Organismy, jejichž kostry a schránky se hromadí jako sedimentární částice

- vagilní
- dezintegrované kostry a schránky organismů vytvářejících nárůsty

Plankton
- tentakuliti
- ploutvonozí břichonožci
- lilijice
- graptoliti

Bentos
- mechovky
- ramenonožci
- břichonožci
- mlži
- hlavonožci
- trilobiti
- lilijice
- ježovky
- obratlovci

Třída Cricoconarida – tentakuliti (sp. O – svrch. D)

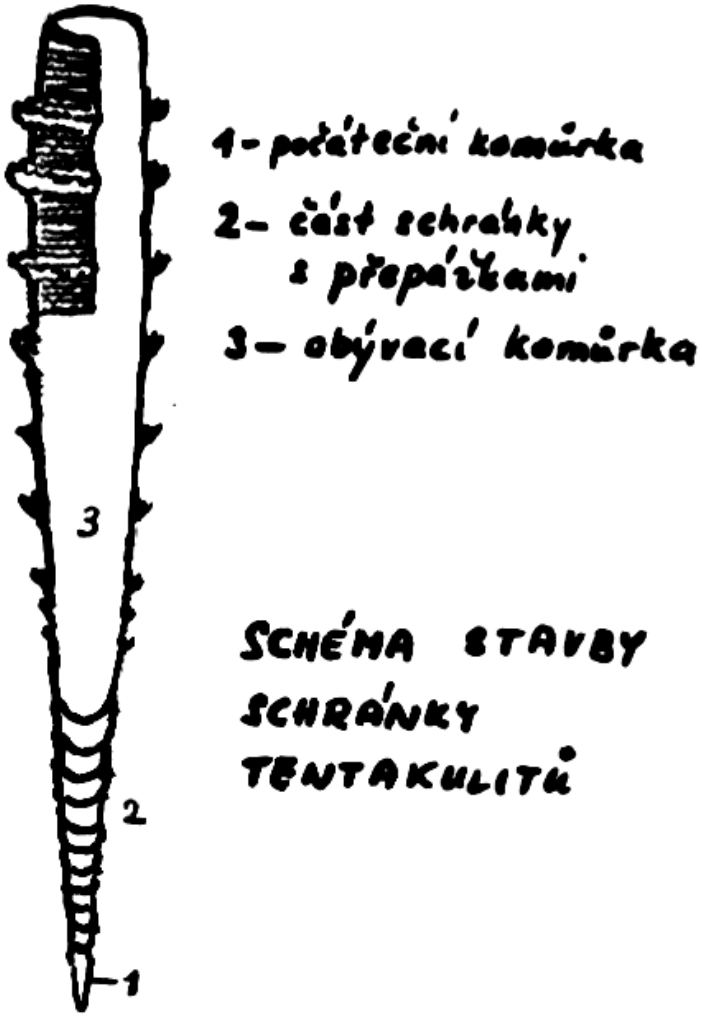
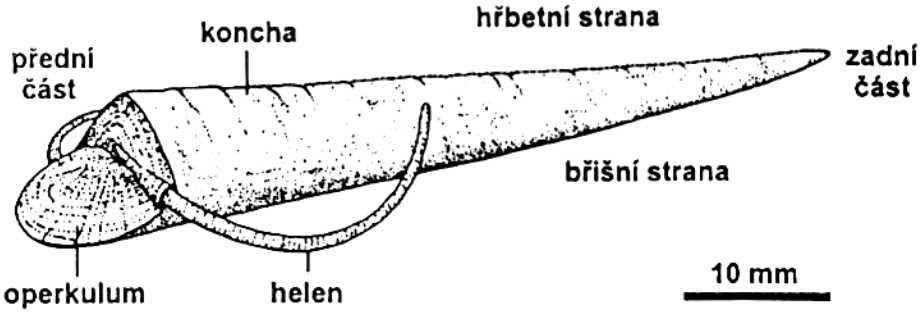


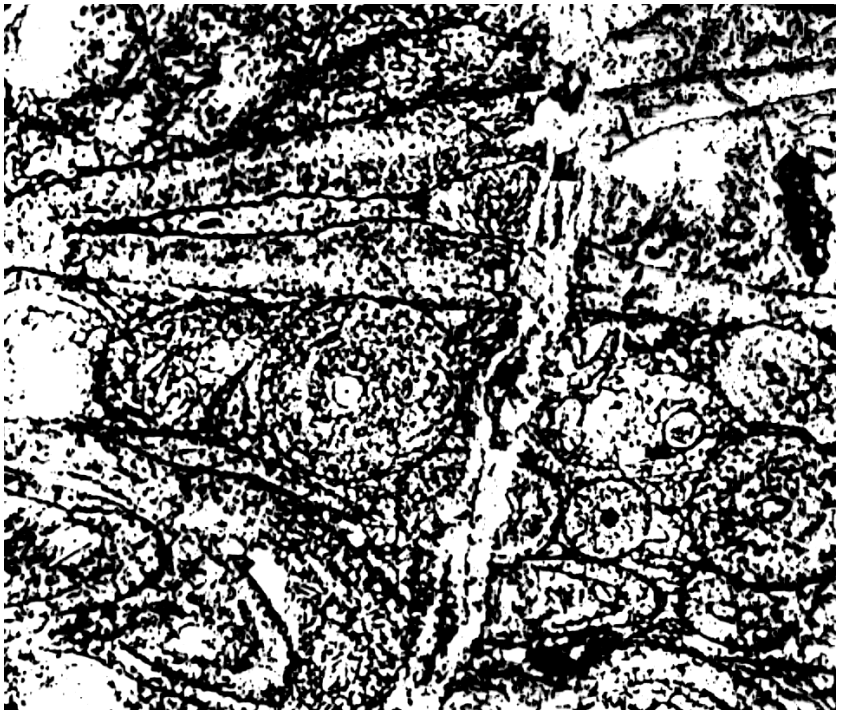
SCHÉMA STAVBY SCHRÁNKY TENTAKULITŮ

Třída Hyolitha – hyoliti (sp. kambrium-stř. P)



Rekonstrukce hyolita rodu *Hyolithes* EICHWALD, na které jsou znázorněny pevné části a vyznačena orientace schránky a živočicha (MAREK 1963, POJETA in BOARDMAN & al. 1987).

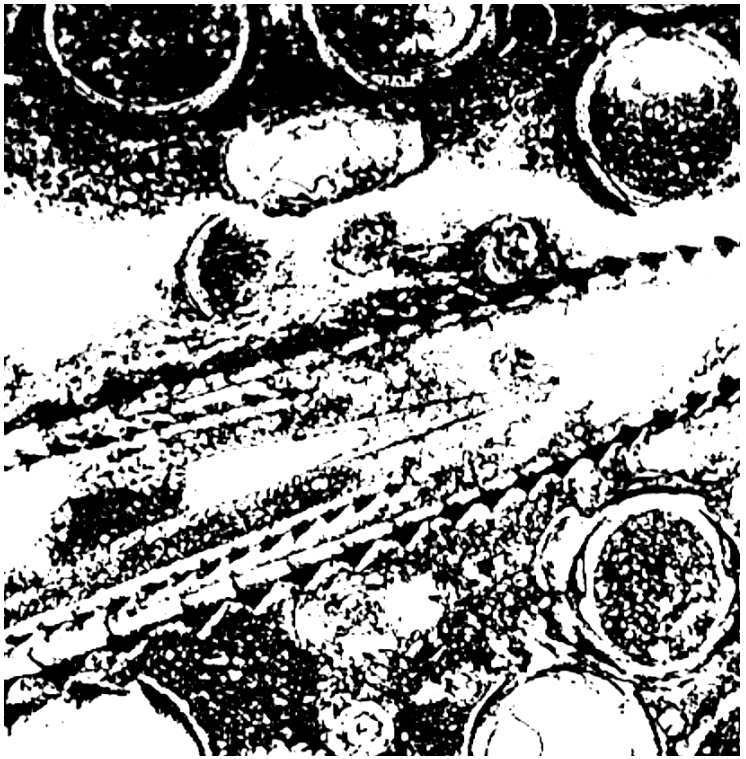
rekonstrukce



Lumachela s příčnými a podélnými řezy **hyolita**. Struktura schránky je špatně viditelná, patrně pro rekrystalizaci. Sp. kambrium, Mexico. x20

Většinou příčné řezy tentakulity, z nichž některé mají vnější skulpturu (příčná žebra). Místy jedna schránka uvnitř jiné, mikritická matrix.

Patrny příčné skulptury a jemně laminovaná schránečná mikrostruktura u tentakulitů. Schránka nahoře vlevo (a) má několik vnitních sept (příčné přepážky). Mikritická matrix.Stř. devon, New York. x20



Podélné a příčné řezy tentakulitidy tvořícími lumachelu. V podélných řezech patrna jemně laminovaná stěna a příčné žebrování, tři schránky jedna ve druhé. Mikritická matrix.

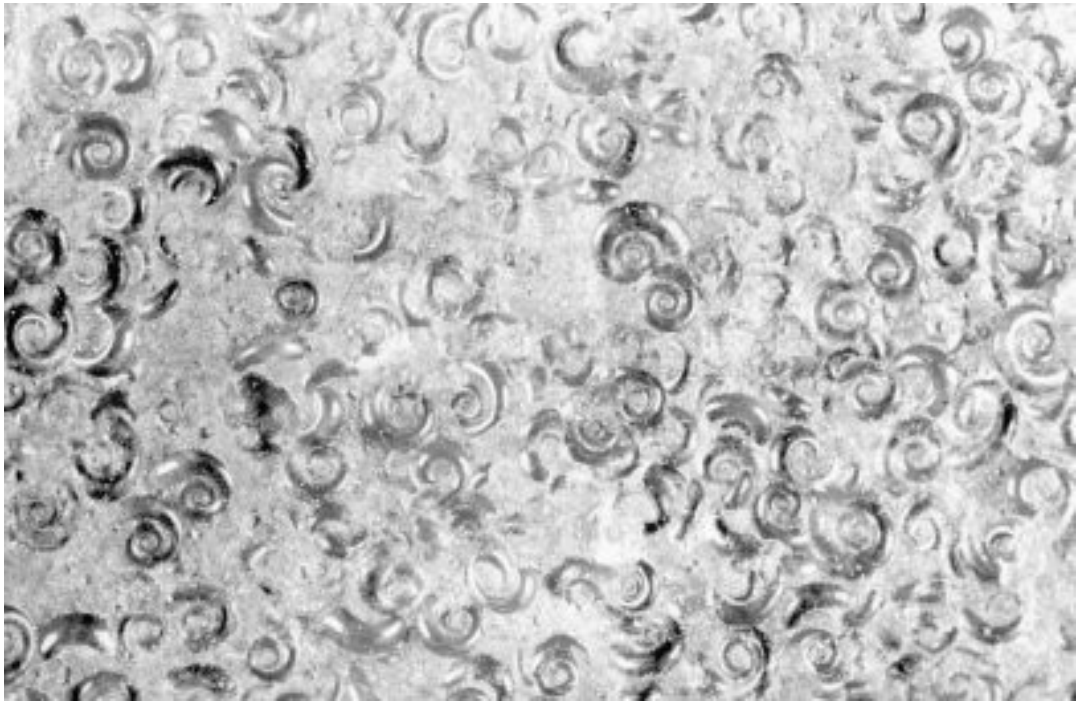
Zadožábří břichonožci

řád Pteropoda

Cavolinia tridentata, recent

Atlanta peroni

Limacina tertiaria, miocén (langh?), Itálie- Gargano, vnitřní jádro

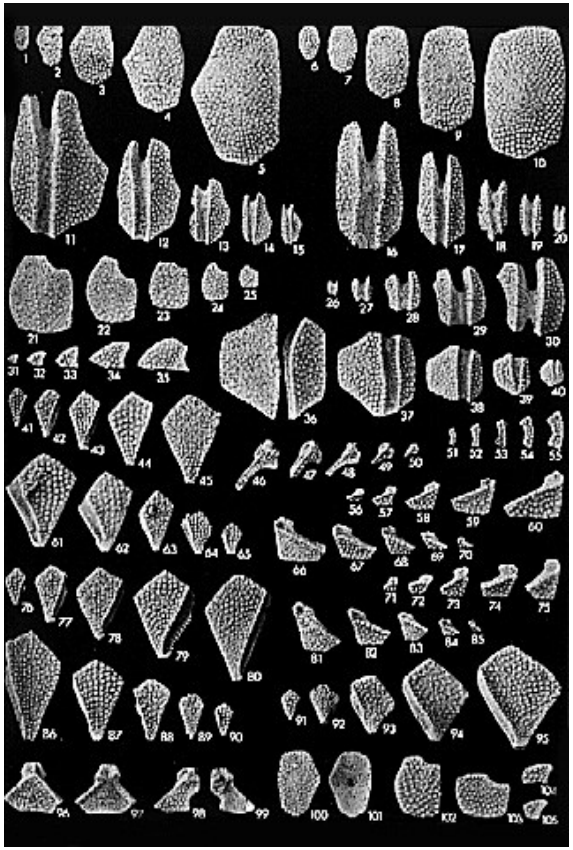


Limacina mercinensis Fur (Dánsko)

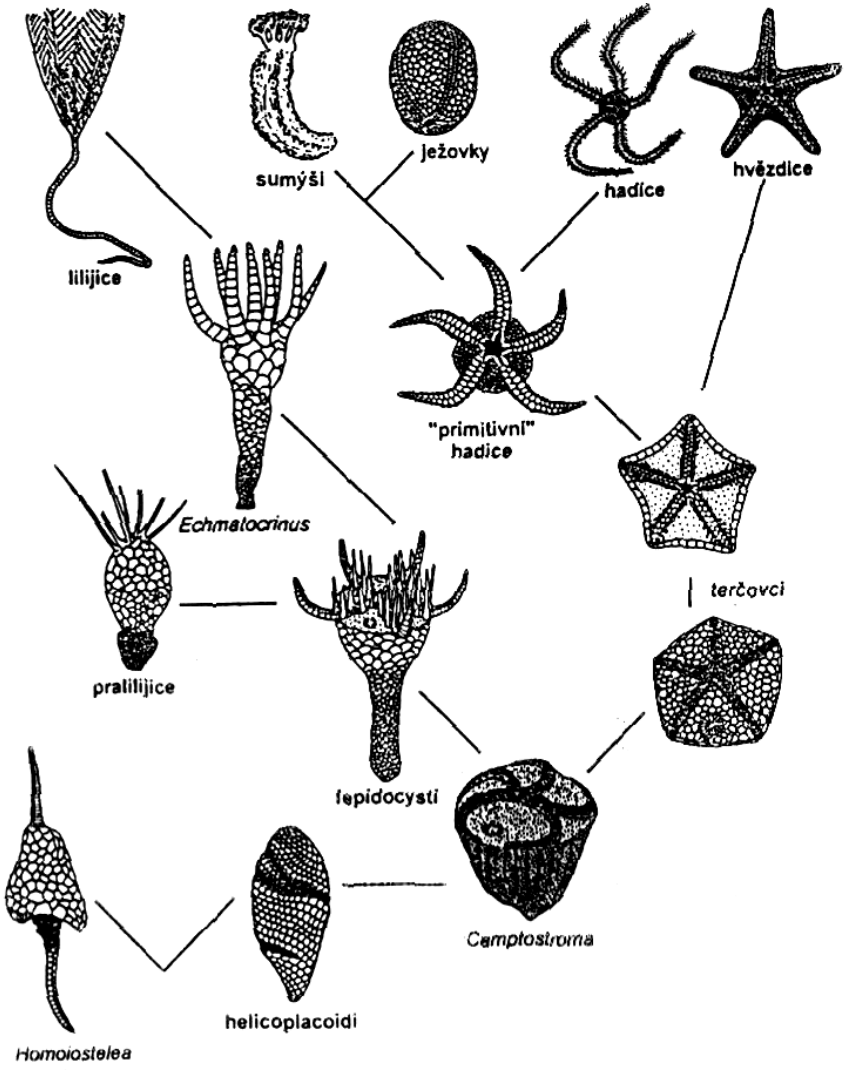
Creseis spina miocén (langh)

Kmen Echinodermata – Ostnokožci (K-R)

- pětičetná symetrie
- kostra z velkého počtu vápnitých destiček
- ambulakrální systém



Desky crinoidů

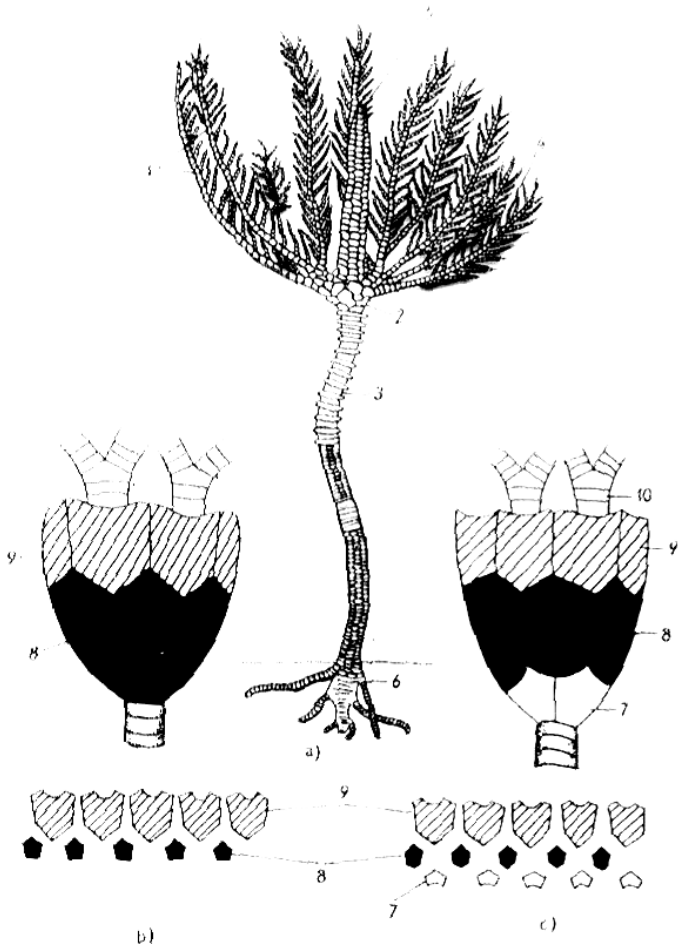


Předpokládaná evoluce ostnokožců (PAUL & SMITH 1984).

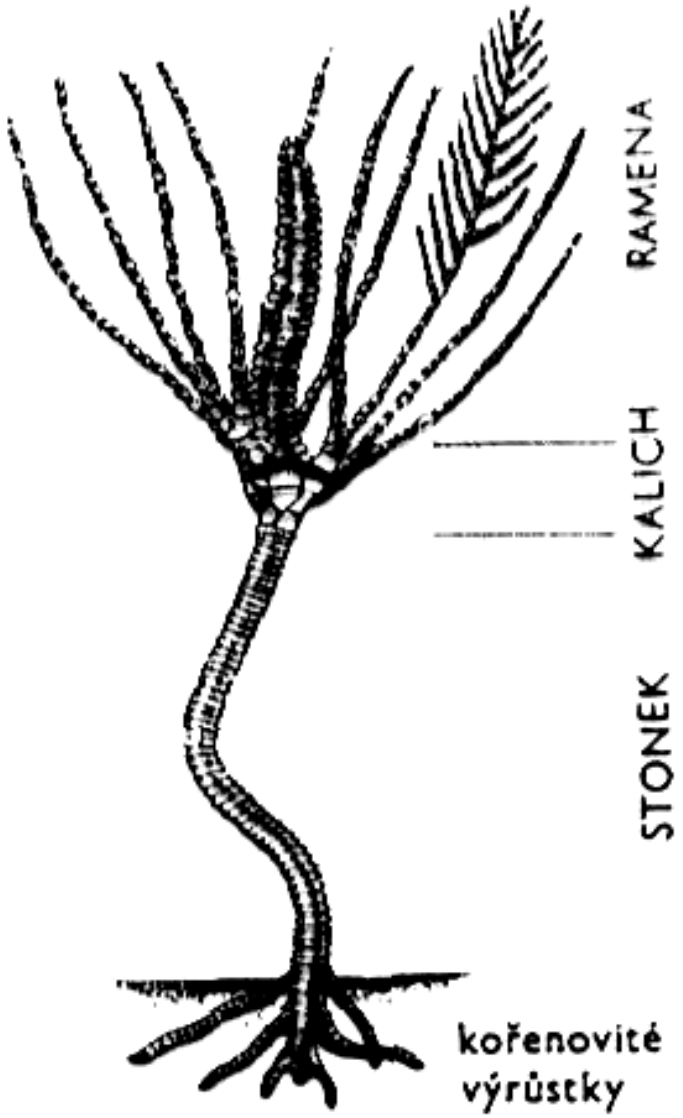
Morfologická variabilita ostnokožců

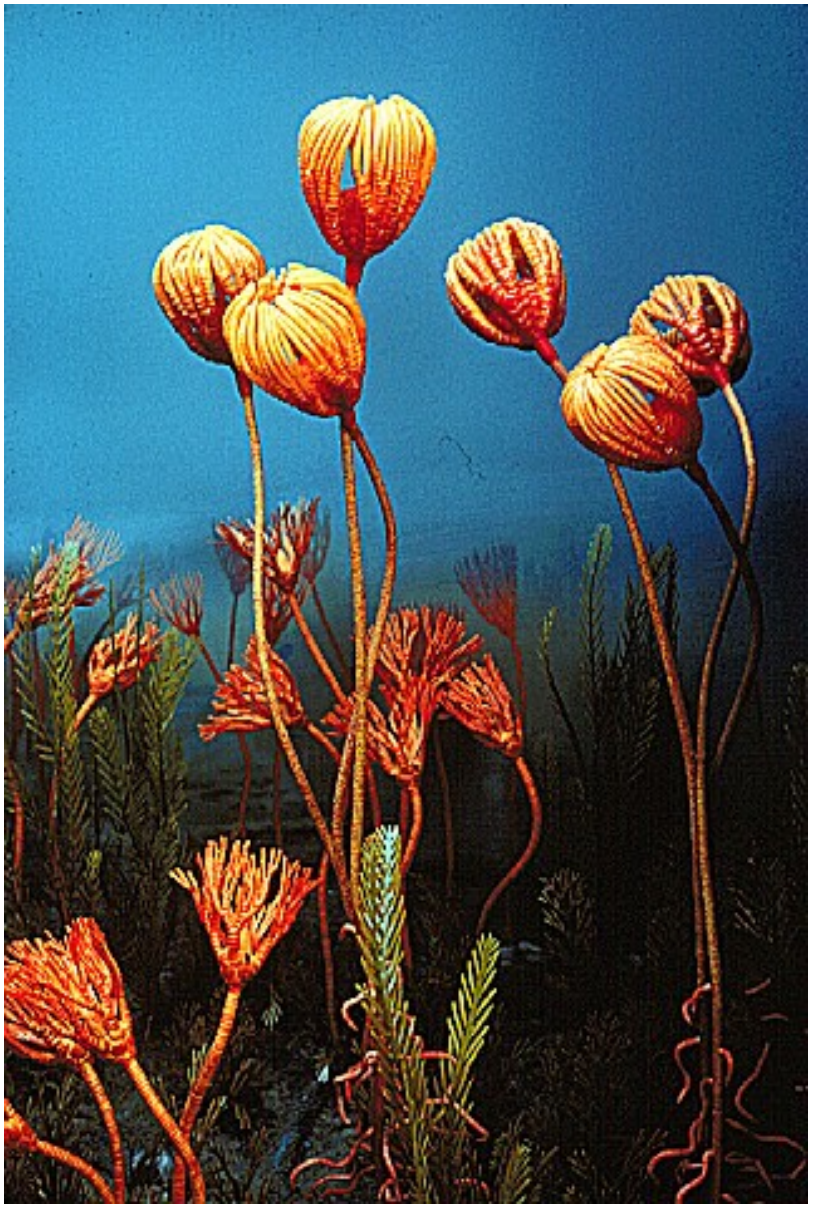
Podkmen Crinozoa

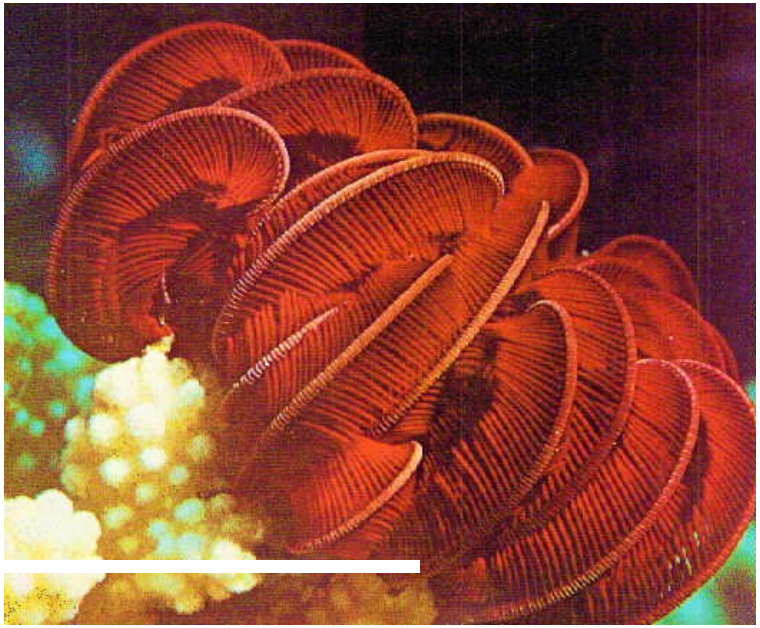
Třída Crinoidea - Lilijice (sp. O – R)

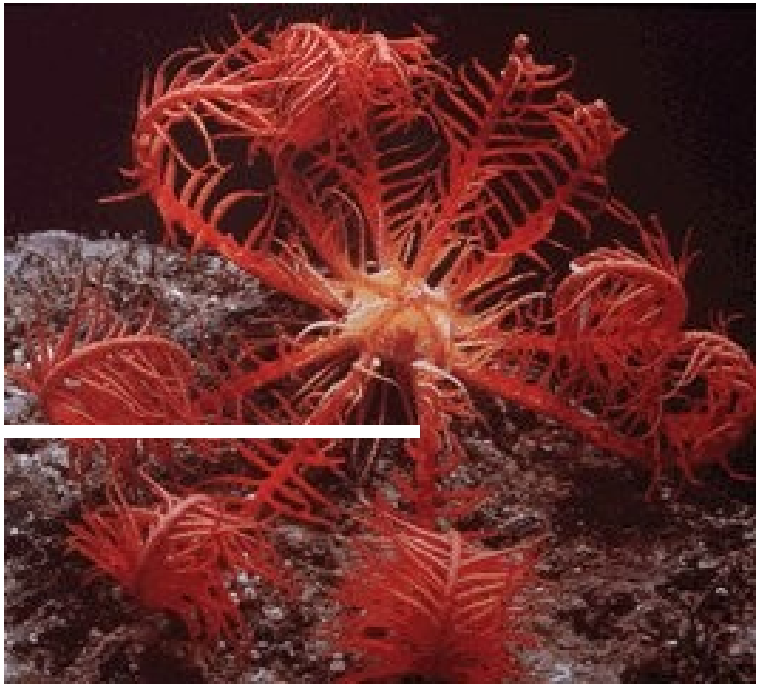


. Schéma stavby lilijic (podle DRUŠČIC)
ova morfologie, b) monocyklický kalich, c) dicyklický kalich
ramena, 2 – kalich, 3 – stonek, 4 – pinuly, 5 – análni otvor na vrcholu análního kužele,
ořenovité výběžky, 7 – desky infrabazální, 8 – desky bazální, 9 – desky radiální, 10 – desky brachiální

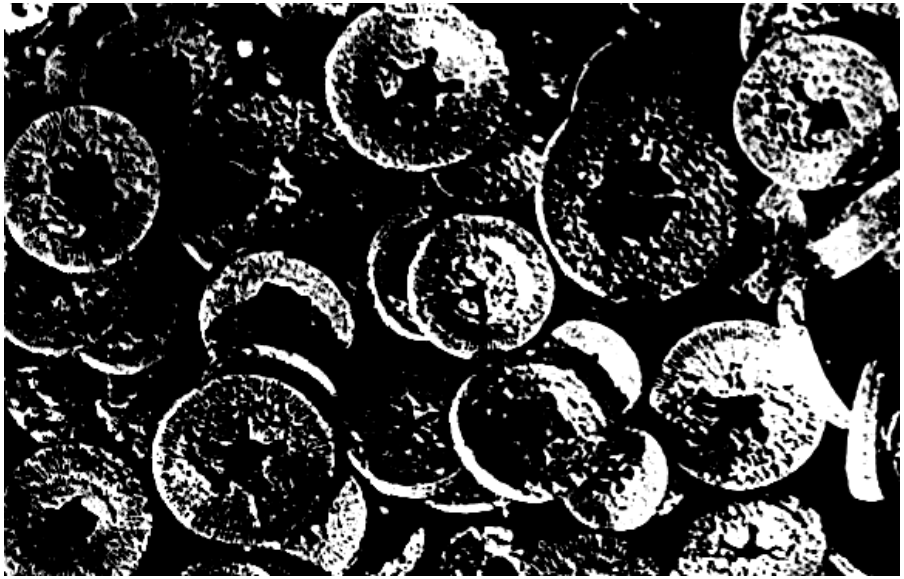




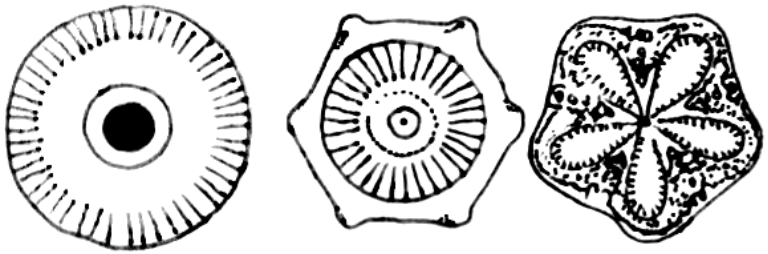




Články stonku - morfologie



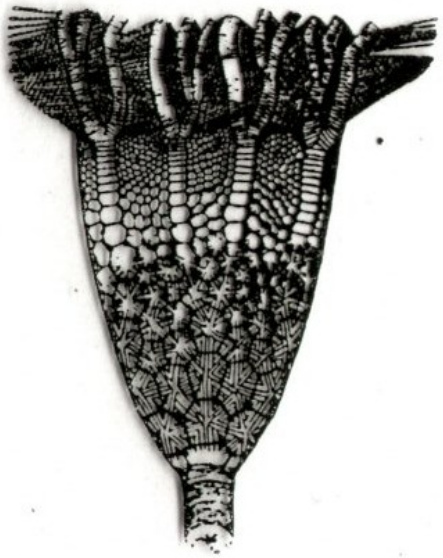
Nielsenicrinus cretaceus



Crinoidea – morfologie a skulptura styčných ploch článků stonku některých lilijic.

Macrocrinus mundulus **Indiana.**
Mississippianin age, 320 to 360 MYO.

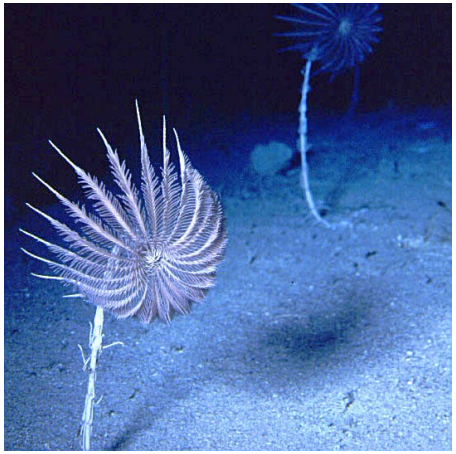
Scyphocrinites elegans, **silur, Čechy**



Saccocoma

***Encrinus ternio*, trias**

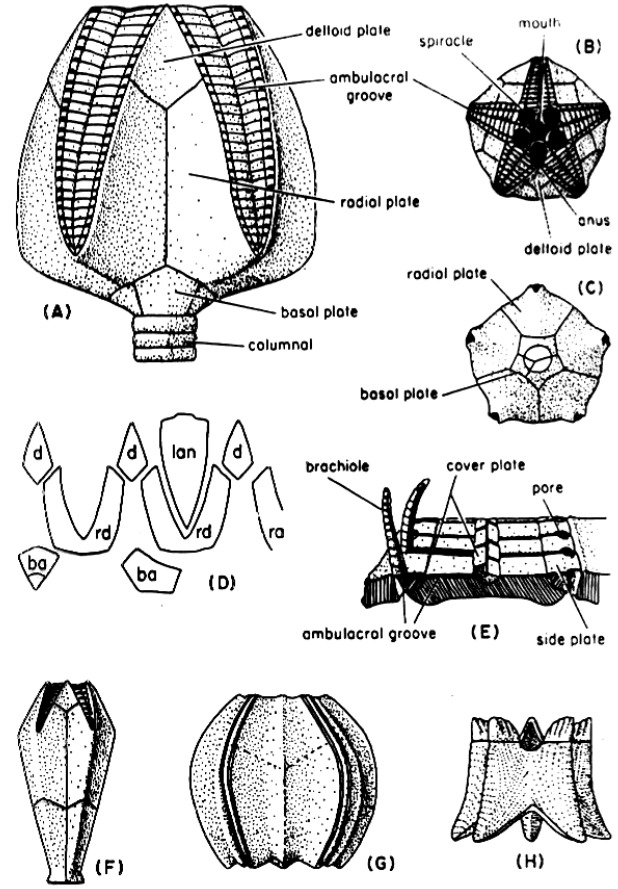
krinoidový vápenec



Podkmen Blastozoa

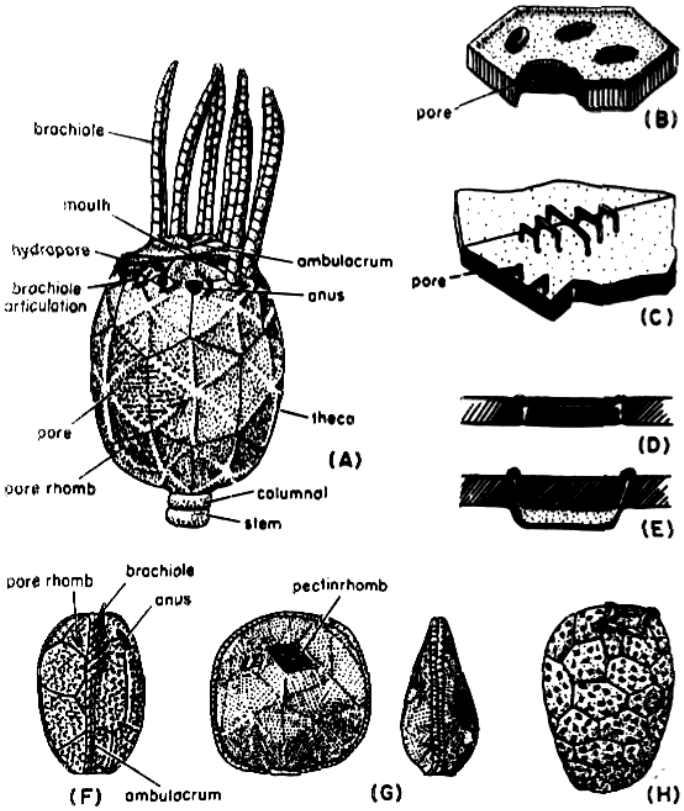
Třída Blastoidea – poupěnci (S-P)
Třída Rhombifera – jablovci (stř. O – D)
Třída Diploporita – jablovci (stř. O – D)

Blastoidea (poupěnci)



MORPHOLOGY OF THE BLASTOIDEA. (A) Generalized blastoid, based on *Pentremites*. Lateral view. (B) The same in oral view. (C) The same in aboral view. (D) Relationship of thecal plates. Plates in two rays rotated into the same plane. (E) Detail of ambulacrum with brachioles and covering plates. Oblique view. (F) *Troostocrinus*; middle Silurian to late Mississippian; lateral view; height of the theca is 1.8 cm. (G) *Cryptoblastus*; Mississippian; lateral view; height of theca is 1.8 cm. (H) *Timoroblastus*; Permian; lateral view; height of theca 1.5 cm. [(H) after Wanner.]

Rhombifera, Diploporita (jablovci)



THE CYSTOIDS. (A) Lateral view of a generalized cystoid based on *Caryocrinites*, a mid-Ordovician to mid-Silurian genus. Note three-fold symmetry of ambulacra. The brachioles are missing from the ray to the left. (B) View of thecal plate sections to show diplopore system. (C) View of thecal plates showing pore rhomb system. External grooves extend across adjacent plates and connect to interior by pores. (D) and (E) Cross-sections of two types of pore rhombs. External surface up. (F) *Jaekelocystis*; Silurian; lateral view; height of theca 1.5 cm. Several brachioles shown. (G) *Pseudocrinites*; Silurian and Devonian; lateral views, ambulacral and interambulacral, showing compressed theca; height of theca 2.5 cm. (H) *Megacystis*; Silurian; lateral view. A diploporid. [(H) *after* Jaekel.]

Podkmen Asterozoa

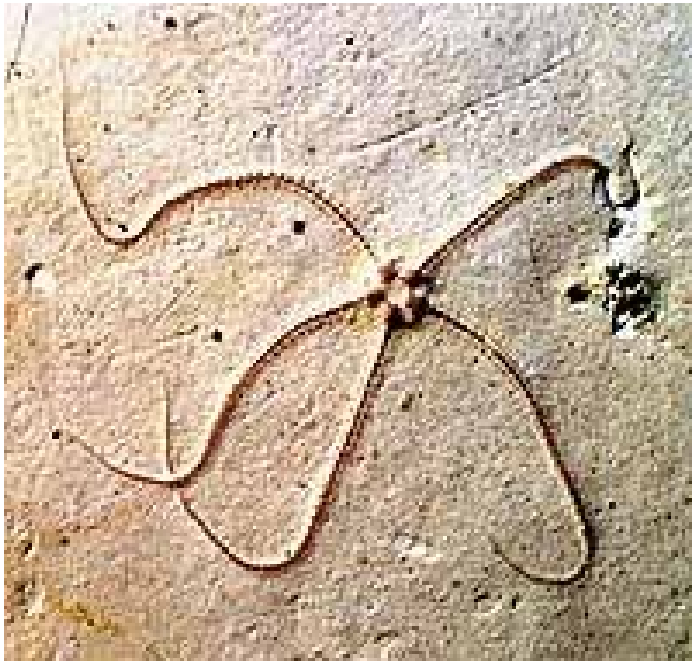
Třída Asteroidea – hvězdice (O-R)

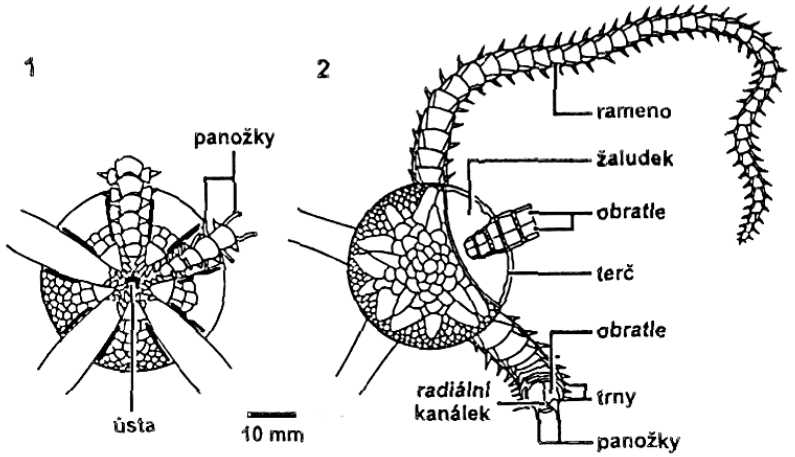
Třída Ophiuroidea – hadice (O – R)

Asteroidea (hvězdice)

Acanthaster

(Ophiuroidea (hadice)





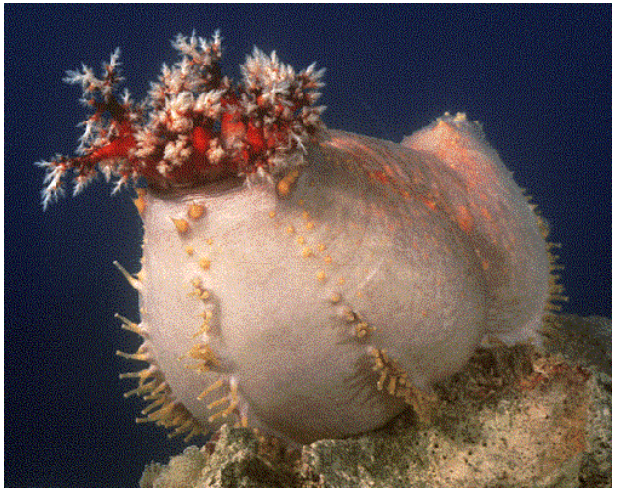
Rekonstrukce morfologie recentního zástupce hadic (*Ophiuroidea*): *1* spodní (orální) strana, *2* svrchní (aborální) strana (SPRINKLE in BOARDMAN & al. 1987).

ramenní destičky hadic

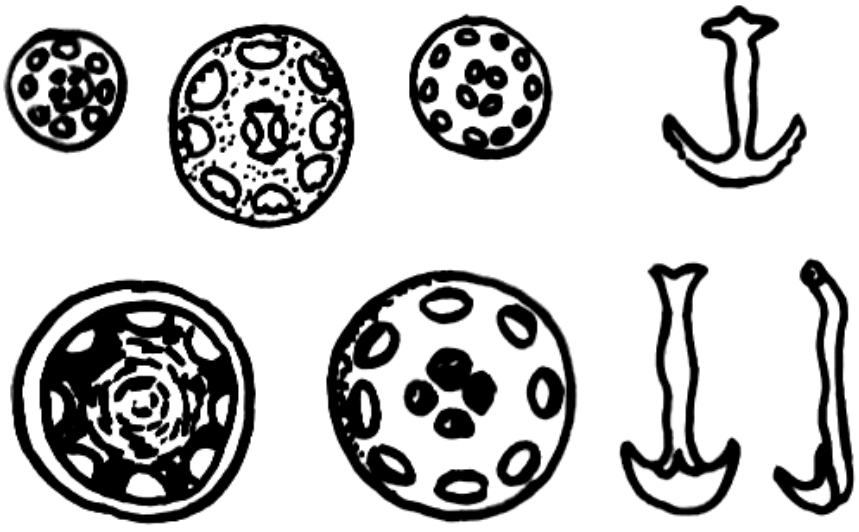
Podkmen Echinozoa

Třída Holothuroidea – sumýši (?K, D-R)

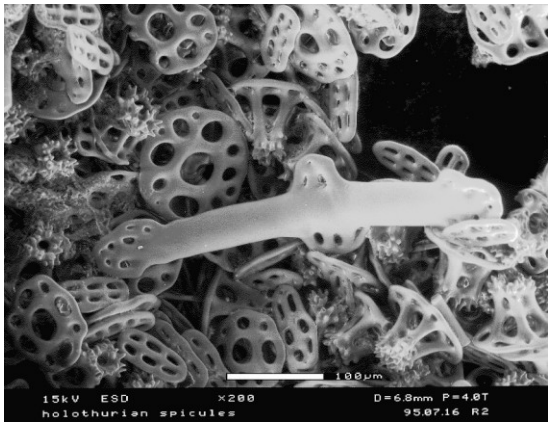
Třída Echinoidea – ježovky (O-R)

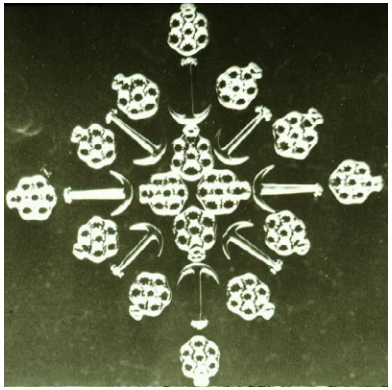


Holothuroidea (sumýši)



Sklerity různých recentních sumýšů

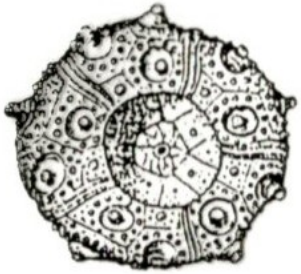




Echinoidea (ježovky)

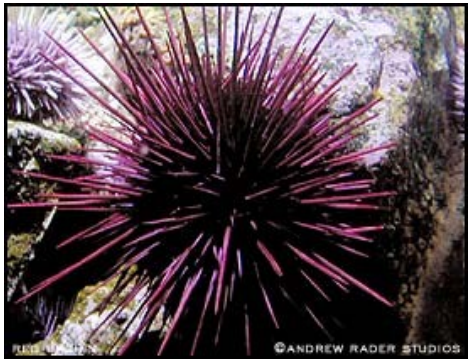
Ostny

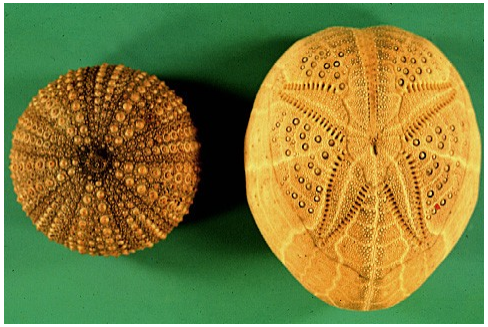
Cidaris, křída



Disarticulated Sea Urchin

Sea Urchin
Plate Close-up

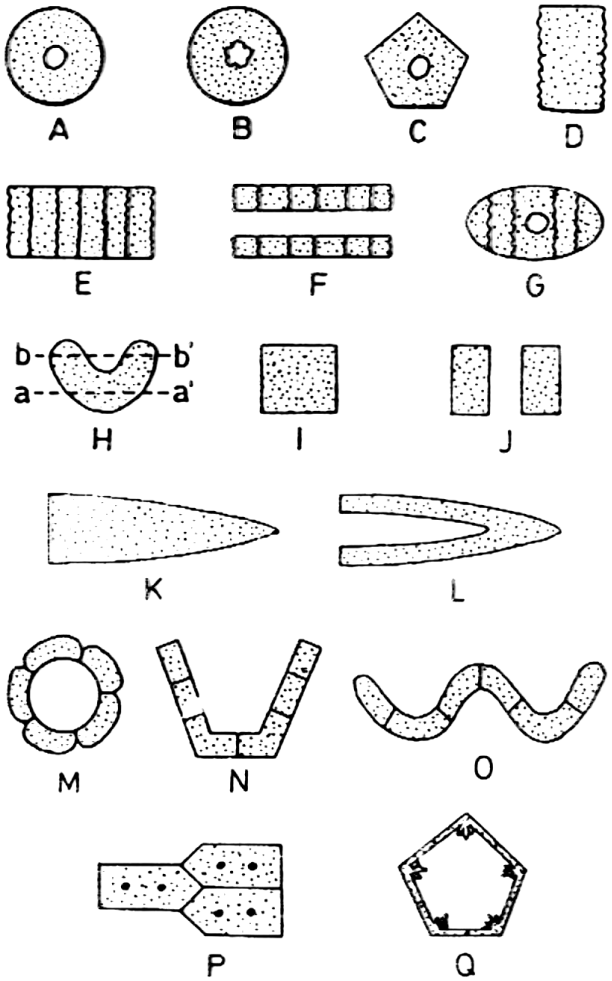




Mikrostruktura kostry:
Každá destička kostry ostnokožců působí opticky jako jeden krystal kalcitu (patrno pod zkříženými nikoly).
Tento znak je u jiných skupin fosilií vzácný.
Tělní destičky mnoha ostnokožců mají otevřenou síťovitou (porézní) strukturu a jemnější, hustší síť směrem k povrchu destičky. Ve výbrusech má jemná síť charakteristickou šedou barvu.
Ostny echinodermát jsou aspoň v části své délky duté a mají charakteristické vnitřní radiální uspořádání (lze využít v taxonomii a pro stratigrafické účely), c-osa je rovnoběžná s délkou ostnu.

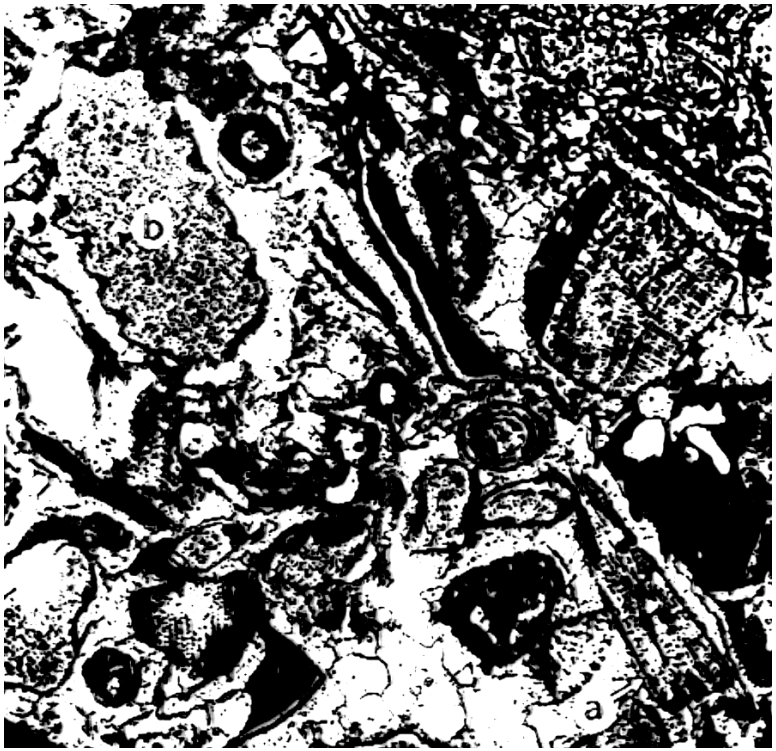
Mnoho krystalických vápenců jsou cementované akumulace destiček echinodermát, které se lámou podle kliváží
kalcitu.

Různé průřezy kolumnáliemi ostnokožců, z nichž některá mají oolitické povlaky. Několik zrn křemene. Peletální jílovitá matrix vpravo a kalcitový cement vlevo. .x40



Příčný řez ostnem ježovky. Stř. trias, Rumunsko. x40

Porézní destičky ostnokožců včetně šikmého řezu ostnem echinodermát (a) dole vpravo a příčný řez se zoubkovaným povrchem destičky stonku (b). Zrna křemene, ostny brachiopodů a kalcitový cement. Svrch. mississip, Kentucky. x40



Šikmý řez ostnem ježovky. Patrny radiální póry a druhotná výplň původního dutého vnitřku. Stř. trias, Rumunsko.x40

Vápenec s ostnokožci a fenestrátními mechovkami.. Destičky ostnokožců mají jemně porézní strukturu, zvýrazněnou tmavými výplněmi pórů (?pyrit).Kostra fenestrátní mechovky (a). Velká schránka ramenonožce s bází ostnu (b). Světlý kalcitový cement. Sp. karbon, Anglie. x40

Rozšíření:
Ostnokožci mají celosvětové rozšíření od kambria do recentu.
Výlučně marinní, obvykle žijí v širomořských oblastech.

Srovnání:
Ostnokožci - jediná skupina bezobratlých, jejichž schránka se skládá z četných porézních destiček, z nichž každá funguje jako samostatný kalcitový krystal.
Destičky (sklerity) sumýšů (holothurií) - některé tvary podobné jehlicím hub, avšak ty jsou spíše křemité než vápnité.

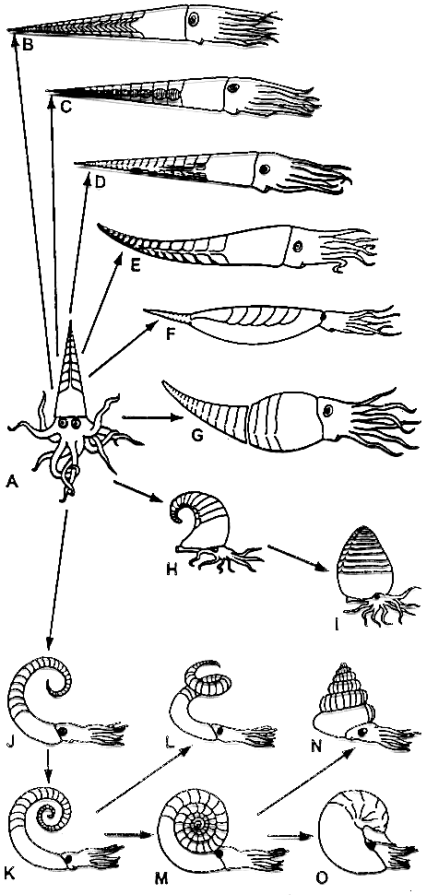
Planktoničtí mlži

Mlži. Juvenilní (mladá) stadia mlžů rodu *Bositra* žijí planktonním způsobem života. Jejich tenké, velmi malé schránky dávají vápencům ve výbrusu charakteristický vzhled („vláknová" mikrofacie). Vpravo nahoře je řez schránkou břichonožce, vpravo uprostřed příčný kruhový řez schránkou bentózního dírkovce. Dogger, Manín. Výbrus, zv. 35x. Foto J. Krhovský.

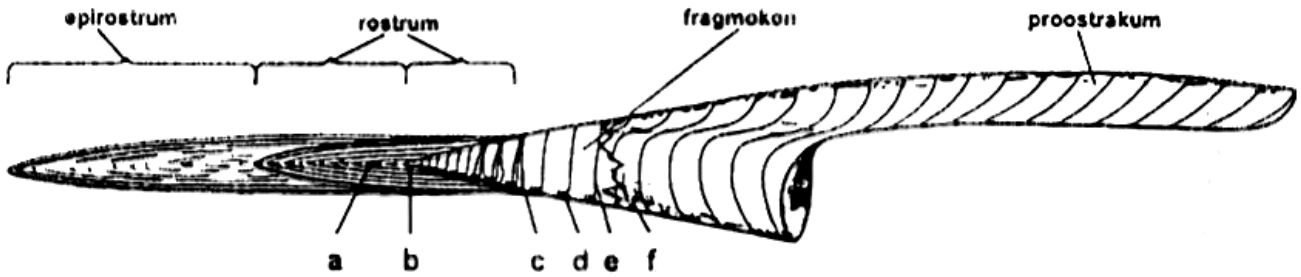
Hlavonožci (Cephalopoda)

Stavba kostry

Recentní rod *Nautilus* (stavba schránky)

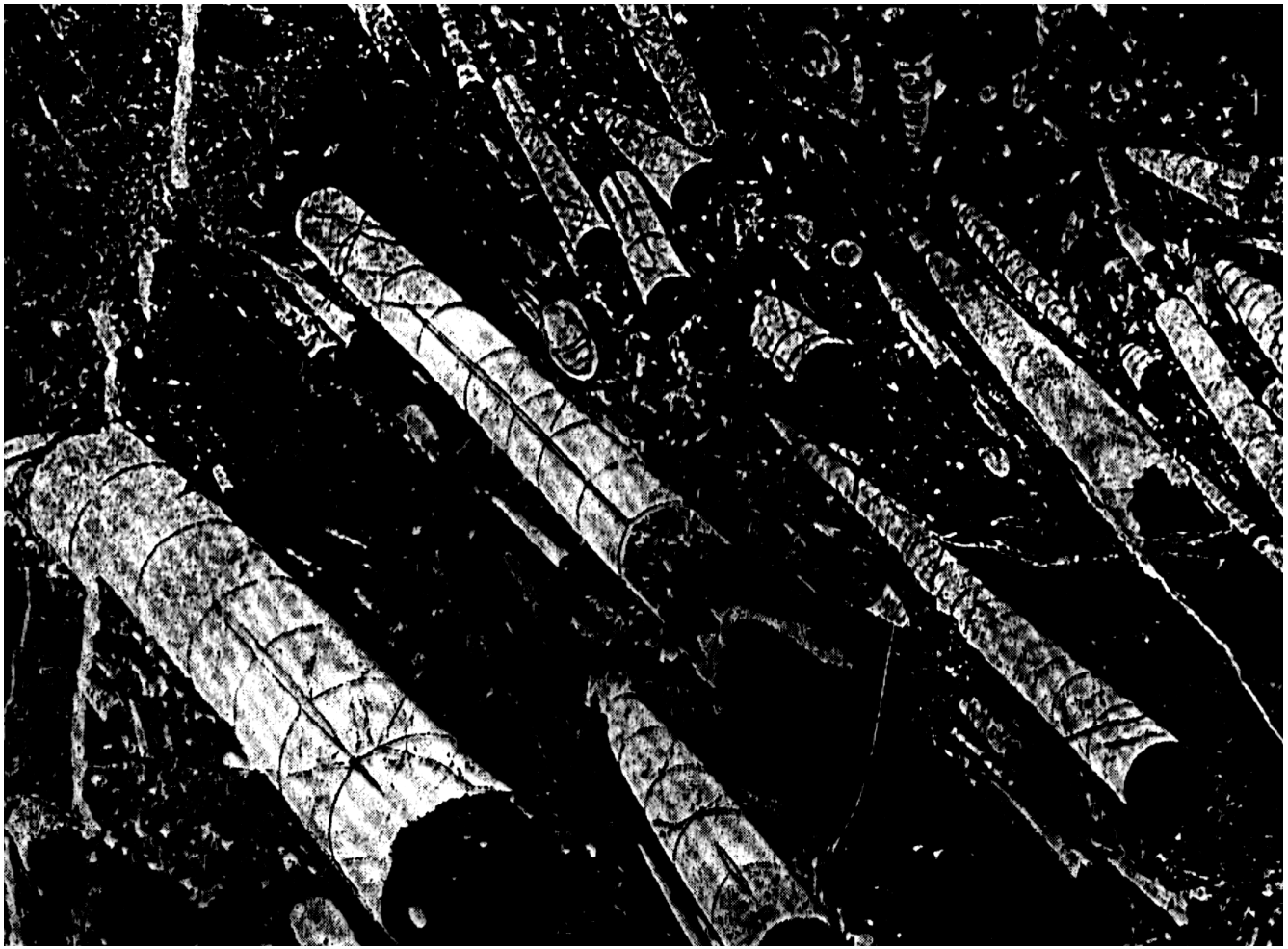


Typy schránek u nautiloidních hlavonožců, které jsou zároveň vývojovými adaptacemi k různému způsobu života (plavání): *A* předpokládaný benticky žijící předek, *B* endocerakonní schránka, *C* aktinocerakonní, *D* ortocerakonní, *E* cyrtocerakonní, *F* askocerakonní, *G* poteriocerakonní, *H* fragmocerakonní, *I* gomfocerakonní, *J* cyrtocerakonní exogastrická, *K* gyrocerakonní, *L* volně vinutá trochocerakonní, *M* tarfycerakonní (planispirální evolutní), *N* těsně vinutá trochocerakonní (heterospirální), *O* nautilikonní (planispirální involutní) (BOARDMAN & al. 1987).



Vnitřní schránka řádu *Belemnitida*: *a* osová linie, *b* protokoncha, *c* kamerální uloženiny, *d* sifonální trubice, *e* septa, *f* konotéka (SPAETH 1976).

<u>Mikrostruktura kostry</u>:
Většina hlavonožců - aragonitové schránky, proto často rekrystalovány nebo vylouženy a následně vyplněny kalcitovým cementem. stěna schránky - 3 vrstvy: vnější prizmatickou, vnitřní perleťovou a vnitřní prizmatickou. Někdy vnitřní kamerální uloženiny. Rostrum belemnitů se skládá z radiálně uspořádaných prizmat kalcitu, patrno z radiálních řezů.



Hlavonožci. Přímé schránky loděnkovitých hlavonožců nahromaděné a usměrněné proudem po smrti živočichů. Komůrky původně vyplněné plynem byly během diageneze sedimentu vyplněny bílým kalcitem. V okolí schránek je vápenec tmavě zbarven rozptýlenou organickou hmotou. Svrchní silur, kopaninské souvrství, „orthocerové" vápence, barrandien, Lochkov. Nábrus, zmenšeno. Foto J. Kulich.

Přímý (ortokonní) hlavonožec, patrna vnitřní septa a tenké alterované stěny schránky. Matrix – tmavý karbonátový jíl částečně vyplňuje hlavonožce.
Stř. mississip. Indiana. x20

Nahoře - Příčný řez belemnitem, který nemá přírůstkové proužky. Jura, Rusko. x20
Dole - totéž, ale pod zkříženými nikoly. Patrna radiálně orientovaná prizmata kalcitu.

Rozšíření:
Hlavonožci jsou celosvětově rozšířeni v mořích od ordoviku do recentu, významně se podílejí na biogenních uloženinách v paleozoiku a mesozoiku. Belemniti se vyskytují od karbonu do eocénu, nejhojnější jsou v mesozoiku.

Srovnání:
Pro hlavonožce - obvykle typické vinuté i nevinuté formy, alterované stěny schránek, vnitřní septa a kamerální uloženiny.
Foraminifery - obvykle menší, mohou mít perforované stěny, které hlavonožci nebo břichonožci nemají, a odlišná mikrostruktura stěn, obecně kalcitová a méně často alterovaná.

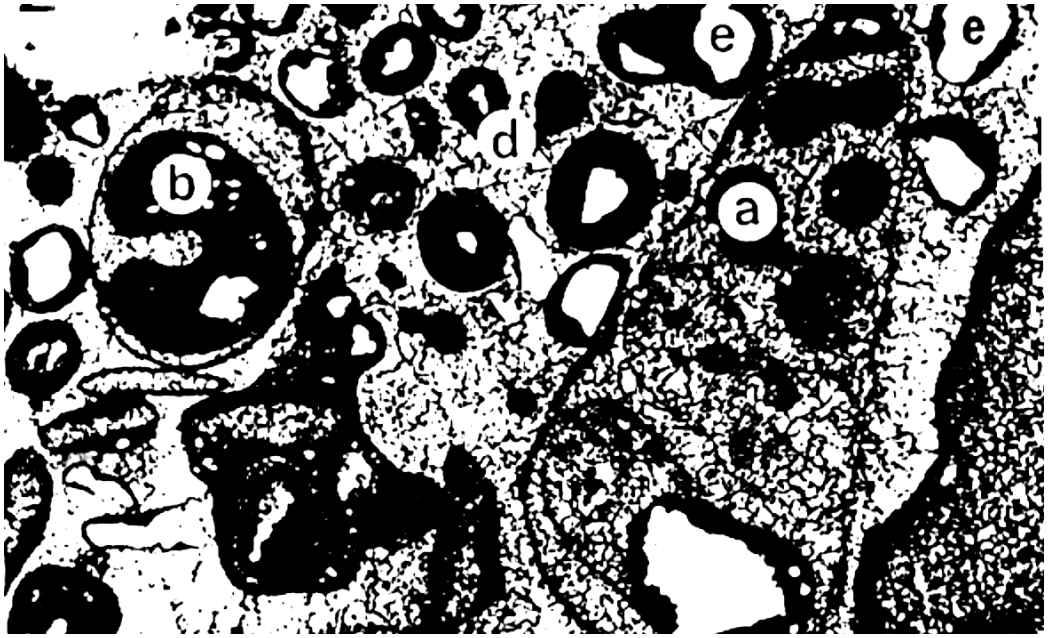
Břichonožci (Gastropoda)

Stavba kostry:
Ulity gastropodů jsou obvykle trubičky stočené do spirály, které vzhledem ke geometrii a skulpturám mohou tvořit mnoho různých tvarů.
Příčné řezy gastropodů se výrazně mění podle toho, jsou-li paralelní, kolmé nebo šikmé k ose vinutí. také ukazují vnější skulptury (žebra, uzlíky).
Vnitřní struktury (příčné přepážky – septa) a výplně komůrek (kamerální uloženiny) jsou u gastropodů vzácné.
Řezy, které nejsou ani paralelní, ani kolmé k ose vinutí,mohou být obtížně interpretovatelné, avšak obvykle mají dostatek závitů nebo křivek, aby je bylo možné zařadit ke gastropodům.
Pteropodi - schránky připomínající velmi úzké přímé kužely s max. délkou 2 cm, obvykle velmi tenké a snadno se lámou.

Mikrostruktura kostry:
různé typy mikrostruktury kostry - prizmaticko-perleťová (paleozoikum)
příčně lamelární (mesozoikum až recent)
Schránky pteropodů - z aragonitu, homogenní mikrostruktura.

Řez kolmý na osu vinutí gastropoda. Jemné lamely typické pro měkkýší příčně lamelární strukturu. Tmavá jílovitá matrix. Recent, Marshallovy ostrovy. x20

Řez kolmý na osu vinutí gastropoda. Vnější obrys naznačuje skulpturovanou schránku.Mikrostruktura schránky zničena, schránka vyplněna světlým vápnitým cementem. Další fragmenty alterovaných měkkýších úlomků v tmavé peletální matrix(viditelná uvnitř gastropoda). Křída, Itálie. x20



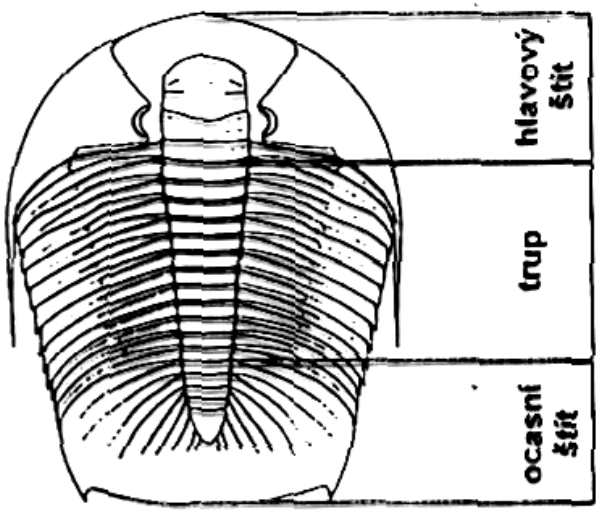
Oolit s drtí měkkýšů. Gastropodi s vysokými spirami v podélných (a) a příčných (b) řezech, rekrystalizovaná drť mlžů (c), oolity (d) obsahující křemitá centra (e). Měkkýší drť s mikritickými povlaky. Svrch. jura, Anglie. x30

Podélný řez paralelní s osou vinutí gastropoda s vysokou spirou. Mikrostruktura schránky alterovaná a schránka vyplněna tmavým peletálním jílem. Vnitřní povrch závitu (a) má mikritický lem. Křída, Itálie. x20

Rozšíření:
Velmi úspěšná skupina, která se adaptovala na marinní, sladkovodní i terrestrické prostředí.
Mořští - celosvětově od kambria do recentu, nejstarší sladkovodní zřejmě z karbonu a nejstarší nepochybně terrestričtí z křídy (Knight et al. 1960).
Pteropodi ve fosilním záznamu vzácní, od křídy do recentu. Jsou pelagičtí, jejich zbytky jsou časté v některých hlubokomořských sedimentech.

Srovnání:
Gastropodi - obvykle nemají vnitřní přepážky (septa) jako hlavonožci,
ale malí jedinci mohou být zaměněni s malými spirálně vinutými vápnitými trubičkami červů. Schránky červů však jsou obvykle přisedlé a mají jednu zploštělou stranu.
Některé vápnité schránky červů mají stěny z velkých lamin nebo listů a obsahují velmi vysoký podíl organických látek. Nesvinuté schránky vermetidů lze od trubiček červů odlišit přítomností vnitřní a vnější prizmatické vrstvy.

Členovci (Arthropoda)



Rekonstrukce morfologie exoskeletu svrchnokambrického trilobita *Dikelocephalus minnesotensis* OWEN (HUGHES 1994).

Mikrostruktura kostry:

Mikrostruktura schránek trilobitů a ostrakodů - srovnatelná se strukturou recentních korýšů vrstvy nebo laminy zhruba paralelní s povrchem schránky (vrstvy - z velmi jemných prizmat kalcitu kolmých k povrchu schránky).

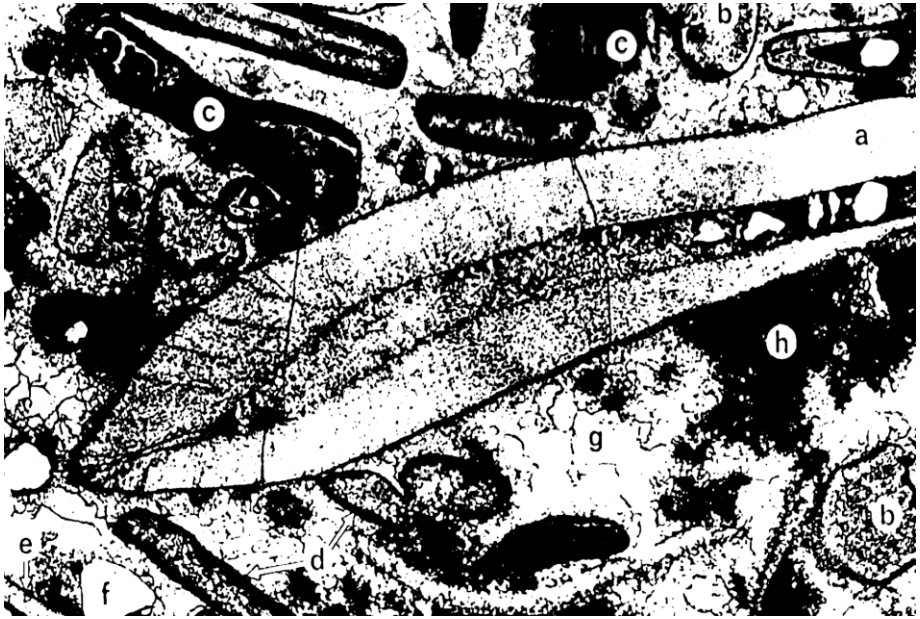
Mikrostruktura trilobitů – málo známa. Absence prací na toto téma je kuriózní, protože trilobiti představují přibližně 50% kambrické fauny a snad 10% ordovické, některé kambrické vápence jsou lumachelami trilobitů atd.

Zvláště potřebné jsou studie pórů v krunýřích trilobitů

Vápenec trilobitovo-ostnokožcový s jílovitou matrix, "pastýřská hůl" velkého trilobita dominuje na fotografii.
Stř. kambrium, Montana. x30

Dobře vytříděný biodetritický vápenec s velkým fragmentem trilobita (a), destičkami ostnokožců (b), mechovkami (c), zrny s mikritickými povlaky (d), krystalovaným fragmentem měkkýše (e), křemenem (f), kalcitovým cementem (g) a peletálním bahnem (h).
Svrch. mississip, Kentucky, x40.

Drť trilobitů v jílovité matrix. Uzavřené úlomky schránek jsou řezy paralelní s ohnutými hlavovými štíty a pygidii.



Trilobitová (a) a ostnokožcová drť v mikritu.
Patrny hrubě porézní destičky ostnokožců v řezech příčných (b) a paralelních (c) s povrchem desek, detritického křemene (d) a výrazného sekundárního krystali dolomitu (e). Několik hrubě rekrystalizovaných živců (f). Svrch. kambrium, Jižní Dakota. x30

Gastropod vyplněný ostrakody.
Možné interpretace:
a) ostrakodi používají gastropoda jako „hnízdní vak“,
b) gastropod vsával a vysával ostrakody,
c) prázdná schránka gastropoda byla vyplněna ostrakody před definitivním uložením do jílovité matrix.
Křída, Montana. x40

Rozšíření:
Trilobiti jsou výlučně mořští členovci rozšíření celosvětově ve všech prostředích od kambria do permu.

Srovnání:
Jemně prizmatická struktura schránky trilobitů se vyskytuje i u ostrakodů a foraminifer, které však nelze víceméně zaměnit s trilobity (jsou menší a mají jinou stavbu schránky - např. ostrakodi mají dvě misky, foraminifery mají komůrky).