

Capitolo 13

Protostomi minori

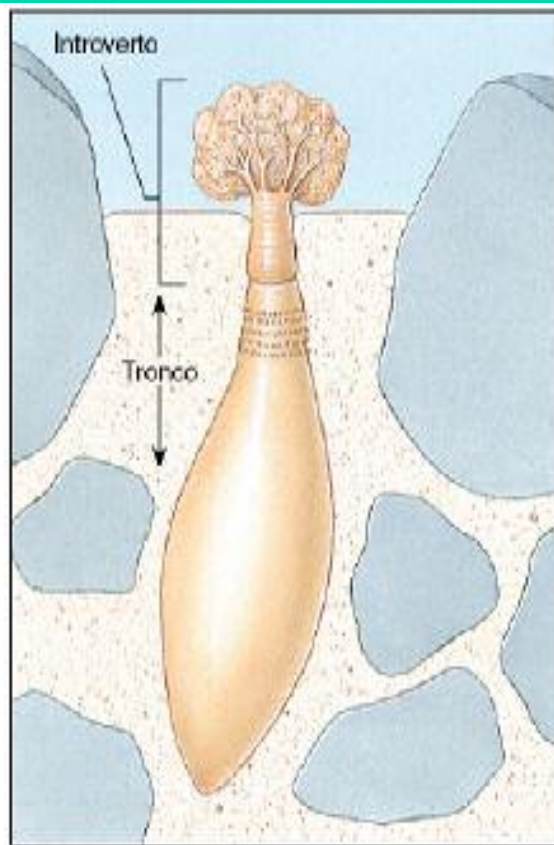
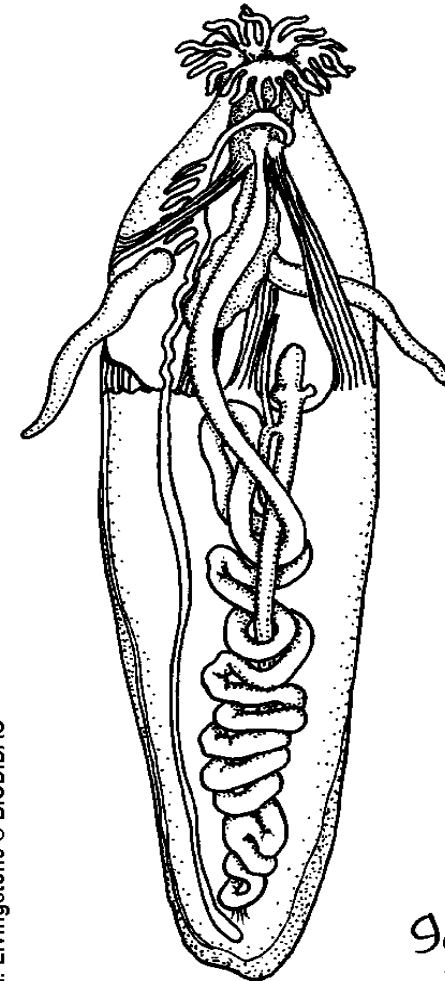


figura 13.1

Themiste, uno sipunculide.

Sipunculan Phylogeny and Systematics

-- Sipunculans are sometimes thought to be a group of annelids, and have been classified within them. However, this phylogenetic hypothesis is contradicted by comparing the anatomy of annelids, sipunculans, and other animals. For instance, sipunculans have no trace of important annelid characters such as segmentation and **chaetae** (bristles). The characters they do share with annelids (e.g. worm shape, introvert, trochophore larva) are not restricted to annelids and sipunculans, but are much more general.



I. Livingstone © BIODIDAC

9/4/95

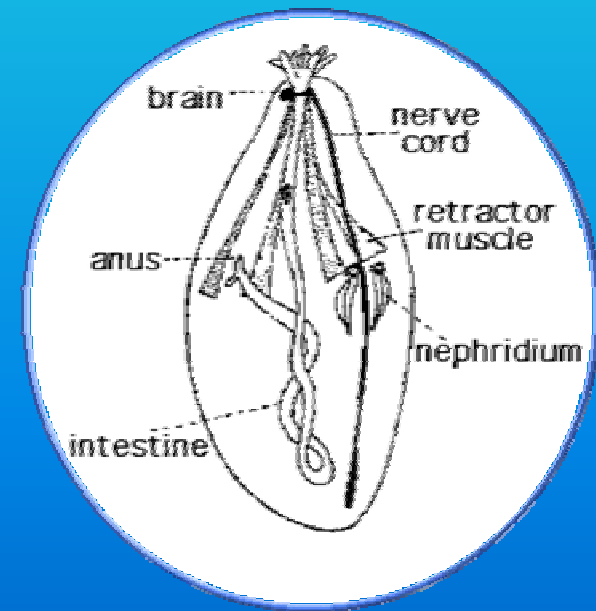
An alternative hypothesis places the sipunculans closer to the molluscs -- the snails, clams, squids, octopuses, and so on. This seems unusual at first glance; sipunculans do not look anything like most molluscs, at least outwardly. However, sipunculans and molluscs share several characters in early development; for example, after fertilization and division of eggs, both molluscs and sipunculans have a characteristic arrangement of cells in the embryo, known as the "molluscan cross."

A third hypothesis considers the characters shared by molluscs and sipunculans to be primitive characters for a larger group known as the Trochozoa, which also includes the annelids.

Sipuncula -- These animals, which are commonly called "peanut worms" because some have the general shape of shelled peanuts, are not particularly well studied. Only about 320 species have been formally described, all marine and mostly from shallow waters. While some (like the specimen of *Sipunculus* shown below) burrow into sand and mud, others (like this unidentified species from French Polynesia) live in crevices in rocks, or in empty shells. Still others bore into rock.



General Sipunculan Anatomy -- The body is completely unsegmented, and the intestine forms a twisted loop, with the anus on the side of the body. Typical of sipunculans is a forward (anterior) body section, the **introvert**, which can be retracted into the body by the **retractor muscles**. At the tip of the introvert (retracted in the specimen shown at the top of this page) is the mouth, which is surrounded by a ring of tentacles. The body cavity, or **coelom**, of sipunculans is large and filled with fluid, in which are found free-floating cells known as **hemerythrocytes** as well as free-floating clusters of cells known as **ciliary urns**. Sipunculans have no circulatory or respiratory systems; the coelomic fluid transports both nutrients and oxygen to all parts of the body. **Nephridia** filter the coelomic fluid.



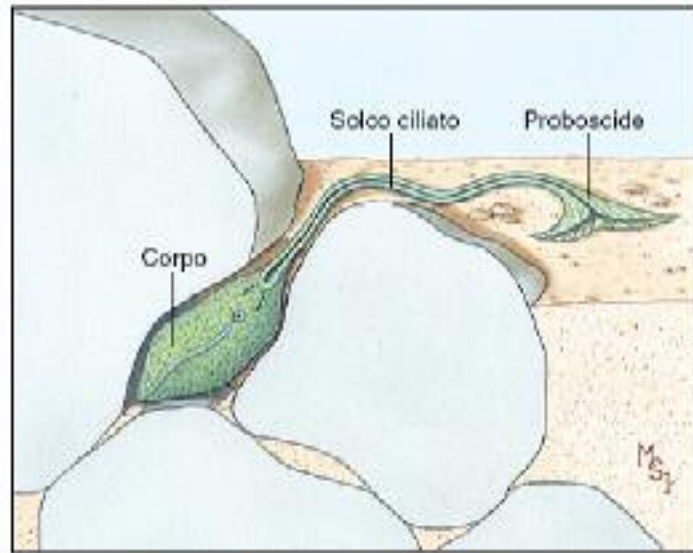


figura 13.2

Bonellia (phylum Echiura) è una specie detritivora. Il corpo rimane nascosto all'interno di un cunicolo, mentre con la lunga proboscide esplora l'ambiente circostante per raccogliere le particelle organiche e portarle alla bocca tramite un solco ciliato.



a questo gruppo appartengono organismi esclusivamente marini, dal corpo vermiforme privo di segmentazione; tuttavia, si distinguono due regioni nel corpo di questi organismi: un tronco, sacciforme, ed un prostomio (o proboscide) nastriforme o tubolare.

il corpo è rivestito da una sottile cuticola; sotto di essa si trovano un epiderma ghiandolare, una muscolatura tristratificata e la cavità celomatica.

la superficie ventrale della proboscide è ciliata per permettere lo scivolamento sul substrato e la raccolta del cibo verso la bocca, situata nella regione anteriore-ventrale del tronco; l'ano è situato alla estremità posteriore del tronco.

gli echiuri sono organismi che vivono all'interno di tane e che portano all'esterno solo la proboscide, che viene rapidamente ritratta alla minima interferenza. sono animali detritivori, che si nutrono, cioè, di particelle di cibo e di microrganismi presenti sul fondo.

gli scambi gassosi avvengono attraverso la superficie generale del corpo.

sono privi di qualsiasi organo specializzato di senso, in relazione alla vita sedentaria e ritirata alla quale si sono adattati.

il sistema nervoso è costituito da un anello nervoso intorno al prostomio e da un cordone ventrale lungo il tronco.

i sessi sono separati e la fecondazione è esterna, cioè i gameti sono liberati nell'ambiente esterno. le larve hanno una breve vita pelagica, seguita dalla metamorfosi e dall'insediamento sul fondo.

nella famiglia bonelliidae si ha uno spinto dimorfismo sessuale: i maschi misurano pochi millimetri, sono privi di proboscide (si nutrono dei liquidi corporei della femmina) e vivono all'interno del sacco genitale della femmina. i maschi derivano da larve che si insediano sulla proboscide della femmina.

gli echiuri appartengono al vasto e variegato gruppo dei protostomi, gruppo che comprende tutti i phyla caratterizzati dal possedere una larva trocofora, dal formare la bocca dal protostoma larvale e dalla formare il celoma per schizocelia. sebbene privi di metameria, gli echiuri sono affini agli anellidi, perciò si ritiene che questi due phyla si siano evoluti da un comune antenato privo di metameria.

il phylum degli echiura comprende una sola classe, gli echiurida, divisa in 3 ordini.

Class Pogonophora (beard bearer)

- Defining characteristics
 - Gut tissue (endoderm) forms an organ (the trophosome) that becomes filled with chemosynthetic bacteria;
 - segmentation confined to small rear portion of animal (the opisthoma).
- About 120 species are known, all of which are marine.

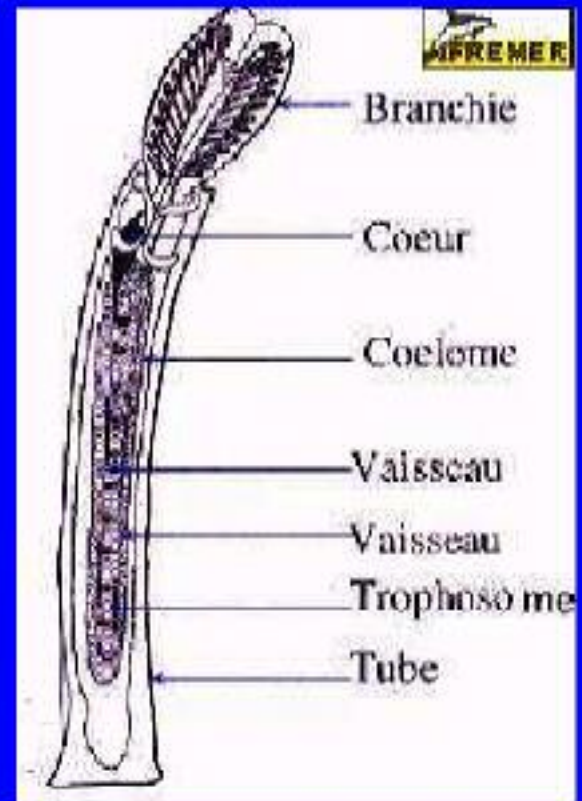
Body plan of Pogonophora

- Anterior cephalic lobe, bearing a beard consisting of 1 to many thousands of ciliated tentacles;
- Trunk, which contains a pair of uninterrupted coelomic cavities.
- Opisthoma, which is segmented.
- Adult pogonophorans lack a digestive tract, but they do have vast numbers of symbiotic bacteria.
- Their habitat is near hydrothermal vents.

Riftia sp. *in situ*



Internal anatomy of *Riftia* sp.



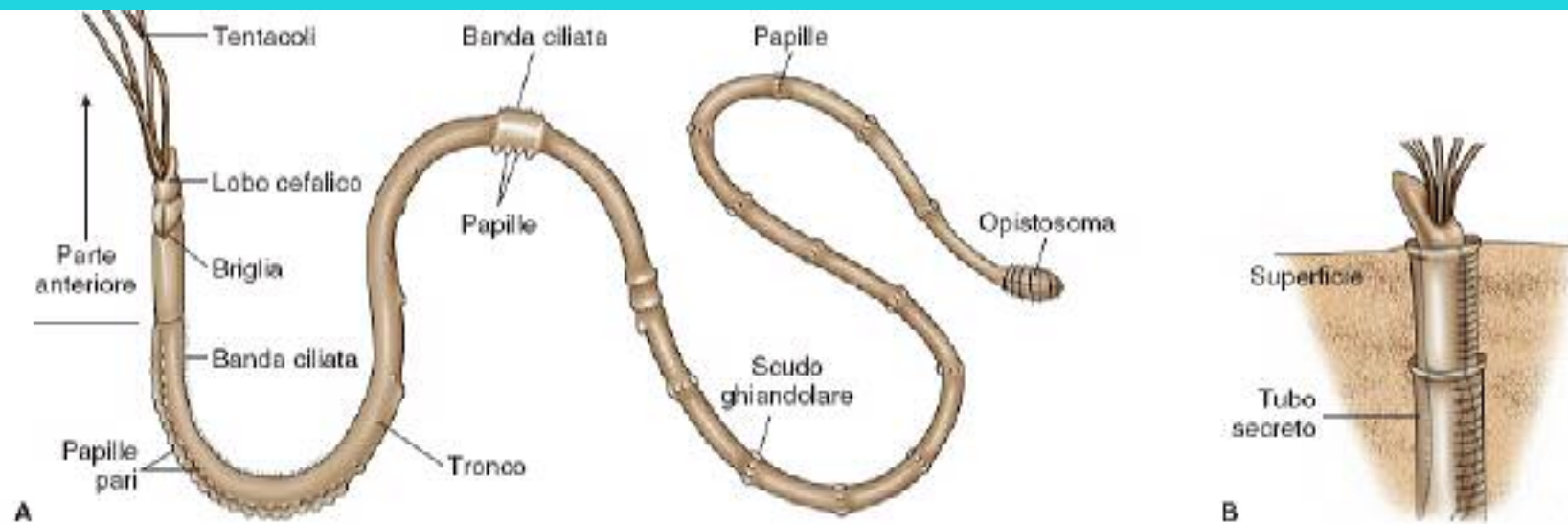


figura 13.3

Rappresentazione di un tipico pogonoforo. **A**, caratteristiche esterne. Il corpo, nell'animale vivo, è molto più allungato di quanto mostrato in questa figura. **B**, posizione dell'animale all'interno del suo tubo.

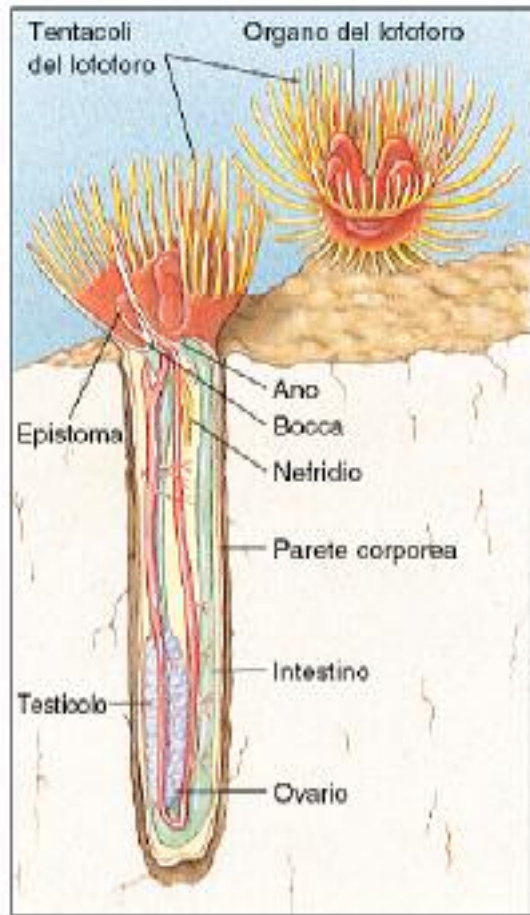
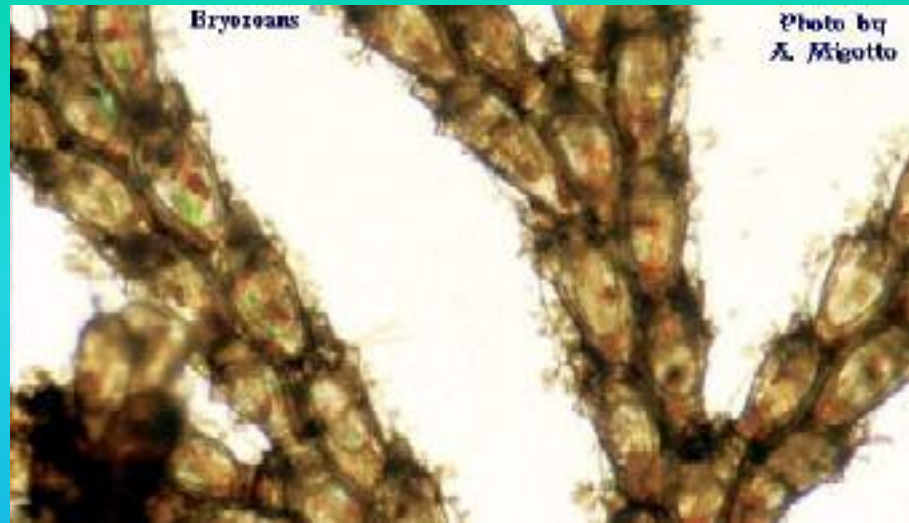


figura 13.4

Sezione verticale schematica della struttura interna di *Phoronis* (phylum Phoronida).



Con meno di 20 specie, i **foronidei** costituiscono uno dei più piccoli phyla fra i protostomi minori. Vermiformi e privi di un capo differenziato, hanno una lunghezza variabile da qualche millimetro a mezzo metro e sono tutti marini. Vivono singolarmente o in grossi aggregati (non coloniali) in ambiente litorale, entro tubi chitinosi autosecreti nei quali si muovono liberamente, affossati nella sabbia o fissi a substrati solidi come pali, conchiglie, rocce dove si alimentano per filtrazione come i briozoi. Protetti e sostenuti dai loro tubi, hanno una cuticola sottile non chitinoso ed un lofotoro avvolto a spirale costituito da due pieghe parallele della parete del corpo, che viene dilatato idraulicamente grazie alla contrazione di muscoli circolari. Nella parete del corpo sono presenti muscoli longitudinali che permettono l'accorciamento del corpo ed il ritiro del lofotoro nel tubo.



Characteristics of Bryozoa:

- 1) Bilaterally symmetrical.
- 2) Body has more than two cell layers, tissues and organs.
- 3) Body cavity a true coelom.
- 4) Body possesses a U-shaped gut with an anus.
- 5) Body enclosed in a calcareous, chitinous or gelatinous box, tube or communal matrix.
- 6) Nervous system is a central ganglion with a circum-oesophageal ring.
- 7) Has no circulatory system or gaseous exchange organs.
- 8) Has no excretory system.
- 9) Has a lophophore.
- 10) Reproduction normally sexual and gonochoristic.
- 11) Feeds on fine particules in the water.
- 12) All live in aquatic environments mostly marine.

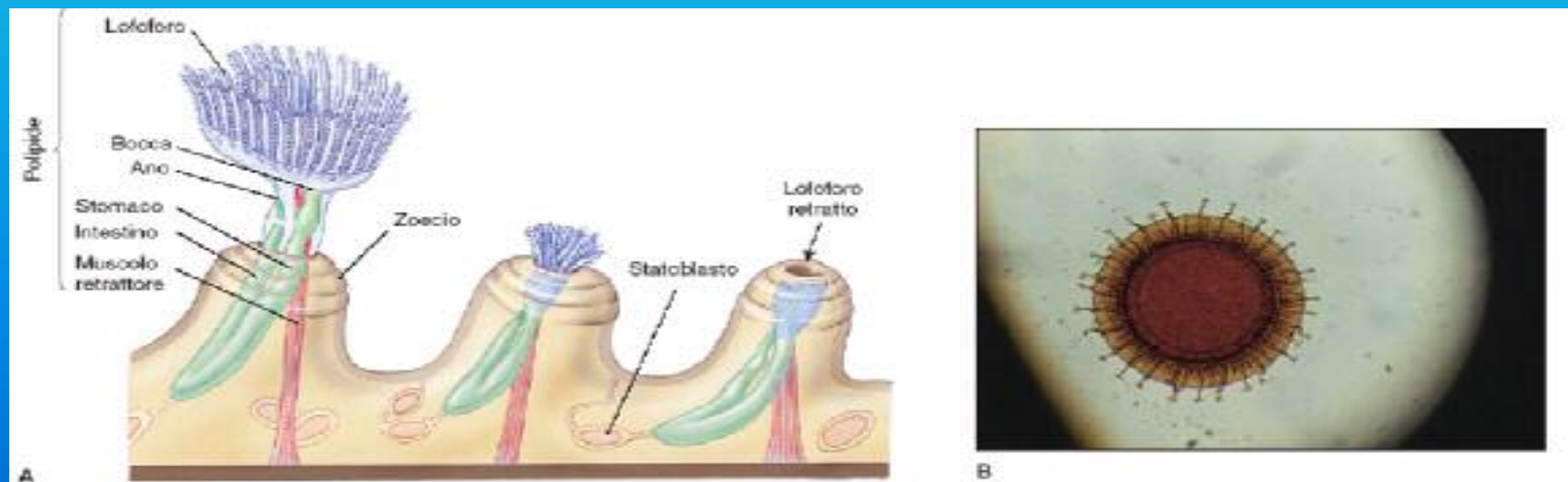
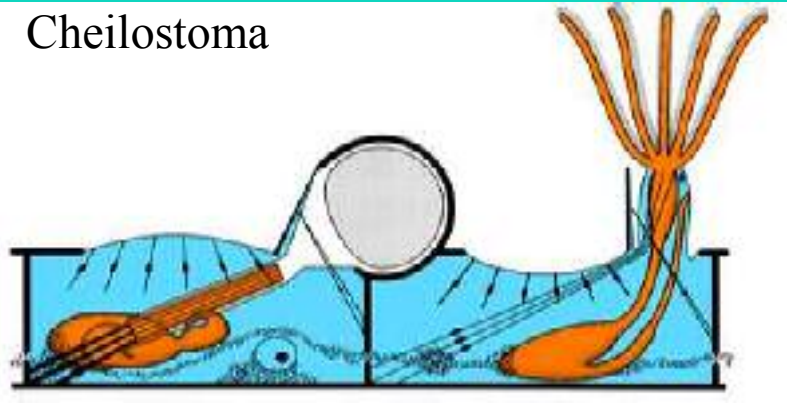


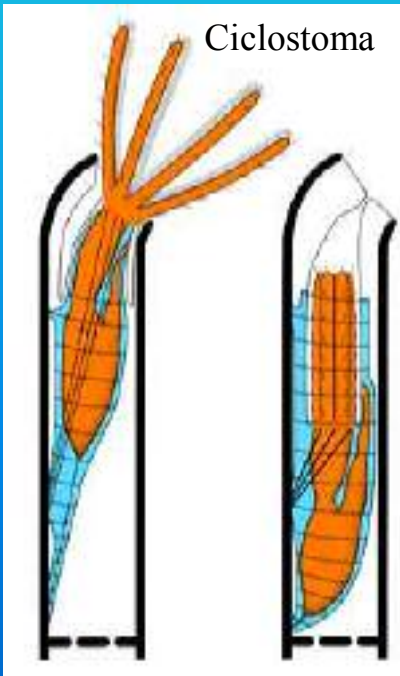
figura 13.5

A, piccola porzione di una colonia dulcacquicola di *Plumatella* (phylum Bryozoa) che si sviluppa sulla parte inferiore delle rocce. Questi minuscoli individui, se disturbati, sono in grado di scomparire all'interno dei loro zoeci chitinosi. **B**, statoblasto di un ectoprocto di acqua dolce, *Cristotellus*. Gli statoblasti sono delle sorte di gemme che superano l'inverno quando, in autunno, la colonia muore. Quella riprodotta in fotografia ha un diametro di circa 1 mm ed è dotata di spine uncinate.

Cheilostoma



Ciclostoma



Bryozoans, sometimes referred to as moss animals or ectoprocts are tiny, colonial organisms. Their development does not follow either a true protostome or true deuterostome pattern. They, along with the Phoronids (worm-like animals) and the Brachiopods (bivalve-like animals sometimes referred to as lampshells) are thus classified based on the presence of a specialized feeding structure called a lophophore, an extension of the body wall into a tentacled structure that surrounds the mouth and is either horseshoe-shaped or circular. Bryozoan colonies can be encrusting, arborescent (branching, and tree-like), or even free living. Individuals within colonies may be referred to as either zooids, or polypides. The term polypide refers to the contents of each zooid (gut, lophophore, muscles, etc.) within the body wall (Barnes 1980).

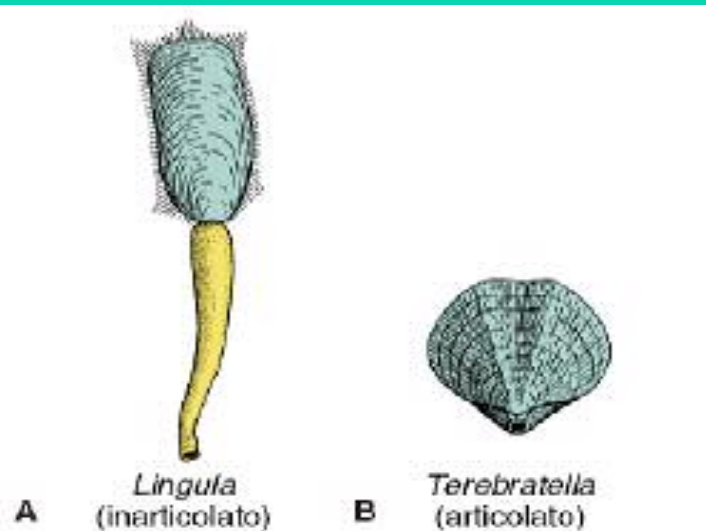


figura 13.8

Brachiopodi. **A**, *Lingula*, un brachiopode inarticolato che di solito vive infossato. Il suo pedicello contrattile può ritirare il corpo all'interno del cunicolo. **B**, un brachiopode articolato, *Terebratella*. Le sue valve presentano un'articolazione costituita da dentelli e fossette e un breve pedicello si proietta al di fuori delle valve per ancorarsi al substrato (il pedicello è mostrato nella Figura 13.9).

Il phylum **Brachiopoda** è composto da invertebrati marini, bentonici sessili sospensivori ed a simmetria bilaterale. Il piano di simmetria è perpendicolare al piano di commessura delle valve, che si distinguono in una valva peduncolare (o ventrale) ed una brachiale (o dorsale), generalmente più piccola. Sono inequivalvi ed equilaterali.

Ai giorni nostri questi organismi sono poco diffusi in quanto vivono nelle "zone rifugio", cioè ambienti a scarsa popolazione e competizione. Molto diffusi nel Paleozoico, a seguito dell'estinzione in massa del Permiano - Triassico sono migrati in acque più profonde.

La conchiglia presenta il piano di simmetria perpendicolare al piano di commessura delle due valve, che sono quindi equilaterali ed inequivalve. La valva ventrale o peduncolare, è generalmente più grande di quella dorsale o brachiale, più piccola, chiamata così perché sostiene il brachidium. La zona che si sviluppa avanti all'umbone è chiamata interarea. La linea di contatto posteriore tra le due valve viene chiamata margine cardinale. Esistono due tipi di guscio: chitinofosatico e calcareo. Il guscio chitinofosatico è formato da una frazione di fosfato di calcio e un'alta percentuale di sostanze organiche. Il guscio calcareo è formato da un'alta percentuale di calcite e una bassa frazione di sostanza organica.

La prima è caratteristica degli Inarticulata, la seconda degli Articulata e di qualche rappresentante degli Inarticulata.

All'interno della conchiglia possono trovarsi dei fori, chiamati endopunctae, occupate di solito da invaginazioni o appendici cecali del mantello. Se non sono presenti il guscio si dirà impunctato, se sono presenti si dirà punctato. Interessa quell'aspetto di alcune conchiglie, dove alcuni cristalli di calcite si sciolgono prima rispetto a quella fibrosa attorno. Questi "fori" daranno l'aspetto alla conchiglia di pseudopunctata.

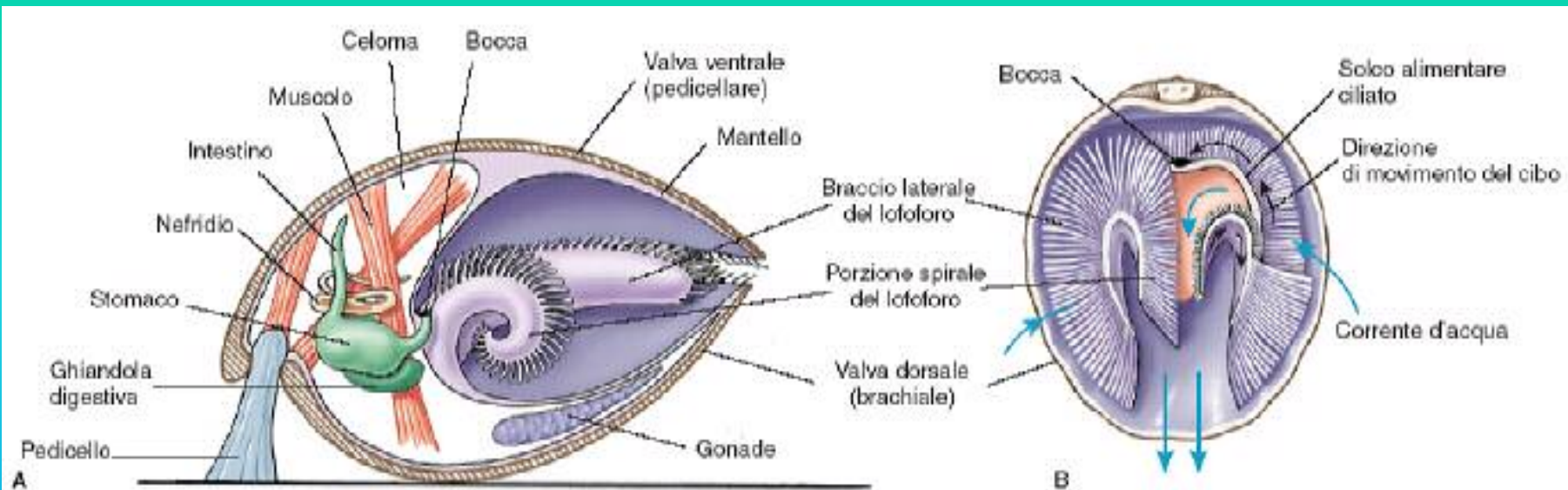


figura 13.9

Anatomia di un brachiopode. **A**, un brachiopode articolato (sezione longitudinale). **B**, correnti alimentari e respiratorie. Le frecce azzurre indicano il flusso d'acqua sul lofoforo; le frecce nere indicano il movimento del cibo verso la bocca lungo il solco alimentare ciliato.

Classe Inarticulata

Conchiglia priva di denti e fossette, apparato muscolare molto sviluppato, lofoforo senza brachidium. Presenza di ano. Guscio chitinosofosfatico ed eccezionalmente calcareo.

Classe Articulata

Presenza di denti e fossette. Presenza di delthyrium e di brachidium. Non c'è ano. Guscio generalmente calcareo. Sistema muscolare formato da adduttori e abduttori.

Euritermi (sopportano un grande range di temperatura)

- Vivono in ambienti ricchi in ossigeno, qualche specie opportunistica può vivere in ambienti instabili.
- Salinità: 30% - 40%
- Hanno bisogno di un substrato solido
- Hanno bisogno da moderata ad elevata turbolenza per evitare lo stagnamento.

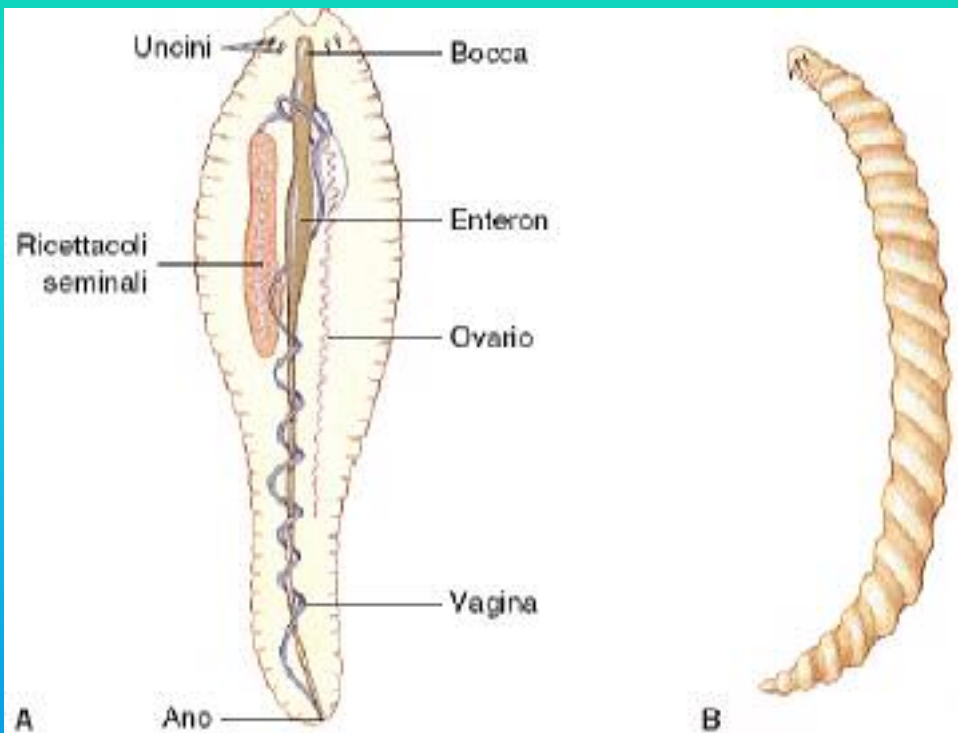


figura 13.10

Due pentastomidi **A**, *Linguatula*, si trova nelle coane dei mammiferi carnivori. È mostrata una femmina con alcune caratteristiche interne. **B**, una femmina di *Armilifer*, un pentastomide dotato di anelli marcati. In certe regioni dell'Africa e dell'Asia l'uomo viene parassitato da stadi immaturi; gli adulti (lunghi 10 cm o più) vivono nei polmoni dei serpenti. L'uomo può infettarsi nutrendosi di serpenti, o da cibo e acqua contaminati.

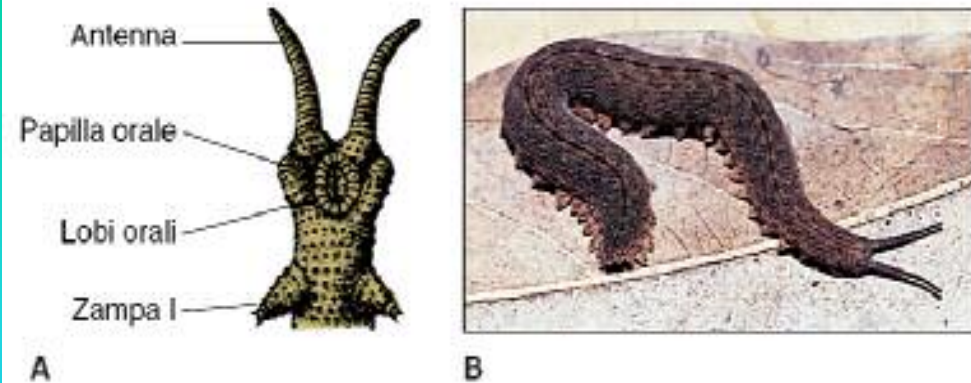


figura 13.11

Peripatus, un onicoforo simile a un bruco, con caratteristiche in comune sia con gli anellidi sia con gli artropodi. **A**, visione ventrale del capo. **B**, nel suo ambiente naturale.

Onychophorans are "living fossils" in the sense that they have changed little in their body shape for about 500 million years. Probably they were the first animals ever to walk, according to a phylogeny (a sort of family tree) constructed by a technique called cladistics. Fossils indicate that they lived in shallow marine environments in the Cambrian, in tropical habitats from many parts of the world. The first onychophorans often had long legs, spines, head shields and body plates thought to have played a defensive role. They probably hunted smaller animals for food.

With time, they colonized dry land and those that may have remained in the sea became extinct. Terrestrial species have short legs, lack spines and armouring, and hunt their prey with the help of an adhesive that is expelled in liquid form from head organs (this includes specimens preserved in amber). Apparently, onychophorans evolved from polychaete worms and have intermediate characteristics between annelids and arthropods, which results in periodical proposals for incorporating them into any of these two groups, depending on the characters that the proponents happen to choose (for example, biochemical traits).

Onychophorans are found in moist, dark places like rotten logs, leaf litter and soil crevices and normally become active at night, when the danger of desiccation is less. The family Peripatopsidae is found in Chile, South Africa, Australia and adjacent islands, some members are oviparous, others ovoviviparous. The family Peripatidae is found in tropical parts of Latin America, Africa and Asia; it has viviparous species: females bear live offspring that develop in association with a placenta, an extraordinary characteristic for a tiny worm labeled as "living fossil". These worms can reach 20 cm in length (although most are less than 5 cm long, and males are smaller in all species) and often are brown, but can also be red, blue or golden.

Although textbooks tend to present much "general" information about onychophorans, the truth is that we know close to nothing about the great majority of the about 90 described species (a similar number is thought to be unknown to science). Onychophorans are exceedingly rare and probably endangered in many habitats.

Chaetognaths are commonly called arrow worms because of their shape. Over 100 species are known, belonging to 15 genera. The "chaeto" part of their name refers to the remarkable moveable hooks, with which they grasp and swallow whole prey - marine animals such as copepods, medusae, tunicates and fish larvae, and all kinds of protoctists. Each tiny hook or tooth has four cusps, which may pierce copepod exoskeletons; a toxin may perhaps be released which would prevent the prey from escaping. In chaetognaths from upper parts of the ocean, all this food can be seen directly through their transparent intestines. Chaetognaths from deeper waters are brightly colored: red, orange, and pink. The orange bands sometimes seen on *Eukrohnia* may be due to microorganisms that grow on the animal's surface or derived from copepods on which they feed.

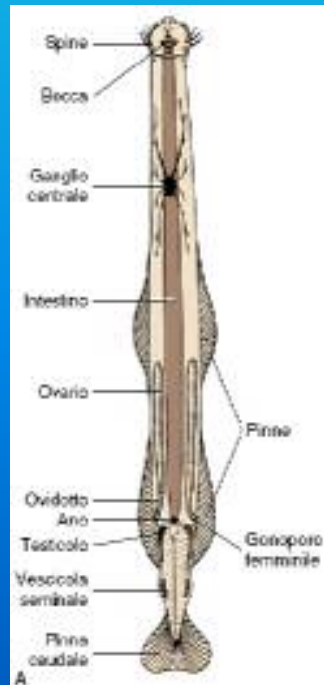
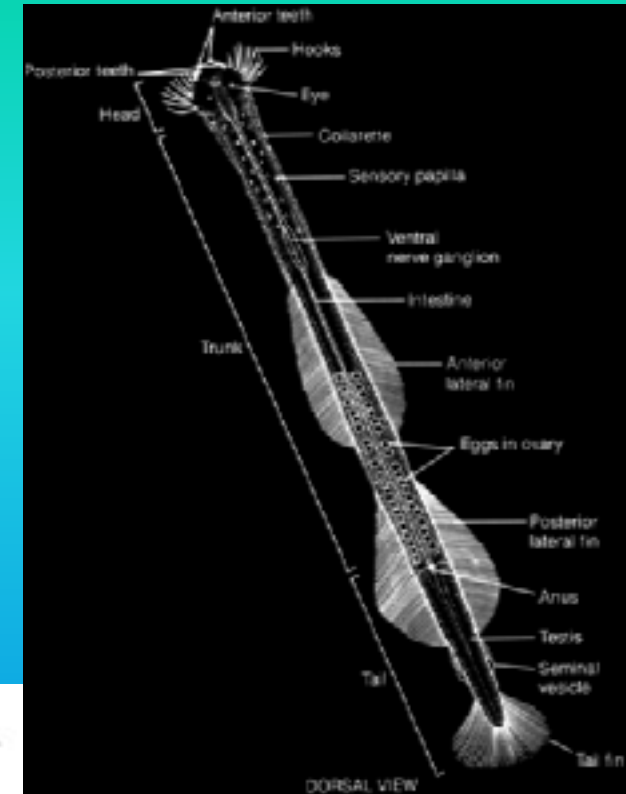


figura 13.13

Chaetognati. A, struttura interna di *Sagitta*. B, fotografia al microscopio a scansione di uno stadio giovanile del chaetognato *Flecisagitta hexaptera* (35 mm di lunghezza) mentre si nutre di una larva di un pesce.





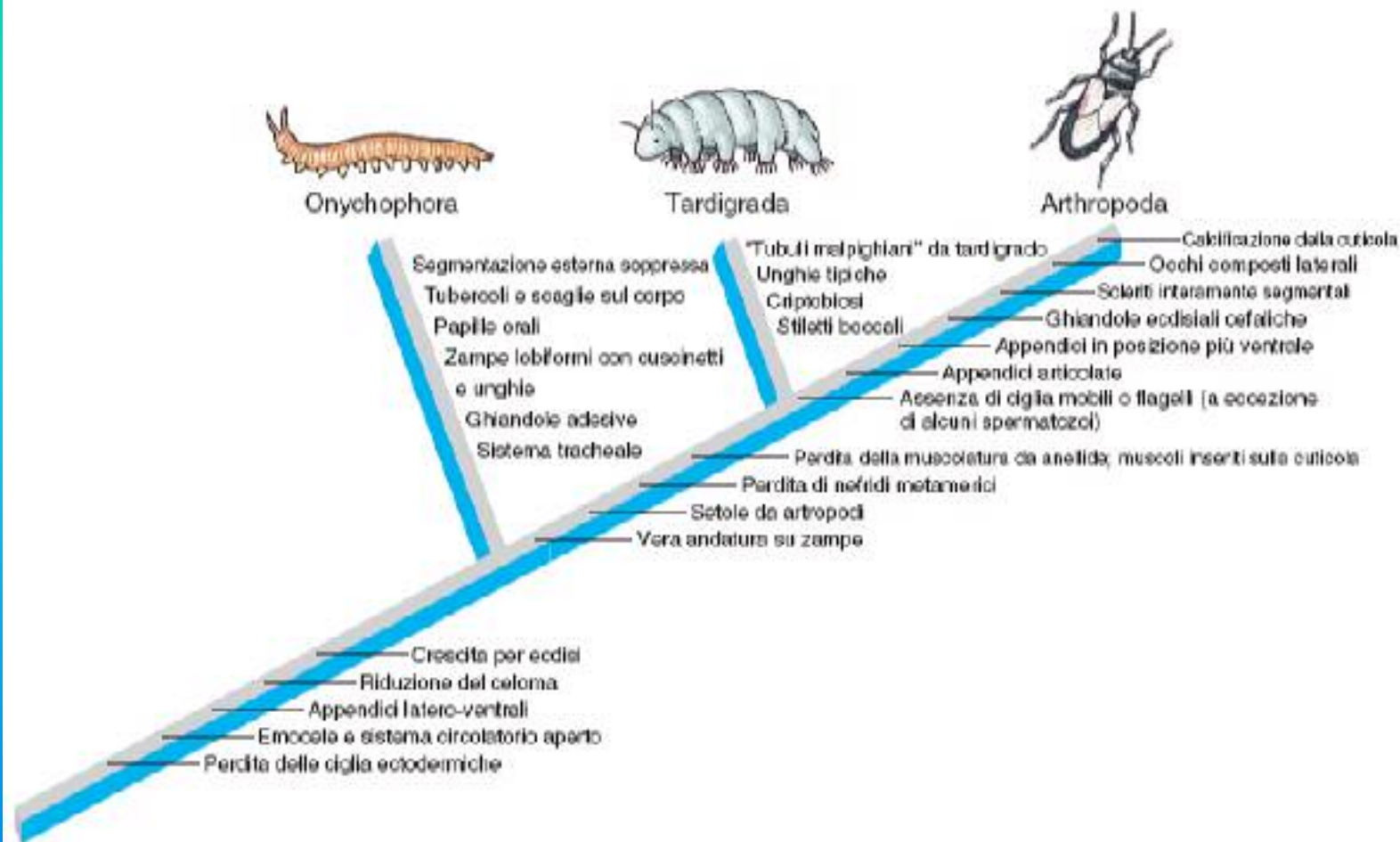


figura 13.14

Cladogramma che illustra le relazioni ipotetiche di Onychophora e Tardigrada con gli artropodi. Gli onicofori si sono diversificati dalla linea filetica degli artropodi dopo lo sviluppo di sinapomorfie, quali l'emocela, e la crescita per ecdisi. Essi condividono alcune caratteristiche primitive con gli anellidi, quali la disposizione metamerica dei nefridi, ma i dati molecolari suggeriscono l'inclusione di questo phylum fra gli Ecdysozoa e non fra i Lophotrochozoa. Da notare che il sistema tracheale degli onicofori non è omologo a quello degli artropodi, ma rappresenta una convergenza. Altri autori suggeriscono che i Tardigrada siano il sister group di un clado formato da Onychophora e Arthropoda.