

Gli animali protostomi

I **protostomi** molto diversificati, ma tutti con **simmetria bilaterale** e una porzione cefalica specializzata attorno all'apertura orale.

Da animali semplici ad animali con intestino completo

Organizzazione corporea diversa in gruppi diversi con morfologie molto diverse, alcuni con conchiglia

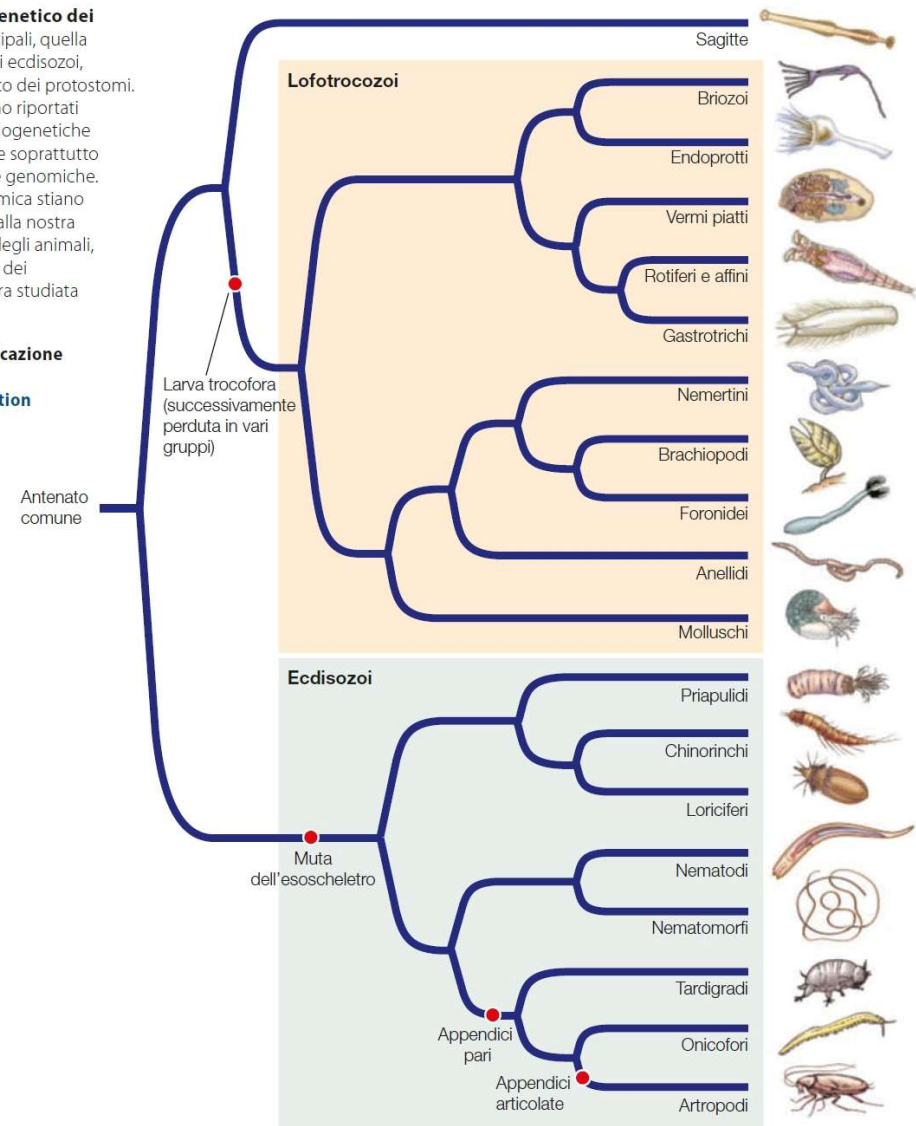
Tra essi gruppi ricchi di sp come platelminti, anellidi e molluschi

Tra i protostomi ci sono sia celomati che pseudocelomati che acelomati (es.: Platelminti).

Nel lontano passato, i protostomi si sono suddivisi in 2 grandi cladi: **lofotrocozoi** e **ecdisozoi**, in seguito evoluti in modo indipendente

Figura 31.1 L'albero filogenetico dei protostomi Due linee principali, quella dei lofotrocozoi e quella degli ecdisozoi, dominano l'albero filogenetico dei protostomi. Alcuni piccoli gruppi non sono riportati in quest'albero. Le relazioni filogenetiche qui mostrate sono supportate soprattutto dai dati forniti dalle sequenze genomiche. Nonostante gli studi di genomica stiano contribuendo grandemente alla nostra conoscenza della filogenesi degli animali, la maggior parte delle specie dei protostomi deve essere ancora studiata in dettaglio.

Attività 31.2 La classificazione dei protostomi
Protostome Classification



Lofotrocozoi: possiedono una struttura trofica, il *lofoforo* e una larva con vita libera, *trocofora*

Molti lofotrocozoi non strettamente imparentati possiedono un **lofoforo**, organo circolare a forma di ferro di cavallo disposto attorno all'apertura orale, contenente una o 2 file di tentacoli cavi e ciliati.

Funzione: raccolta di cibo e scambi gassosi

Quasi tutti gli animali con lofoforo stadio adulto sessile e utilizzano i tentacoli e le ciglia del lofoforo per catturare piccoli organismi. Altri sedentari catturano il cibo con tentacoli meno sviluppati

Plumatella repens

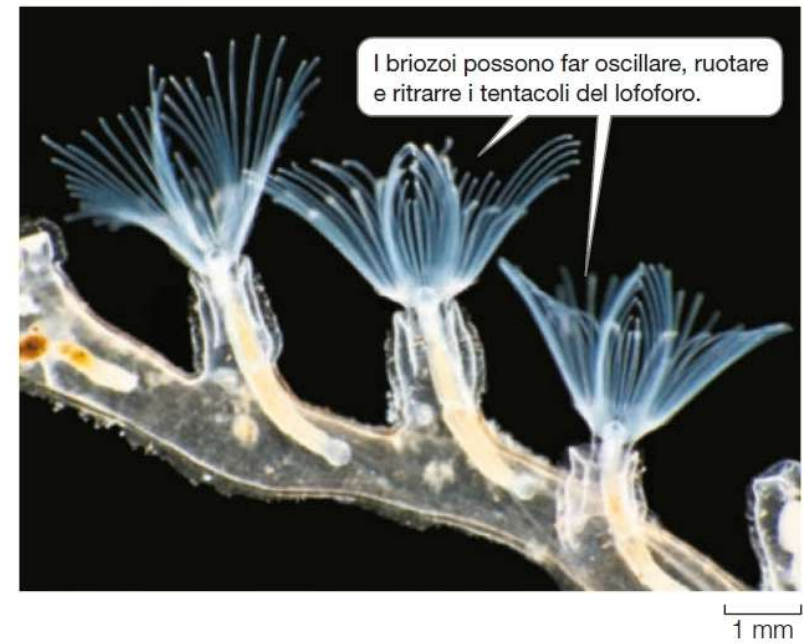
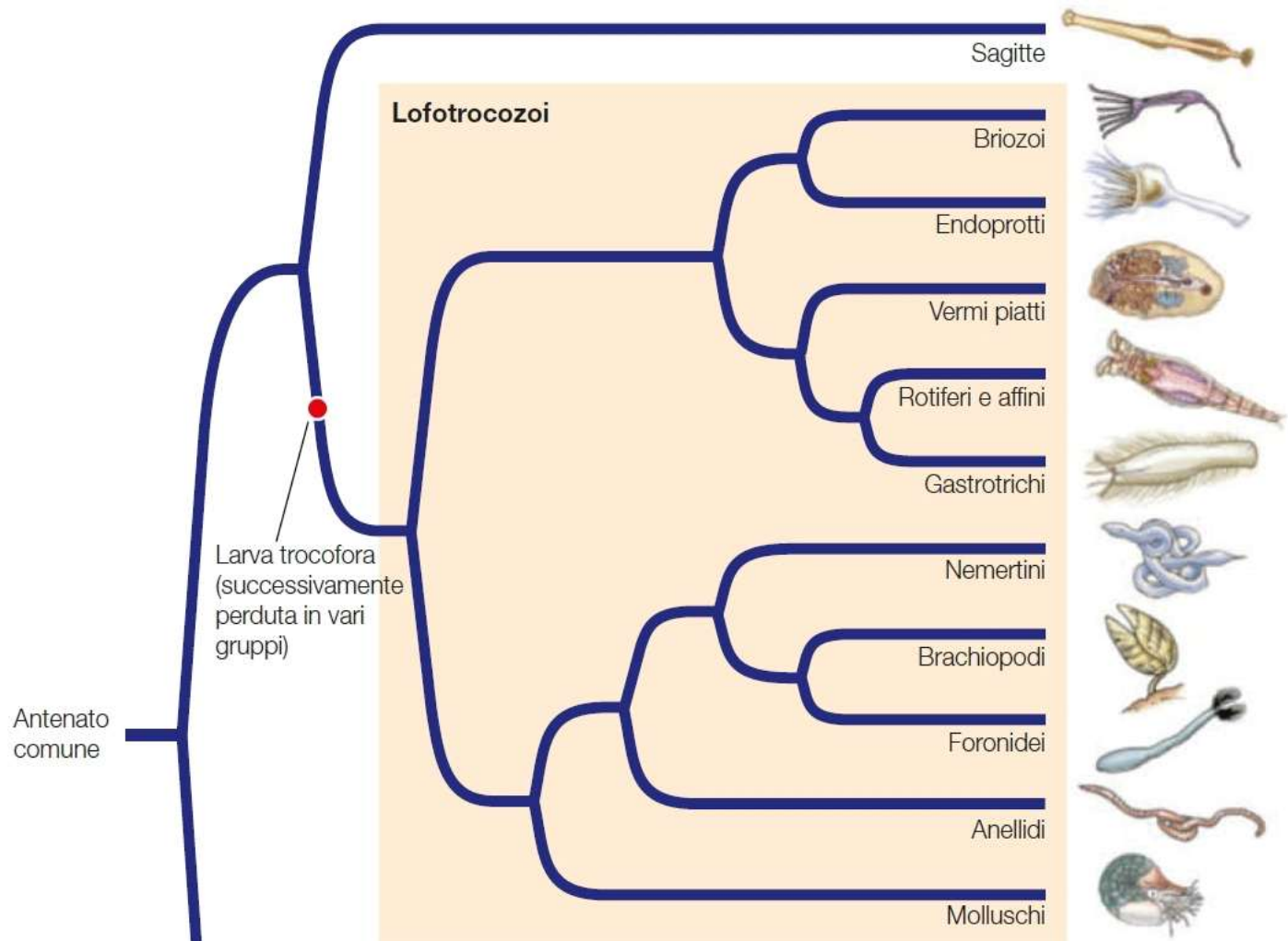


Figura 31.2 I briozoi usano il lofoforo per nutrirsi Il lofoforo aperto è l'aspetto anatomico dominante di un gruppo di animali coloniali, i briozoi. La specie nella foto vive in acqua dolce, ma la maggior parte dei briozoi è marina.



Ecdisozi: possiedono uno scheletro esterno (**esoscheletro**), rivestimento corporeo secreto dall'*epidermide* sottostante

Funzione: protezione e supporto meccanico.

L'esoscheletro non può accrescersi, viene sostituito con uno nuovo più grande attraverso un processo detto **muta** o **ecdisi** (**processo evoluto 500 milioni di anni fa**).

- Alcuni ecdisozi con forma corporea vermiforme con esoscheletri sottili e flessibili (**cuticola**).
- La cuticola consente scambi di gas, minerali e acqua ma l'animale è costretto a vivere in ambienti umidi.
- Alcuni sono marini e si nutrono di sedimenti, altri catturano prede anche più grandi grazie a una faringe dentata.
- Altri d'acqua dolce o parassiti si nutrono attraverso la cuticola, altri ancora predatori di protisti o piccoli animali.

(A) Prova fossile di una muta



Ecoscheletro abbandonato

Animale che emerge dal vecchio esoscheletro

(B) Un amblipigio (*Heterophrynus batesii*) durante la muta



Ecoscheletro vecchio

Subito dopo la muta il corpo dell'amblipigio è ancora molle e vulnerabile.

Figura 31.3 La muta degli ecdisozi, ieri e oggi (A) Questo fossile del periodo Cambriano, risalente a 500 milioni di anni fa, è un individuo di una specie di artropodi estinta da molto tempo, colto nel corso della muta; esso dimostra che questo processo è un tratto evolutivamente antico. (B) Un amblipigio ha appena abbandonato il suo vecchio esoscheletro e sarà estremamente vulnerabile fino a quando la nuova cuticola non si sarà indurita.

In altri ecdisozi l'esoscheletro ispessito grazie a strati di un polisaccaride: la **chitina**.

Gli animali con esoscheletro hanno sviluppato appendici controllate dai muscoli interni, con funzioni diverse:

- deambulazione,
- scambio gassoso,
- cattura e manipolazione del cibo,
- Accoppiamento,
- percezione sensoriale.

L'esoscheletro degli artropodi acquatici ha permesso la colonizzazione delle terre emerse, perché supporto per la deambulazione e impermeabilità contro la disidratazione.

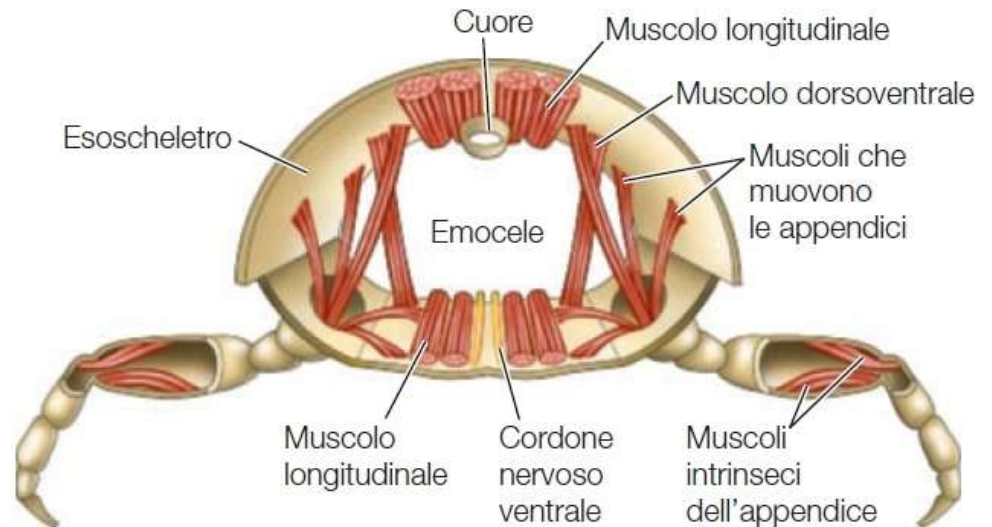
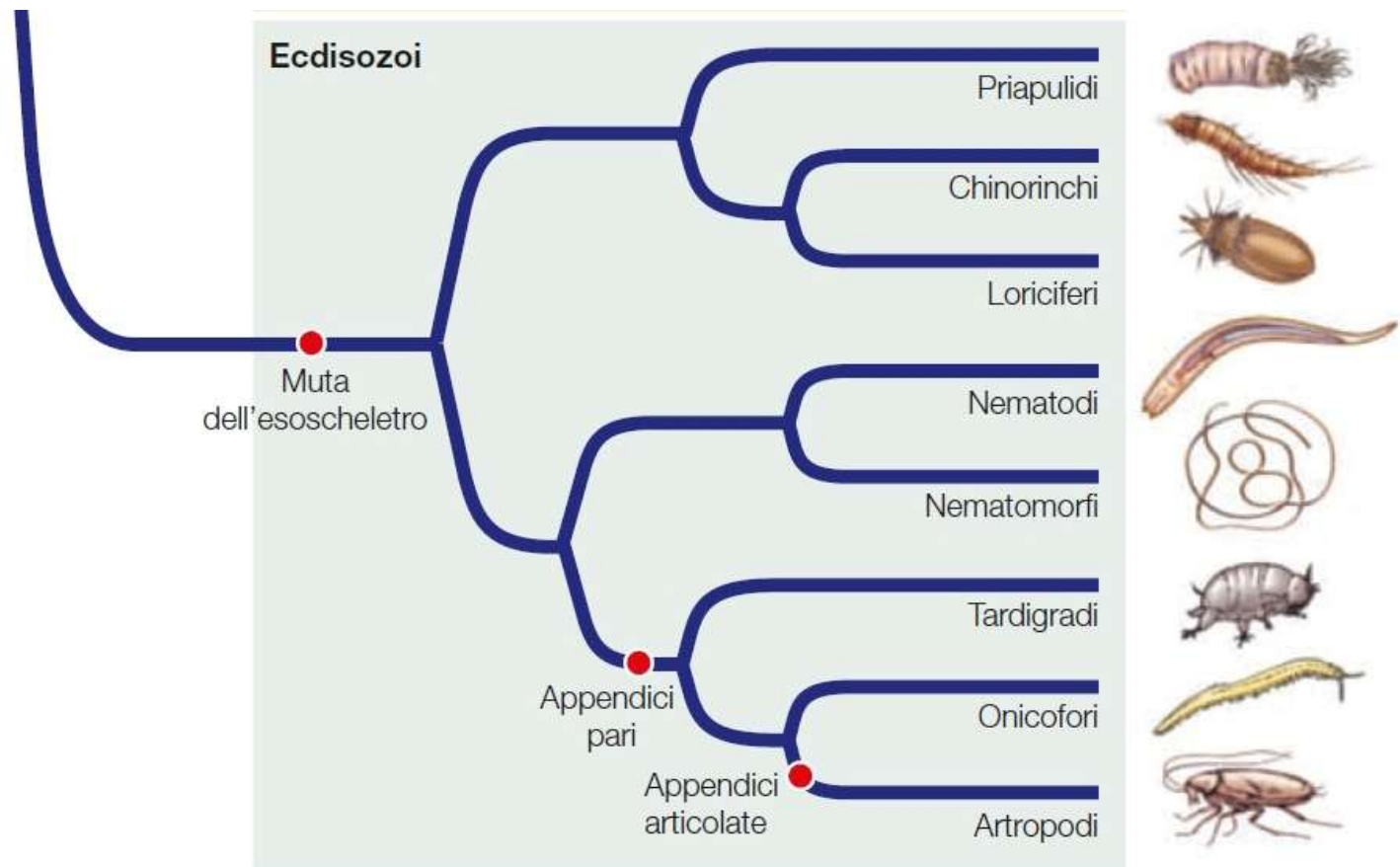


Figura 31.4 Lo scheletro degli artropodi è rigido e articolato

Questa sezione trasversale di un segmento toracico di un artropode generico illustra il piano strutturale di questi animali, caratterizzato da un esoscheletro rigido e da appendici articolate.



I **chetognati** una forma idrodinamica con simmetria bilaterale e un corpo tripartito.

La cavità corporea è divisa in 3 compartimenti: cefalico, tronco, e coda.

Recenti studi su sequenze geniche hanno dimostrato che appartengono ai protostomi.

Parenti stretti dei lofotrocozoi o gruppo fratello di tutti gli altri protostomi?

Privi di lofoforo, vita dinamica in mare aperto.

Attualmente presenti circa 180 sp marine, tutte carnivore con dimensioni da 3mm a 12 cm, ma in ere passate (500 milioni di anni fa) molto abbondanti.

Date le piccole dimensioni, scambi gassosi ed escrezione, mediante la sup. corporea.

Non hanno sistema circolatorio, il movimento di nutrienti e sostanze di rifiuto mediante l'epitelio ciliato che delimita il celoma, riempito di liquido.

Ermafroditi, fecondazione interna, piccoli simili agli adulti

Predatori di organismi planctonici

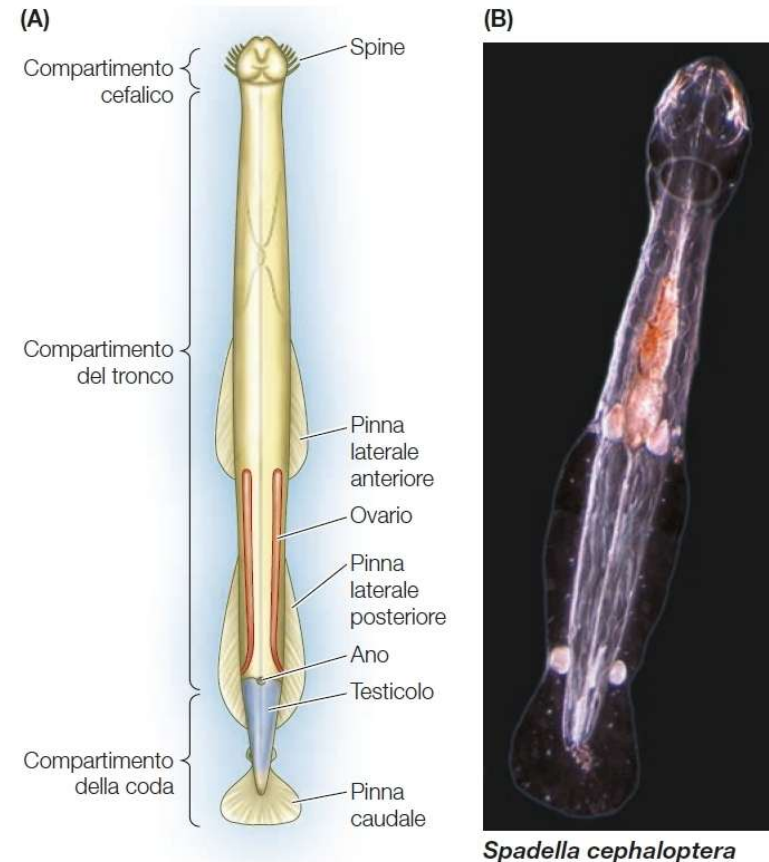
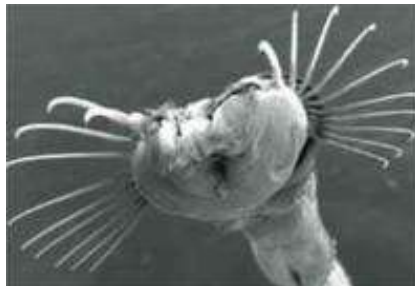


Figura 31.5 Una sagitta Le sagitte, dette anche vermi freccia, hanno un corpo diviso in tre parti. Le pinne e le spine fatte per afferrare sono adattamenti a uno stile di vita predatorio. Questi animali sono ermafroditi, in quanto producono uova in un ovario e spermatozoi in un testicolo.

I LOFOTROCOZOI

Briozoi (5500 sp) ed Endoprotti (170 sp)

Abitudini coloniali, vivono dentro involucri secreti dalla parete corporea. Quasi tutti marini.

La colonia consiste di numerosi membri con dimensioni ridotte (1-2 mm), connessi da strutture filamentose che garantiscono il trasporto di materiale nell'ambito della comunità.

Specializzazioni legate alla vita coloniale, con membri con funzione di nutrizione, altri di riproduzione sessuale e altri ancora di sostegno.

Riproduzione sia asessuata che sessuata

Differenze:

Brizoi

Ano fuori dall'anello di tentacoli
Particelle di cibo portate dalla punta verso la base dei tentacoli
Celoma diviso in 3 parti

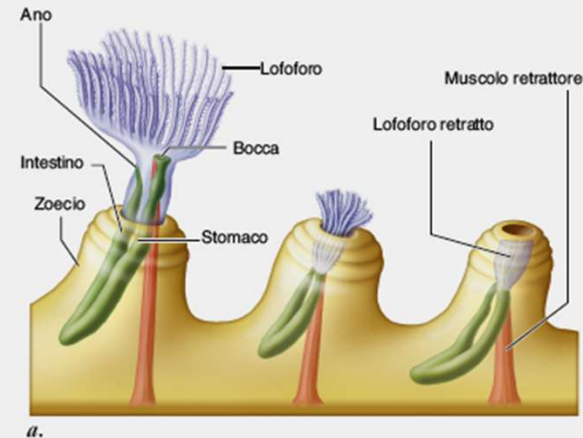
Endoprotti

Ano dentro all'anello di tentacoli
Particelle di cibo portate dalla base verso la punta dei tentacoli
Privi di celoma

Sertella septentrionalis



Figura 34.19 I briozoi (phylum Bryozoa).
a. È raffigurata una piccola porzione di una colonia di briozoi d'acqua dolce del genere *Plumatella*, che cresce sulle rocce. L'individuo a sinistra ha esteso completamente il lofoforo. I minuscoli individui scompaiono nello zoecio quando vengono disturbati.
b. *Plumatella repens*, un altro briozoo d'acqua dolce.



I **Platelminti** sono acelomati a simmetria bilaterale. Privi di strutture e sistemi per trasportare ossigeno.

Gli scambi gassosi avvengono mediante cellule poste vicino alla sup. corporea, facilitati anche dalla forma di questi organismi (vermi piatti).

Il sistema digerente ha un'apertura orale e finisce a fondo cieco, ma molto spesso ha una struttura complessa e ramificata con ampia sup. di assorbimento

(A) *Eurylepta californica*,
un verme piatto a vita libera



Quasi tutti i platelminti si nutrono di animali: alcuni sono carnivori, **altri parassiti**, altri saprofiti (si nutrono di materia organica morta o in decomposizione). Le sp. dotate di movimento si muovono scivolando sul substrato mediante una sup. marginale dotata di ciglia.

(B) Diagramma di un tipico verme piatto parassita

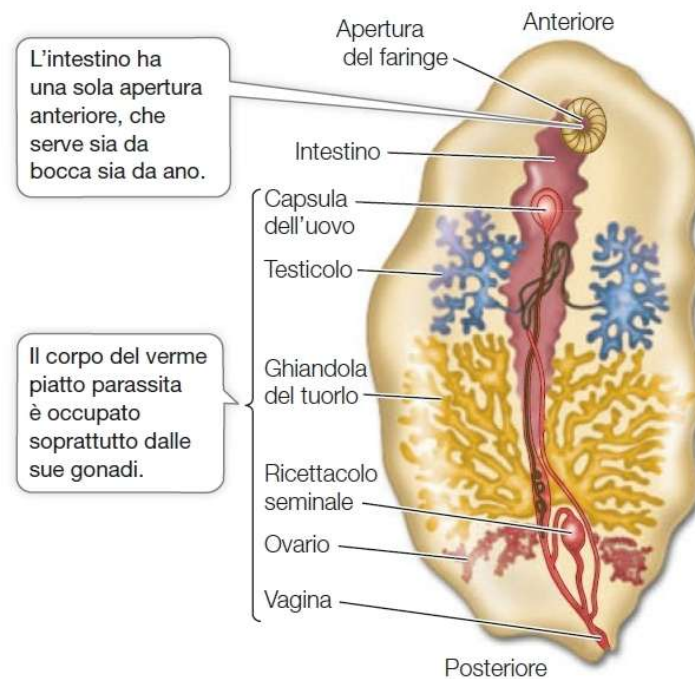
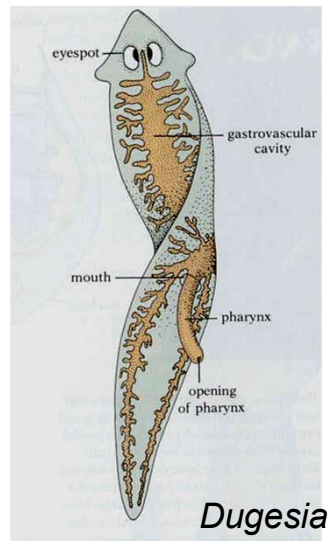


Figura 31.6 I vermi piatti includono sia parassiti sia forme a vita libera

(A) Alcune specie di platelminti, come questa specie marina dell'Oceano Pacifico, conducono vita libera. (B) La fasciola qui schematicamente rappresentata conduce vita da parassita nell'intestino dei ricci di mare e ha la struttura tipica dei vermi piatti endoparassiti. Dal momento che il loro ospite procura loro tutto il nutrimento di cui hanno bisogno, questi parassiti interni non richiedono organi elaborati per la presa del cibo o per la sua digestione e possono dedicare la maggior parte del loro corpo alla riproduzione.

I “Platelminti” a vita libera “Turbellari”

Presentano un capo con chemiorecettori, 2 occhi semplici e un cervello semplice (ingrossamenti anteriori dei cordoni nervosi longitudinali)
le planarie sono di acqua dolce

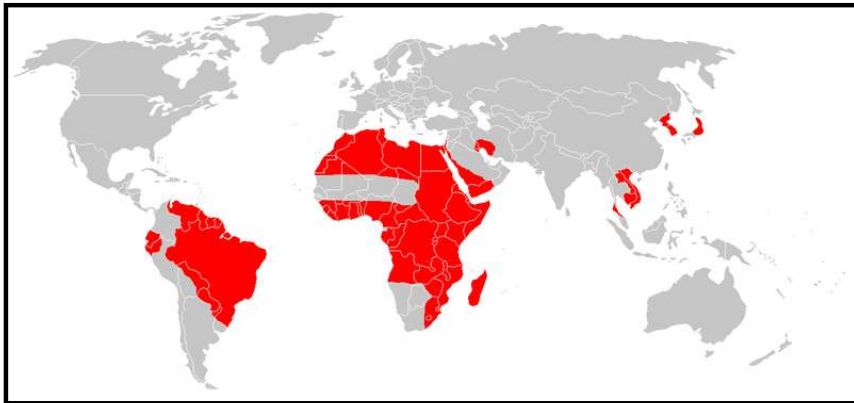


Specie marine

L'evoluzione verso il parassitismo probabilmente ha previsto platelminti che da saprofiti sono passati alla nutrizione di animali morenti, sino a diventare endoparassiti di animali vivi che sfruttavano a scopo alimentare

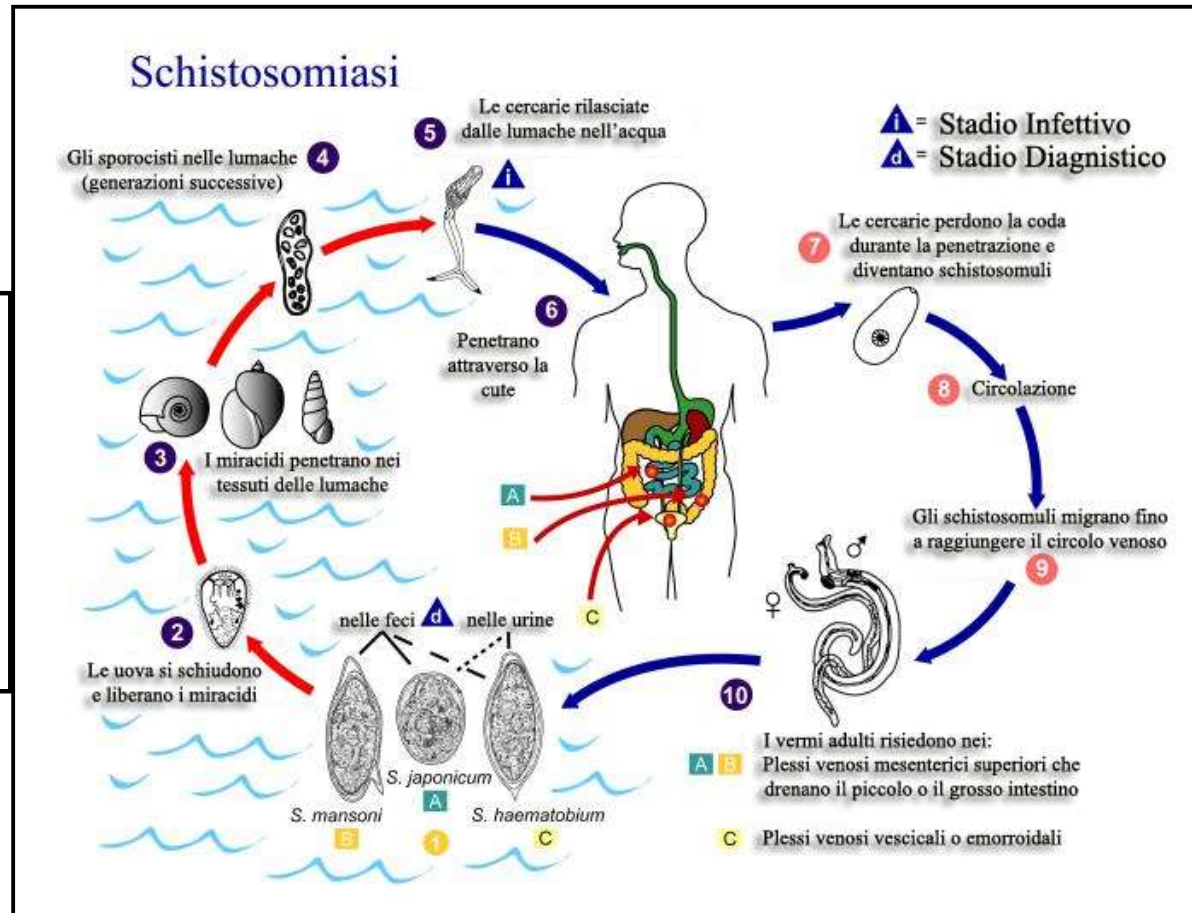
La maggior parte delle 30.000 sp. tra cui **le tenie**, (classe **Cestoda**) e i **trematodi** (*Fasciola hepatica*, *Schistosoma sp*) sono parassite, soprattutto di vertebrati. Privi di tubo digerente perché assumono cibo già digerito

Alcune specie causano all'uomo gravi malattie come la **schistosomiasi**. Gli ospiti intermedi sono Molluschi Gasteropodi d'acqua dolce, differenti a seconda della specie in questione.



La malattia ha forme acute e croniche, diverse a seconda delle specie in causa e degli organi o tessuti coinvolti.

La malattia è causa di quasi **300.000** morti all'anno.



Fasciola epatica, parassita dell'uomo ma anche gatto, cane e maiale, vive nel dotto biliare del fegato ed è molto comune in Asia. Ciascun verme lungo 1-2cm e ha un ciclo vitale complesso

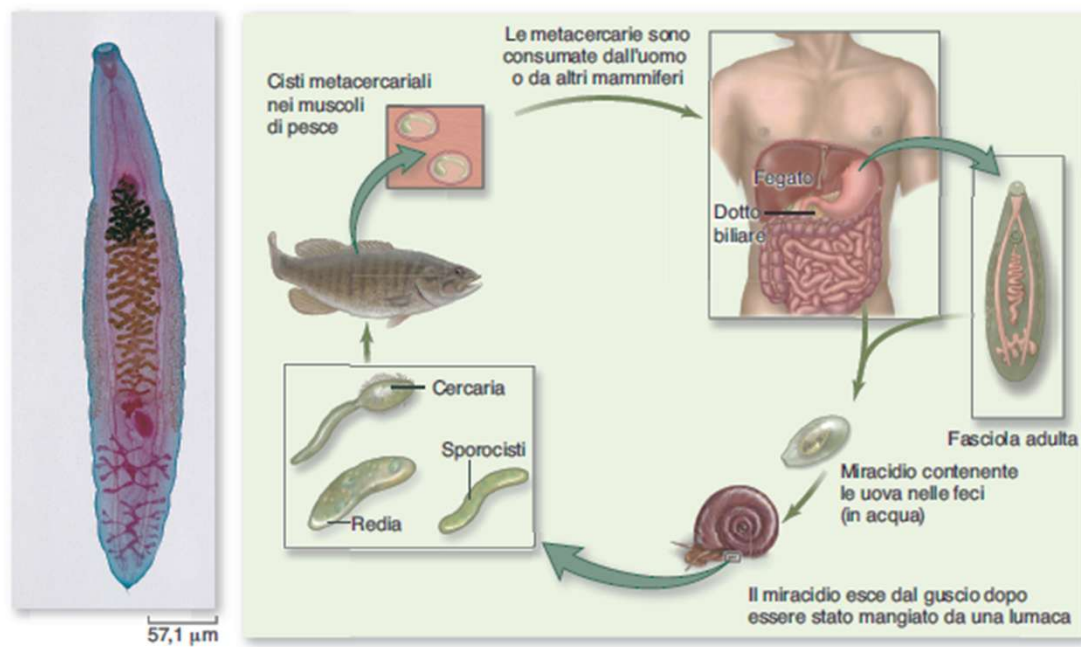
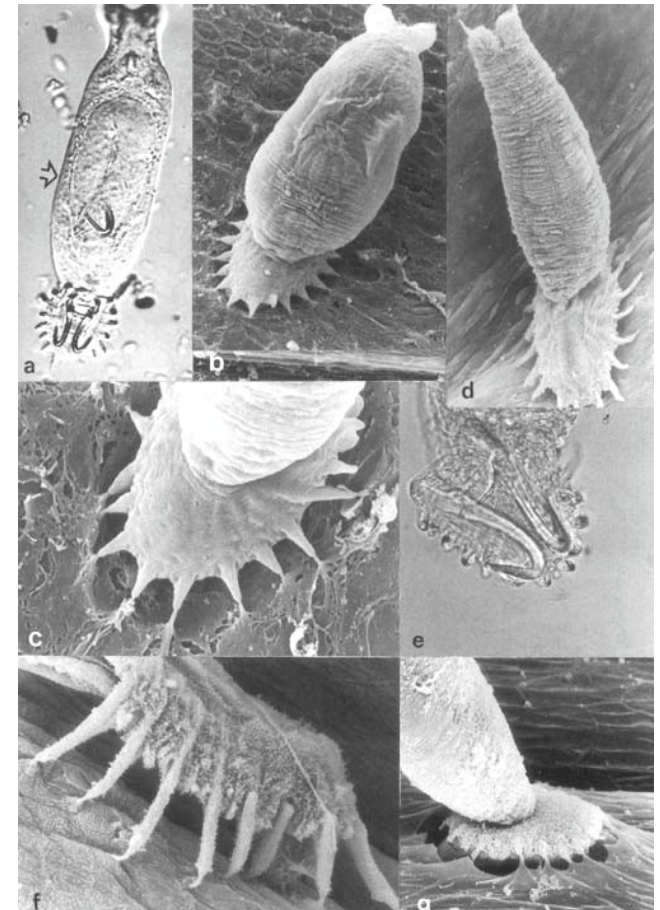


Figura 33.12 Il ciclo vitale della fasciola epatica orientale, *Clonorchis sinensis*.

I **Monogenea** sono ectoparassiti che vivono di pesci e altri vertebrati acquatici



I **Rotiferi** costituiscono un phylum di animali pseudocelomati, triblastici, con simmetria bilaterale, microscopici.

La loro lunghezza tipica è tra **50 e 500 µm**.

Corpo percorso longitudinalmente da un canale alimentare in senso cefalo-caudale.

E' presente un organo ciliare che avvolge l'apertura orale (**la corona**) con ruolo alimentare e di propulsione.

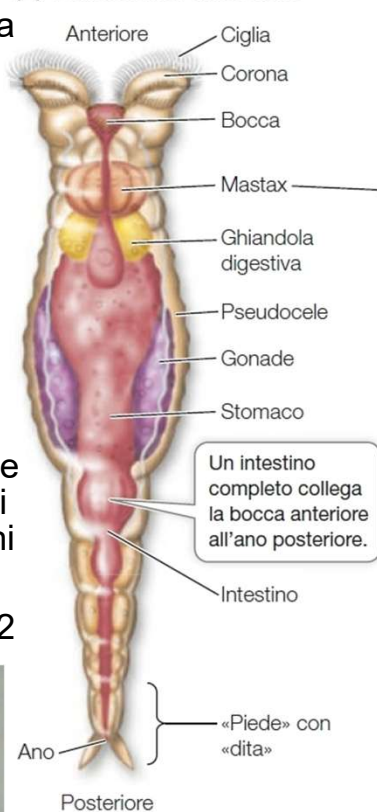
Immediatamente sotto alla bocca è presente un organo il **mastax** con strutture simili a dentelli che agiscono meccanicamente sul cibo.

La maggior parte (1800 sp) vive nelle acque interne, anche in condizioni di disidratazione (criptobiosi) su muschi e licheni in attesa delle piogge.

Hanno vita breve non superando le 2 settimane.



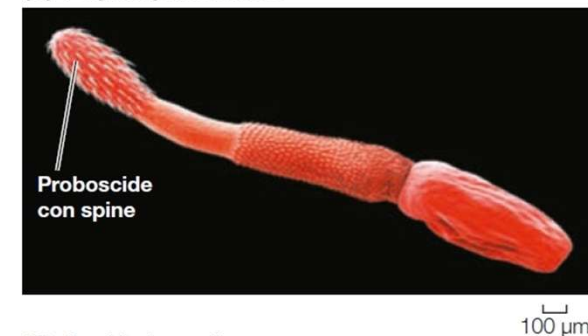
(A) Anatomia di un rotifero



(B) *Philodina* sp.



(C) *Polymorphus marilis*



(D) *Lepidodermella* sp.

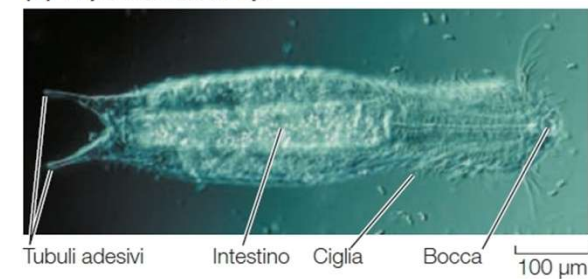


Figura 31.7 Rotiferi e gastrotrichi (A) Il rotifero qui illustrato schematicamente mostra la struttura generale di molti rotiferi. (B) La microfotografia rivela la complessità interna di questi minuscoli animali. (C) Gli acantocefali sono animali parassiti imparentati con i rotiferi. Le spine della proboscide ancorano l'animale agli organi del suo ospite. (D) I gastrotrichi assomigliano superficialmente ai rotiferi, ma hanno il lato ventrale appiattito coperto di ciglia, come i vermi piatti.

I **nemertini** (vermi a nastro 1200 sp, 20 cm), quasi tutti marini

Hanno corpo appiattito dorso-ventralmente, un sistema nervoso e un apparato escretore semplici, **un canale alimentare completo, con apertura orale ed anale.**

Si muovono con ciglia (+ piccoli) o con onde di contrazione muscolare

Il corpo racchiude una cavità contenente un liquido, il **rincocoele**, nel quale è riposta una **proboscide** cava a parete muscolare.

La proboscide ha funzioni alimentari e quando viene estroflessa infilza la preda mediante un uncino (o stiletto) posto all'estremità.

La preda viene inoltre paralizzata mediante tossine prodotte da cellule specializzate della proboscide.

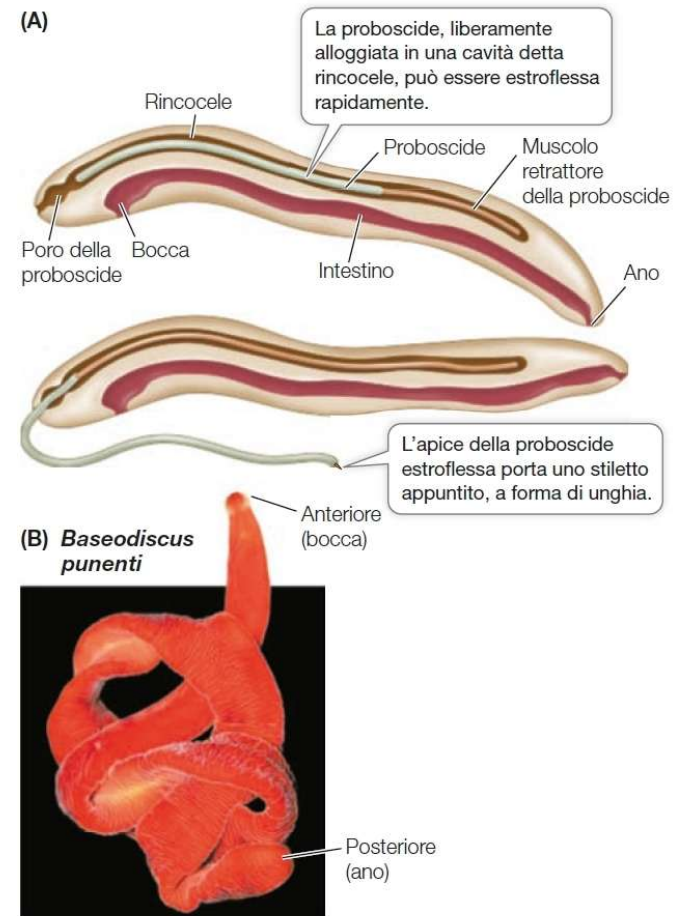


Figura 31.8 I nemertini (A) La proboscide è l'organo che il nemertino usa per alimentarsi. (B) Questo grande nemertino marino si trova nei porti e nelle baie lungo la costa pacifica del Nord America. La sua proboscide in questa foto non è estroflessa.

I **brachiopodi** sono organismi marini che morfologicamente sembrano molluschi bivalvi.

Dimensioni comprese tra i 4-6 cm

Le 2 valve possono essere chiuse per proteggere l'animale.

Il lofoforo è protetto dalla conchiglia.

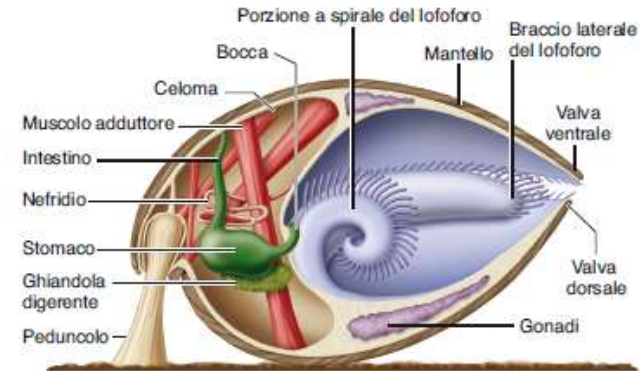
L'acqua richiamata dal battito delle ciglia all'interno della camera delimitata dalle valve, il cibo viene intrappolato dal lofoforo e indirizzato mediante una specie di cresta alla bocca.

Organismi fissi vincolati ad un substrato anche mediante lunghi peduncoli o immersi in substrati molli.

I gameti rilasciati all'esterno dove avviene la fecondazione

Le larve, di vita breve, sono simili agli adulti e sono componenti dello zooplancton.

Attualmente viventi circa 450 sp. ma numerosi nel Paleozoico e Mesozoico (26.000 sp.)



Laqueus sp.



Figura 31.9 Il lofoforo di un brachiopode Il lofoforo di questo brachiopode del Pacifico settentrionale è visibile tra le valve parzialmente divaricate della conchiglia.

I **foronoidei**: un gruppo poco numeroso (20 sp.) di organismi vermiformi, lofoforati, sedentari che vivono nei sedimenti fangosi o sabbiosi o ancorati sugli scogli.

Dalle zone di marea fino ai 400 m di profondità.

Di dimensioni che vanno dai 5 - 25 cm, vivono all'interno di strutture tubulari di chitina da loro stessi prodotte.

Intestino a forma di U, con l'ano fuori dal lofoforo
Le ciglia dei tentacoli convogliano l'acqua verso il lofoforo.

L'acqua rilasciata dopo essere stata filtrata e le particelle convogliate verso la bocca

Uova liberate nell'acqua ma alcune sp con uova più grandi fecondate all'interno e trattenute nel corpo fino alla schiusa.

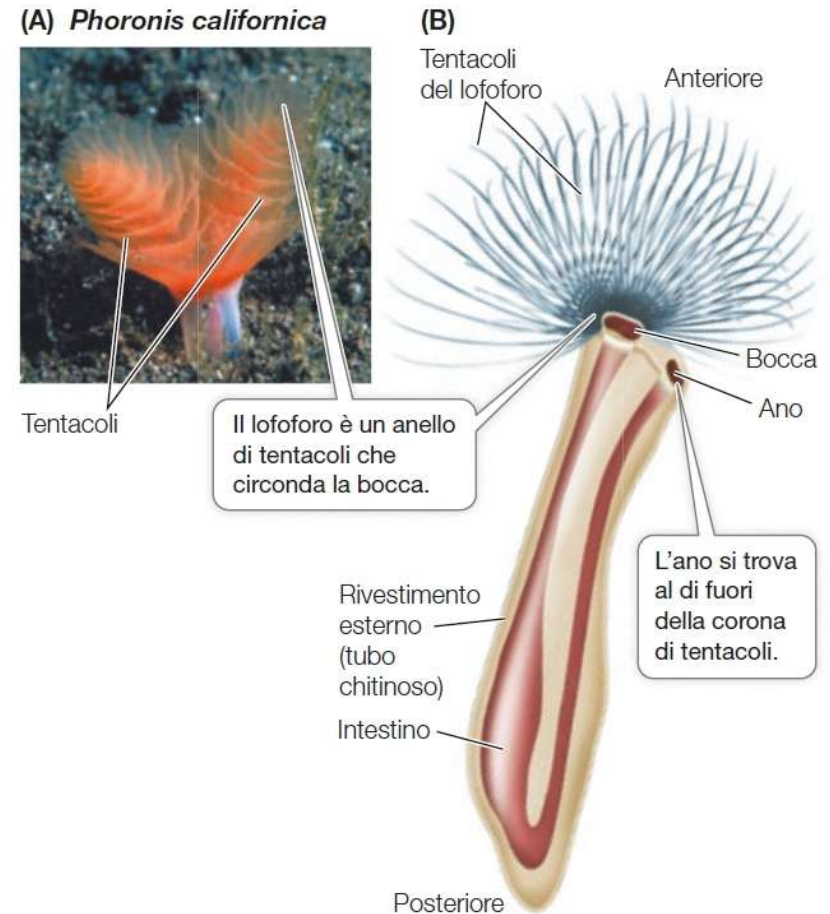


Figura 31.10 I foronidei (A) In questa specie i tentacoli del lofoforo formano una spirale. (B) L'intestino dei foronidei è a forma di U, come illustrato in questa rappresentazione schematica.

Il gruppo degli **Anellidi** riunisce organismi molto diversificati, ma comunque caratterizzati dalla presenza di una cavità corporea segmentata.

La presenza di una cavità corporea segmentata permette agli animali di modificare la loro forma corporea in modo elaborato e di controllare precisamente i loro movimenti

Si conoscono circa 19.000 sp., che vivono in ambienti diversi, marini, di acque interne e subaerei umidi.

Ogni segmento controllato da un centro neuronale (ganglio), e questi a loro volta connessi a un cordone nervoso longitudinale ventrale che li coordina.

Ogni cavità celomatica è separata dalle altre.

Privi di rivestimento rigido, effettuano scambi gassosi attraverso la parete del corpo.

Per evitare la disidratazione vivono in ambienti umidi

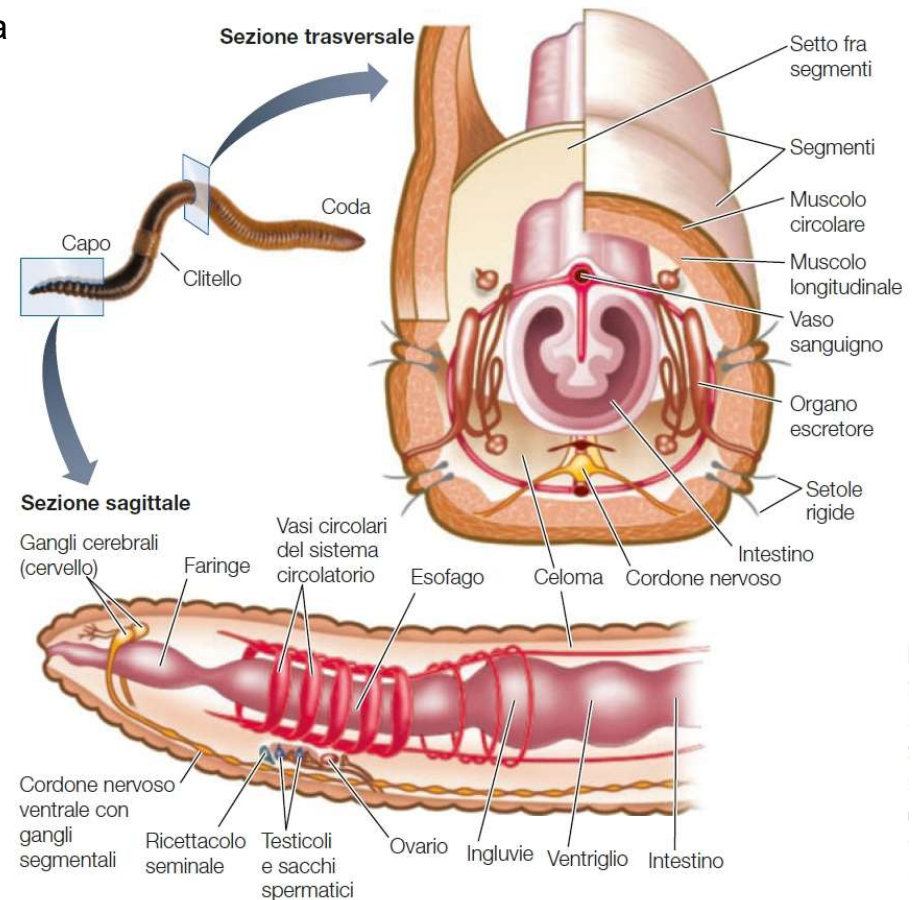


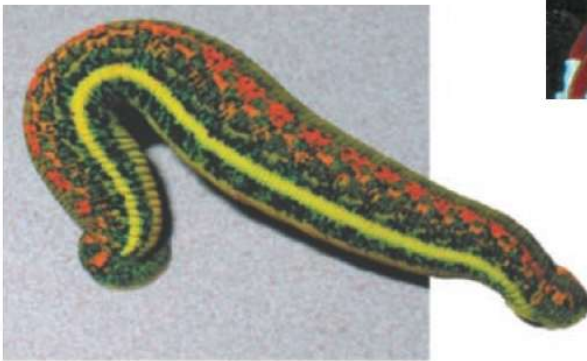
Figura 31.11 Gli anellidi hanno il corpo suddiviso in numerosi segmenti. La struttura segmentata degli anellidi è visibile sia esternamente sia internamente. Molti organi di questo lombrico si ripetono in serie lungo il corpo.

Policheti

(A) *Spirographis spallanzanii*



(D) *Hirudo medicinalis*



Irudinei

Pogonofori

(B) *Riftia* sp.



Oligocheti

(C) *Lumbricus terrestris*



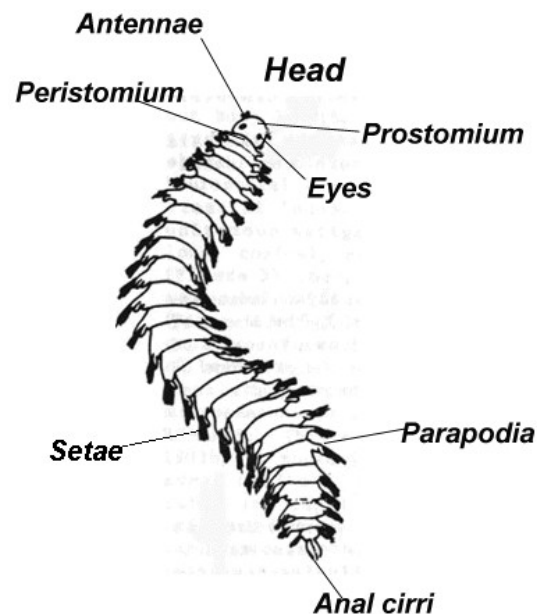
Figura 31.12 La diversità degli anellidi (A) I sabellidi, come questo spirografo, sono policheti marini sessili che si sviluppano in ammassi numerosi; estraggono il cibo dall'acqua, filtrandola con i loro tentacoli. Questo individuo è stato estratto dal suo tubo chitinoso. (B) I pogonofori vivono in corrispondenza delle sorgenti idrotermali nelle profondità oceaniche. Nella foto si vedono i tentacoli che sporgono dai tubi chitinosi. (C) I lombrichi, come tutti gli oligocheti, sono ermafroditi; quando si accoppiano, ciascun individuo dona e allo stesso tempo riceve sperma. (D) Per secoli la sanguisuga medicinale è stata impiegata per i salassi da medici e guaritori. Le sanguisughe hanno ancor oggi un impiego nella pratica medica.

I **policheti** i maggiori rappresentanti degli anellidi e sono marini e molte sp vivono in tane nei sedimenti molli.

All'estremità cefalica uno o più coppie di occhi e una o più coppie di tentacoli con i quali filtrano le prede dall'acqua circostante.

Altri hanno la maggior parte dei segmenti con estroflessioni: i **parapodi**.

I parapodi funzioni sia respiratorie che locomotorie, inoltre dispongono di strutture rigide simili a setole (*setae*) che si ancorano al substrato durante la contrazione dei vari segmenti.



I pogonofori sono policheti che per una riduzione secondaria, hanno perso l'apparato digerente.

Animali fossori dotati di una corona di tentacoli che permettono gli scambi gassosi. Vivono all'interno di tubi formati da chitina e altre sostanze prodotte da loro stessi.

Vivono numerosi nei sedimenti delle profondità oceaniche, dove raggiungono una densità pari a molte migliaia per m². Si conoscono 160 sp.

Assumono materiali organici in soluzione nei sedimenti o nell'acqua ma parte dell'alimentazione da solfobatteri endosimbionti contenuti in un organo specializzato: *trofosoma*.

I pogonofori più voluminosi raggiungono i 2 m e vivono nelle profondità oceaniche nei pressi di sorgenti calde solfuree.

Captazione di acido solfidrico, metano e ossigeno che serve ai batteri facilitata dall'emoglobina presente nei tentacoli

(B) *Riftia* sp.



I Clitellati, circa 3000sp in acque dolci e marine e ambienti terrestri

Gli Oligocheti vivono quasi esclusivamente nelle acque interne e in ambienti subaerei.

Non presentano le specializzazioni dei policheti ma presentano 4 paia di strutture simili a setole (setae).

I lombrichi, i più comuni, sono fossori e ingeriscono lo stesso materiale che costituisce il suolo, traendone l'alimento.

Tutti gli oligocheti sono **ermafroditi**.

La fecondazione è interna e quando avviene l'accoppiamento i 2 partner si scambiano vicendevolmente i gameti. Le uova deposte in un bozzolo esterno al corpo dell'adulto.

Gli **irudinei** corrispondono alle **sanguisughe**. Per lo più vivono nelle acque interne o ambiente subaereo. Sono, come gli oligocheti, privi di parapodi e tentacoli. Sono **ermafroditi**.

Celoma **non suddiviso** in comparti e il suo lume ricolmo di tessuto indifferenziato, locomozione risulta completamente diversa

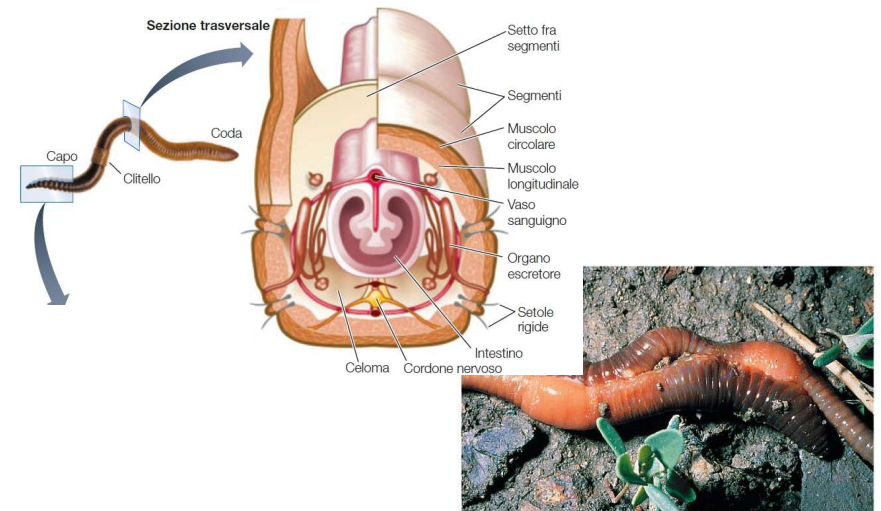
Alcuni segmenti alle due estremità modificati a formare ventose che funzionano da ancoraggio momentaneo.

La sanguisuga, mentre è ancorata con la ventosa caudale, estende il corpo mediante la contrazione della muscolatura circolare.

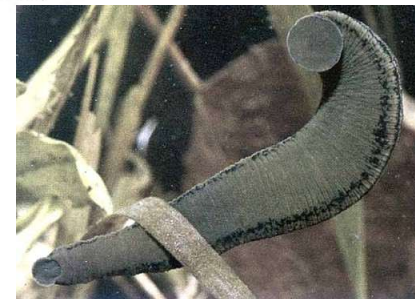
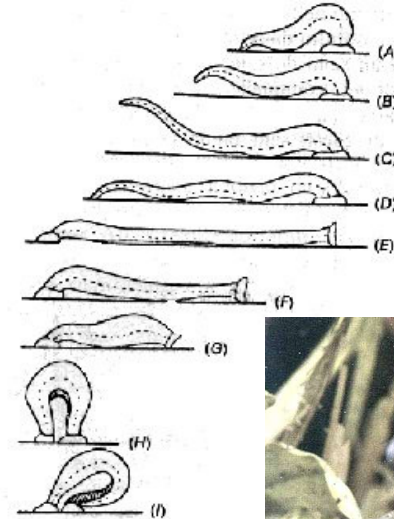
A questo punto si ancora al substrato la ventosa cefalica mentre quella caudale si distacca.

Nel frattempo l'animale contrae la muscolatura longitudinale accorciando il proprio corpo ed avanzando.

Sono ectoparassiti che incidono con dei dentelli la pelle dell'ospite per far uscire il sangue, che mantengono fluido iniettando un anticoagulante



(C) *Lumbricus terrestris*



Edible Mollusks

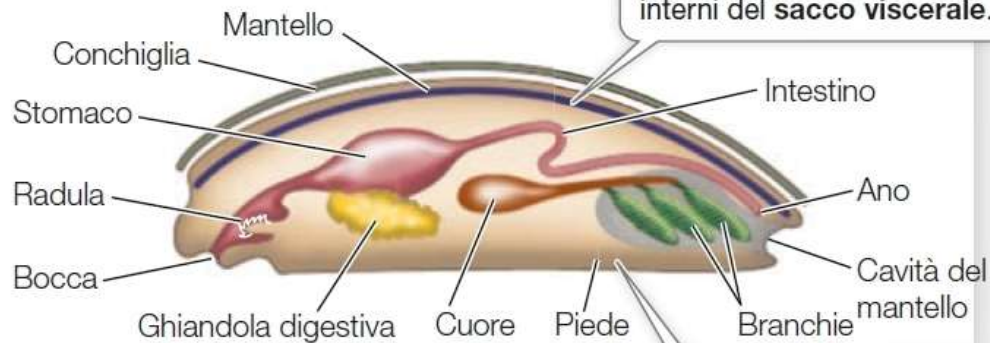


SHELLFISH

I **Molluschi** gruppo molto eterogeneo per n. di sp e ambienti frequentati.

Morfologie diverse, ma un bauplan comune che si basa su 3 strutture: il **pie**de, il **mantello** e la **massa viscerale**

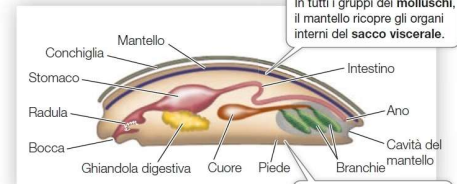
(A) Piano strutturale generalizzato dei molluschi



In tutti i gruppi dei molluschi, il mantello ricopre gli organi interni del sacco viscerale.

Il largo piede muscolare viene usato da molte specie per la locomozione.

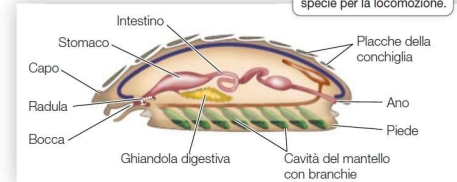
(A) Piano strutturale generalizzato dei molluschi



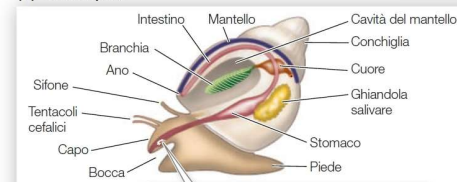
In tutti i gruppi dei molluschi, il mantello ricopre gli organi interni del sacco viscerale.

Il largo piede muscolare viene usato da molte specie per la locomozione.

(B) Chitoni

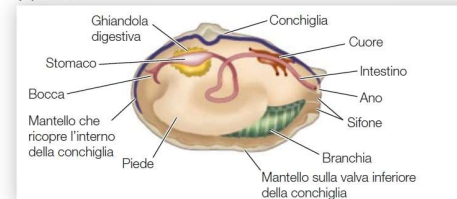


(C) Gasteropodi

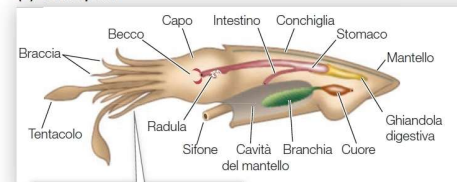


La radula   un organo esclusivo dei molluschi, che permette di raccogliere cibo per raschiamento.

(D) Bivalvi



(E) Cefalopodi



Nei cefalopodi il piede si   modificato formando braccia e tentacoli.



Figura 31.13 L'organizzazione corporea e la diversit  dei molluschi (A) I principali gruppi di molluschi sono caratterizzati da variazioni di un comune piano strutturale, che include tre parti principali: un piede, una massa viscerale con gli organi interni e un mantello. In molte specie il mantello secerne una conchiglia calcarea. (B) I chitoni possiedono otto placche calcaree parzialmente sovrapposte circondate da una cintura. (C) La maggior parte dei gasteropodi produce una conchiglia di un solo pezzo, all'interno della quale l'animale si pu  ritirare in caso di pericolo. (D) I bivalvi devono il nome alla presenza di due valve unite da un legamento, che possono essere chiuse saldamente. (E) I cefalopodi sono predatori attivi che usano le braccia e i tentacoli per catturare le prede. La seppia possiede una conchiglia interna, ma   priva di conchiglia esterna.

Il piede ampia struttura muscolare con funzione locomotoria e a sostegno degli organi interni.

In **cefalopodi (polpi, calamari)** il piede modificato a formare tentacoli che si inseriscono sull'estremità cefalica dotata di complessi organi sensoriali.

Nei **bivalvi** il piede si è trasformato in una struttura specializzata per lo scavo, in altri molluschi ridotto.

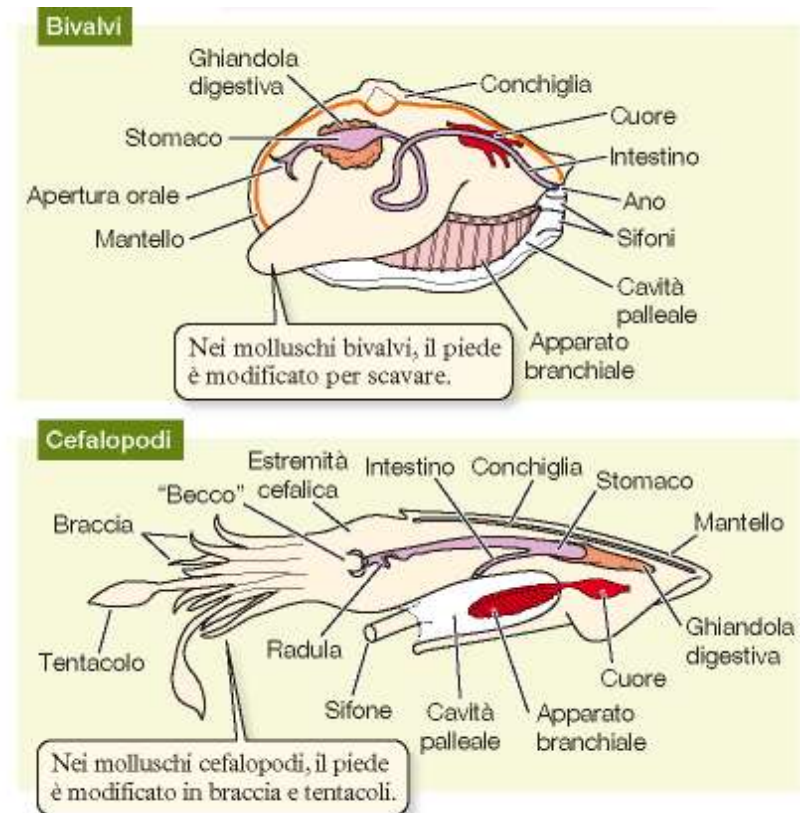
Il cuore e gli organi dell'apparato digerente, di quello escretore e di quello riproduttore sono raggruppati in una **massa viscerale** centrale

Il mantello è una piega di tessuto che copre la massa viscerale e secerne una rigida **conchiglia calcarea**.

Il mantello si estende oltre la massa viscerale e forma una cavità definita **cavità palleale**.

Al suo interno si trovano **le branchie** con funzioni respiratorie e alimentari; esse battendo le ciglia convogliano dall'ambiente esterno l'acqua ricca di ossigeno e nutrienti. Altri hanno un organo specializzato per l'alimentazione capace di erodere il substrato: la **radula**.

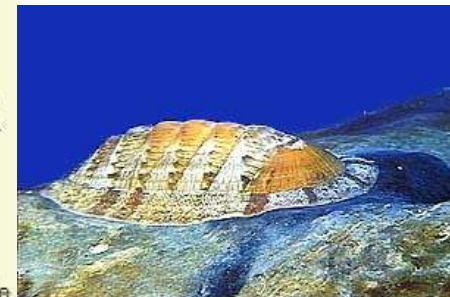
il sistema circolatorio è di tipo aperto con ampie cavità ripiene di liquidi che forniscono ossigeno agli organi interni, ma alla fine convogliano in vasi e sono mossi dal cuore



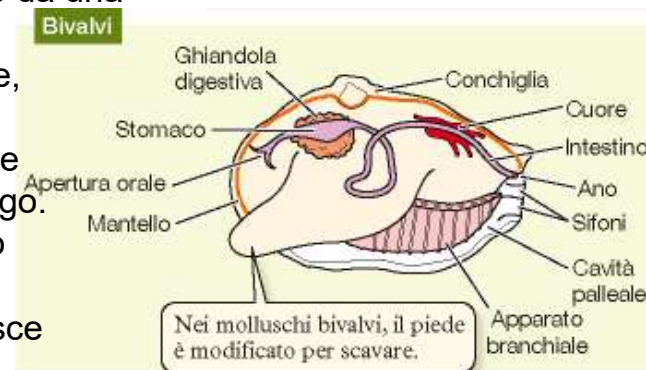
I monoplacofori, molluschi più abbondanti nel Cambriano (550 milioni di anni fa), sopravvissute poche sp,
Hanno branchie, muscoli e organi escretori che si ripetono lungo l'asse generale del loro corpo. La conchiglia è unica



I chitoni (1000 sp) hanno branchie multiple e una conchiglia segmentata, ma le altre parti del corpo sono insegmentate.
Corpo a simmetria bilaterale, organi relativamente semplici. Fecondazione esterna.
Sono marini ed erbivori nutrendosi di alghe mediante **la radula**.
passano quasi tutto il suo tempo attaccati allo scoglio mediante il piede muscoloso ricoperto di muco adesivo ma possono compiere piccoli movimenti grazie all'attività contrattile del piede.



I bivalvi (30.000 sp) con conchiglia bipartita tenuta assieme da una cerniera flessibile.
Importanti dal punto di vista economico quali cozze, vongole, ostriche.
Organismi sedentari con un'estremità cefalica estremamente ridotta. In molte specie il piede usato per infossarsi nel fango.
Le branchie per gli scambi respiratori e per procurarsi il cibo mediante filtrazione.
L'acqua entra attraverso un'apertura: il *sifone inalante* ed esce attraverso un *sifone esalante*.



I gasteropodi (85.000 sp) organismi mobili che usano il loro voluminoso piede per muoversi sul substrato. Quelli che vivono nell'acqua utilizzano le branchie per gli scambi gassosi e alcuni anche per il nutrimento. C'è il massimo livello di biodiversità, alcune (lumache, chioccioline, nudibranchi) si muovono strisciando, in altre (farfalle di mare) il piede modificato con funzione natatoria. Solo chioccioline e lumache vivono anche nell'ambiente subaereo, gli scambi gassosi avvengono mediante la cavità palleale molto vascolarizzata ("polmone"). I nudibranchi hanno perso la conchiglia protettiva nel corso dell'evoluzione e molti presentano una colorazione aposematica, ad indicare la tossicità della preda, altri sono mimetici. La conchiglia se presente è formata da un unico pezzo.

(A) *Mexichromis macropus*



(B) *Deroceras* sp



(C) *Phidiana hiltoni*

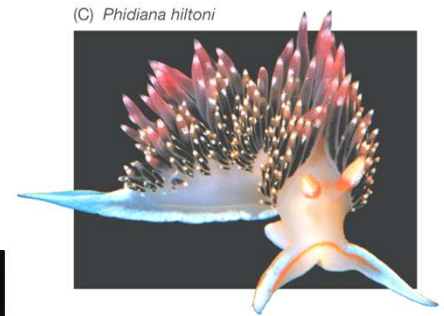


Figura 31.14 Alcuni gruppi di molluschi hanno perduto la conchiglia (A) I nudibranchi, detti anche lumache di mare, sono gasteropodi senza conchiglia. Questa specie è vistosamente colorata e segnala così ai potenziali predatori la sua tossicità. (B) Le limacce sono gasteropodi terrestri senza conchiglia che si nutrono di materiale

vegetale in decomposizione sul suolo umido della foresta.



Media Clip 31.6 **I polpi possono attraversare piccole aperture**
Octopuses Can Pass through Small Openings

I **cefalopodi** (800 sp), comparsi nel Cambriano, comprendono sepie, polpi e calamari.

Piede trasformato in tentacoli prensili e in una sorta di imbuto o **sifone** in grado di convogliare il liquido in uscita dalla cavità palliale. Regolando il deflusso d'acqua, i cefalopodi possono fare veloci spostamenti.

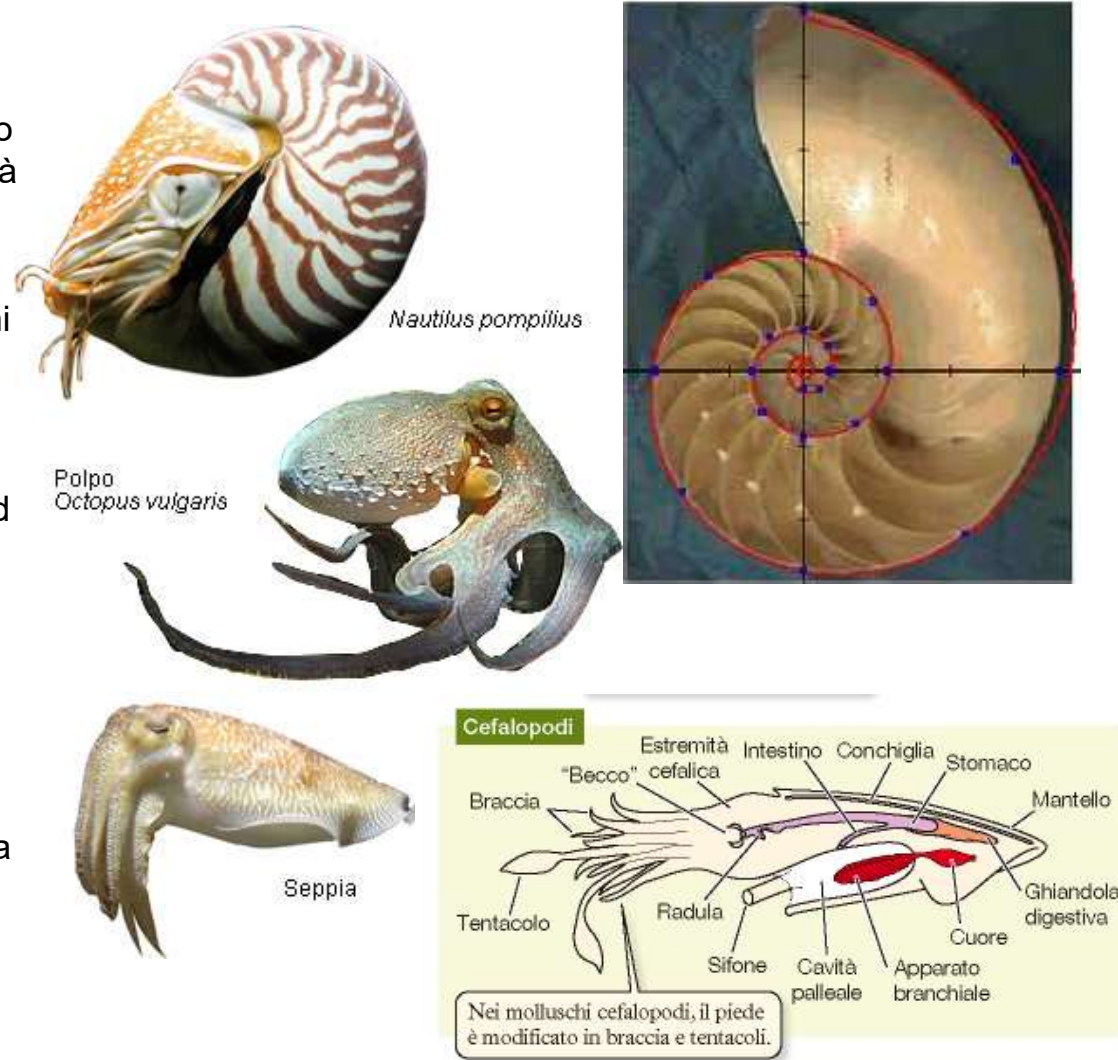
Ottimi predatori marini, quali i calamari con sviluppo di organi sensoriali complessi come gli occhi, all'estremità cefalica, e dotati di una bocca corredata da una sorta di «becco» appunto utilizzato per catturare le prede.

L'ampio mantello è di prevalente composizione muscolare ed è una struttura esterna piuttosto robusta che raccoglie nella sua cavità palliale le branchie.

La conchiglia è di vario tipo: molto ridotta (sepie), assente (calamari) o ben sviluppata e concamerata (*Nautilus*).

Infatti le più antiche conchiglie suddivise in camere attraversate da tubi mediante i quali l'acqua poteva essere rimossa. Man mano che l'acqua esce da una camera, questa viene riempita da gas, modificando così la galleggiabilità dell'animale.

I cefalopodi appartenenti al gen. *Nautilus* sono gli unici sopravvissuti con conchiglie di questo tipo.



GLI ECDISOZOI

Ecdisozoi vermiformi marini poveri di specie: **i priapulidi, i chinorinchi e i loriciferi**

I priapulidi presentano 20 sp., hanno corpo cilindrico non segmentato tripartito costituito da una proboscide, un tronco e una appendice caudale. Lunghezza da 0,5mm a 20cm. Vivono infossati nei sedimenti marini e si nutrono di invertebrati privi di scheletro come i policheti, estroflettendo una faringe muscolosa dentata dalla bocca.

I chinorinchi (180sp), vivono nella sabbia e nel fango marino di dimensioni microscopiche non superando il mm. Il corpo suddiviso in 13 segmenti ciascuno coperto da piastra separata. Piastre periodicamente sostituite mediante la muta. Si nutrono di sedimenti mediante una proboscide retrattile. Non presentano una forma larvale, i giovani simili agli adulti.

I loriciferi hanno dimensioni microscopiche non superando il mm. Sono stati scoperti solo nel 1983. Esistono circa 100 sp. Hanno il corpo suddiviso in un estremità cefalica, una regione del collo, un torace, un addome, ed è coperto da 6 placche disposte attorno alla base del collo provviste di spine. Si trovano nei sedimenti marini di tessitura grossa.

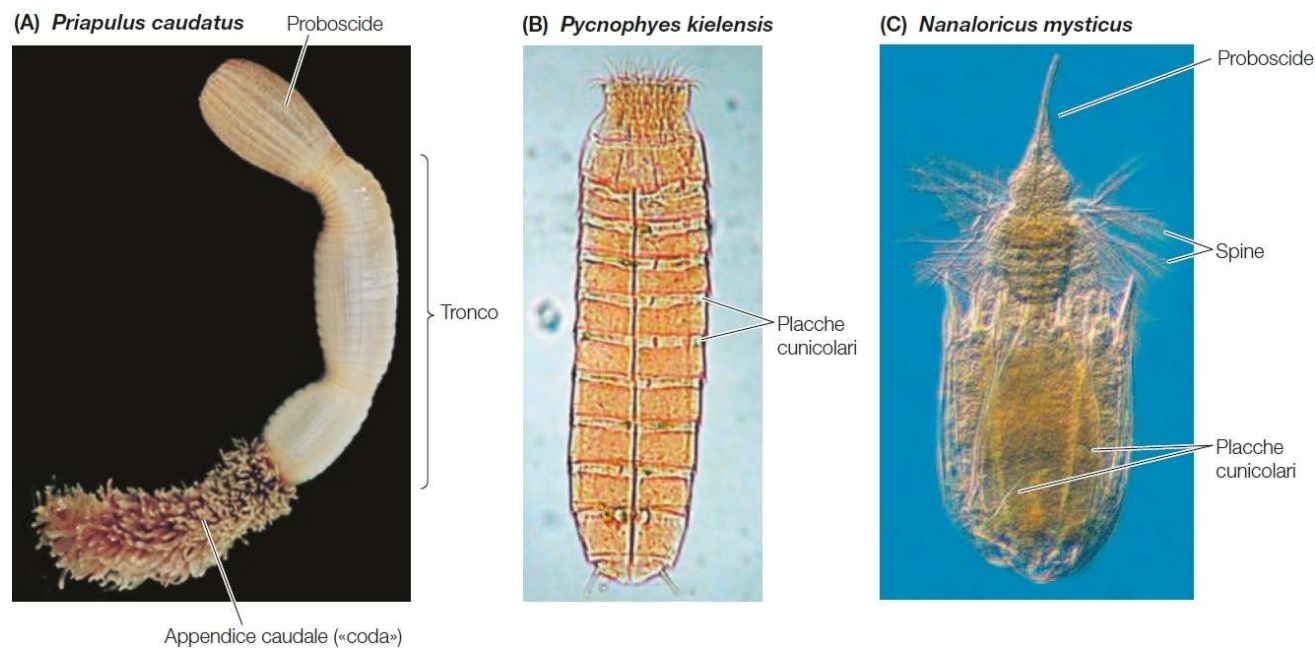


Figura 31.15 Ecdisozoi marini vermiformi I membri di questi gruppi di ecdisozoi vivono sui fondali marini. (A) Per la maggior parte le specie di priapulidi vivono infossate nel fondo marino ed estendono la proboscide alla ricerca di cibo. (B) I chinorinchi sono

praticamente microscopici; le placche cunicolari che rivestono il corpo sono soggette a muta periodica. (C) Sei lamine cuticolari formano il «corsetto» intorno al minuscolo corpo dei loriciferi.

I **nematodi**, i vermi cilindrici, sono organismi con una **cuticola spessa e pluristratificata** che garantisce una forma corporea.

Man mano che un nematode cresce si libera della vecchia cuticola, sostituita da una sottostante, più ampia.

L'ossigeno e i nutrienti vengono assorbiti dall'ambiente esterno sia attraverso la cuticola sia attraverso la parete sottile dell'intestino

Le sostanze alimentari si spostano nell'intestino grazie a contrazioni ritmiche di un organo specializzato muscoloso (**faringe**) localizzato in posizione anteriore.

Si muovono grazie all'azione della muscolatura longitudinale
Sono uno dei gruppi animali più numerosi e più diffusi.

Lo strato superficiale di una zona agricola fertile contiene da 3 a 9 miliardi di nematodi per acro.

Una mela marcia può contenere più di 90.000 individui

Quantità enormi vivono come organismi detritivori negli strati superiori del suolo, sul fondo delle acque interne o endoparassiti nella maggior parte degli animali e delle piante.

Il più grande identificato (9m) nella placenta dei capodogli.

Descritte 25.000 specie ma il numero reale potrebbe superare il milione.

Abitudini alimentari varie legate ai vari ambienti in cui vivono.

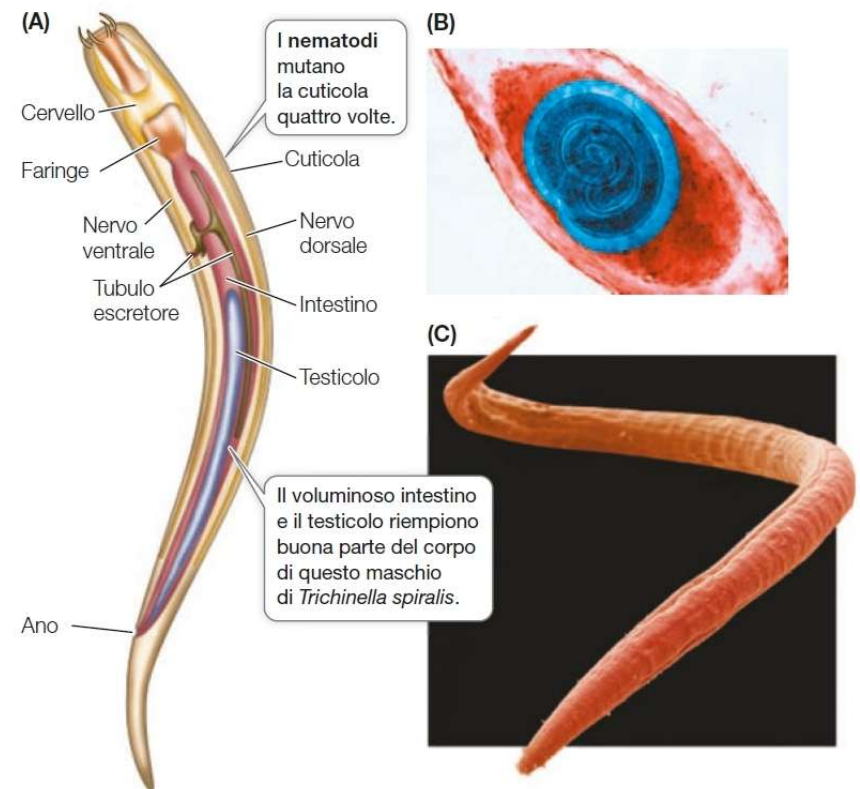


Figura 31.16 I nematodi (A) Il piano strutturale di *Trichinella spiralis*, che causa la trichinosi nell'uomo, è tipico dei nematodi parassiti. (B) Questa fotografia al microscopio a luce polarizzata mostra una cisti di *T. spiralis* nel muscolo di un ospite. (C) Questo nematode a vita libera vive in ambienti d'acqua dolce.

Molti sono parassiti della specie umana, di mammiferi domestici e piante coltivate, altri predatori di protisti.

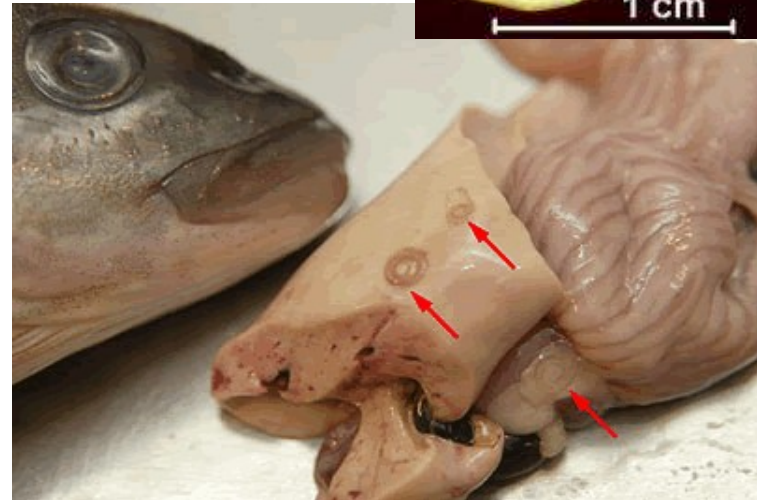
La struttura dei parassiti non differisce molto dalle specie a vita libera.

Il ciclo biologico di molti parassiti ha fasi molto specializzate per facilitare il passaggio da un ospite all'altro.

Trichinella spiralis (trichinosi) ha una fase larvale, con la formazione di cisti nei muscoli dei loro ospiti mammiferi. Essa passa da un ospite all'altro che si nutre delle carni del primo.

Una volta attivate le larve abbandonano le cisti e aderiscono alla parete intestinale del nuovo ospite, iniziando a nutrirsi.

Successivamente perforano la parete intestinale e attraverso il circolo sanguigno vanno alla muscolatura dove si incistano. Per la nostra sp. il passaggio è maiale-uomo. Il ciclo di altri nematodi può essere + complesso.



Le **filariasi** (o filariosi) sono un gruppo di parassitosi che interessano sia l'uomo sia gli animali, causate da **nematodi** della famiglia **delle Filariidae**, detti comunemente "filarie". Le filariasi che interessano l'uomo si possono distinguere secondo la localizzazione nell'organismo delle loro forme adulte.

Le **filariasi linfatiche** si distinguono dalle altre filariasi per la localizzazione delle forme adulte a livello dei vasi linfatici, dove esercitano la loro azione patogena provocando ipertrofia dei tessuti sottocutanei (*elefantiasi*).

Le filariasi linfatiche, nell'uomo, sono causate da 3 specie: *Wuchereria bancrofti* (filariasi bancroftiane o di Bancroft) e *Brugia* spp. (*Brugia malayi* e *Brugia timori*, filariasi brugiane).



Microfilaria di *Wuchereria bancrofti*



Le filariasi linfatiche interessano più di 90 milioni di individui in tutto il mondo, in tutte le zone tropicali e sub-tropicali.

Wuchereria bancrofti si può trovare ovunque ai Tropici, tra i 42° di latitudine N e 23° di latitudine S, endemica in regioni umide e piovose per la maggior parte dell'anno.

La fascia tropicale e sub-tropicale è stata divisa in 7 zone geografiche a seconda delle zanzare vettore di *W.bancrofti* che vi prevalgono:

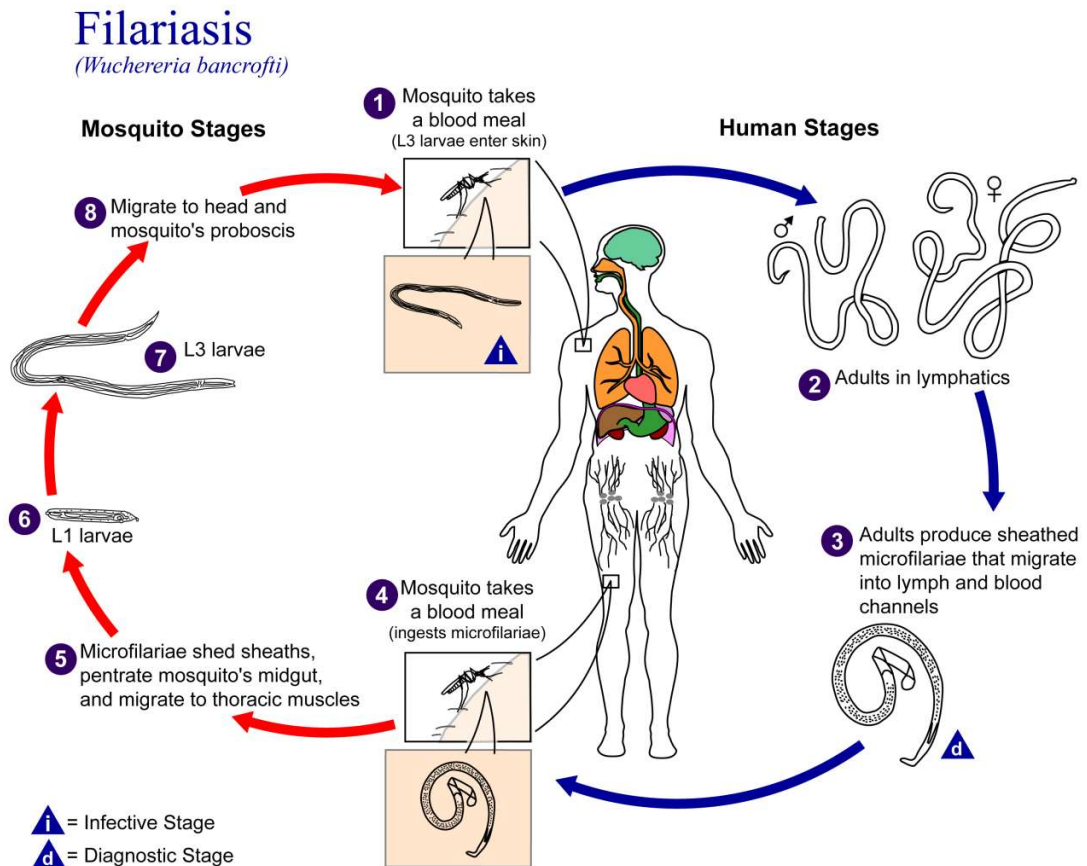
- 1 - Zona Neotropica (Americhe)
- 2 - Zona Afrotropicale (Africa sub-Sahariana)
- 3 - Zona Mediorientale (Penisola Arabica, regioni nilotiche, Turchia)
- 4 - Zona Orientale (India, Cina, Indocina, Indonesia)
- 5 - Zona Pacifica Occidentale
- 6 - Zona Papuana
- 7 - Zona Pacifica Meridionale

Brugia malayi si trova in Cina, nel Sud dell'India e nel Sud-Est Asiatico; *Brugia timori* si trova su alcune isole indonesiane (es. Timor).

Ciclo vitale: come per tutti i nematodi, il ciclo vitale delle filarie prevede 5 stadi di sviluppo larvale, nell'ospite definitivo vertebrato e nell'ospite intermedio (vettore) artropode.

Le femmine adulte producono migliaia di forme larvali al I stadio, dette microfilarie, che vengono ingerite dall'insetto vettore. Alcune microfilarie hanno una periodicità circadiana (di 24 ore) e si trovano nel circolo dell'ospite vertebrato in massima concentrazione una volta al dì. nel momento in cui abitualmente l'insetto vettore ematofago si nutre.

Le microfilarie passano due stadi di sviluppo nel vettore. La larva al III stadio viene inoculata di nuovo dal vettore nell'ospite vertebrato definitivo, durante il suo pasto ematico. La larva passa altri due stadi di sviluppo prima di diventare adulta e raggiungere la sua localizzazione definitiva, a seconda della specie.



Nel cane, la filariosi cardio-polmonare è una malattia causata da *Dirofilaria immitis*, un nematode appartenente alla superfamiglia dei *Filarioidea*, famiglia *Onchocercidae*, trasmesso mediante la puntura della comune zanzara.

Cuore di pastore tedesco
infestato da *Dirofilaria immitis*



Sono state descritte circa 350 sp di **nematomorfi** non segmentati.

Hanno un diametro estremamente esiguo e raggiungono una lunghezza che va da pochi mm a 1m.

La maggior parte degli adulti vive nelle acque dolci tra il substrato e le alghe in prossimità dei margini di corsi d'acqua e stagni.

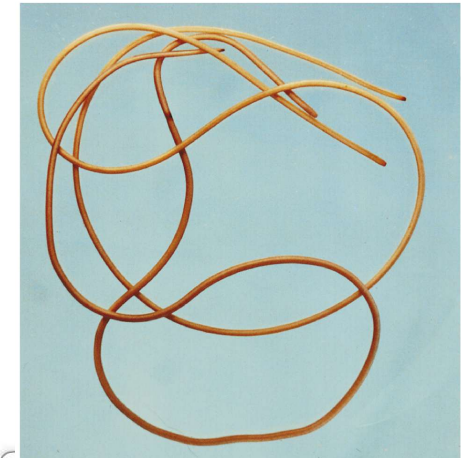
Le larve endoparassiti di insetti terrestri e acquatici e gamberi di fiume.

Gli adulti privi di apertura orale con canale alimentare molto ridotto e probabilmente non funzionale.

Alcuni di questi si nutrono solo durante lo stadio larvale e assorbono i nutrienti dell'ospite attraverso la parete corporea.

Altri continuano a fare la muta e accrescersi dopo aver lasciato l'ospite

Paragordius sp.



Un nematomorfo adulto sta lasciando il corpo di un grillo nel quale il verme si era sviluppato da larva.



Figura 31.17 Le larve dei nematomorfi sono parassite

La larva di questo nematomorfo (*Paragordius tricuspidatus*) è in grado di manipolare il comportamento del suo ospite. Il verme adulto pronto a uscire da questo induce infatti il grillo parassitato a lanciarsi in acqua, dove il parassita abbandona l'ospite e continua il proprio ciclo biologico come adulto a vita libera. Dopo aver scaricato il parassita, il grillo annega.



Gordio (nematomorfo) *Paragordius varius*
 Grillo domestico *Acheta domestica*
 Ben Hanelt, University of New Mexico

Il grillo domestico perde la volontà e la vita a causa del nematomorfo. Le larve del parassita infestano il grillo mentre si ciba di insetti morti, poi crescono al suo interno. E poiché il grillo è un insetto terrestre, ma lo stadio adulto del ciclo vitale del verme è acquatico, quando il verme maturo è pronto per emergere modifica il cervello del grillo inducendolo ad abbandonare la terraferma e a compiere un salto suicida nel più vicino specchio d'acqua. Mentre il grillo annega, un verme adulto, a volte lungo più di 30 centimetri, esce dal suo corpo.

Gli **artropodi** sono ecdisozi provvisti di appendici simili a zampe.

Il gruppo degli **artropodi** costituisce attualmente il gruppo animale dominante sia per numero di specie (oltre 1 milione descritto) sia per numero di individui (si stima **10¹⁸** di individui, cioè un miliardo di miliardi)

Il successo basato su diversi caratteri fondamentali:

- Corpo segmentato e muscoli inseriti nella faccia interna dell'esoscheletro. Ogni segmento provvisto da muscoli che permettono il movimento del segmento e delle appendici articolate corrispondenti

- Le appendici articolate consentono movimenti complessi e diverse appendici specializzate per funzioni particolari

- Il corpo racchiuso da un esoscheletro rigido che fornisce un sostegno meccanico durante la deambulazione in acqua e sulla terra ferma e protezione dai predatori.

- La chitina impermeabile all'acqua impedisce l'essiccamento nell'ambiente subaereo.

- I 4 principali gruppi di artropodi attuali sono tutti ricchi di specie:

- Chelicerati** (aracnidi come ragni, scorpioni, acari)

- Miriapodi** (centopiedi e millepiedi)

- Crostacei** (gamberi, granchi, cirripedi)

- Esapodi** (insetti e gruppi affini)

madibolati



I gruppi imparentati con gli artropodi hanno appendici carnose non articolate

I **tardigradi** hanno appendici carnose prive di articolazioni, cavità celomatica ripiena di liquido con funzione di scheletro idrostatico come gli onicofori, ma hanno dimensioni ridotte (0.1-0.5mm) e sono privi di un sistema circolatorio e respiratorio.

1200 sp che vivono nella sabbia o nei detriti del fondo del mare o in veli d'acqua sulla sup. delle piante.

In condizioni avverse vanno in criptobiosi sopravvivendo per decenni. Il numero di tardigradi su **1 m²** di muschio può arrivare a 2 milioni.

Gli **onicofori** annoverano 180 sp. Sono simili ai miriapodi.

Vivono nella lettiera di ambienti umidi tropicali.

Il loro corpo è di consistenza molle, coperto da una sottile cuticola contenente la chitina

Hanno appendici ambulacrali che sono strutture molli e di aspetto carnoso senza segmenti articolati terminanti con degli artigli.

Utilizzano le cavità interne come scheletro idrostatico

La fecondazione è interna e le grandi uova ricche di vitello si sviluppano all'interno del corpo della madre

(A) *Paramacrobiotus tonolli*



(B) *Peripatus* sp.



Figura 31.18 Parenti degli artropodi con appendici non articolate (A) I tardigradi (dal lat. *tardigradus* = che si muove lentamente) sono abbondanti sulla superficie umida dei muschi e in raccolte d'acqua temporanee. (B) Gli onicofori (dal gr. *onyx* = unghia e *fero* = io porto) hanno appendici non articolate e usano la cavità del corpo come scheletro idrostatico. Sono a volte indicati come «fossili viventi», nel senso che si tratta di un gruppo antico che si è modificato molto poco nel corso dei millenni.

I trilobiti

Durante i periodi geologici del Cambriano e dell'Ordoviciano i mari erano dominati dai **trilobiti**, artropodi che si estinsero alla fine del Paleozoico, 251 milioni di anni fa.

Animali corazzati, segmentati, e con appendici del tronco ripetitive. La causa della loro estinzione è ignota.

Con un robusto esoscheletro facilmente soggetto al processo di fossilizzazione, hanno lasciato reperti fossili che testimoniano la loro esistenza.

Sono state descritte oltre 10.000 sp.

Il tipo di segmentazione e le appendici seguivano un quadro ripetitivo semplice ma alcune appendici modificate per svolgere funzioni diverse

ERA	PERIODO	Mil. anni	PRINCIPALI EVENTI
PREZOICO		4600	Formazione della crosta terrestre (rocce delle isole di S. Pietro e Paolo)
ARCHEOZOICO		3600	Primi fossili attribuiti a batteri (<i>Eobacterium</i>)
CIANOZOICO		2500	Era dei Cianobatteri. Progressiva formazione atmosferica. O ₂ pari al 0,2%
PROTEROZOICO		1600	Era dei primi Eucarioti. Termina con una grande glaciazione.
PALEOZOICO	Cambriano	590	Clima caldo uniforme. Stromatoliti abbondanti. Cloroficee sifonate, abbondanti fossili marini
	Ordoviciano	505	Clima caldo temperato. Ossigeno atmosferico a 2%. Alghe monocell. Primi vertebrati.
	Siluriano	440	Clima temperato. Prime feoficee. Dal Siluriano medio prime piante vascolari. Primi animali terrestri
	Devoniano	410	Formazione di mari interni. Primi fossili di semi. Primi insetti apteri. Comparsa gli anfibi.
	Carbonifero	360	Clima caldo umido. Pangea. Foreste di Calamitati. Pteridosperme. Comparsa gli insetti alati.
	Permiano	285	Clima freddo e arido. Gimnosperme dominano su Pteridofite. Prob. origine Angiosperme.
MESOZOICO	Triassico	250	Sanniquella. Abbondanza di Ginkgoifite. Primi mammiferi; dinosauri e rettili volanti.
	Giurassico	215	Formaz. Oceano Atlantico. Dominano le Cicadofite. Massimo sviluppo rettili giganti. Uccelli.
	Cretaceo	145	Sviluppo Angiosperme. Abbondanti teleostei. Sviluppo mammiferi. Estinzione grandi rettili.
CENOZOICO	Paleocene	65	Orogenesi alpina. Flora intorno alla Tetide: Laurifile. Diversificazione dei Mammiferi
	Eocene	58	Clima tropicale in Europa. Riduzione Cicadati. Primo fossile di <i>Compositae</i> e di <i>Gramineae</i> .
	Oligocene	27	Clima sub-tropicale in Europa centro-sett. Diffusione <i>Gramineae</i> . Sviluppo caducifoglie.
	Miocene	24	Prosciugamento del Mediterraneo. Flora di sclerofille. Ingresso flora steppica.
NEOZOICO o QUATERNARIO	Pliocene	5	Raffreddamento generalizzato. Riempimento Mediterraneo. Flora di deserti steppa e savana.
	Pleistocene	2	Succellazione di glaciazioni. Immigrazione di specie artiche. Nascono Etna e Eolie.
	Olocene	0,01	Piccole glaciazioni. Azione dell'uomo sulla vegetazione: diffusione di specie sinantropiche.

Cheirurus ingricus



Figura 31.19 Un fossile di trilobite I segmenti relativamente semplici che si ripetono lungo il tronco dei trilobiti, un gruppo estinto di artropodi, sono mostrati da questo fossile proveniente dai mari poco profondi del periodo Ordoviciano, circa 450 milioni d'anni fa.

I **Chelicerati** hanno 2 paia di appendici anteriori, i cheliceri, per afferrare le prede. Il corpo è diviso in 2 parti: anteriore o **prosoma** e posteriore o **opistosoma**. In acari e zecche questa distinzione non c'è 4 paia di arti. Le 114.000sp divise in 3 cladi

- **Picnognonidi**
- **Xifosuri**
- **Aracnidi**

I **Picnognonidi** sono un piccolo gruppo di animali marini noti come ragni di mare (1000 spp). La maggior parte di piccole dimensioni con lunghezza delle zampe inferiore al cm, ma alcune sp che vivono nell'oceano profondo hanno zampe di 60cm. La maggior parte carnivori, alcuni si nutrono di alghe.

Gli xifosuri (4sp) hanno subito poche modifiche nella loro storia evolutiva. Hanno esoscheletro che ricopre la maggior parte del corpo. Si ritrovano sulle coste del continente nord-americano e del sud-est asiatico e si nutrono di detriti organici e invertebrati. Un numero enorme di xifosuri migra periodicamente nella zona intertidale per accoppiarsi e deporre le uova.

(A) *Pseudopallene* sp.



(B) *Limulus polyphemus*



Figura 31.20 Due piccoli gruppi di chelicerati (A) Non sono ragni, ma è facile capire perché i ragni di mare (o picnognonidi) hanno questo nome comune. (B) Aggregazione a scopo riproduttivo di limuli, altri «fossili viventi», come gli onicofori (► Figura 31.18B).

Gli **Aracnidi** molto abbondanti negli ambienti terrestri.

Sviluppo semplice e diretto, con individui che escono dalle uova che assomigliano ad adulti in miniatura e conducono vita indipendente. In altri vivipari uova trattenute nel corpo durante lo sviluppo embrionale.

Fra gli aracnidi più noti ci sono gli scorpioni, gli opilionidi, i ragni, gli acari e le zecche. Più di 60.000 sp di acari e zecche vivono nel suolo, nella lettiera, sotto le cortecce, tra muschi e licheni o come parassiti di piante e animali

Sp di acari vettori di virus (del mosaico x frumento e segale), altri provocano la scabbia negli animali domestici e prurito nell'uomo

I ragni (50.000sp) predatori terrestri con cheliceri cavi che iniettano veleno nelle prede

Molti presentano occhi evoluti che utilizzano per la predazione.

Tra le strategie predatorie c'è la produzione di ragnatele. Queste hanno forme e disegni diversificati a seconda della sp.

La seta viene prodotta da particolari ghiandole addominali per poi essere tessuta da peculiari appendici addominali.

(A) *Simaetha* sp.



(B) *Androctonus* sp.



(C) *Leiobunum rotundum*



(D) *Trombidium* sp.



Figura 31.21 La biodiversità degli aracnidi (A) I salticidi sono ragni diurni attivi e predatori di insetti, con una ottima vista. (B) Gli scorpioni sono predatori notturni. (C) Gli opilionidi si nutrono di organismi morti. (D) Gli acari includono molte specie a vita libera, come questo «ragnetto rosso», oltre a un gruppo di ectoparassiti che succhiano sangue (le zecche).

Le zecche sono vettori di *Borrelia burgdorferi* (batterio) che provoca il morbo di Lyme nell'uomo

La meningoencefalite da zecche o meningoencefalite primaverile-estiva (TBE Tick Borne Encephalitis = Encefalite da morso di zecca), è invece una malattia virale acuta del sistema nervoso centrale, causata da un arbovirus appartenente al genere *Flavivirus*, molto simile ai virus responsabili della febbre gialla e della dengue.

L'encefalite da morso di zecca è stata identificata per la prima volta in Italia nel 1994 in Provincia di Belluno.

Dal punto di vista epidemiologico, oggi la TBE è presente in focolai endemici in molti Paesi dell'Europa centro-orientale e settentrionale, Italia compresa.



(a) *Ixodes ricinus*

I **mandibolati** comprendono **miriapodi**, **crostacei** ed **esapodi**.

Hanno un apparato boccale formato da mandibole per catturare le prede e masticarle o trattenerle e a livello del capo hanno antenne sensoriali

I **miriapodi** comprende i centopiedi e i millepiedi. Hanno il corpo diviso in capo e tronco. Il capo con mandibole e antenne e il corpo è flessibile, segmentato e dotato di numerose appendici ambulacrali.

I centopiedi presentano un paio di appendici ad ogni metamero. Sono state descritte 3000 sp, essi sono predatori di insetti e piccoli invertebrati.

Nei millepiedi 2 segmenti adiacenti sono fusi cosicchè ogni segmento presenta 2 coppie di appendici. Sono note 9.000 sp, essi si nutrono di detriti organici o di materiali vegetali.

La maggior parte dei miriapodi non superano alcuni centimetri ma alcune sp tropicali superano queste dimensioni di decine di volte.

(A) *Scolopendra hardwicki*



(B) *Motyxia monica*



Figura 31.22 I miriapodi

(A) I centopiedi, come questa scolopendra, possiedono appendici modificate che funzionano da pinze velenifere usate nella cattura della preda. Hanno un paio di zampe per segmento. (B) I millepiedi sono detritivori o vegetariani; hanno zampe e mascelle più brevi rispetto ai centopiedi e portano due paia di zampe per segmento.

I **crostacei** sono gli artropodi marini dominanti ma presenti anche in acqua dolce e amb. terrestri

I crostacei **decapodi** (A) comprendono i gamberi, le aragoste, gli astici e i granchi.

Gli **isopodi** (B) sono i porcellini di terra, mentre gli **anfipodi** sono le “pulci” della sabbia.

Branchiopodi (C), i **copepodi** (D) e altre sp. sono organismi minuti simili a gamberetti.

I **cirripedi** (E) da adulti sono sessili, dotati di conchiglia calcarea, ricordano i molluschi (balani).

Gli stomatopodi sono le cicale di mare



anfipode

(A) *Johngarthia lagostoma*



(B) *Oniscus asellus*



(C) *Triops longicaudatus*



(D) *Eudiaptomus gracilis*



(E) *Lepas* sp.



Figura 31.23 La diversità dei crostacei (A) Questo crostaceo decapode, un granchio terrestre, si trova solo su quattro isole dell'Oceano Atlantico meridionale. (B) Questo porcellino di terra, un isopode terrestre, può arrotolarsi fino a formare una pallina quando è minacciato. (C) Questo branchiopode è comune nelle pozze

d'acqua dolce temporanee del sud-ovest degli Stati Uniti. (D) Questo minuscolo copepode si trova comunemente nei laghi europei. (E) Le lepadi sono crostacei cirripedi che si attaccano a un substrato mediante un peduncolo muscolare e si alimentano allungando e retraendo le loro appendici specializzate per la filtrazione.

La maggior parte delle 67.000sp di crostacei hanno il corpo diviso in 3 regioni: **capo**, **torace** e **addome**.

Le appendici sono specializzate per masticare, percepire, camminare e nuotare.

I segmenti cefalici sono fusi assieme e dotati di 5 paia di appendici.

Ognuno dei numerosi segmenti toracici e addominali porta di norma 1 paio di appendici.

In molte specie la regione cefalica e toracica sono coperte dal **carapace** con funzioni protettive.

Di norma i sessi separati e la riproduzione prevede l'accoppiamento.

Le uova fecondate rimangono adese al corpo materno fino alle prime fasi di sviluppo embrionale.

Alla schiusa delle uova, a seconda delle sp. liberate forme larvali o individui giovanili simili agli adulti.

In altri casi le uova abbandonate nell'acqua o adese a substrati.

La forma larvale tipica viene detta **nauplius**, con 3 paia di appendici e un occhio impari.

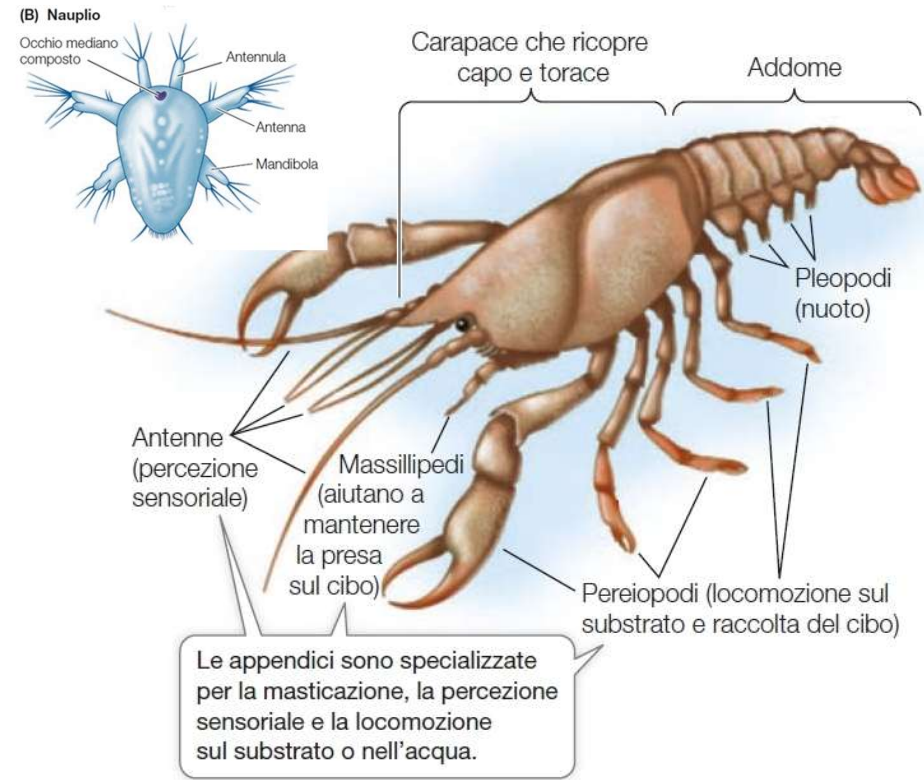


Figura 31.24 Piano strutturale dei crostacei Il corpo dei crostacei è diviso in tre regioni: capo, torace e addome. Ogni regione porta appendici specializzate. Un carapace paragonabile a una conchiglia ricopre il capo e il torace.

? Per quali aspetti il piano strutturale corporeo dei crostacei è simile, e per quali aspetti differisce, a quello degli insetti della ► Figura 31.26?

Nel Devoniano (400 milioni di anni fa) i mandibolati hanno colonizzato l'ambiente terrestre.

Oltre ai crostacei isopodi enorme sviluppo degli **esapodi (insetti e esapodi senza ali)**

Le sp. di **insetti** noti ammontano attualmente a 1 milione, che si ritiene sia solo una piccola parte di tutti gli insetti che popolano la Terra.

Essi si rinvencono in tutti gli ambienti subaerei e nelle acque interne dove trovano il nutrimento; altri sono parassiti interni di piante e animali, altri prelevano i liquidi circolanti

Gli esapodi non alati, **collemboli, dipluri e proturi**, esapodi più simili agli antenati degli insetti

Hanno uno **sviluppo semplice** con le fasi giovanili simili all'adulto in miniatura e porzioni buccali interne.

I Collemboli molto abbondanti nel suolo (200.000 per m²) tra le foglie morte e sulla vegetazione

Tomocerus minor



Figura 31.25 Esapodi senza ali Gli esapodi non alati, come questo collembolo, hanno un ciclo biologico semplice. Alla schiusa dall'uovo, questi artropodi assomigliano agli adulti, a parte le dimensioni, e cresceranno attraverso una lunga serie di mute.

Insetti: corpo diviso in 3 parti: capo, torce e addome.

Una coppia di antenne al livello del capo e 3 paia di zampe a livello toracico.

Apparato boccale esterno e antenne con un recettore che percepisce il movimento: *organo di Johnston*

Gli scambi respiratori grazie ad un sistema aerifero di canali tubulari (**trachee**) che arrivano ai tessuti profondi e che si aprono all'esterno con delle aperture dette **spiracoli o stigmi**.

Gli archeognati e i tisanuri (pesciolini d'argento) sono privi di ali (**apterigoti**) e ciclo biologico semplice.

Tutti gli altri gruppi sono **pterigoti**, presentano 2 paia di ali membranose a livello toracico.

Ma nei **ditteri** il secondo paio di ali trasformato in **bilancieri**, che equilibrano il corpo durante il volo e nei coleotteri il primo paio di ali trasformato in strutture protettive sclerotizzate: le **elitre**.

Libellule e effimere non possono ripiegare le ali, larve acquatiche

Pulci e pidocchi però senza ali

Gli insetti alati o **pterigoti**, si possono dividere in 2 gruppi distinti a seconda del tipo di sviluppo: la **metamorfosi incompleta** (emimetaboli) e la **metemofosi completa** (olometaboli).

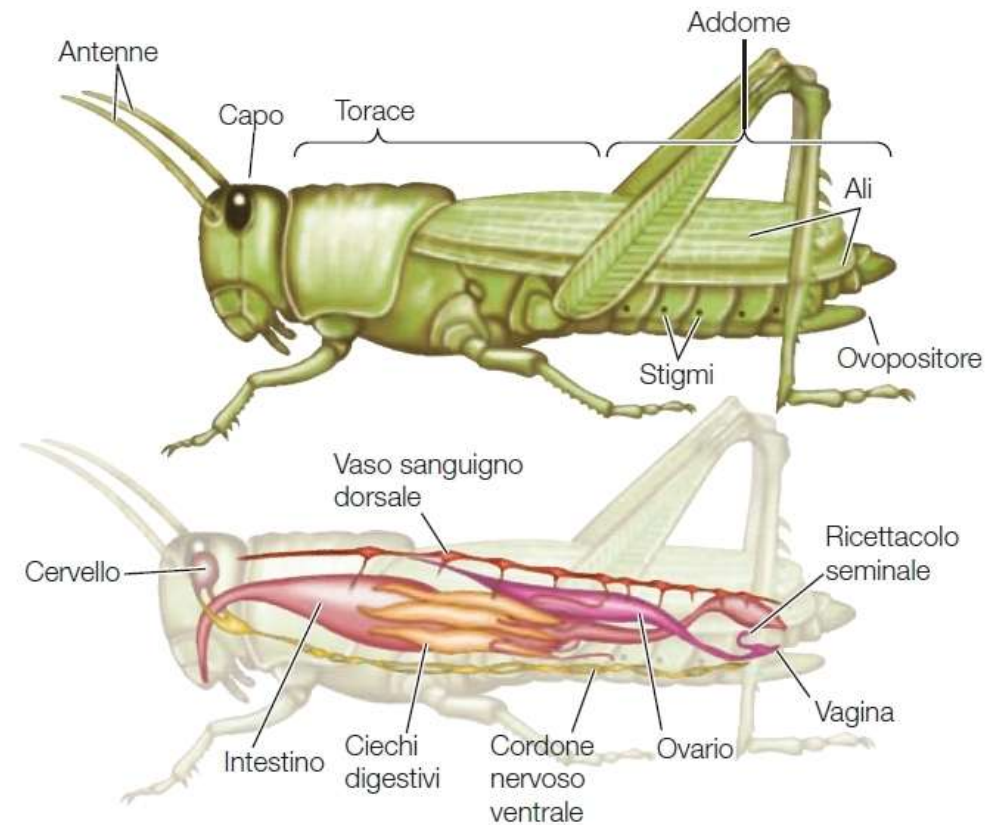


Figura 31.26 Piano strutturale degli insetti Al pari dei crostacei, gli insetti hanno un corpo diviso in tre regioni: capo, torace e addome. Negli insetti, tuttavia, il torace porta tre paia di zampe e, nella maggior parte dei gruppi, due paia di ali. A differenza di altri artropodi, gli insetti hanno i segmenti addominali privi di appendici.

Insetti a metamorfosi incompleta: cavallette, scarafaggi, mantidi, insetti stecco, termiti, forbicine, cimici, afidi, cicale.

Insetti a metamorfosi completa: coleotteri, farfalle, ditteri (mosche e zanzare), imenotteri (api, vespe e formiche)

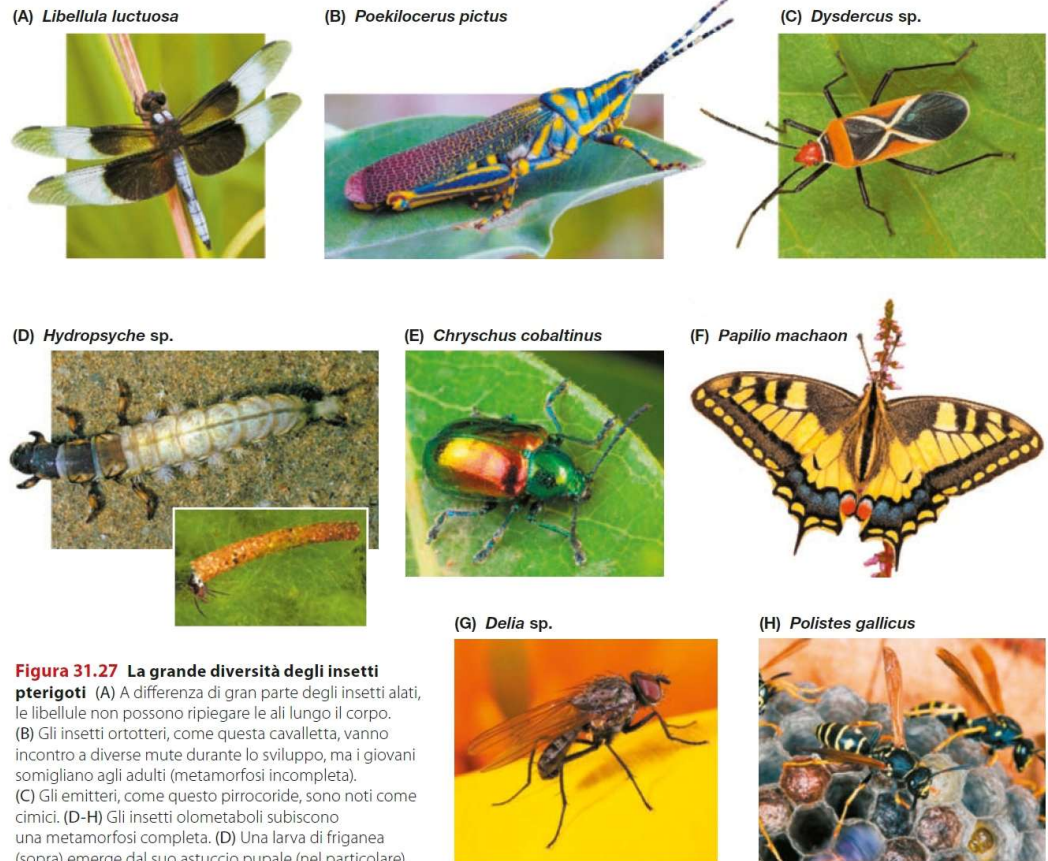
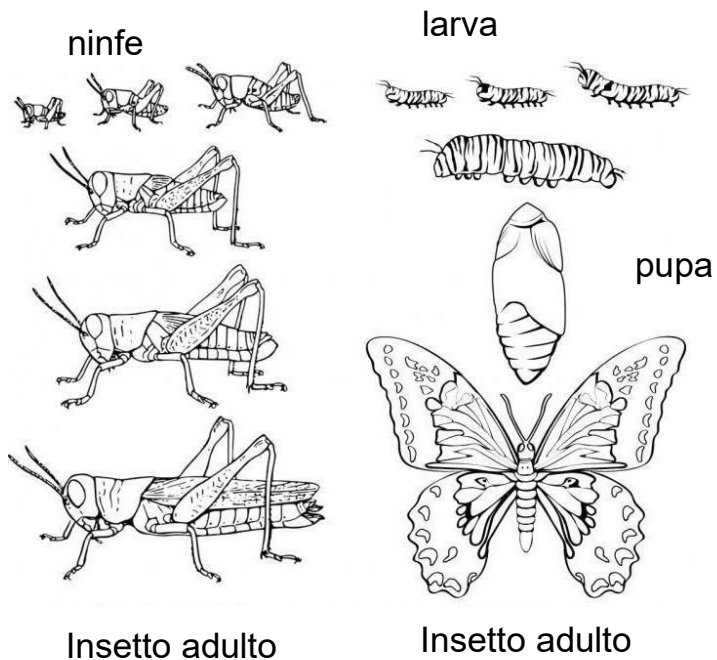


Figura 31.27 La grande diversità degli insetti pterigoti (A) A differenza di gran parte degli insetti alati, le libellule non possono ripiegare le ali lungo il corpo. (B) Gli insetti ortotteri, come questa cavalletta, vanno incontro a diverse mute durante lo sviluppo, ma i giovani somigliano agli adulti (metamorfosi incompleta). (C) Gli emitteri, come questo pirrocorida, sono noti come cimici. (D-H) Gli insetti olometaboli subiscono una metamorfosi completa. (D) Una larva di friganea (sopra) emerge dal suo astuccio pupale (nel particolare). (E) Il gruppo dei coleotteri è fra gli insetti il più ricco di specie, costituendo all'incirca metà di tutte le specie di olometaboli; nella foto, un crisomelide. (F) Farfalle diurne, come questo macaone, e falene (notturne) costituiscono il gruppo dei lepidotteri (► Figura 30.10). (G) Le mosche, come questo calliforide, appartengono ai ditteri. Gli adulti di queste mosche si nutrono di polline o di nettare, ma depongono le uova sulle carogne, dove le larve si alimentano. (H) Questa comune vespa cartonaia appartiene agli imenotteri, un gruppo con molte specie sociali.