

Capitolo 14

Echinodermi ed emicordati

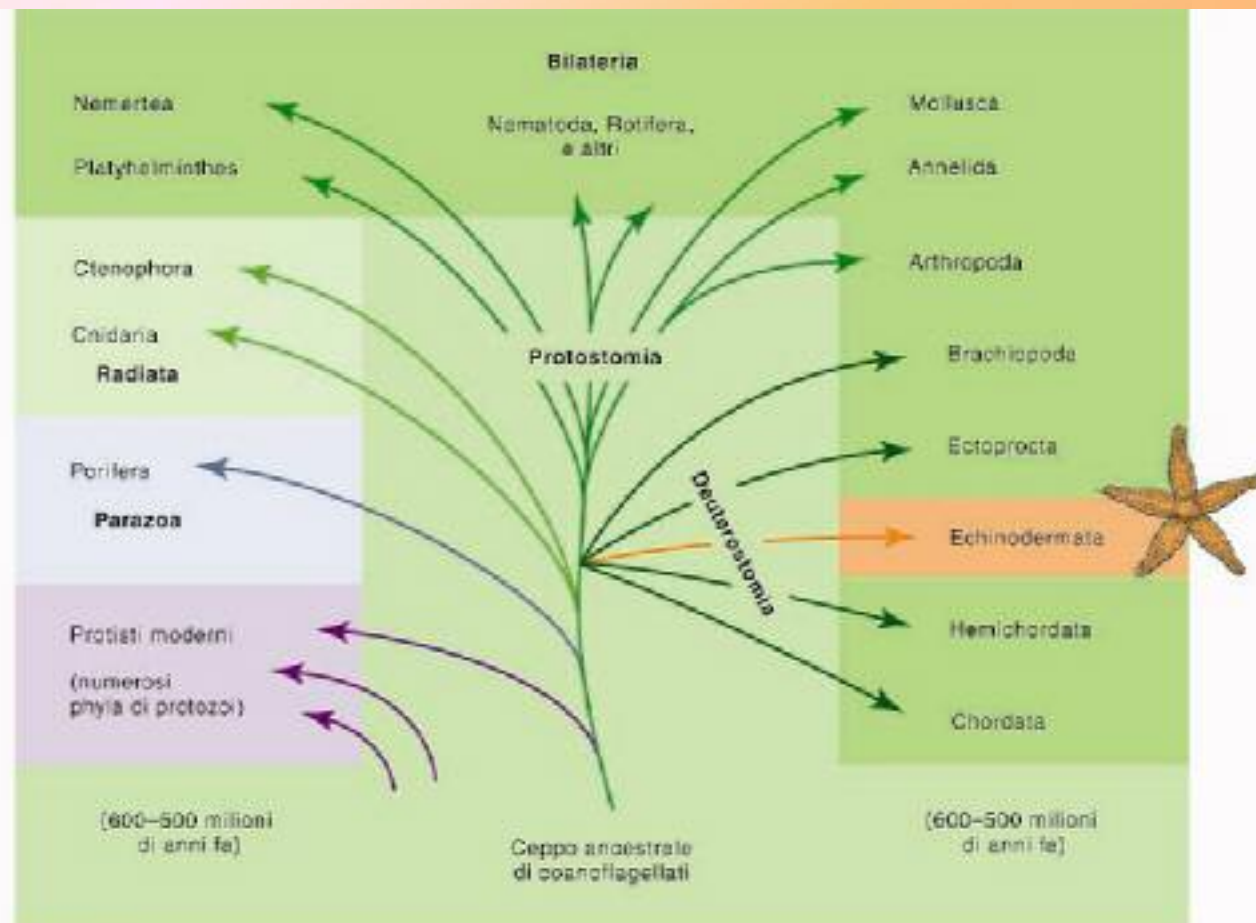


Figura 13.2

Relazioni filogenetiche degli echinodermi. Gli echinodermi (marcati in arancione) si differenziano dal ceppo dei deuterostomi almeno 600 milioni di anni fa. Sebbene gli echinodermi moderni abbiano una simmetria raggiata pentamera, i primi echinodermi avevano probabilmente una simmetria bilaterale.

Deuterostomi

Endoscheletro dermico (ossiculi calcarei)

Sistema acquifero (compartimenti celomatici)

Sistema emale (compartimenti celomatici)

Metamorfosi (larva a simm bilaterale – Adulto simm radiale)

Respirazione: branchie dermiche, podia, polmoni acquiferi (oloturie), borse (ofiure)

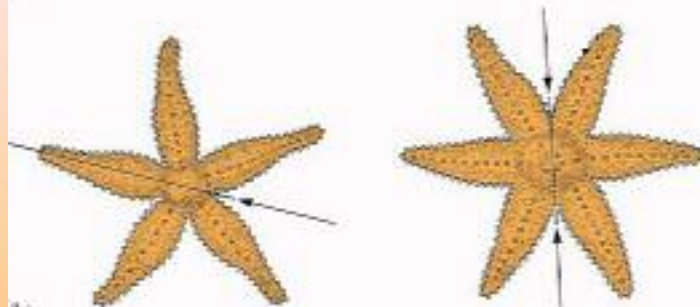
Gonocorici (tranne pochissime eccezioni)

CLASSI:

Crinoidea, Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea



(a)



(b)

Figura 13.3

Simmetria raggiata pentamera. (a) Gli echinodermi hanno una simmetria raggiata pentamera in cui le parti del corpo sono disposte lungo cinque raggi attorno all'asse oro-aborale. Si noti in primo piano il madreporite fra le basi di due braccia e, sull'estremità del braccio rivoltato, i pedicelli. (b) Confronto fra due ipotetici echinodermi, a simmetria pentamera ed esamera. L'organizzazione secondo cinque raggi può essere vantaggiosa perché le articolazioni fra gli ossiculi scheletrici così non sono mai disposte l'una di fronte all'altra, come invece sarebbero se il numero dei raggi fosse pari. Avere le articolazioni su lati opposti del corpo e allineate fra loro (freccie) potrebbe indebolire lo scheletro.



Figura 13.1

Phylum Echinodermata. Questa stella piumosa (*Comanthina*) usa le sue braccia altamente ramificate per l'alimentazione sospensiva. Sebbene questo rifletta probabilmente l'uso originario delle appendici negli echinodermi, la maggior parte degli echinodermi moderni usano le braccia per la locomozione, per catturare la preda o per spazzare il substrato in cerca di cibo. Le stelle piumose possono staccarsi dal substrato e usare le braccia anche per nuotare e deambulare.

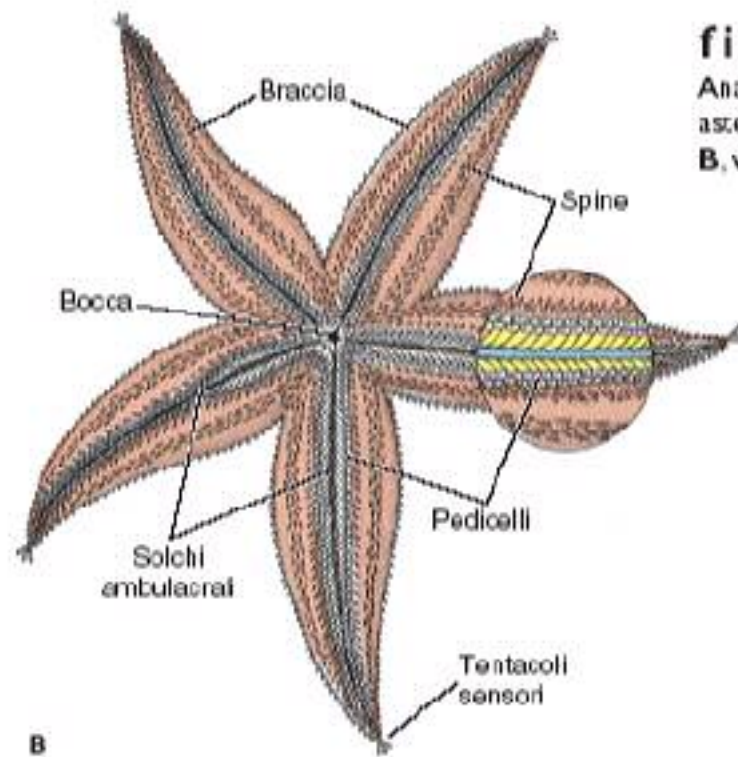
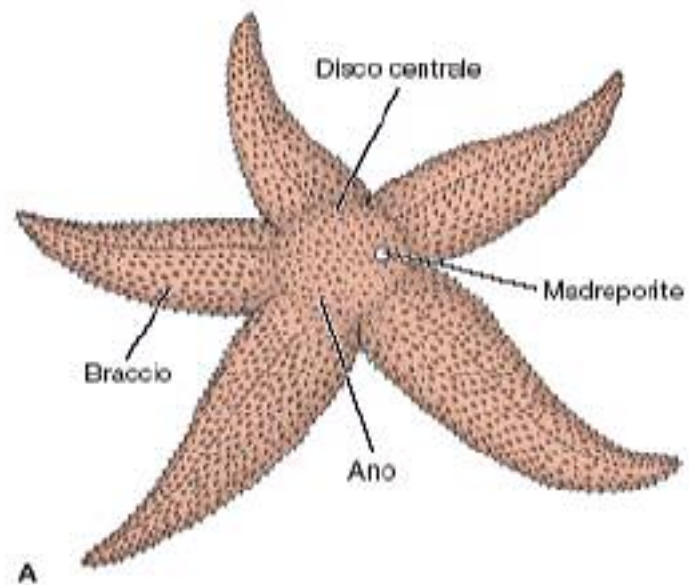
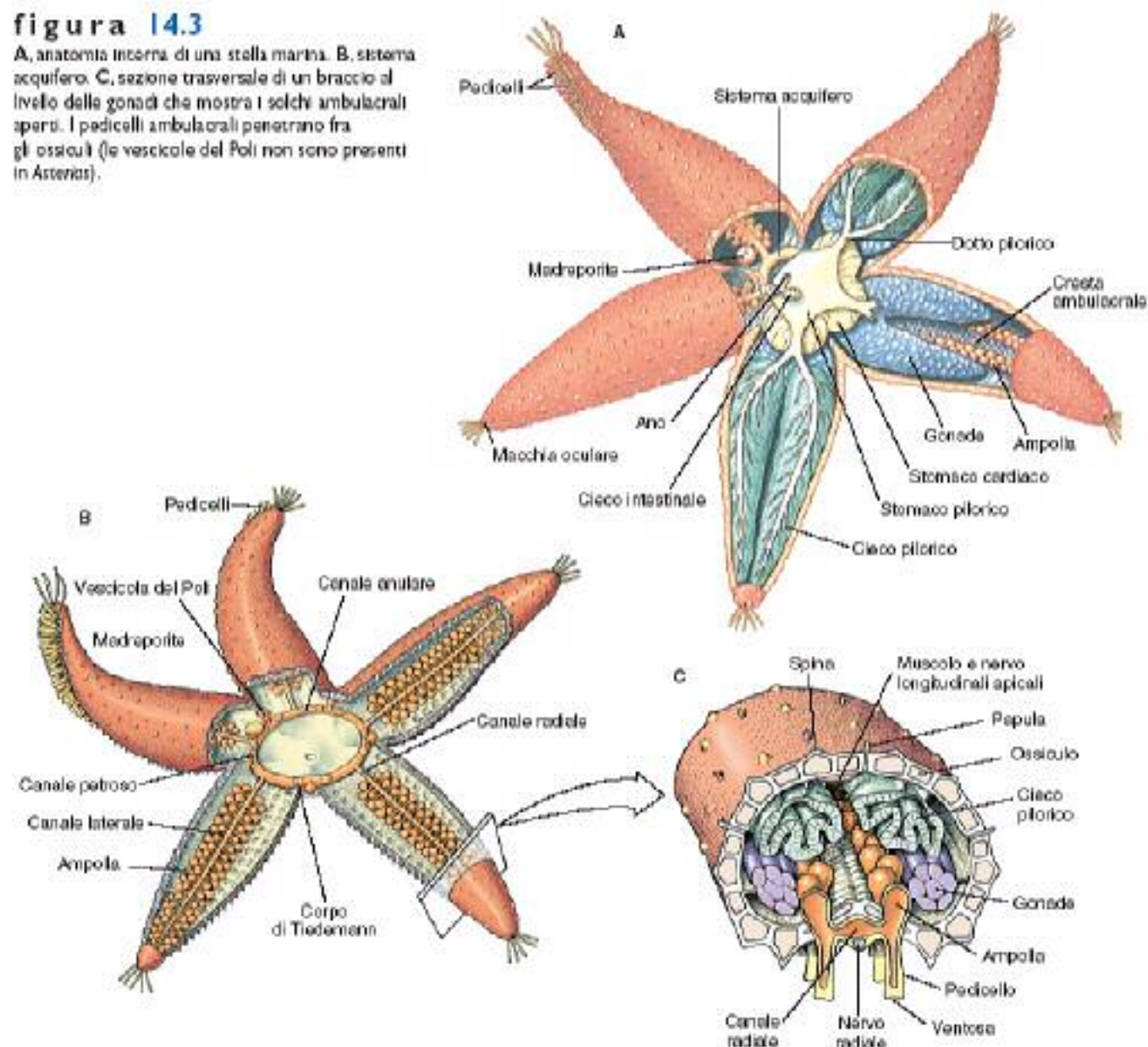


figura 14.2

Anatomia esterna di un asceroideo. **A**, visione aborale. **B**, visione orale.

figura 14.3

A, anatomia interna di una stella marina. B, sistema acquifero. C, sezione trasversale di un braccio al livello delle gonadi che mostra i solchi ambulacrali aperti. I pedicelli ambulacrali penetrano fra gli ossiculi (le vescicole del Poli non sono presenti in *Asterias*).



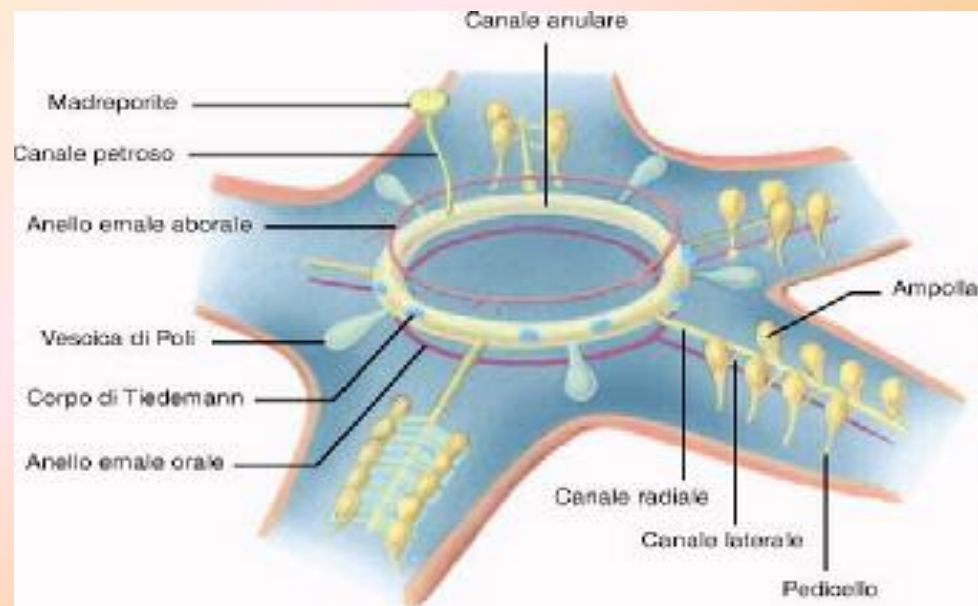


Figura 13.4

Sistema vascolare acquifero. Il canale anulare dà origine ai canali radiali che si allungano in ogni braccio. Esso comunica con l'esterno o con la cavità del corpo mediante il canale petroso che termina con il madreporite sulla superficie aborale. Al canale anulare sono di solito associate le vescicole del Poli e i corpi di Tiedemann.

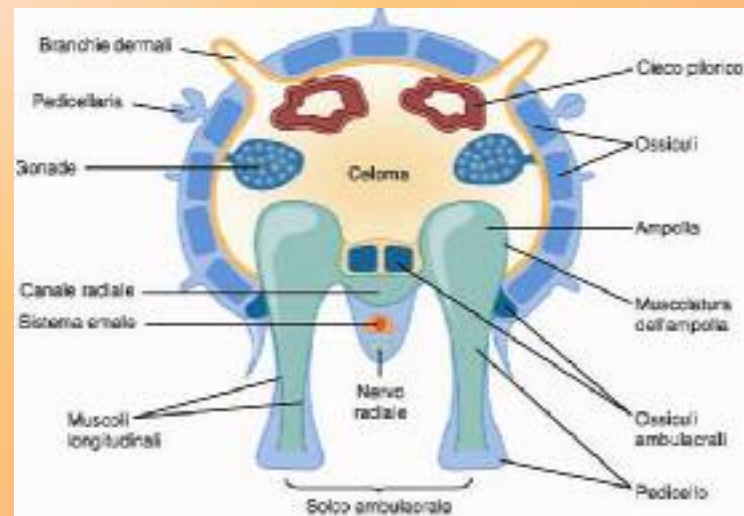
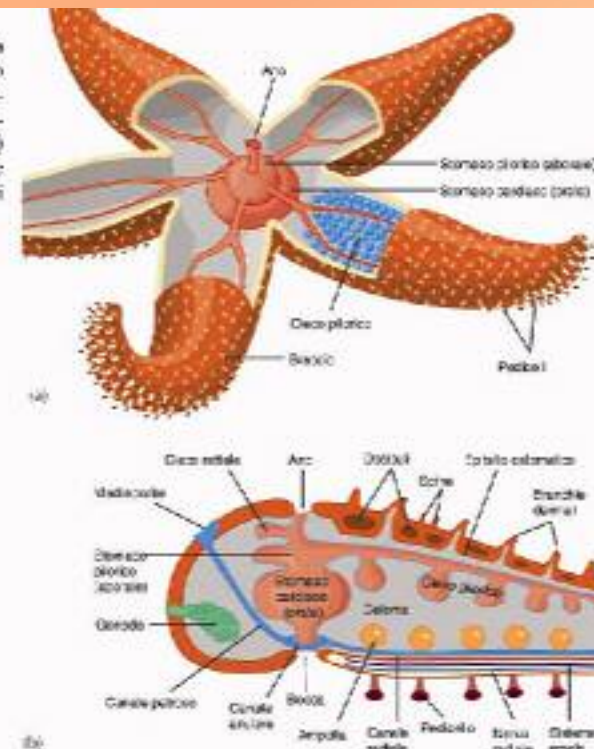


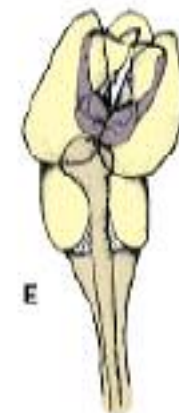
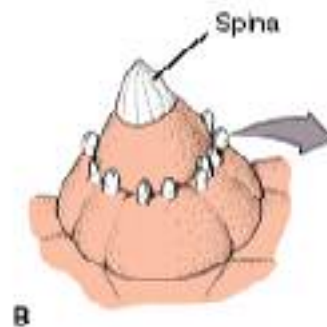
Figura 13.5

Parete del corpo e anatomia interna di una stella marina. La sezione trasversale di un braccio di una stella marina mostra le strutture del sistema acquifero e i pedicelli che si estendono dal solco ambulacrale.

Figura 13.6

Strutture digerenti in una stella marina. Alla bocca segue un largo stomaco cardiaco (orale) e uno stomaco pilonico (aborale). Ciechi pilonici si estendono in ogni braccio. (a) visione aborale, (b) visione laterale della sezione del disco centrale e di un braccio.





F

figura 14.4

Pedicellarie di stelle e di ricci di mare. **A**, pedicellaria a pinza di *Asterias*. **B** e **C**, pedicellaria a forbice di *Asterias*; in **B** è mostrata la dimensione rispetto alla spina. **D**, pedicellaria tridattile di *Strongylocentrotus* in sezione per mettere in evidenza la muscolatura. **E**, pedicellaria globifera di *Strongylocentrotus*. **F**, visione ravvicinata della superficie aborale della stella *Pycnopodia helianthoides*. Da notare le grandi pedicellarie e i gruppi di piccole pedicellarie in prossimità delle spine. Si possono vedere molte piccole papule a parete sottile.

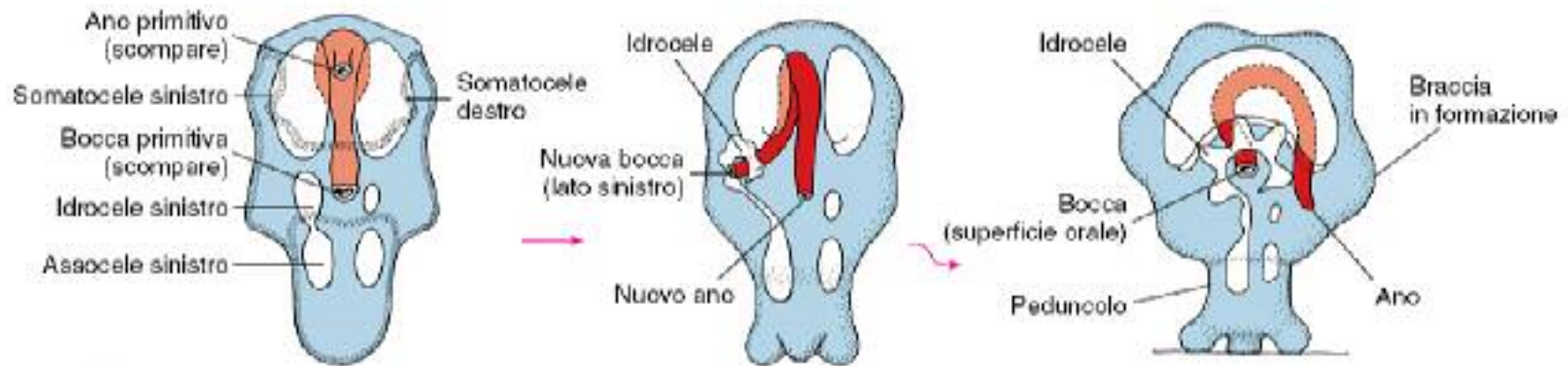
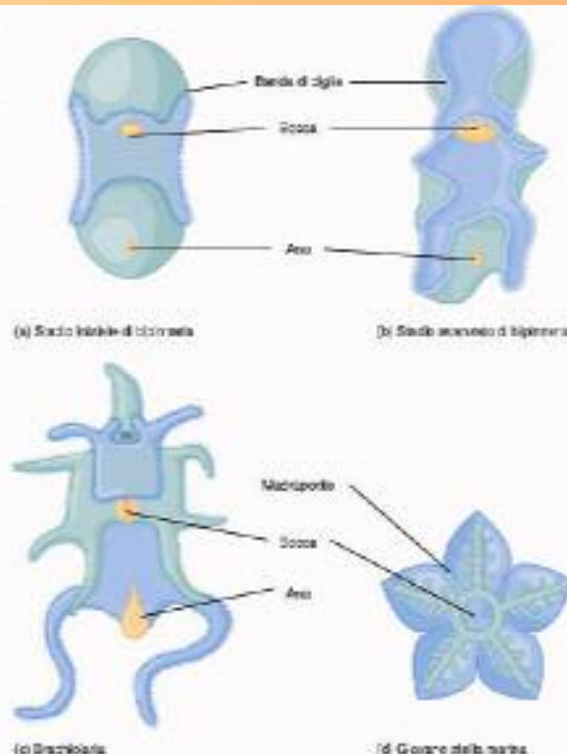


figura 14.6

Metamorfosi degli asteroidi. Il somatocele sinistro diviene il celoma orale e il somatocele destro il celoma aborale. L'idrocele sinistro diventa il sistema acquifero e l'assocele sinistro dà origine al canale petroso e ai canali periemali. L'assocele e l'idrocele sinistro vanno persi.

Figura 13.7

Sviluppo di una stella marina. Gli ultimi stadi embrionali sono a simmetria bilaterale, sono provvisti di ciglia, e fanno parte del plancton, di cui anche si nutrono. In alcune specie gli embrioni si sviluppano grazie alla presenza di tuorlo nelle uova. Dopo lo stadio di blastula e di gastrula si sviluppano degli stadi larvali. (a) Larva bipinnaria precoce (0,5 mm). (b) Larva bipinnaria tardiva (1 mm). (c) Larva brachiolaria (1 mm). (d) giovane stella marina (da 1 a 2 mm).



Metacele = Somatocele

Mesocoele = Idrocele

Protocele = Assocele

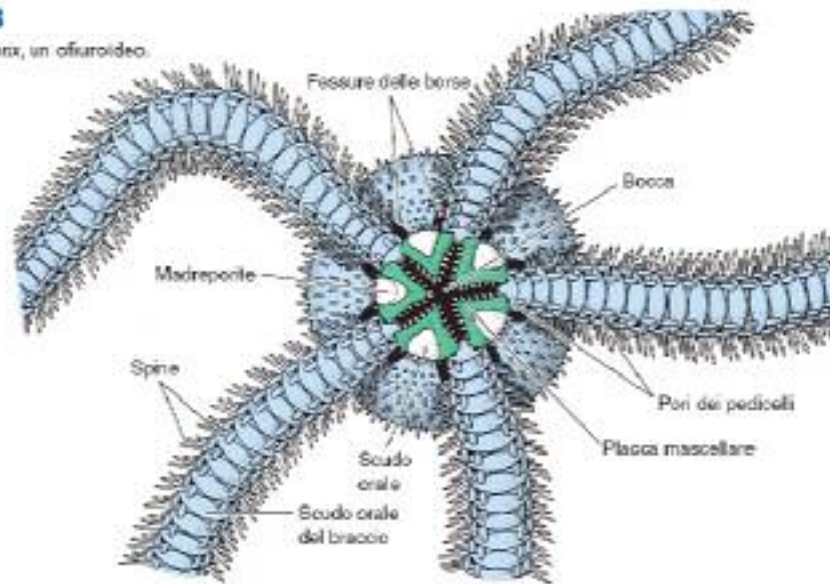
Somatocele = cavità celomatiche orali (sin) e aborali (dx)

Idro e Assocele sin = Sist. Acquifero e canali periemali

Idro e Assocele dx = scompaiono

figura 14.8

Visione orale di *Ophiotrix*, un ofiuroideo.



Prive di ano
Podia privi di ventose (alimentazione)
Madreporite sulla superficie orale



Figura 13.9

Classe Ofiuroidea. (a) Questa stella serpentina (*Ophiopholis aculeata*) tira le sue lunghe braccia snodate per spostarsi sul substrato e per avvolgersi attorno ad oggetti presenti nell'ambiente. (b) Le stelle a cesto hanno cinque braccia altamente ramificate. Esse ondulano le braccia nell'acqua e catturano il plancton con i pedicelli coperti di muco.



A Bipinnaria



B Brachiolaria



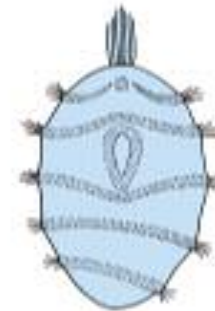
C Ofiopluteo



D Echinopluteo



E Auricularia



F Doliolaria

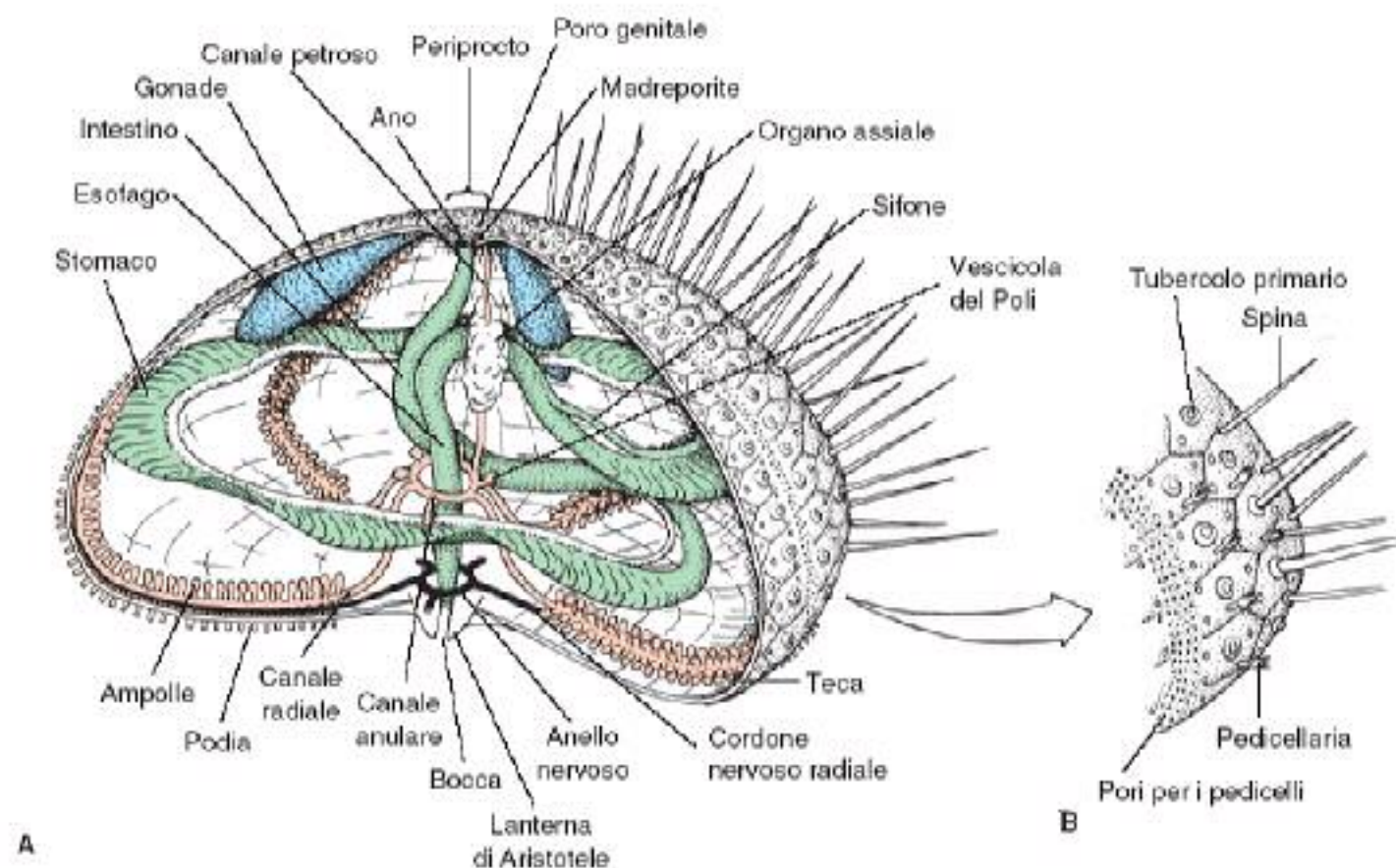
figura 14.9

Larve di echinodermi **A**, bipinnaria degli asteroidei. **B**, brachiolaria degli asteroidei. **C**, ofiopluteo degli ofiuroidei. **D**, echinopluteo degli echinoidei. **E**, auricularia degli oloturoidei. **F**, doliolaria dei crinoidei.

figura 14.12

A, struttura interna di un riccio di mare; il sistema acquifero è colorato in marrone chiaro.

B, dettaglio di una porzione della teca.



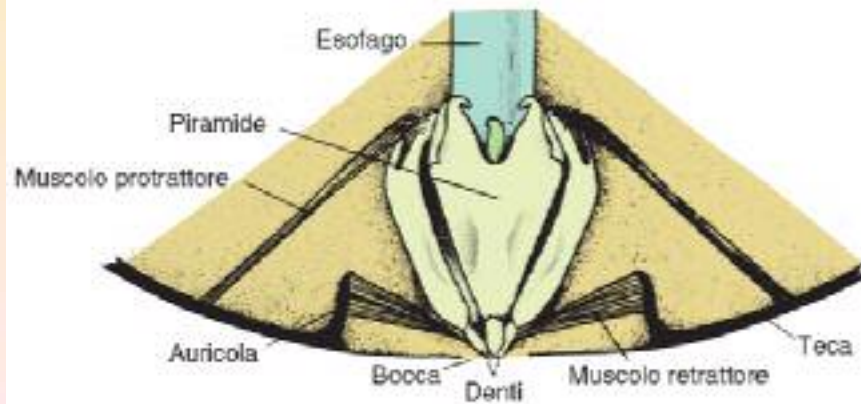


figura 14.13

La lanterna d'Aristotele, il complesso meccanismo utilizzato dai ricci di mare per masticare il cibo. Cinque paia di muscoli retrattori consentono di ritirare la lanterna all'interno della teca, cinque paia di muscoli protrattori spingono la lanterna verso il basso ed espongono i denti. Altri muscoli possono produrre una varietà di movimenti. In questa rappresentazione schematica sono mostrate solo le principali parti scheletriche e muscolari.

Figura 13.11

Classe Echinoidea. (a) Un riccio di mare (*Strongylocentrotus*). (b) I dollari della sabbia sono specializzati per vivere nei substrati incoerenti, dove spesso sono parzialmente infossati.





Figura 13.13
Classe **Holothuroidea**. Un cetriolo di mare (*Parastichopus californicus*).

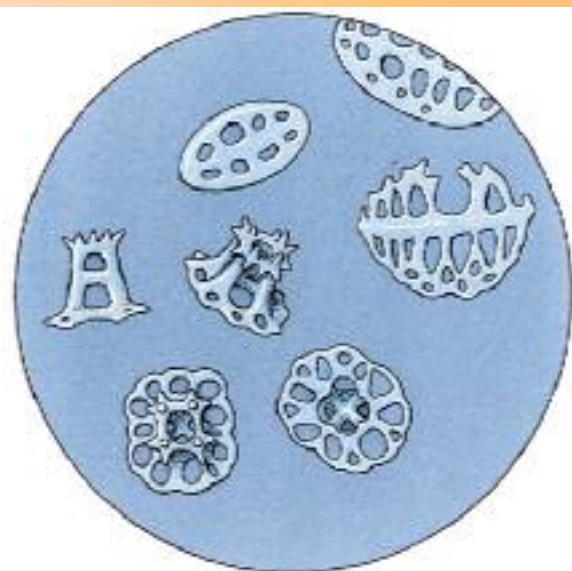


figura 14.15

Gli ossiculi degli olocauroidei, di solito, sono corpi microscopici immersi nel derma coriaceo. Possono essere estratti dai tessuti mediante soluzioni caustiche e sono un importante carattere tassonomico. Qui sono mostrati gli ossiculi di *Holothuria* difficile. Essi mostrano la struttura a rete (stereoma) presente negli ossiculi di tutti gli echinodermi in almeno qualche stadio di sviluppo ($\times 250$).

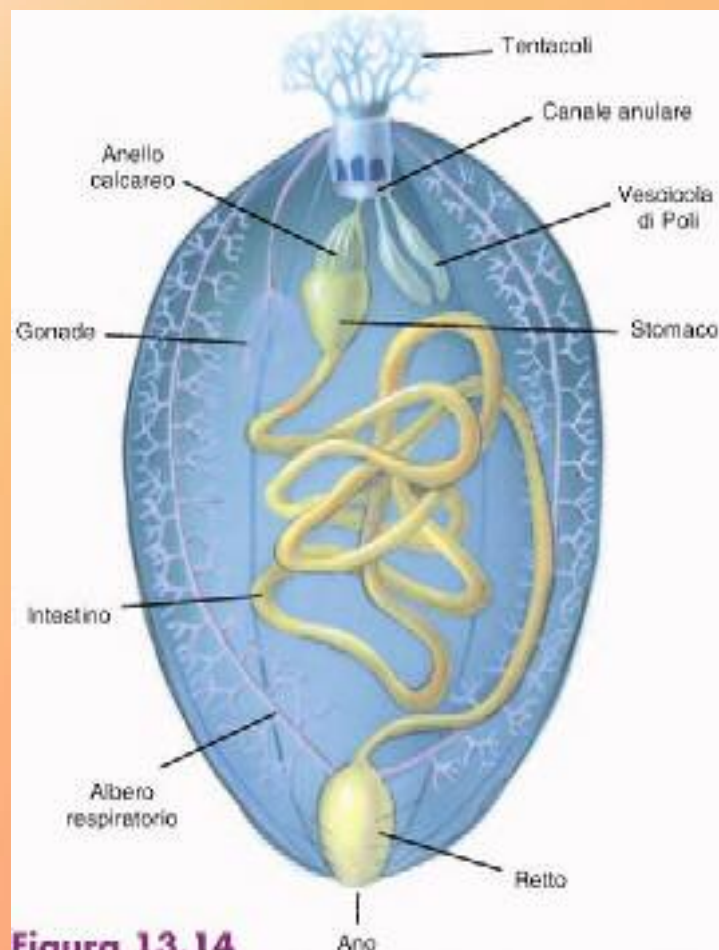


Figura 13.14

Struttura interna di un cetriolo di mare, *Thyone*. La bocca immette in uno stomaco sostenuto da un anello calcareo, che serve anche per l'inserzione dei muscoli retrattori longitudinali del corpo. La contrazione di questi muscoli retrae i tentacoli all'interno del corpo. Lo stomaco immette in un intestino convoluto, che continua con il retto e si apre con l'ano. (In questa figura la porzione anteriore dell'apparato digerente è spostata aboralmente).

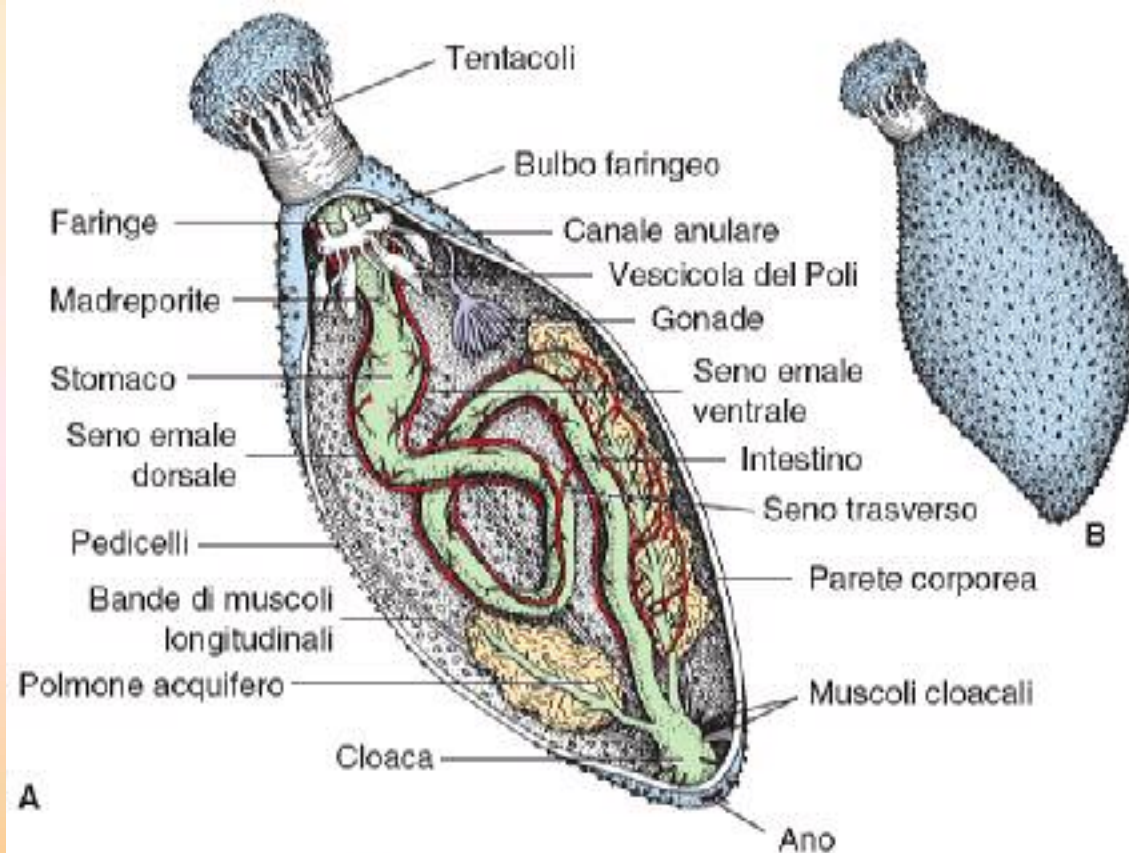
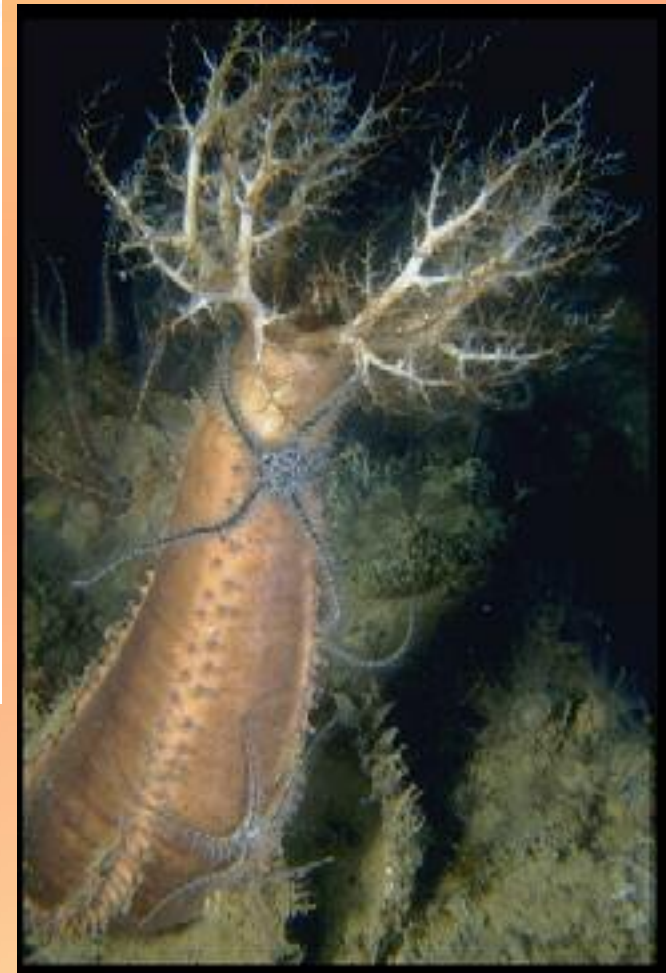


figura 14.16

Anatomia dell'oloturoideo *Sclerodactyla*. **A**, visione interna; sistema emale in rosso. **B**, visione esterna.



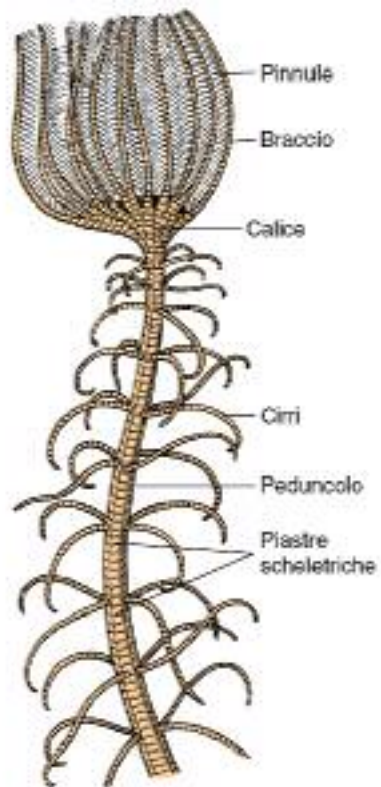


figura 14.18

Un crinoideo pedunculato; è mostrata anche una parte del peduncolo. I crinoidei attuali raramente superano i 60 cm, ma le forme fossili erano lunghe anche 20 m.

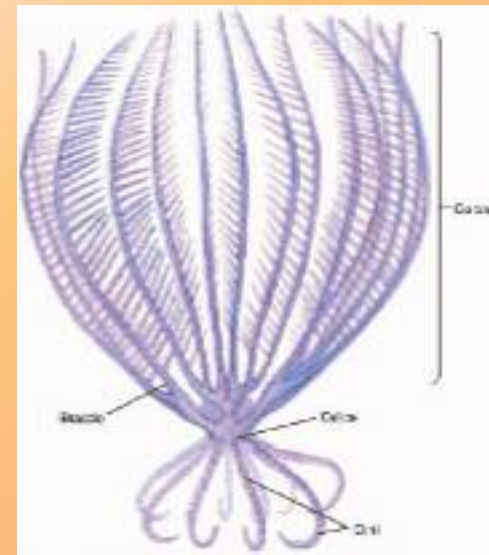


Figura 13.16
Classe Crinoida. Una stella pinnosa (*Novem*).



figura 14.19

Xyloplax sp. (classe Concentricycloidea) è un particolare piccolo echinoderma a forma di disco. I pedicelli sono presenti sul margine del disco. Questi sono i soli echinodermi a non avere i pedicelli collocati lungo aree ambulacrali.

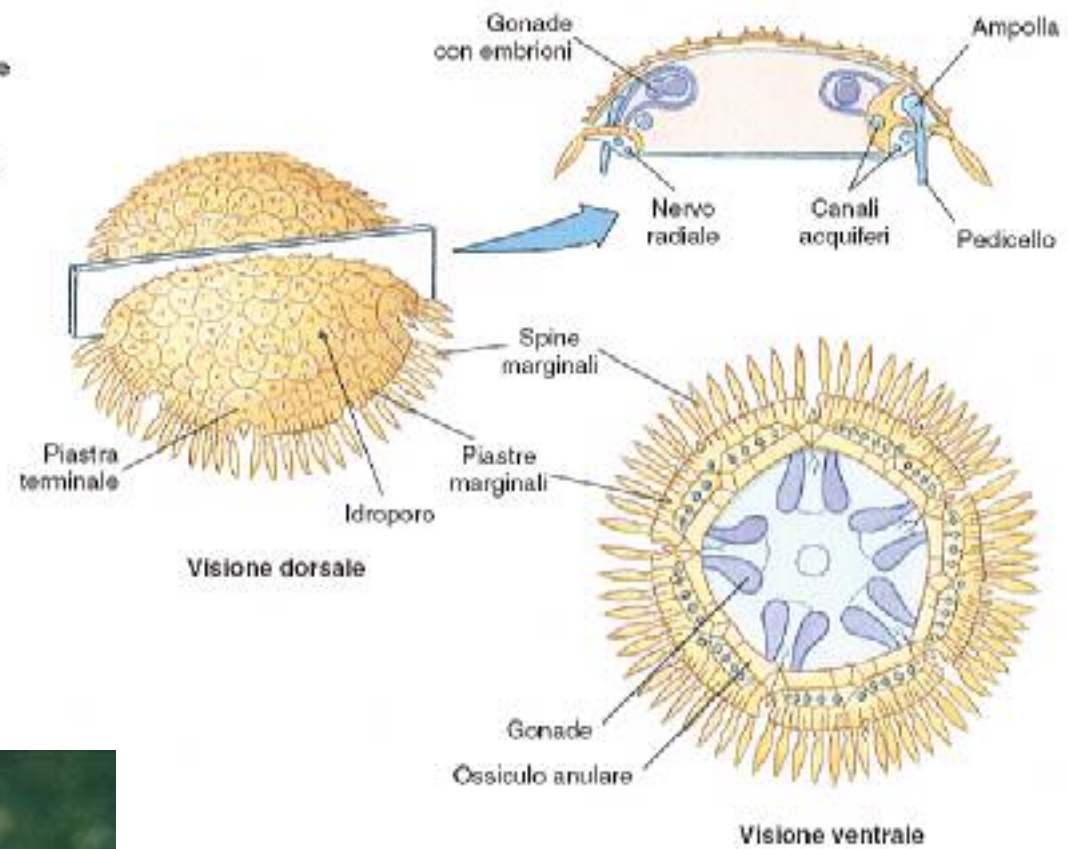


Figura 13.8

Margherita di mare. La specie rappresentata (*Xyloplax medusiformis*) ha un diametro di 3 mm.

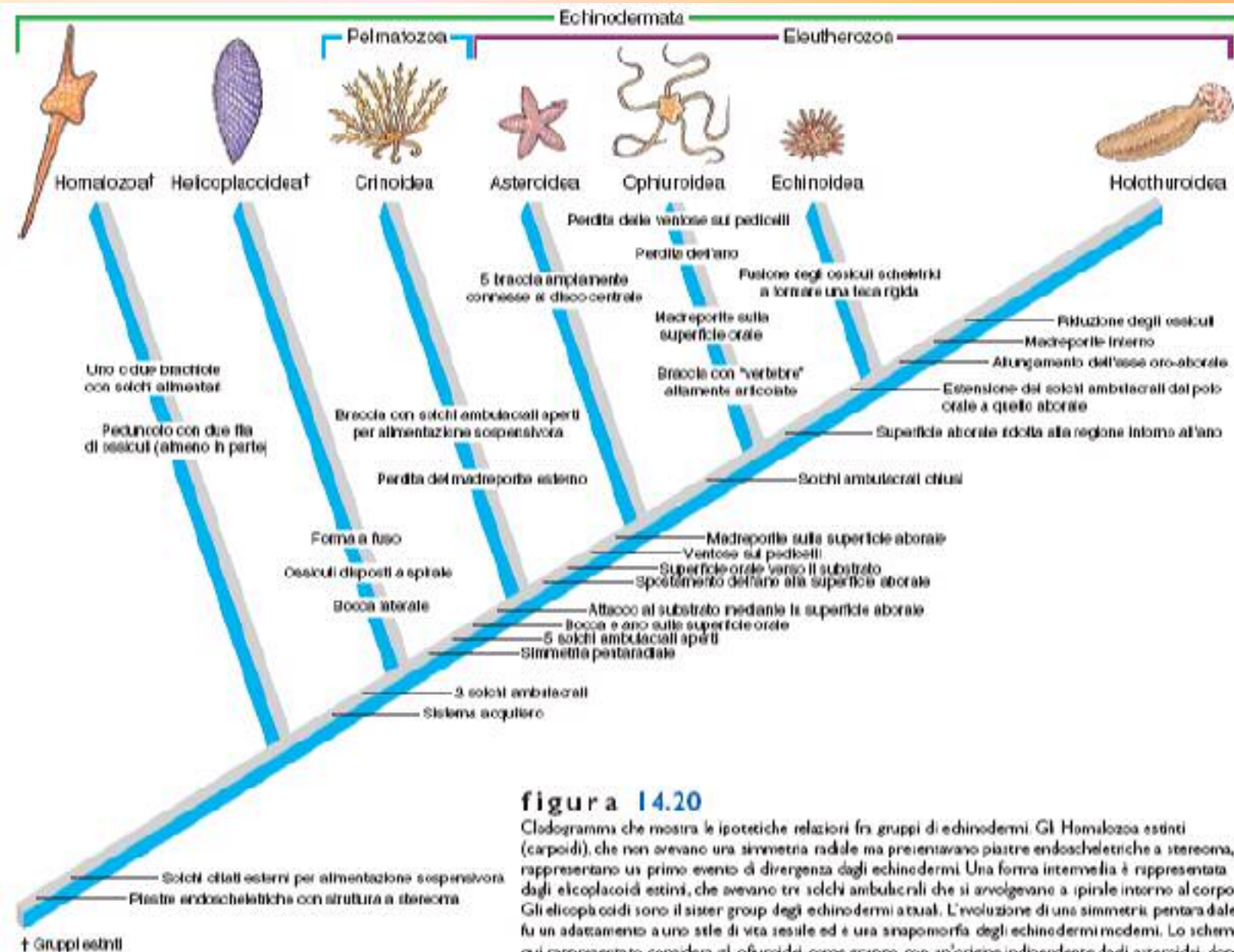


figura 14.20

Cladogramma che mostra le ipotetiche relazioni fra gruppi di echinodermi. Gli Homalozoa estinti (carpoidi), che non avevano una simmetria radiale ma presentavano piastre endoscheletriche a stereoma, rappresentano un primo evento di divergenza dagli echinodermi. Una forma intermedia è rappresentata dagli helicoplacoidi estinti, che avevano tre solchi ambulacrali che si avvolgevano a spirale intorno al corpo. Gli helicoplacoidi sono il sister group degli echinodermi attuali. L'evoluzione di una simmetria pentamerica fu un adattamento a uno stile di vita sessile ed è una sinapomorfia degli echinodermi moderni. Lo schema qui rappresentato considera gli ophiuroidei come gruppo con un'origine indipendente dagli asteroidei, dopo l'evoluzione di solchi ambulacrali, e il possedere cinque braccia sarebbe quindi un carattere evoluto due volte indipendentemente. In alternativa, se Asteroidea e Ophiuroidea formano un clado con il carattere "cinque braccia" considerato sinapomorfia, allora i solchi ambulacrali chiusi degli ophiuroidei dovrebbero essersi evoluti separatamente rispetto al medesimo carattere presente negli echinoidei e olosturoidei.

Phylum Emicordata Classe Enteropneusta

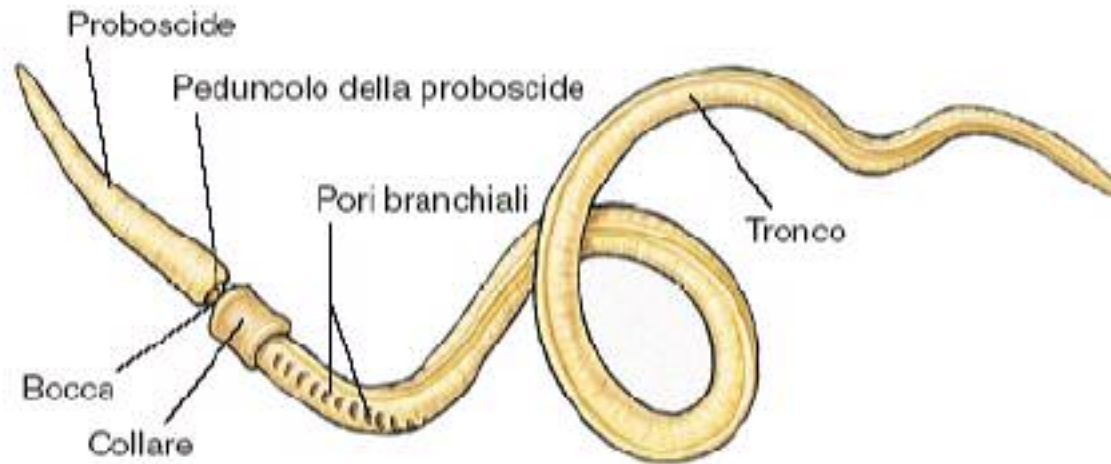


figura 14.21

Visione esterna laterale di un balanoglosso, *Saccoglossus* (phylum Hemichordata).

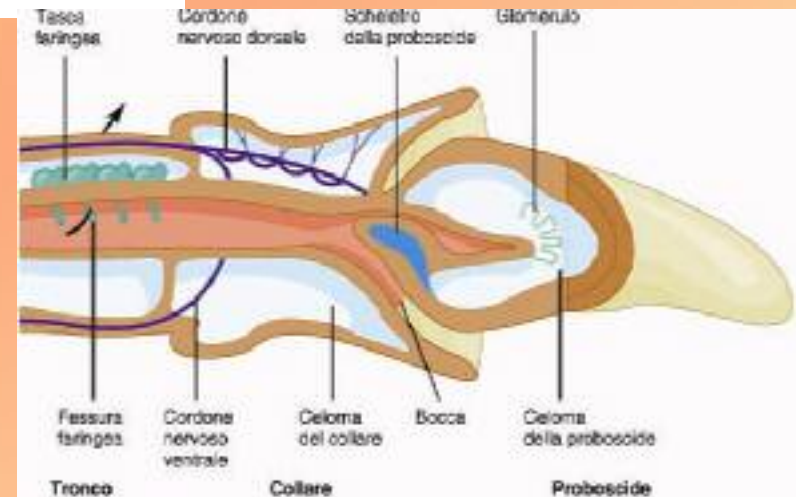


Figura 14.3

Classe Enteropneusta. Sezione longitudinale che mostra la proboscide, il collare, la regione faringea e le strutture interne. La freccia indica il percorso dell'acqua attraverso una fessura faringea.

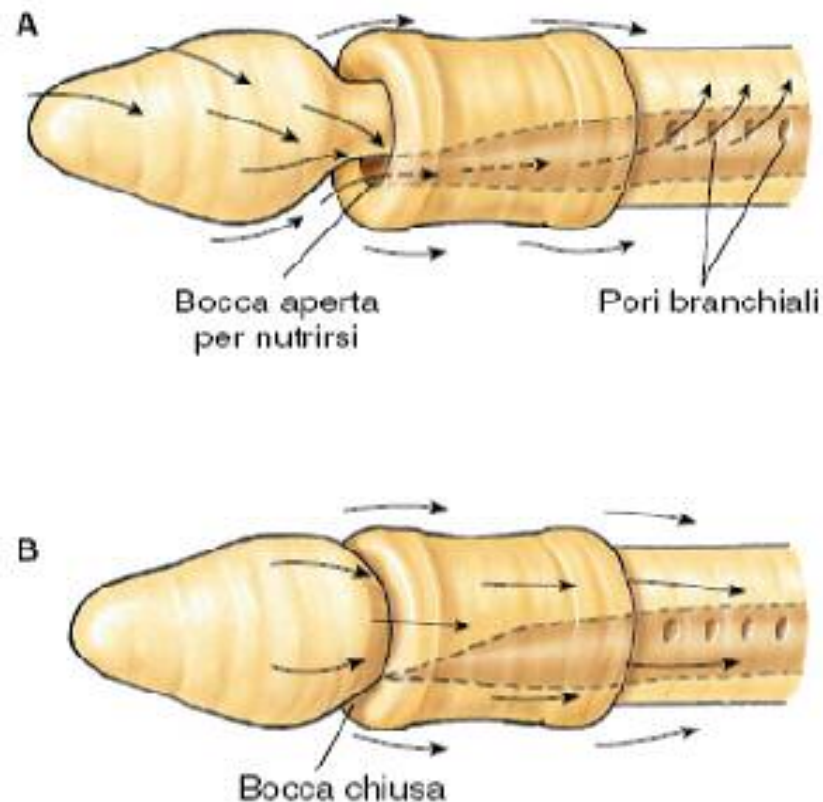


figura 14.22

Flussi alimentari degli emicordati enteropneusti. **A**, visione laterale di un balanoglossso con la bocca aperta che mostra la direzione delle correnti provocate dalle ciglia sulla proboscide e sul collare. Le particelle di cibo vengono spinte verso la bocca e il canale digerente. Le particelle che vengono scartate si muovono all'esterno del collare. L'acqua esce attraverso i pori branchiali. **B**, quando la bocca viene chiusa, tutte le particelle vengono scartate e passano sopra al collare. Gli emicordati non fossori e anche alcune specie fossorie utilizzano questo metodo per alimentarsi.

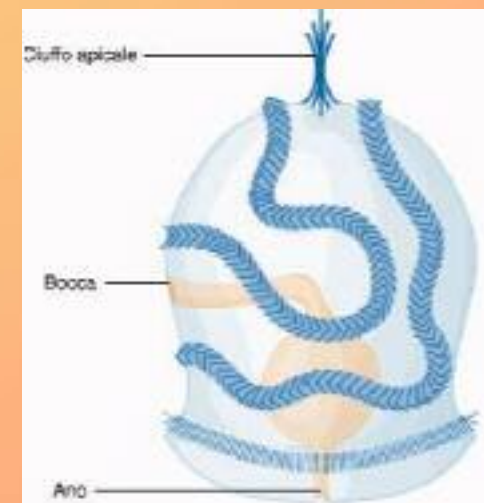


Figura 14.4

Larva tornaria di un enteropneusto (*Balanoglossus*). Quando ha completato lo sviluppo, la tornaria si insedia su di un substrato adatto e comincia a infossarsi e ad allungarsi (1 mm).

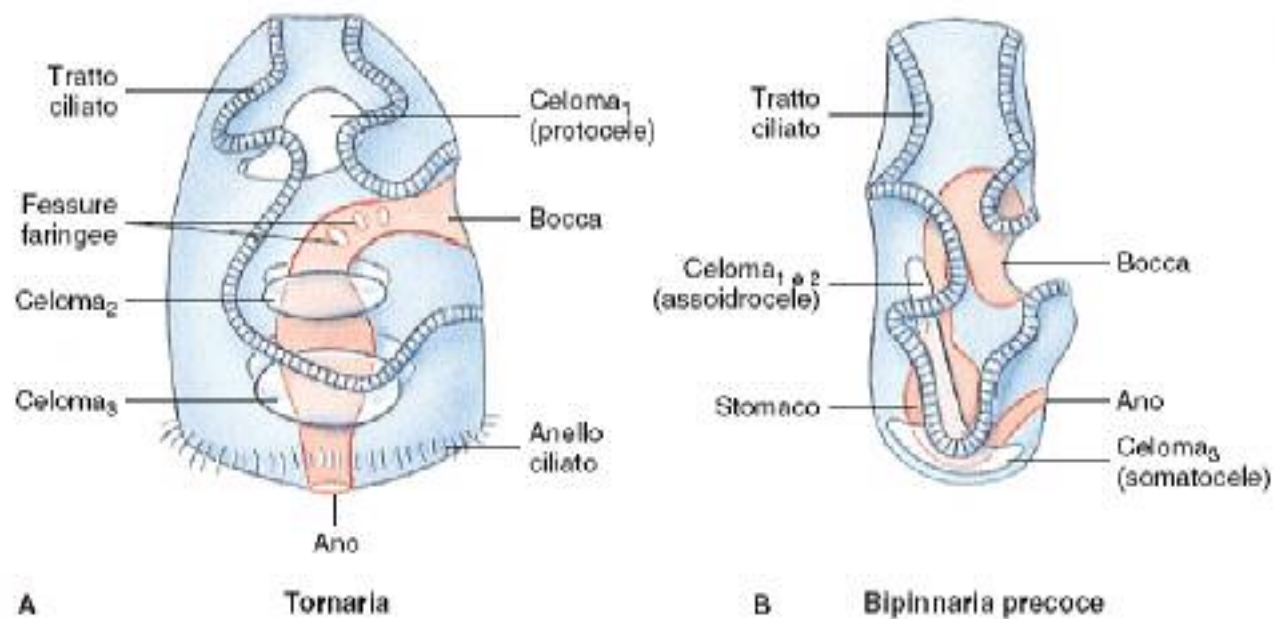


figura 14.23

Confronto fra una tornaria di un emicordato (A) e di una bipinnaria di un echinoderma (B).

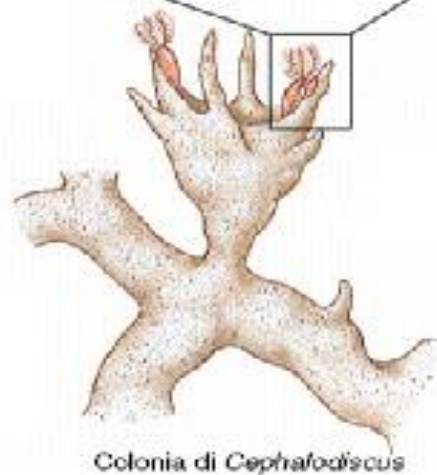
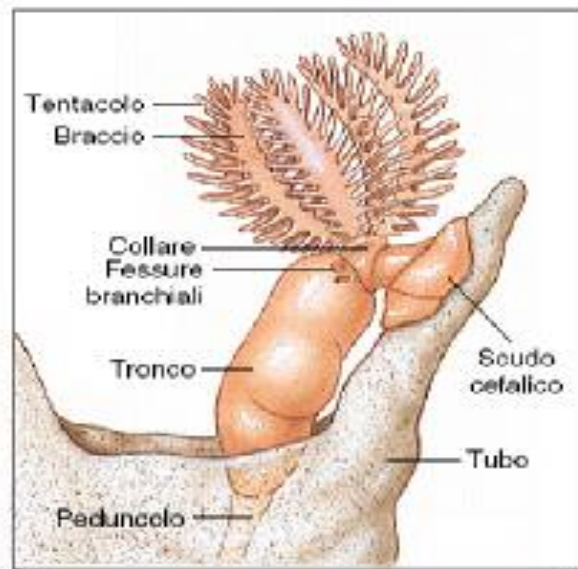


figura 14.24

Cephalodiscus, un emicordato pterobranchio. Queste forme minute (da 5 a 7 mm) vivono in tubi al cui interno possono muoversi liberamente. I tentacoli ciliati e le braccia indirizzano il movimento di acqua e cibo verso la bocca.

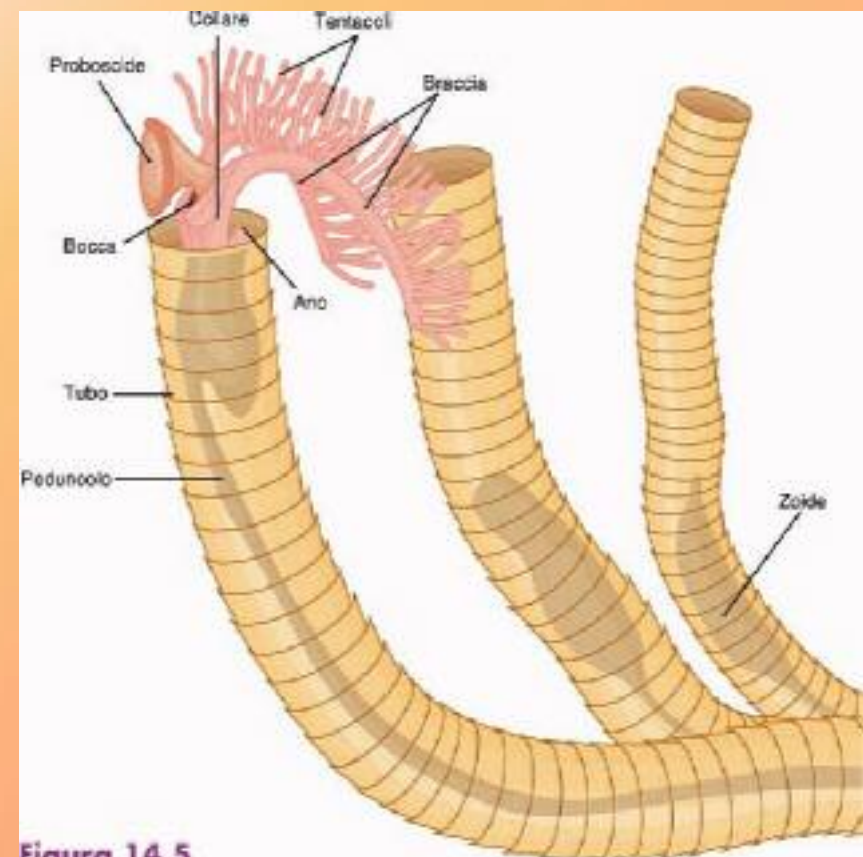


Figura 14.5

Struttura esterna del pterobranchio *Rhabdopleura*. Le fila di ciglia sui tentacoli e sulle braccia convogliano le particelle alimentari verso la bocca (5 mm).

Phylum Emicordata

Classe Pterobranchia

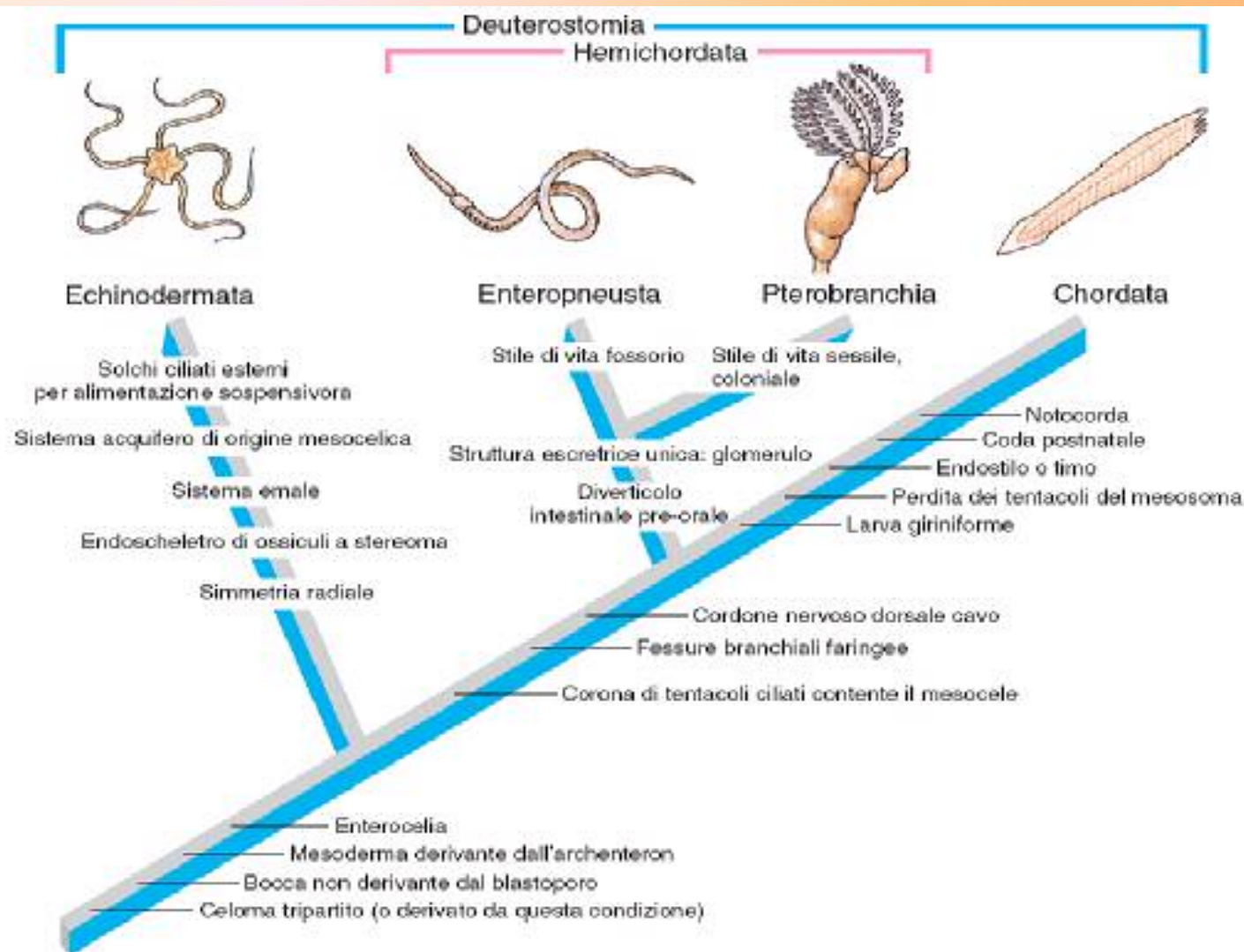


figura 14.25

Cladogramma che mostra le ipotetiche relazioni fra phyla di deuterostomi. Brusca e Brusca considerano la corona di tentacoli ciliati (contenente un'estensione del mesocoele) un carattere sviluppatosi a partire dagli antenati dei lofoforati, emicordati e cordati. La corona di tentacoli sarebbe divenuta il lofoforo nei phyla di lofoforati e sarebbe rimasta come carattere primitivo negli pterobranchi. Poiché i dati molecolari suggeriscono che i lofoforati siano protostomi, li abbiamo tolti da questo cladogramma; la corona di tentacoli ciliati degli pterobranchi e dei lofoforati può essere considerata un carattere convergente.

Fonte: Modificato da R.C. Brusca e G.J. Brusca, *Invertebrates*, 1990, Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA.