

Pokryv těla a opěrná soustava

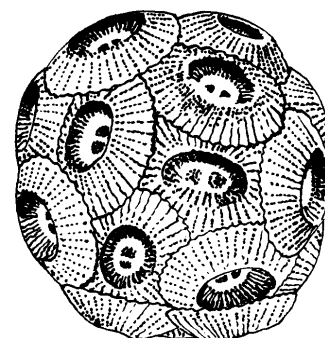
U bezobratlých živočichů a primitivních obratlovců (např. pancířnatí, paleozoičtí bezčelistní) je povrchová vrstva těla nejen ochranným krytem, ale zároveň i výztuhou, která jednak zajišťuje tělu stálý tvar, jednak poskytuje podporu některým vnitřním orgánům (tvoří například úponová místa pro svaly). Avšak ochrannou a opěrnou funkci nemusí plnit pouze sama vnější vrstva těla. Často jsou v tomto smyslu důležitější její deriváty, např. různé druhy kutikul a schránek u bezobratlých, které jsou vylučovány z epidermis (s nimi lze srovnat i rohovité krunýře některých savců, které vznikají postupným odumíráním vnějších epidermálních vrstev), nebo různé desky vznikající v podkožním mesodermu (např. u ostnokožců a obratlovců). Až potud tedy spolu pokryv těla a jeho výztuha úzce souvisejí. Avšak funkci výztuhy těla mohla převzít i řada dalších struktur, ať již to jsou deriváty mesodermu, které jsou zanořeny hlouběji pod povrch těla a s pokrývkou již nesouvisejí (např. obratle), nebo opěrné struktury, které vznikly za tímto účelem ze zcela jiných embryonálních základů (např. jehlice hub, struna hřbetní). V těchto případech jsou obě funkce od sebe primárně odděleny nebo se během evoluce postupně oddělily. Nicméně vzhledem k tomu, že u většiny živočichů spolu pokryv těla a jeho výztuha souvisejí velmi těsně, uvádějí se společně, a to přesto, že v mnoha případech je to čistě z deskriptivních důvodů.

S opěrnou soustavou se často spojuje pohyb živočicha. Avšak pohybové orgány (např. končetiny) nejsou tvořeny výlučně kosterní výztuhou; na jejich stavbě se podílí také řada orgánů jiných soustav, především svalů. Z těchto důvodů pohybovou soustavu jako samostatný orgánový systém nelze vymezit a její součásti jsou uváděny v rámci jiných celků. Výjimkou jsou pohybové orgány jednobuněčných živočichů, které nelze do žádné z dalších soustav jednoznačně zařadit a proto jsou stručně uvedeny v této kapitole.

U živočichů se schránkami se můhou při větším počtu nahloučených jedinců vytvářet kolonie. Soubory schránek koloniálních živočichů vytvářejí často morfologicky charakteristické útvary. Protože jejich tvar a struktura jsou v některých případech používány jako důležité taxonomické znaky (někdy – jako např. u graptolitů – dokonce jediné, které jsou k dispozici), jsou do této kapitoly okrajově zahrnuty i informace o vzniku a morfologii kolonií.

U jednobuněčných organismů (uvádíme pouze charakteristické příklady) je vnější vrstva buňky tužší, homogenní a hyalinní; nazývá se **ektoplasma** (na rozdíl od vnitřní entoplasmy, obsahující další buněčné struktury). Ektoplasma sama ještě nemusí být schopna zajišťovat stálý tvar těla (např. u kořenonožců); u některých prvoků (bičíkovci, nálevníci, někteří výtrusovci) se však na jejím povrchu diferencuje hraniční blanka z odolnější plasmy zvaná **pelikula**, která udržuje základní tvar těla, přitom je však natolik pružná, že umožňuje určité změny. Pelikula může být inkrustována nebo může vylučovat na svém povrchu minerální látky do podoby **schránek**, fungujících jako ochrana a vnější kostra.

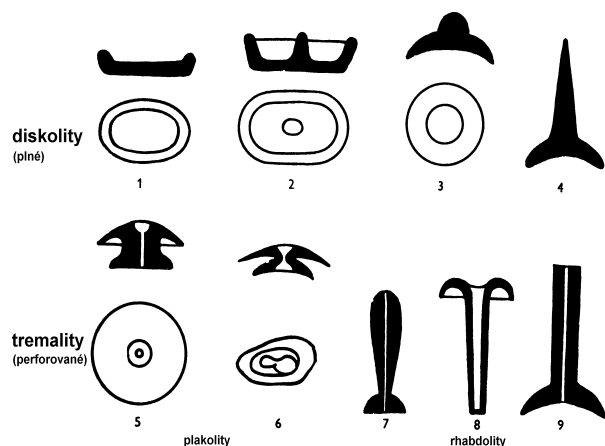
U bičíkovců zvaných kokolity (Coccolithophorida) je schránka tvořena destičkami různého tvaru z uhličitanu vápenatého, zvanými **kokolity**. Kokolity lze podle stavby rozlišit na **diskolity** (bez centrálního otvoru) a **tremality** (s centrálním otvorem). Kokolity nejsou téměř nikdy ploché; v nejjednodušším případě mohou být na okrajích vyzdviženy, takže celek má podobu misky až nálevky (**lopadolit**), nebo spolu s okraji může být vyzdvižen i střed, nebo je vyzdvižen pouze střed, a to až do podoby trnu. Opačný tvarový trend je charakterizován okraji, které směřují dolů, tedy k povrchu buňky, a kokolit tedy sedí na rosolovité vrstvě jako čepice na hlavě (**kalyptrolit**). Diskolity mohou mít ve dně drobné, nepravidelně uspořádané póry, jejichž splynutím vzniká centrální otvor tremalitů. Ten-



Obr. 47 Kokosféra se schránkou tvořenou plakolity. Podle Beurlena a Lichtera (1997).

vnější
pokryvné
a opěrné
struktury
prvoků

schránka
kokolitek

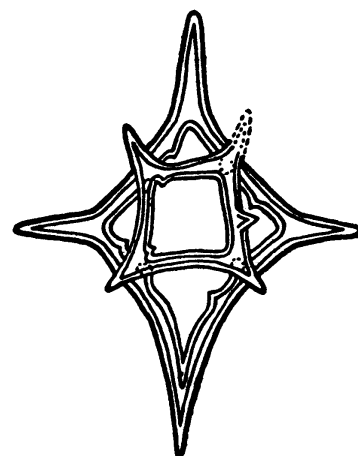
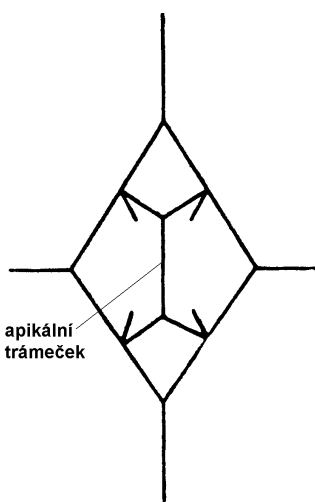
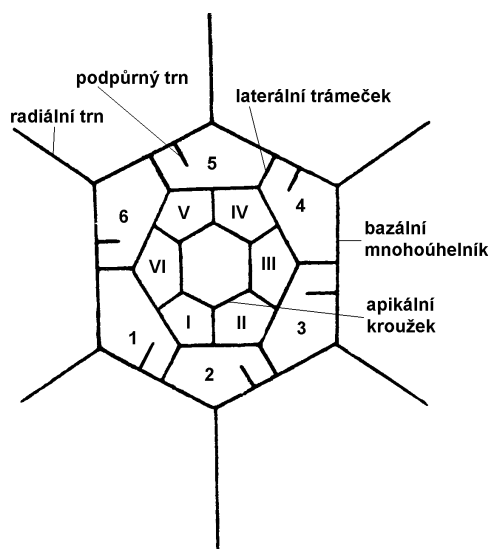


Obr. 48 Různé druhy kokolitů. 1-4: diskolity; 5-9: tremality; 5-6: tremality s krátkou centrální trubici (plakolity); 7-9: tremality s dlouhou centrální trubici (rhabdolity). Podle Deflandrea (1936), ze Špinara (1960).

to otvor je buď jednoduchý a pak se tremalit nazývá **plakolit**, nebo je rourkovitě protažen a nazývá se **rhabdolit**. Celá buňka včetně kokolitové schránky se nazývá **kokosféra**.

Některé typy bičíkovců mají schránky tvořeny kysličníkem křemičitým (SiO_2), pravděpodobně i s trochou organických látek. Morfologie je značně mnohotvárná, avšak její generalizovaná stavba je tvořena **bazálním**

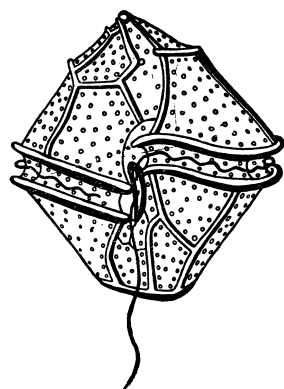
mnohoúhelníkem, přičemž z každého úhlu může vybíhat **radiální trn**. Boky mnohoúhelníku jsou tvořeny **bazálními trámky**, které vybíhají dovnitř těla bičíkovce v tzv. **podpurné trny**. Trny mohou být dlouhé, nebo zcela chybět. Na bazální trámky nasedají tzv. **laterální trámečky**, mezi nimiž jsou okna. Na vrcholu je spojuje tzv. **vrcholový (apikální) trámeček, kroužek** nebo **ploška**, podle toho, zda je vrchol tvořený jedním nebo několika trámečky. Povrch trámečků může být pokryt skulpturou v podobě síťoviny (**reticulum**).



Obr. 50 *Dictyocha macilenta* (Silicoflagellata). Vyznačuje se bazálním čtvercem se čtyřmi radiálními trny. Podle Gemeinhardta (1930), ze Špinara (1960).

Obr. 49 Schema křemičité kostry bičíkovců (Silicoflagellata). 1-6: okna nad bazálním mnohoúhelníkem; I-VI: apikální okna. Podle Lemmermanna, ze Špinara (1960).

schránky obrněnek

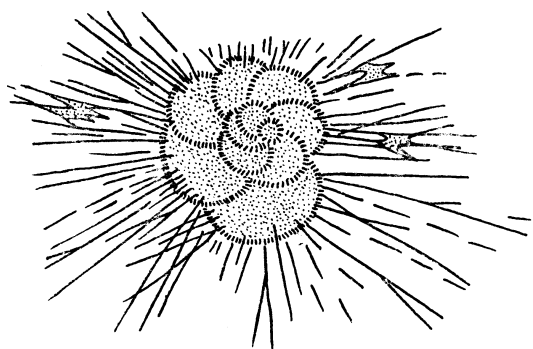


schránky dírkovců

Obr. 51 Obrněnka rodu *Gonyaulax*. Podle Kofoida, ze Špinara (1960).

Bičíkovci ze skupiny Dinoflagellata (obrněnky) mají obvykle sférickou schránku tvořenou destičkami z celulózy, pokrytou drobnými hrbolky nebo vybíhající v různě dlouhé nepravidelné výběžky. Na povrchu těla jsou u typických druhů vytvořeny dvě rýhy a v nich je po jednom bičíku: v podélné břišní rýze je uložen bičík sloužící k pohybu vpřed, druhý leží v příčné okružní rýze a vyvolává rotační pohyb.

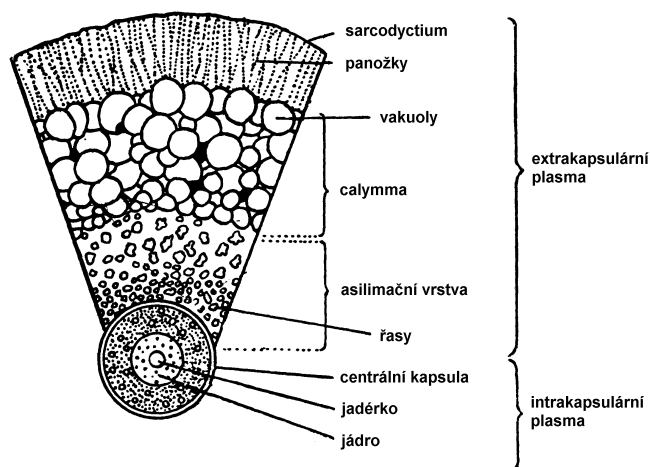
Kořenonožci (Rhizopoda) v určitém období své ontogeneze ztrácejí pelikulu a ektoplasma není schopna zajistit stálý tvar těla. Ve většině případů však konečná stadia ontogeneze vytvářejí na povrchu pevnou schránku. Amébovitě typy ji vytvářejí z chitinu a nejčastěji je blíže nedefinovatelného bochníkovitého tvaru. Dírkovci (syn. dírkonožci, Foraminifera) mají, až na malé výjimky kdy schránka chybí, v nejprimitivnějším stavu schránku z materiálu podobného chitinu (tzv.



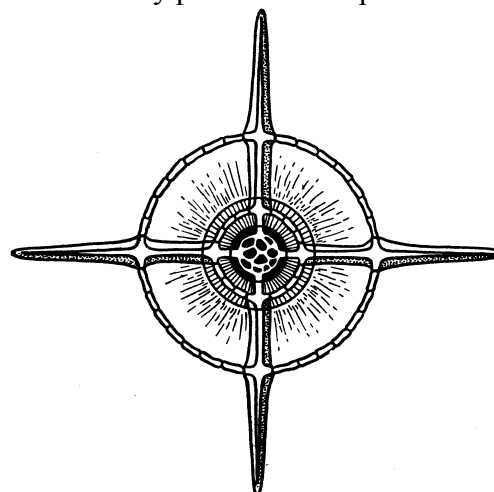
Obr. 52 Dírkovec rodu *Rotalia* s vysunutými panožkami, prostupujícími skrze četné póry. Podle Moreta (1940).

tektin), pokročilejší typy mají schránky **aglutinované** (tvořené z cizorodého materiálu, např. zrněk písku, slepeného tektinovým, železitým, vápnitým nebo křemitým tmelem), nejpokročilejší pak z uhličitanu vápenatého. Schránka, nazývaná **plasmotraccum**, je buď jednoduchá a celistvá (bez otvorů) a nazývá se **unilokulární** resp. **monothalamní**, nebo je složena z řady komůrek (**multilokulární** resp. **polythalamní**). Vnější stěna schránky je ve většině případů perforována množstvím drobných otvůrků (**foramina**; odtud název skupiny). Protoplasma buňky prostupuje póry na povrch schránky a vytváří na ní tenký povlak (**ektoplasma**) nebo tenké panožky (**pseudopodia**). Nitkovité panožky se nazývají **filopodia**, rozvětvené

panožky **rhizopodia**. Dírkonošci s celistvými schránkami vysílají panožky jedním nebo několika ústními otvory (**apertury**). Dírkonošci během své ontogeneze střídají pohlavní a nepohlavní generace, a v souvislosti s tím se vytvářejí i dva druhy schránek. Počáteční (první) komůrka schránky (tzv. **proloculum**) může být velká (**megalosférické proloculum**), celá dorostlá schránka je však vůči proloculu poměrně malá. Taková schránka se nazývá **megalosférická**. Je-li naopak proloculum malé (**mikrosférické proloculum**), nazývá se schránka **mikrosférická**. Složené, mnohokomůrkové schránky mohou být tvořeny přímou řadou komůrek (**schránky uniseriální, rectilineární**), nebo ve dvou řadách (**biseriální**), případně ve třech řadách (**triseriální**), takže na příčném řezu mají trojúhelníkový tvar. Jestliže má plasmotraccum spirálovitý tvar a spirála je vytvořena okolo prolocula v jedné rovině, nazývá se **planispirální** (může být jak unilokulární tak multilokulární). Schránka však může mít rovněž tvar šroubovice v podobě kužele (**trochoidní schránka**); skládá se ze závitů (závit se definuje jako jedno otočení kolem osy) a soubor závitů se nazývá kotouč (**spira**). Spodní strana trochoidní schránky může mít v ose vinutí prázdný prostor, tzv. píštěl resp. pupek (**umbilicus**). Jestliže jsou všechny závitů dobře patrné, je schránka **evolutní**, jestliže však vnější závit zcela zakrývá předcházející závit, nazývá se taková schránka **involutní**. Přímé nebo spirálovité schránky patří většinou planktonic-



Obr. 53 Schema vrstev těla mřížovce. Podle Haeckela (1887), ze Špinara (1960).



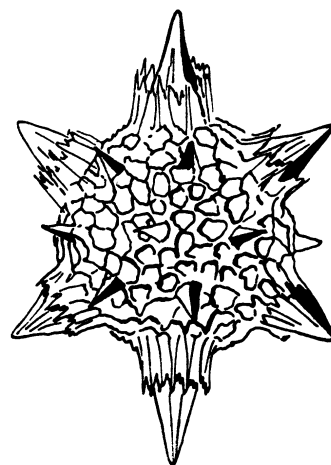
Obr. 54 Schematické znázornění vztahu těla mřížovce k vnitřní kapsule a ke schránce. Podle Hertwiga (1879), ze Špinara (1960).

kým foraminiferám. Sesilní foraminifery mohou mít schránky nepravidelně či pravidelně (např. dichotomicky) větvené (tzv. schránky **stromkovité, arborescentní**). Schránky v podobě dlouhé trubice mají většinou abnormálně utvářené ústí a nazývají se schránky **fistulozní**. Vnější stěna

schránek může být pokryta různými skulpturami. Za zmínku stojí, že schránky dírkovců mají velikost od mikroskopických rozměrů (0,01 mm) až do několika cm (rod *Neusina* 190 mm, čímž se řadí mezi největší jednobuněčné).

schránky
mřížovců

Mořští prvoci zvaní mřížovci (*Radiolaria*) mají buď vnější schránku, která je tvořena kysličníkem křemičitým, nebo vnitřní kostru z jehlic tvořených síranem strontnatým. Tato schránka je produkována ektoplasmou, která je od entoplasmu oddělena blanitou pseudochitinózní centrální schránkou. Obě vrstvy cytoplasmy jsou tedy od sebe odděleny, přičemž ektoplasma se vzhledem ke své pozici vně blanité schránky nazývá extrakapsulární plasma (**extracapsulum**). Lze v ní rozeznat tři vrstvy: tenkou vnitřní vrstvu (**sarcomatrix**), silnou střední vrstvu (**calymma**) skládající se z pěnovité hmoty, a slabší povrchovou vrstvu síťovité plasmu (**sarcodyctium**), z níž vycházejí paprskovitá pseudopodia. Někdy může být tato vnitřní schránka (**centrální kapsula**) vytvořena jako jediná část opěrné soustavy mřížovce a vnější anorganická schránka může chybět. Tvar schránky může být v nejjednodušším případě kulovitý (**sférický**), přičemž křemitá vlákna a jehlice vytvářejí na povrchu jemnou houbovitou pleteň. Koule mohou být do sebe koncentricky vsunuty (**schránka sféroidová**). Schránka některých typů má zvoncovitý tvar (**cyrtoidová**), někdy je extrémně zploštělá do tvaru kotouče (**diskoidová**), nebo může být tvaru jednoduchého či zdvojeného prstence (**schránka stefidová**), případně tvaru vysoké vejčité báně se širokým lemem houbovitého pletiva (**schránka spongoidová**). Z povrchu schránky mohou radiálně vybíhat jednoduché či rozvětvené ostny, sloužící ve svém celku jako hydrostatické zařízení (umožňující vznášení ve vodě).



Obr. 55 Schránka mřížovce rodu *Hexaconus*. Ze Špinara (1960).

Prvoci mohou však mít i vnitřní výztuhu těla, představovanou např. opěrnou fibrilární tyčinkou některých bičíkovců, zvanou **axostyl**.

panožky

Při popisu vnějšího vzhledu těla prvoků padla již zmínka o některých výběžcích cytoplasmy, které představují orgány sloužící k pohybu (u planktonických forem mají funkci hydrostatického aparátu usnadňujícího vznášení) nebo k získávání potravy. Jsou to panožky (**pseudopodia**, sing. **pseudopodium**). V nejjednodušším případě (např. u kořenonožců, ale také některých bičíkovců) to jsou dočasné výběžky nahé plasmu, vznikající buď na kterémkoliv nebo jen na určitém místě povrchu buňky. Mohou mít různý tvar: prstovité a široce zaoblené se nazývají **lobopodia**, nitkovité **filopodia**, rozvětvené **rhizopodia**, panožky v podobě jemného síta pak **reticulopodia**. **Axopodia** jsou tvarově podobná, avšak od panožek se liší tím, že mají tuhé osní vlákno, které je na povrchu kryto tekutou exoplasmou (vyskytují se např. u skupiny slunivky, *Heliozoa*).

bičíky

Složitější stavbu mají bičíky (sing. **flagellum**), což jsou plasmatická vlákna, většinou delší než tělo prvoka. Obvykle jsou jeden nebo dva, výjimečně více. Ve středu bičíku a na jeho obvodu jsou fibrily obalené povrchovou blankou. Proximální část bičíku je zakotvena v cytoplasmě tzv. bazálním tělískem (**kinetosoma**). Kinetosomata sousedních bičíků nebo brv (viz dále) jsou navzájem spojena jemnými vlákny zvanými **kinetodesmata** (sing. **kinetodesma**). Bičíky jsou obvykle umístěny na předním konci buňky a buňku svým pohybem táhnou. Ve vzácných případech (např. *Trypanosoma*) je bazální tělísko na zadním konci těla a bičík směřující dopředu je po celé své délce přirostlý k povrchu jemnou blankou, zvanou **undulující membrána**.

brvy

U obrvenek (*Ciliata*) jsou vyvinuty brvy (**cilie**), které se od bičíků liší tím, že jsou krátké a je jich velký počet; jinak je jejich stavba podobná jako u bičíků, včetně bazálních tělísek. Brvy jsou na povrchu těla uspořádány v pravidelných řadách, nebo se koncentrují pouze na některých místech. Splynutím řady brv vznikají **membranely**, splynutím sousedních brv ostny (**ciry**).

V souvislosti s morfologií prvoků je nutné se zmínit o jejich schopnosti vytvářet za nepříznivých životních podmínek (např. u sladkovodních nebo parazitických prvoků) cysty. Tento proces uzavírání se do ochranné cesty se nazývá **encystace**; prvok se obalí větším počtem vrstev odolávajících např. mrazu a suchu. Od schránek se však cysty liší tím, že je prvoci s opětovným nástupem příznivých podmínek opouštějí.

cysty

Předtím než budou uvedeny různé typy opěrné soustavy mnohobuněčných živočichů je vhodné se pro úplnost zmínit o zvláštních fosilních organismech, které se souborně označují jako “ediakarská fauna”. Byly nalezeny na všech kontinentech s výjimkou Antarktidy, v geologických sedimentech pocházejících z doby před 640 až 620 milionů let, tedy z doby, která předcházela vzniku všech známých živočišných skupin, ať již fosilních či recentních. Tyto organismy byly na základě povrchní podobnosti se zástupci recentních kmenů řazeny k žahavcům (vzhledem k domnělé paprscitě souměrnosti) nebo kroužkocům (formy s náznakem bilaterální symetrie). Morfologicky se však od nich odlišují tím, že neměly trávicí soustavu, a žádnou vnější schránku a pevnou vnitřní kostru. Výztuhu těla však tyto organismy nepochybně měly, protože jejich velikost dosahovala až do několika desítek centimetrů. Jednalo se patrně o jakýsi druh hydroskeletu: tělo bylo sice ploché, ale na povrchu kryté pevnou stěnou. Celek byl členěn na segmenty, takže uvnitř těla byly dutiny oddělené přepážkami. Uvnitř pak byla tekutá složka v podobě mnohoaderné masy protoplasm (plasmodia) pod určitým turgorem. Tuto svéráznou stavbu plochých těl udržující stálý tvar lze tedy vzdáleně přirovnat k nafukovací matraci. Je však nutné zdůraznit, že se mnoho paleobiologů domnívá, že se nejednalo o živočichy (ani o rostlinné organismy), ale o zástupce zcela odlišné říše, pro kterou se vžil název Vendobionta (podle kmene Vendů, který kdysi žil v Pobaltí, v oblasti jedné z nejznámějších lokalit “ediakarské fauny”). Někteří se domnívají, že by mohlo jít o jakési obrovské prvoky.

výztuha
těla
ediakarských
“živočichů”

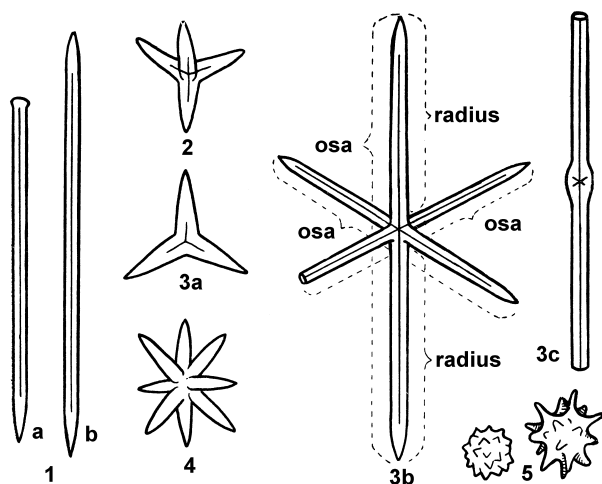
Nejprimitivnějšími mnohobuněčnými živočichy jsou houby (Porifera). Jejich tělo odpovídá vývojovému stupni gastruly, v důsledku čehož je jeho stěna tvořena vnější vrstvou buněk (ektodermem), vnitřní vrstvou (entodermem) a mezi nimi umístěným blastocoelem vyplněným mesenchymem (zvaným rovněž **mesoglea**). Ektoderm se skládá z velkých a plochých epitheliálních buněk, nazývaných **pinakocyty**, které tvoří pokožku (**epidermis**). Některé buňky epidermis mají póry (**ostie**; buňky s otvory se nazývají **porocyty**), kde začínají inhalační kanálky (bude o nich zmínka v souvislosti s trávením). Porocyty mají hustě zrnitou plasmu a některé (myocyty) mají značnou schopnost se smršťovat nebo roztahovat, čímž uzavírají nebo otevírají póry (viz kap. Svalová soustava).

vnější vrstvy
těla
živočišných
hub

Celkový tvar těla hub je vakovitý, což má souvislost s přisedlým způsobem života i s primitivním vývojovým stupněm, a je na vrcholu opatřený jediným otvorem vyvrhovacím, zvaným **osculum**. Základní typy těla hub se rozlišují podle umístění trávicích buněk (choanocytů) a proto budou uvedeny v kapitole týkající se trávicí soustavy. Houby mohou dosahovat velikostí až 2 m

kostra
živočišných
hub

a mohou tvořit rozsáhlé porosty. Málo rigidní struktura hub je vyztužena vápenatými (krystalický uhličitan vápenatý) nebo křemičitými (opál, resp. amorfni modifikace SiO_2) jehlicemi, tzv. **sklerity** resp. **spikuly**, které vznikají z jednoho typu buněk umístěných v mesenchymu, tzv. **skleroblastů**. Sklerity se o sebe navzájem opírají nebo splývají a vytvářejí tak vnitřní kostru. Jehlice mají ve své ose tenký **axiální**



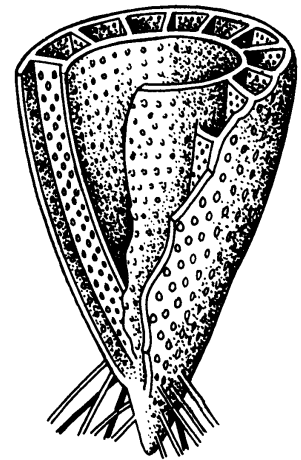
Obr. 56 Hlavní typy jehlic hub. 1 - monaxon, a - monaxonni monaktin, b - monaxonni diaktin; 2 - tetraxon; 3 - triaxony, a - triaktin, b - hexaktin, c - hexaktin s redukovánými postranními paprsky; 4 - polyaxon; 5 - sféry. Podle Moreta, ze Špinara (1960).

kanálek, vyplněný **axiálním vláknem**. Toto vlákno je základní strukturou, okolo níž se vylučuje vápnitá nebo křemitá základní hmota. Namísto skleroblastů nebo vedle nich jsou u některých hub tzv. **spongoblasty**, které vylučují elastický, avšak pevný **spongin** (známá mycí houba). Typy jehlic hub se rozlišují podle počtu os a směru růstu (viz obr. 56).

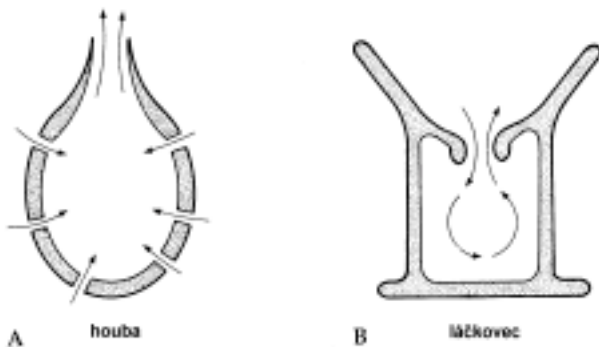
Stavbu těla velmi podobnou houbám měli vymřelí archeocyatidi (Archaeocyatha) z kambria. Jejich existence je dokumentována pouze fosilizovanými kostrami z uhličitanu vápenatého ve tvaru kužele připevněného k podkladu kořenovitými výběžky. Horizontální řez kostrou je přísně kruhovitý. Stěna byla perforovaná jako u hub, u primitivních typů byla jednoduchá, u pokročilejších dvojstěnná a oba kužele byly udržovány v konstantní vzdálenosti radiálně uspořádanými přepážkami, **septy**. Prostor mezi oběma stěnami se nazývá **intervallum**. Nahoře je pohár široce otevřen. Existuje všeobecný předpoklad, že tato kostra vyztužovala tělo živočicha uvnitř, tělo tedy obklopovalo kostru.

K formám, jejichž tělní organizace zůstala na stadiu gastruly lze počítat i láčkovce (Coelenterata). Mají na rozdíl od hub a archeocyatidů pouze jeden otvor do centrální tělní dutiny, tělní stěnu tvoří ektoderm, ento-derm a mezi nimi ležící mesoglea, a tělo je alespoň v určité fázi ontogeneze přisedlé. Pokročilé rysy je však možné spatřovat v tom, že

chybí inhalační kanálky ve vnější stěně (otvor na svrchní straně těla slouží jako ústa i jako otvor vyvrhovací), jsou vytvořeny zvláštní orgány k lapání potravy (chapatla) a pohyb těla, i když



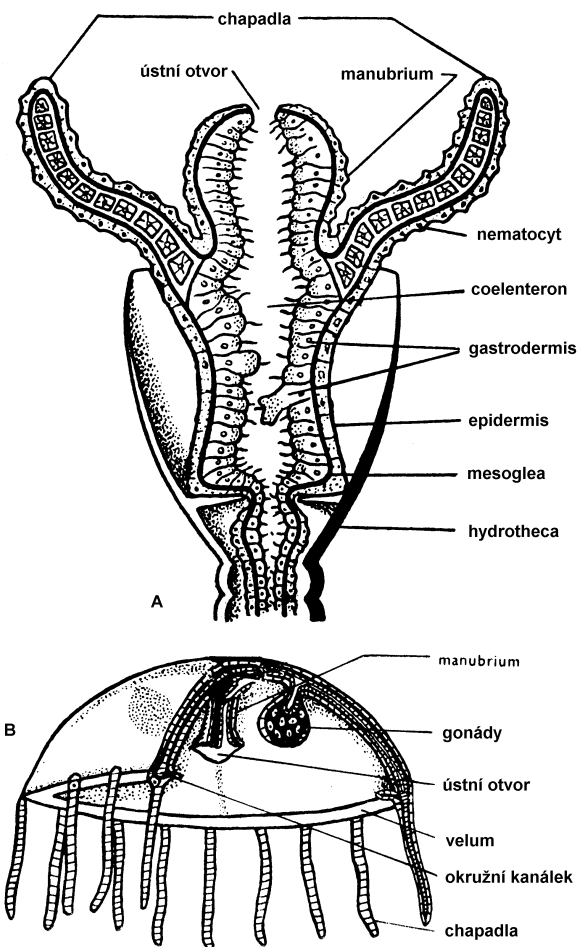
Obr. 57 Schema tělesné stavby archeocyatidů. Z Turka a kol. (1988).



Obr. 58 Rozdíl mezi základní stavbou těla živočišných hub a láčkovců. Šipky znázorňují směr proudění vody. Podle Brusca a Brusca (1990).

je přisedlé, zajišťují svalová vlákna (viz kap. Svalová soustava), nikoliv jen změny osmotického tlaku ve tkáních, jako tomu bylo u hub. Důležitým znakem rovněž je, že se vytvořila paprscitá souměrnost těla. U řady forem se během ontogeneze střídají morfologicky odlišitelné generace: jedinec patřící přisedlému typu se nazývá **polyp**, volně plovoucí stadium **medúza**.

Polyp vylučuje na vnější straně těla rohovitou nebo vápenitou vnější kostru. Podobně jako u hub je i u žahavců mesoglea silná a mohou v ní být **skleroblasty**, které vylučují jehlice, jejichž soustava tvoří vnitřní kostru. U některých mořských láčkovců, např. polypovců (Hydrozoa), žijí polypi koloniálně (v trsech) a toto soužití vede k dělbě funkcí;



Obr. 59 Dva základní typy těla láčkovců a schema jejich tělesné stavby. A - polyp; B - medúza. Podle různých autorů, ze Špinara (1960).

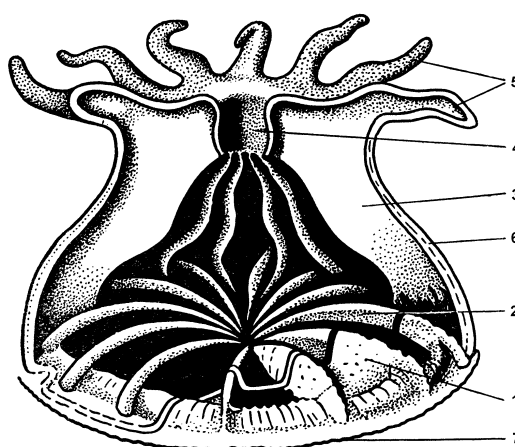
kostra archeocyatidů

polyp láčkovců

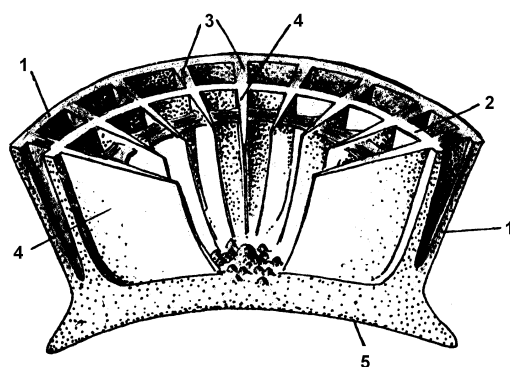
z toho vyplývá polymorfismus jedinců. Obecně lze kolonii rozlišit na bázi, stvol a vlastní polypy, zvané u polypovců **hydranti**. Jestliže je popisujeme z hlediska jejich funkce, pak se obecně nazývají **zooidi**. Při povrchu kolonie žijí drobní **daktylozooidi**, kteří se vyznačují vláknitě protaženým tělem. Zooidy bez chapadel, kteří tráví potravu, nazýváme **gastrozooidi**, zooidy kteří zachycují potravu **trofozooidi**. Zooidi, kteří produkují pohlavní buňky se nazývají **gonozooidi**. Bazální jedinci kolonie produkují trubcovité útvary (**stolony** resp. **rhizomy**); ty se větví do podoby různě složité kořenové soustavy zvané **hydrorhiza**. Ze stolonu vyrůstá stvol (**kaulom**); je-li jediný, nazývá se **hydrokaulus**. Distálně se hydrokaulus větví a na větvkách sedí nestejně velcí polypi (hydranti). Tento stromovitý útvar tvořený stolony a kaulomy jsou v podstatě pevné trubice, uvnitř nichž jsou uloženy trubice tvořené měkkými tkáněmi, které se ve svém celku nazývají **cenosark**. Vnější stěna cenosarku je tvořena epidermis (vnitřní stěna gastrodermis, mezi nimi je mesoglea). Ektoderm polypů vylučuje vnější kostru zvanou **perisark** resp. **periderm**, která trs zpevňuje. Může být vápnitá, rohovitá (**kostra gorgoninová**) nebo chitinová. U korálnatců se celá tato soustava nazývá **solenium**.

Embryonální kostra přisedlého polypa má tvar misky a nazývá se **prototheca**. S přibývajícím věkem živočicha na okrajích přirůstá do podoby vysokostěnného kuželu, který se označuje jako **korálit**. U některých typů se při růstu stěn korálitu do výšky polyp posouvá k hornímu okraji a odděluje opuštěnou spodní část příčnými horizontálními přepážkami zvanými dna (**tabulae**); jejich soubor se nazývá **endotheca** (na rozdíl od vnější stěny korálitu, která se nazývá **epitheca**). Některé druhy polypovců žijí soliterně, avšak produkují na svém povrchu rovněž korálit, většinou z chitinového peridermu. U korálnatců (Anthozoa) se vnější kostra jednotlivého polypa (korálit) nazývá **polyparium** a kostra celé kolonie **korálový trs**. Polyparium korálnatců lze rozlišit na bazální část a silný peň, zakončený nahoře jamkou zvanou kalich (**thecarium**). Ve spodní části polypa je stěna těla zvrásněna paprscitými záhyby (primárně ektodermálního původu), které korespondují se svisle uspořádanými přepážkami v trávicí dutině (láčce), zvanými mesenteria (viz kap. Trávicí soustava). Do těchto svislých záhybů v tělní stěně zabíhají svislé přepážky (**septa** resp. **sklerosepta**), které se tvoří na vnitřní straně polyparia. Septa jsou důležitým určovacím znakem korálnatců (zejména s ohledem na počet, podle kterého se řídí paprscitá souměrnost; odtud koráli osmičetní, šestičetní), avšak situaci při jejich popisu komplikuje skutečnost, že se během ontogeneze jedince na polypariu zmnožují. U korálů šestičetných mohou být septa na svém okraji zesílena a navzájem se dotýkat a splývat, takže vzniká axiální element zvaný nepravý sloupek (**pseudocolumella**). U korálů drsnatých se může tvořit v jisté vzdálenosti od epitéky navíc souvislá či nesouvislá další vnitřní stěna, zvaná **fylotheca**.

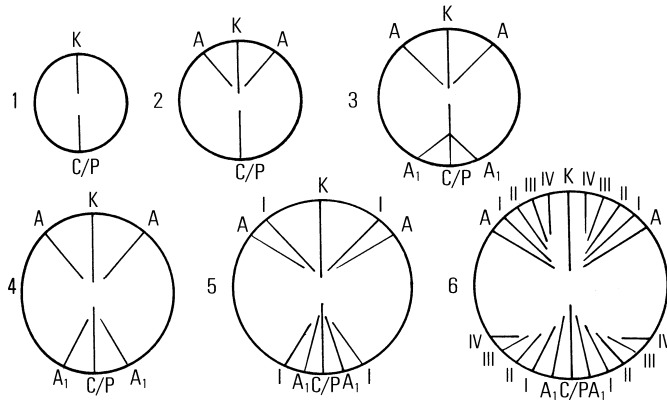
V morfologii celých korálových trsů se rozeznávají trsy svazkovité (**fascikulární**), tvořící větve, a trsy masivní, kde se sousední korality stýkají celou plochou bočních stěn. Jako **cerioidní**



Obr. 60 Schema vnitřní stavby polypa ze skupiny korálnatci (Anthozoa), ze kterého je patrné uspořádání sept a mesenterii. 1 - septum, 2 - bazální zřasení trávicího epithelu, 3 - mesenterium, 4 - ústní otvor a hltan, 5 - chapadla, 6 - stěna těla, 7 - bazální terč. Podle Pfurtschellera, ze Špinara (1960).



Obr. 61 Schema uspořádání korálitu. 1 - epitheca, pseudotheca, 3 - žebra (costae), 4 - septa, 5 - bazální terč. Podle Duerdena (1902) a Hymanové (1940), ze Špinara (1960).

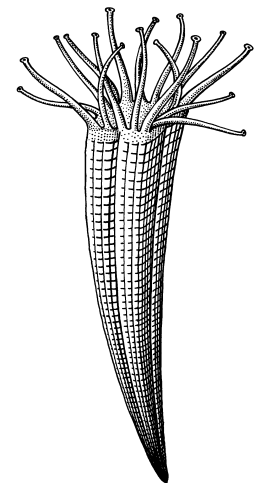


Obr. 62 Schema množování sept během vývoje polyparia na příkladu rugosních korálů. 1 - Stadium s hlavním (K) a protilehlým (C/P) septem. 2 - Stadium s křídlovými septy (A). 3 - Stadium s protilehlými křídlovými septy (A₁). 4 - Stadium všech základních sept, tzv. protosept. 5 - První čtyři současně se objevující metasepta v prostoru mezi hlavními a křídlovými septy a mezi křídlovými septy a protilehlými křídlovými septy. V prostoru mezi protilehlým a protilehlými křídlovými septy nejsou žádná další metasepta. 6 - Vznik dalších metasept, nyní v počtu čtyř. Postupují od protilehlého septa směrem k hlavnímu septu. Po první generaci (I) druhá (II), poté třetí (III), atd. Podle Beurlena a Lichtera (1997).

se označují masivní trsy, kde korality mají mezi sebou přepážky tvořené epitékami; jako **plokoidní** jsou označovány takové, kde epitéka zmizela a sousední korality jsou na sebe napojeny přímo svými septy.

medúza

Medúza má naproti tomu tvar těla v podobě zvonu, jehož svrchní strana (**exumbrella**) je konvexní, spodní strana (**subumbrella**) konkávní. Uprostřed spodní strany těla je ústní otvor, který může být obklopen příústním valem, nazývaným **manubrium**; to může vybíhat v ústní laloky. Pokud jsou tato ramena dlouhá, nazývají se orální ramena. U některých medúz ústní otvor zarůstá, ale je nahrazen drobnými otvůrkami (**ostioly**). Tělo medúzy lze snadno odvodit od těla polypa tak, že tělní osa polypa se zkrátí, tělo se obrátilo spodní částí nahoru, a došlo k mohutnému rozvoji střední vrstvy zvané mesoglea. U polypovců se medúzové stadium nazývá hydromedúza, která se vyznačuje tím, že kromě uvedených struktur má na okraji zvonu ektodermální duplikaturu zvanou plachetka (**vellum**) ovládanou silnou svalovinou, která může prudce zužovat otvor do prostoru subumbrelly. Tím dosahuje hydromedúza značné pohybové rychlosti. U medúz je vyvinuta paprscitá souměrnost, která se projevuje v počtu obústních laloků a dalších tělesných struktur.



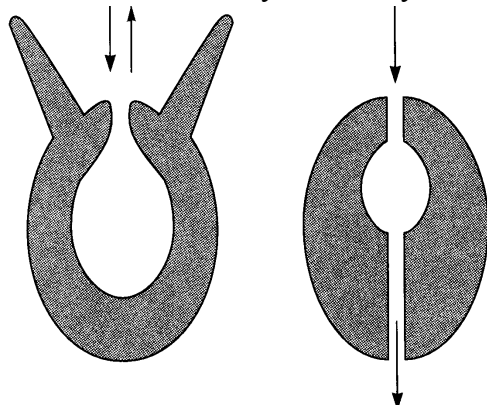
Obr. 63 Rekonstrukce konulárie. Podle Beurlena a Lichtera (1997).

schránka konulárií

Zvláštní skupinou žahavců jsou vymřelé konulárie (Conulata), které žily soliterně a měly vnější kostru podobnou obrácenému štíhlému jehlanu, na průřezu vždy čtvercovitou, tvořenou fosforečnanem vápenatým a chitinem (**chitinofosfatický periderm**). Jehlan byl svým špičatým vrcholem připevněn k podkladu, horní část byla široce otevřená a tento čtverhranný ústní otvor se uzavíral čtyřmi trojúhelníkovitými deskami a byl s největší pravděpodobností obklopen věncem chapadel.

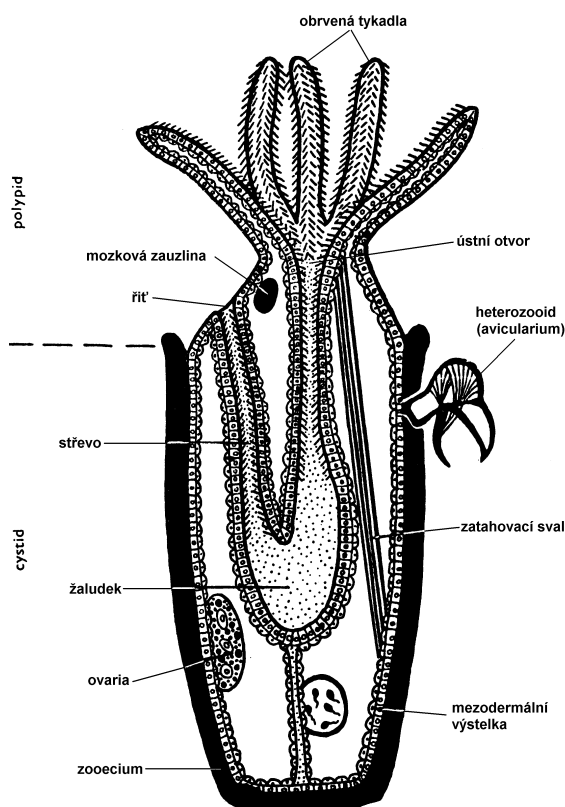
bilaterální symetrie

V souvislosti se vznikem jednosměrného pohybu živočicha se vytvořila bilaterální souměrnost těla, diferencovala se hlavová část, kde došlo ke kumulaci nervové tkáně, a v trávicí soustavě se vytvořil zvláštní otvor vyvrhovací, umístěný na ocasním konci těla. Avšak bilaterální souměrnost může být v některých stádiích ontogeneze potlačena, zejména v souvislosti s návratem k sesilnímu způsobu života.



U některých primitivních typů jednosměrně se pohybujících živočichů (ploštěnci) se však ještě zachoval jediný otvor do trávicí dutiny, který je zároveň také otvorem vyvrhovacím. Vznikly rovněž zcela nové typy opěrné a pohybové soustavy. Tělo bylo zprvu nesegmentované, později se diferencovalo v různý počet článků.

Obr. 64 Změna stavebního plánu těla při přechodu od přisedlého (sesilního) způsobu života (vlevo) k jednosměrnému aktivnímu pohybu (vpravo). Šipky znázorňují přijímání potravy a vyvrhování nestrávených zbytků. Podle Maderové (1996).

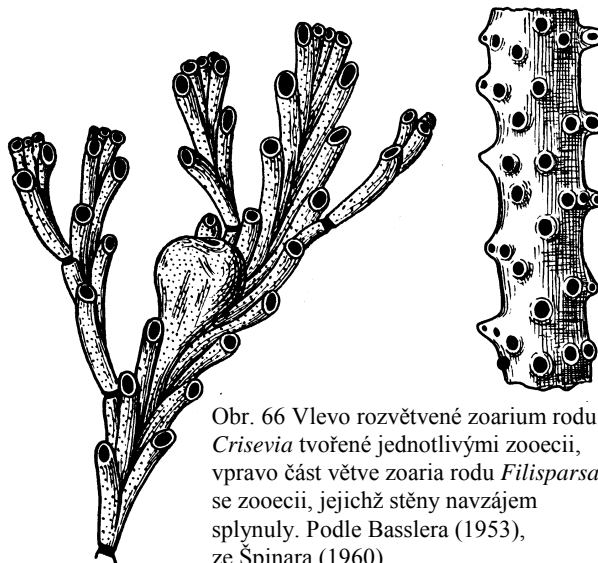


Obr. 65 Schema autozooidu mechovky. Podle Buchsbauma (1948), ze Špinara (1960).

vzhled těla
mechov-
natců

Příkladem toho, jak sekundární návrat k přisedlému způsobu života vyvolal vznik analogických struktur, v tomto případě podobných orgánům láčkovců, jsou mechovnatci (Entoprocta). Jedinci (v případě mechovnatců nazývaní **zooidi**) vytvářejí schránky (**zoecia**) a sdružují se do kolonií. Podobně jako u koloniálních korálnatců jsou zooidi obvykle polymorfní, tzn. specializují se na určité funkce a s tím souvisí i jejich vzhled. Normálně vyvinutý jedinec se nazývá **autozooid**. Ostatní typy jsou od tohoto základního typu odvozené (mají vesměs stavbu těla redukovanou, např. trávicí trubice zcela zakrněla) a nazývají se **heterozooidi**. Zooid má diferencovanou hlavovou část, zvanou **polypid**; hlavová část se člení na horní část, **prosoma**, což je okrsek s ústním otvorem uzavřený v kruhu obrvených a dutých tykadla. Spodní část polypidu se nazývá **mesosoma**, na jehož věncovitém či podkovovitém valu (**lophophor**) vyrůstají zmíněná tykadla. Zadní část těla se nazývá **cystid**. Tato část vylučuje dvouvrstevné chitinové nebo vápnité zoecium. Polypid je při podráždění schopen rychle se do zoecia zatahnout. Heterozooidi specializovaní pro inkubaci a ochranu larev se nazývají **ovicely**,

resp. **ooecia**. Na stěnách zoecií mohou být zvláštní orgány zvané **avicularia**; podobají se ptačí hlavě včetně zobáku, který svými čelistmi může zachytit drobné organismy pohybující se v okolí. Předpokládá se, že to jsou heterozooidi s obrannou funkcí. Zoecia mohou navzájem splývat, takže vytvářejí pevnou kostru mechovkového trsu, zvanou **zoarium**. Uspořádání zoecií v zoariu má význam pro systematiku těchto živočichů. Zoaria tvoří často mohutné trsy, které jsou připevněny k podkladu zesílenou bazální vrstvou (**epithea**, resp. **epizoarium**, **coenelasma**) nebo kořenovitými výběžky. Jestliže ústí zoecií směřují pouze na jednu stranu zoaria, nazývá se takové zoarium **unilaminární**, resp. **uni-foliátní**. Epithea však nemusí připevňovat vrstvu zoecií k podkladu a celá kolonie se sbaluje do podoby trubice, kde epithea tvoří vnitřní povrch a ústí zoecií směřují vně. Tato trubice se může zploštit, takže se protilehlé vnitřní povrchy dotknou a srostou; vznikne tak vnitřní vrstva srostlá z původně dvou samostatných epiték. Nazývá se **mesotheca** a takto vzniklé zoarium se označuje jako **bilaminární**, resp. **bifoliátní**. Tyto základní typy zoarií však mohou být nejrůznějším způsobem modifikovány.

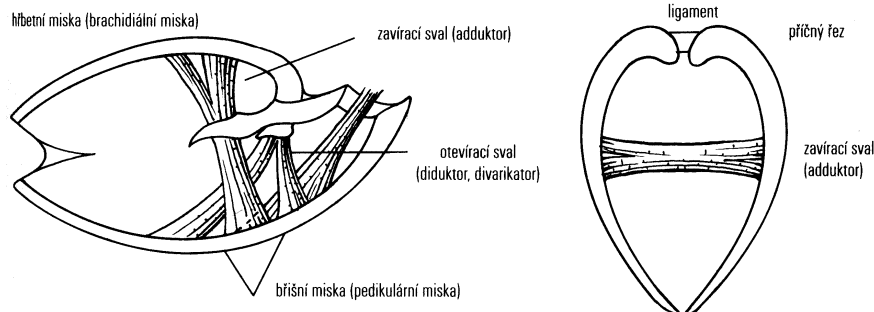


Obr. 66 Vlevo rozvětvené zoarium rodu *Crisevia* tvořené jednotlivými zoeciemi, vpravo část větve zoaria rodu *Filisparsa* se zoeciemi, jejichž stěny navzájem splýnuly. Podle Basslera (1953), ze Špinara (1960).

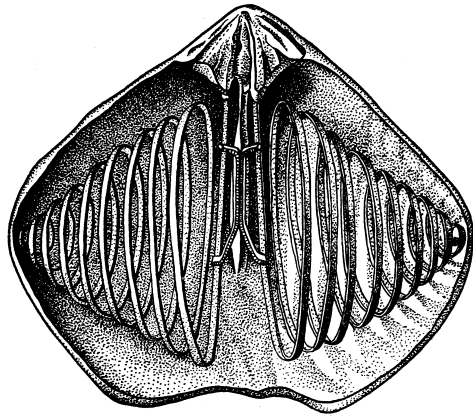
schránka
rameno-
nožců

Ramenonožci (Brachiopoda) mají s mechovnatci řadu shodných rysů, i když při povrchním pozorování se zdají být podobní spíše měkkýšům. Jsou přisedlí, v primárním stavu se k podkladu fixují prodlouženou zadní částí těla, tzv. stvolem (**pediculum**). Tělo obaluje kožní duplikatura zvaná plášť (**pallium**). Vnější povrch

pláště vylučuje schránku tvořenou dvěma miskami: břišní (ventrální, resp. **stvolová**, **pedikulární**, protože v zářezu či otvoru v této misce prochází upevňovací stvol) a hřbetní (dorzální, resp. **cha-padlová**, **brachidiální**, protože uvnitř jsou k vrcholu hřbetní misky upevněna chapadla; viz dále). Misky tedy nejsou stejné (alespoň ve většině případů). Podstatný rozdíl oproti mlžům je v tom, že rovina souměrnosti protíná každou misku svisle a dělí ji tak na



Obr. 67 Rozdíl mezi schránkou ramenonožce (vlevo) a mlže (vpravo). U ramenonožců probíhá rovina souměrnosti přes obě misky a každou dělí na levou a pravou polovinu, u mlžů probíhá mezi miskami. Podle Beurlena a Lichtera (1997).



Obr. 68 Rekonstrukce brachidiálního aparátu ramenonožce rodu *Meristina*. Podle Beechera, ze Špinara (1960).

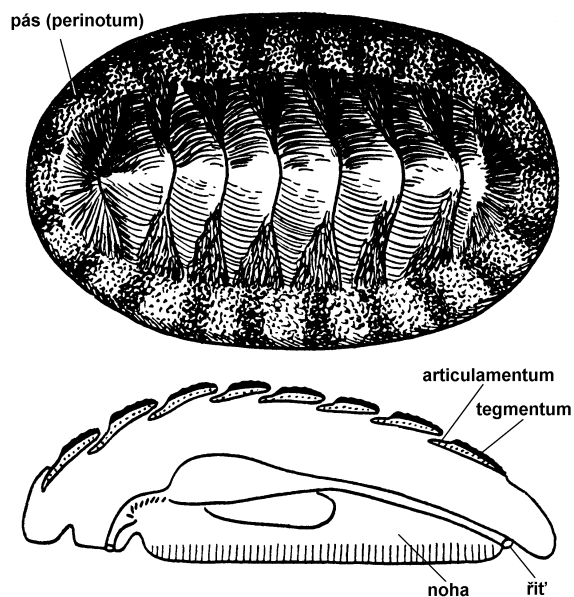
levou a pravou polovinu (zatímco u mlžů jsou obě misky svislou rovinou souměrnosti navzájem oddělené a v důsledku toho zrcadlově stejné). Misky rostou od místa, kde tělo přechází ve stvol směrem dopředu; v důsledku toho je nejstarší část misky (**vrchol**, **umbo**) na jejím zadním okraji, protilehlý okraj je nejmladší a označuje se jako **frontální**. Břišní miska bývá obvykle větší (takže nejvyšší bod vrcholu, tzv. **apex**, vyčnívá nad úroveň vrcholu dorzální misky); mohou však být stejné nebo může být naopak větší dorzální miska. U většiny druhů je břišní miska konvexní, kdežto klenutost hřbetní misky je různá. Jestliže je rovněž konvexní, nazývá se taková schránka **bikonvexní**. Jestliže je plochá, nazýváme schránku **plankonvexní**, a jestliže je konkávní, nazývá se **konkávkonvexní**. Tvar schránky se může během ontogeneze měnit: jestliže je v raném stadiu konkávkonvexní nebo plankonvexní a v dospělosti bikonvexní, nazývá se taková schránka **resupinální**. Při tomto označování je pravidlem, že první část názvu se vztahuje k dorzální misce, druhá k ventrální misce. Dotyková linie obou misek se nazývá vazba (**commissura**), nebo stejně jako u mlžů zámek (**cardo**). Protože misky vznikají na sobě nezávisle, nejsou spojeny žádným ligamentem, který by se podílel na jejich otevírání (jako je tomu u mlžů). Okraje vazby mohou být přímé (vazba **rovná**, resp. **rektimarginální**) nebo různým způsobem zprohýbány, což se považuje za evolučně odvozený stav. Schránky jsou tvořeny chitinem, fosforečnanem vápenatým, uhličitanem vápenatým (kalcitem), případně jejich kombinací. Vápenité schránky se skládají ze tří vrstev: vnější (**periostracum**), tvořené organickou hmotou blízkou chitinu, střední **laminární vrstvy**, ve které jsou laminy uspořádány paralelně s povrchem schránky, a vnitřní vrstvou **prismatickou**, kde mikroskopické hranolky uhličitanu vápenatého jsou uspořádány šikmo k rovině laminární vrstvy. Význam pro systematiku má skutečnost, že některé misky mohou být perforované (**valvae punctatae**), jiné celistvé (**valvae impunctatae**), nebo jen zdánlivě pórovité (**valvae pseudopunctatae**). U původních forem ramenonožců procházel stvol mezi oběma miskami, později vytvářel zářez v břišní misce (**deltarium**), a ten může být posléze zcela izolován do podoby otvoru; sekundárně vytvořená část schránky, která otvor izoluje od jejího okraje, se nazývá **deltarium**. Deltarium může různým způsobem zarůstat a jednotlivé varianty a mezistadia tohoto procesu mají své názvy. U některých forem stvol zanikl, deltarium se uzavřelo, a jejich schránky leží volně na dně nebo jsou přicementovány k podkladu ventrální miskou. Redukce a zánik stvolu se u některých druhů opakuje během ontogeneze, takže u raných stadií se zakládá a mizí až s dosažením dospělosti.

Vnitřní povrch misek nese otisky měkkých částí těla, které se na ně upínají. Jsou to především dvě ramena (**brachia**) stočená do spirály a svaly. Ramena jsou upevněna na vnitřní povrch dorzální misky, na povrchu jsou obrvená, uvnitř dutá (zasahuje sem coelomová dutina) a vyztužená pásem opěrné hmoty zpevněné uhličitánem vápenatým; tato výztuha se nazývá **brachidium**. Na vnitřním povrchu misky se v místě jeho úponu vytvářejí zesílené plošky nebo lišty (obecně nazývané **brachiophory**), případně delší štíhlé výběžky (**crura**). Soubor těchto útvarů vyztužujících brachia se nazývá **brachiální aparát**.

vnitřní
kostra
ramenonožců

Schránka měkkýšů (zvláště mlžů) je na první pohled ramenonožcům dosti podobná, avšak zásadně se liší těmi znaky, které mají svůj původ v základním schématu členění těla. Předně se jedná o rovinu bilaterální symetrie těla, která prochází mezi oběma miskami, v důsledku čehož jsou tyto misky zrcadlově stejné. Tělo lze rozdělit na tři nepříliš zřetelně odlišitelné části: přední **hlavový úsek** (není diferencován u mlžů), ventrální svalnatou **nohu**, a dorzálně umístěný kožní záhyb zvaný **plášť (pallium)**. Plášť se zakládá již v raných stádiích ontogeneze v dorzální části těla v podobě prstence, který se postupně rozšiřuje jako kožní duplikatura na celé tělo. Plášť k tělu nepřirůstá, ale ohraničuje prostor, do kterého čnějí žábry a proto se tento prostor nazývá žaberní dutina. Vnější povrch pláště vylučuje na svých okrajích, ale i po celém těle vápnitou látku, v důsledku čehož se tělo uzavírá do schránky; schránka je tvořena jednou z modifikací uhličitánu vápenatého, buď aragonitem nebo kalcitem. Na povrchu je vrstva organické substance zvané konchiolin, která je blízká chitinu. Schránky různých typů měkkýšů se mohou od sebe značně lišit (tvarem i počtem komponent), ale jednotícím rysem všech měkkýšů je morfologicky uniformní larva (viz kap. Morfologie larev).

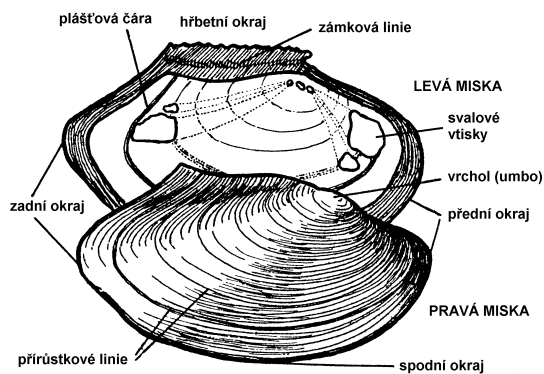
základní
členění
těla
měkkýšů



Obr. 69 Krunýř chroustnatky při pohledu z dorzální strany (hlavová část vlevo), dole mediánní řez tělem. Podle Moora (1952), ze Špinara (1960).

Měkkýši mohou mít schránku tvořenou buď mnoha částmi (např. osmi deskami u chroustnatek), dvěma u mlžů, nebo jednou u plžů a hlavonožců. Schránka chroustnatek se obecně nazývá **krunýř**. Okrajová část desek je překryta pláštěm; tato část se nazývá **pás (perinotum)**. Desky se skládají ze dvou částí: svrchní se nazývá **tegmentum**, je pórézní a tvořena konchiolinem impregnovaným uhličitánem vápenatým; odpovídá periostraku a ostraku mlžů (viz dále). Spodní část je nepórézní, tvořená výlučně uhličitánem vápenatým a nazývá se **articulamentum**; odpovídá hypostraku mlžů. Její svrchní povrch slouží jako kloubní ploška pro spojení se sousedními deskami. Proto se krunýř chroustnatek může v případě potřeby svinout.

schránka
chroustna-
tek



Obr. 70 Základní morfologické struktury vnějšího a vnitřního povrchu schránky mlže. Podle Hatcheka a Coria (1936), ze Špinara (1960).

schránka
mlže

U mlžů roste základ pláště v podobě dvou kožních duplikatur (plášťové laloky) podél boků těla směrem k noze. Z každého plášťového laloku se vylučuje jedna **miska (lastura, resp. chlopeň)** schránky, která se v případě mlžů nazývá **concha**. V dorzální mediánní linii se uhličitán vápenatý nevylučuje a proto jsou misky oddělené. Spojuje je pouze vaz tvořený elastickým konchiolinem. Ventrální okraj misek je volný (plášť sem nedosahuje). Okraj pláště zanechává

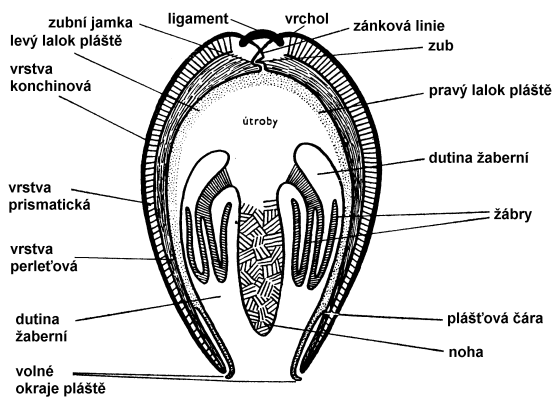
na vnitřním povrchu schránky linii zvanou plášťová čára (**paliátní linie**). Vpředu i vzadu končí ve svalových vtiscích (viz kap. Svalová soustava). V souvislosti s vytvořením sifonu (viz dále) se plášťová linie může ohýbat, čímž vzniká plášťový záhyb (**paliátní sinus**). Podle tohoto znaku rozlišujeme schránky na **integripaliátní** (nemají plášťový záhyb, tedy sifon není vytvořen) a **sinupaliátní** (plášťový záhyb je vytvořen, což znamená, že okraje pláště srostly do podoby sifonu). Misky se zvětšují směrem dolů, dopředu a dozadu. Nejstarší část misky je na její nejvíce prominující části, tzv. **vrcholu (umbo)**. Většinou směřuje poněkud dopředu (**vrchol prosogyrní**), vzácněji dozadu (**vrchol opisthogyrní**). Po obou stranách vrcholu mohou být u některých druhů (např. rodu *Pecten*) ploché rozšíření, tzv. křídla nebo ouška. Toto vše jsou důležité znaky pro orientaci a určování izolovaných schránek. V těchto případech se přední a zadní okraj schránky určuje kombinací několika znaků: (1) ve většině případů (ne však vždy) oba vrcholy směřují dopředu; (2) jestliže při pohledu ze strany rozdělíme schránku pomyslnou kolmicí na dva díly, bývá většinou větší a protáhlejší část vzadu; (3) je-li vytvořen plášťový záhyb, je vždy při zadním okraji; (4) jsou-li vyvinuty dva svalové vtisky, pak větší a zřetelnější je vždy zadní. Jako pravá a levá miska se pak označují misky v pozici, kdy vrcholy směřují nahoru a zadní část misek k pozorovateli, přední od něj (orientace ve směru pohledu pozorovatele).

Stěna misky se skládá ze tří zřetelně vyvinutých vrstev: na povrchu je vrstva **koncholinová (periostracum)**, tvořená konchinem ($C_{30}H_{48}N_9O_{11}$). Pod ní je vrstva **prismatická (ostracum)**, tvořená štíhlými hranoly kalcitu nebo aragonitu, které stojí vůči povrchu schránky kolmo. Nejspodněji je situována vrstva **perleťová (hypostracum)**, tvořená mikroskopickými tabulkovitými krystalky aragonitu, které jsou uspořádány souběžně s povrchem misky a navzájem spojeny konchinem. Perleťový lesk a barvy vznikají lomem světla mezi vrstvičkami lupínků. Tato vrstva se vylučuje i okolo cizorodých předmětů, které se dostaly do kontaktu s pláštěm, čímž vzniká útvar zvaný **perla**.

Za zmínku stojí, že u některých skupin mlžů byl dokázán pohlavní dimorfismus v morfologii schránky a že někdy dochází k druhotné asymetrii misek.

Pro zdokonalení vzájemného spojení misek při zavíracích a otevíracích pohybech schránky se na jejím dorzálním zesíleném okraji vytvořily zuby, které zapadají do jamek v protilehlé misce. Tento systém umožňující ohýbání se nazývá **zámek (cardo)**. Proto se dorzální okraj často označuje jako zámkový. Jestliže je dorzální okraj schránky přímý, tvoří tento okraj osu otáčení a zámkový okraj je v tomto případě bez zubů. Častějším případem však je zámkový okraj ve tvaru oblouku. Zámky se pak liší počtem, uspořádáním, tvarem a velikostí zubů. Zámek **taxodontní** se skládá z velkého počtu malých uniformních zubů, zámek **heterodontní** je charakteristický několika velkými, tzv. **kardinálními zuby** pod vrcholem misky a několika menšími **zuby postranními**. Heterodontní zámek se diferencoval do různých typů. Jestliže je vyvinuto resilium (o vazech viz kap. Svalová soustava), je mezi zámkovými elementy žlábek pro ligament. Zámek, úponové plochy pro ligament (příp. resilium), úponové plochy pro svěrací svaly a průběh plášťové linie jsou důležitými určovacími znaky na vnitřním povrchu schránky. Na vnějším povrchu mají podobně důležitou úlohu různé skulptury, většinou paralelní s okrajem schránky (a tedy i průběhem růstových linií), často však také v podobě žeber radiálně sbíhajících z vrcholu.

Schránka plžů je jednoduchá, obvykle spirálně stočená a nazývá se **ulita**. Až na vzácné výjimky reprezentované fosilními plži není uvnitř rozčleněna přepážkami (čímž se liší od

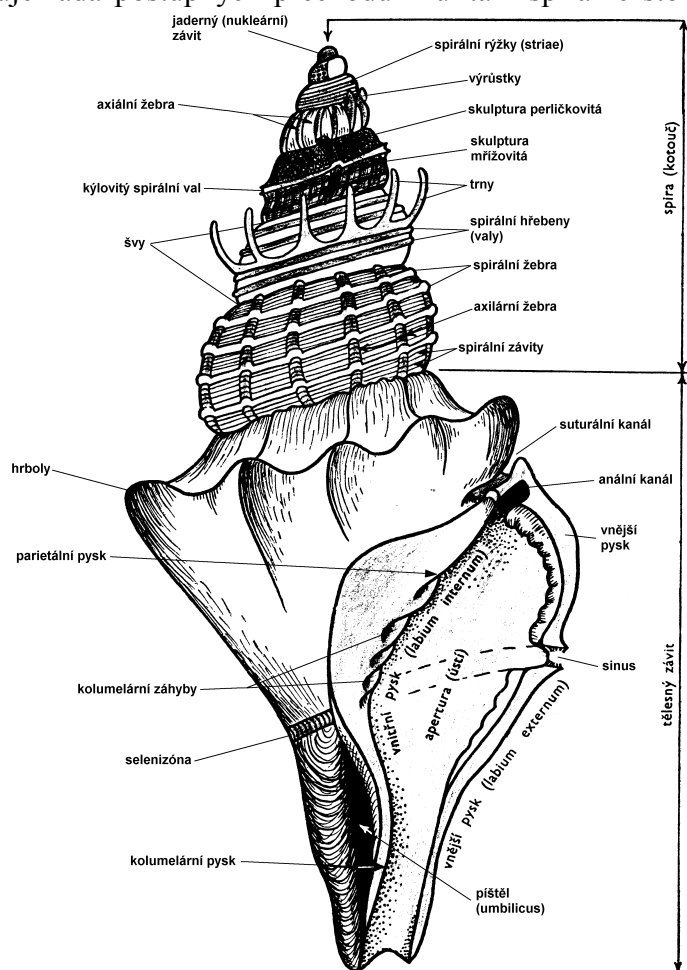


Obr. 71 Příčný řez tělem mlže. Podle Shrocka a Twenhofela (1953), ze Špinara (1960).

typy
zámků

schránka
plžů

schránky hlavonožců; jestliže v těchto vzácných případech má plž schránku rozdělenou do vnitřních komůrek, nejsou tyto komůrky propojeny sifonální trubicí), s vnějším prostředím komunikuje jedním **ústím (apertura)**, které se často uzavírá masivním víčkem (**operculum**). Nejjednodušším typem ulity je nízka, nestočená, široce kuželovitá schránka (např. rod *Patella*, přílipka). Od tohoto výchozího typu existuje řada postupných přechodů k ulitám spirálně stočeným, což patrně odráží proběhlou evoluci. Nejjednodušším případem je pouze nepatrně stočený vrchol, zatímco zbývající část schránky zůstává v podobě kužele. Tento kužel se pak kompletně svinuje do spirály, v jednodušších případech vinuté v jedné rovině (**ulita planispirální**), v pokročilejších vinuté po povrchu imaginárního kužele (**ulita helikoidní**). Jedno kompletní (o 360°) otočení ulity okolo osy vinutí se nazývá **závit**. Závitů mohou být volné (nedotýkají se) nebo se mohou dotýkat jen v úzké linii; nejčastěji však jsou k sobě přirostlé širokou plochou. Srůstovou linií, kterou můžeme pozorovat na povrchu ulity, nazýváme **šev (sutura)**. Závitů jednoduchých planispirálních ulit jsou na příčném řezu obvykle kruhové. U helikoidních ulit jsou však závitů na příčném řezu obvykle poněkud deformovány. Vnější závit obsahuje tělo živočicha a proto se nazývá **tělesný závit**. Soubor ostatních závitů ulity se nazývá **kotouč (spira)**. Tělesný závit může být zvětšen pouze nepatrně a ostatní závitů jsou dobře patrné. Takový typ schránky se nazývá **evolutní**. Jestliže však je tělesný závit vyvinut mohutně a v různém stupni překrývá závitů spiry, jedná se o schránky **involutní**. V laterálním pohledu jsou všechny závitů spiry ohraničeny svrchním švem a spodním švem, tělesný závit pouze svrchním švem. Jestliže se závitů na své vnitřní straně nedotýkají, zůstává podél pomyslné osy vinutí volný protor zvaný **píštěl (umbilicus)**. Tento protor může sahát až k vrcholu spiry (**píštěl pravý**) nebo nepřesahuje výšku tělesného závitů (**píštěl nepravý**). Ulity s pravým píštělem jsou označovány jako perforované (**umbilikátní**). Píštěl se může otevírat na povrch otvorem zvaným **píštělová skulina** nebo být uzavřen vrstvou konchinu impregnovaného aragonitem nebo kalcitem; tomuto uzavěru se říká **kalus**. Ulity bez píštěle se označují jako neperforované (**imperforátní**). V těchto případech se závitů dotýkají a vytvářejí svými vnitřními stěnami osový sloupek zvaný **cívka (columella)**. Důležitým diagnostickým znakem je tvar ústí. Jeho okraj (**obústí**, resp. **peristom**) lze rozdělit na část přiléhající ke sloupku nebo píštěli (**vnitřní pysk**, resp. **labium internum**) a na volný okraj vnější strany tělesného závitů (**vnější pysk**, resp. **labium externum** nebo **labrum**). Obrys předposledního závitů často porušuje souvislost zakřivení vnitřního pysku a vyděluje z něj část zvanou **parietální pysk**. V tomto případě se zbývající část vnitřního pysku nazývá **kolumelární pysk**. Tam, kde plášť živočicha vyčníval z ústí (zvláště v oblasti vnitřního pysku, ale někdy i na vnějším pysku), může vnitřní

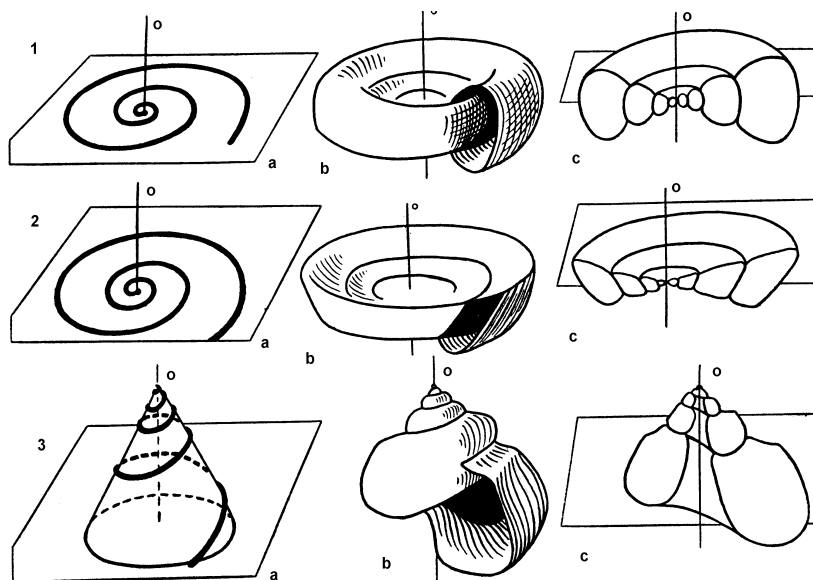


Obr. 72 Různé morfologické znaky na schématu pravotočivé schránky plže. Podle Shrocka a Twenhofela (1953), ze Špinara (1960).

aragonitová vrstva ulity zasahovat až na vnější stranu obústí. Na vnějším pysku bývá často vytvořen nápadný záhyb (**sinus**), který slouží pro vysunování análního sifonu nebo přímo pro odstraňování exkrementů. Protože růst ulity se v těchto místech opoždí oproti přírůstkům na okraji obústí, zachovává se stopa po sinu ve stěně závitů jako žlábek či pásek vzniklý postupným zatmelováním hmotou odlišné struktury než mají ostatní části schránky. Tento pásek se nazývá **selenizóna**.

Ulity se mohou dělit rovněž podle poměru průměru schránky a výšky schránky. Jestliže se průměr zvětšuje rovnoměrně s přibývajícím výškou, vzniká pravidelný kužel s přímými boky. Zvětšuje-li se však průměr rychleji než výška, jsou boky kužele konkávní a ulita se v těchto případech nazývá **extrakónická**. Jestliže naopak se růst schránky s přibývajícím závitů postupně zpomaluje, jsou boky kužele konvexní a ulita se nazývá **konoidální**. Růst do šířky se může postupně zcela zastavit a tak vzniká ulita **pupovitá** nebo dokonce **válcovitá**. Celkový tvar ulity je závislý na velikosti a průměru závitů, což vytváří velké množství nejrůznějších forem, označovaných speciálními názvy. Stejně tak je tomu v případě tvaru ústí. Příklady dalších morfologických tvarů rozlišovaných na ulitě jsou uvedeny na obr. 72.

struktura
ulity



Obr. 73 Typy vinutí ulit. 1a-c: planispirální ulita, u níž střední linie závitů dělí ulitu na dvě symetrické poloviny. 2a-c: pseudospirální ulita, u níž střední linie dělí ulity na dvě asymetrické části. 3a-c: helikoidní ulita, u níž střední linie závitů je točena podle stěn kužele. Podle Moorea (1952), ze Špinara (1960).

světla v této vrstvě způsobuje perleťový lesk. Bylo již řečeno, že tam, kde plášť zasahuje přes obústí, je hypostrakum vyvinuto i na vnější straně ulity.

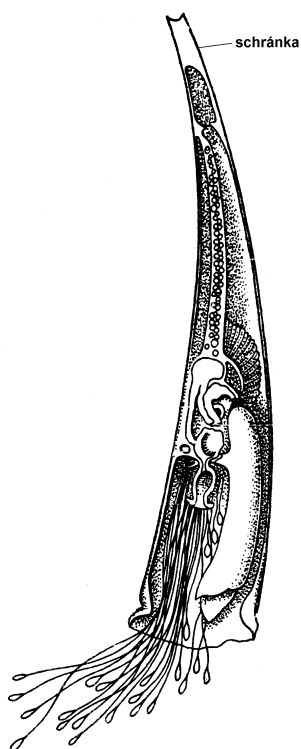
orientace
ulity

Při popisu se ulita musí orientovat do standardní pozice. Nejprve orientujeme ulitu vrcholem nahoru, poté ji otáčíme okolo svislé osy tak, aby ústí směřovalo proti pozorovateli. Je-li ústí po pravé straně svislé osy, ulita je pravotočivá (**dextrální**), je-li po levé straně, je levotočivá (**sinistrální**).

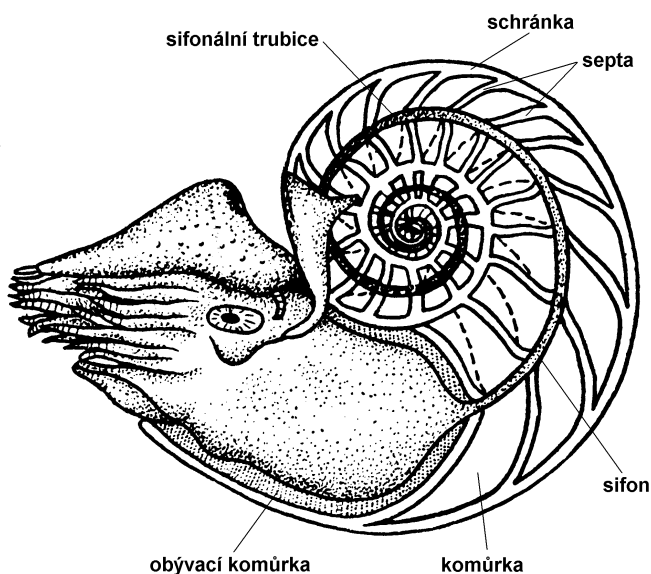
schránka
kelnatek

Za strukturální přechod mezi mlži a plži lze považovat kelnatky (Scaphiopoda), což se odráží i ve stavbě jejich schránek. Jsou totiž vylučovány párem plášťových laloků, které rostou z dorzální části těla podél boků směrem dolů. Na rozdíl od mlžů však na ventrální straně srůstají a vytvářejí tak trubici, která je vpředu i vzadu otevřená. Ve shodě s tím je formována i schránka v podobě rourky (max. zjištěná velikost 25 cm) otevřená na obou koncích. Tím se odlišuje od ulit plžů. Od schránek hlavonožců se odlišuje tím, že vnitřek není členěn příčnými přepážkami. Od rourky přisedlých červů se odlišuje tím, že je složena ze tří vrstev, tak jako u ostatních měkkýšů, zatímco rourky červů jsou složeny pouze ze dvou vrstev.

Ulita většiny plžů je složena ze tří vrstev: (1) vnější vrstva (**periostracum**) je tvořena látkou chemicky velmi blízkou konchiolinu mlžů. Někdy je periostracum vícevrstevné a může na povrchu vylučovat odolnou kutikulu. (2) Střední vrstva (**ostracum**) vytváří tzv. palisádovou strukturu z vápenitých hranolů orientovaných kolmo k povrchu ulity. (3) Vnitřní vrstva (**hypostracum**) má lamelární strukturu, v níž jsou jednotlivé krystalky aragonitu uspořádány rovnoběžně s vnitřním povrchem schránky. Krystalky jsou navzájem spojeny organickou hmotou a rozklad



Obr. 74 Vztah schránky a těla u kelnatky rodu *Dentalium*. Podle Grobbera, z Langa a kol. (1971).



Obr. 75 Řez schránkou loděnkovitého hlavonožce, znázorňující vnitřní strukturu schránky a pozici živočicha v ní. Ze Špinara (1960).

Schránka přílipkoců (Monoplacophora) je na první pohled podobná některým plžům (přilipky; odtud název přílipkocvi), na rozdíl od nich je však u nich zachována původní bilaterální symetrie. Tato symetrie je doložena svalovými vtisky na vnitřním okraji schránky, neprojevuje se však na celkovém kruhovitém tvaru schránky, protože ta je vylučována celistvým plášťovým lalokem, rostoucím stejnoměrně z dorzální strany dolů (čímž vytváří obdobu deštníku).

Schránka hlavonožců (Cephalopoda) je značně variabilní a poměrně složité stavby, představuje však modifikace jednoho základního výchozího schematu. Základní tvar je jako u plžů štíhlý dutý kužel, který na volném okraji přirůstá. Avšak zatímco u plžů se plášťový vak během růstu červovitě prodlužuje a vyplňuje tak celou ulitu, u hlavonožců zůstává tělo kompaktní a až na tenký vazivový provazec s cévami se posunuje v neustále rostoucí schránce stále dopředu do nově přirostlých úseků. Postupně opouštěné prostory schránky jsou oddělovány příčnými přepážkami (**septy**), v důsledku čehož vznikají ve schránce komůrky. Septa se vytvářejí v pravidelných vzdálenostech od sebe. Schránka je tudíž tvořena úsekem s komůrkami, který se nazývá **fragmokon**, a koncovou komůrkou uzavírající tělo živočicha, tzv. **tělesnou** či **obývací komůrkou**. Linie, kterými se na povrchu schránky manifestují septa se nazývají švy; jsou velmi důležitým určovacím znakem, zejména v případě fosilních taxonů. Avšak i u hlavonožců je zadní konec těla pevně

přichycen v počáteční komůrce (**protoconcha**). Toto spojení se zachovává během celého života a s postupným posouváním živočicha dopředu se prodlužuje od zadního konce těla vazivový pruh s cévami, který se označuje jako **sifonální provazec** neboli **sifon**. Táhne se skrze všechny komůrky schránky až do obývací komůrky a následkem toho jsou všechna septa perforována otvorem. Stěny septa však přecházejí na povrch sifonálního provazce a vytvářejí tak **sifonální trubici**, která se někdy zachovává i ve schránkách odumřelých živočichů. Díky sifonálnímu provazci jsou i opuštěné komůrky zahrnuty do látkového oběhu, který spočívá v tom, že čerstvě opuštěná komůrka je vyplněna tekutinou, která se později vstřebá a je nahrazena plynem. Plynem vyplněné komůrky fungují jako hydrostatický orgán. Živočich se proto může ve vodě volně vznášet.

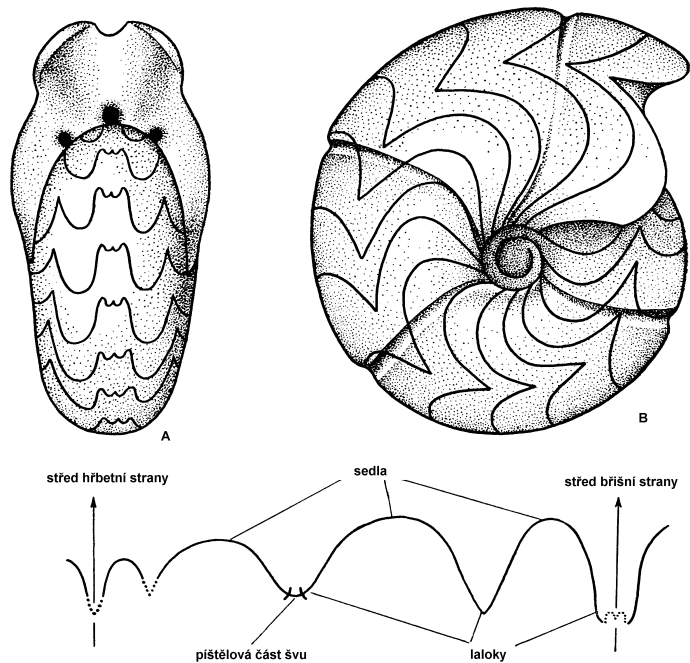
Schránky hlavonožců mohou být přímé nebo v různém stupni planispirálně stočené. Nejjednodušším tvarem schránky je přímý kužel; nazývá se **orthocerakonní**. Schránky tvaru mírně prohnutého kužele se nazývají **cyrtocerakonní**. Volně vinuté schránky (u nichž se závití vzájemně nedotýkají) se nazývají **gyrocerakonní**. Schránka se závití v dotyku podél jednoduché linie se nazývá **tarfyocerakonní**. Jestliže jsou závití vinuty těsněji a v důsledku toho jsou na

schránka
hlavonožců

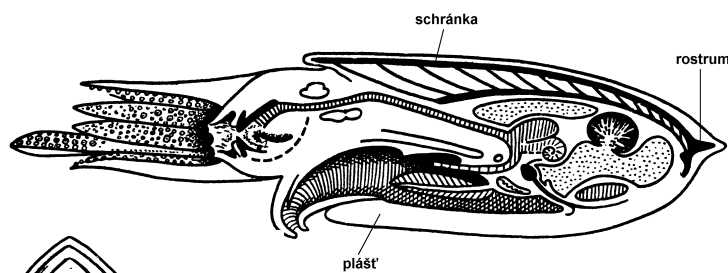
příčném řezu deformované, nazývá se taková schránka **konvolutní**. Planispirální stáčení dosáhlo svého maxima u schránky, jejíž poslední závit překryl všechny předcházející tak, že nejsou viditelné. Takové schránky nazýváme **involutní**. Helikoidní schránky jsou u hlavonožců výjimkou. Souvisí to se způsobem pohybu.

Schránky stočené do spirály se orientují tak, že se otočí ústím proti pozorovateli. Závity jsou v místě dotyku s předcházejícím závitem mírně vmačknuté dovnitř. Tato vmačklá část na-značuje dorzální stranu, pravidelně klenutá stranu ventrální; takto utvářené schránky se nazývají **exogastrické**. Schránky orthocerakonní mají břišní stranu naznačenou výkrojem pro nálevku (**hyponomický sinus**). U schránek cyrtocerakonních je však hřbetní část schránky vypuklá, břišní vmačklá. Tento typ se označuje jako schránka **endogastrická**.

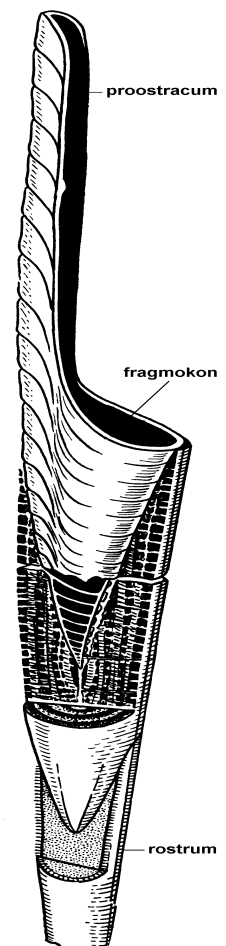
U některých skupin hlavonožců mohou být schránky silně redukovány, což lze dokumentovat na belemnitech nebo sépiích. U belemnitů je fragmokon silně zkrácen a rozdělen hustými septy na komůrky. Fragmokon obklopuje zvápenaté **rostrum** kónického či trubcovitého tvaru; jeho vnitřní dutina se nazývá **alveola**. Obývací komůrka je redukována do podoby oválné, jazykovité, zvápenaté destičky, zvané **proostrakum**. Tato destička tvořila vnitřní výztuhu těla belemnita. Morfologii vnitřní schránky sépie lze od schránky belemnita odvodit (viz obr. 80).



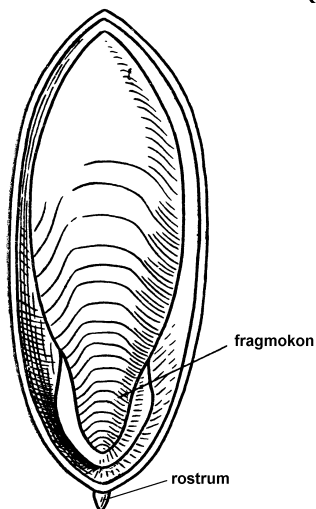
Obr. 76 A - Schránka amonita při pohledu z ventrální strany, B - laterální pohled. Dole schema švu rozvinutého do plochy s označením nejdůležitějších znaků. Podle různých autorů, ze Špinara (1960).



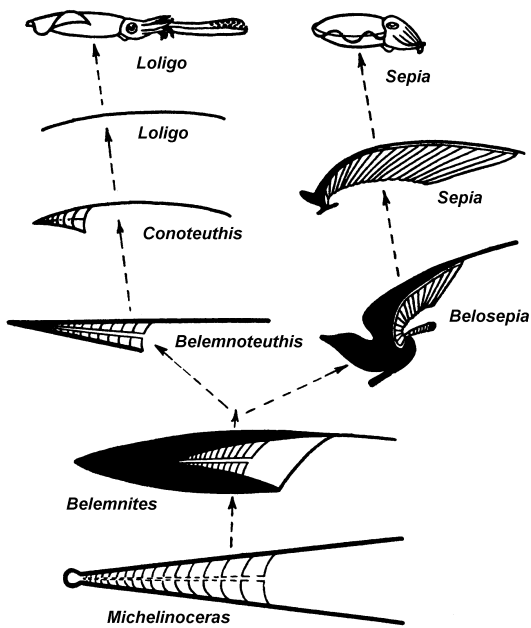
Obr. 77 Anatomické schéma hlavonožce (sépie) s rudimentární schránkou uloženou uvnitř těla (tzv. sépiová kost). Podle Špinara (1960).



Obr. 78 Schránka belemnita; některé části odpreparovány. Podle Fischera (1952), ze Špinara (1960).



Obr. 79 Morfologie schránky sépie z ventrální strany. Podle Fischera (1952), ze Špinara (1960).

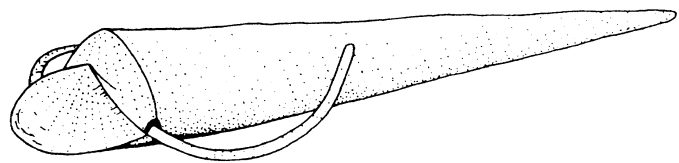


Obr. 80 Mechanismus redukce schránky hlavonožců. Výsledkem jsou rudimentární vnitřní schránky olihně a sépie. Rodová jména dokumentují mezistadia. Podle Shrocka a Twenhofela, ze Špinara (1960).

V souvislosti se schránkami hlavonožců je nutné se zmínit o schránce samice rodu *Argonauta* (Dibranchia), která vylučuje velkou, planispirálně vinutou, bohatě žebrovanou a ostře kýlnatou schránku bez příhrádek, kterou užívá k ochraně vajíček. Ačkoliv se tato schránka nápadně podobá schránkám některých amonitů, není s pravými schránkami hlavonožců homologická.

Zvláštní typ schránky měli vymřelí hyoliti; poněkud se podobala schránce belemnitů, na spodní straně však byla plochá a v přední části jazykovitě protažená. Uzavírala se víčkem. U ústí se někdy zachovaly obloukovité přívěsky, které mohly sloužit jako podpůrné útvary žaber nebo ramen.

schránka
hyolitů



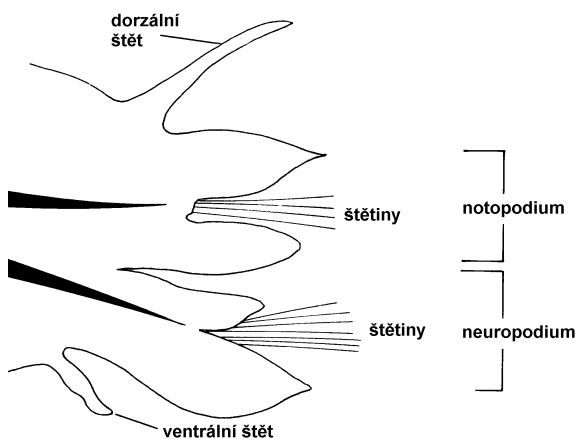
Obr. 81 Rekonstrukce hyolita. Podle Marka, z Peka a kol. (1996).

Mezi skupinami, které si podržely primitivní znaky jsou pásnice (Nemertini), které mají ještě nečlánkované tělo, i když jeho střední a zadní část náznačky segmentace nese, nebo hlísti (segmentace pouze v zadní části těla). Jejich tělo (např. u vírníků) může být kryt kutikula tvořená deskami a pokrytá ostny. Kutikula hlavatců (Priapulidea) je derivátem ektodermu a čas od času je svlékána. Pozici hranice mezi ektodermem a entodermem naznačuje skutečnost, že je odvrhována i kutikulární výstelka jícnu a terminální části trávicí trubice. Protože se většinou jedná o paraziti-tické formy, nevytvořila se žádná vnitřní výztuha těla. Jen u některých ploštěnců je tělní stěna vyztužena drobnými vápnitými destičkami a jehlicemi; u většiny je však tvar těla udržován tur-gorem mesenchymálních buněk.

tvar
a výztuha
těla
ploštěnců

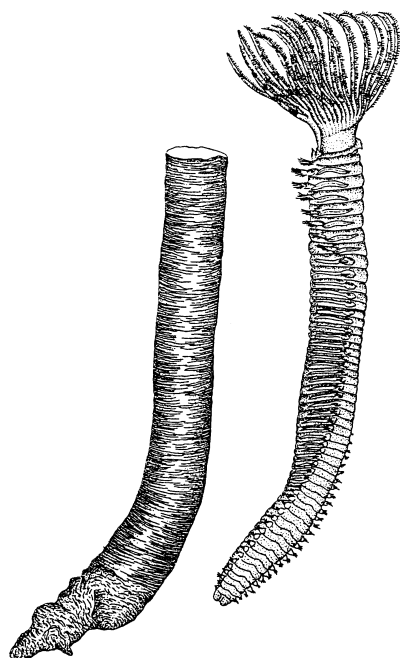
Výrazná segmentace těla se vytvořila u kroužkovců (Annelida). Hlavu tvoří dva oddíly, **prostomium** a **peristomium** (v peristomiu je umístěn ústní otvor), na konci těla je úsek zvaný **pygidium**. Tyto tři terminální úseky se nepovažují za pravé články (**segmenty**, resp. **somity**, **metamery**). Na prostomiu jsou často vyvinuty přívěsky nazývané **makadla** (**palpae**) a **tykadla** (**antennae**), na peristomiu v blízkosti ústního otvoru **cirri**. Především u sedentárních kroužkovců mohou být peristomiální tykadla uspořádána v kruhu okolo ústního otvoru a mohou se větvit; nazývají se **radioli**. Jednotlivé větvičky na těchto tykadlech se nazývají **pinnulae**. Pravá segmentace (**metamerie**) se na povrchu těla projevuje v podobě příčných konstrikcí zvaných **kroužky** (**annuli**), které zabíhají dovnitř těla jako **přepážky** (**septa**, resp. **disepimenta**). Články mohou být v souvislosti s funkcí, kterou zastávají uniformní (**segmentace homonomní**) nebo morfologicky rozlišené (**segmentace heteronomní**). Články mohou být spojeny do různých

tvar těla
kroužkovců



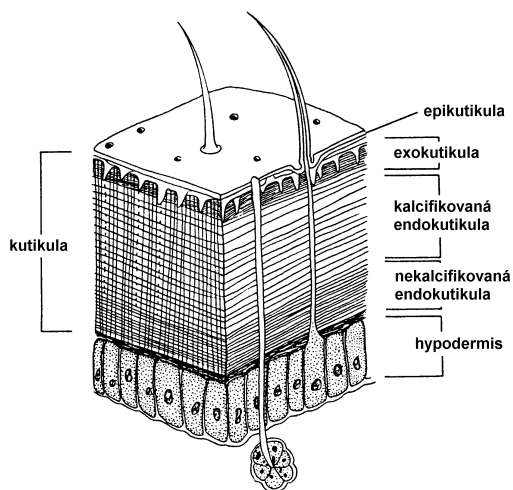
Obr. 82 Schema parapodia kroužkovce. Podle Meglitsche (1972), z Brusca a Brusca (1990).

Články mohou být spojeny do různých

tělo
členovců

Obr. 83 Sedentární kroužkovec *Eudistylia* a jeho trubicovitá schránka (vlevo). Podle Brusca a Brusca (1978).

hypodermis), která vylučuje chitinózní **kutikulu**. Povrchová část kutikuly se skládá z několika vrstev a označuje se jako **epikutikula**. Epikutikula na svém povrchu vylučuje ochrannou vrstvičku lipoproteinů; tato vrstvička se nazývá **cementová vrstva**. Pod ní může být vyvinuta další ochranná vrstvička epikutikuly, zvaná **vosková vrstva** (dobře vyvinutá např. u hmyzu a pavoukocvů). Spodní vrstva epikutikuly se označuje jako **kutikulinová vrstva** a i ta se skládá ze dvou dobře odlišitelných vrstviček: vnější kompaktnější a vnitřní řídkší. Pod epikutikulou je poměrně silná vrstva označovaná jako **prokutikula**. Lze v ní pravidelně odlišit



Obr. 84 Průřez kutikulou korýše. Prokutikula zahrnuje exokutikulu a endokutikulu. Podle Dennella, z Brusca a Brusca (1990).

končetina
členovců

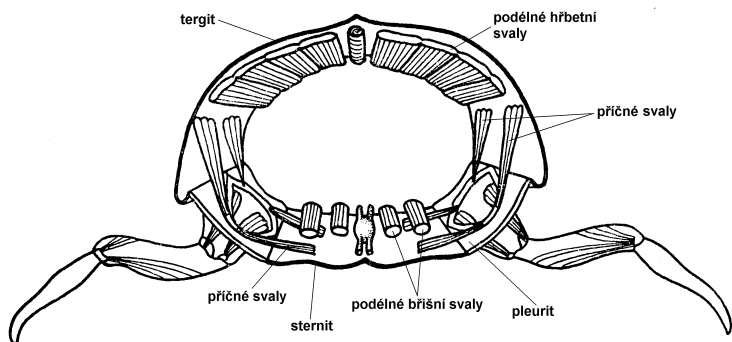
dvě vrstvy: vnější zvanou **exokutikula** a vnitřní **endokutikula**. Svlékání probíhá tak, že mezi hypodermis a prokutikulou je vylučována tzv. **exuviální tekutina**; nová kutikula se začíná tvořit předtím, než živočich odvrhne starou. Kutikula může **sklerotizovat**, tzn. že původně elastická chitinózní vrstva (např. u larev hmyzu) se tvrdnutím organické substance zpevňuje. Vedle toho však může **mineralizovat**, tzn. je postupně inkrustována uhličitánem vápenatým. Každý článek těla byl původně tvořen celistvým chitinovým prstencem. U většiny členovců se však tento prstenec rozpadl na části, obecně zvané **sklerity**. Dorzální část se nazývá **tergum**, resp. **tergít**, ventrální část **sternum**, resp. **sternit**; obě části spojuje elastická a zřasená chitinózní blanka zvaná **pleura**, resp. **pleurit**. Místa, kde se na vnitřním povrchu sternitů upínají svaly se nazývají **apodemy**.

Každý článek původně nesl pár článkovaných končetinových přívěsků; jednotlivé články se obecně nazývají **podity**. Tyto končetinové přívěsky mohou být dvojitěvětvené nebo jednoduché. Jestliže jsou podity štíhlé a dlouhé, nazývá se taková končetina obecně **stenopodium**. Jestliže jsou naopak listovitě rozšířeny, nazývá se **phyllopodium**. Každá končetina se v původní, nespécializované podobě (např. u trilobitů nebo v hrubých rysech i u korýšů) člení na bazál-

celků (např. **clitellum**, které slouží při reprodukci). Každý článek nese pár nečlánkovaných přívěsků zvaných **parapodia** s chomáčky štětín (**setae**). Parapodia jsou v původním stavu tvořena dorzální větví zvanou **notopodium** a ventrální větví zvanou **neuropodium**. Mohou však být nejrůznějším způsobem modifikována, takže slouží nejen k lokomoci, ale i k dýchání, ochraně, fixaci živočicha, získávání potravy apod.

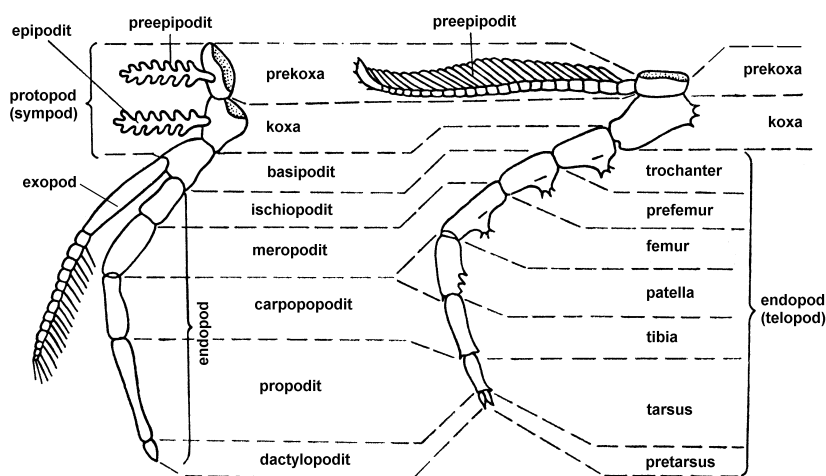
Tělní metamerie je vytvořena i u členovců, na rozdíl od kroužkocvů jsou však somity různým způsobem tvarově rozlišeny (**heteronomní metamerie**) a na povrchu těla je pevný kryt (**tegument**). Protože se na jeho vnitřní povrch upínají svaly, má současně funkci vnější kostry. Rozdíl oproti kroužkocvům je i v tom, že segmentován je pouze povrch těla (tělní dutina je celistvá), a článkovány jsou i končetiny (odtud název Arthropoda). Tělo se podélně rozlišilo na specializované úseky obecně zvané **tegmata**; konkrétně se jedná o hlavu, hrud' a zadeček. Některá tegmata mohou navzájem splývat, např. hlava a hrud' v hlavohrud' (**cephalothorax**). Krunýř se periodicky svléká (**ekdysis**); odvržený krunýř se nazývá **exuvie**.

Povrch těla členovců kryje epidermis (u členovců zvaná



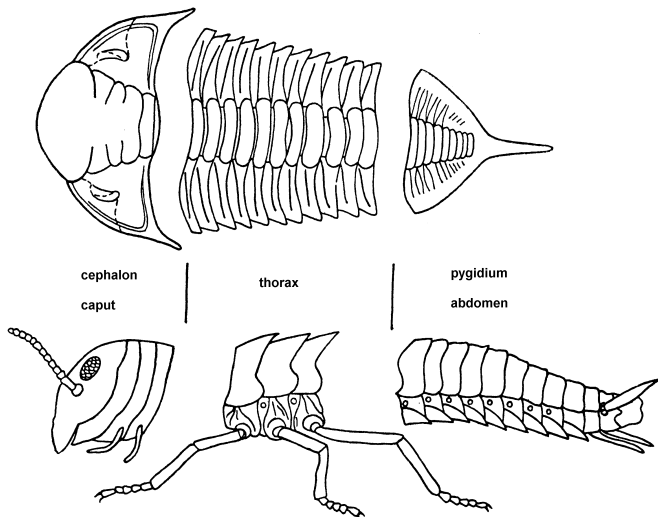
Obr. 85 Schema vnější kostry a pohybové soustavy článku členovce. Podle Snodgrasse, ze Špinara (1960).

další orgány (např. žábry). Protopod primitivních členovců zahrnoval i **prekoxu**, ze které vyrůstala další větev, **preepipodit**. Endopodit (u trilobitů nazývaný **telopod**) se člení (v proximálně-distálním směru) na



Obr. 86 Názvoslovní končetin členovců. Vlevo končetina korýše, vpravo trilobita. Podle Störmera (1939), z Beklemischeva (1958).

podélně člení na tři části, zvané **hlavový štít (cephalon)**, segmentovanou **hrud' (thorax)** a **ocasní štít (pygidium)**. Na tři lalokovité části (odtud název Trilobita) se člení i na příčném řezu: střední se nazývá **osa**, resp. **vřeteno (rhachis, resp. axiální lalok)**, postranní (na hrudi) se nazývají **pleurální laloky** a skládají se z jednotlivých **pleur**. Pleurální laloky kryly končetiny. Hlavový štít je většinou na obrysu polokruhovitý. V pokračování osy je hlavový štít výrazně klenutý. Tato klenutá část je od ploché okrajové části oddělena rýhou a nazývá se **glabella**; je většinou rozdělena příčnými rýhami na několik částí. Ploché okrajové části se nazývají **líce** a jsou rozděleny jemnou rýhou zvanou **lící šev** na **pevné líce** (směrem ke glabele) a **volné líce** (při okrajích hlavového štítu). Lící šev může probíhat k zadnímu okraji hlavového štítu (**šev opisthopární**), nebo k laterálnímu kraji (**šev propární**), nebo může běžet do rohu,

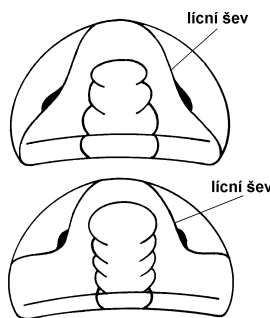


Obr. 87 Základní části těla členovců. Podle Snodgrasse, z Obenbergera (1952).

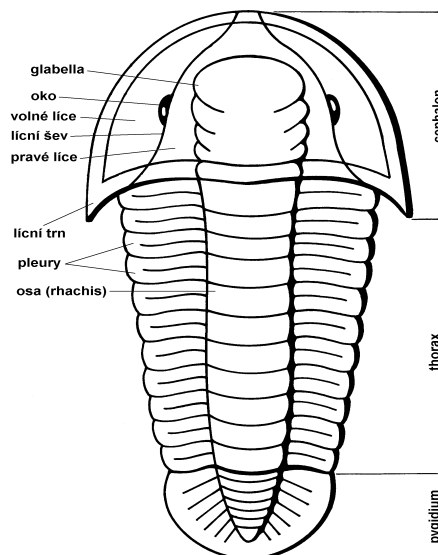
ní kmen (**protopod, resp. sympod**), který je oběma větvím společný. Protopod je tvořen dvěma podity: proximálním, zvaným **koxa (koxopodit)** a distálním, zvaným **báze (basipodit)**. K bázi se pojí dvě větve, z nichž mediální se nazývá **endopod** a laterální **exopod**. V některých případech (např. u korýšů) je nad exopoditem ještě další větev, tzv. **epipodit**, který se kloube na koxu a může být přeměněn na různé analogické části končetiny trilobita se nazývají **trochanter, prefemur, femur, patella, tibia, tarsus a pretarsus**. Končetiny prvních čtyř článků mají bazální články protopoditů přeměněny ve žvýkací plošky (**gnathidy**), obklopující ústní otvor.

Krunýř trilobitů se po

kde se zadní okraj stýká s laterálním (šev gonatopární). Jestliže lícní šev na svrchní straně štítu není vyvinut (většinou u slepých trilobitů, kde nejsou vyvinuty oči), lze jej sledovat jen na ventrální straně štítu; takový šev se nazývá **hypopární**. Jestliže je zmíněný posterolaterální roh protažen, označuje se tento výběžek jako **lícní trn**. Na spodní straně hlavového štítu jsou jednoduchá, nerozvětvená **tykadla (antennae)** a 3-4 páry končetinových přívěsků, které jsou ještě značně podobné hrudním končetinám a nejsou přeměněny v ústní orgány. Hruď je tvořena proměnlivým počtem pleur. Pygidium je většinou na obrysu polokruhovitě a skládá se rovněž z různého počtu článků. Končetiny na pygidiu jsou podobné hrudním, liší se pouze velikostí.



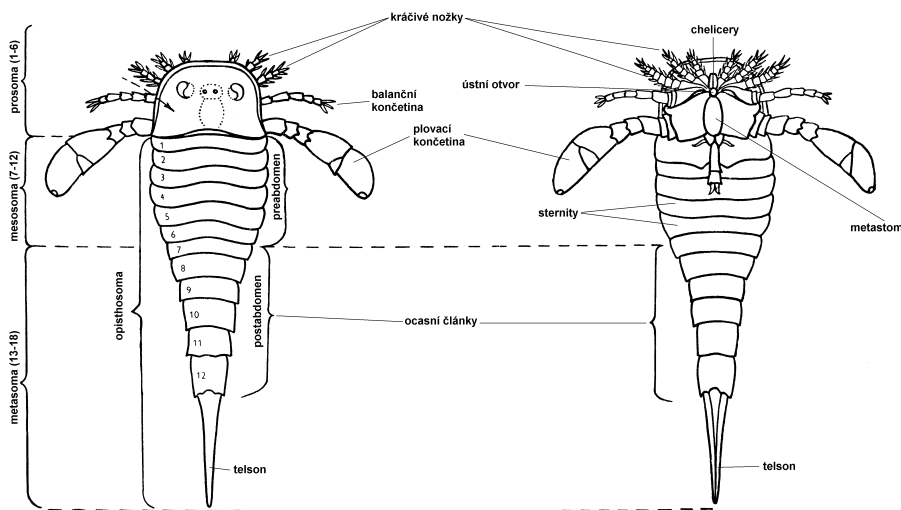
Obr. 88 Dva typy lícních švů trilobitů: gonatopární (nahore), propární (dole). Podle Beurlena a Lichtera (1996).



Obr. 89 Základní části krunýře trilobita. Podle Beurlena a Lichtera (1996)

členění těla a uspořádání končetin klepítkačů

Hlava a hruď mohly srůst v jediný celek zvaný obecně hlavohruď (u klepítkačů **prosoma**); zadeček se u nich nazývá **opisthosoma**; u různorepů může být ještě členěno na přední oddíl zvaný **mesosoma** a zadní štíhlý oddíl zvaný **metasoma**. Prosoma vzniklo splnutím předního nečlánkovaného **akronu** (resp. **protostomia**; nom. **protostomium**) a za ním následujících šesti článků, z nichž každý nese pár přívěsků. Z dorzální strany je většinou kryto jediným souvislým štítem (**carapax**). Zmíněných šest párů končetin je uspořádáno tak, že první pár (druhotně posunutý před ústní otvor) se změnil na **klepítka (chelicery)**, druhý pár na **makadla (pedipalpy)**, a ostatní čtyři páry jsou vyvinuty jako kráčivé nožky, které však u některých starobylých klepítkačů sloužily rovněž k přijímání potravy. Někdy se stal součástí ústního ústrojí také první



Obr. 90 Schema členění těla primitivního klepítkače (na příkladu zástupce různorepů, Eurypterida). Podle Clarka a Ruedemanna (1912), ze Špinara (1960).

pár abdominálních končetin (např. u ostrorepů je redukován pouze na koxy, zvané v tomto případě **chilaria**). Před ústním otvorem je nepárová destička zvaná **epistom**, za ním rovněž nepárový **endostom**. Po stranách jsou umístěny proximální podity (koxopodity) párových končetin. Endostom může být z větší části kryt nepárovým oválným štítkem zvaným **metastom**. Opisthosoma původně zahrnovalo dvanáct článků, z nichž každý byl uzavřen pevnou kostrou skládající se z dorzálního **tergítu** a ventrálního **sternitu**. U pavoukoců je první článek zadečku modifikován ve **stopku (pedicel)**, která spojuje prosoma a opisthosoma. Na poslední segment vzadu navazoval ocasní hrot (**telson**), který může mít podobu trnu nebo horizontální destičky. U primitivních klepítkačů nesly články zadečku ještě původní končetiny, ty však byly v dalším vývoji redukovány, případně zcela zmizely (u pavoukoců). Mohly být také modifikovány, nejčastěji na dý-

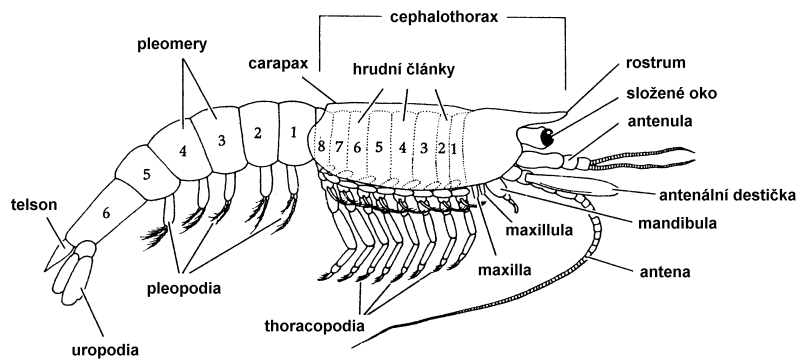
chací orgány. Velikost těla dosahovala až 3 m, takže do této skupiny patří největší známí členovci (např. fosilní rod *Pterygotus* ze skupiny různorepi, Eurypterida).

Korýši (Crustacea) mají základní stavební schéma krunýře oproti původímu stavu jen mírně pozměněné.

Hlava (cephalon) se skládá z akronu a za ním následujících pěti článků; většinou splynula s hrudí v **hlavohrud'** (**cephalothorax**, resp. **pereion**). Články hlavohrudí

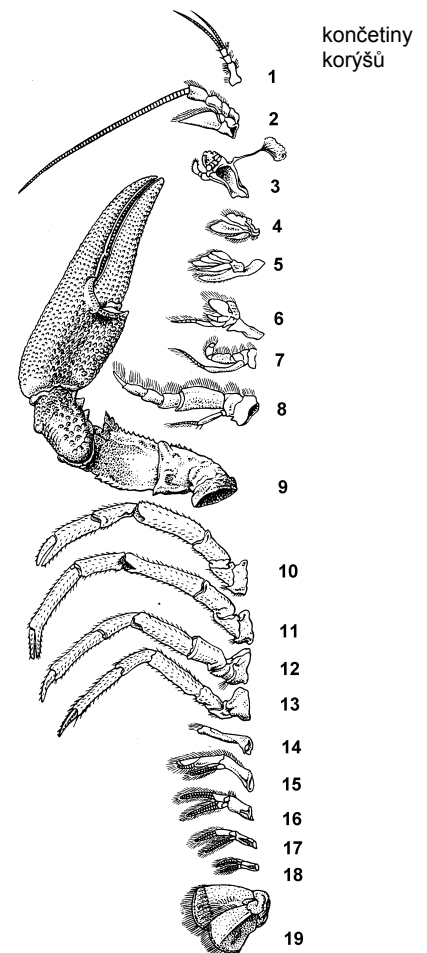
(původní počet 8) se někdy označují jako **pereionity**. **Zadeček** (složený ze šesti, výjimečně sedmi článků) se nazývá **pleon**, články **pleonity**, resp. **pleomery**. Poslední článek se nazývá **telson**. Hlavohrudní štít někdy vyběhá směrem dopředu ve špici, která se nazývá **rostrum**. Hranice mezi hlavou a hrudí je na krunýři často vyznačena tzv. **cervikální rýhou**. Od ní směrem dozadu směřují dvě paralelní sagitální rýhy (**suturae branchiocardiales**), které vymezují část štítu přirostlou k tělu. Boky krunýře jsou volné a vzniká pod nimi dutina, v níž jsou umístěny žábry. Tyto boční stěny krunýře se nazývají **branchiostegity**.

Všechny články s výjimkou prvního, kde jsou umístěny oči a posledního (telson), který je zcela bez přívěsků, nesou končetiny nebo orgány, které z nich vznikly. Hrudní končetiny jsou označovány jako **pereiopody**, končetiny na zadečku jako **pleopody**. Na hlavě se první pár přeměnil na **tykadélka (antennulae)**, která jsou jednoduchá (tedy jednovětvná), avšak někdy (např. u raka) zakončená dvěma bičíky, které představují rudimenty původního endopodu a exopodu. Všechny další končetiny jsou dvojitěvětvné, stavěné podle schematu na obr. 86 vlevo. Druhý tělní článek za akronem nese pár **tykadel (antennae)**, která mají endopod v podobě dlouhého bičíku, kdežto exopod v podobě čepelovité destičky. Třetí článek nese **kusadla (mandibulae)**, která mají silně chitizované zoubky. Končetiny čtvrtého článku se přeměnily v **první pár čelistí (maxillulae, resp. maxillae 1. páru)**, končetiny pátého článku na **druhý pár čelistí (maxillae 2. páru)**. Kráčivé nožky (pereiopody) se skládají z protopodu a endopodu, postrádají exopod. Jestliže se distální články těchto končetin přeměnily v klepeta, jsou tyto končetiny označovány jako **chelipedy**. Mohutná klepeta u raka vznikají tím, že nepohyblivý předposlední článek (**propodit**) přerůstá svým výběžkem poslední pohyblivý článek (**dactylopodit**). Pleopody jsou na pěti člancích zadečku, jejich první a částečně i druhý pár je u samců přizpůsoben kopulaci. Šestý článek zadečku má končetiny značně pozměněné do podoby plotének (**uropody**); vnější ploténka reprezentuje exopod, vnitřní endopod. Spolu s podobně rozšířeným telsonem tvoří ocasní ploutvičku.

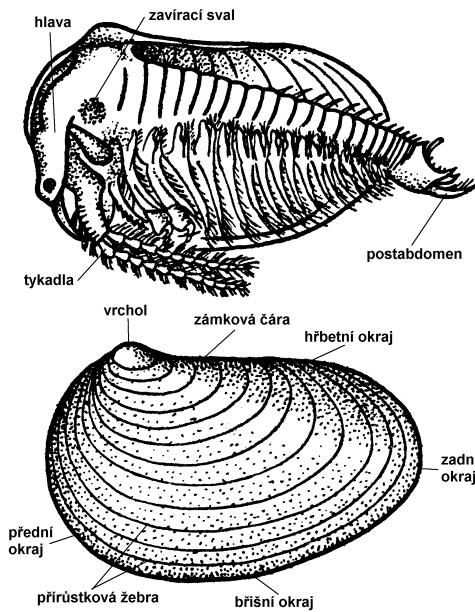


Obr. 91 Základní stavební plán krunýře korýšů s končetinami a jejich deriváty. Podle Brusca a Brusca (1990).

morfologie
krunýře
korýšů

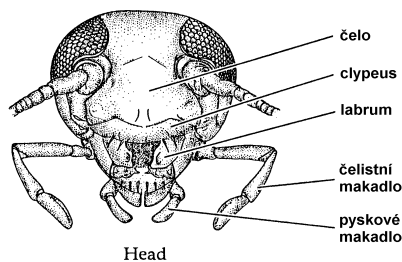
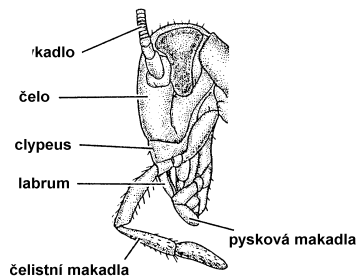


Obr. 92 Modifikace končetin korýšů, na příkladu raka říčního. 1 - antennula, 2 - antenna, 3 - mandibula, 4 - maxilla 1. páru, 5 - maxilla 2. páru, 6-8 - čelistní nožky, 9-13 - pereiopody, 14-18 - pleopody, 19 - uropody. Podle Kremančického a Ivanova, z Langa a kol. (1971).

schránka
škeblovek
a
lasturnatekkutikula
hmyzu

Obr. 93 Vnější vzhled schránky škeblovek a uložení živočicha ve schránce. Podle Novožilova, ze Špinara (1960).

není pravým článkem, a různým počtem splynulých článků. Čelní sklerit na hlavě (**clypeus**) vybíhá do podoby destičkovitého výběžku zvaného **horní pysk (labrum, resp. epistom)**. U dospělců je hlava vždy oddělena od hrudi. Hrud' je tvořena třemi články, které se nazývají **předohrud' (prothorax), středohrud' (mesothorax) a zadohrud' (metathorax)**. Všechny hrudní články se radiálně člení na čtyři části, z nichž každá je složena z jednoho či více skleritů. Dorzální část se nazývá **notum (pl. nota)**, ventrální **sternum** (ve většině případů se skládá z jediného elementu zvaného **sternit**) a oba laterální se označují jako **pleurity**. V názvech těchto částí je možné zahrnout označení článku, ke kterému každá z těchto radiálních částí patří. Proto lze označit notum na prothoraxu jako **pronotum**, pleurity na mesothoraxu jako **mesopleurity** apod. Pronotum je většinou tvořeno jediným skleritem, mesonotum a metanotum třemi. Zadeček je ve většině případů tvořen jedenácti články (které však mohou mezi sebou splývat), přičemž poslední článek je často rudimentární. Každý článek zadečku je tvořen dorzálním tergitem a ventrálním sternitem, avšak pleurity jsou silně redukovány nebo zcela chybějí.

končetiny
a jejich
deriváty
u hmyzu

Obr. 94 Nejdůležitější hlavové přívěsky u hmyzu. Hlava v čelním (nahore) a laterálním (dole) pohledu. Podle Brusca a Brusca (1990).

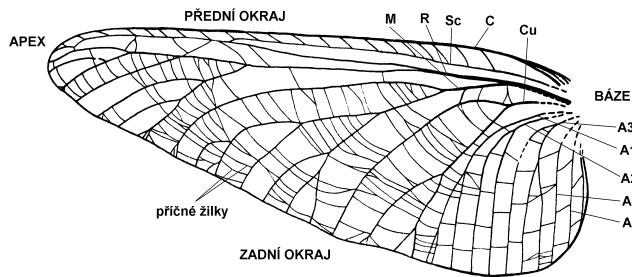
Někteří koryši (škeblovky, Conchostraca) vylučují chitinózní schránku, která se morfologicky podobá dvouchlopňové schránce mlžů. Liší se však chemickým složením (chitin, který jen slabě inkrustovaný uhlíčanem vápenatým) a strukturou (není tvořena třemi vrstvami, jak je tomu v případě mlžů). Na každé misce lze rozlišit vrchol, přední okraj (vrchol je umístěn zde a také sem směřuje hlava), zadní okraj, hřbetní (zámkový) okraj a břišní okraj; na povrchu je skulptura tvořená koncentrickými přírůstkovými žebry. Podobná je schránka skořepatců (Ostracoda); u těchto koryšů je však segmentace těla silně potlačena a antény zmožutněly a přeměnily se (podobně jako např. u perlooček a škeblovek) v pohybový orgán.

Vnější kostra hmyzu je členěna v závislosti na segmentaci těla v oddíly, které jsou mnohdy označovány speciálními názvy. Stejně tak byly vytvořeny zvláštní termíny označující končetiny a jejich deriváty. Základní členění zahrnuje **hlavu (caput), hrud' (thorax) a zadeček (abdomen)**. Hlava je tvořena akronem, který však není pravým článkem, a různým počtem splynulých článků. Čelní sklerit na hlavě (**clypeus**) vybíhá do podoby destičkovitého výběžku zvaného **horní pysk (labrum, resp. epistom)**. U dospělců je hlava vždy oddělena od hrudi. Hrud' je tvořena třemi články, které se nazývají **předohrud' (prothorax), středohrud' (mesothorax) a zadohrud' (metathorax)**. Všechny hrudní články se radiálně člení na čtyři části, z nichž každá je složena z jednoho či více skleritů. Dorzální část se nazývá **notum (pl. nota)**, ventrální **sternum** (ve většině případů se skládá z jediného elementu zvaného **sternit**) a oba laterální se označují jako **pleurity**. V názvech těchto částí je možné zahrnout označení článku, ke kterému každá z těchto radiálních částí patří. Proto lze označit notum na prothoraxu jako **pronotum**, pleurity na mesothoraxu jako **mesopleurity** apod. Pronotum je většinou tvořeno jediným skleritem, mesonotum a metanotum třemi. Zadeček je ve většině případů tvořen jedenácti články (které však mohou mezi sebou splývat), přičemž poslední článek je často rudimentární. Každý článek zadečku je tvořen dorzálním tergitem a ventrálním sternitem, avšak pleurity jsou silně redukovány nebo zcela chybějí.

První článek na hlavě (navazující na akron) nese pár **tykadel (antennae)**. Na druhém článku byly končetiny zcela redukovány. Třetí článek nese pár **kusadel svrchního páru (mandibulae)**, čtvrtý pár **kusadel spodního páru (maxillae, resp. maxillulae)**. Pátý článek se označuje jako **spodní pysk (labium)**; jsou to srostlé maxily druhého páru. Každá maxila byla původně členěna na bazální článek (**cardo**), na nějž nasedal druhý článek (**stipes**); na vnější stranu stipes nasedalo **čelistní makadlo (palpus maxillaris)**, na vnitřní stranu dva přívěsky, zvané **lacinia** a **galea**. Labium je složeno z nepárového **postmenta** a **prementa**; prementum nese **pyskové makadla (palpi labiales)** a na vnitřní straně obdobné přívěsky jako maxila (zde nazývané **glossa** a **paraglossa**). Každý článek thoraxu nese pár kráčivých končetin, které jsou

jednovětvené a jsou tvořeny proximální **koxou**, na niž navazuje **trochanter**, **femur**, **tibia**, **tarsus** a terminální **pulvillus**, většinou opatřený drápkou. Na zadečku se končetiny redukovaly, ale jejich rudimenty se mohou dočasně objevit v rané ontogenezi (u embryí nebo některých vývojových stadií). Na posledním abdominálním článku jsou často vyvinuty štěty mající smyslovou funkci.

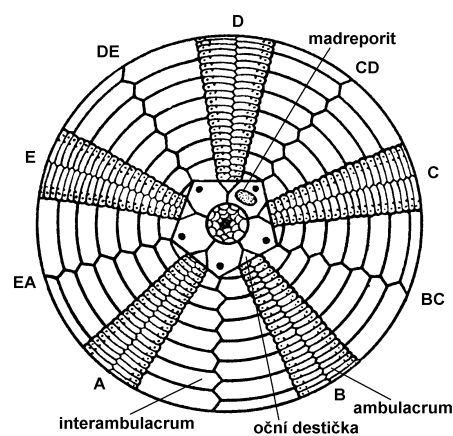
Křídla vznikla jako duplikatura tělní stěny na mesothoraxu a metathoraxu (proto se tato část hrudi souborně označuje jako **pterothorax**). V důsledku tohoto zdvojení tělní stěny se křídla skládají ze dvou kutikulárních membrán, přičemž horní vznikla z tergitu, spodní z pleuritu. Obě blány jsou spojeny chitinózními trámečky a probíhají mezi nimi **žilky** (**venae**; souborně se nazývají **žilnatina**, resp. **nervatura**) obsahující tracheální větve, nervy a cévy. Žilnatina je velmi důležitým taxonomickým znakem. Na křídle lze rozlišit bázi, přední a zadní okraj, a vrchol



Obr. 95 Křídlo primitivního hmyzu s označením hlavních žilek. Podle Kukulové (1958), zjednodušeno.

posterior, MP; cubitus posterior, CuP). Análních žilek je zpravidla více a tvoří společně **vějíř** (**vannus**). Přední pár křídel se mohl redukovat do podoby ochranných **krovek** (**elytrae**) u brouků, **krytek** (**tegmina**) u rovnokřídlých, **polokrovek** (**hemielytrae**) u ploščic, nebo **kyvadélek** (**halterae**) u dvoukřídlých.

Tělo ostnokožců (Echidodermata) je u recentních zástupců v dospělosti většinou pětipaprsčitě souměrné* (výjimkou jsou sumýši, kde byla pětipaprsčitá souměrnost druhotně porušena), není segmentováno a není ani diferencována hlavová část. Lze rozlišit pouze **ústní**, resp.



Obr. 96 Schema aborální části pravé ježovky s označením ambulakrálních a interambulakrálních polí. Podle Shrocka a Twenhofela, ze Špinara (1960).

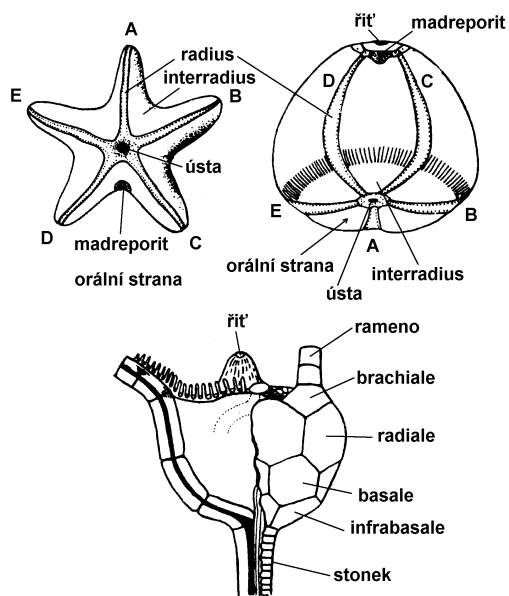
orální konec (kde je umístěn ústní otvor) a **aborální** konec (kde je umístěn řitní otvor). Povrch těla je kryt vrstvou povrchového epithelu zvaného **pokožka** (**epidermis**). Kostra ostnokožců vzniká z mesodermu (na rozdíl od ostatních bezobratlých, kde vzniká z ektodermu) a je tvořena polygonálními vápnitými destičkami, které jsou spolu pohyblivě nebo pevně spojeny (u sumýšů jsou zcela izolované). Každá destička vzniká apozičním růstem původně jediného jehlicovitého krystalu kalcitu, který se později spojuje s podobnými sousedními krystaly a vytváří složitou strukturu nazývanou **mřížovina**, resp. **stereom**; volné prostory uvnitř vápnité mřížoviny vyplňuje síťovina organického původu (**stroma**), rovněž původem z mesodermu; tvoří ji soubuní (syncytium), probíhající kontinuálně celou tělní stěnou (stereom je naproti tomu diskontinuitní, tedy přerušovaný v místech švů mezi destičkami). Destičky

* I když popis larválních stadií ostnokožců bude uveden dále je nutné v zájmu porozumění vzniku pětipaprsčité souměrnosti dospělců poznamenat již zde, že larvy se pohybují volně a proto jsou bilaterálně symetrické. Během metamorfózy se larva přichycuje svým hlavovým koncem k podkladu a poté se položí na pravý bok. Tělo dospělce se vytváří převážně z její levé poloviny a pravá polovina z větší části zaniká. Rovněž ústní otvor se zakládá na původním levém boku larvy. Přední konec těla dospělého ostnokožce tedy neodpovídá hlavovému konci (a následkem toho ani pravá a levá strana dospělých ostnokožců neodpovídá takto označovaným částem) těla larvy.

křídla
hmyzu

kostra
ostnokožců

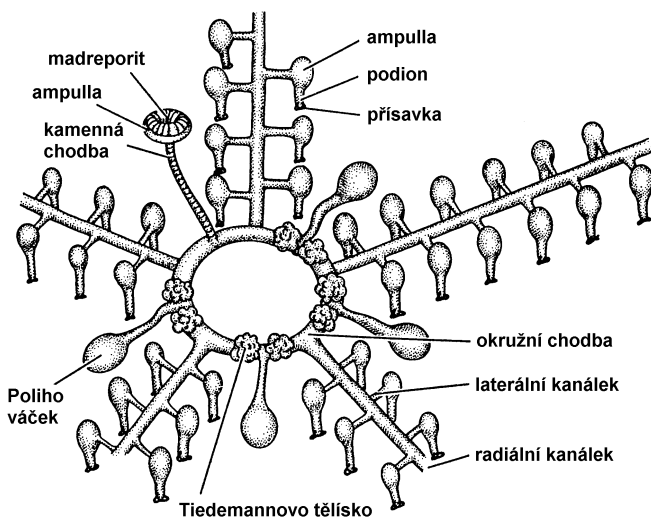
mohou zůstat v původním stavu nebo navzájem splývat. K jejich vnějšímu povrchu se většinou klouby ostny (odtud název kmene) nebo je jejich povrch alespoň různým způsobem skulpturován. Pokud je zachována původní paprscitá souměrnost, leží ústa v geometrickém středu; od nich se rozbíhají paprscitě **pruhy**, resp. **paprsky**. Jestliže pruhy probíhají v hlavních rovinách souměrnosti, nazývají se **hlavní paprsky**, resp. **radia**. Prostory ležící mezi těmito pruhy nazýváme **vedlejší paprsky**, resp. **interradia**. Polohu hlavních a vedlejších paprsků zjistíme podle polohy tzv. madreporové destičky (viz dále), která vždy leží v interradiu na dorzální straně živočicha. Proti tomuto interradiu leží radius A. Ostatní radia označujeme v protisměru hodinových ručiček písmeny B-E. Interradia označujeme dvěma písmeny podle radií, mezi nimiž leží (tedy AB, BC, CD, DE, EA). Z toho je patrné, že madreporová destička je vždy na interradiu CD (radia C a D se souborně označují jako **bivium**, radia A, B, E jako **trivium**). Protože radia na kostře odpovídají pruhy, kterým se na povrch vysunují panožky (viz dále), označují se hlavní paprsky také jako **ambu-lakra** (z lat. ambulacrum = procházka mezi stromy, alej) a interradia jako **inter-ambulakra**. Tento popis se vzta-huje převážně na ježovky, avšak přisedlé lilijice se od nich liší jen tím, že jsou k podkladu přichyceny často velmi dlouhým, pohyblivým, z mnoha článků se skládajícím **stonkem (columna)**. Články mají uprostřed **axiální kanálek**, kterým prochází svalový pruh a nervový provazec. Články mohou být různé velikosti: větší se nazývají **nodalia**, menší **internodalia**. Na vrcholu stonku (který může být velmi dlouhý, až 21 m) je **kalich (theca)**, který obsahuje měkké části těla. Z horního okraje kalicha vybíhá pět pohyblivých a většinou rozvětvených **ramen (brachia)**. V prostorách mezi bázemi ramen vybíhá okraj kalicha směrem do středu v tzv. **střechu kalicha (tegmen)**, uprostřed níž je ústní otvor a extracentricky (v interradiu) otvor anální. **Stěny kalicha** jsou tvořeny pětičetnými prstenci destiček, které spolu vzájemně alternují. Nejvýše položený zahrnuje pět **radialií**, k nimž se klouby článkovaná ramena. Pod prstencem radialií leží bazální prstenec, tvořený pěti interradiálně umístěnými **bazálními destičkami (basalia)**.



Obr. 97 Základní morfologické typy ostnokožců. Vlevo nahoře hvězdička, pohled na orální stranu, vpravo nahoře pravidelná ježovka, ventrolaterální pohled, dole lilijice. A-D: hlavní paprsky. Ze Špinara (1960).

ambulakrální soustava ostnokožců

Zvláštní orgánovou soustavou ostnokožců je **ambulakrální soustava**, což je systém vodních cév vytvořený přeměnou coelomu (tzv. **hydrocoel**). Vzniká, podobně jako kostra ostnokožců, z mesodermu. Na systém vodních cév jsou napojeny **panožky (podia, sing. podion)**, což jsou výběžky tělní stěny (na konci mohou mít přísavky), které se vychlipují navenek skrze otvory v ambulakrálních destičkách. Do panožek vstupují terminální větvičky ambulakrálního systému. Celek tedy funguje jako hydraulický mechanismus, kde se v důsledku změny tlaku vysunují či zasunují panožky. S vnějším prostředím komunikuje přes jemně perfo-

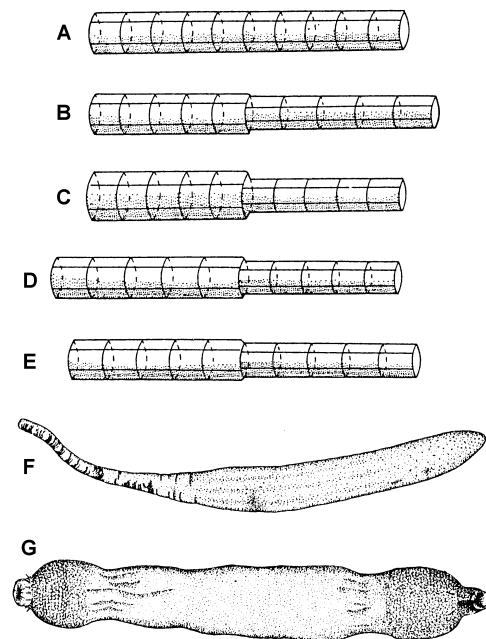


Obr. 98 Schema ambulakrálního systému hvězdičky. Podle Barnese (1980), z Brusca a Brusca (1990).

rovanou destičku (**madreporová destička**, resp. **madreporit**), umístěnou na aborální straně těla v interradiu CD. Na svém vnitřním povrchu má madreporit depresi, jejíž výplň se nazývá **ampulla**; v tomto místě je napojena na další části původně celistvého coelomu (např. na cévní systém, pseudohemální soustavu). Odtud pokračuje ambulakrální systém tzv. **kamennou chodbou** (nazývanou tak proto, že její stěna je zpevněna destičkami z uhličitánu vápenatého) směrem k orální části těla. Zde se napojuje na tzv. **okružní kanálek** (resp. **obústní okružní chodbu**). Z tohoto obústního prstence vybíhá pět **radiálních kanálků** (resp. **ambulakrálních chodeb**), které končí slepě pod tzv. oční destičkou. Po stranách ambulakrálních chodeb vybíhají větvičky (**laterální kanálky**), které svou terminální částí zabíhají do podíí; nahoře se rozšiřují do podoby drobné kontraktilní **ampuly**, která ční do coelomu. Hlavní úloha této zvláštní soustavy je lokomoce, avšak okružní kanálek navíc vybíhá v interradiích do tzv. **Poliho váčků**, které patrně slouží k regulaci vnitřního tlaku v ambulakrálním systému. Na stejných místech jsou umístěna tzv. **Tiedemannova tělíska**, která ústí do okružního kanálku, ale jejichž funkce je doposud nejasná.

Ambulakrální soustavu ostnokožců nelze považovat za nějakou formu kapalinové výztuhy těla (**hydrostatického skeletu**, resp. **hydroskeletu**), která se vyskytuje u živočichů bez pevné vnitřní či vnější kostry, i když se z ní patrně vyvinula. Různé formy hydroskeletu jsou totiž v řadě případů (ne vždy) pouze přeměněnými coelomovými dutinami, stejně jako ambulakrální soustava. Podstata hydroskeletu spočívá v tom, že kapalina je nestlačitelná a je schopna zaujímat jakýkoliv tvar. Tlak vyvíjený např. svalovou kontrakcí na kapalinu uzavřenou v nějaké dutině umožňuje, že kapalina přenáší tento tlak rovnoměrně na všechny stěny této dutiny, ať jsou jakkoliv tvarované. Hydroskelet svojí schopností přenášet tlak tedy působí jako antagonist svalů, které jsou schopny pouze kontrakcí. Z toho vyplývá, že obecné strukturální schema hydrostatického skeletu zahrnuje jak svaly (především svěrače a adduktory; viz kap. Svalová soustava), tak i dutinu vyplněnou kapalinou. Příkladem hydroskeletu může být např. velké a nečleněné coelomové dutiny červovitých živočichů ze skupiny Sipunculida nebo Echiurida, tedy živočichů, kteří žijí v substrátu na mořském dně. Jiným příkladem je gastrovaskulární soustava žahavců. Z toho vyplývá, že funkci hydroskeletu mají i soustavy, určené primárně ke zcela odlišné funkci.

hydroskelet



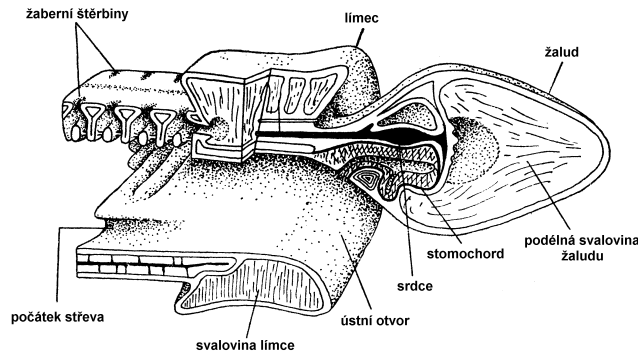
Protože hydroskelet je soustava svalů a dutin v měkkém těle bez pevné výztuhy, může být tato soustava používána také k přemístování z místa na místo, tedy k lokomoci. Soustava totiž může reagovat dosti různorodým způsobem na to, která její část se smrští (viz obr. 99). Navíc je-li otvor mezi dutinou a vnějším prostředím opatřen svěračem, lze kontrakcemi dutiny za současného uvolnění svěrače vypuzovat tekutinu a tím vzbuzovat reaktivní pohyb (např. medúzy).

hydroskelet jako pohybový orgán

Hydroskelet v podobě velkých coelomových dutin existuje jako výztuha těla rovněž u žaludovců (Enteropneusta). Zde je však navíc orgán zvaný žalud (proboscis), který je u žaludovců používán k rytí v mořském bahně, vyztužen zvláštní vychlipkou dorzální stěny trávicí trubice. Ačkoliv embryonální původ tohoto útvaru je podobný jako u struny hřbetní strunatců a rovněž histologická stavba je podobná, v detailech se od ní liší (např. počtem a uspořádáním kolagenních pochev), není

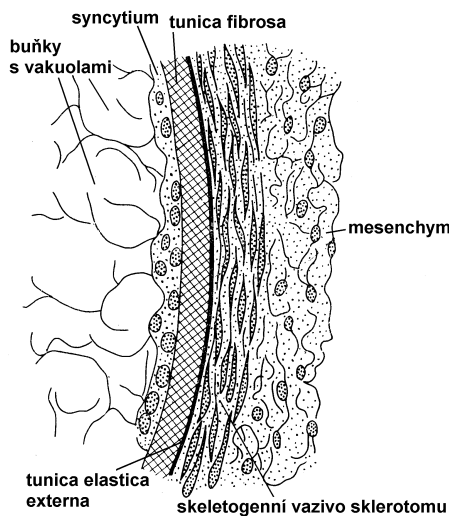
stomochord

Obr. 99 Schema znázorňující funkce tubicovitého hydroskeletu kontrakcemi svěračů v pravé polovině trubice. Svěrače probíhající ve stěnách kolmo k podélné ose trubice, podélné svaly probíhají paralelně s osou trubice a ovlivňují tak její délku). A - výchozí stav. B - kontrakce svěračů způsobila prodloužení kontrahované části. C - kontrakce svěračů způsobila zvětšení nekontrahované části. D - kontrakce svěračů způsobila prodloužení nekontrahované části. E - kontrakce svěračů na pravé straně způsobila prodloužení obou částí. Příklady živočichů, jejichž tělo vyztučuje hydroskelet a je zároveň jejich hlavní pohybovou soustavou: F - *Phascolosoma* (Sipunculida), G - *Urechis* (Echiurida). Podle Brusca a Brusca (1990).



Obr. 100 Schema vnitřní stavby přední části těla žaludovce s vyznačením stomochordu. Podle Riedela, z Remaneho, Storcha a Welsche (1976).

struna
hřbetní



Obr. 101 Příčný řez stěnou chordy u pulce ropušky vejcosné (*Alytes obstetricans*). Centrum chordy je v levé části obrázku (viz velké vakuolizované buňky), vně pochev (vpravo) je materiál původem z mesodermálního somitu. Podle Bergfelda a Schauinslanda, z Grodzinského a kol. (1976).

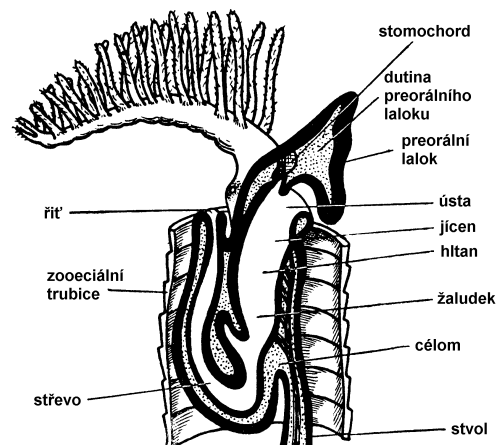
tělem (bezlebeční), nebo pouze ocasní částí (larvální Urochordata), nebo zasahuje pouze do hlavové části po úroveň výstupu zrakového nervu z mozku (obratlovci).

Křídložábří jsou drobní živočichové podobní mechovkám. Jejich tělo vylučuje chitinózní schránku zvanou **zoecium** (resp. **zoeciální trubice**), k jejímuž dnu je živočich (zvaný **zooid**) přichycen **stvolem** (**stolonem**). Zoeciální trubice tvoří komplikované trsy zvané **cenecia**. Morfologii těla graptolitů neznáme, je však zřejmé, že každý jedinec rovněž vylučoval rourkovitou schránku, zvanou v tomto případě **theca**, která byla tvořena chitinem nebo materiálem blízkým kolagenu. Kolonie graptolitů je obecně označována

Obr. 102 Vnitřní stavba těla zooidu křídložábřích a jeho vztah k zoeciální trubici. Podle Delagea a Herouarda, ze Špinara (1960).

s ní homologická a proto se označuje jako **stomochord**. Podobný orgán mají i křídložábří (*Pterobranchia*) a předpokládáně rovněž jim blízcí graptoliti (*Graptolitha*), kteří vymřeli již v karbonu, ale stejně jako křídložábří se druhotně vrátili k přisedlému či koloniálnímu způsobu života. Díky přítomnosti této zvláštní struktury se tyto živočichové shruňují do skupiny polostrunatci (*Hemichordata*).

Struna hřbetní (**chorda dorsalis**), tedy primární opěrná soustava strunatců (u některých pláštěnců se zakládá v ontogenezi pouze dočasně) je orgán, který lze funkčně přirovnat k hydroskeletu. Nevzniká však z coelomu, nýbrž delaminací chordamesodermu z dorzální stěny trávicí trubice (viz str. 17). Je to oboustranně uzavřená trubice, jejíž vnitřek je vyplněn velkými tenkostěnnými buňkami, v nichž se záhy vytvoří velké vakuoly. Na povrchu této centrální části je tenká vrstva obsahující buněčná jádra, avšak nerozdělená buněčnými blánami, takže jde o soubuní (**syncytium**). Vakuoly v centrálních buňkách jsou vyplněny plynem, čímž vzniká značný vnitrobuněčný tlak (**turgor**). Tyto vakuoly se mohou vyskytovat i v mezibuněčných prostorech. Soubuní poté zanikne a na povrchu se vytvoří pochvy, jejichž soubor funguje jako pevné, ale elastické stěny trubice. Hluběji je uložena **vláknitá pochva** (**tunica fibrosa**), která je složena z několika vrstev kolagenních vláken, jejichž průběh se navzájem kříží; to dodává stěnám chordy značnou mechanickou odolnost. Vně vláknité pochvy je tenká **elastická pochva** (**tunica elastica**). U žraloků a Teleostei se tato elastická pochva diferencuje ve dvě vrstvy, takže se rozlišuje na **tunica elastica externa** a **interna**. Chordální pochvy mají nebuněčnou povahu. Celek tvoří odolnou, avšak přitom pružnou výztuhu, která buď prochází celým

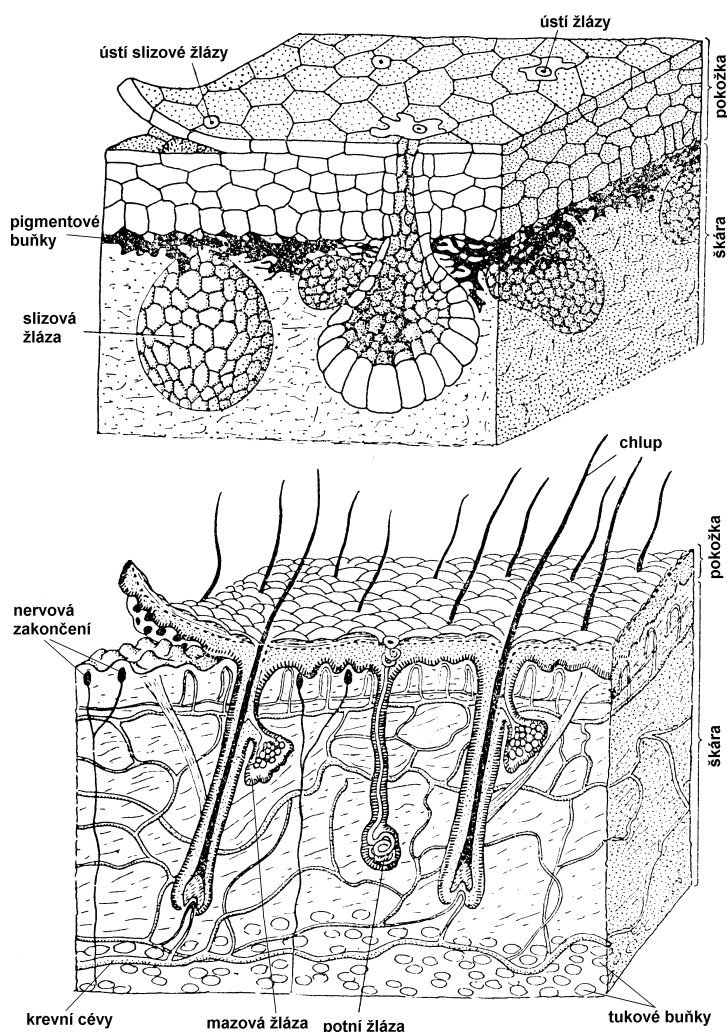
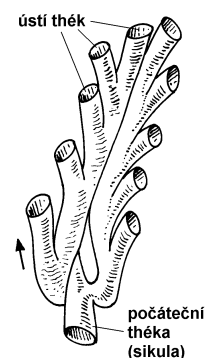


kolonie
křídlo-
žábřích
a graptolitů

jako **rhabdosom**. U dendroidních graptolitů (Dendroidea) to byla trubice pevně ukotvená k podkladu a keřovitě rozvětvená, a procházel jí **stolon**. Terminální konec trubice byl otevřený a obsahoval terminální theku, zvanou **stolotheca**. Z ní během růstu kolonie pučely v pravidelných vzdálenostech dva druhy thék: větší **autothéky** a menší **bithéky**. Protože větve spolu komunikovaly řadou příčných můstků, měly tyto kolonie síťovitý charakter. U skupiny Graptoloidea se kolonie volně vznášely ve vodě. Počáteční théka v této kolonii měla tvar špičaté nálevky a označuje se jako **sikula**. Ostatní théky byly uniformní a množily se pučením v jedné, dvou, nebo vzácně i třech řadách. Théky se mohly přidávat v původním směru sikuly anebo se mohly otáčet do protisměru.

U obratlovců (a také bezlebečných) je pokryv těla tvořen **kůží** (lat. **cutis**, řec. **derma**), která se skládá ze dvou vrstev. Na povrchu je **pokožka** (**epidermis**), pod ní je **škára** (**corium**, resp. **dermis**). Obě tyto vrstvy jsou rozdílného embryonálního původu: pokožka vzniká z ektodermu, škára naproti tomu z embryonálního mesenchymu, který je z velké části derivátem mesodermu. Liší se rovněž svojí histologickou povahou: pokožka se skládá převážně z buněk, škára má primárně spíše vláknitou strukturu a buněk je zde relativně málo. Protože u vodních obratlovců je tělo většinou ponořeno ve vodním prostředí, je pokožka na povrchu kryta pouze vrstvou dlaždicového epithelu. Embryonální pokožka je jednovrstevná, během ontogeneze však vrstva cylindrických buněk na styku se škárou (**stratum germinativum**) produkuje další vrstvy, v důsledku čehož se stává mnohvrstevnou (výjimkou je pokožka kopytnatce, která zůstává celý život tvořena jedinou vrstvou). Tento proces během života jedince neustává, takže **stratum germinativum** permanentně produkuje buňky pokožky, ty se postupně posouvají k povrchu, a tam odumírají. Díky vrstvě buněk označovaných jako **stratum germinativum** je poranění pokožky lehce a kompletně reparovatelné; jestliže je však tato vrstva poškozena, je reparace obtížnější a vznikají tak jizvy. Povrchové vrstvy epidermis mohou rohovatět, resp. keratinizovat (buňky jsou prostoupeny vodostálou bílkovinou **keratinem**). Tím vzniká vrstva zploštělých, odumírajících buněk (nemají např. již jádro), tzv. **stratum corneum**, které je méně vyvinuto u vodních obratlovců, více u suchozemských. Hranice obou vrstev může být málo zřetelná nebo může být tvořena (u suchozemských obratlovců) tenkou, ale výraznou vrstvou buněk, jejichž cytoplasma

Obr. 103 Dvouřadý rhabdosom graptolitů ze skupiny Graptoloidea, rostoucí v protisměru sikuly. Podle Beurlena a Lichtera (1996).



stavba kůže obratlovců

Obr. 104 Stavba kůže vodního obratlovce (nahore) a suchozemského obratlovce (dole). Podle Dziurzynského a Romera, z Grodzinského a kol. (1976).