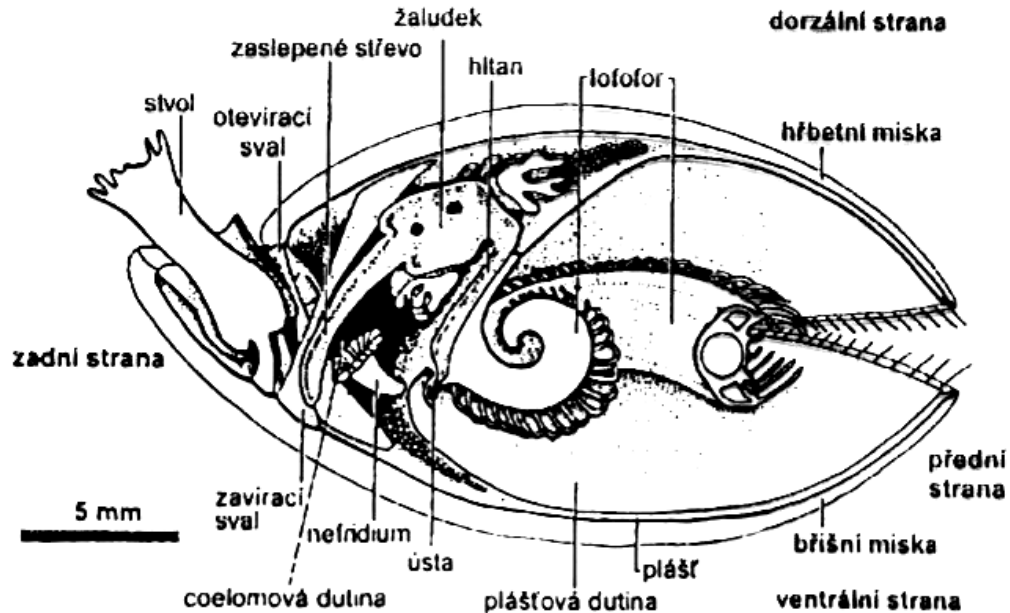


# Ramenonožci (Brachiopoda)

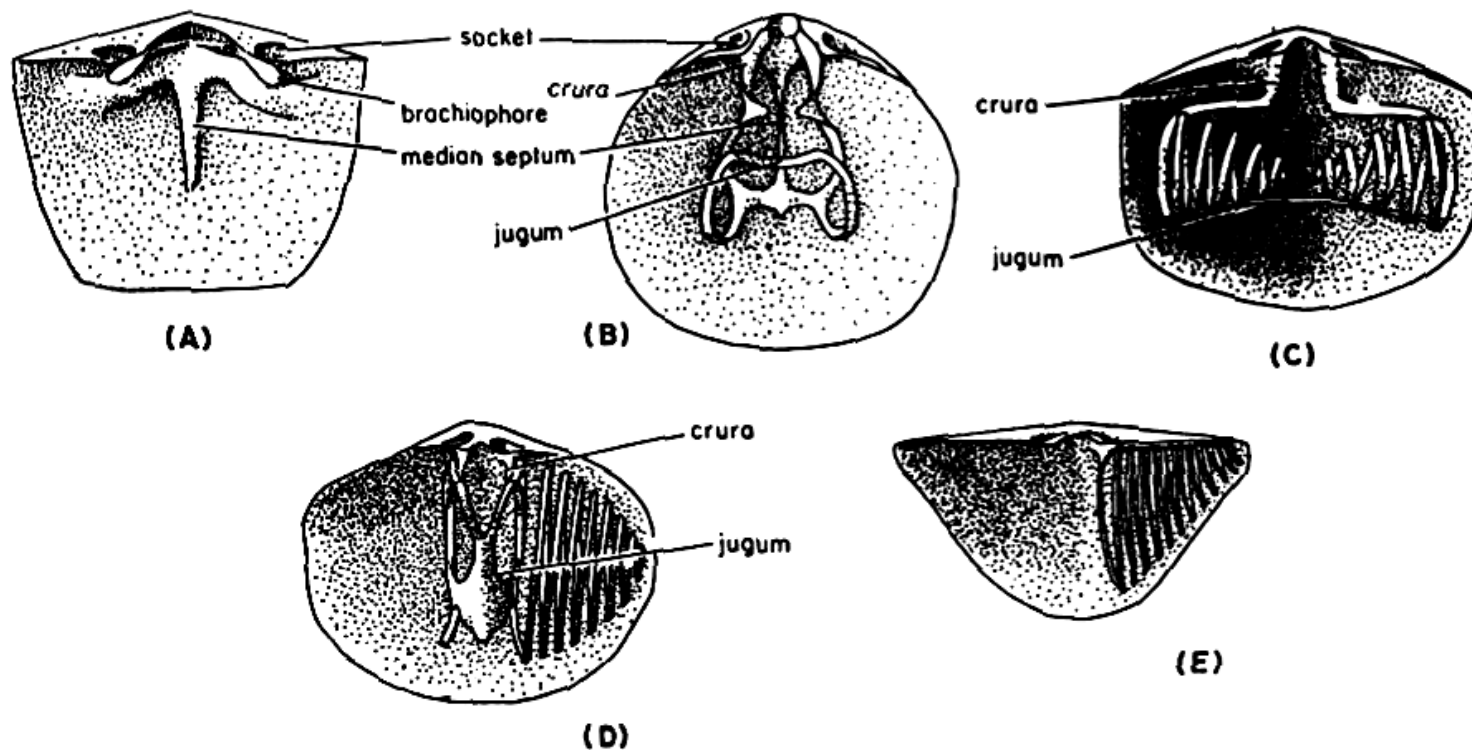
## Stavba kostry:

2 nestejně misky nebo zahnuté destičky, obvykle spojeny podél jednoho okraje, obrys schránek – obvykle okrouhlý, oválný nebo subtriangulární, tvary misek proměnlivé – ploché, konvexní, konkávní...Povrch schránek – hladký nebo různě skulpturovaný, velikost – obvykle 1-10 cm, někteří i přes 30 cm



Schematický řez tělem recentního ramenonožce rodu *Terebratulina* D'ORBIGNY (*Articulata*) se znázorněním hlavních orgánů, jura - recent (WILLIAMS & ROWELL in MOORE 1965).

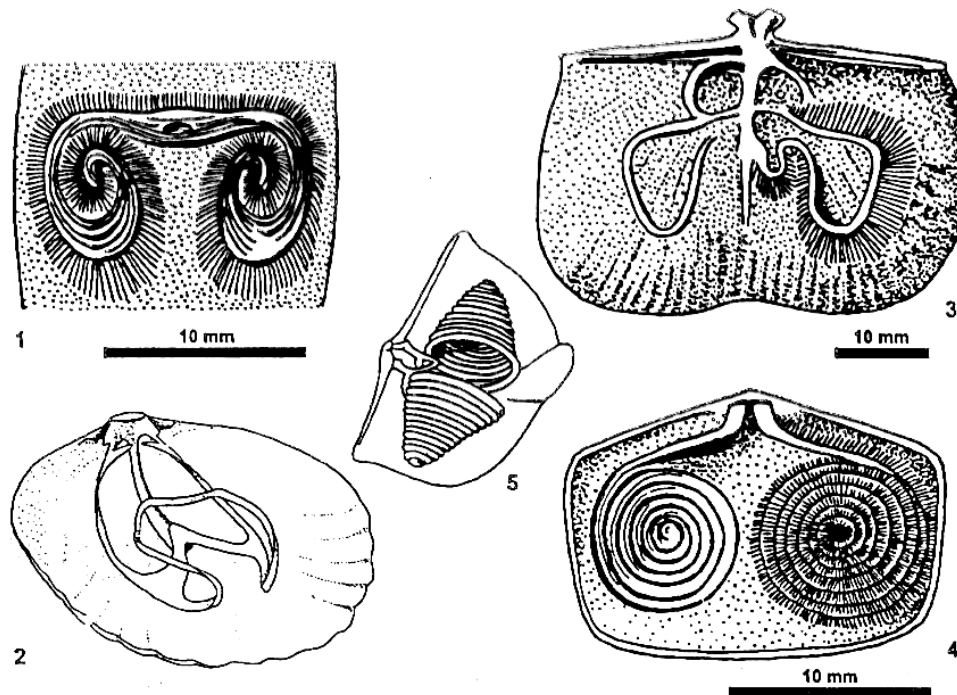
Uvnitř schránky – různě utvářené vápnité **podpory masitých ramen vířivého ústroje (lofofóru)**. Lofofór – řada brv – přivádění proudu vody s drobnou potravou k ústům



VARIETIES OF BRACHIDIA. (A) Brachiophore. (B) Loop. (C) Spirillum, atrypoid. (D) Spirillum, atrypoid. (E) Spirillum, spiriferoid. [(A) after Schuchert and Cooper; (B) after Davidson; (C), (D), and (E) after Beecher.]

V jedné nebo v obou miskách - vertikální a horizontální destičky - buď jednotlivě (střední septum) nebo dvojité (dentální nebo kruralní lamely zámková destička, spondylium, kruralium..- sbíhavé, rozbíhavé nebo navzájem paralelní - obvykle pouze do určité vzdálenosti od zámkové linie ).

## Různé typy lofoforů a ramenních podpor



Různé typy lofoforů a ramenních podpor na vnitřní straně hřbetních misek: 1 *Lingula* BRUGUIERE (*Inarticulata*) lofofor bez ramenních podpor, ordovik – recent, 2 *Dictyoclostus* MUIR-WOOD (*Articulata*) spodní karbon, 3 *Davidsonia* BOUCHARD (*Articulata*) střední devon, 4 spriferidní (*Articulata*) střední ordovik – spodní jura, 5 terebratellidní (*Articulata*) spodní devon - recent (1-3 ŠPINAR 1960, 4-5 WILLIAMS & ROWELL in MOORE 1965).

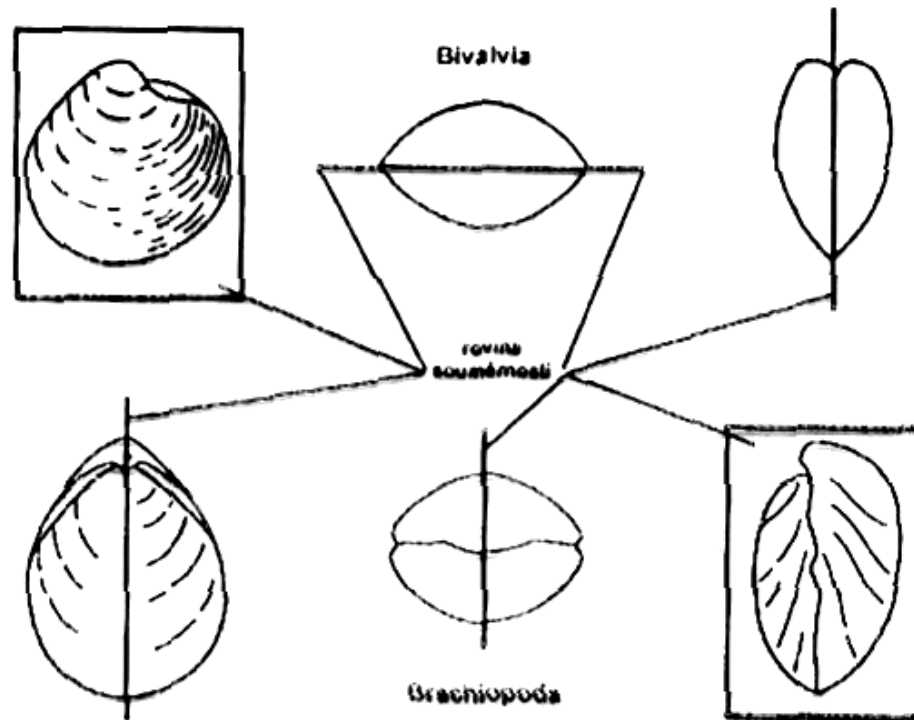


### Atrypa Brachiopod Lophophore Support Structures

These silicified *Atrypa* brachiopods have preserved the internal feeding spiral support structure. The remarkable specimen on the right shows the structure preserved as an extremely delicate paper thin spiral.

**Spiralia** = spirálovité vnitřní vápnité opory vířivého ústroje (lofofóru).  
V příčném řezu se spiralia mohou jevit jako série párových struktur

Rovina souměrnosti u brachiopodů probíhá obvykle kolmo k zámkové linii a kolmo k rovině spojení misek (komisura).



Znázornění rozdílu v souměrnosti schránek mlžů a ramenonožců (ŠPINAR 1960).

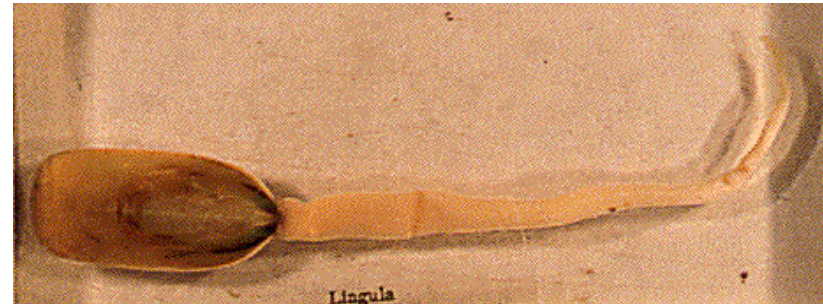
**Brachiopodi : bezoporní (Inarticulata) a opornatí (Articulata).**

**Bezoporní** - obvykle nemají vnitřní destičky, spiralia a vápnité schránky.

*Lingula*



**Bezoporní (Inarticulata)**

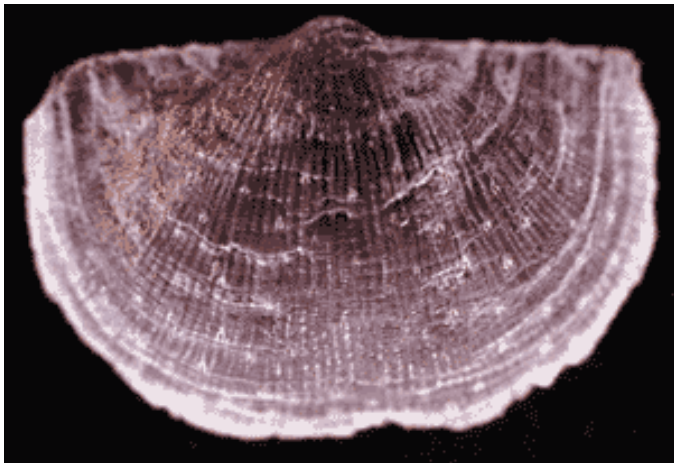


## Opornatí - 3 typy příčných řezů schránkami

paralelní se zámkovou linií a kolmý ke komisuře - příčný vertikální řez (pokud je veden přes vrcholy poblíž zámkové linie, ukazuje vnitřní desky, je-li veden středem schránky, ukazuje bilaterální symetrii misek a příčný řez spiraliemi, která se objevují jako nesouvislé oblouky)

kolmý na zámkovou linii i na komisuru - podélný vertikální řez (ukazuje symetrii nebo asymetrii misek, pokud je veden středem poblíž podélné osy schránky, může ukazovat jednu nebo více vnitřních desek ve vrcholech)

paralelní ke komisuře - vedený nad nebo pod komisurou ukazuje jednoduchou zavřenou schránku a může přetínat spiralia, jsou-li zachována.



Ramenonožec řádu Orthida

A - břišní miska

B - hřbetní miska

C - pohled ze strany

B

**Opornatí (Articulata)**

*Sellithyris*



*Torquirhynchia inconstans*



*Kutchithyris hendersoni*



jurští ramenonožci





## **Mikrostruktura kostry:**

proměnlivá, částečně proto, že mají **fosfátické i vápnité schránky**.

*Poznámka: Stále předmětem výzkumu, terminologie ani interpretace dosud nejsou ustáleny.*

**Fosfátické schránky (bezoporní)** - většinou tence laminovaná schránka ze střídajících se vrstev fosfátických a organických, které jsou jemně punktátní (puncta velmi malá, větší ve fosfátických než v organických vrstvách), laminy obvykle šikmé k povrchu schránky.

**Vápnité schránky (opornatí)** - obvykle tři typy vrstev:

***vnější vrstva*** - tenká, místy chybějící, obvykle světlehnědá, žlutá nebo i světlá, zřetelně bezstrukturní, s jemně rozvětvenými otvory (puncta),

***vnitřní vrstva*** – lamelární, vlákna šikmá k povrchu schránky

***nejvnitřnější vrstva*** - vlákna obecně kolmá k povrchu schránky.

## **Schránky:**

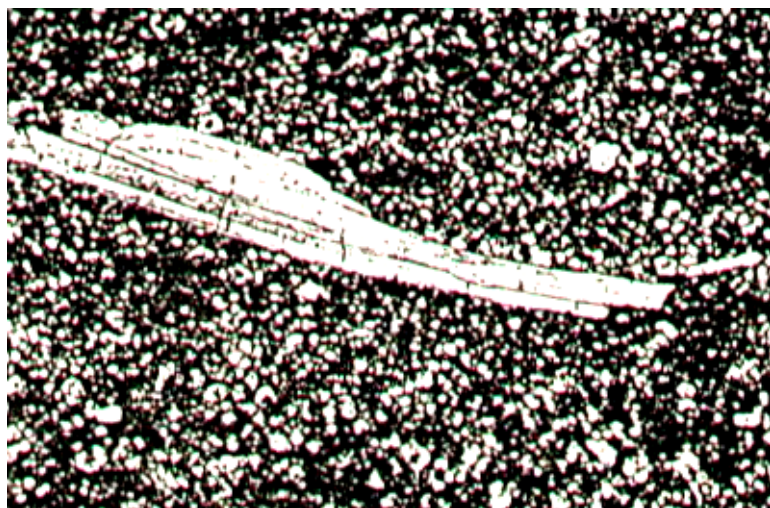
a) **Punktátní** – vápnité vrstvy pronikány kuželovitými výběžky pláště, ve schránce po nich zůstávají pravé póry (puncta)

b) **Impunktátní** – obě vápenité vrstvy jsou celistvé

c) **Pseudopunktátní** - ve vnitřní vrstvě schránky obvykle volně rozptýlené kalcitové tyčinky, zvětrávají snáze než okolní hmota a vznikají po nich dutinky připomínající pravé póry



Části schránek ramenonožců. Jedna schránka (a) s dobře vyvinutými vnitřními vláknitými deskami (b). Schránka (c) nahoře vlevo s primatickou vrstvou. Matrix z vápnatého jílu s četnými malými romby dolomitu. Sp. silur, Norsko. x20



*Lingula birealis* Bittner. Příčný řez fosfatickou schránkou s vrstevnstou strukturou. Puncta nejsou vidět. Sp. trias, Montana, x40

Podélný vertikální řez oběma miskami ramenonožce. Dole zřetelné vnitřní struktury podél zámkové linie. Matrix z jemných peleta fragmentů fosilií, zvláště destiček ostnokožců. Sp. karbon, Anglie, x20





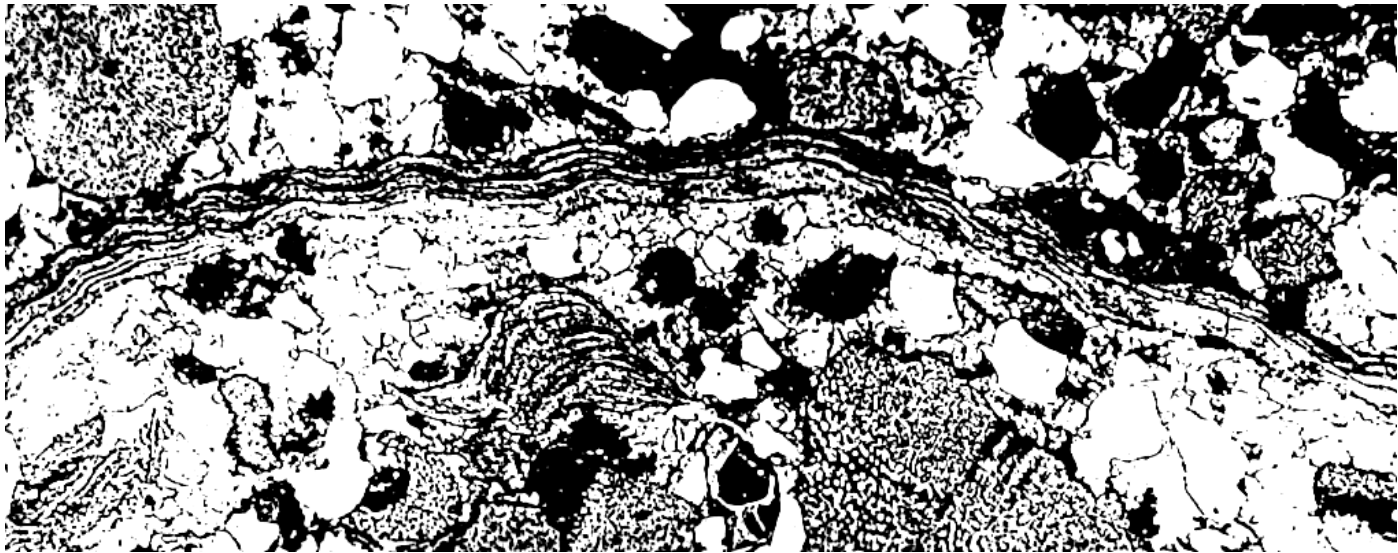
Pseudopunktátní schránka se světlými sloupky ve vláknité schránečné struktuře. Matrix z drti mechovek a ostnokožců ve světlém kalcitovém cementu. Stř. devon, Indiana, x40



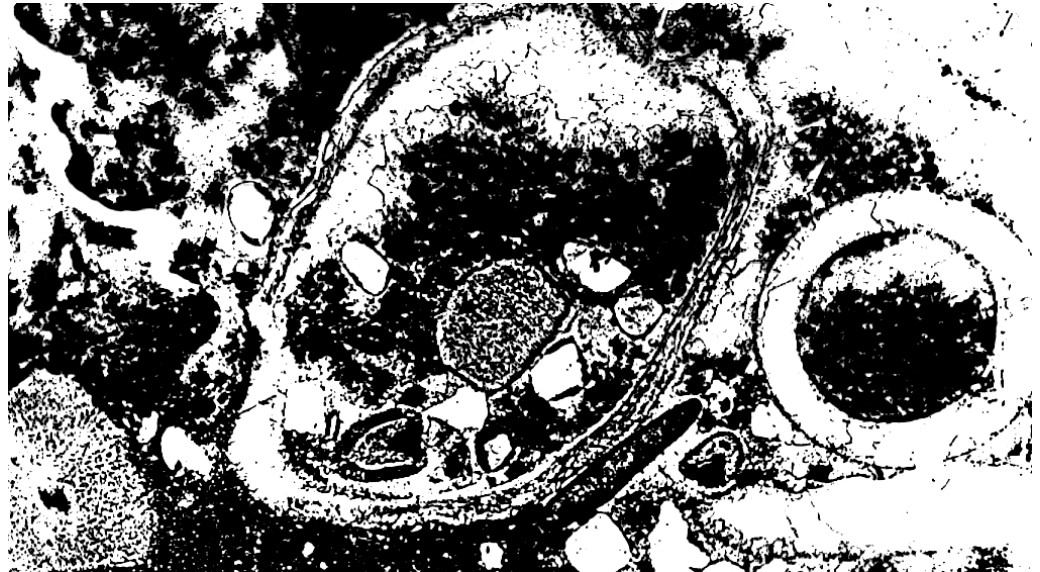
Vláknitá punktátní schránka v matrix z pelet a drti ostnokožců. Svrch. perm, Nevada. x20



Fragmenty misek ramenonožců, zvláště z části podél zámkové linie, s vnitřními destičkami (a) a prizmatické schránky. Jemnozrná vápnitá jílovitá matrix s malými destičkami echinodermat a jemnou drtí brachiopodů. Stř. silur, Norsko. x10



Uprostřed zřetelná vláknitá schránka ramenonožce. Matrix z křemitého písku, porézní destičky echinodermat a kalcitový cement. Několik tmavých zrn po dříve existujícím vápnitém jílu. x40



Vláknitá schránka v podélném řezu tvaru srdce. Peletální matrix. Zřetelná geopetální hmota ve schránkách a jemně porézní zrna echinodermát a křemitého písku. Okrouhlá schránka vpravo, možná měkkýš (gastropod) byla rozpuštěna a následně vyplněna kalcitem. Několik zrn má oolitický povlak. Svrch. mississip, Kentucky, x40



Vláknitý fragment brachiopoda nalevo s ornamentací (a), asi báze ostnu (excentr.).  
Zřetelné příčné řezy vláknitých ostnů ramenonožců (b), destičky ostnokožce  
a fenestrátní mechovky (c) vpravo. Sp. karbon, Anglie. x40

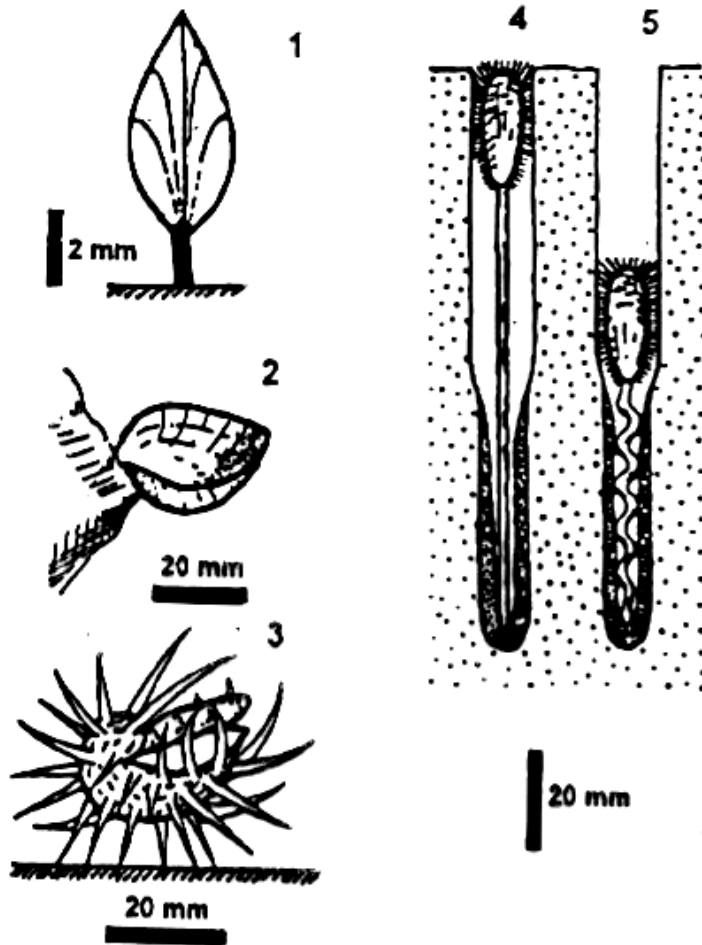


Nahoře uprostřed podélný řez ulomeným ostnem ramenonožce.

Nezřetelné destičky echinodermát (a).



Bryozoovo-brachiopodovo-echinodermatový vápenec.  
V matrix z pelet a kalcitového cementu výrazné příčné řezy  
dutými ostny brachiopodů a fragmentárních fenestrátních mechovek.  
Sp. karbon, Anglie. x40



Některé způsoby připevnění ramenonožců k podkladu: 1 *Rustella* WALCOTT (*Inarticulata*) schránka na krátkém stvolu, spodní kambrium, 2 *Liothyrella* THOMSON (*Articulata*) schránka připevněna stvolem těsně k podkladu, neogén – recent, 3 *Productus* SOWERBY (*Articulata*) schránka opřená na dně o dlouhé trny, karbon – perm, 4-5 *Lingula* BRUGUIERE (*Inarticulata*) schránka ukotvená na dlouhém stvolu, 4 v klidu, 5 při podráždění, ordovik – recent (ŠPINAR 1960).

Připevnění k podkladu – stvol nebo přitmělení,  
 na rozdíl od mlžů se ramenonožci nikdy nestmelují navzájem  
 Permokarbon – *Richthofenia* – husté porosty typu biostrom

## **Rozšíření:**

celosvětově kambrium – recent, významní zejména v paleozoiku, od mezozoika ustupují (místa velmi hojná i v triasových a jurských vápencích)

Bentózní bilaterálně symetričtí (mm – 40 cm), tělo kryto nestejnými miskami, materiál - nejčastěji málo hořečnatý kalcit, organofosfátické schránky – malý horninotvorný význam

Všechna mořská prostředí, nejčastěji v mělkých kontinentálních mořích. Žádný není znám ze sladké vody.

ramenonožci ve vápenci





### **Srovnání s jinými skupinami:**

**Mechovky** - v jemné drti možnost záměny vláknité mikrostruktury brachiopodů za mikrostrukturu stěn mechovek, avšak stavba schránky mechovek a ramenonožců se výrazně liší (mechovky - četné malé trubičky nebo „krabičky“, ramenonožci – 2 misky).

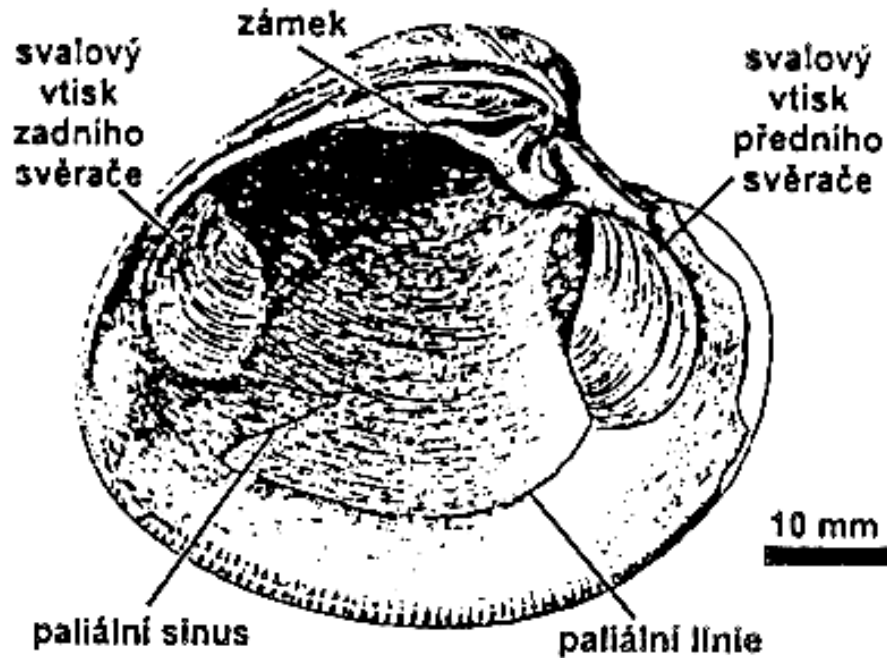
**Mlži** – pokud chybí dobře vyvinutá vláknitá vrstva, nelze v optickém mikroskopu dobře odlišit od úlomků schránek brachiopodů (další kritéria pro rozlišení ramenonožců a měkkýšů ve velmi malých fragmentech - elektronová mikroskopie...). Mlži obecně postrádají vnitřní struktury.

Alterované nebo rekrystalované fragmenty brachiopodů a mlžů nelze ve výbruse rozlišit.

**Ostrakodi** – misky obvykle mnohem menší a tenčí než ramenonožci, velmi jemná prizmatická mikrostruktura, mohou mít zahnuté okraje schránek (duplikatura).

## mlži (Bivalvia)

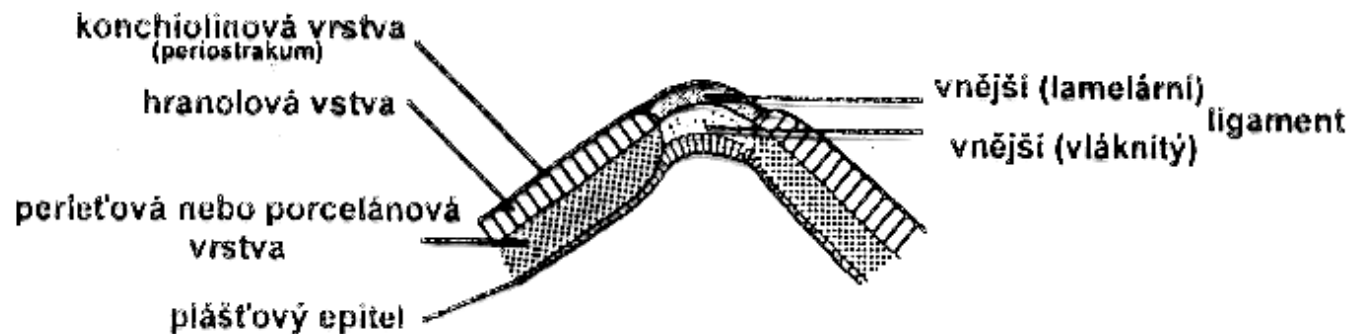
**Schránka** - 2 obvykle stejné misky spojené zámekem podél jednoho okraje



Pozice svalových vtisků a průběh plášťové (paliální) linie na vnitřním povrchu schránky rodu *Venus* LINNAEUS (*Heteroconchia*) paleogén – recent (COX in MOORE 1969).

## Struktura:

tenká organická vrstvička (**periostrakum**) – ve fosilním stavu se většinou nezachovává,  
pod ní prizmatická vrstva (**ostrakum**) - polygonální hranolovité krystaly málo hořčnatého  
kalcitu orientované kolmo k povrchu schránky,  
vnitřní strana schránky – pokryta perleťovou vrstvou (**hypostrakum**) – destičkovité krystaly  
aragonitu proložené vrstvičkami organické matrix, krystalky orientovány rovnoběžně s povrchem



Struktura misek a ligamentu (ZIEGLER 1991).

## Rozšíření:

Celosvětově **kambrium – recent**, vyskytují se v mořských i sladkých vodách.  
**velmi důležitými spolutvárci postpaleozoických vápenců** (v paleozoiku byli v karbonátových horninách zřejmě mnohem méně častí než ramenonožci)

**Biostromy** – svrchní křída (spolu s korálnatci nebo samostatně) – čeleď Hippuritidae (**rudisti**)  
– jejich schránka tvořena nestejně velkými masívními miskami, pravou miskou (válcovitá nebo věžovitá) přirůstali ke dnu, levá miska tvořila víčko

**Ústřice** – jiná skupina vytvářející biostromy, mlži se silnými schránkami, ke dnu se připevňují karbonátovou hmotou (tzv. cementem) nebo vlákny z organické hmoty

Nárůsty – **ústřičné slapy nebo lavice**

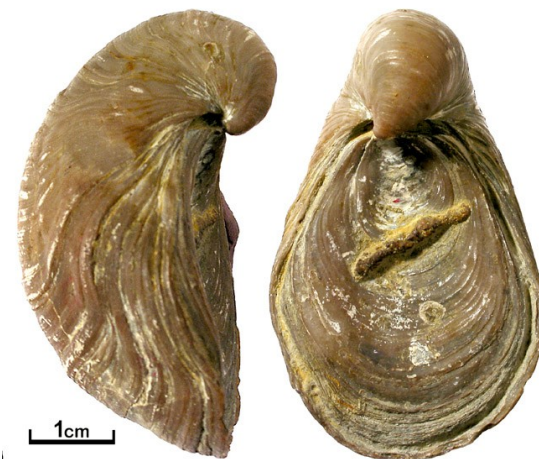
*Rhynchostreon suborbiculatum* - cenoman (česká křídová pánev)

dále *Crassostrea*, *Gryphea*, *Lopha*

*Liogryphea arcuata* – bradlové pásmo Západních Karpat – místy lumachelové vápence (lias)



*Trigonia*



*Gryphaea arcuata*



*Exogyra costata*



*Inoceramus*, křída



*Retroceramus galoi*

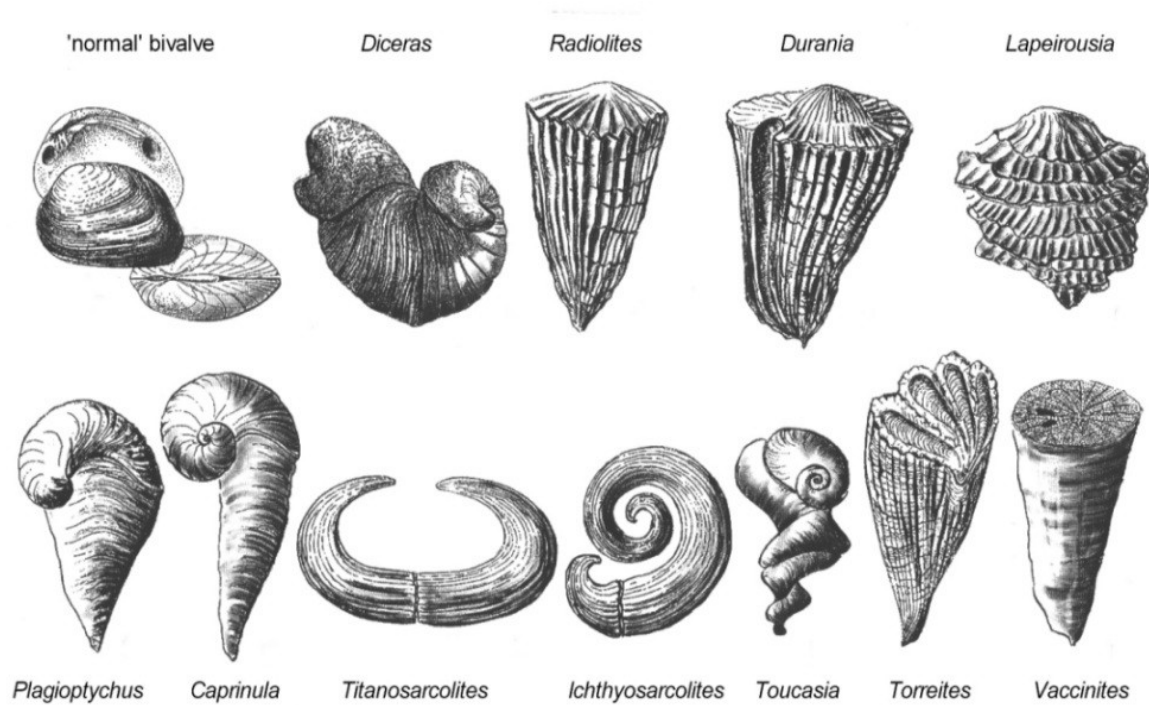


*rudisti*



*Hippurites*, Pyreneje

*Vaccinites vesiculus* -Omán



Puerto Piramides, Valdez Peninsula, Patagonia, Argentina



## Mikrostruktura kostry:

tvary ve výbrusech záleží na tvaru, skulptuře a orientaci výbrusu vzhledem ke schránce

Většina mlžů - příliš velcí, než aby se celý jejich obrys objevil ve výbruse - celé tvary jsou spíše na nábrusech.  
Většina dospělých mlžů má velikost 1-15 cm, ale výjimečně mohou mít až 2 m.

Mnozí mlži - přibližně ekvivalvní, jsou-li obě misky spojeny a uzavřeny:

řezy kolmé k zámkové linii - obvykle ukazují misky, které jsou vzájemným zrcadlovým obrazem,

srdčité tvary - když podél zámkové linie existuje dobře vyvinutá ligamentární rýha,

obvykle výrazně zesílený zámkový okraj, kde jsou zuby a zubní jamky různých tvarů

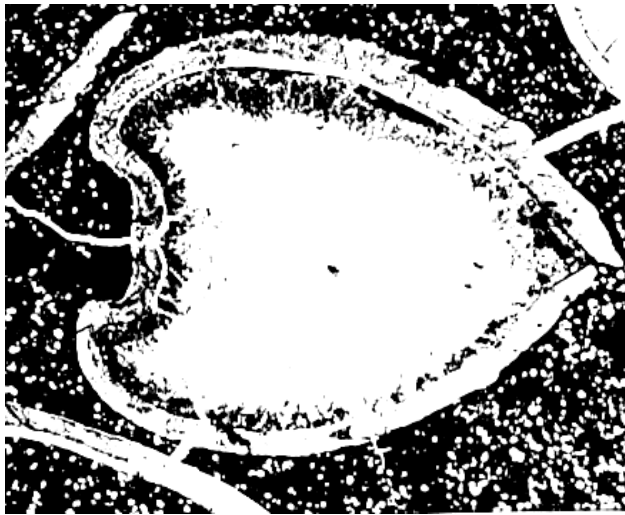
řezy paralelní se zámkovou linií a kolmé na komisuru - jednoduché oblouky, směrem k okrajům se zeslabují

Někteří mlži - výrazně inekvivalvní, některé skupiny mají nápadně silné schránky (rudisti, ústřice), patrně adaptované na turbulenci vody: jedna miska může mít tvar velkého šálku nebo misky, druhá má funkci víčka. (Srovnatelné znaky existují u některých permských útesotvorných ramenonožců, kteří zřejmě nikdy nedorůstali takových velikostí jako jurští a křídoví mlži, kteří měli takto přizpůsobené tvary schránek.)

Rudisti obvykle mají "buněčně prizmatickou" mikrostrukturu charakteristickou výraznými pravoúhlými nebo radiálními znaky.

Protože aragonitické schránky jsou obvykle rekrystalovány nebo vylouženy a vyplněny kalcitem, alterované schránky mlžů můžeme rozeznat pouze podle celkového tvaru kostry a úlomky misek nemůžeme určit jednoznačně.



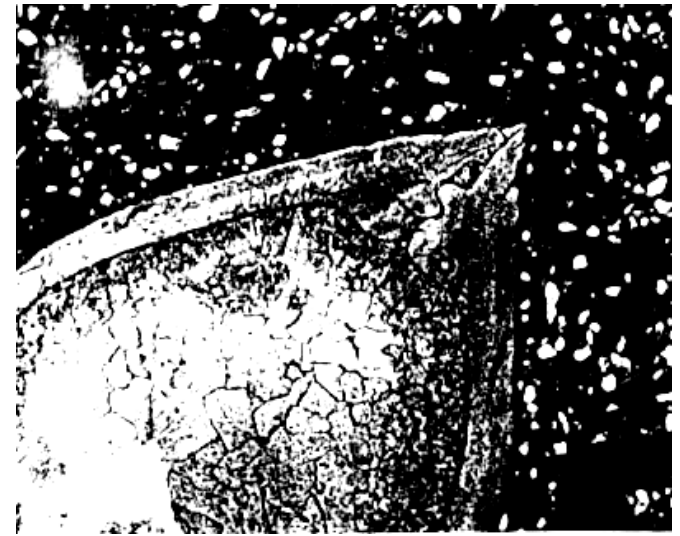


Příčný řez miskami mlže uprostřed schránky kolmo na zámkovou linii. Tvary misek jsou navzájem zrcadlové, to obecně neplatí pro brachiopody

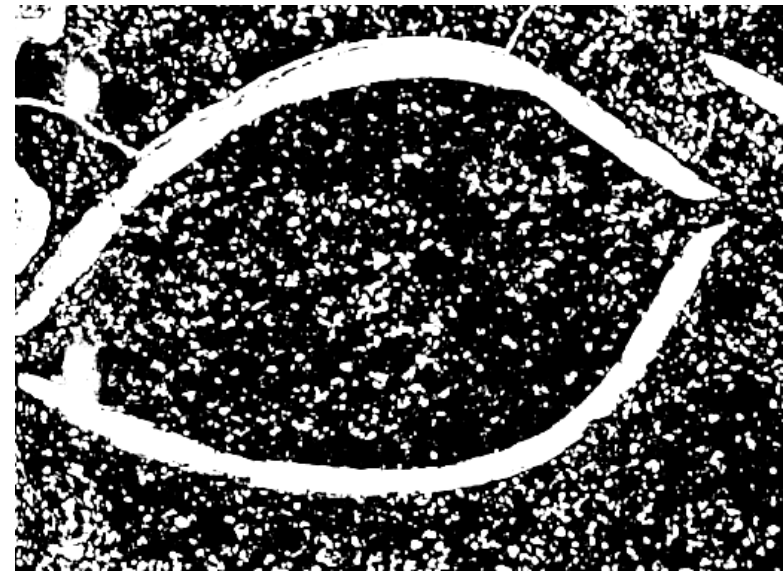
Detail horního obr. - schránečná mikrostruktura, zvláště příčně lamelární mikrostruktura měkkýšů.



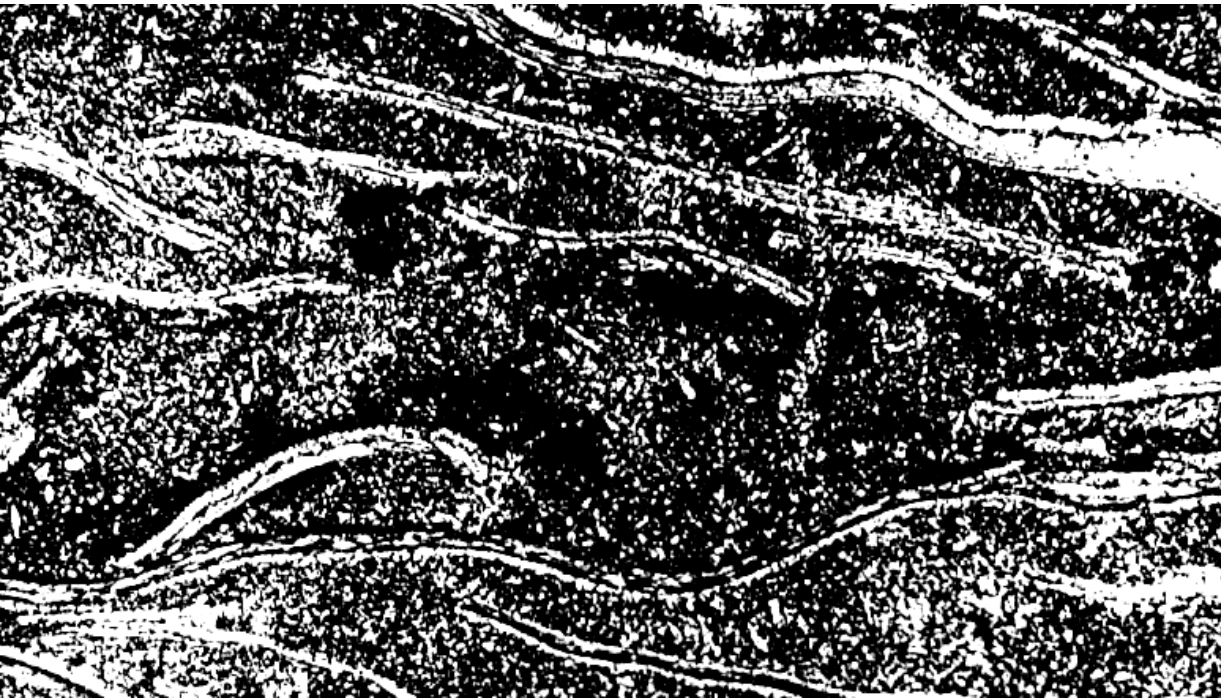
Příčný řez miskami mlže v místě uprostřed schránky paralelně se zámkovou linií. Matrix - jílovitý křemitý prachovec.



Spojení misek mlže u zámkové linie. Výplň ze živcového kalcitu směrem od hranic schránky hrubne. Prachová vápnitá jílovitá matrix. Svrch. křída, Jižní Dakota. x10



Řezy fragmenty a velkými schránkami mlžů  
v jílovité matrix. Mikrostruktura schránek -  
silná vláknitá vrstva a tenká prizmatická vrstva.  
Absence prizmatické vrstvy na obou stranách  
schránky potvrzuje, že vrstva je vylučována  
organismem a nepředstavuje pozdější počáteční  
cementaci. Svrch. trias, Rumunsko. x30



Vápenec z úlomků měkkýšů.  
Mikrostruktura částečně alterována,  
u některých fragmentů schránek  
však viditelná prizmatická vrstva.  
Fragment rudista nahoře uprostřed.  
Matrix je směs peletálního jílu  
a kalcitového cementu. Svrch. křída,  
Dominikánská republika. x40



Prizmatická vrstva schránky mlže rozpadající se vpravo do jednotlivých prizmat. Zachycen rozpad! Sp. perm, Austrálie. x20



Příčně lamelární mikrostruktura měkkýšů, nejčastěji reprezentována okraji lamel prvního řádu (tyčinky). Opačně orientované tyčinky se jeví ve výbruse jako tmavé a světlé proužky. Peletální bahno a kalcitová cementová matrix. Stř. eocén, Francie. x20



Mlž s okrouhlou stopou po vrtání (a) vyplněnou peletálním jílem jako matrix. Eocén, Indie. x40

**Srovnání s jinými skupinami:**

**Ramenonožci** - liší se od mlžů vláknitou mikrostrukturou schránky, ale v případě alterace nebo rekrystalizace je obtížné nebo nemožné tyto dvě skupiny rozlišit.

**Ostrakodi** - obecně menší a mají jemně prizmatickou mikrostrukturu, obvykle se nalézají s oběma miskami pohromadě a okraj jedné misky přesahuje okraj druhé misky. Navíc mnozí ostrakodi mají duplikaturu podél volného okraje, což lze ve výbrusech obvykle pozorovat.

Brachiopoda – obvyklé vnitřní kalcifikované struktury - u mlžů a ostrakodů vesměs chybějí.