imaju zaštitnu obojenost i zaštitni oblik. Živčevlje kukaca podudara se sa živčevljem drugih člankonožaca.

Na trbušnoj strani dobro je razvijen ljestvičasti oblik živčevlja, osobito kod ličinka jednostavnih kukaca, dok je kod potpuno razvijenijih kukaca osobito u prsima a i u zatku došlo do stapanja ganglija. Osjetila za sluh su TIMPANELNI ORGANI koje imaju na različitim mjestima tijela. Oči kod kukaca su dvovrsne, jednostavne oči, ocele, sastavljene, kompleksne, mrežaste. Jednostavne oči imaju potpuno razvijeni kukci na čelu ili tjemenu. Sastavljene oči imaju potpuno razvijeni kukci sa strane glave. Za disanje imaju uzdušnice traheje, koje se otvaraju na površini tijela poredanim odušcima, stigmama. Uzdušnice su uvrati epiderma, pa su stoga i one presvučene tankom hitinskom kutikulom. Za izmetanje imaju Malpigijeve cjevčice koje se nalaze na prijelazu srednjeg crijeva u stražnje. Rasplodni organi smješteni su u zatku. Iznimno se neki kukci mogu rasplodivati i kao ličinke što je pojava NEOTENIJE. Ličinke kukaca moraju preći još veći postembrionalni razvitak da postanu potpuno razvijeni kukci, IMAGO. One moraju prijeći preobrazbu metamorfozu. Najjednostavniji kukci s prvorednim ličinkama imaju EPIMETABOLIJU, kao i beskrlci.

Najveći dio kukaca ima potpunu preobrazbu, holometaboliju (leptiri, kornjaši, dvokrlci, opnokrlci). Poseban slučaj potpune preobrazbe je HIPERMETABOLIJA. Pri tom među ličinkama nastaje stanje mirovanja, nazvano kukuljica, iz koje opet izađe pokretna ličinka.

### **Skupni naziv APTERYGOTA-beskrilci**

Ni u jednom stadiju razvoja nemaju krila i vrlo se malo preobražavaju.

Obično se nekoliko puta presvlače nakon što postignu spolnu zrelost.

### **Podrazred ENTOTROPHA-unutarčeljusnici**

Na glavi imaju duga ticala, često jednostavne oči. Usni organi koji općenito služe za grizenje sastoje se od gornje čeljusti, dva para donjih čeljusti. Središnji živčani sustav je ljestvičast. Na probavilu se ističe snažno ždrijelo koje kod nekih zauzima  $\frac{1}{4}$  probavila. Probava se obavlja uglavnom u srednjem crijevu gdje se često nalaze gomilice. Ekskrecijski organi najčešće su slabo razvijeni. Ako postoje Malpigijeve cjevčice obično su u obliku sitnih bradavica.

### **Podrazred ECTOTROPHA-izvančeljusnici**

Mandibule i maksile ograđene su samo gornjom i donjom usnom. Ticala su bičasta. Predstopalo ima dvije pandžice. Spolni otvor je omeđen privjescima 8 i 9 kolutića zatka.

### **Red ARCHEOGNATHA-pračeljusnici**

To su beskrlni kukci u kojima su mandibule slične racima, stonogama i izvančeljusnicima, spajaju s čahurom glave samo jednim zglobom. Na zatku su kao ostatci nogu maleni dršci CERKI i središnja četina na zatku čine aparat za skakanje. Imaju jednostavne i velike sastavljene oči.

### **Skupni naziv PTERYGOTA-krilaši**

To su kukci koji su u odraslom stanju krilati. Kod njih su se razvile na prsnim kolutićima postrane izbočine kože PARANOTA, koje su se na srednjem i stražnjem prsnom kolutiću sve više povećale i razvile u krilo.

### **PALAEOPTERA-prakrilaši**

Imaju dva para istovrsnih opnenih i mrežastih krila koje pri mirovanju ostanu ispružene. Na krilima se nalazi gust jednostavan splet rebara. Na velikom i dugačkom zatku imaju veće začane privjeske, često i ravnokrilsku leglicu. Usni organi preobraženi su za grizenje, a na probavilu imaju brojne Malpigijeve cjevčice. Vodozemni su kukci kojima se ličinke razvijaju u vodi, te imaju uzdušničke škrge. Preobražavaju se najviše HEMIMETABOLNO.



### **Red EPHEMEROPTERA-vodencvjetovi**

Imaju velika opnena krila, ali slabo lete. Stražnja krila su manja od prednjih, a neki su i bez njih. Pri mirovanju krila stoje uspravno. Mužjaci hvataju ženke u letu.

### **NEOPTERA-novokrilaši**

Krila su im položena prema kraju tijela koje mogu pokrivati poput krova. Prednja krila su zadržala više ili manje funkcija pokrovnih krila. Stražnja krila grade analnu lepezu. Na osnovici krila izražen je poseban zglobni dio AXILLARIA.

### **Tip organizacije OLIGOMERIA-malokolutićavci**

#### **Koljeno LOPHOPHORATA-lovkaši**

Celomske životinje. Tijelo im je građeno od 3 dijela; prosome, mezosome i metasome. Mezosoma i metasoma imaju parne celomske vrećice. Prosoma (AKRON) razvija se u EPISTOM. Kao sjedilačke životinje dio usta na mezosomi imaju vijenac trepetljikavih lovaka za pribavljanje hrane. U metasomi koji je najveći smjestila se utroba. Crijevo je svinuto, pa je analni otvor u blizini usnog otvora, ali izvan vijenca lovaka. Ova skupina je značajna jer je na prijelazu između protostomije i deuterostomije. Svi lovkaši naginju stvaranju potpornog tkiva na više mjesta na tijelu. Svi današnji lovkaši imaju probavilo potkovasto svinuto, da imaju crijevni otvor blizu usta, a leđna im je strana skraćena. Imaju slobodno plivajuću ličinku sličnu trohofori.

### **Red PHORONIDEA-potkovnjaci**

Na stražnjem im je kraju dugačko tijelo malo odebljalo, a na prednjem ima vijenac mnogobrojnih tankih trepetljivikavih lovaka. One izlaze iz potkovasta podnožja, nosioca lofofora koji je s leđne strane svinut. Unutar vijenca lovaka su usta koja nadsvođuju nadusni zaklopac EPISTOM, a on izlazi s leđne strane.

Probavilo potkovnjaka je potkovasto svinuto a svršava crijevnim otvorom sprijeda na tijelu, s leđne strane nedaleko od usta izvan vijenca lovaka. Uz crijevni otvor još su dva otvora nefridija. Zatvoreni krvožilni sustav. Najjače od svih krvnih žila kuca srednja koja pokreće krv. Potkovnjaci su obično PROTEROANDRIČKI dvospolci. Njihova se jajašca oplođuju u vodi, a kod drugih zaostanu unutar vijenca lovaka. Iz njih se razvija posebna ličinka ACTINOTROCHA koja slobodno pliva u moru, tako da se razvijaju preobrazbom. Za ekskreciju ličinke imaju protonefridije, a odrasli metanefridije. Potkovnjaci dobro obnavljaju tijelo.

### **Razred BRYOZOA-mahovnjaci**

To su male životinje koje nespolnim pupanjem načine velike zadruge. Mahovnjaci imaju na prednjem dijelu tijela do usta vijenac lovaka koje su trepetljivikave. Njihov je crijevni otvor izvan tog vijenca. Epiderm stražnjeg dijela tijela izluči na svojoj površini kutikularnu vrećicu od sluzi hitina ili vapnenca u koju se može uvući prednji dio koji ostaje mekan. Svaka se pojedina životinjica u zadruzi označuje kao ZOOID. Na vrhu prednjeg dijela tijela imaju prošireni nosilac LOFOFOR. Usta mahovnjaka su u sredini vijenca lovaka tek nadsvođuju nadusni zaklopac epistom. Crijevo je potkovasto svinuto, a crijevni otvor sprijeda nedaleko od usta, ali izvan vijenca lovaka. Mišići mahovnjaka većinom su glatki. Morski mahovnjaci nemaju ekskrecijske organe nego se ekskreti skupljaju u prednjem dijelu životinje POLIPIDU koji se povremeno odbacuje kao smeđe tijelo. Nakon toga se regeneracijom iz preostalog stražnjeg dijela tijela CISTIDA izgubljeni dio obnovi. Jednospolne životinje nespolno razmnožavanje.

### **Razred BRACHIOPODA-ramenonošci**

Tijelo im je uklopljeno u dvostruku ljusku, pa su školjkasta oblika. Ljuske im pokrivaju leđnu i trbušnu stranu. Trbušna im je ljuska obično veća od leđne, trbušastija je i često straga produljena u kljunasti nastavak koji je probušen otvorom za prolaz drška. Njima su ramenonošci pričvršćeni za podlogu, tako da je prema njoj okrenuta leđna strana. Tijelo životinje je prema njezinu obujmu maleno i kratko. Od njega se produljuju prema naprijed dvije velike listićave izrasline, plašteni režnjevi, jedan s trbušne, a drugi s leđne strane. U svaki režanj ulaze dva ili četiri izdanka tjelesne šupljine, plašteni zatoni, u kojima je najveći dio plodila. Ti plaštani režnjevi izlučuju na svojoj površini ljuske. Često njima prolaze cjevčice. Prostor između plaštenih režnjeva i tijela je plaštena šupljina.

Sa stražnjeg kraja tijela izlazi tanji nastavak koji prolazi između ljusaka, ali kroz poseban otvor donje ljuske. To je držak koji je kod većine kratak. Međutim, kod nekih je dulji od tijela. Plaštene režnjeve stijenka tijela i druge mekane dijelove učvršćuju kod mnogih mala vapnena tjelešca SPIKULE. Najveći dio plaštene šupljine ispunjen je dvama velikim i zavijenim usnim krakovima koji su obrubljeni dvama nizovima trepetljikavih lovaka. Osim toga kraci služe i za disanje. Čitavo probavilo drži u tjelesnoj šupljini MEZENTERIJ. Za izmetanje imaju jedan ili dva para metanefridija.

### **DEUTEROSTOMIA-drugousti**

Prausta su na stražnjem kraju tijela, a na njihovom mjestu poslije nastane crijevni otvor. Usta se pojave naknadno na prednjem dijelu tijela, malo s trbušne strane. Čitava probavna cijev sa ždrijelom i stražnjim crijevom endodermalnog je podrijetla.

### **Koljeno BRANCHIOTREMATA-crijevodisači**

Tijelo im je produljeno na 3 dijela i svaki od njih sadrži celomske šupljine.

Imaju unutrašnje skeletne tvorbe za potporu. Kod njih je živčani sustav na leđnoj strani mezosome.

### **Razred ENTEROPNEUSTA-žiroglavci**

Imaju oblo crvasto tijelo. Na tijelu se izvana dobro razlikuju tri dijela. Na početku je izbočena predusna glavica PROSOMA. Iza nje je kraća i uža ogrlica MEZOSOMA koja straga opisuje glavicu. Zatim se proteže dugačak trup METASOMA. Glavica je šuplji mješnasti dio tijela koji se pri dnu sužaju u vrat opasan ogrlicom i može se poput rila ispružiti i uvlačiti. Tjelesna šupljina CELOM je dobro razvijena, te je i on prema tijelu razdijeljen u tri istovjetna dijela; u tjelesnu šupljinu glavice, ogrlice, trup. Razvijaju se preobrazbom ličinke TORNARIJE, a samo neki izravno ili su živorodi.

### **Koljeno ECHINODERMATA-bodljikaši**

Morske su životinje koje su pričvršćene, pužu ili kopaju. To su životinje s PENTARADIJALNOM simetrijom koja je nastala iz bilateralne simetrije.

Najobičniji su zvjezdače, ježinci, trpovi. Premda se te životinje zovu bodljikaši ima ih dosta koji se bodljama ne ističu jer su prilagođeni različitim načinom života. Slobodne ličinke bodljikaša su bilateralno su simetrične i tek preobrazbom postanu zrakasto simetrične odrasle životinje. Na tijelu se razlikuje usna (ORALNA) i vršna (APIKALNA) strana. S usne strane u sredini obično su usta, a s vršne strane kod mnogih je crijevni otvor redovito podalje od sredine, ali kod nekih je i on s usne strane a ima ih bez njega. Prema glavnoj osi njihova tijela koja prolazi od središta usne strane do središta vršne strane tijelo je razvijeno u ZRAKASTOJ simetriji. Ona je redovito peterozrakasta te se dio glavne osi ponavlja u pet jednakih sporednih osi, pet zraka ANTIMERA.

Svaka je zraka bilateralno simetrična. Zrake, RADIJI, kod nekih se više ili manje izbočuju na tijelu, pa su to dulji ili kraći izdanci ili kraci. Prostori između zraka su međuzrake INTERADIJI.

Svi organi u tijelu koji su smješteni u smjeru zraka su zrakasti, a između njih peterozrakasti. Imaju dobro razvijen kožni skelet od spužvastih dijelića vapnenca koji je uložen u mezodermalnoj usmini KUTISU. Ispod epiderma je kožni unutrašnji skelet, a grade ga kalcijev-karbonatne pločice. Svaka pločica sadrži kristal kalcita koji izlučuje živo mezenhimsko tkivo STROMU. Iznad mezodermalne usmine na koži se nalazi ektodermalni epiderm. On je često jako trepetljikav i u njemu ima žljezdanih i osjetnih stanica. Na tom glavnom kožnom skeletu mnogi bodljikaši imaju još bodlje i štipaljke. Bodlje su dobro sredstvo za obranu tih mirnih i slabo pokretnih životinja, a pomažu im i pri kretanju po morskom dnu. One se drže kožnog skeleta kuglastim zglobovima na kojemu su mišići. Iznutra su bodlje posebne, pravilne spužvaste strukture kojom je uz najmanji utrošak materijala postignuta najveća čvrstoća. Česte su kod ježinaca, zvjezdača i zmijača, a ježinci i zvjezdače imaju još i štipaljke PEDICELARIJE. U nekim su štipaljkama i otrovne žlijezde. Štipaljke služe najviše za čišćenje bodlja i površine tijela od nečistoće koja se neprestano taloži na tijelu bodljikaša. Osim toga, one služe za obranu i hvatanje malog plijena. Kod bodljikaša je dobro razvijen vodožilni ili AMBULAKRALNI sustav. To je splet velikog broja cjevčica koje su položene u radijusima ili zrakama njihova tijela. Ispunjene su tekućinom, uglavnom morskom vodom. Iznutra su cjevčice obložene trepetljikavim epitelom. Vodožilni sustav počinje na površini tijela PROTOCELNIM mjehurićem koji je često pokriven pločicom. Mjehurić je smješten u prvoj međuzraci i u njem je vodožilni sustav u vezi s morskom vodom. Pločica koja pokriva mjehurić vodožilnog sustava ima mnogo rupica pa se zove SITASTA ili MADREPORNA pločica. Od mjehurića vodožilnog sustava silazi prema jednjaku kamena cjevčica koja je tvrda. Kamenu cijev prati crno obojeno spužvasto tijelo AKSIJALNA žlijezda. U području žvakala kamena je cijev povezana s prstenastom cijevi iz koje izlazi pet zrakastih cjevčica duž zraka. Na prstenastoj cijevi se nalazi pet POLIJEVIH mjehurića koji su zrakasto raspoređeni.

Oni služe za spremanje tekućine u vodožilnom sustavu. Iz zrakastih cjevčica izlaze naizmjenični ili parni ogranci koji su različiti prema djelatnostima.

Neki ogranci služe za disanje. Drugi ogranci služe kao vodožilna pipala za primanje podražaja, te su presvučeni visokim epitelom. Treći ogranci služe za kretanje kao prionljive AMBULAKRALNE nožice. One su niže u vodožilnim ambulakralnim brazdama koje se protežu na površini tijela u zrakama iznad zrakastih cjevčica. Prionljive nožice su tanke, zatvorene cjevčice koje na zatvorenom kraju imaju malu pločastu prijanjaljku, a pri izlasku iz zrakste cjevčice mišićasti mjehurić za spremanje tekućine. Živčani sustav sastavljaju tri različita i odijeljena uređaja, a sva su tri neposredno ispod kože. Usni živčani sustav ima dva dijela površinskih EPINEURALNI (izlaze zrakasti živci u pet zraka), spuštene HIPONEURALNI, vršni APIKALNI živčani sustav. Probavilo je podulje crijevo koje prolazi uglavnom u smjeru glavne osi, ali kako je redovito dulje od tijela, smotano je nadesno. CELOM je kod svih u osnovi slično građen samo s tom razlikom što je protocel kod stapčara i trpova više ili manje reduciran. Prvi par celomskih vrećica PROTOCEL nije pentamerno razvijen, nego neparan aksijalni organ koji prolazi u obliku cijevi, uspravno s glavnom osi tijela. Sastoji se od središnje aksijalne žlijezde koja nastaje bujanjem stjenke protocela. Njemu pripada lijeva i desna protocelna cijev, koja se svojim celotelom priljubila čvrsto do žlijezde. Aksijalna žlijezda povezuje oralni i aboralni prsten krvnih lakuna i krvne žile crijeva. Druga lijeva celomska vrećica MEZOCEL smjestila se na oralnoj strani tijela. Njezin središnji dio obavlja prednje crijevo poput prstena. Taj mezocelni prsten povezan je pomoću tzv, kamene cijevi s mjehurićem protocela a time i s vanjskim svijetom.

Iz prstena mezocela u svaki radijus izlazi druga radijalna cijev iz koje se odvajaju parne bočne cjevčice. Treći par celomskih vrećica METACEL izgrađuje često vrlo prostranu tjelesnu šupljinu kao i dva sustava cijevi. Te su cijevi obavijene celotelom i često se označuju kao SINUSI. Vršni sustav metacela su tzv, spolne cijevi.

Celomska tekućina pokreće se pomoću trepetljika celotela. Krvožilnim sustav je otvoren. Ne postoje nikakvi posebni organi za ekskreciju. Možda se ti ostaci izlučuju kroz škrge, ambulakralne nožice. Kod ježinca u celomu nastaje URIKAZA tj, mokraćevina se može razgraditi u amonijak. Gotovo redovito se rasploduju spolno. Obično su razdvojena spola. Jajnici obično žućkasti ili crvenkasti, a sjemenici bjelkasti. Razvitak bodljikaša prolazi većinom složenu preobrazbu. Njihova jajašca se nakon oplodnje uvijek potpuno brazdaju.

Na blastuli izrastu trepetljike te ona ispliva iz jajnog ovoja i započne samostalan život. Gastrulacija se obavi uvraćanjem, INVAGINACIJOM. Produljivanjem gastrule razvija se bilateralno simetrična ličinka DIPLEURULA, koja je s trbušne strane sedlasto udubljena. Kod trpova je ličinka AURIKULARIJA.

### **Razred HOLOTHURIOIDEA-trpovi**

Trpovi imaju uzdužnu os tijela, pa je zbog toga njihovo tijelo produljeno.

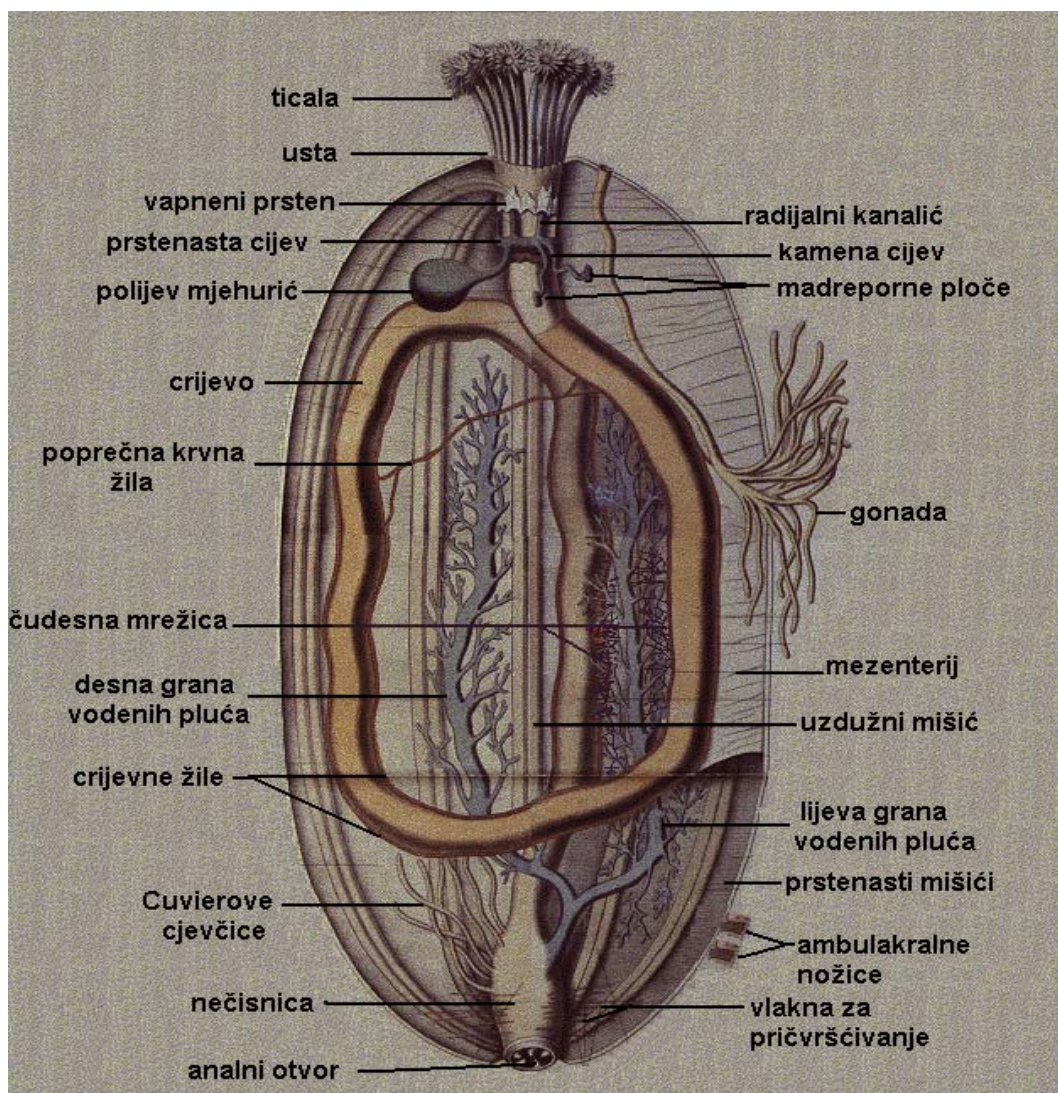
Oni se ne drže dna usnom stranom kao ostali slobodnobodljikaši nego su na njemu pognuti po duljini. S donje su strane obično razvijena tri AMBULAKRA. U njima su čvrste prionljive nožice koje s donje strane čine TRIVIJ. Ostala dva ambulakra s gornje strane čine BIVIJ, a ambulakralne nožice u njima su pipala. Oko usta na prednjem dijelu tijela trpovi imaju vijenac od 10-30 ticala. U koži trpova uložene su mnogobrojne malene vapnene pločice OSIKULE. Crni pigment stjenke tijela je MELANIN koji nastaju od kuglica celmocita smještenih u stjenci tijela. Dulje crijevo trpova smotano je udesno, a u tjelesnoj ga šupljini pridrži mezenterij. Stražnje crijevo je obično, prošireno u prostranu nečisnicu koja služi za disanje. Za disanje služi i velika slijepa izbočina koja se obično razdvoji u dva mnogostruko razgranjena ogranka. To su vodena pluća trpova. Osim za disanje, ona vjerojatno služi i za izlučivanje izmeta.



Kod mnogih trpova upočetku jednog ogranka vodenih pluća ulaze blizu nečisnice prstasti ili grozdasti žljezdani organi CUVIEROVE mješnice. Mogu se izbaciti van, a njihov sadržaj se izluči u rastezljive ljepljive niti.

Probavilo sadrži žućkastu tekućinu koja je vrlo aromatična. U vodožilnom sustavu trpova kod većine se kamena cjevčica ne otvara na površini kože stiskom pločice, nego se otvara u tjelesnoj šupljini. Na prstenastoj cjevčici s donje strane tijela je jedan ili više POLIJEVIH mjehurića. Iz nje izlazi i pet zrakastih ambulakralnih cjevčica. Krvožilni sustav čini prstenasta krvna žila.

Za izmetanje služe trepetljikave urne koje nastaju iz epitela celoma. Razdvojena su spola. Ličinka trpova je AURIKULARIA no ona se često poslije preobrazi u bačvastu ličinku.





## Razred ECHINOIDEA-ježinci

Tijelo je najčešće kuglasto. Brojne pločice kožnog skeleta pravilno su poredane i međusobno povezane u čvrstu čahuru. Na tijelu se razlikuju usni ili oralni pol i vrsni ili aboralni pol. Na aboralnom polu se nalazi malo membranozno područje ili PERIPROKT koji često sadrži pet međuzračnih pločica na kojima je spolni otvor. Na periproktu, na kojemu se male bodlje i pedicelarije izvan središta nalazi se crijevni otvor. U sredini oralne strane nalaze se usta u kojima se može jasno vidjeti pet zubića koji pripadaju ARISTOTELOVOJ svjetiljci ili žvakalu. Oko usta je okruglo, usno polje ili PERISTOM. Blizu usta na peristomu je pet pari usnih nožica raspoređenih u krugu koje vjerojatno služe kao kemijska osjetila za izbor hrane. Na rubu peristoma, u međuzračnom području je pet pari busenastih struktura zvanih ŠKRGE. U pravilnoj čahuri ježinca dobro se raspoznaje pet dvoredova pločica koje su probušene u obliku rupica jer kroz njih prolaze ambulakralne ili prionjive nožice. Te su pločice položene u smjeru zraka. Dvoredovi tih pločica završavaju na vršnoj strani neparnom osjetnom pločicom. Na površini pločica uzdižu se polukuglaste kvržice iz kojih izlaze bodlje. Na površini tijela nalaze se privjesci štipaljke ili PEDICELARIJI.

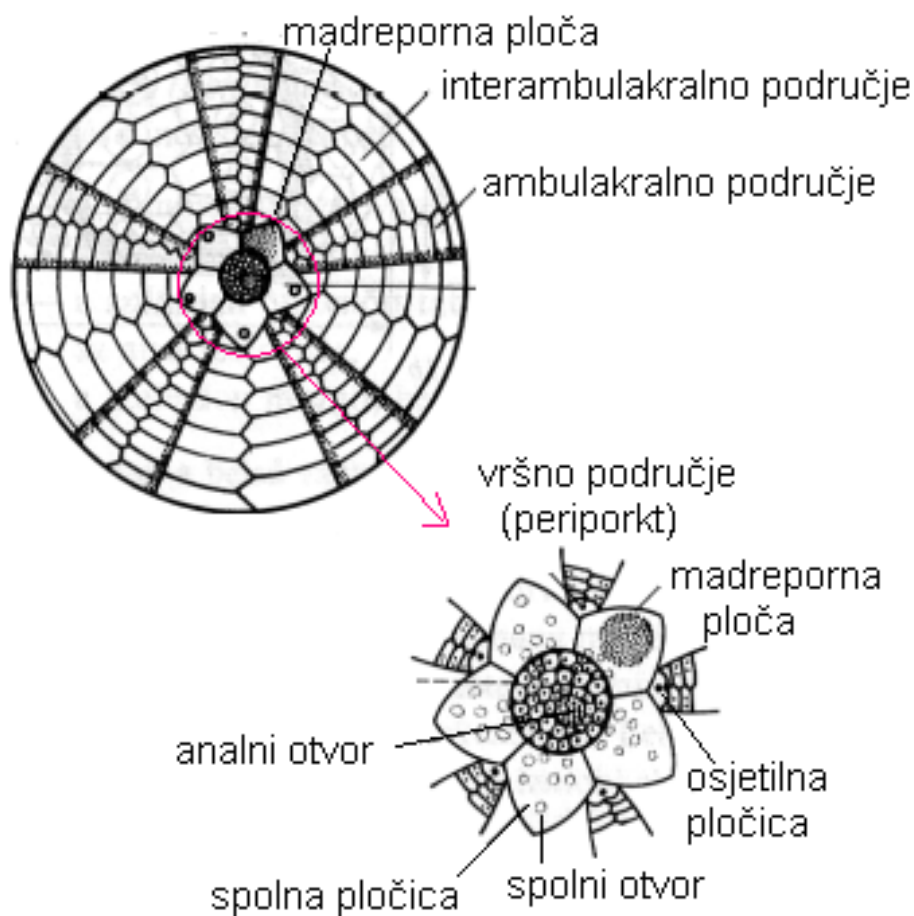
Ima ih na peristomu, oko bodlji, a rijetko na periproktu. Sastoje se od drška i glave složene od tri kraka. Kod ježinaca postoje četiri osnovna oblika pedicelarija. Oko usta i u ambulakralnom području svih ježinaca nalaze se sitna prozirna jajolika ili okrugla tjelešca KIJAČICE ili SFERIDIJI. Iako je funkcija sferidija slabo ispitana, služe kao ravnotežno osjetilo. Na površini tijela jasno se vide prionljive ili ambulakralne nožice. One su raspoređene u pet dvoredova na ambulakralnim pločicama. Od tri živčana sustava dobro je razvijen površinski ambulakralni živčani sustav. Crijevo ježinaca je prohodno a na njegovu početku imaju oko usta i ždrijela žvakalo. Ono je složeno od mnogo vapnenastih dijelova koje se zove ARISTOTELOVA SVJETILJKA. Kroz žvakalo prolazi tanko ždrijelo koje se dalje proširuje u šire crijevo. Ono se zavojito omata s unutrašnje strane čahure za koju se pridržavaju mezenterij, te čini dva zavoja.

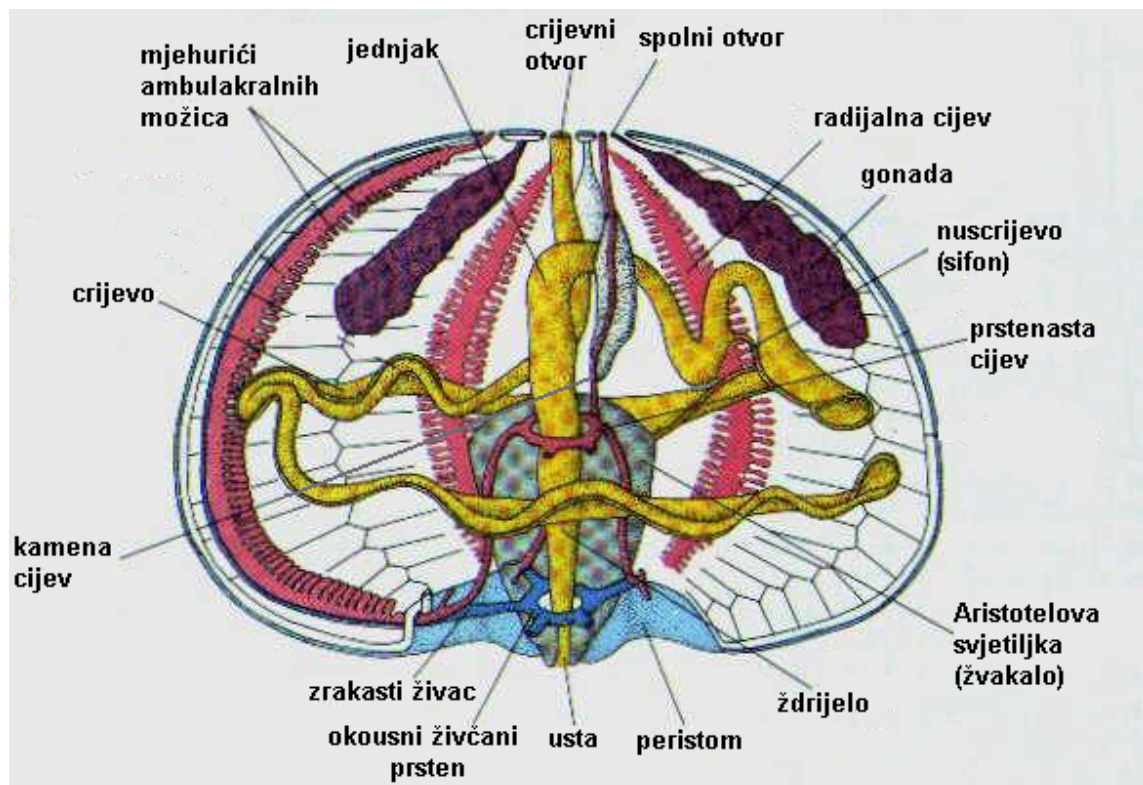
Pri prijelazu u stražnje crijevo ono se stanji i konačno završi na vršnoj strani crijevnim otvorom. Većina uz crijevo ima i nuscrijevo SIPHON.

U pravilnih ježinaca nalazi se unutar čahure CELOM. S unutrašnje strane celomska šupljina je na mnogo mjesta obložena trepetljivim epitelom.

Plodila ježinaca su u tjelesnoj šupljini s vršne strane u međuzrakama.

Obično su vrećasta ili grozdasta. Razdvojena su spola. Njihovi spolni proizvodi izlaze izravno u vodu, gdje se i oplođuju. Slobodna ličinka je EHINOPLUTEUS. Za razliku od drugih bodljikaša, ježinci mogu slabo obnavljati svoje tijelo. Oštećenu čahuru malo regenerirati, a obnavljaju bodlje, štipaljke, kijačice i nožice.





Unutrašnja građa ježinca

## **Razred ASTEROIDEA-zvjezdace**

Splošteno tijelo koje je u smjeru zraka izvučeno u pet krakova. One se manje ili više vrlo oštro odvajaju od središnjeg dijela tijela tzv, pločice. Kraci se prema vrhu sužavaju. Usna im je strana okrenuta prema dnu. Duž donje strane krakom protežu se jake kračne ambulakralne brazde. U sredini usne strane su usta koja imaju žvakalo, a blizu sredine vršne strane je crijevni otvor, koji mnoge zvjezdace i nemaju. U jednoj je međuzraci s vršne strane postavljene sitaste pločice. Oči zvjezdaca su, premda su s donje strane tijela, okrenuta prema svjetlu. S vršne strane ploče u međuzrakama su još parni spolni otvori koji su rjeđe pomaknuti na usnu stranu. Površina tijela zvjezdaca je trepetljivakavo što služi za stvaranje struje vode. Na privjescima tijela strujanje teče od osnovice prema vrhu. Na taj način te strukture oplakuju sitne čestice i tako čiste tijelo.

Kod zvjezdaca je od sva tri živčana sustava najjače razvijen površinski živčani sustav sa središnjim prstenom oko usta iz kojeg izlazi pet zrakastih živaca i krakova. Pri njegovu dnu je i crvena očna pjega. Za disanje imaju PAPULE izbočine tjelesne stjenke koje su stežljive. Izvana i iznutra obložene su trepetljivakavim epitelom. Celomska šupljina je postrana. Protocel, aksijalna žlijezda i mezocel normalnog su oblika, dok metacel izgrađuje tjelesnu šupljinu i sustav cijevi. Od unutrašnjih organa najopsežnije je probavilo. Iz usta vodi jednak u postrani želudac iz kojega u krakove izlaze parne mnogobrojne razgranate slijepe mješine. Iznad njih iz želudca izlazi još krug manjih slijepih mješinica te stražnje crijevo. Nemaju ekskrecijski sustav. Ustanovljeno je da čestice preuzmu celmociti, koji nakon toga izlaze van kroz papule.

### **Razred OPHIUROIDEA-zmijače**

To su plosnati bodljikaši koji su donekle slični zvjezdačama samo je kod njih srednji dio tijela KOTUR oštro odvojen od krakova. Kraci su tanki i obli, zmijasti i do osnovice su uski, pa se čini kao da su netaknuti na kotur. Redovito ih ima pet. Zmijače se kreću svijanjem krakova, jer prionjive nožice u njima nemaju ni prijanjaljki, ni mjehuriće, pa im ne pomažu pri kretanju. Nemaju ambulakralnih brazda duž krakova jer su one zatvorene redom neparnih pločica, te nožice izlaze neposredno iz površine krakova. One se mogu svijati i smotati na sve strane. S donje strane kotura, u zvjezdastoj udubini smještena su usta, a oko njih je uz dno krakova pet pari, uskih i duljih pukotina, BURZA kojima se otvaraju vrećice s dišnim i spolnim organima. S donje strane položena je i sitasta pločica, a crijevnog otvora zmijače nemaju, kao ni očiju, štipaljke i škrga.

Od živčevlja je najjače razvijeno usno. Celom se nalazi oko želudca, gonada i burza. Krvožilni sustav se nalazi u cjevastom celomu, koji se često označuje kao PERIHEMALNE cijevi. Glavni usni (oralni) prsten nalazi se s unutrašnje strane hiponeuralne prstenaste cijevi. Osim usnog postoji i aboralni krvni prsten. AKSIJALNI zaton je povezan s oba krvna prstena i čini središnji dio krvnog sustava. Vodožilni sustav je vrlo smanjen. U sitastoj pločici većima zmijača ima samo jedan otvor. Crijevo je jednostavna vrećica bez slijepih izbočina, bez crijevnog otvora, a ne može se ni izvnuti. Pri dnu krakova u koturu je uvučeno pet pari posebnih vrećica burza, koje su obložene trepetljivim epitelom, te se mahanjem trepetljika u njima izmjenjuje voda koja se koristi za disanje. Sa strane su u te vrećice urasla i plodila. Kožni skelet jako je razvijen. Osobito su u kracima jaki vapneni dijelovi. Poseban skelet je izgrađen oko usta, gdje su bodlje. Luminiscencija je ograničena na krakove, bodlje, i osnovice bodlji, a nema je na koturu. Odvojena su spola, ali neke su i dvospolci, pa u svakoj vrećici imaju po jedan sjemenik i po jedan jajnik. Jajašca se kod većine razvijaju u moru preko ličinke OPHIOPLUTEUS. Samo neke su živorodne. Kod zmijača je izražena regeneracija krakova.

### **Koljeno POGONOPHORA-bradnjaci**

Crvolike, bilateralno simetrične životinje bez usta i crijeva. Na tijelu se razlikuju tri dijela; kratka prosoma na kojoj su lovke, kratka mezosoma, duga metasoma.

U svakom dijelu postoji vlastiti celom. Anteriorna proosma ima jedan, nekoliko ili mnogo lovaka. Kad ih je veći broj sve su lovke usporedne jedna s drugom, stvarajući cjevasti prostor. Ako ih je manje onda su često potkovasto raspoređene. Uz svaku lovku prodire cjevasti nastavak PROTOCELA.

U lovki se nalazi jedno živčano vlakno kao i dvije krvne žile iz kojih idu ogranci u PINULE. Ispod prosome je kratko mezodermalno područje na kojem se s trbušne strane ističe koso kutikularno zadebljanje. Metasoma je dvostrukim prstenom podijeljena na dva dijela; PREANULARNU i POSTANULARNU.

Na čitavoj metasomi su bradavice koje služe za pridržavanje u cijevi. Epiderm luči tanku kutikulu građenu od hitina. Trepetljike su na lovkama i na prednjem dijelu metasome. U epidermu su mnoge žlijezdane stanice koje u području mezosome i metasome grade na mnogo mjesta žljezdaste vrećice.

Živčevlje ima najčešće epitelni položaj, a ganglijske stanice i neurofibrile najgušće su skupljene na leđnoj strani prosome. Celom se sastoji od neparnog protocela i parnog mezocela i metacela. Iz protocela i metacela vodi van po jedan par celomskih cjevčica. Kod nekih su se bradnjaka uz celom priljubile krvne žile pa se smatra da obavljaju ekskrecijsku funkciju. Celomske cjevčice vode van spolne proizvode. Optjecajni sustav je zatvoren. Žile su ograđene ne staničnom membranom. Glavne su žile na leđnoj i trbušnoj strani, i obje mogu pulzirati. Jednospolci su. Muški spolni otvor je na granici mezosome i metasome, a ženski iza sredine metasome. Jaja nastaju između SPLAHNOPEURE i stjenke leđne žile.

### **Koljeno CHAETOGNATHA-četinočeljusti**

To su deuterostomične životinje. Trodijelno oduljene i prozirno tijelo ima uz bokove i straga vodoravne perajice, pomoću kojih se drži u vodoravnom položaju. Male su životinje streličasta oblika. Na streličastu tijelu imaju sprijeda okruglastu i dosta veliku glavu, a straga se tijelo stanjuje u rep. Na glavi je najuočljiviji aparat za hvatanje plijena koji se sastoji od čvrstih kukastih i nazubljenih hitiniziranih čestica nazvanih ČELJUSTI. Oko usta se nalaze četiri manje nazubljene tvorevine koje također sudjeluju u hvatanju i pridržavanju plijena. Četine i nazubljene tvorevine pokreću jaki mišići koji se nalaze pri dnu ovratnika što opasuje kratki vrat. Zajednička oznaka svih je kožni nabor koji se može prevući preko glave. Nabori na trbušnoj strani pričvršćeni na mjestu glave prelazi u trup. S leđne strane glave, a djelomično i na trupu nalazi se trepetljikavi vijenac CORONA CILIATA. Usta i ždrijelo mogu se jako proširiti. Probavilo se proteže ravnom duljinom trupom i završava na njegovom kraju.

Osim probavila i plodila u utrobi nema organa. Živčevlje je potpuno uloženo u epitel kože, a čine ga dva veća središta. U glavi iznad ždrijela je moždani ganglij, a u sredini trupa ispod crijeva je trbušni ganglij. Oba su ganglija spojena parnom komisurom. Dvospolci su. Parni jajnici su straga u tjelesnoj šupljini trupa, a parni sjemenici u repu. Jajovodi izlaze na kraju trupa, a služe ujedno kao sjemena spremišta, te se jaja oplode prije nego napuste jajnik.

