

Bezstavovce

Kmeň BRACHIOPODA

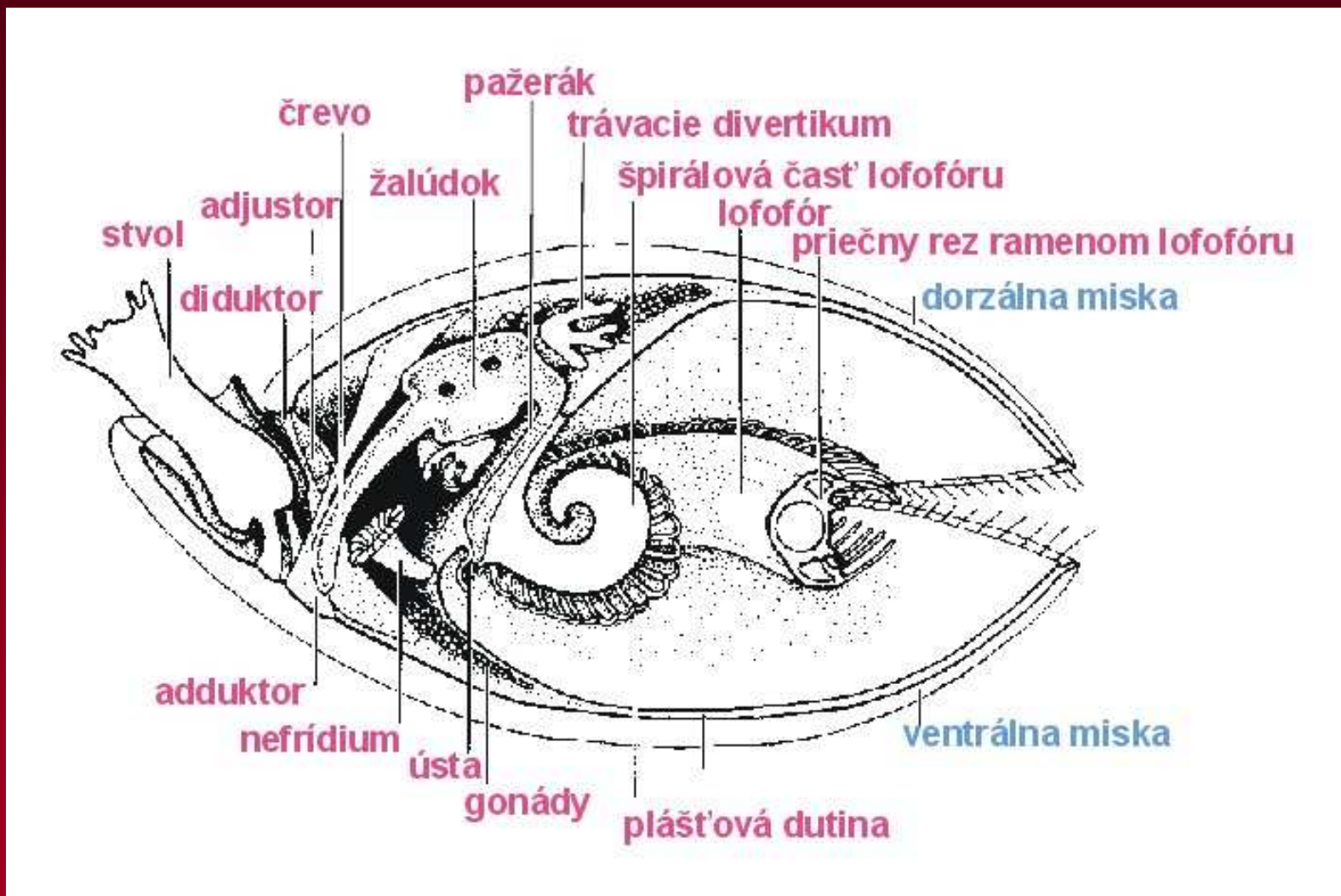
ramenonožce

(gr. brachis - rameno, podos - noha)

Všeobecná charakteristika

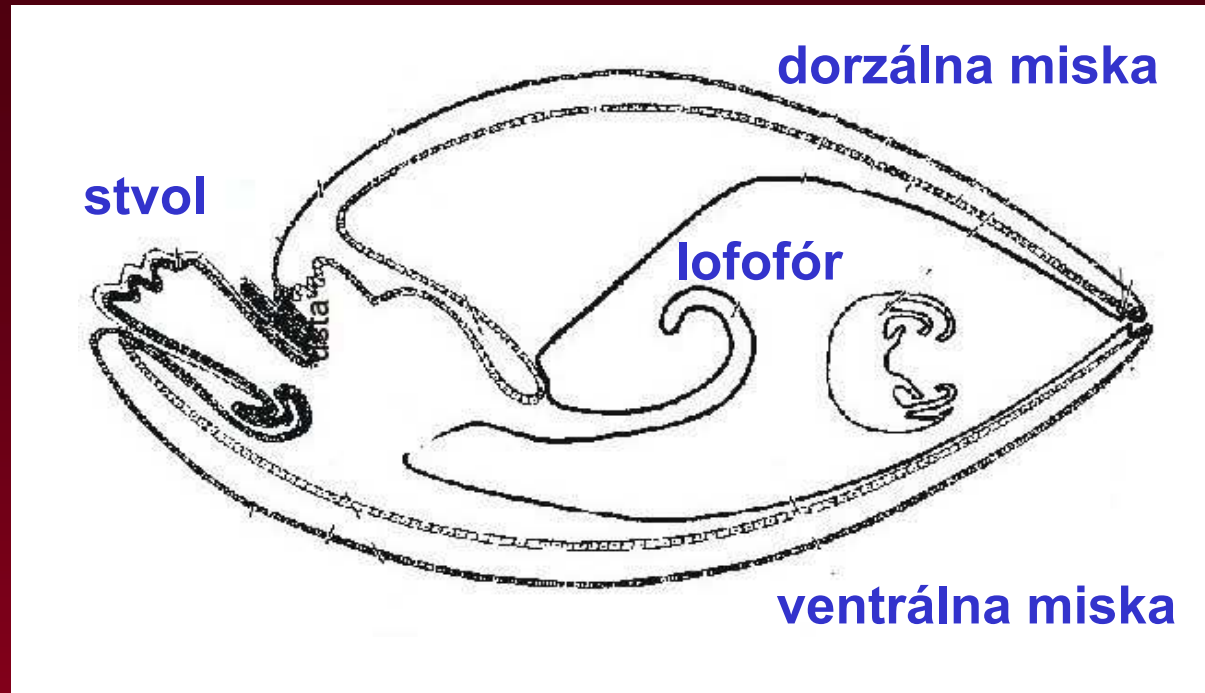
- Solitérne bentické morské coelomové triploblastické živočíchy.
- Embryologický vývoj má znaky typické pre prvoústovce i druhoústovce, na základe analýz jadrovej a mitochondriálnej DNA sa ale potvrdila príslušnosť brachiopódov spolu s kmeňami Phoronida a Bryozoa k prvoústovcom.

Zobrazenie základných orgánov brachiopóda na základe rodu *Terebratulina* (Williams & Rowell 1965)



- Telový coelomový priestor obsahuje tráviace, vylučovacie a rozmnožovacie orgány a svalovú sústavu.

- **Plášťová dutina** - oddelená od tela prednou telovou stenou, obsahuje vyživovací a dýchací orgán (**lofofór**), ktorý je tvorený tentakulárnymi obrvenými rúrkovitými výbežkami coelomu.



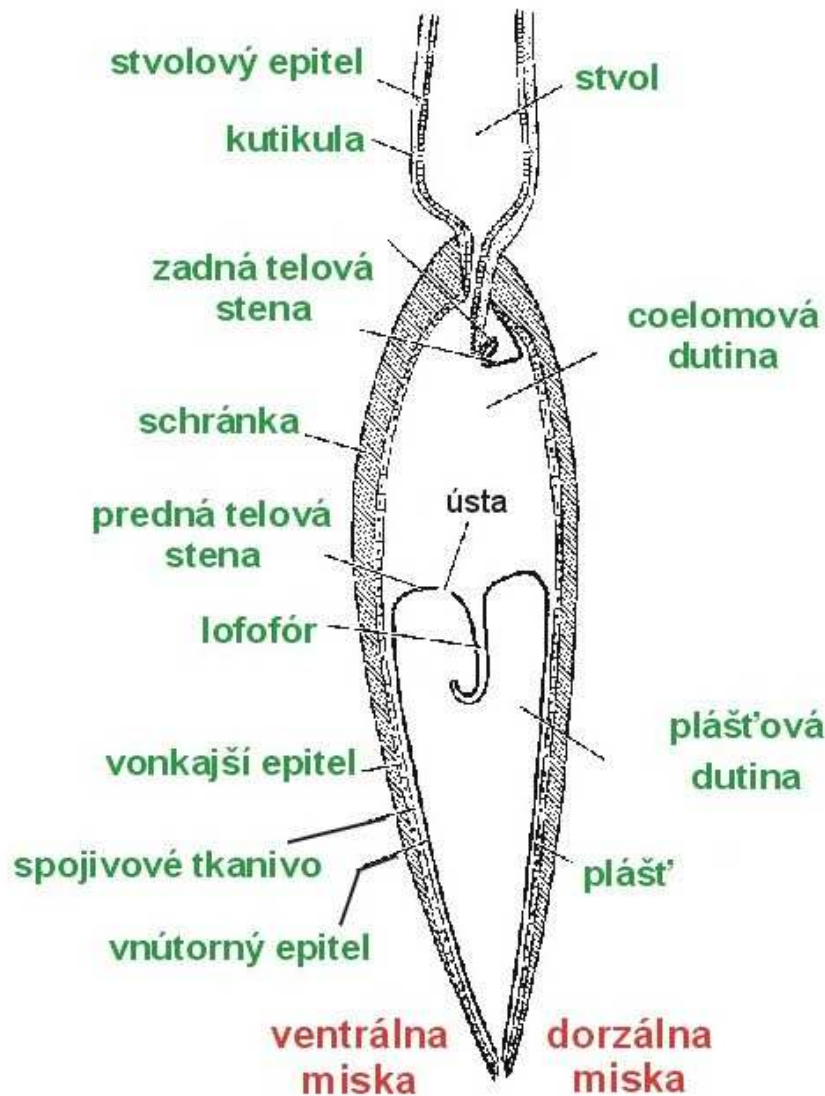
- **Telová stena** je dopredu predĺžená ako pár plášťových lalokov, ktoré vylučujú viacvrstevnatú schránku tvorenú párom misiek a obklopujú plášťovú dutinu.
- V zadnej časti tela - variabilne vyvinutý mäsitý stopkovitý útvar – **stvol** - prispôsobuje polohu schránky vzhľadom k okolnému prostrediu. Väčšinou vychádza z väčšej **ventrálnej misky**.
- Opačná miska - väčšinou menšia - je **dorzálna**. Misky sú bilaterálne symetrické pozdĺž mediálnej roviny (prebiehajúca od vrcholu k prednému okraju), ale odlišujú sa vo veľkosti, tvare i ornamentácii.

Stavba mäkkého tela

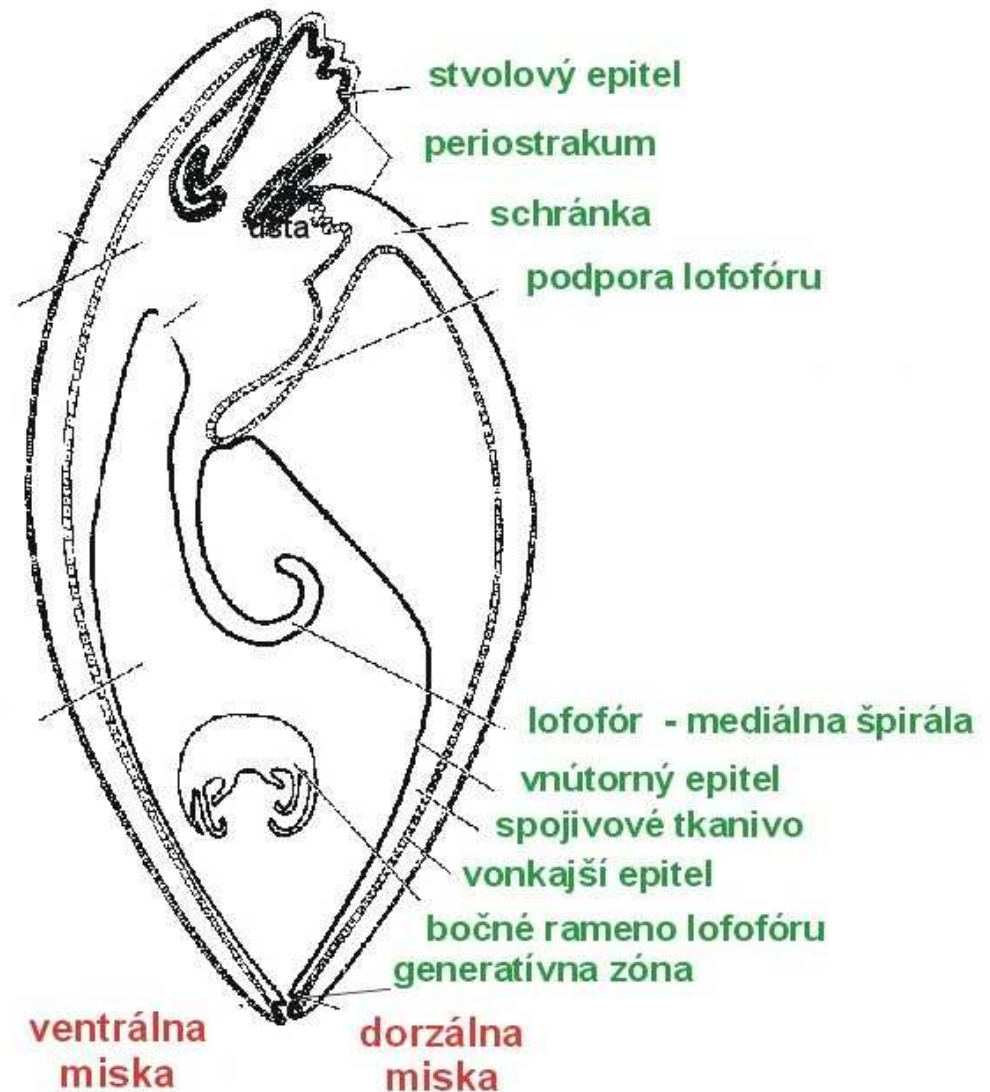
- Telová stena - vonkajšia vrstva ektodermálneho epitelu - vylučuje schránku.
- Táto vrstva leží na tenkej vrstvičke spojivového tkaniva, pod ktorou sa nachádza obrvený vnútorný coelomový epitel (peritoneum).
- Na okraji plášťa epitel tvorí dvojlaločnú štruktúru s plášťovou brázdou, kde je generatívna zóna epiteliálnych buniek a kde vznikajú zmyslové štetiny (setae) a tenký organický pokryv schránky (periostrakum).
- Coelomové kanály a žliabky vybiehajú do plášťa, lofofóru a do stvolu inartikulárnych (bezzámkových) brachiopódov. Sú lemované obrveným epitelom, ktorý spôsobuje cirkuláciu coelomovej tekutiny.
- Otvorená obehová sústava je zložená zo série coelomových kanálov a komunikujúcej cievnej sústavy. Cievna sústava je tvorená hlavnou dorzálnou cievnou, ktorá obsahuje jeden alebo viac stiahnuteľných príveskov, ktoré sú podporené dorzálnym mezentériom v oblasti žalúdka.

Schematické zobrazenie rozmiestnenia epitelu u lingulidných a terebratulidných brachiopódov (Williams 1956)

Lingulidné brachiopódy

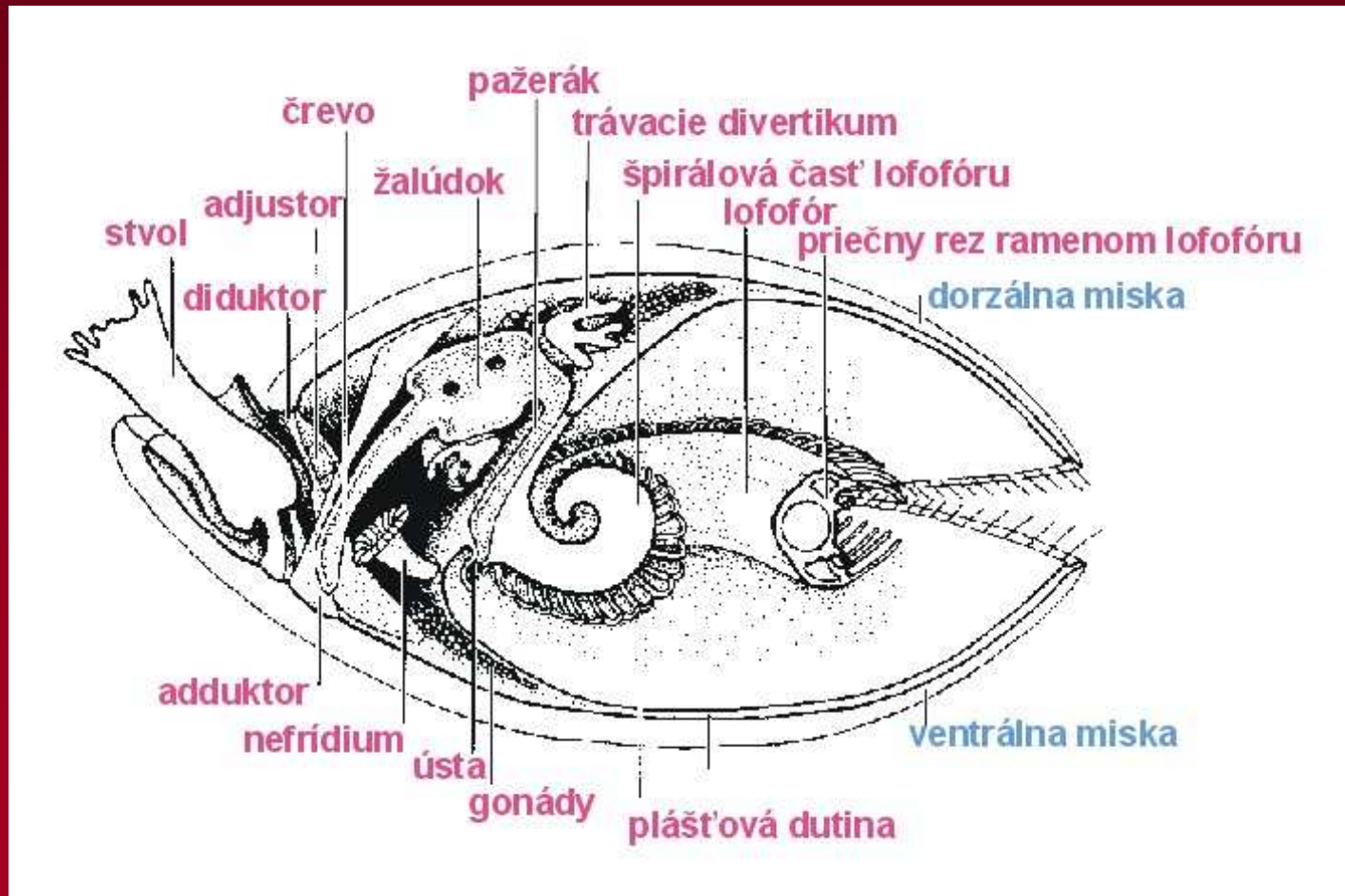


Terebratulidné brachiopódy

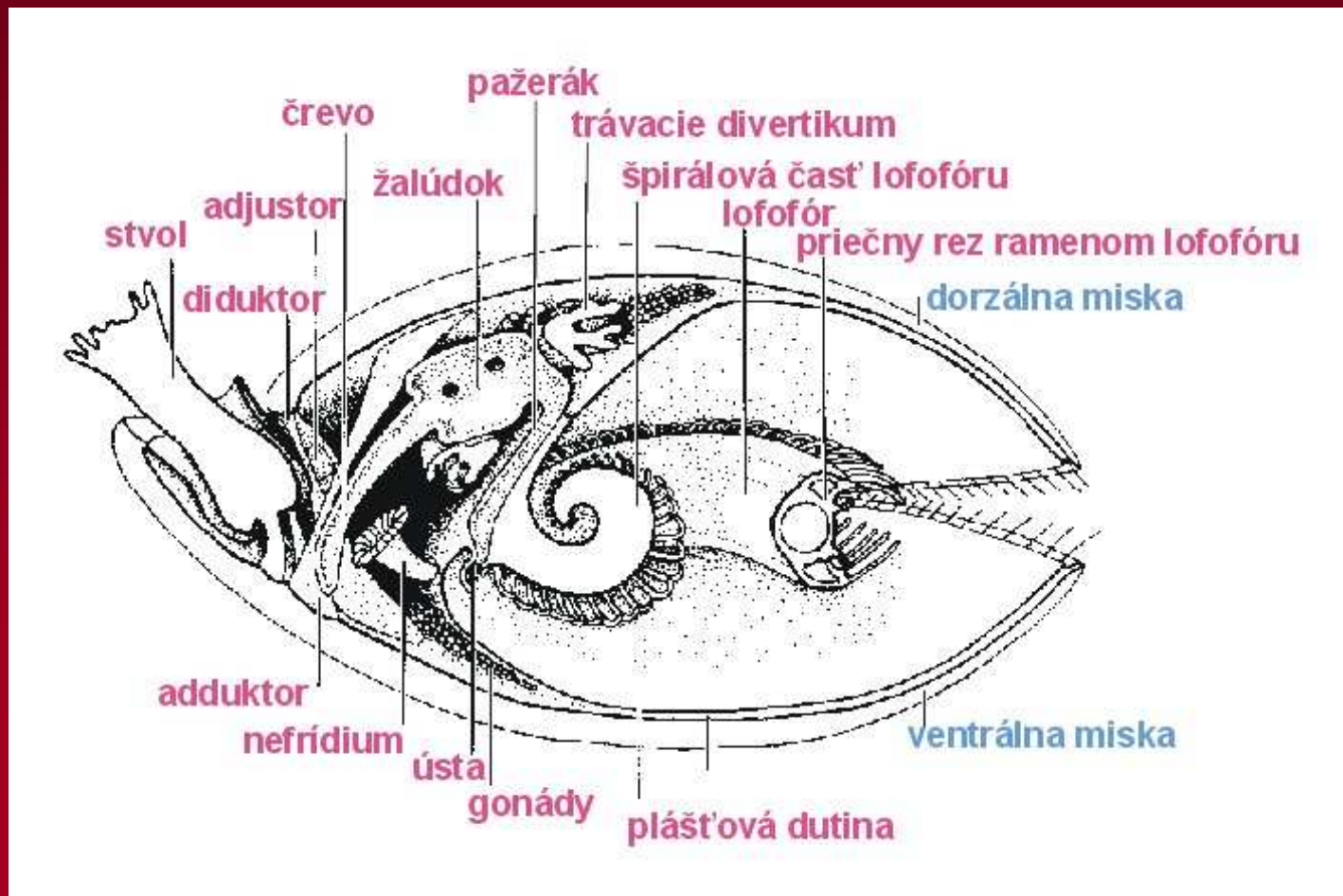


Svalová sústava

- Tvorená dvomi typmi svalového tkaniva -
 - buď sú to oddelené zväzky svalových vlákien - riadia pohyb misiek
 - alebo sú to myoepiteliá – nachádzajú sa na vnútornej strane coelomového epitelu, v plášťových lalokoch a lofofóre.

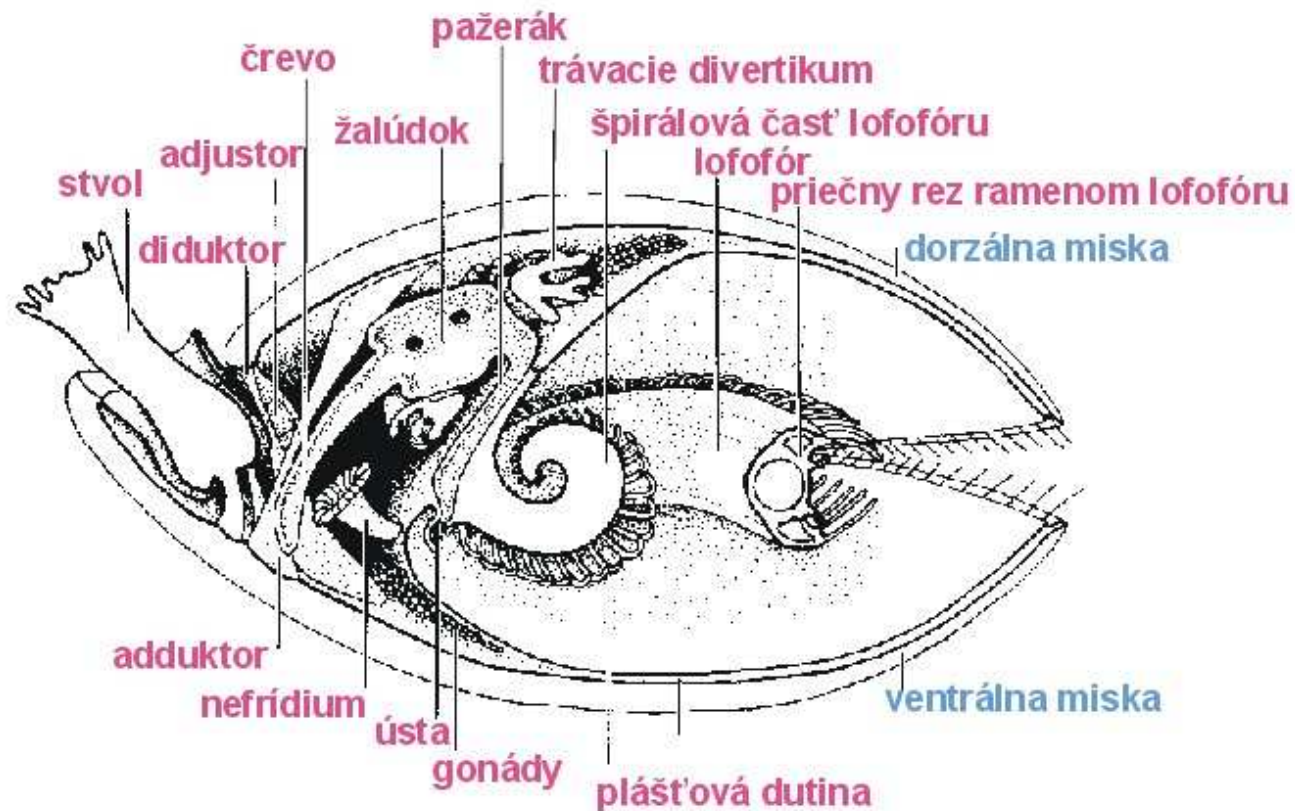


- Svalové tkanivo obsahuje hladké alebo pruhované myofilamenty - poskytujú svalom odlišné fyziologické a kontrakčné vlastnosti.
- Základné svaly schránku uzatvárajú (**adduktor**), otvárajú (**diduktor**) a pohybujú celou schránkou vzhľadom k stvolu (**adjustor** - stvolové svaly).



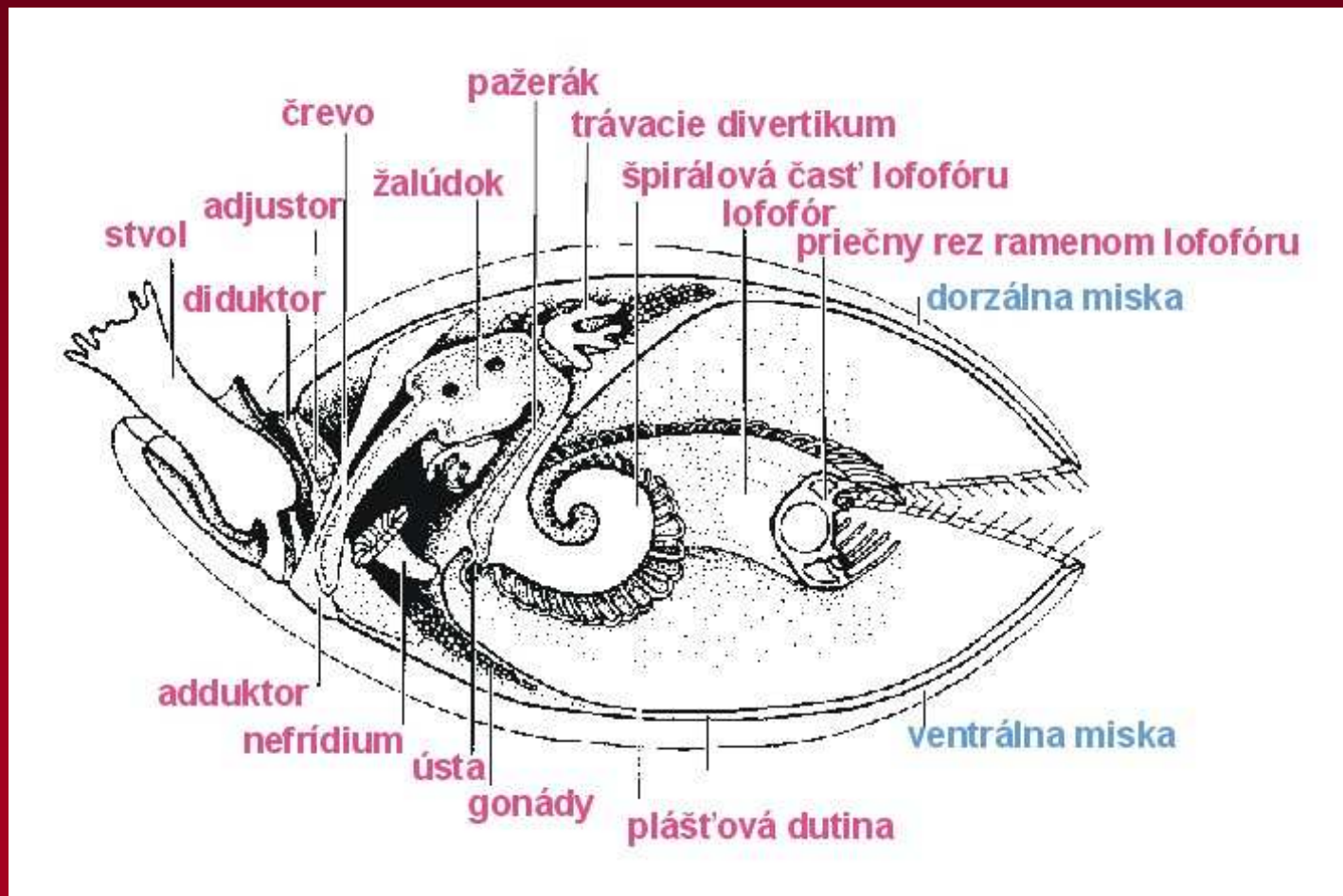
Tráviaca sústava

- Tvorená zažívacou trubicou, otvárajúcou sa ústami a končiacou konečníkom u inartikulátov (brachiopódy bez zámku) alebo slepo u artikulátov (brachiopódy so zámkom).
- Pozostáva z úst, hltanu, pažeráku, žalúdka, tráviacich divertikúl a pylorusu (vrátnik). U inartikulátov pylorus pokračuje ďalej črevom a končí konečníkom.



Vylučovacia sústava

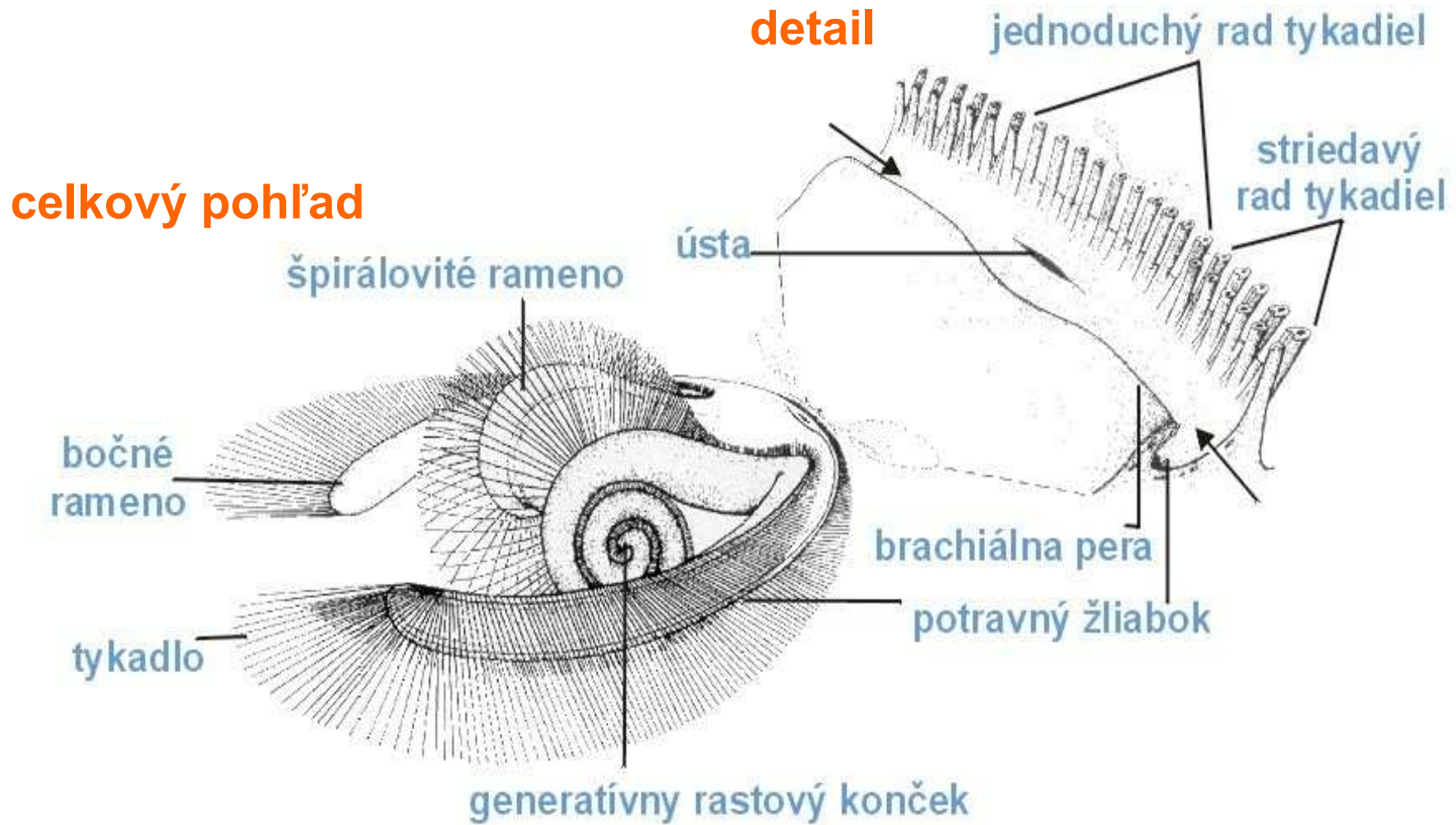
- Tvorená jedným, alebo výnimočne dvoma párami metanefrídií, tie počas plodenia fungujú ako gonodukty (pohlavné vývody) - vypustenie gamét z coelomu do plášťovej dutiny.
- Hlavný exkrečný produkt - amoniak, sa pravdepodobne vylučuje difúziou cez tkanivá plášťa a lofofóru.



Lofofór

- Je obrvený orgán, ktorý vytvára inhalantný a exhalantný prúd vody cez plášťovú dutinu, zachytáva potravu, a pomáha pri dýchaní a odstraňovaní odpadných produktov.
- Je tvorený dvomi ramenami (brachiá), ktoré sú symetricky umiestnené okolo úst a upevnené k prednej telovej stene a vybiehajú do plášťovej dutiny. Ramená sú lemované jednou alebo dvomi radmi obrvených tentakúl.
- Potravný žliabok nachádzajúci sa pri báze tentakúl je obrvený a prebieha pozdĺž celej dĺžky ramien a končí pri štrbinovitých ústach.
- Ramená sú trubicovité a obsahujú výbežky coelomu prenikajúce cez hlavnú os lofofóru a vetviace sa do každého tykadla.
- U väčšiny artikulátov je tento hydrostatický aparát podporený vápniťým výrastkom sekundárnej vrstvy zo zadnej časti schránky (brachídium).

Lofofór druhu *Terebratulina retusa* (Williams et al. 1997)



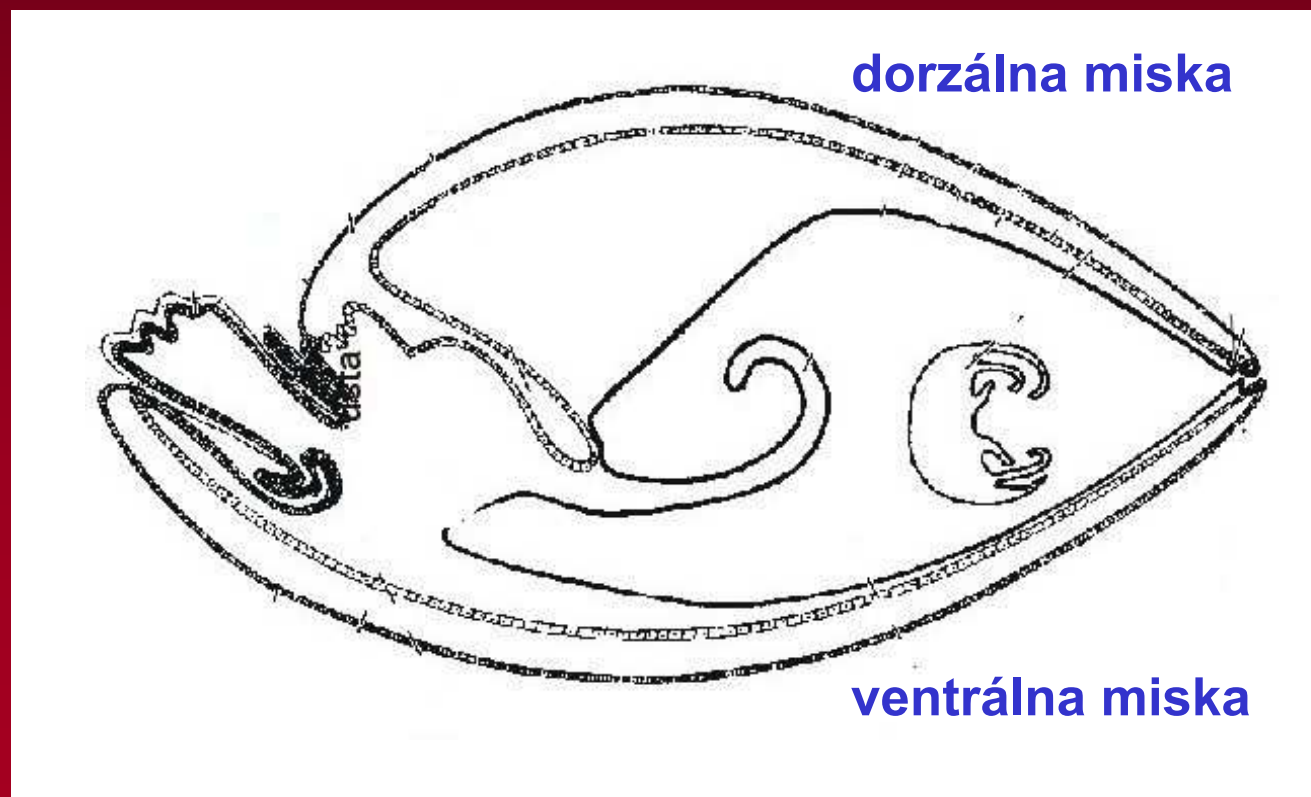
- Brachiopódy majú centrálnu nervovú sústavu.
- Väčšina brachiopódov je oddeleného pohlavia, aj keď niektoré sú hermafroditické. Majú jeden alebo častejšie dva páry gonád.
- Oplodnenie prebieha v plášťovej dutine alebo v špeciálnych vačkoch. V embryologickom vývine z **coeloblastuly** vzniká invagináciou (embóliou) **gastrula**.
- Endoderm gastruly vytvára archenteron, z ktorého vzniká tretia bunková stena - mezoderm, vo vnútri ktorého vzniká coelomová dutina. Archenteron sa otvára navonok blastopórom, ktorý sa nakoniec uzatvára.
- Vznik coelomu (enterocélny alebo schizoelický) nie je úplne objasnený.

- Planktonická larválna fáza trvá niekoľko hodín až týždňov.
- Väčšina recentných brachiopódov sa upevňuje k substrátu stvolom. Stvoly u artikulátnych a inartikulátnych brachiopódov sú ale len analogickým orgánom odlišného pôvodu a morfológie. U inartikulátov vzniká stvol z ventrálneho plášťového laloku, u artikulátov vzniká zo zadnej časti larválneho článku.
- Jemné chitinózne štetiny (setae) sa nachádzajú v zhlukoch na povrchu epitelu u všetkých lariev brachiopódov a v husto umiestnených radoch vychádzajúcich z plášťových brázd u niektorých skupín adultných brachiopódov.
- Primárnou funkciou štetín je vytvorenie senzorickej mriežky pred vstupom do plášťovej dutiny.
- U rodu *Lingula* pomáhajú štetiny i pri zahrabávaní sa do substrátu.

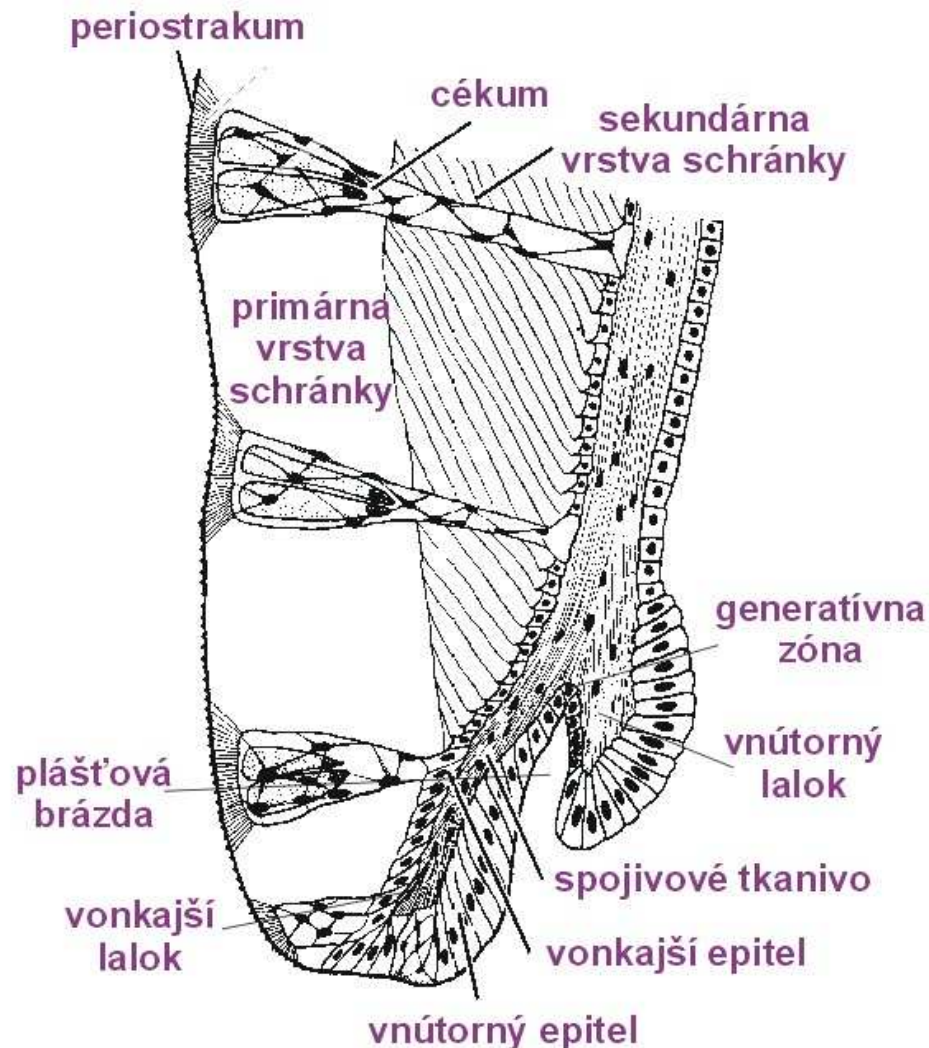
Stavba schránky

- Schránka - zvyčajne bilaterálne symetrická okolo pozdĺžnej mediálnej roviny (rovina symetrie) a je tvorená dvomi nerovnakými miskami.
- Oblasť schránky, odkiaľ vychádza stvol a ktorá väčšinou predstavuje najskôr utvorenú časť každej misky je zadná časť, takže opačný koniec schránkového okraja tvorí prednú časť.

- Miska, ktorá obsahuje stvol sa nazýva **ventrál**na (alebo stvolová) miska, je zvyčajne väčšia ako opačná **dorzálna** (alebo ramenná) miska.



Prierez cez predný plášťový okraj a schránku s endopórmami u terebratulidného brachiopóda



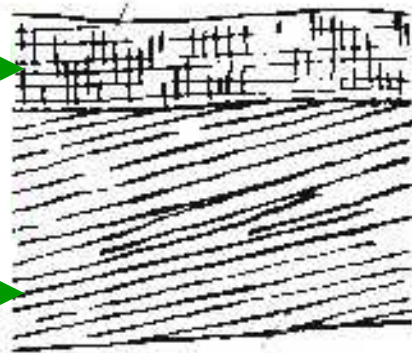
(Williams 1956)

Schránka je tvorená sekundárnou vrstvou schránky niektorých je väčšinou uhličitanom vápenatým skupin brachiopodov su vápenatým preniknuté perforáciami inartikulatné skupiny majú ktoré obsahujú vylučky schránky prismatickým vonkajšieho epitelu chitinoostatické (kanálky) vlákno je dobre definované a je perforované (kanálky) tenká (kanálky) alebo vonkajšia bunkou) alebo menej (často extracelulárne je ako prizmatický kalcit) endopóry v karstových - schránkach extracelulárne vonkajší epitel vonkajšieho plášťového laloku.

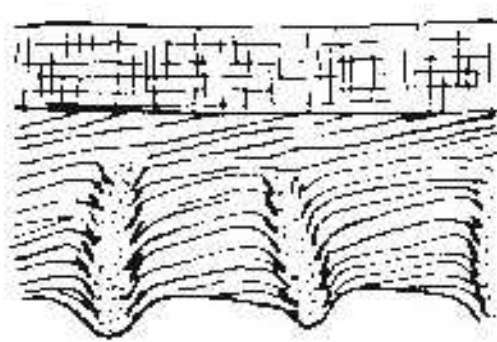
Štruktúry vápnitých schránok brachiopódov (Špínar 1960)

vonkajšia
strana

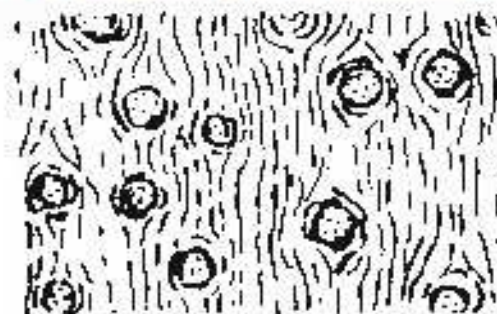
vnútorná
strana



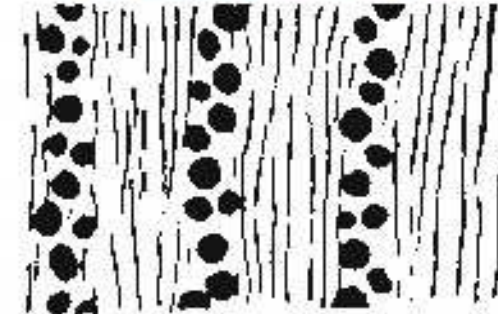
impunktátna



pseudopunktátna



endopunktátna

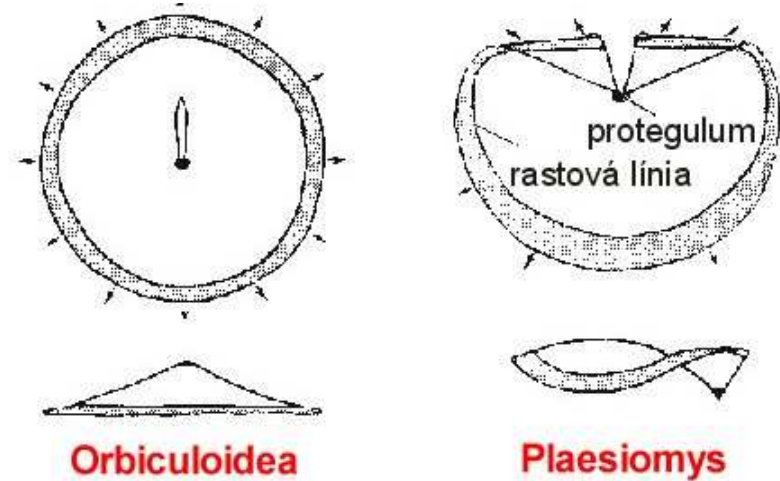


Schránky niektorých brachiopódov (napr. terebratulidy) sú typické prítomnosťou perforácií - ktoré ale nesiahajú až po vonkajší povrch misiek - početných cekálnych invaginácií z vonkajšieho plášťového epitelu (**endopunktátne** schránky). Ak tieto perforácie chýbajú, schránky sú **impunktátne**. V niektorých schránkach je sekundárna fibrózna vrstva ohnutá do kuželovitých ohybov, ktoré smerujú dovnútra a dopredu a objavujú sa na vnútornom povrchu ako hrbolečky **pseudopunktátne** schránky.

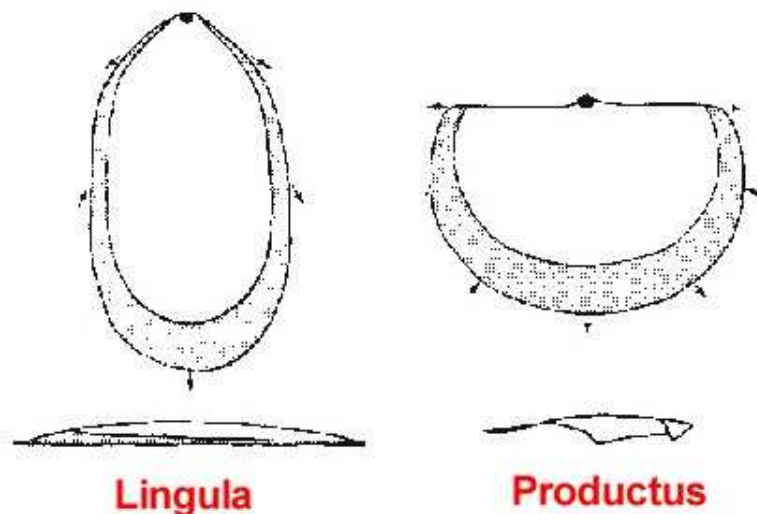
Typy rastu schránky

Rast schránky, následne po
 U lingulidov je síce zadný okraj
 vylučujúci protegula možs
 rastu zosilňovaný, ale faktic
 prebiehať, ktoré z dvoch odlišnými
 všetok nový materiál je odávaný
 spôsobmi, naklonený, niektorých
 k prednému a bočným okrajom
 inartikulácií, vylučovanie schránky
 misiek a protegulum tak zostáva
 prebieha okolo celého okraja
 vstu postero-medialnej polohy
 protegula, ktoré tak migruje
 (hemiperiferálny rast):
 dopredu od zadného okraja
 smerom do stredu u adultných
 misiek (**holoperiferálny rast**).

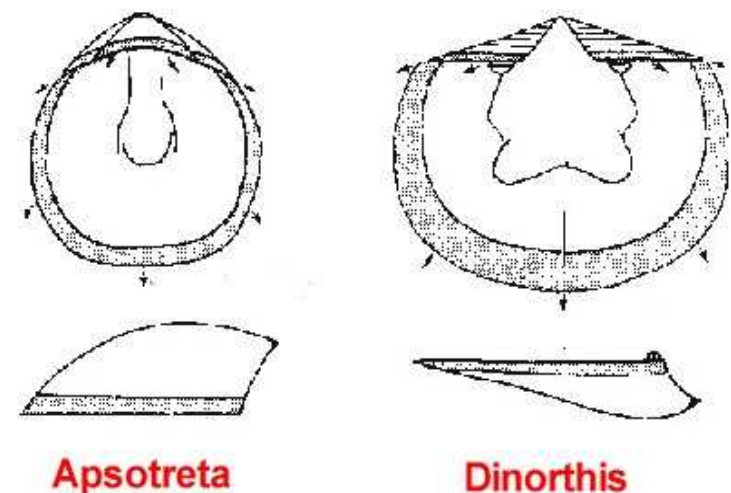
Holoperiferálny rast



Hemiperiferálny rast

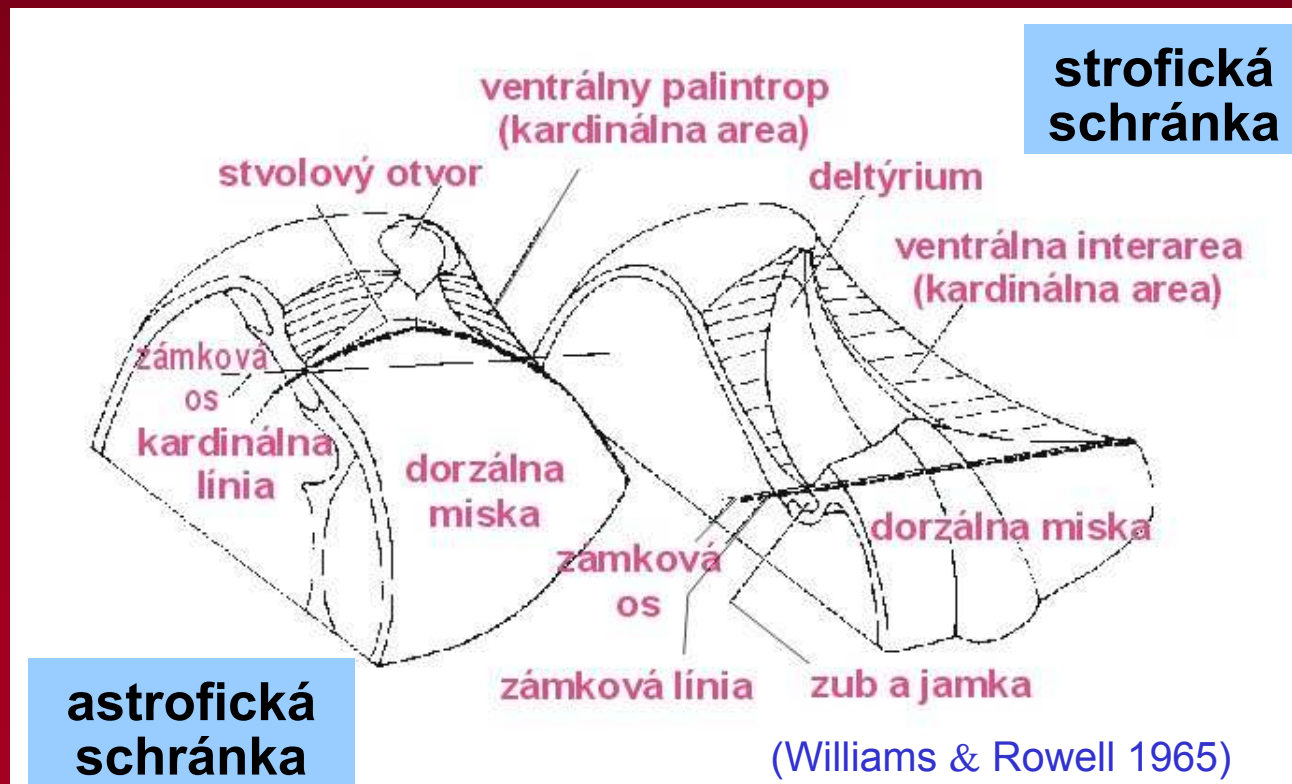


Mixoperiferálny rast



Zadná časť schránky

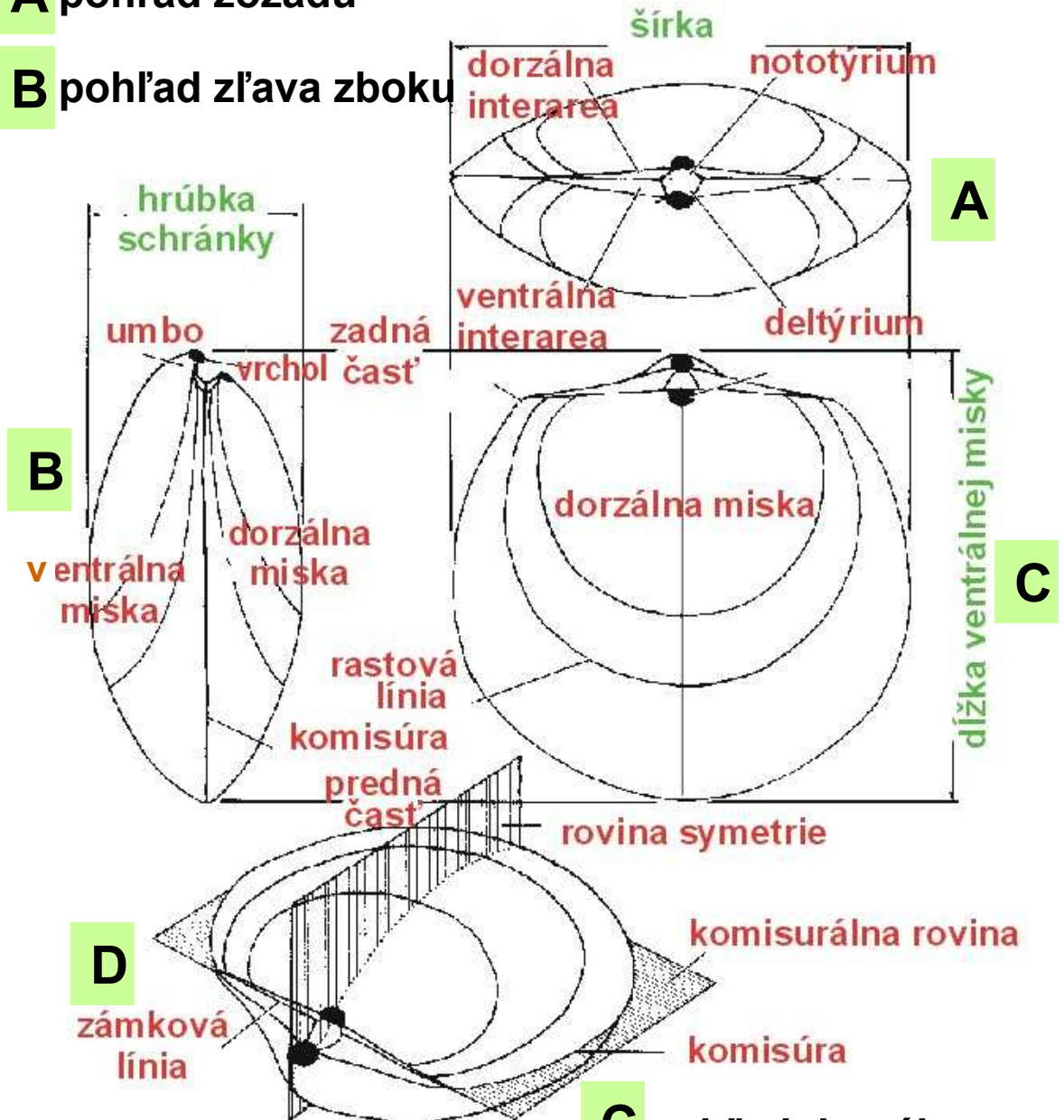
- Oblasť misky nachádzajúca sa medzi apexom a zadným okrajom je **kardinálna area**. Ak je zadný okraj priamy, vytvára **zámkovú líniu** a je paralelný so **zámkovou osou** (t.j. línia, okolo ktorej misky rotujú počas otvárania a zatvárania schránky). Takéto schránky sú **strofické**.
- Ak je zadný okraj ohnutý a krátky, čiže nie je paralelný so zámkovou osou, schránky sú **astrofické**.



• Kardinalne arey u
 • Nototyrium môže
 artikulačných
 mozgových iastočne
 plachtopodobne sa
 metiloplnévo pokrvté
 bezprostredne pod
 distálnym (chilídium)
 apexam, sú zvyčajne
 vyrastkami. Deltýrium
 zarezané paron
 môže byť pokryté
 trojuholníkovitých
 dvomi dosťkami
 otvorov, primárne
 rastúcimi medially od
 sluziacich pre prechod
 okrajov deltyria
 diduktorov - **deltýrium**
 (deltidiálne dosťky),
 vo ventralnej miske,
 pri ich spojení vzniká
 často obsahujúce
 deltidium. Ak sa
 stvolový otvor a
 stvolový otvor v
nototyrium v
 deltyriu nenachádza
 dorzálnej miske,
 (supraapikálny
 zvyčajne vyplnené
 foramen) vzniká
 bazou pre upevnenie
 pseudodeltidium.
 diduktorov.

A pohľad zozadu

B pohľad zľava z boku



C pohľad dorzálny

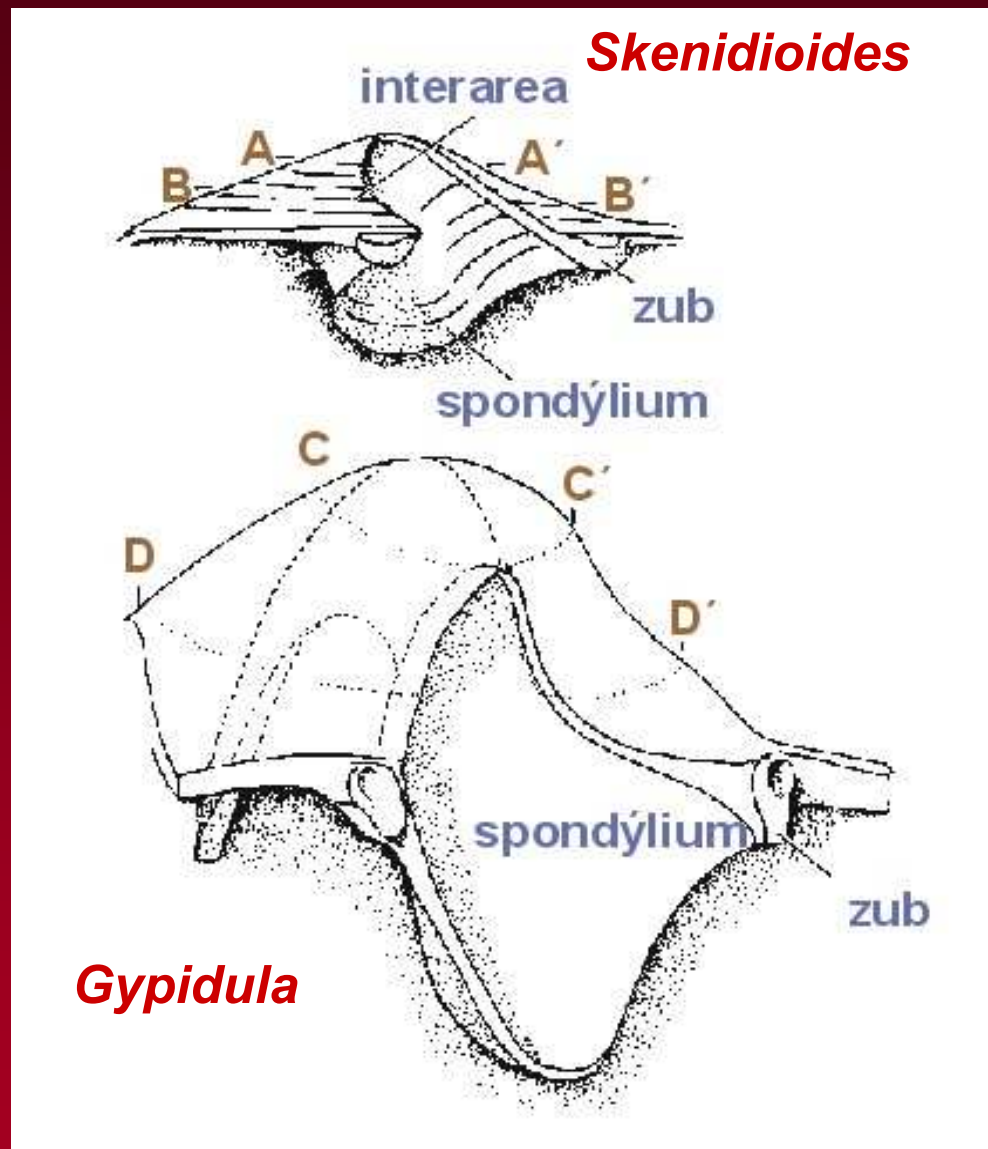
D pohľad dorzolaterálny

(Williams & Rowell 1965)

U artikulátnych brachiopódov existujú tri základné typy stvolových otvorov:

- Pravdepodobne pôvodný je **subapikálny foramen**, ktorý perforuje ventrálnu miskú medzi apexom a zámkom. Predpokladá sa, že druhom s týmto typom chýba schopnosť resorbovať kalcit vo vrcholovej oblasti, a veľkosť foramenu je determinovaná veľkosťou deltýria.
- U **transapikálneho** typu, stvol je spočiatku v subapikálnej pozícii, ale počas ontogenézy migruje cez apex vrcholovej misky a postupne zväčšuje svoju veľkosť. Stvolový epitel u tohto typu má schopnosť resorbovať okolný schránkový materiál.
- **Supraapikálny foramen** perforuje u všetkých rastových štádií ventrálnu miskú na prednej strane apexu, a nie na zadnej strane ako u iných typov.

- Brachiopódy, u ktorých spojenie misiek je zabezpečené zámkom sa označujú ako **artikulátne**, u **inartikulátnych** skupín sú misky spojené len prostredníctvom svalov.
- Záмок je tvorený párom zubov vo ventrálnej miske, ktoré zapadajú do páru zubových jamiek v dorzálnej miske.
- **Deltidodontné** zuby sú jednoduchšie, tvoria sa len distálnou akréciou zo sekundárnej vrstvy schránky.
- **Cyrtomatodontné** zuby sa vyvíjajú diferenčnou sekréciou a resorpciou sekundárnej vrstvy.



Spondylium

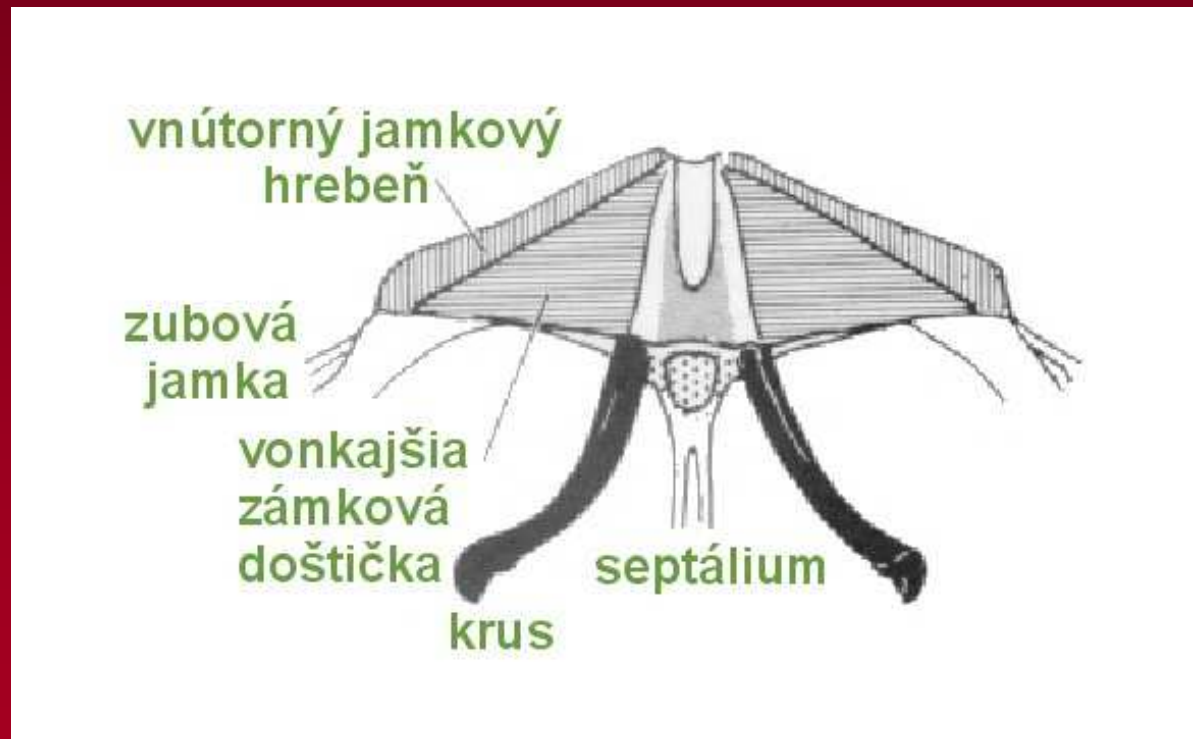
- Zuby vo ventrálnej miske bývajú niekedy podopreté a spojené s dnom misky zubovými doštičkami.
- Zubové doštičky môžu splynúť navzájom a s mediálnym septom a vytvoriť korytovitú alebo lyžicovitú štruktúru (**spondylium**), na ktorú sa upínali svaly.

Kardinália

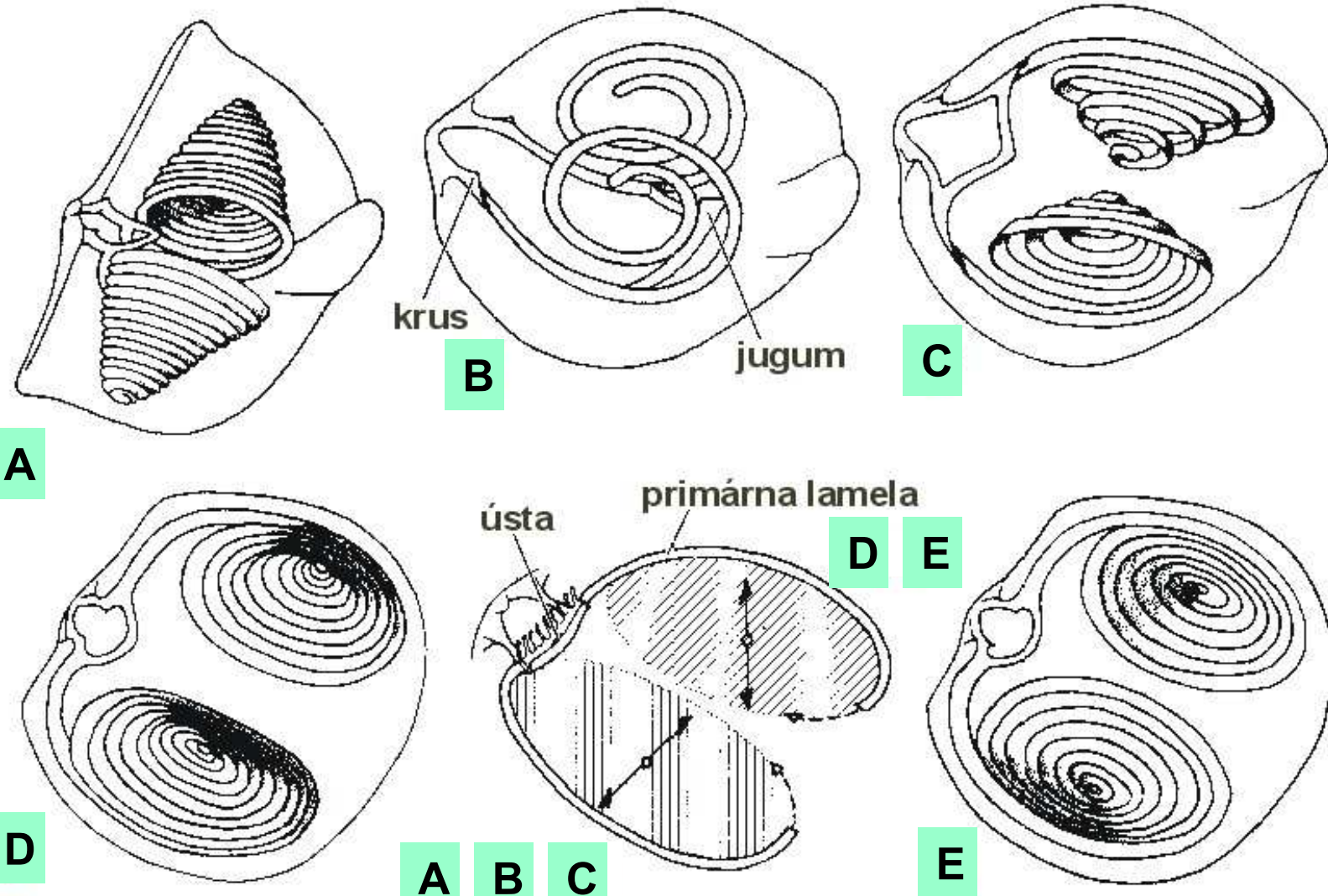
- V zadnej časti dorzálnej misky sa nachádzajú štruktúry rôznej zložitosti, ktoré sú spojené s artikuláciou, svalovým upevnením a podporou lofofóru (kardinália).
- Dôležitým elementom je mediálne umiestnený výrastok - kardinálny výbežok, ktorý tvorí upevňovaciu plochu pre dorzálne konce diduktorov.



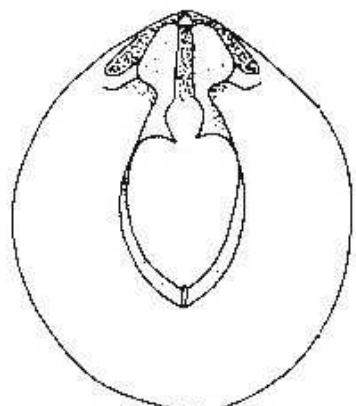
- **Zubové jamky** sú na vonkajšej a vnútornej strane lemované jamkovými hrebeňmi, ktoré laterálne dovnútra prechádzajú do subhorizontálnych **zámkových doštičiek**.
- Z vnútorných okrajoch zámkových doštičiek môžu vybiehať smerom nadol krurálne (alebo septaliálne) doštičky, ktorých spojením vzniká korytovitá štruktúra (**septárium**), spojená s dnom dorzálnej misky alebo podporená mediálnym septom.
- Mediálne septum je tvorené pomerne dlhou a úzkou lištovitou eleváciou na dne v strednej časti misky.
- Z kardinálií môže smerom dopredu vybiehať pár výbežkov (**krury**), ktoré podporujú distálny koniec lofofóru, alebo sa ďalej predlžujú do špirálie alebo slučky.



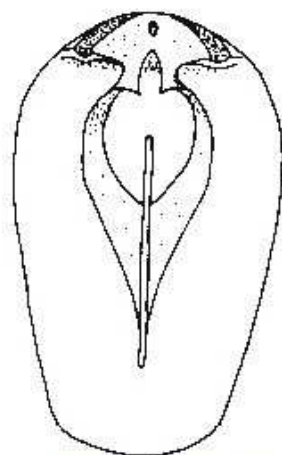
Zobrazenie rôznych pozícií primárnych lamiel špirálií vzhľadom k rovinám paralelným s rovinou symetrie (**A B C**) a paralelným s komisurálnou rovinou (**D E**) (Williams & Rowell 1965)



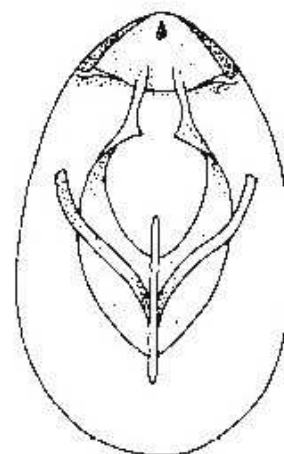
Typy slučiek u terebratulidov
(Williams & Rowell 1965)



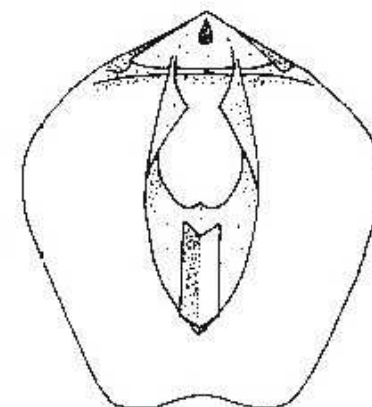
Centronella



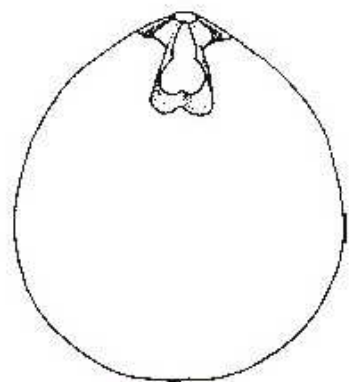
Rensselaeria



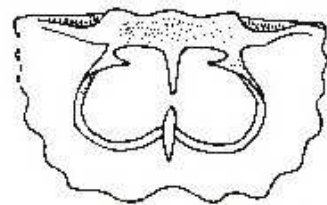
Gefonia



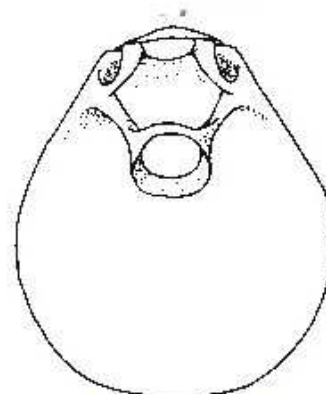
Gacina



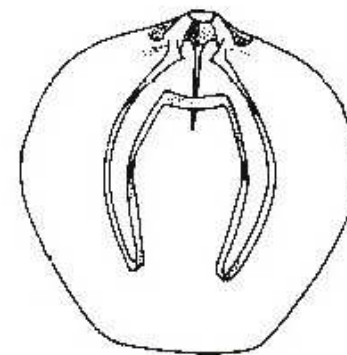
Gryphus



Argyrotheca



Terebratulina



Magellania

Ekológia

- Žijúce brachiopódy - morskí, stenohalínni, bentickí, epifaunálni a sesílni požírači supenzie.
- Obývajú vody kontinentálnych šelfov, batyálnych svahov, niektoré sú abysálne, iné žijú v intertidálnej zóne, ale nie sú na ňu viazané.
- Žijú v tropických, miernych i polárnych oblastiach, vo všetkých oceánoch; v niektorých oblastiach (Severná Amerika, Antraktída, Nový Zéland) tvoria dominantnú zložku niektorých morských spoločenstiev.
- Brachiopódy sú trvalo upevnené k substrátu, prostredníctvom stvolu alebo cementáciou ventrálnej misky, alebo môžu voľne ležať bez ukotvenia. Svoju pozíciu nemôžu zmeniť po ukončení larválneho štádia.
- Stvol - mäsitá stopka, ktorá sa zužuje, rozširuje alebo distálne vetví do jemných korieňkov a upevňuje sa na rôzne typy substrátov. Slúži ako ukotvovací orgán, prispôsobuje polohu schránky vzhľadom k okolnému prostrediu, môže meniť jej naklonenie.

- Morfologické štruktúry na vonkajšom tvare schránky pomáhajú pri upevnení a stabilizácii schránky na rôznych typoch substrátov a pri rôznych úrovniach vodnej energie, uľahčujú oddelenie inhalantného potravu prinášajúceho prúdu od exhalantného prefiltrovaného prúdu, alebo fungujú ako ochranné alebo varovacie zariadenia.
- Potrava - fytoplanktón, baktérie, organický detrit alebo organické molekuly adsorbované do anorganických častíc.
- Majú nízke energetické požiadavky v porovnaní s inými morskými bezstavovcami ("energy-minimalists" - nízke hodnoty svalovej aktivity, laminárny tok vody cez plášťovú dutinu a jeho pomalé rýchlosti, nízke metabolické rýchlosti, nízke rastové rýchlosti a nízka produktivita, nízka biomasa).
- Tak majú zvýšenú schopnosť prežiť v oblastiach s nízkymi alebo silno sezónnymi úrovňami potravných zásob, pretože nízke metabolické rýchlosti vyžadujú menšie rezervy na údržbu počas období s obmedzenou potravou.

Evolúcia

- Najprimitívnejšie artikulátne brachiopódy – ortidy sa objavili v spodnom kambriu, boli pravdepodobne skupinou, z ktorej sa v strednom kambriu začali vyvíjať ostatné skupiny artikulátov.
- V strednom kambriu vznikli pentameridy.
- Väčšina radov sa objavila v ordoviku – Strophomenida, Spriferida, Atrypida, Rhynchonellida a iné. Z pohľadu na morfológiu v ordoviku sa objavili brachiopódy so špirálovitým brachídiom. Okrem toho sa v ordoviku objavili rady, ktoré nemali brachidiálny aparát, ale mali iba stopy po prirastaní lofofóru.
- V devóne vznikli rady Productida a Terebratulida.
- V dnešných moriach sa z celého paleozoického spektra zachovali iba terebratulidy a rynchonelidy spolu s inartikulátnymi brachiopódmi.

Geologický význam

- Vo fosílnom zázname bolo opísaných niekoľko tisíc druhov brachiopódov. Brachiopódy tvorili dominantnú zložku morských spoločenstiev hlavne počas paleozoika.
- Značný úpadok prekonal hlavne počas permo-triasového vymieracieho eventu. Významne boli postihnuté aj vymieraním na hranici triasu a jury.
- Vymierací event na rozhraní kriedy a terciéru nemal taký významný účinok na diverzitu brachiopódov a ich počet sa v skutočnosti zvýšil od tohto obdobia.
- Do súčasnosti bolo opísaných 119 žijúcich rodov brachiopódov. Biostratigrafický význam týchto organizmov je obmedzený vzhľadom k bentickému spôsobu života, krátkej larválnej disperzii a pomalšiemu evolučnému tempu.

SYSTEMATIKA

Podkmeň Linguliformea (sp. kambrium - holocén)

- Brachiopódy s organofosfatickou vrstevnatou schránkou, bez zámku.
- Stvol s coelomickou dutinou vybieha medzi miskami, vyvíja sa ako výrastok zadnej časti ventrálneho plášťového laloku.
- Tráviaca sústava má konečník. Planktotrofická larva sa vyvíja bez reverzie plášťových lalokov.

Trieda Lingulata

(sp. kambrium - holocén)

- Ventrálny a dorzálny plášťový lalok sú u adultov úplne oddelené, zadná telová stena je zvyčajne dobre vyvinutá.
- Tráviaca sústava je otvorená, ohnutá, U-tvaru, s konečníkom vpredu.

Charakteristické rody – *Lingula*, *Glottidia*.

Lingula

(Rowell 1965)



Trieda Paterinata

(sp. kambrium - vrch. ordovik)

- Larválna schránka bradavicovitá, strofickým kardinálnym okrajom chýbajú štetiny.
- Plášťové laloky sú splynuté.
- Počiatočné deltýrium a nototýrium sú zakryté variabilne vyvinutým homeodeltídiom (doštička pokrývajúca deltídium).

Charakteristické rody - *Paterina*.

Podkmeň Craniiformea

(sp. kambrium - holocén)

- Brachiopódy s kalcitickými alebo aragonitickými schránkami, bez zámku, s laminárnou tabulárnou sekundárnou vrstvou.
- Zadná telová stena je úplná.
- Vnútorne plášťové laloky nie sú na okrajoch misiek vyvinuté.
- Stvol chýba. Schránka voľne leží alebo sa cementuje ku dnu ventrálnej miskou.
- Tráviaca sústava je viac alebo menej osová s anusom na zadnej telovej stene.
- Lecitotrofická larva bez schránky.

Trieda Craniata, rod – *Crania*



Crania

(Rowell 1965)

Podkmeň Rhynchonelliformea (sp. kambrium - holocén)

- Brachiopódy so zámkom a s kalcitickou schránkou, sekundárna vrstva je fibrózna (vláknitá).
- Zámok je tvorený párom ventrálnych zubov a dorzálnych jamiek na každej strane zárezu interareí.
- Stvol sa vyvíja z larválneho rudimentu.
- Tráviaca sústava neobsahuje anus. U niektorých skupín je lofofór podoprený kalcitickými výbežkami (brachídium).
- Larva je lecitotrofická, bez schránky, embryonický plášť u mladších skupín podlieha reverzii.

Podkmeň obsahuje 5 tried, z nich **Chileata** (sp. kambrium – perm), **Obolellata** (sp. - str. kambrium) a **Kutorginata** (sp. - str. kambrium) sú málo významné.

Trieda Strophomenata

- Impunktátne schránky u raných línií, typicky pseudopunktátne. Obrys schránky a profil je variabilný, ale hlavne plano-konvexný až slabo konkávno-konvexný.
- Zámková línia je strofická, zvyčajne s vysokou ventrálnou interareou a redukovanou dorzálnou interareou, deltýrium a nototýrium sú variabilne pokryté pseudodeltídiom a chilídiom.
- Supraapikálny foramen je zvyčajne prítomný u larválnych schránok ale stráca sa u adultov, niektoré druhy sa cementovali umbom.
- Zuby deltidiontného typu. Bázy diduktorov sú vsunuté na nototyriálnu plošinu alebo na výrazný kardinálny výbežok.
- Podpora lofofóru je zriedkavá, vzadu tvorená brachiofórmami (lišťovité výbežky na okrajoch nototýria) alebo vyvýšenými dorzálnymi hrebeňmi.



Patria sem rady **Strophomenida**, **Productida**, **Orthothesida** a **Billingsellida**. Charakteristické rody – **Productus**

(Muir-Wood & Williams 1965)

Trieda Rhynchonellata

(sp. kambrium - holocén)

- Fibrózne, endopunktáne alebo impunktátne bikonvexné schránky, strofické alebo astrofické, s deltiodontnými alebo cyrtomatodontnými zubami a zubovými jamkami podoprenými brachiofórmami alebo zámkovými doštičkami a jamkovými hrebeňmi, vytvárajúcimi septálium alebo krurálium.
- Stvolový otvor ako trojuholníkovité deltýrium alebo okrúhly foramen.
- Interarey a nototýrium sú zvyčajne rudimentárne alebo chýbajú.
- U mladších skupín sú prítomné krury, často vybiehajúce dopredu vo forme špirálií alebo slučky

Rad Protorthida

- Impunktátne malé strofické schránky so širokým a otvoreným deltýriom a nototýriom, s rudimentárnymi alebo jednoduchými deltiodontnými zubami, so zubovými hrebeňmi spojenými s voľným spondýliom.

Rad Orthida (kambrium-perm).

- Väčšinou impunktátne, nerovnako vypuklé a strofické schránky s dobre vyvinutou kardinálnou areou a dlhou zámkovou líniou, s otvoreným deltýriom a nototýriom a deltiodontnými zubami.
- Ornamentácia schránky býva koncentrická, radiálna, alebo sieťkovitá.
- Tvar misiek je od okrúhlych do štvoruholníkových.
- Majú spondýlium, niekedy majú kardinálny výbežok.
- Veľmi slabo vyvinuté brachídium je viditeľné ako malé valy.

Charakteristické rody – **Orthis**, **Bohemiella**, **Eodalmanella**.



Orthis

(Williams & Wright 1965)

Rad Pentamerida (stredné kambrium - devón)

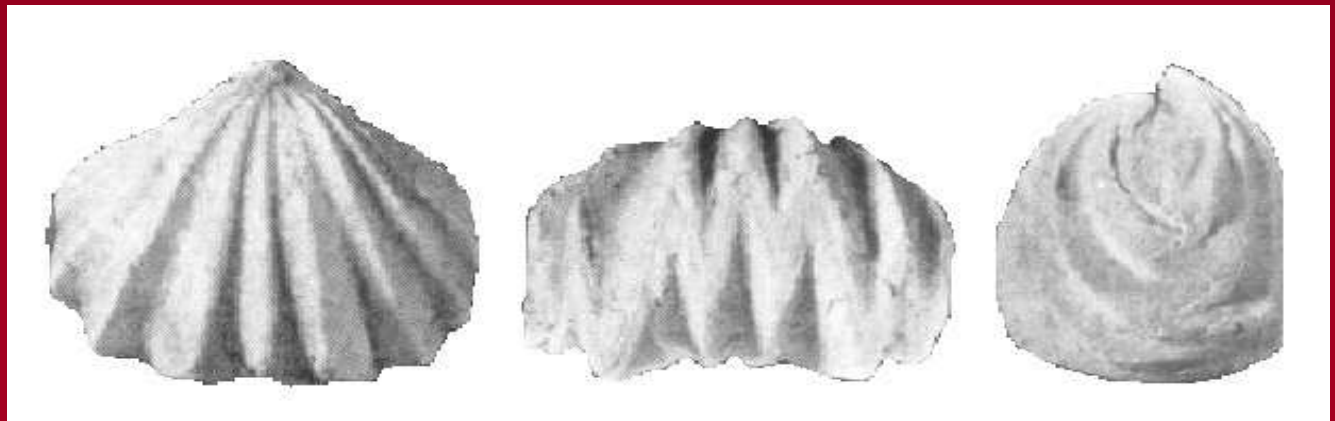
- Schránka je hladká, málokedy bývajú prítomné rebrá.
- Stvolový otvor je viditeľný iba v raných štádiách ontogenézy, neskôr zarastá deltídiom.
- Ventrálna schránka má spondylium. V dorzálnej miske je prítomné krurálium (lyžicovitá štruktúra v dorzálnej miske tvorená kardináliami a nesúca bázu adduktorov).
- Schránky s bikonvexnou impunktátnou schránkou.
- Brachidiálny aparát pozostáva z dvoch paralelných podporných doštičiek vybiehajúcich do výbežkov porovnateľných s krurami.

Charakteristické rody – ***Conchidium*, *Pentamerus***.

Rad Rhynchonellida (stredný ordovik – recent)

- Nestrofické a väčšinou impunktátne schránky, často je na schránke vyvinutá výrazná mediálna brázda a val.
- Majú bohatú rebrovanú ornamentáciu alebo sú hladké.
- Komisúra býva rovná alebo cikcakovitá.
- Na brušnej miske sa nachádza foramen, dva zuby a krátke zubové doštičky.
- Dorzálna miska má zubové jamky.
- Lofofór má tvar dvoch zvinutých špirál. Jeho podporu tvoria dva priame výbežky (krury).

Charakteristické rody -
Rhynchonella, **Cirpa**



Cirpa (Siblík 1965)

Rad Atrypida

(stredný ordovik – devón)

- Impunktátne bikonvexné formy s krátkou zámkovou líniou a nízkou alebo chýbajúcou kardinálnou areou.
- Dorzálna miska je často viac vypuklá ako ventrálna.
- Vrchol ventrálnej misky je zrezaný foramenom alebo sa foramen nachádza v deltýriu.
- Špiráliá sú nasmerované mediálne, dorzomediálne alebo laterálne.



Atrypa

(Boucot et al. 1965)

Charakteristické rody – ***Atrypa***

Rad Spiriferida (stredný ordovik - jura)

- Patria sem väčšinou impunktátne, zriedkavo punktátne brachiopódy s brachidiálnym aparátom v tvare dvoch špirálií smerujúcich laterálne, posterolaterálne alebo ventrálne.
- Zámková línia je väčšinou dlhá. Schránky sú bikonvexné s predĺženým trojuholníkovým tvarom.
- Ornametácia je zastúpená rebrami, majú mediálnu brázdnu a val.
- Ventrálna miska obsahuje dobre vyvinutú kardinálnu areu, deltýrium a dva zuby.

Charakteristické rody - *Spirifer*, *Cyrtia*, *Spiriferina*, *Dispiriferina*, *Athyris*.

Dispiriferina
(Siblík 1965)



Rad Terebratulida (devón - recent)

- Zahrňuje nestrofické a endopunktátne, väčšinou bikonvexné oválne až kruhové formy s krátkym, ohnutým zámkovým okrajom.
- Deltérium je uzavreté. Niekedy je schránka rozdelená na dva laloky, pri styku ich predných častí vzniká otvor (rod *Pygope*).
- Ventrálna schránka obsahuje foramen, dva zuby, niekedy dve zubové doštičky. Na dorzálne miske je brachídium vo forme slučky.

Charakteristické rody – *Terebratula*, *Stringocephalus*, *Pygope*, *Rhaetina*



Rhaetina

(Michalík 1975)

