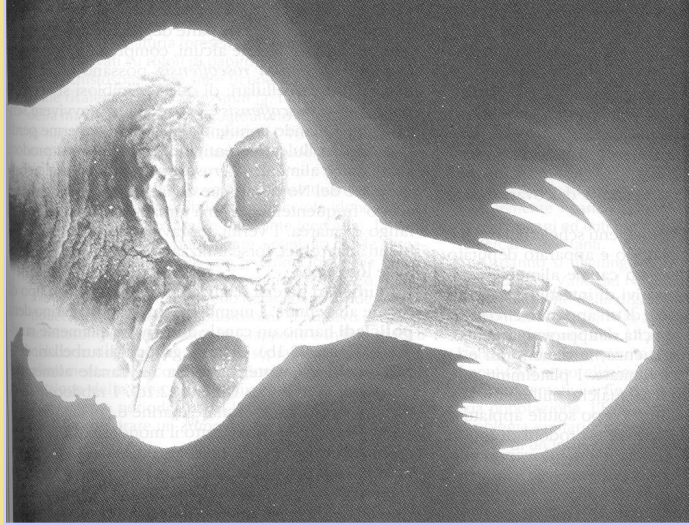
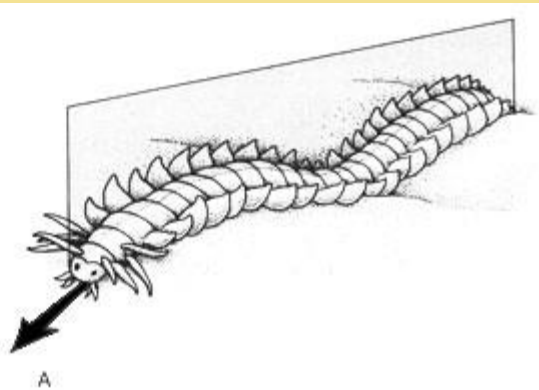


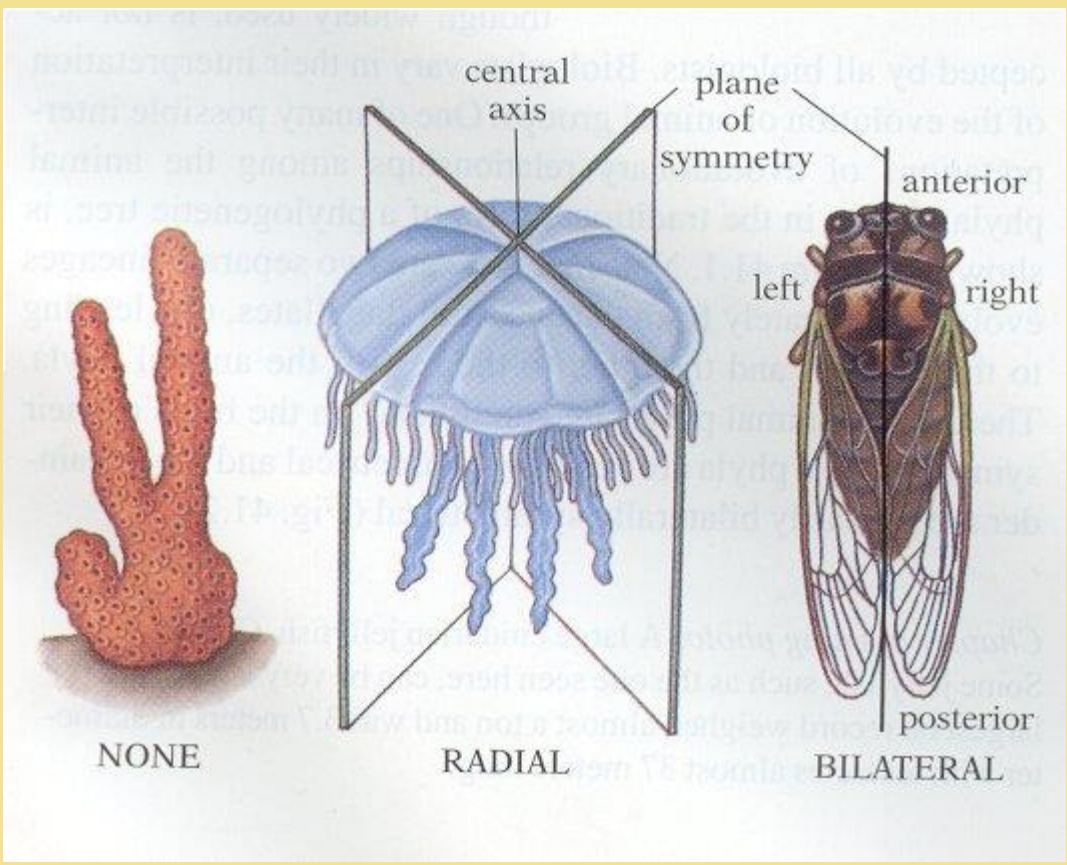
PLATHELMINTHES



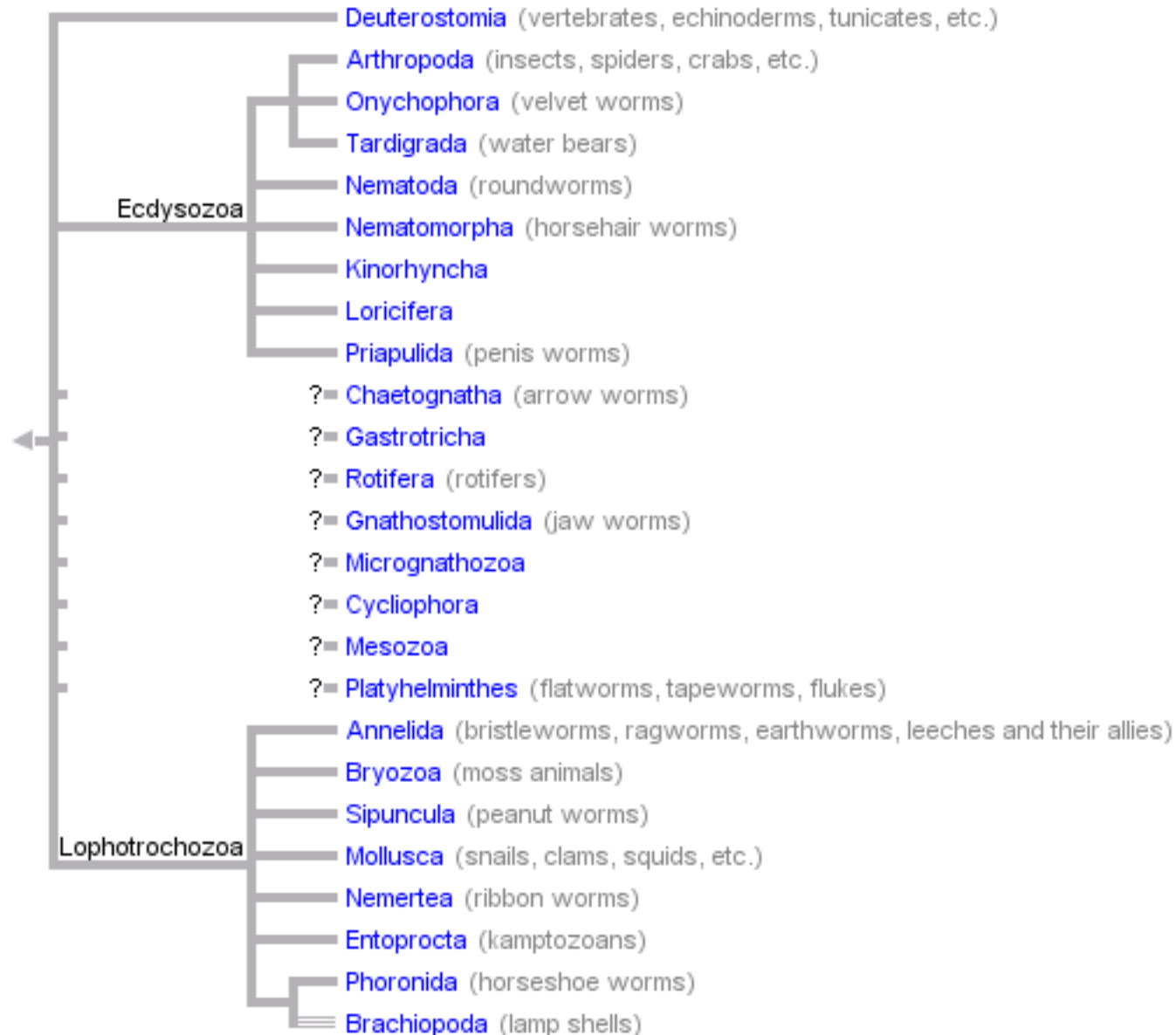
Taxon fondamentale per analizzare l'origine della simmetria bilaterale e del processo di cefalizzazione



La simmetria bilaterale è correlata con la locomozione, come indicato in **A** per un verme segmentale, o con un afflusso unidirezionale di cibo in un animale sessile sospensivoro, come l'emicordato pterobranco rappresentato in **B**. Nei bilateri vagili (**A**), la cefalizzazione è evidente, mentre gli animali sessili con simmetria bilaterale (**B**) di solito non sono cefalizzati.



Filogenesi molecolare dei Metazoa Bilateria



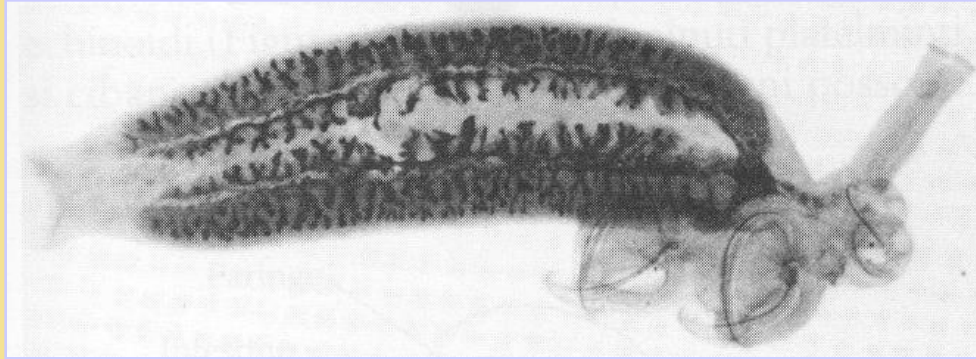
CARATTERI GENERALI

- **20.000 specie** circa
- Vermi non metamerici **appiattiti** dorso-ventralmente, a **vita libera** o **parassiti**.
- **Triblastici, acelomati, a simmetria bilaterale;**
- **Sistema digerente: intestino** presente nelle forme a vita libera (anche se **incompleto**), assente in alcune forme parassite (cestoda)
- **Sistema muscolare** ben sviluppato.
- **Sistema escretore** con **protonefridi** fungono da strutture escretorio-osmoregolatrici fondamentali nella colonizzazione delle acque dolci.
- **Cefalizzazione:** dotati di un sistema nervoso centrale comprendente un ganglio cerebrale anteriore e solitamente cordoni nervosi longitudinali connessi da commessure trasversali (sistema nervoso a scaletta)

CARATTERI GENERALI

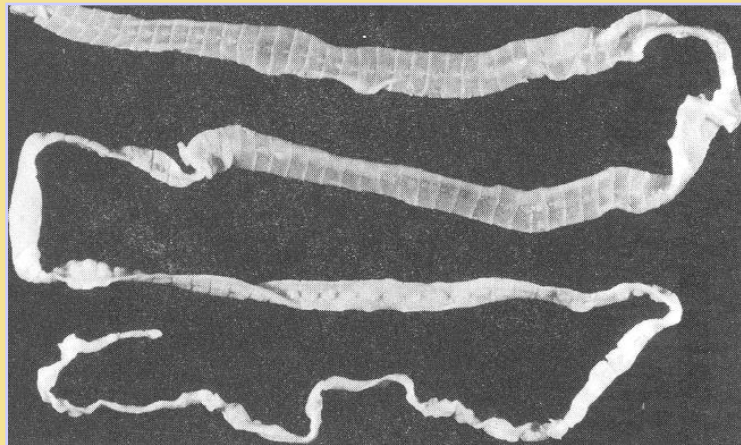
- **Acelomati con mesenchima compatto** privi di sistema circolatorio
- **Sistema nervoso gangliare** e **organi di senso** semplici
- **Scheletro idrostatico** costituito dal mesenchima, muscoli e parete
- **Mancanza di un apparato respiratorio**: gli scambi gassosi avvengono attraverso la superficie corporea: questo limita la forma e le dimensioni e vincola ad ambienti con alte percentuali di umidità
- **Ermafroditi** con **sistemi riproduttivi** molto complessi
- **Da 1 mm a 30 cm di lunghezza** (ma un cestode di alcuni metri!)

Classificazione: 4 classi



Monogenea (a vita parassitaria)

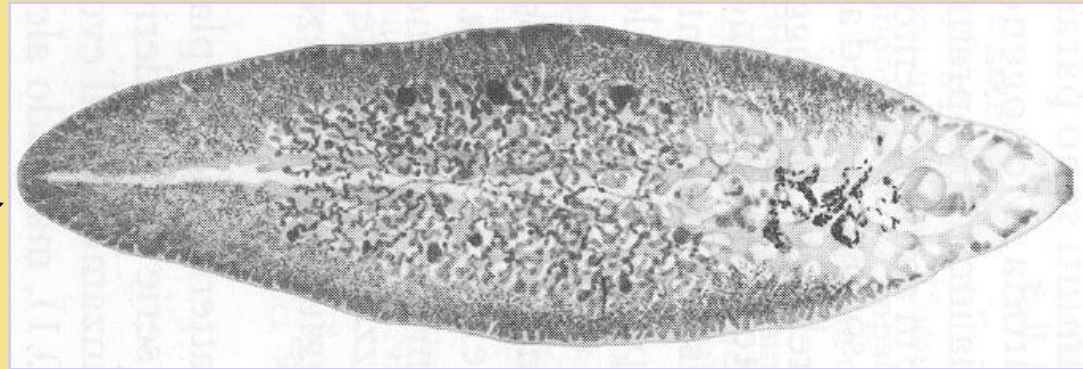
13.000 spp.



Cestoda (a vita parassitaria) 5.000 spp.

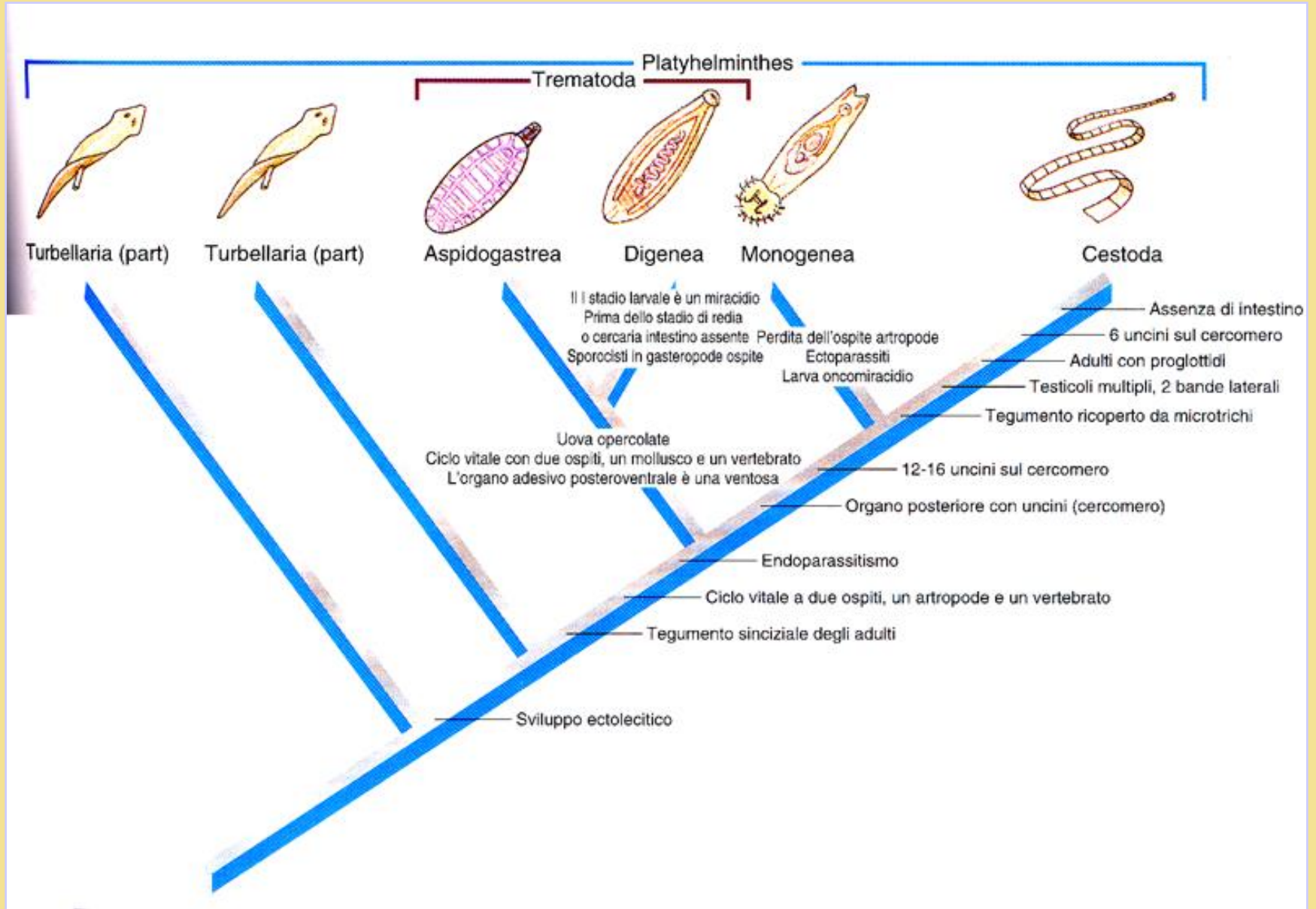


Turbellaria (a vita libera)
4.500 spp.



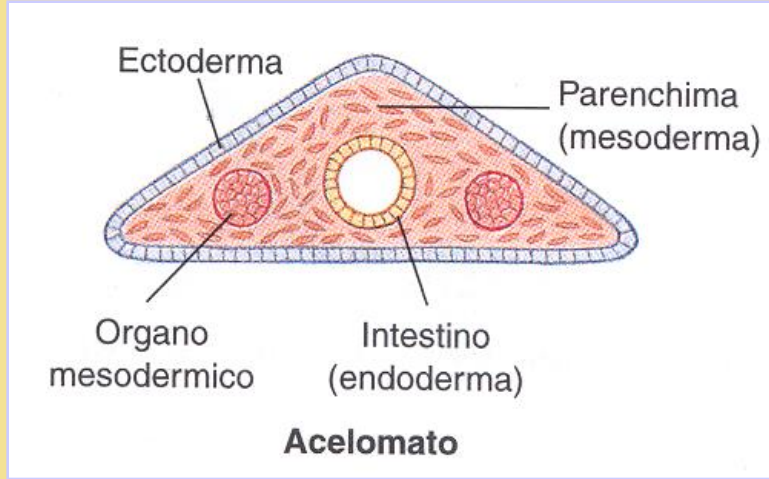
Trematoda (a vita parassitaria)

Ipotesi di filogenesi



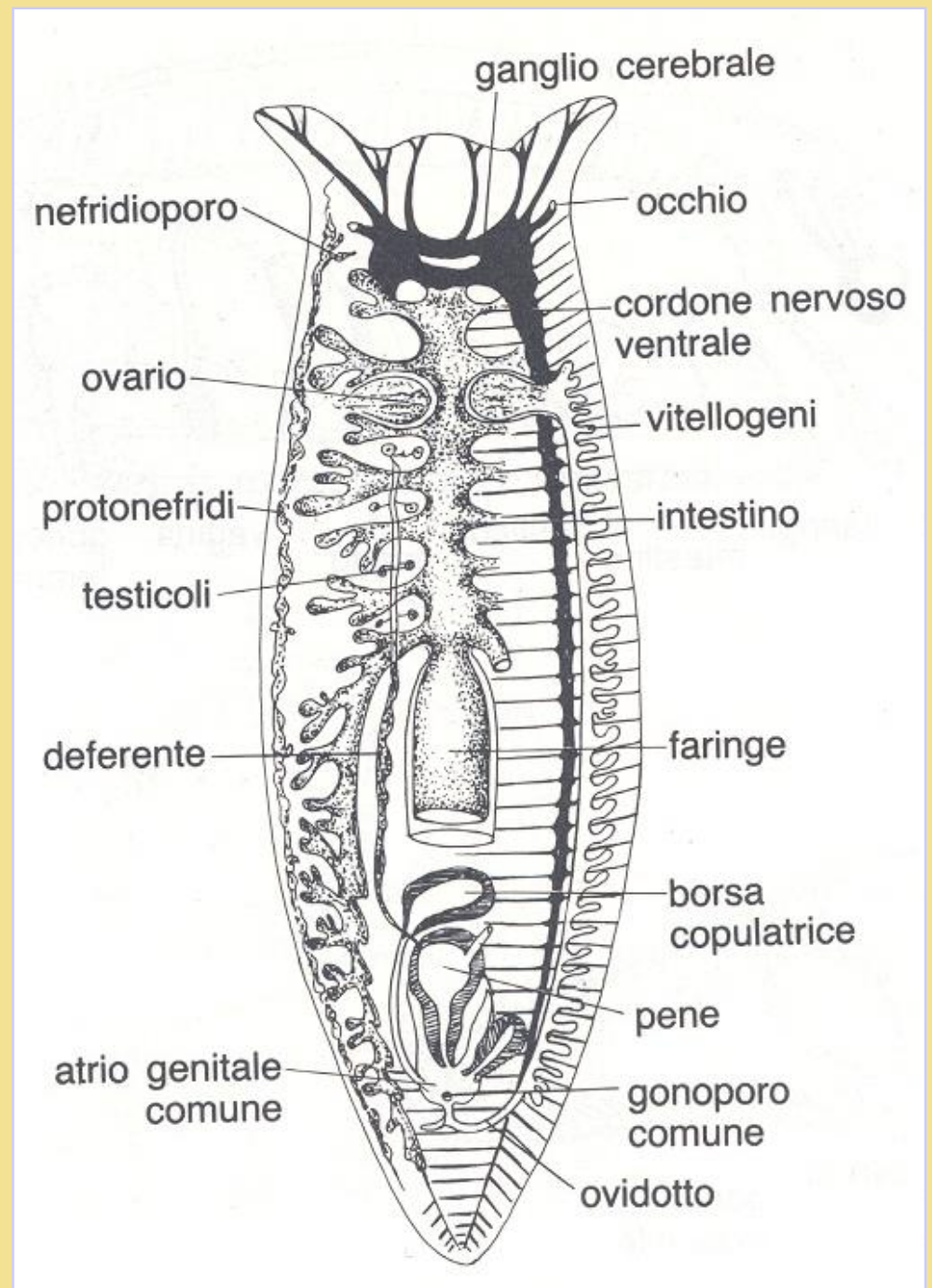
TURBELLARIA

ORGANIZZAZIONE INTERNA



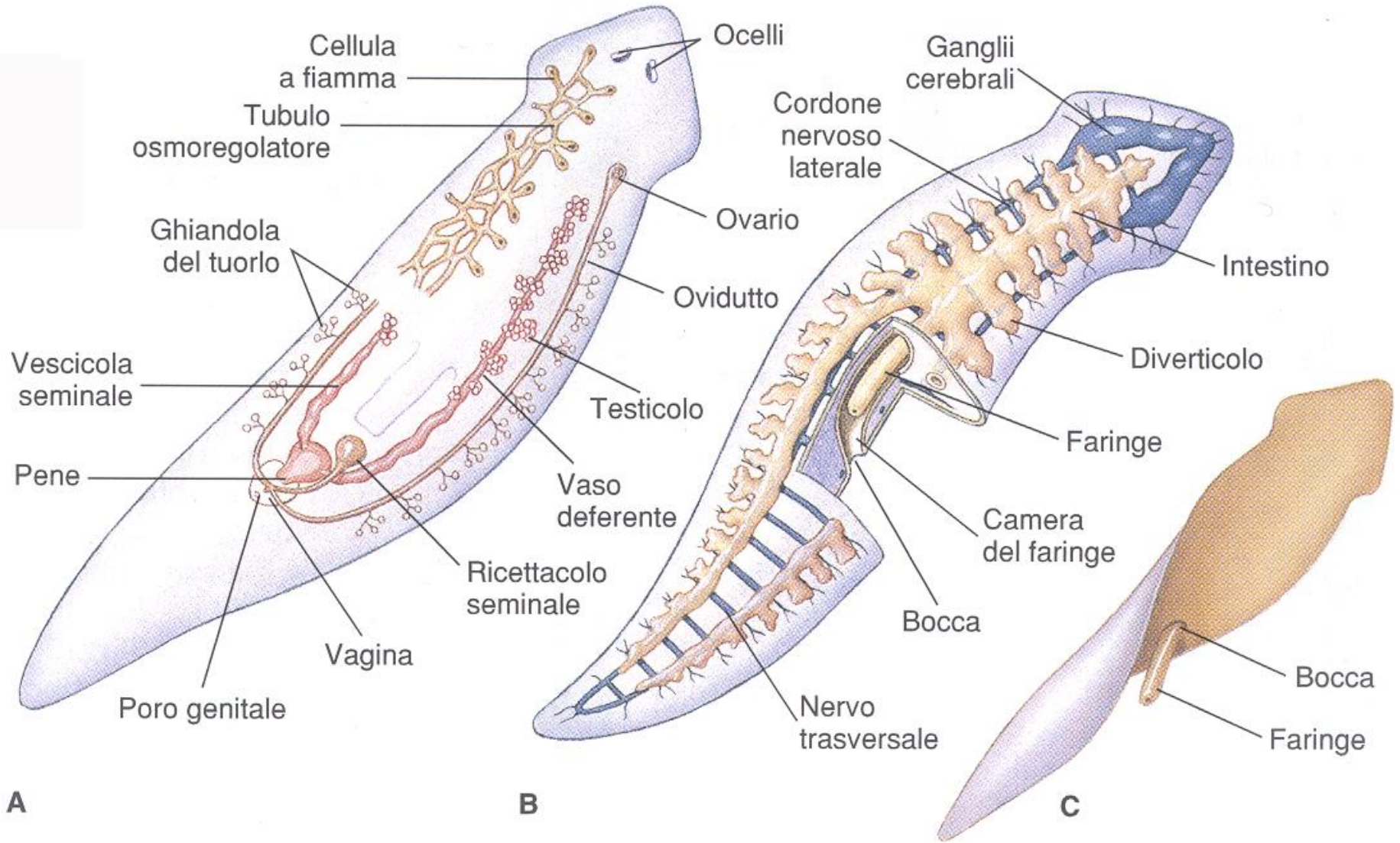
Mesenchima:

cellule libere e fisse, fibre muscolari e tessuto connettivo



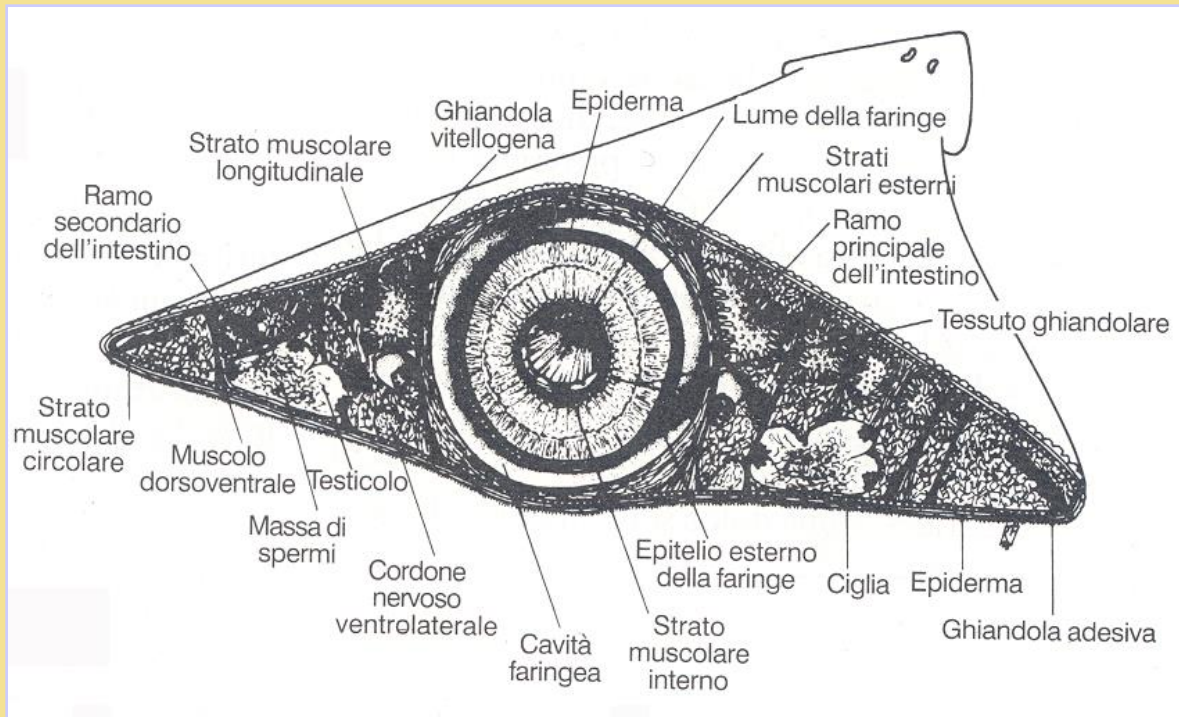
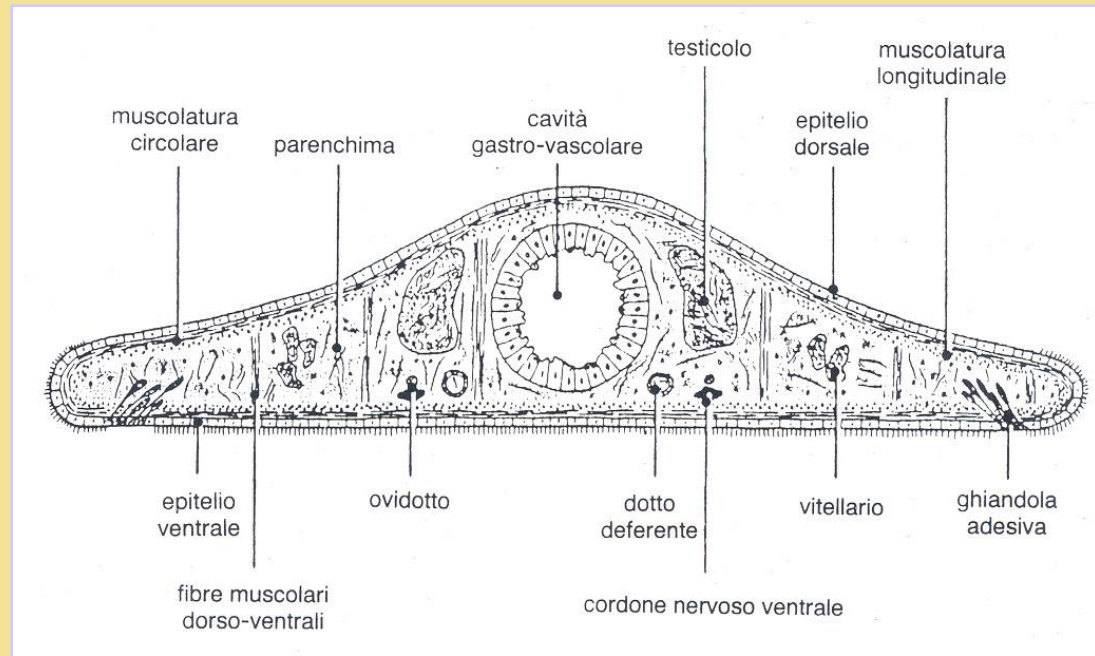
TURBELLARIA

ORGANIZZAZIONE INTERNA



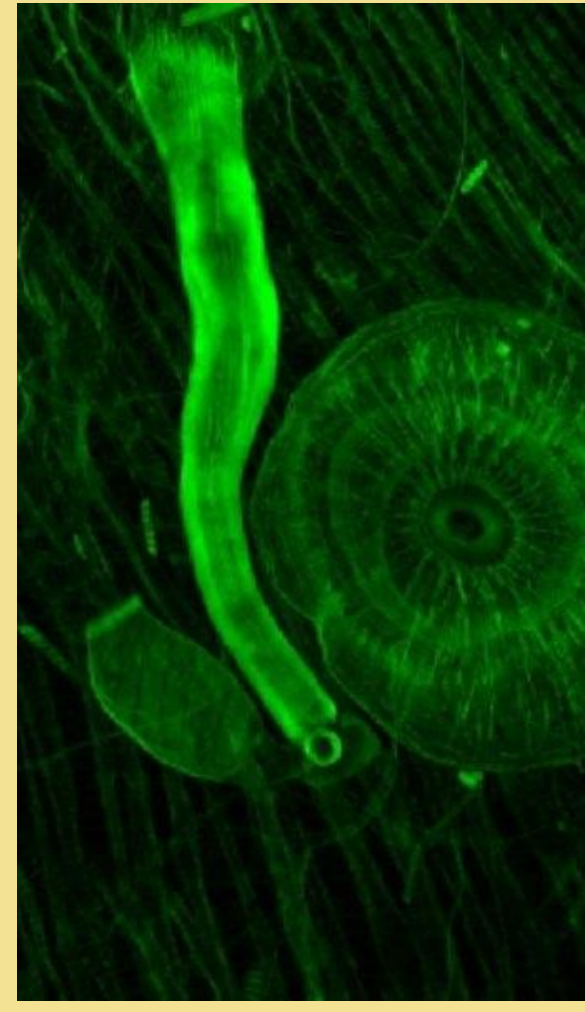
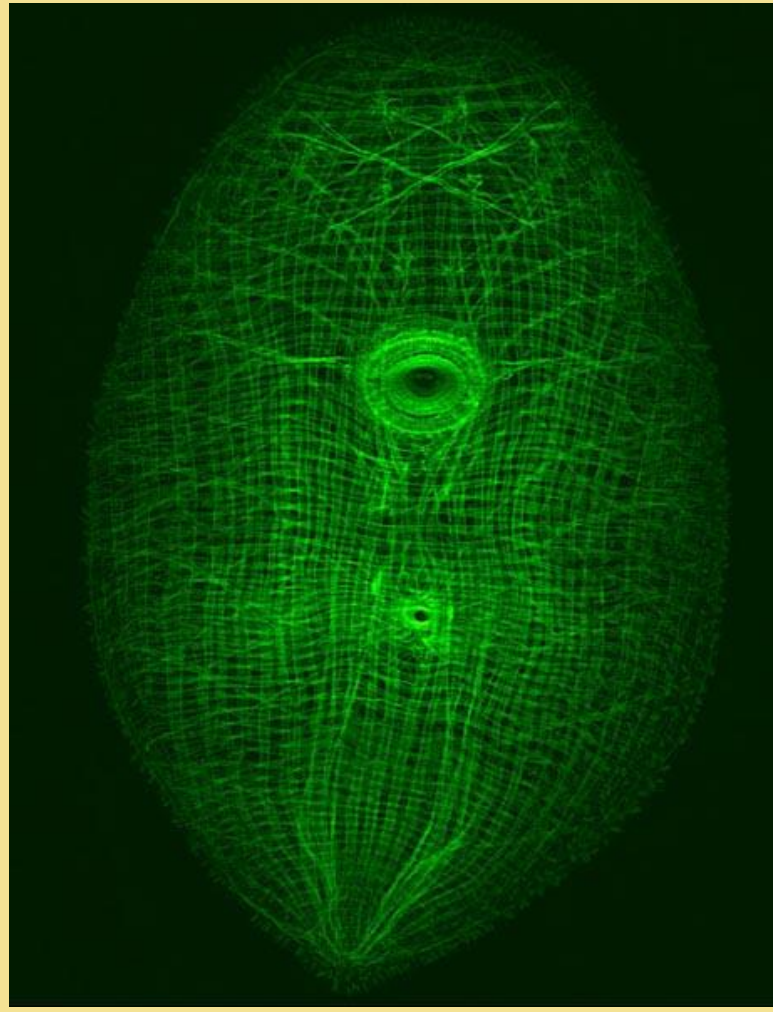
TURBELLARIA

ORGANIZZAZIONE INTERNA



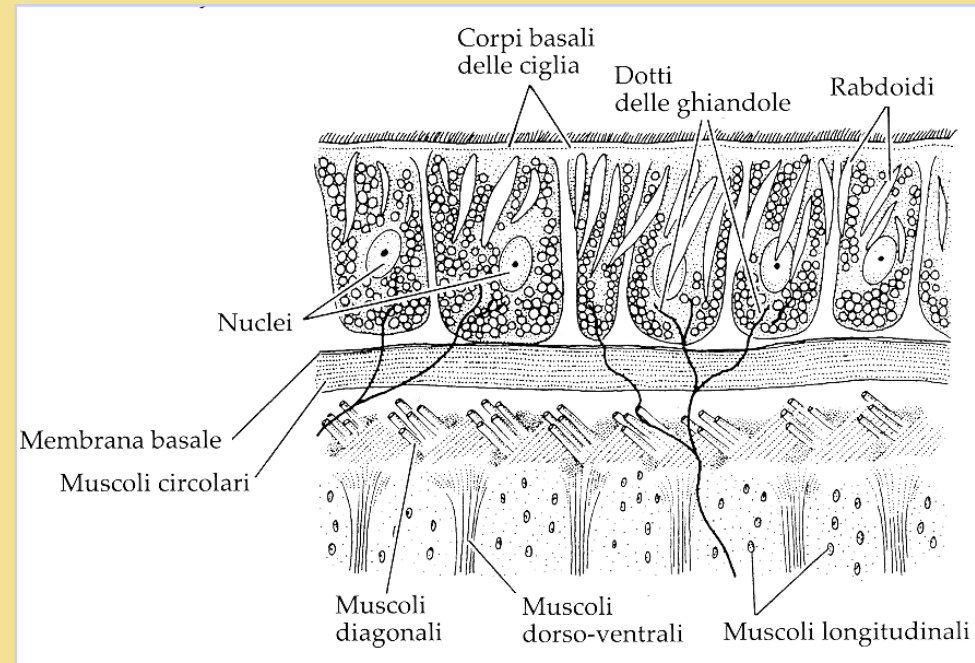
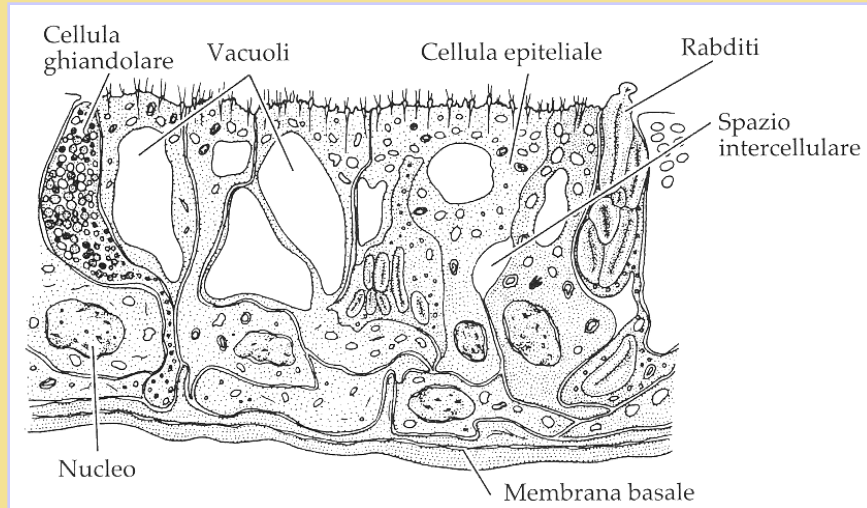
TURBELLARIA

ORGANIZZAZIONE INTERNA



PARETE CORPOREA

Formata da vari tipi cellulari con diverse funzioni

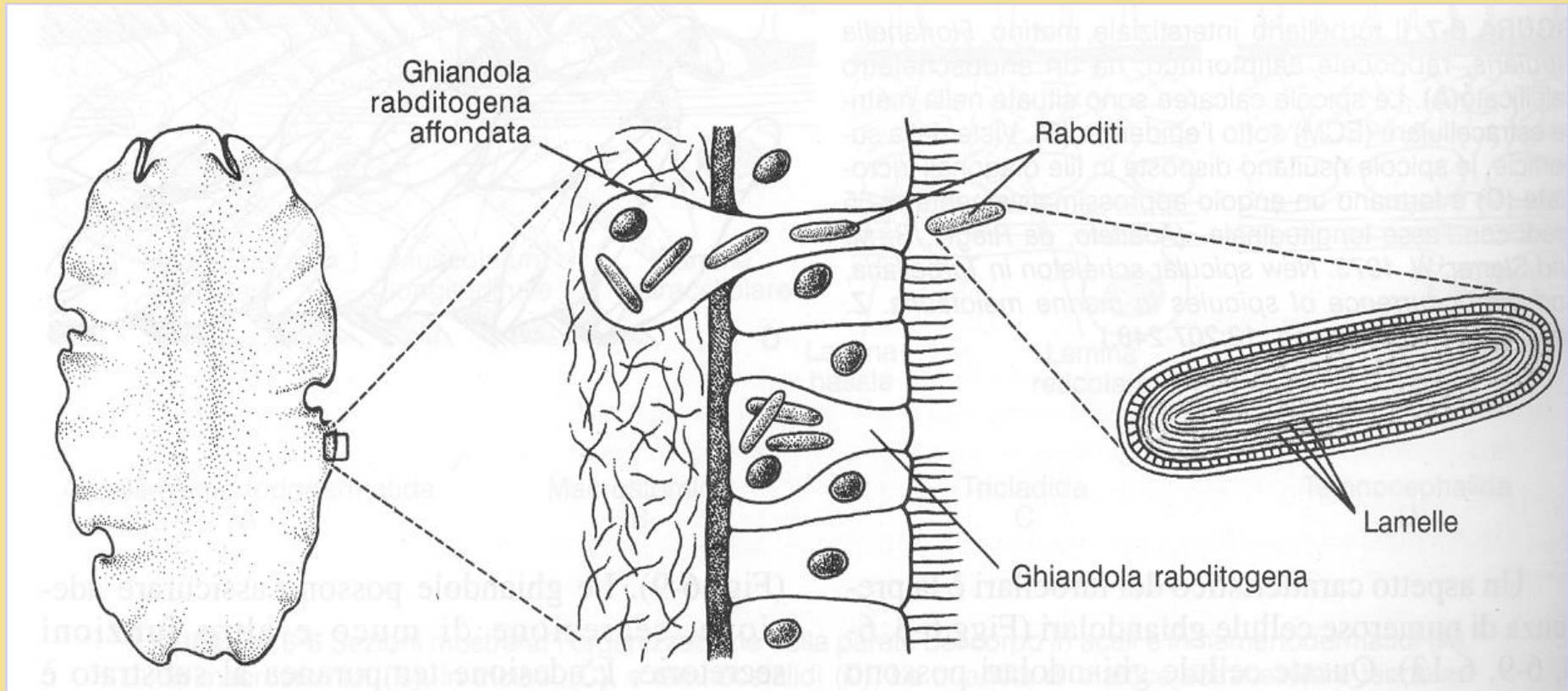


Epidermide: formata da un epitelio cellulare o sinciziale cigliato dotato di cellule ghiandolari e terminazioni nervose

Membrana basale: serve a dare sostegno al corpo e contiene i muscoli circolari. Al di sotto della membrana si trovano i muscoli longitudinali e diagonali (in alcuni gruppi assente)

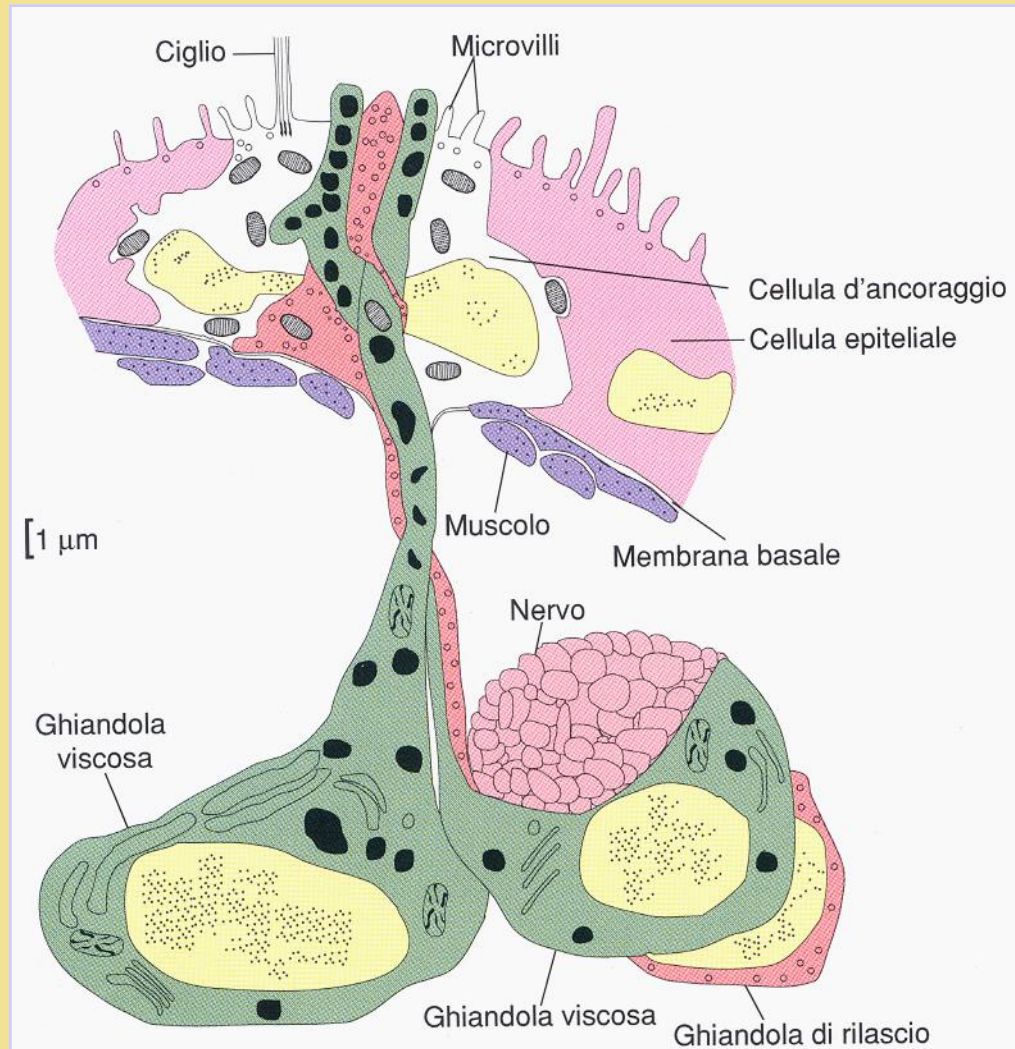
All'interno dell'epidermide si trovano i **rabdoidi**, inclusioni bastoncellari connesse alla produzione di muco.

I rabdoidi mesenchimali sono detti **rabditi**: oltre alla produzione di muco sembrano essere responsabili dell'emissione di sostanze chimiche di difesa.

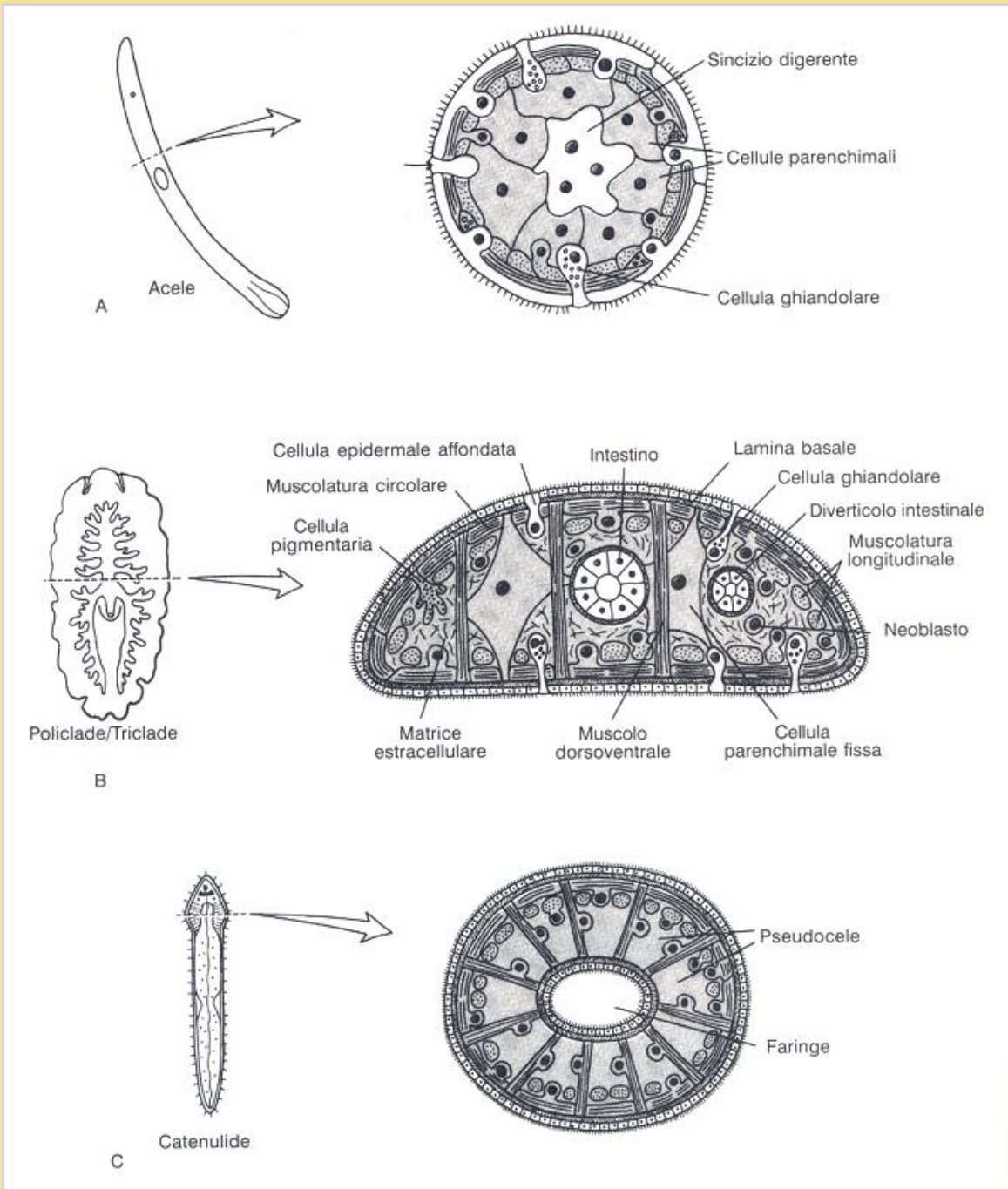


Le numerose **cellule ghiandolari** si originano da l'ectoderma e hanno varie **funzioni:**

- producono una materia collosa utile per l'**adesione** temporanea e la **locomozione**
- producono un muco che **protegge** dall'essiccamento
- il muco favorisce gli **scambi gassosi**
- il muco secreto intorno alla bocca facilita la **predazione**;
- il muco serve per l'adesione all'ospite negli **ectocommensali**



Ricostruzione dell'organo adesivo a doppia ghiandola di un turbellario del genere *Haplopharynx*. Sono presenti due ghiandole viscosi e una di rilascio, che giacciono al di sotto della parete corporea. Le cellule d'ancoraggio giacciono all'interno dell'epidermide, una delle ghiandole viscosi e la ghiandola di rilascio sono in contatto con un nervo.

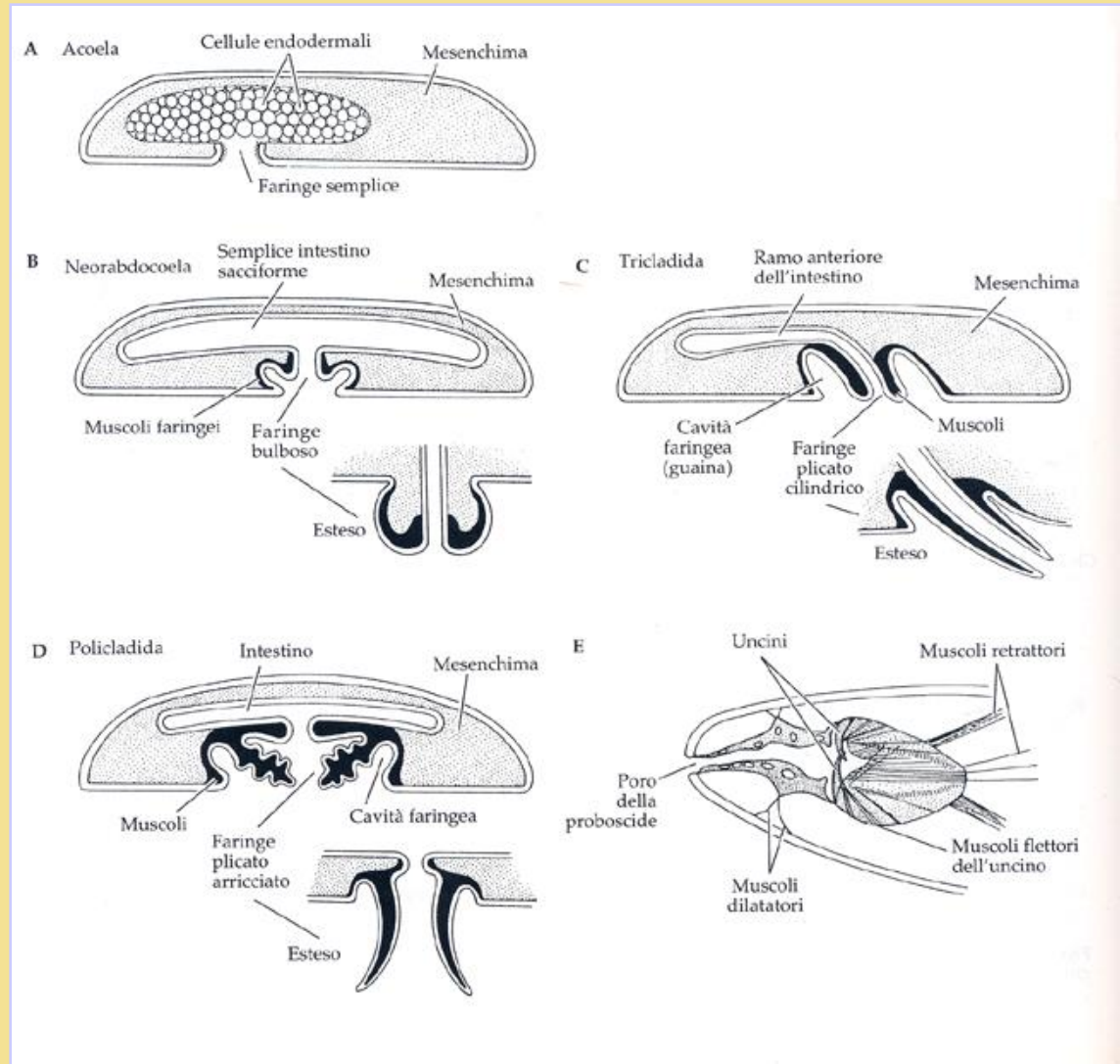
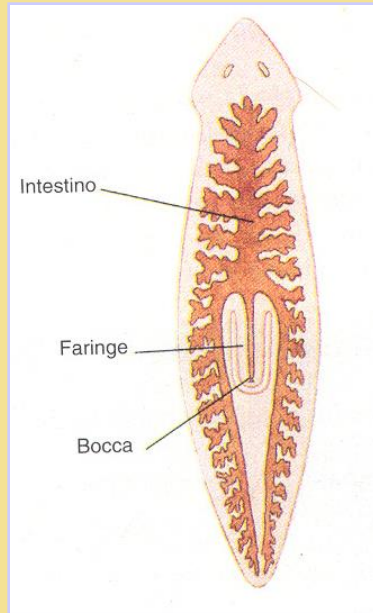


La regione tra la parete corporea e gli organi interni è occupata da **cellule parenchimali** di origine mesodermica

Tre diversi gradi di organizzazione del parenchima nei Turbellaria

ALIMENTAZIONE

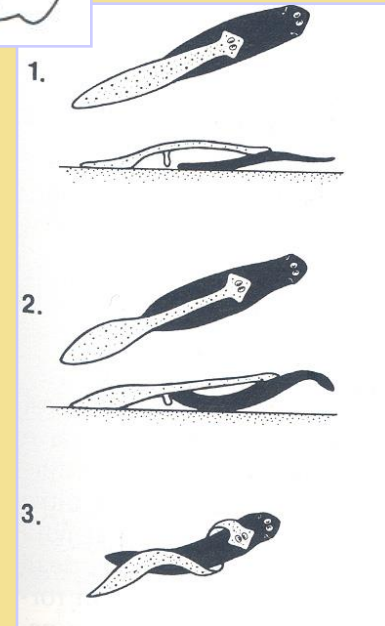
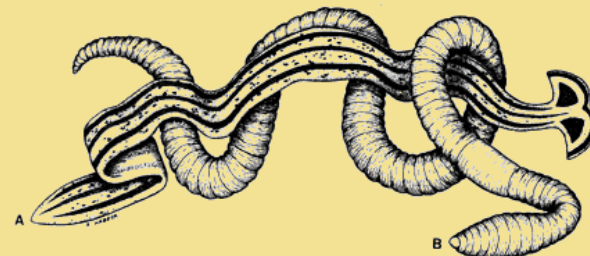
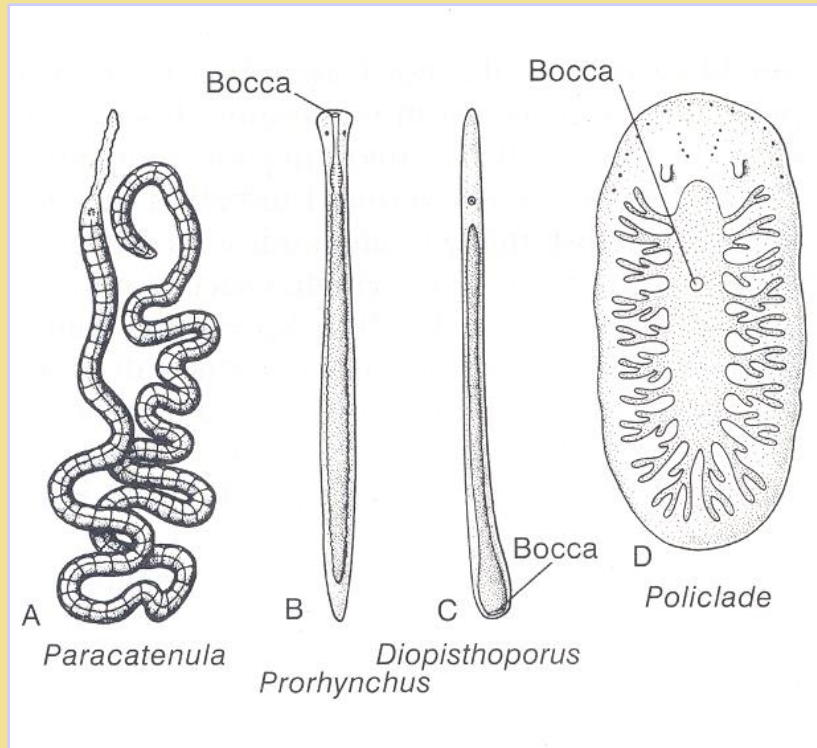
L'apparato digerente è formato da una **bocca**, un **faringe** e un **intestino**.



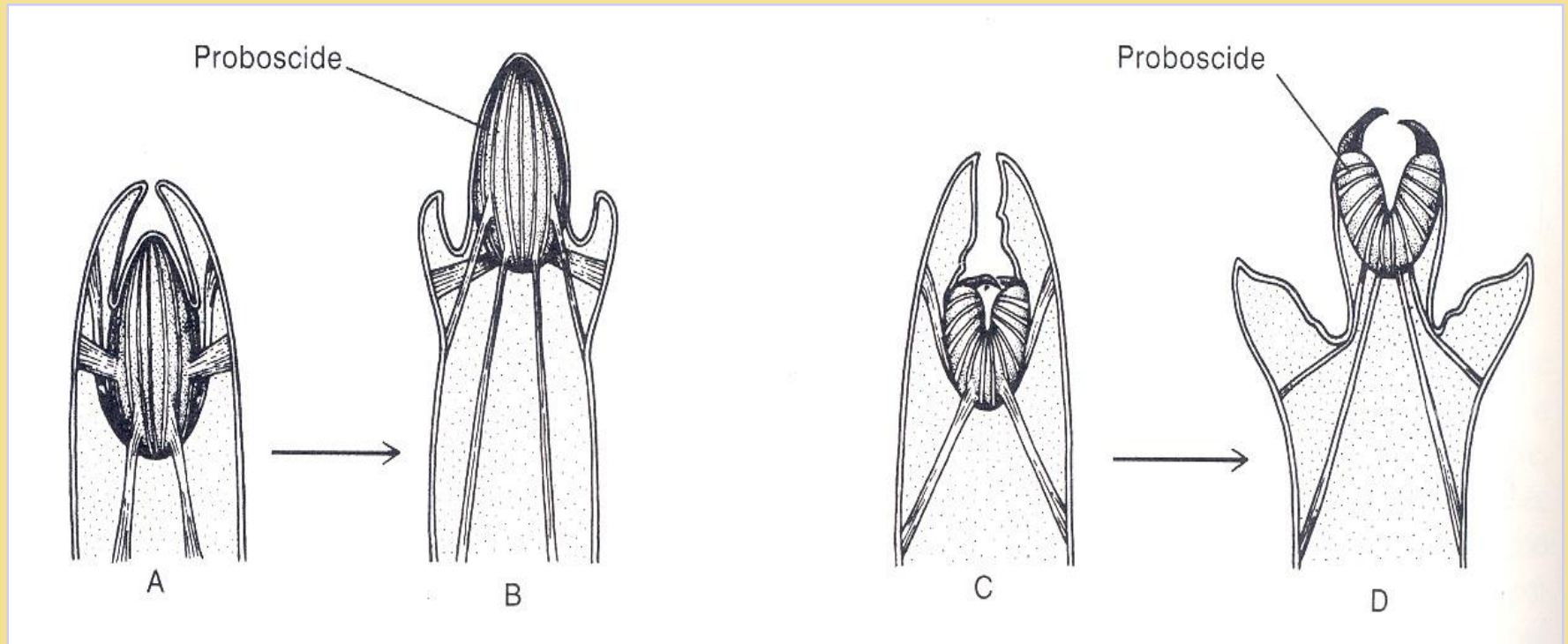
La **bocca** si trova in posizione ventrale più o meno spostata posteriormente e da qui si apre il **faringe** che può essere o meno estroflettibile e presenta forme differenti (semplice, bulboso, plicato)

- I Turbellari con **faringe semplice** si nutrono di particelle organiche convogliate grazie al battito ciliare,

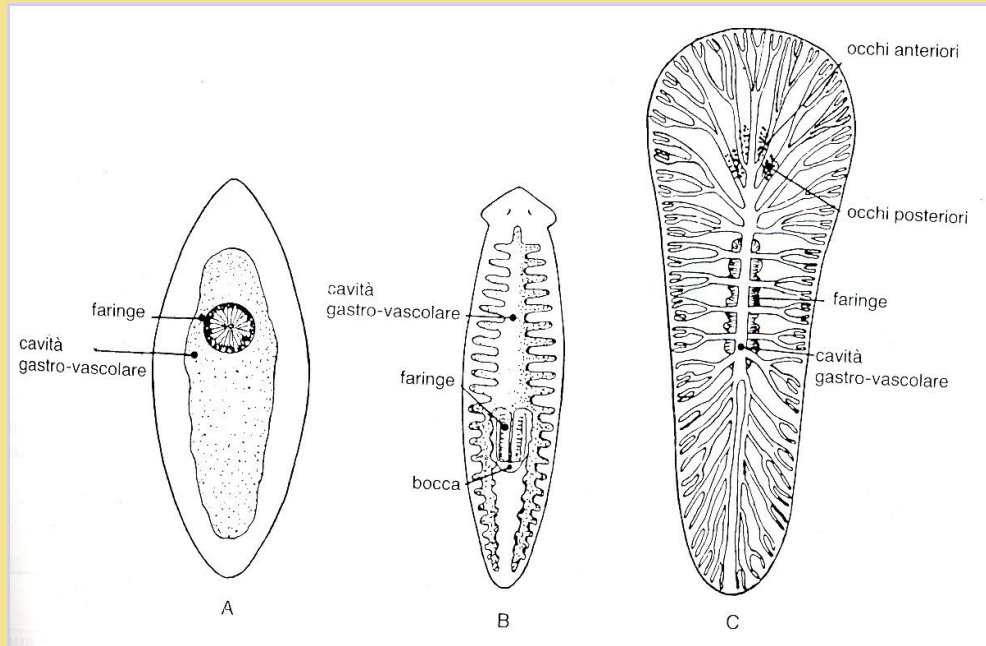
- quelli dotati di **faringe evertibile** sono predatori e dopo aver ricoperto la preda di muco la ingeriscono intera oppure effettuano una digestione extracellulare grazie a enzimi proteolitici. Le prede sono localizzate grazie a dei chemiorecettori



Gli appartenenti all'ordine dei **Rhabdoceola** hanno una proboscide anteriore munita di uncini o di una punta appiccicosa che non è però connessa alla bocca



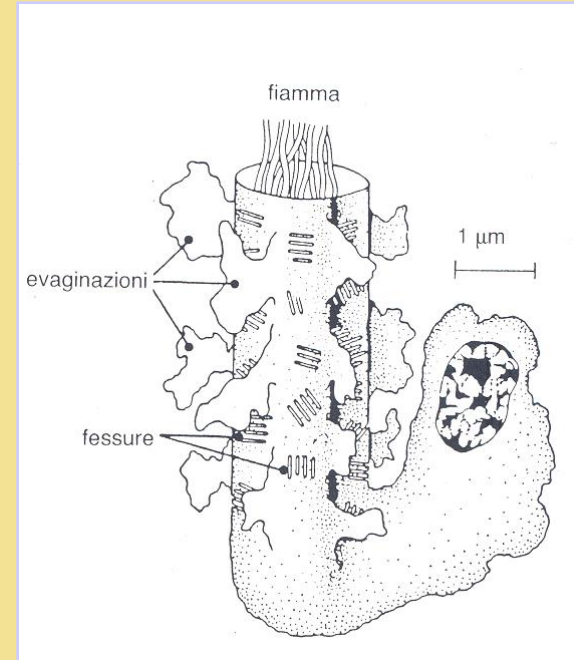
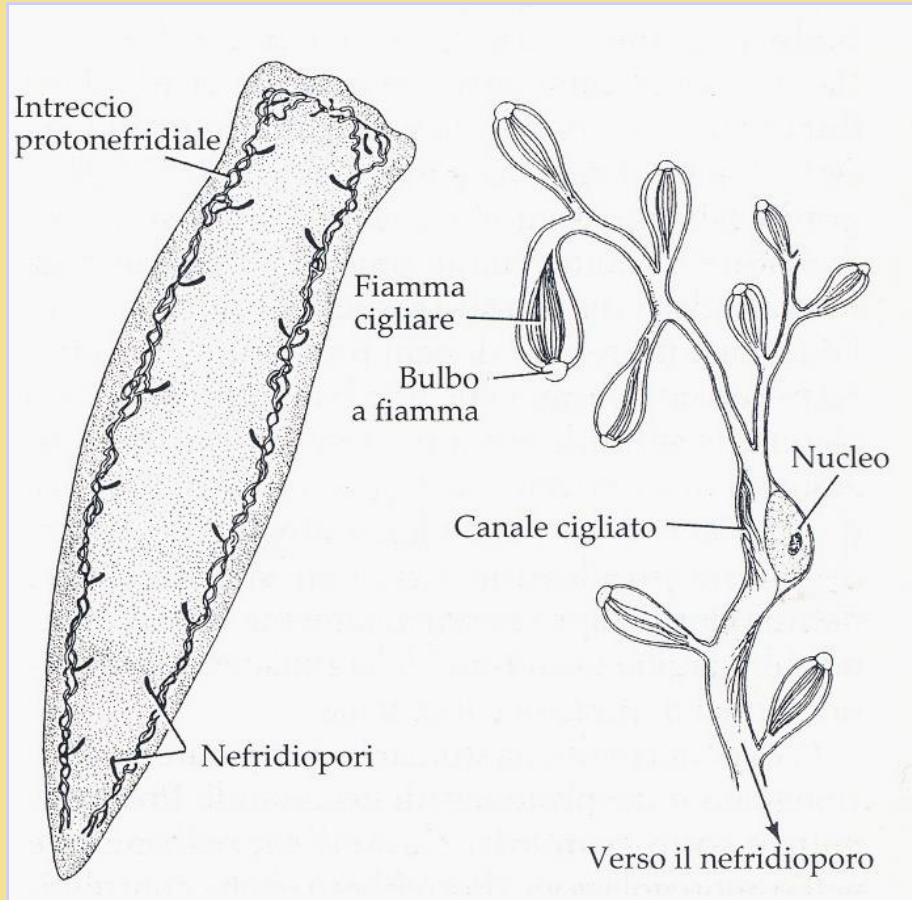
L'**intestino** dei Turbellari è di tipo **incompleto**: manca quindi un vero e proprio ano e il materiale non digerito viene espulso attraverso la bocca.



- I Turbellari più primitivi (**Macrostumulida e Catenulida**) presentano un **intestino sacciforme non ramificato**.
- I **Tricladida** hanno un intestino suddiviso in **tre rami principali**, uno anteriore e due latero-posteriori
- I **Policladida** infine hanno **intestini con diverticoli numerosi laterali** che aumentano la superficie d'assorbimento

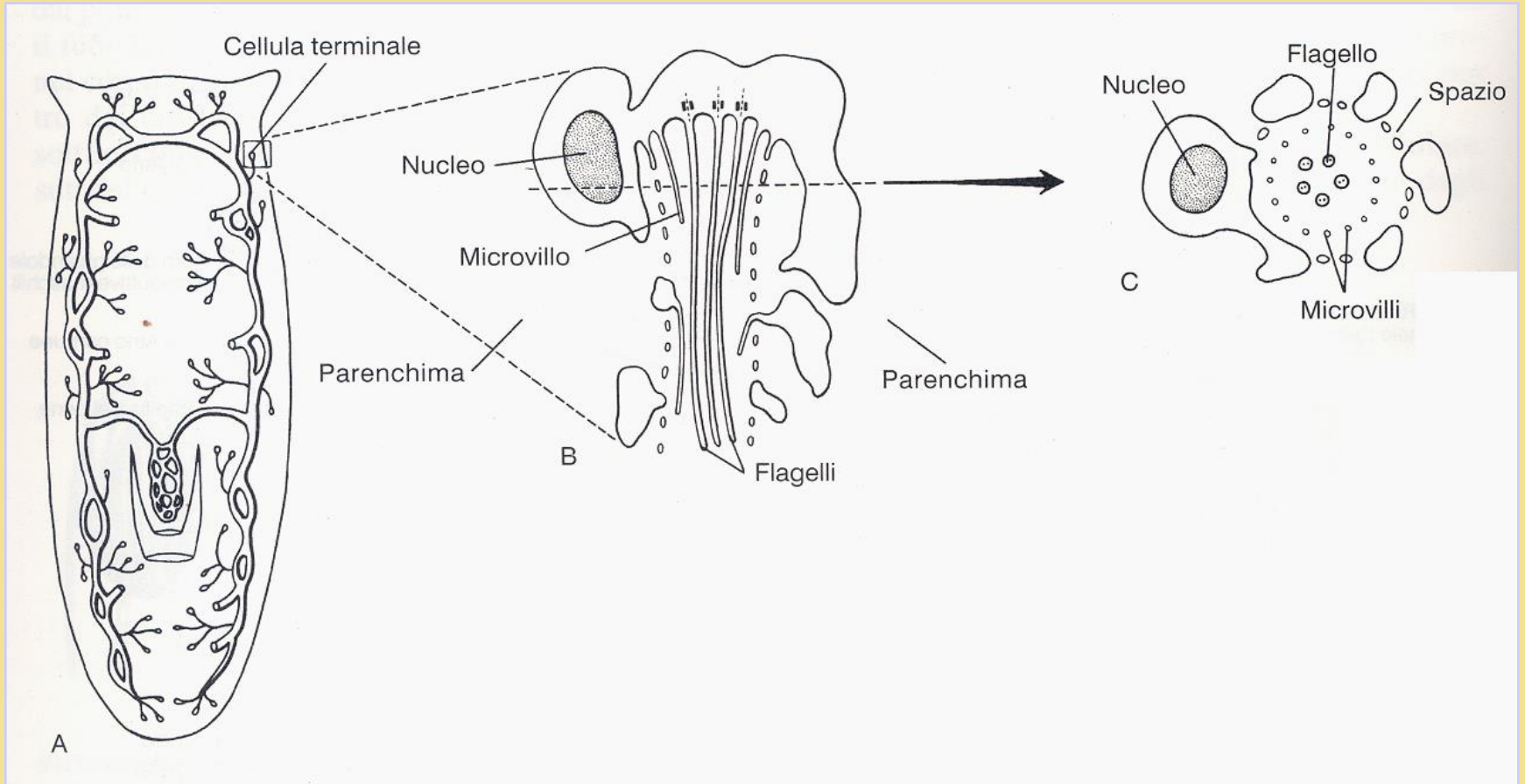
ESCREZIONE

I Turbellari, vivendo in un ambiente acquatico, espellono l'azoto sotto forma di **ammoniaca** che viene emessa principalmente per semplice diffusione attraverso la parete corporea



L'acqua e altre scorie metaboliche sono invece eliminate attraverso i **protonefridi** che terminano con cellule multiciliate dette **cellule a fiamma**.

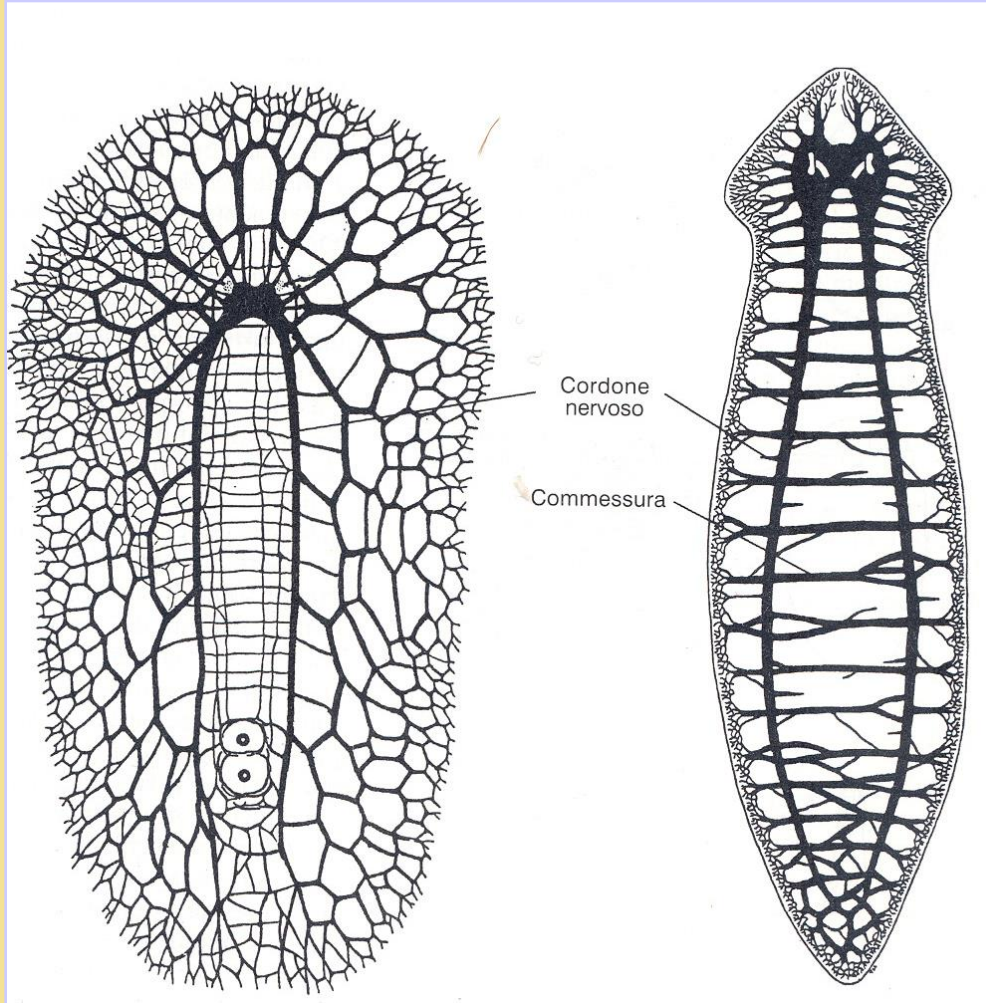
I protonefridi hanno un'ampia distribuzione in virtù della mancanza di un sistema circolatorio



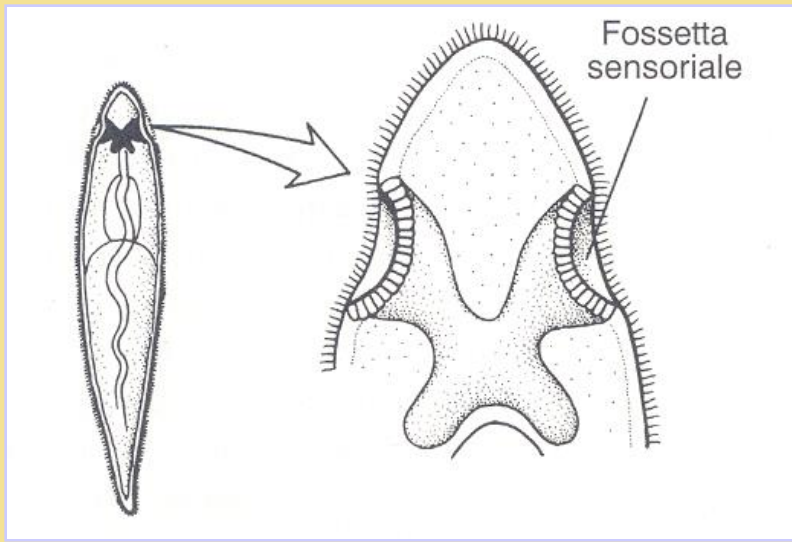
Le forme di acqua dolce hanno più protonefridi e un sistema più complesso di tubuli rispetto alle forme marine

SISTEMA NERVOSO

Per il processo di cefalizzazione vi è un **ganglio cefalico** ben sviluppato (ad eccezione degli aceli)

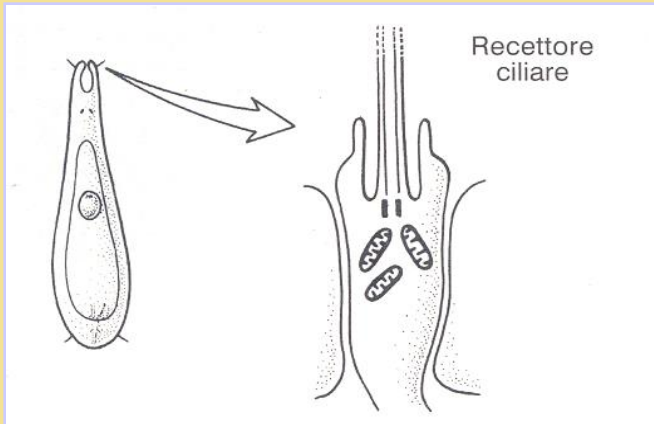
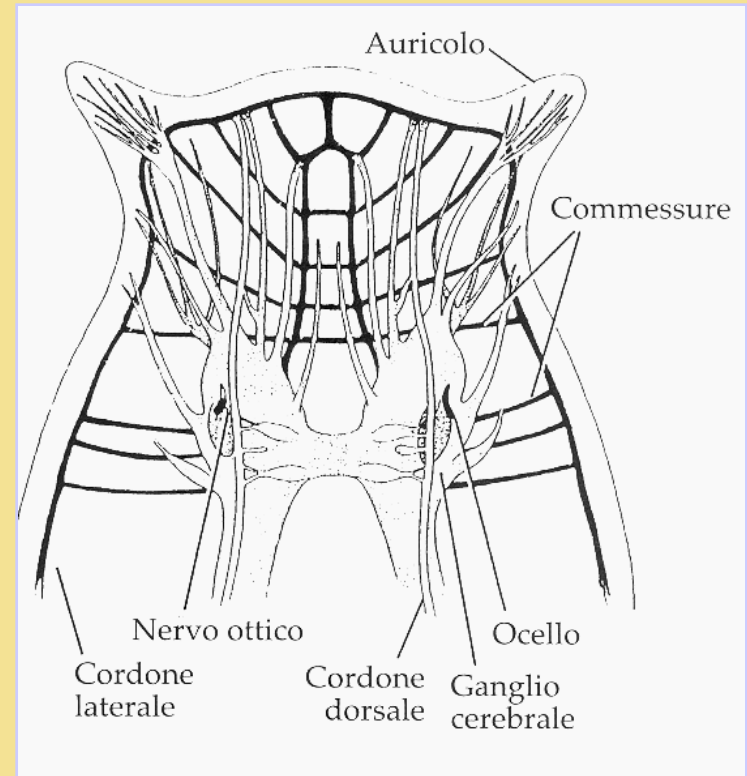


Dal ganglio cefalico (due lobi connessi da una commessura laterale dorsale) partono **cordoni nervosi longitudinali** connessi da commessure trasversali.



I Turbellari possiedono vari **organi di senso**, quasi tutti localizzati nella regione anteriore

Chemiorecettori: coinvolti nel riconoscimento del cibo. In alcuni casi (ad es. nelle planarie d'acqua dolce) sono collocati in processi lembiformi posti sul capo detti **auricoli**



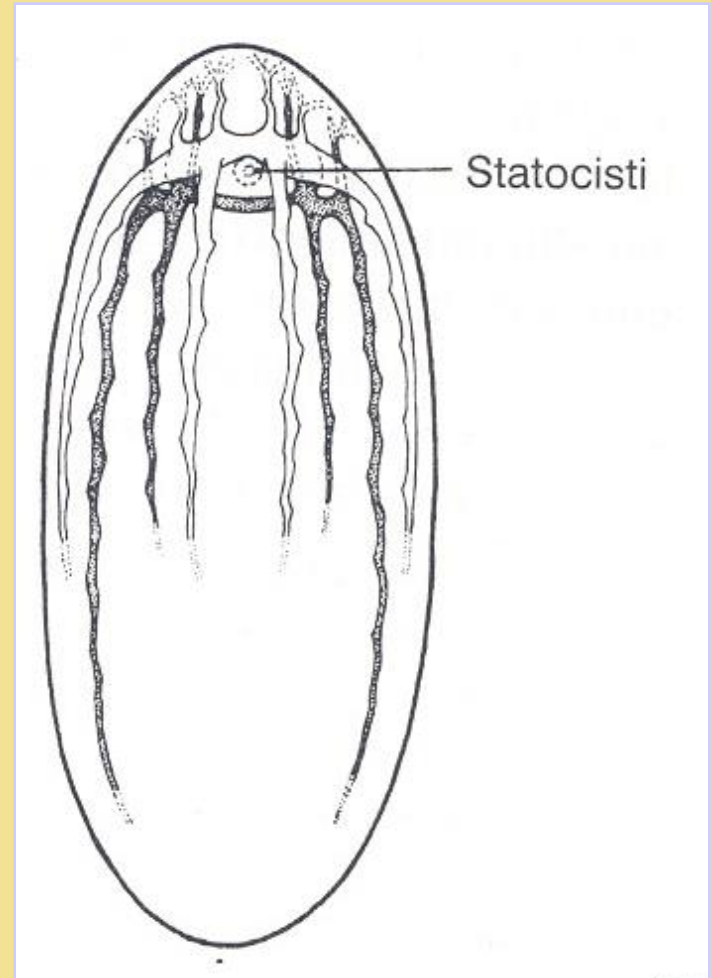
Recettori tattili (**meccanocettori**): si tratta di ciglia, concentrate soprattutto nella regione boccale.

Statocisti:

diffusa nelle forme natanti, serve per percepire le variazioni di pressione e orientarsi rispetto alla gravità. Se presenti sono localizzate nel ganglio cerebrale

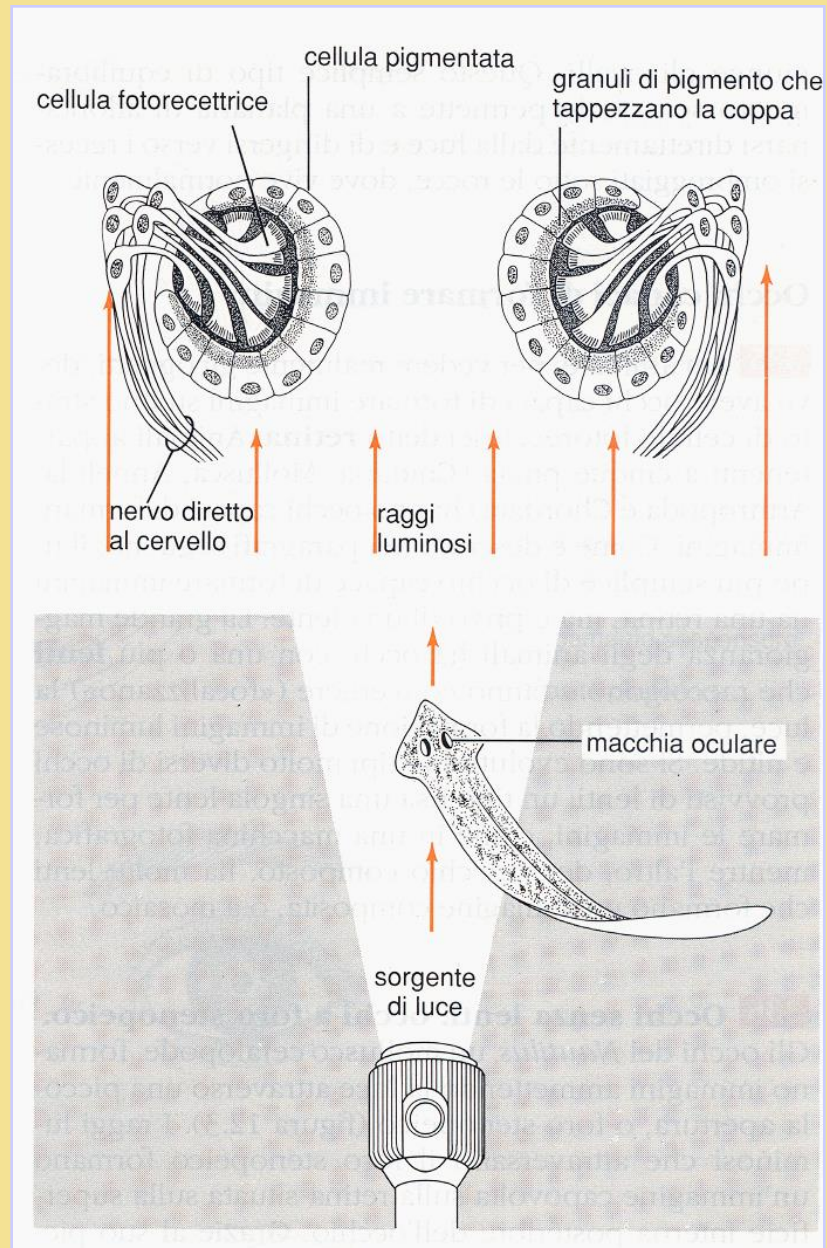
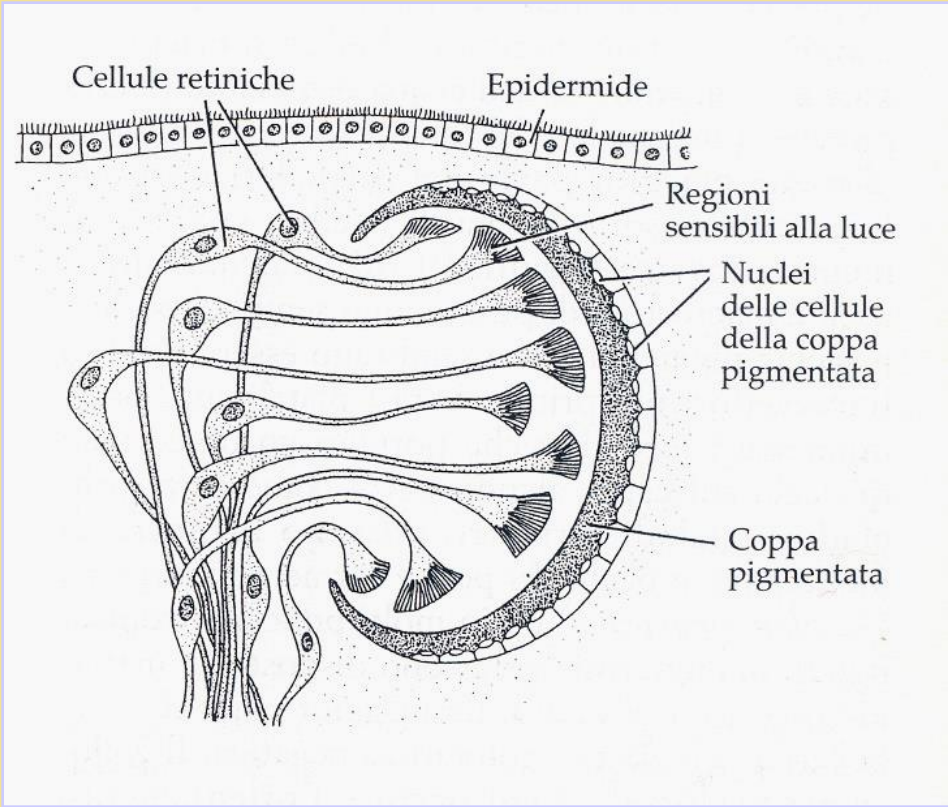
Reorecettori:

posti sui lati del capo,
percepiscono i movimenti
dell'acqua



Fotocettori:

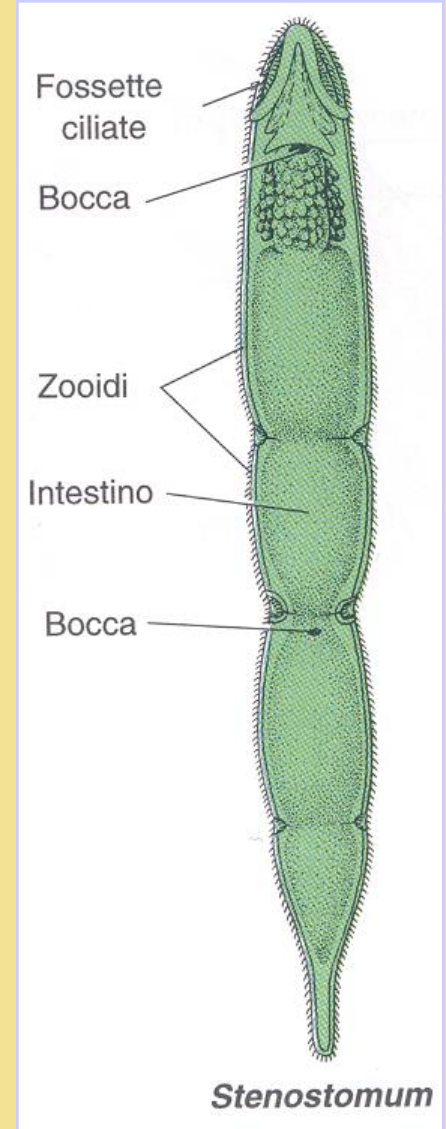
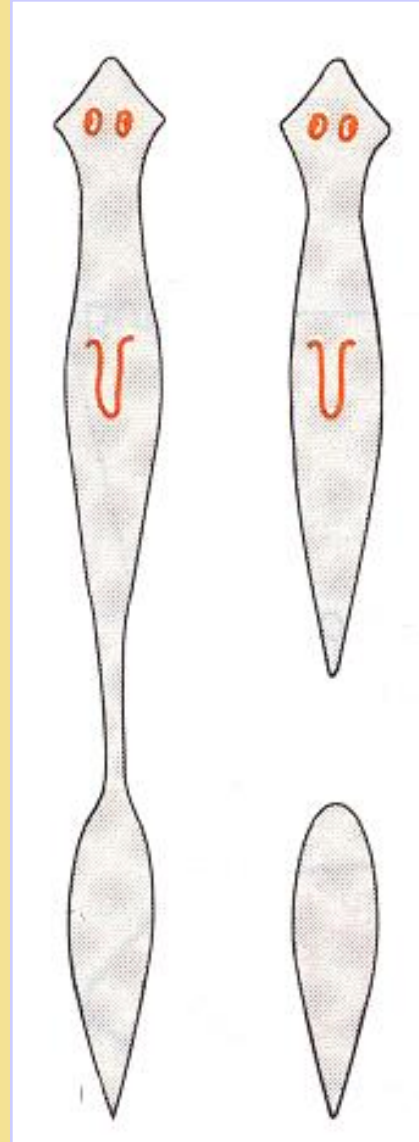
Ocelli a coppa pigmentata inversa o macchie oculari. Normalmente presenti in coppia ma non mancano specie che ne hanno molti. I Turbellaria presentano normalmente un fototropismo negativo.



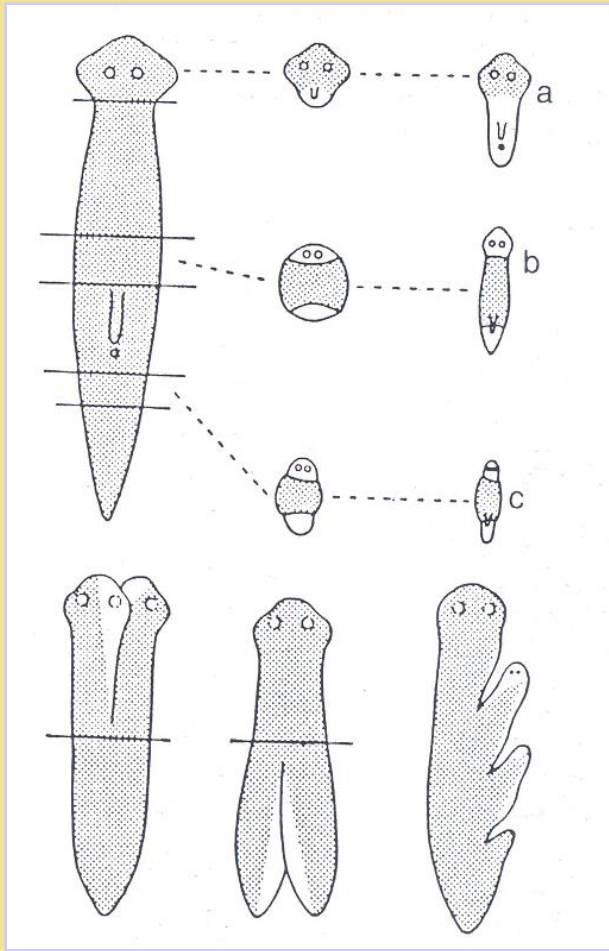
RIPRODUZIONE

I Turbellaria presentano sia riproduzione asexuale sia sessuale.

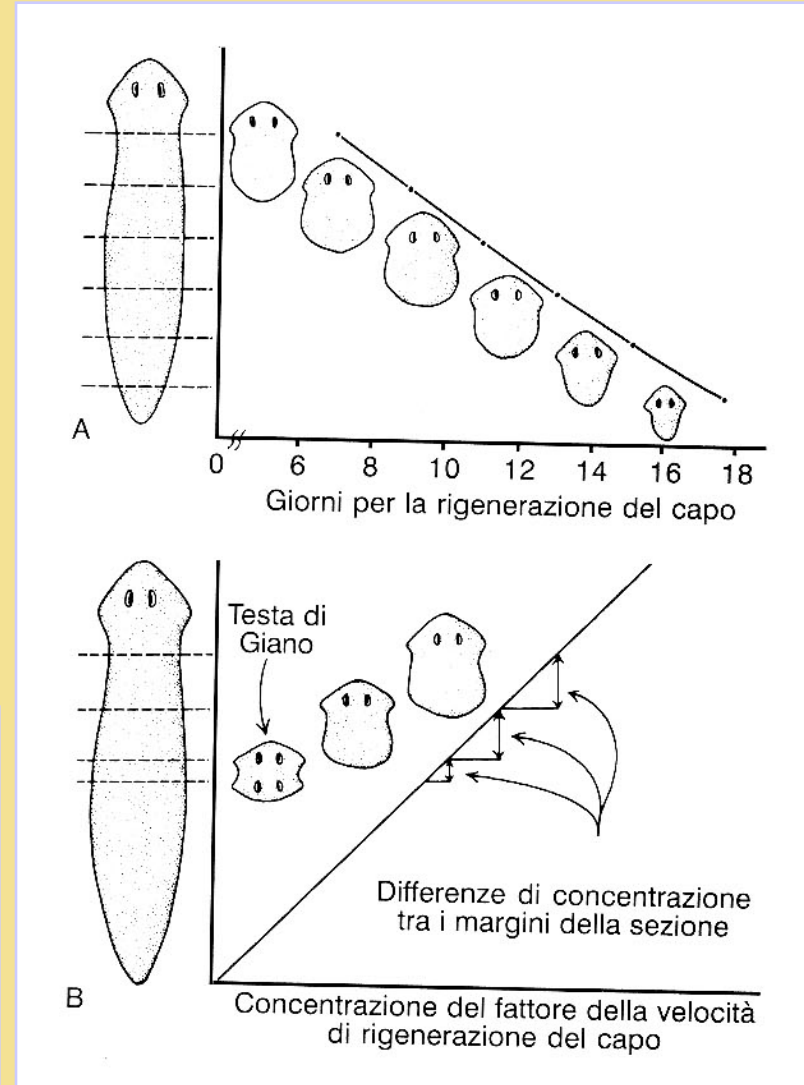
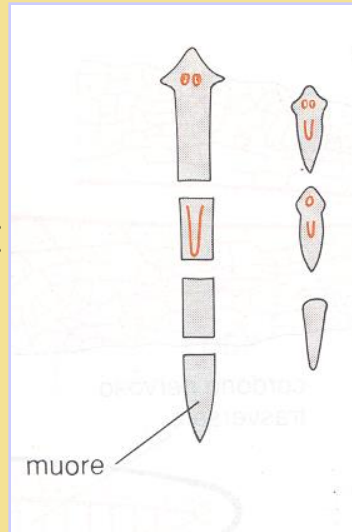
La **riproduzione asexuale** avviene per **scissione trasversale**: normalmente si formano individui **singoli** ma in alcuni casi si hanno **catene di zooidi** (scissione trasversale multipla in catenulidi e macrostomidi).



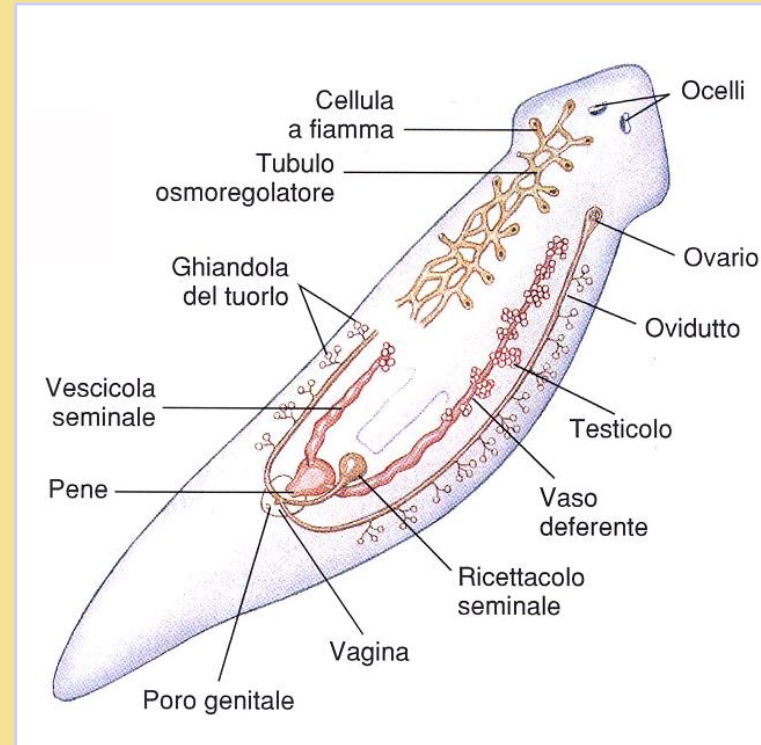
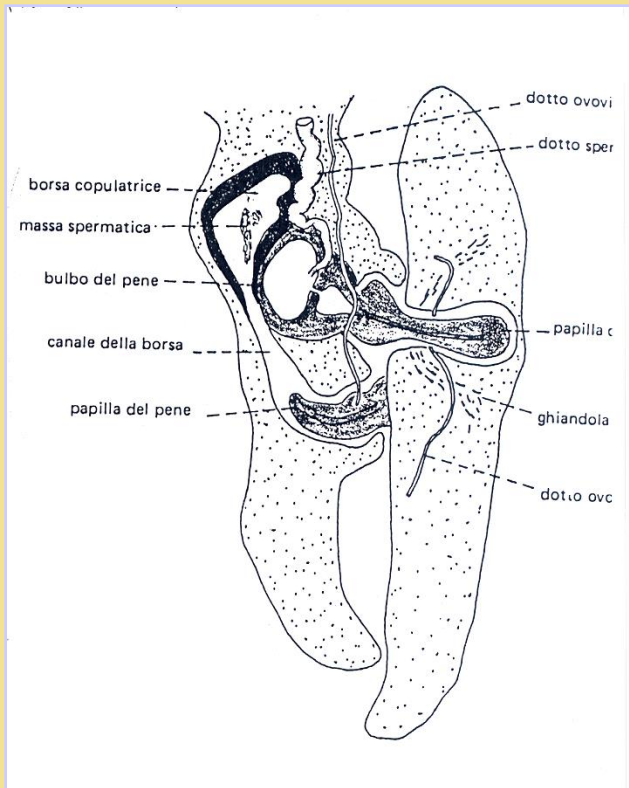
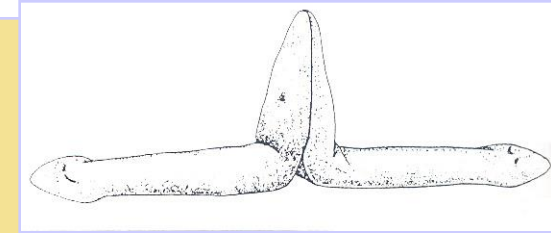
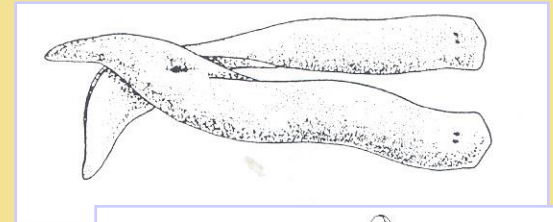
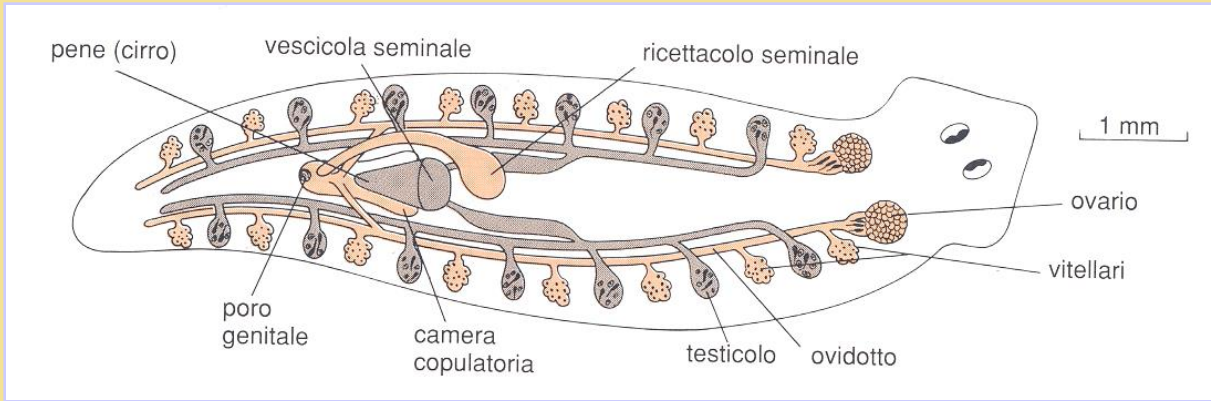
Rigenerazione



Polarità di rigenerazione:
 le regioni mediana ed
 anteriore mostrano
 maggiore efficienza

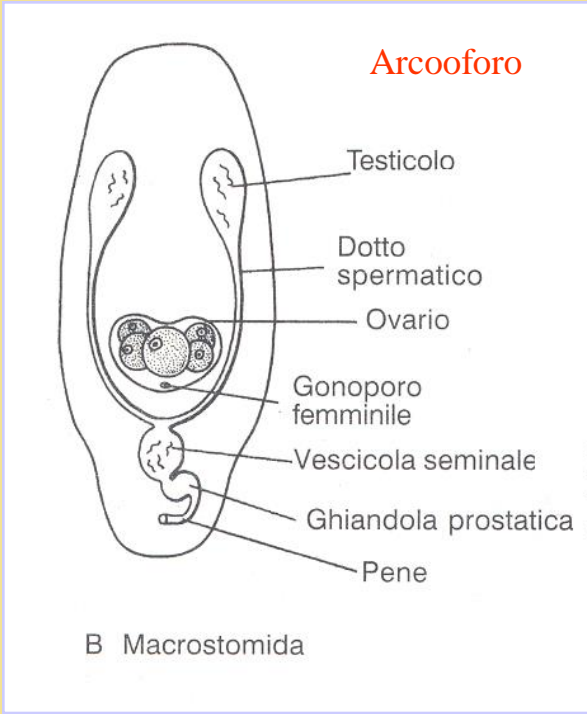


La **riproduzione sessuale** avviene attraverso fecondazione incrociata (anche ipodermica) essendo i Turbellaria ermafroditi non autosufficienti

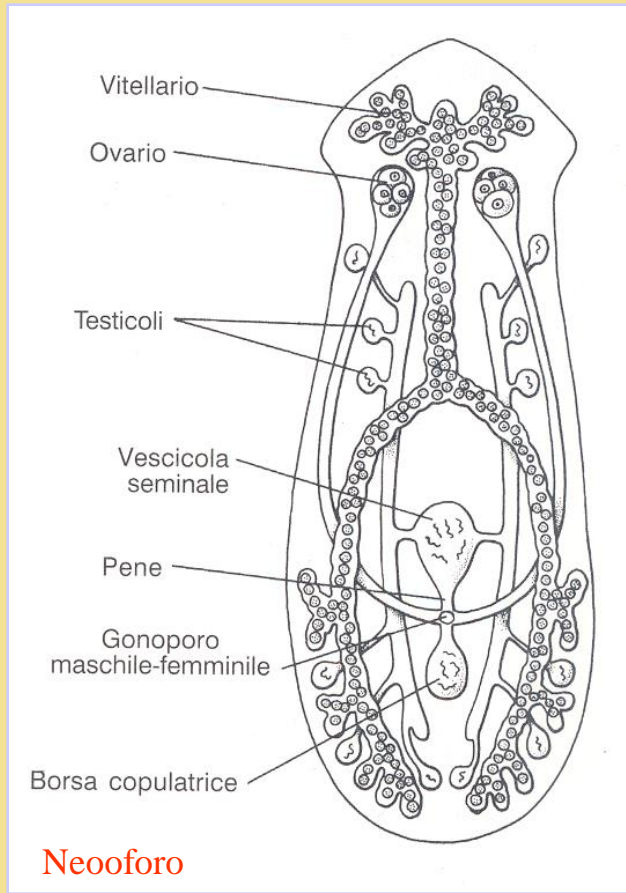


In base all'organizzazione dell'ovario (**germario**), i Turbellaria si suddividono in **Arcoofori** e **Neofori**.

Gli **Arcoofori**, più primitivi, producono uova endolecitiche mediante un **germovitellario**

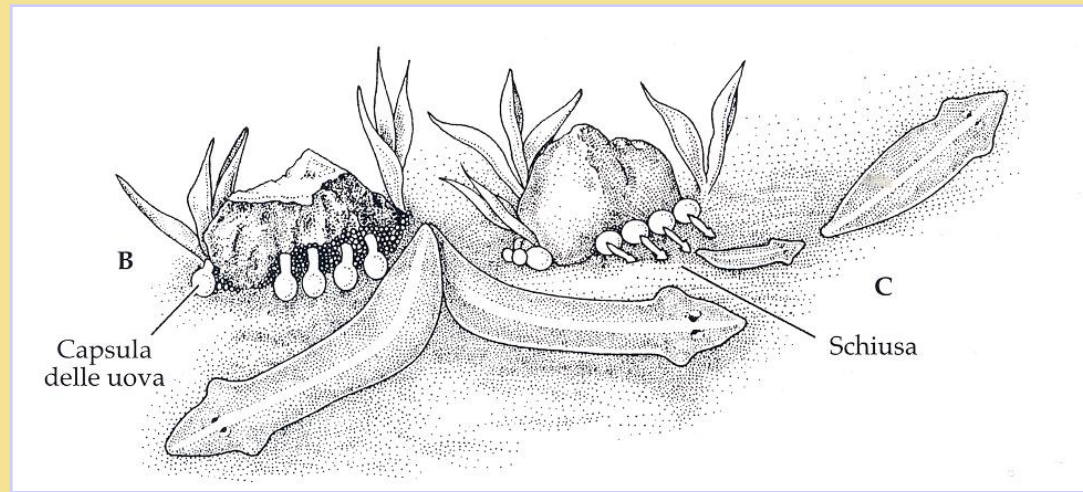


I **Neofori** presentano una ghiandola vitellina (**vitellario**) preposta alla formazione del vitello. L'uovo, lasciato l'ovario, viene ricoperto da cellule vitelline e racchiuso in una capsula.

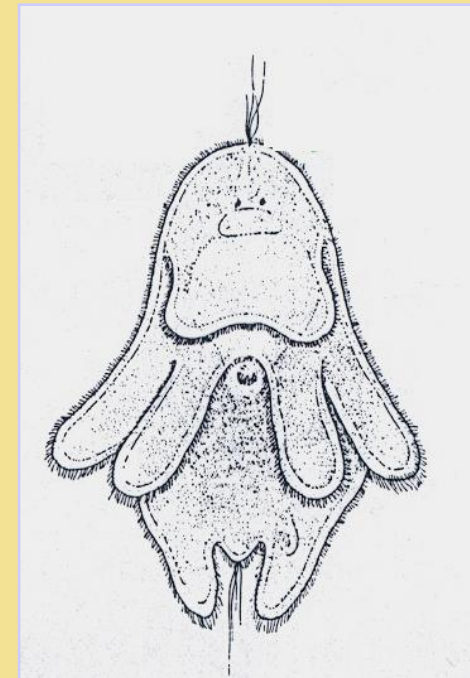


Massarelle di uova di Turbellaria

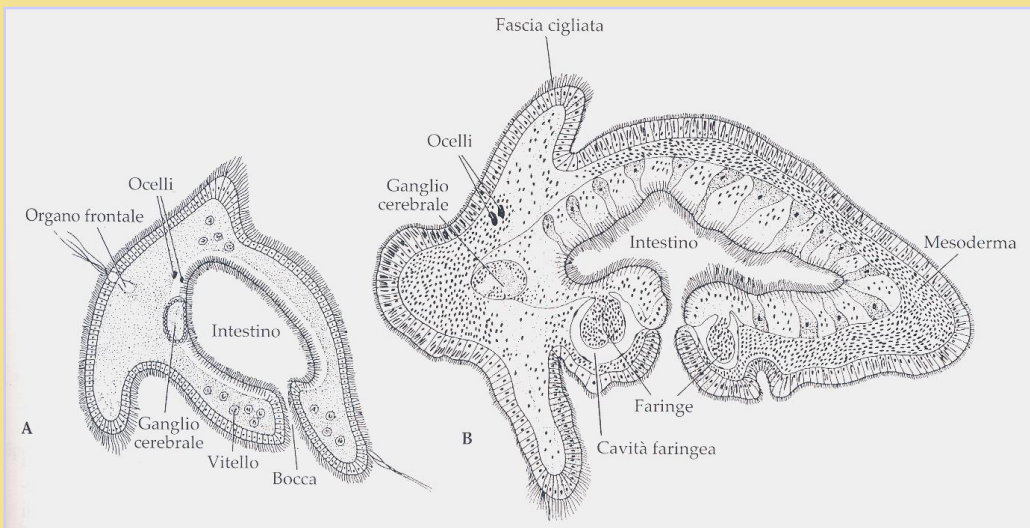
Lo **sviluppo** è di norma **diretto**



Fanno eccezioni alcuni Policlada che presentano uno stadio larvale (**larva di Müller**) che nuota liberamente per alcuni giorni prima di insediarsi sul fondo e metamorfosare.

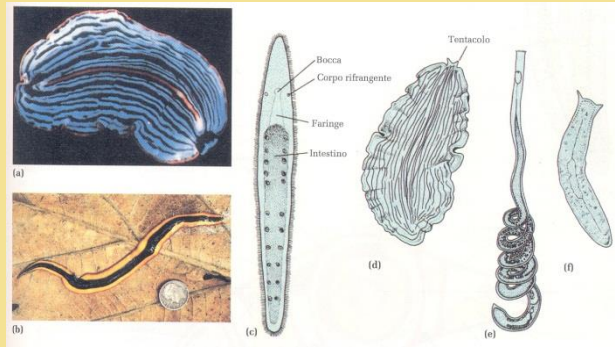


Larva di Muller



Sviluppo dei Policladi

Classificazione



Turbellari Arcoofori (6 ordini)

- **Nemertodermatida**: specie marine di piccole dimensioni. Se presente, faringe di tipo semplice; spermatozoi uniflagellati (car. unico nei Platelminti)
- **Acoela**: specie marine di piccole dimensioni. Faringe semplice, ma intestino assente. Alcuni commensali intestinali di echinodermi.

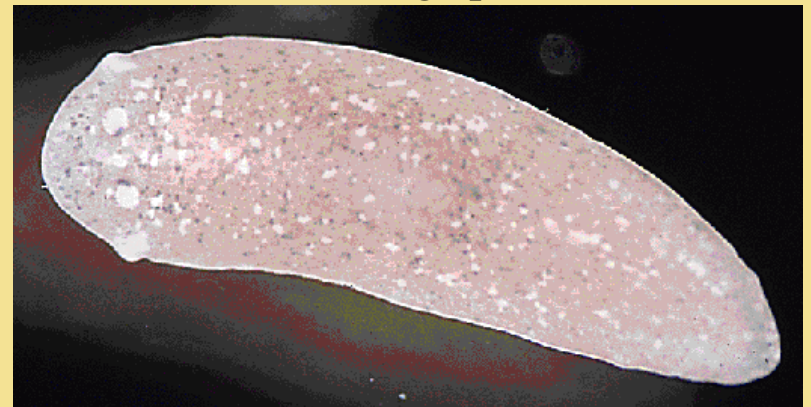


- **Catenulida**: forme d'acqua dolce, rare marine. Faringe semplice e intestino sacciforme
- **Haplopharyngida**: specie marine piccole dotate di proboscide e poro anale deb. sviluppato.
- **Macrostromida**: forme marine e d'acqua dolce. Faringe semplice; intestino sacciforme e ciliato
- **Polycladida**: specie marine. Possono presentare tentacoli. Forme vivacemente colorate. Intestino centrale con varie ramificazioni. Faringe plicata. Occhi numerosi.



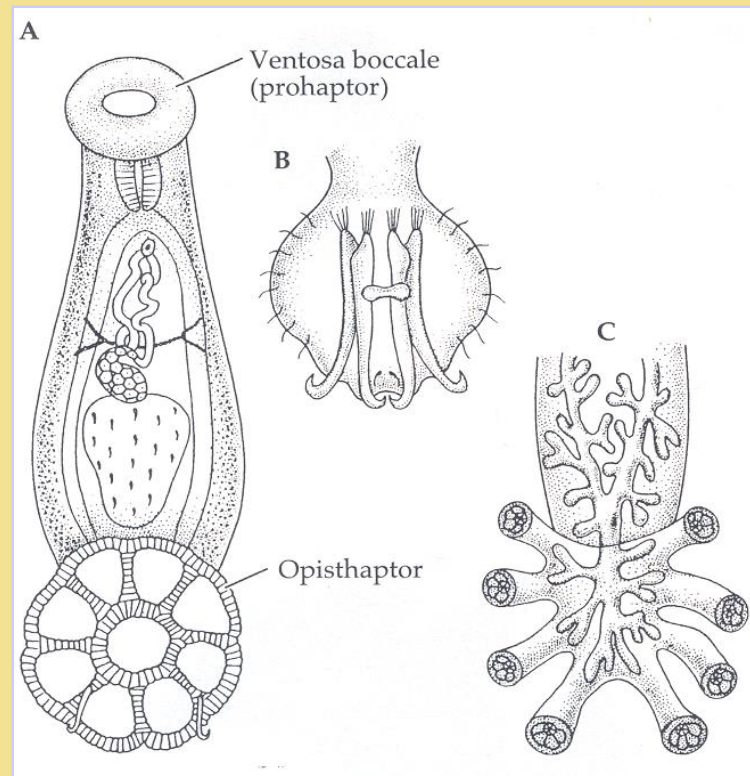
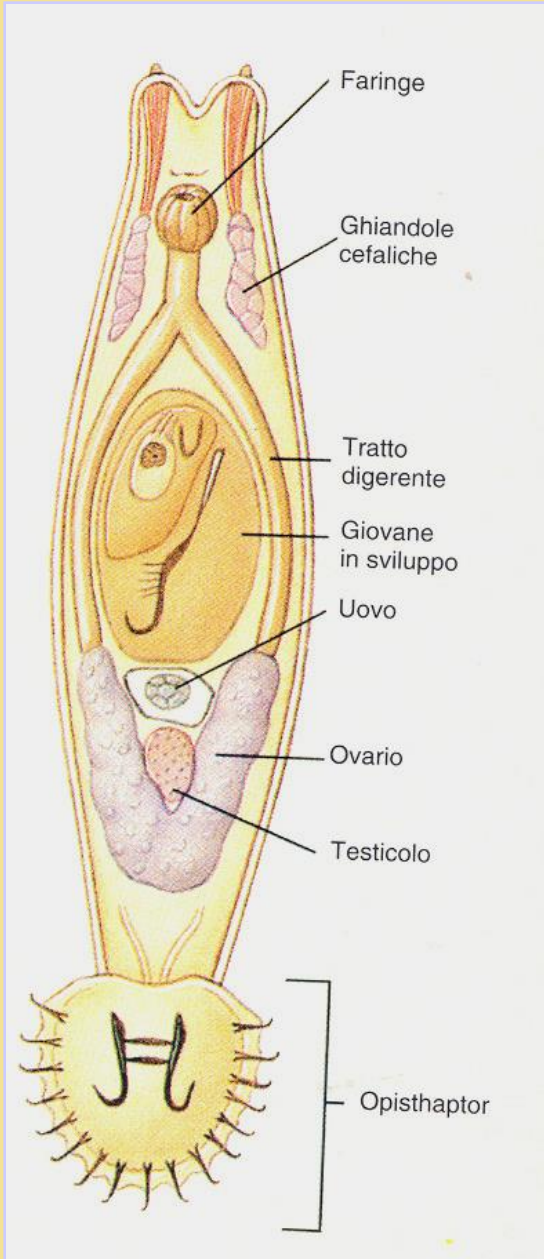
Turbellari Neofori (6 ordini)

- **Lecithoepitheliata:** forme marine e d'acqua dolce. Bocca posizionata anteriormente; faringe complessa. Intestino semplice. Uova intermedie tra ecto- ed endolecitiche.
- **Polecithophora:** forme piccole d'acqua dolce o marine. Faringe plicata o bulbosa; intestino semplice
- **Proseriata:** forme marine interstiziali. Faringe plicata o bulbosa; intestino semplice.
- **Temnocephalida:** commensali o parassiti di crostacei, molluschi e tartarughe. Disco adesivo su porzione ventrale. Prominenze digitiformi sul margine anteriore. Ora sottord. Rhabdocoela.
- **Rhabdocoela:** gruppo numeroso di specie marine e dulciacquicole, con faringe bulboso e intestino semplice. La bocca può essere in posizione mediana con faringe perpendicolare al corpo (sottord. Typhlopanoidea), in posizione anteriore con faringe parallelo al corpo (sottord. Dalyelloidea) o con faringe bulboso protusibile e munito di uncini (sottord. Kalyptorhynchia)
- **Tricladida:** di dimensioni grandi, marini, d'acqua dolce e terricoli. Faringe plicata, tubulare e diretta posteriormente. Intestino diviso in tre rami.

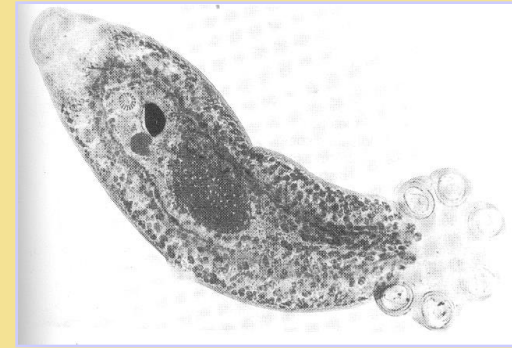




MONOGENEA



1.100 specie



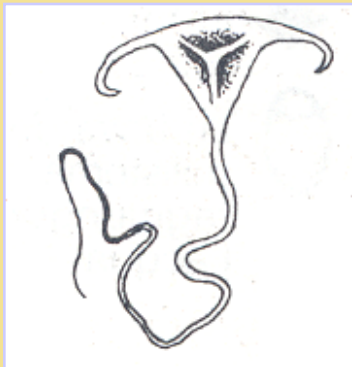
Organismi **ectoparassiti** (si trovano principalmente **su vertebrati acquatici**) caratterizzati da un organo adesivo anteriore (**prohaptor**) e uno posteriore (**opisthaptor**). Il primo è formato da due strutture adesive ai lati della bocca, l'altro include più ventose sviluppate e dotate di uncini.

ALIMENTAZIONE

La faringe secerne una **proteasi** che digerisce la pelle dell'ospite permettendo al parassita di nutrirsi di sangue o detriti cellulari. Altri invece raschiano muco e cellule superficiali dall'ospite.

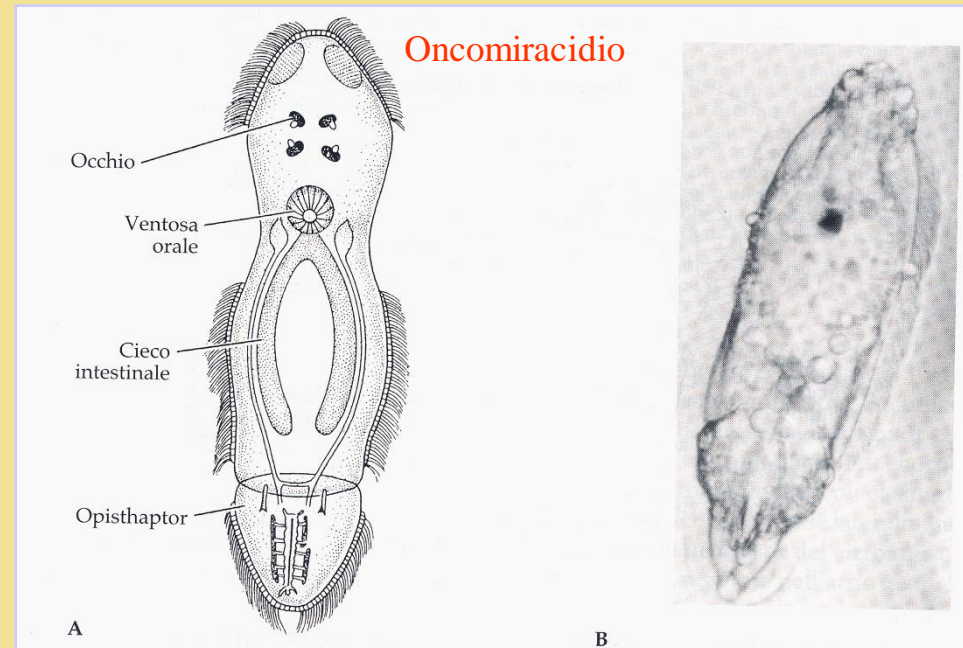
RIPRODUZIONE

Presentano **solo riproduzione sessuale** e hanno cicli semplici che comprendono **un solo ospite**. Lo sviluppo non è mai diretto, ma si passa per uno **stadio larvale** detto **oncomiracidio**



Capsula dell'uovo

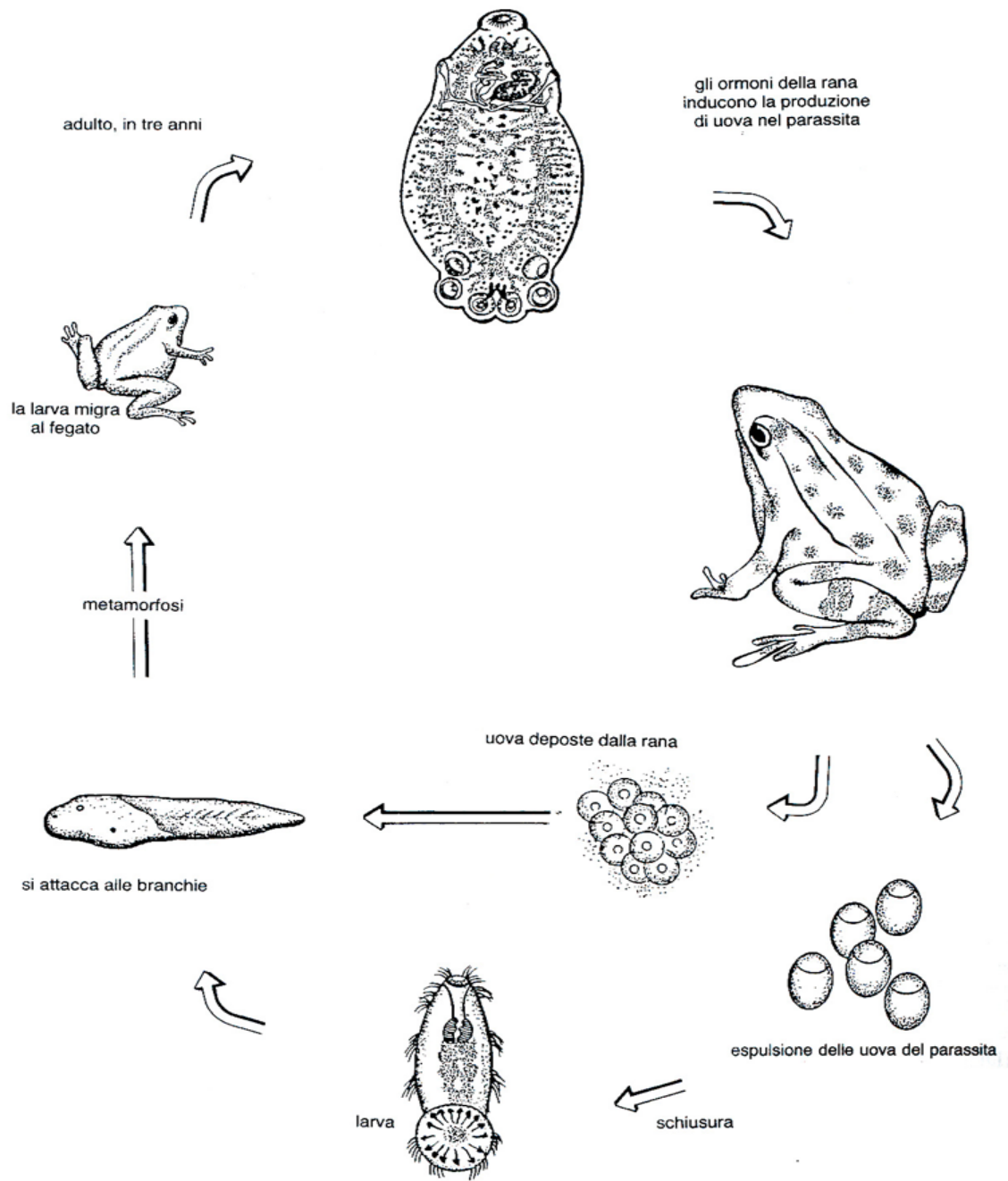
Anche i Monogenea sono ermafroditi non autosufficienti con fecondazione incrociata



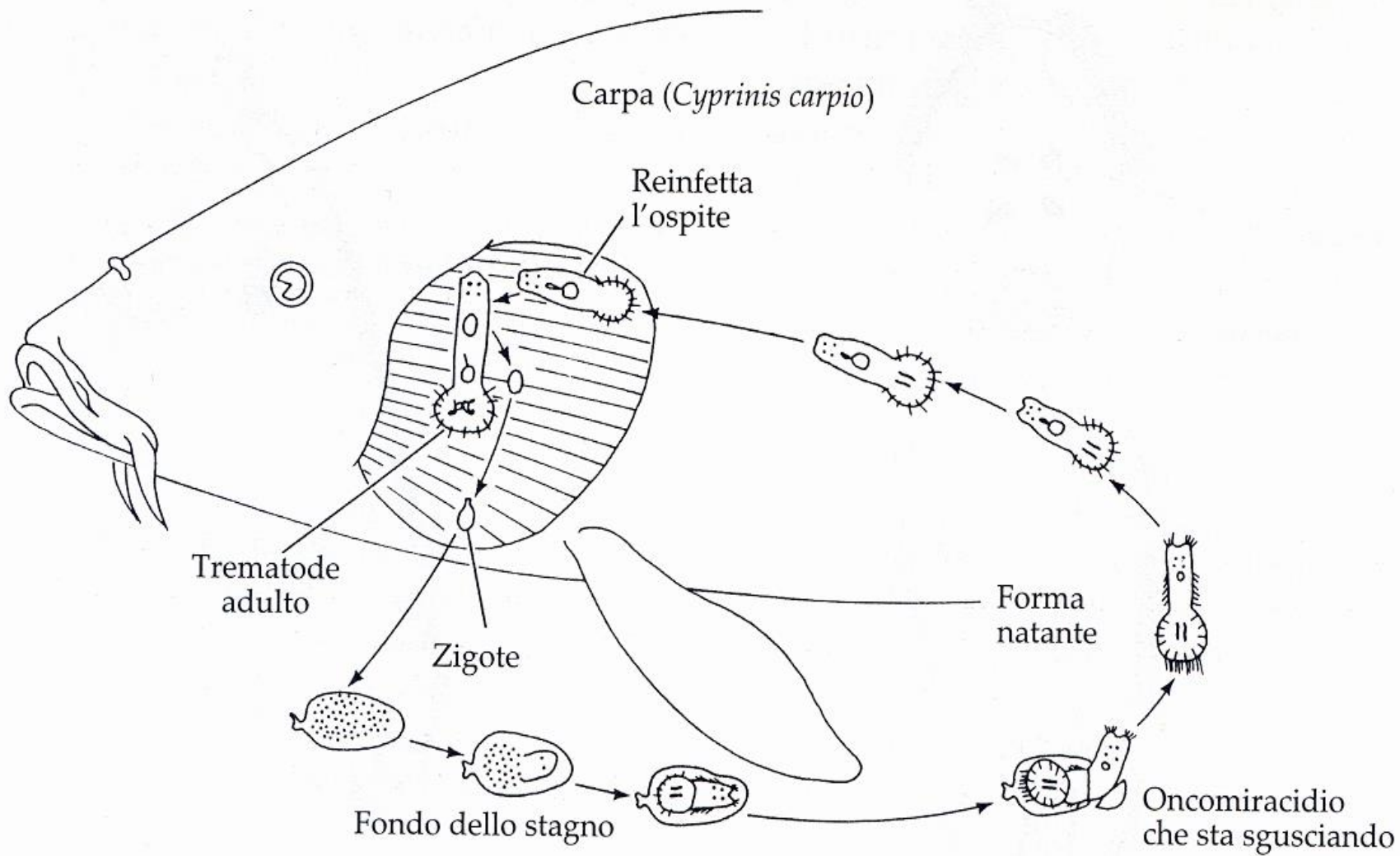
Oncomiracidio

A

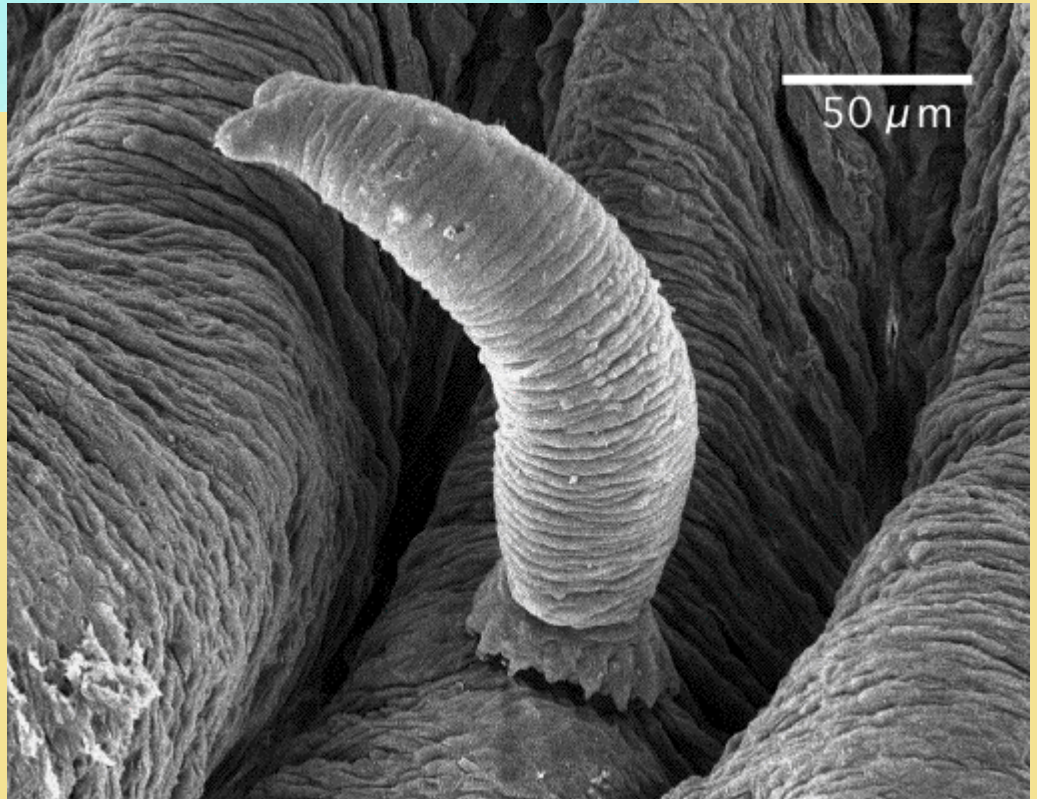
B



Ciclo vitale di *Polystomum integerrimum*



Ciclo vitale di *Dactylogyrus vastator*



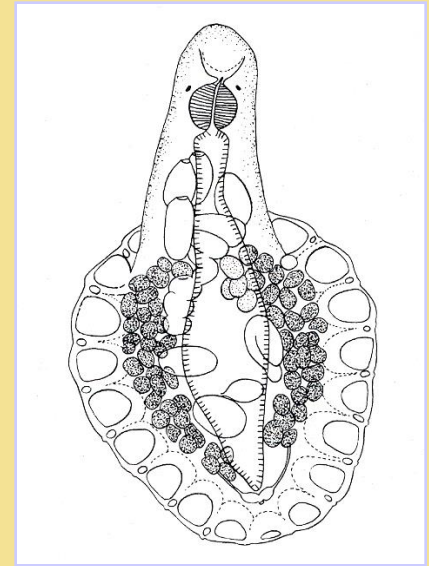
TREMATODA

Platelminti **endoparassiti di vertebrati**, uomo compreso.

La maggior parte presenta un ciclo con due ospiti.

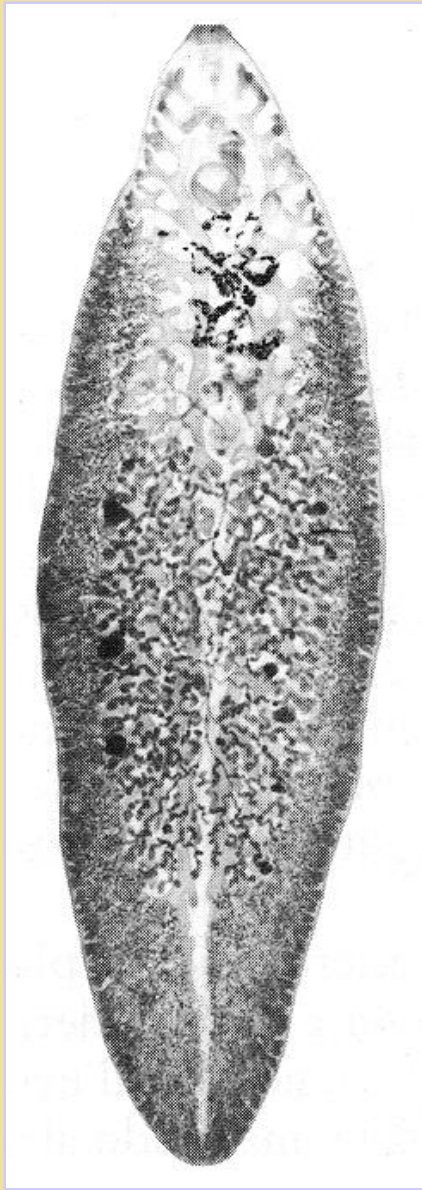
Tegumento con cellule affossate nel mesenchima ma con estensioni citoplasmatiche superficiali.

Esistono due sottoclassi: la più conosciuta è quella dei **Digenea** (di importanza sanitaria e pericolosi per l'uomo) mentre quella degli **Aspidogastrea** è ancora poco conosciuta.



Aspidogastreo

Quest'ultima comprende poche specie caratterizzate dall'organo adesivo che può essere composto da una **singola ventosa settata** o da una **serie longitudinale di ventose** (endoparassiti nell'intestino di pesci e rettili e nelle cavità pericardiche di molluschi bivalvi)

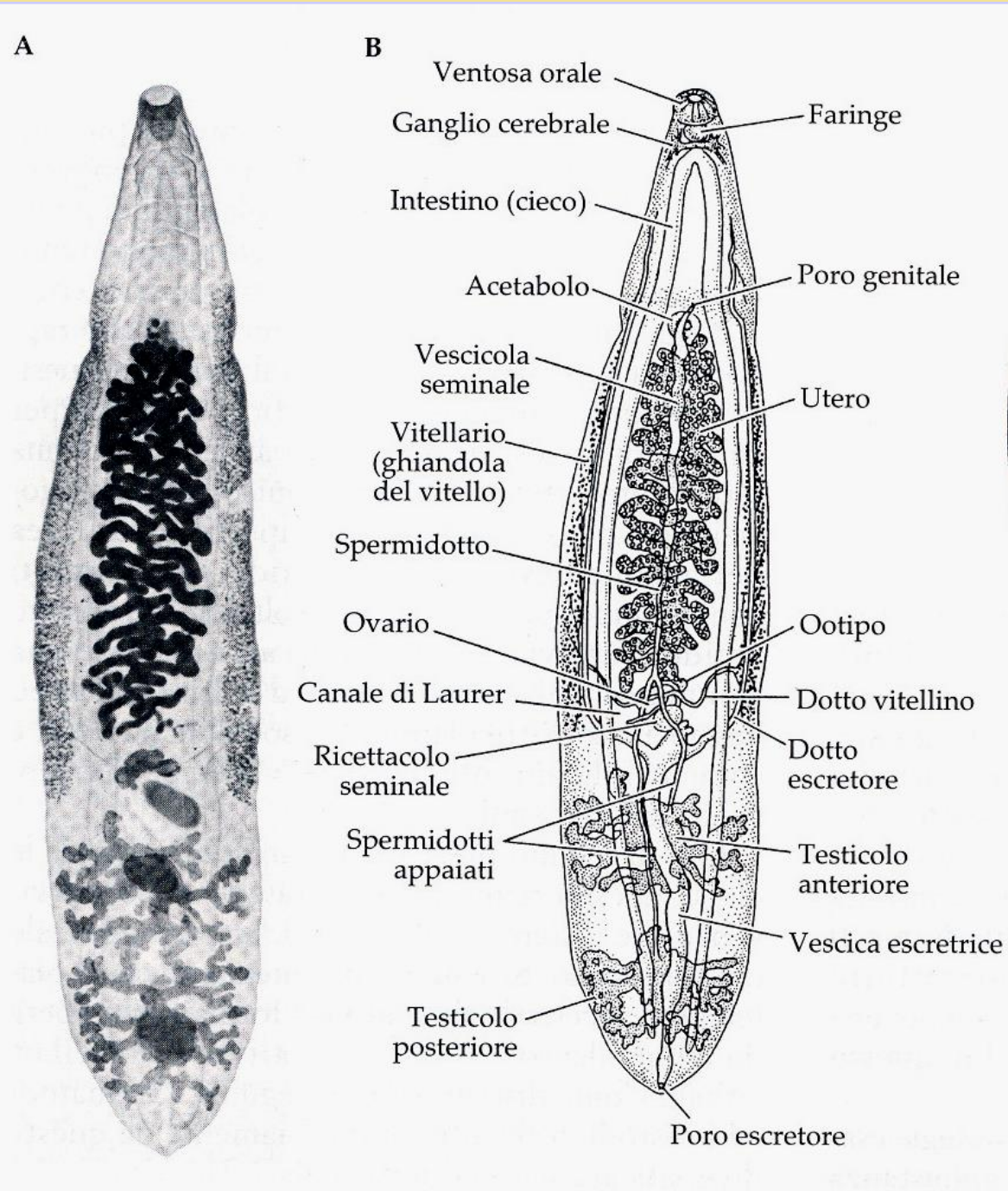


Fasciola hepatica

Digenea

- 11.000 specie
- corpo appiattito dorso-ventralmente
- **ventosa orale** e a volte anche una **ventrale** in posizione più o meno mediana:

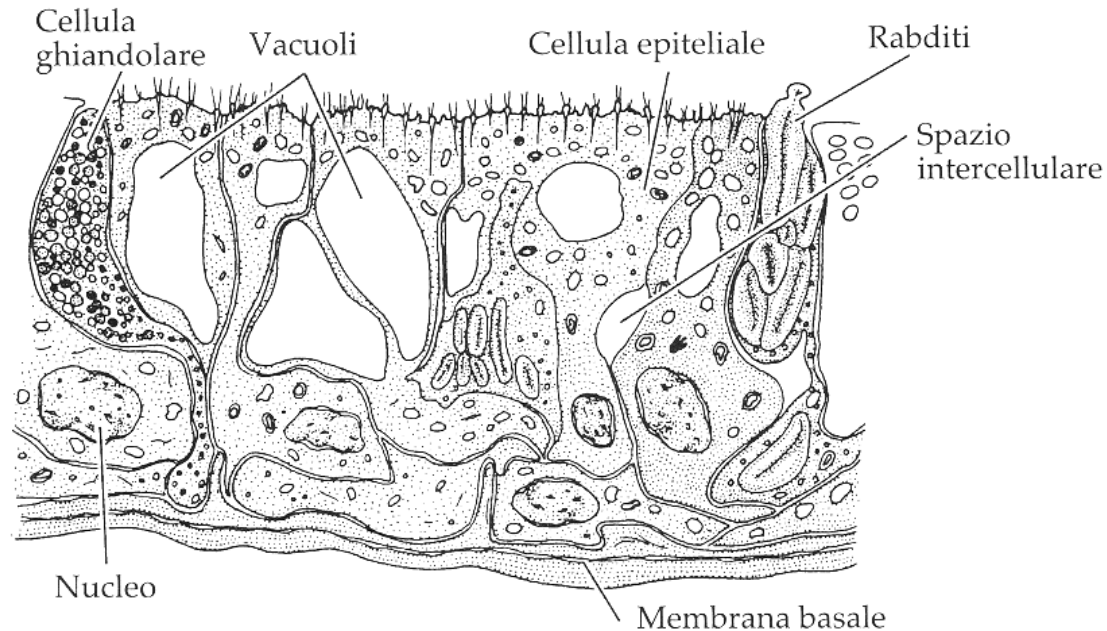
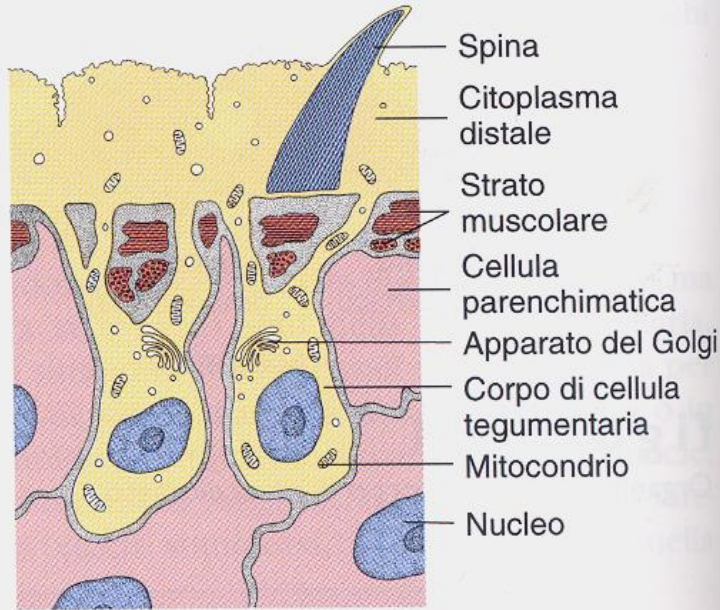
Le ventose prevengono lo sloggiamiento e la ventosa orale facilita anche l'alimentazione.



Digenea

Corpo rivestito da un **tegumento** formato da un **sincizio citoplasmatico** che poggia su strati consecutivi di muscoli circolari, longitudinali e diagonali.

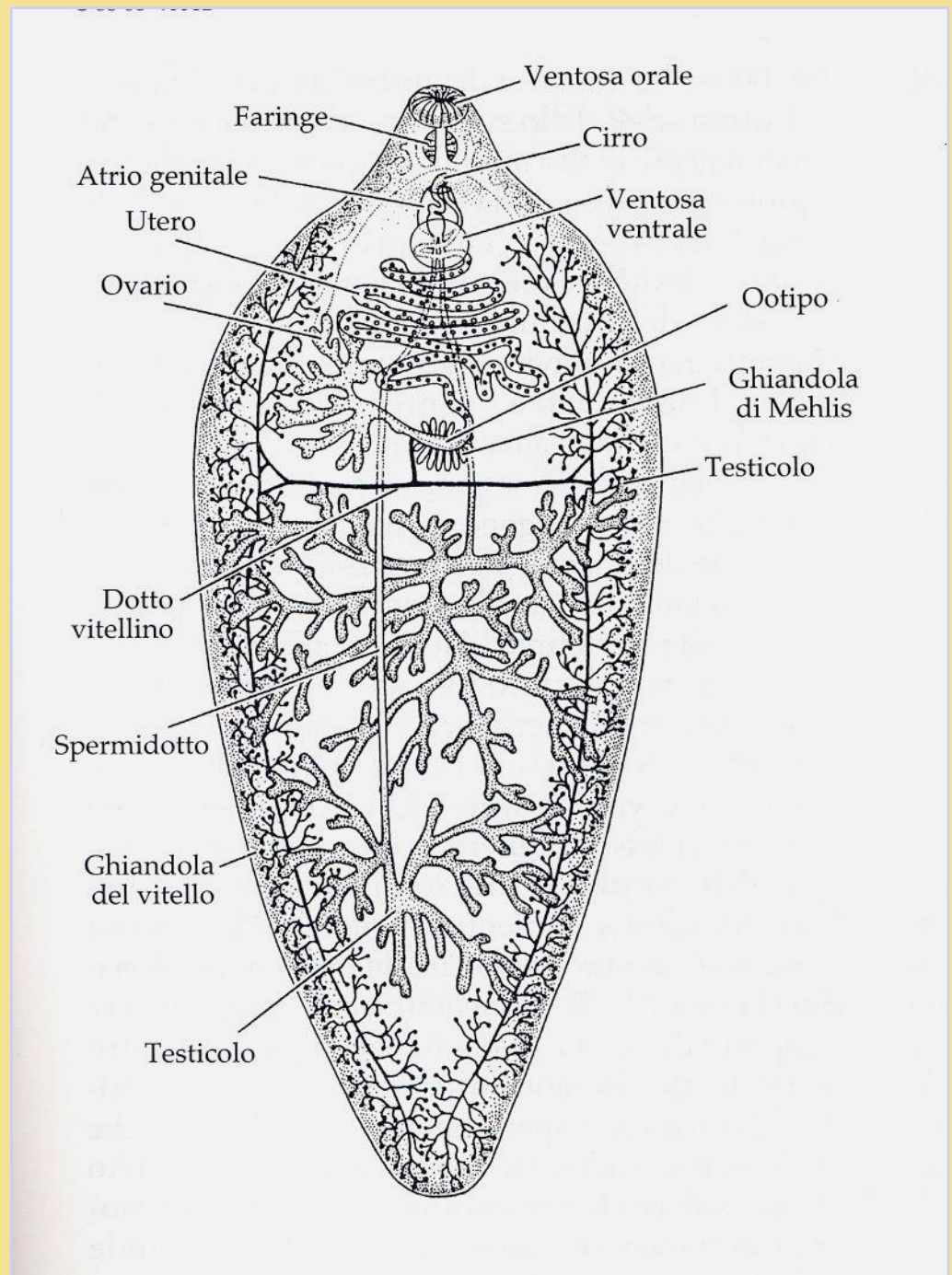
Il tegumento assicura protezione, è la sede degli scambi gassosi, dell'assorbimento di glucosio e amminoacidi negli endoparassiti intestinali e dell'eliminazione delle scorie azotate (supporta i protonefridi)



Confronto tra tegumento di *Fasciola hepatica* ed epidermide di un turbellario

Riproduzione

Sempre **ermafroditi non autosufficienti** nonostante l'autofecondazione sia a volte presente.



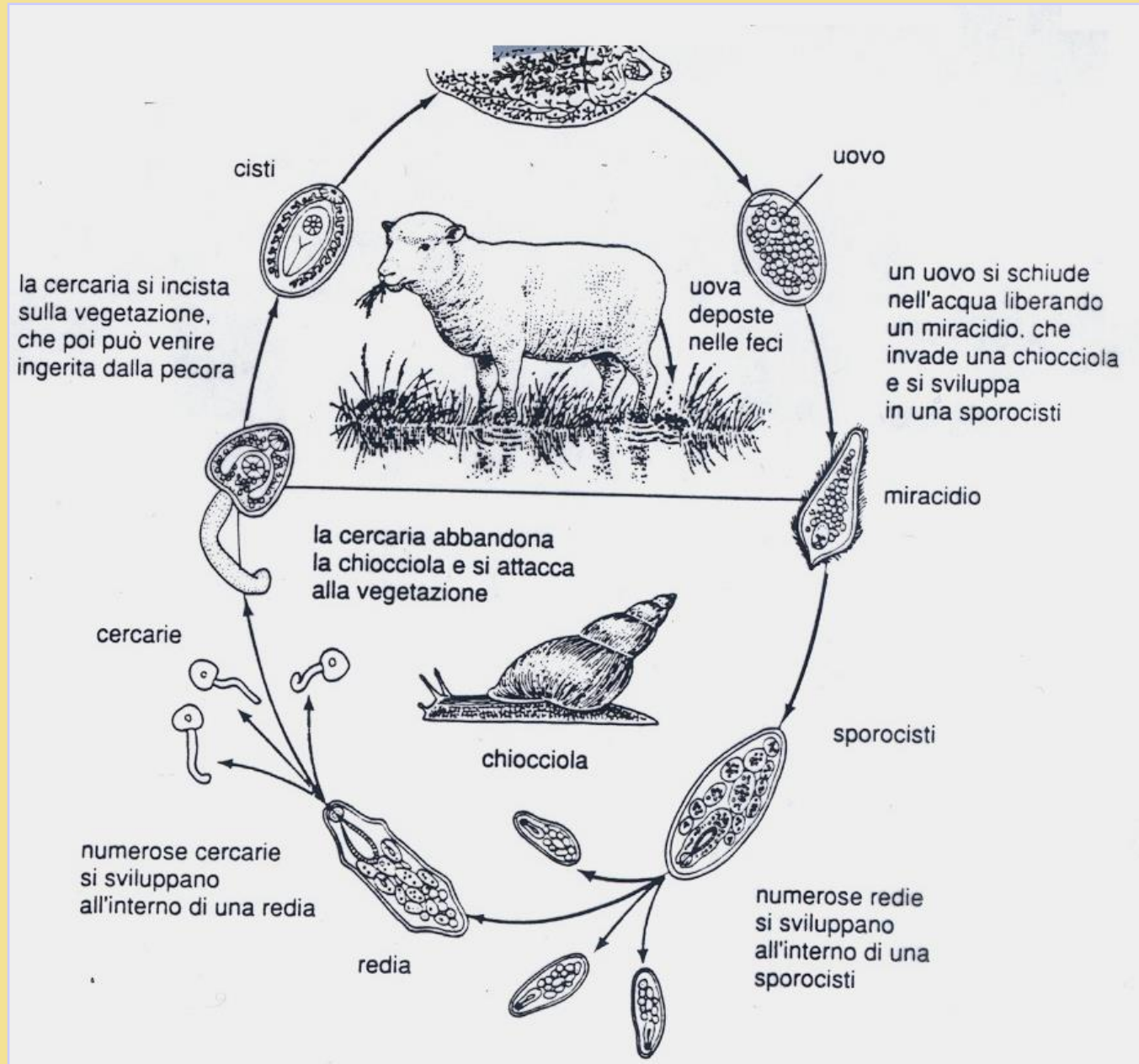
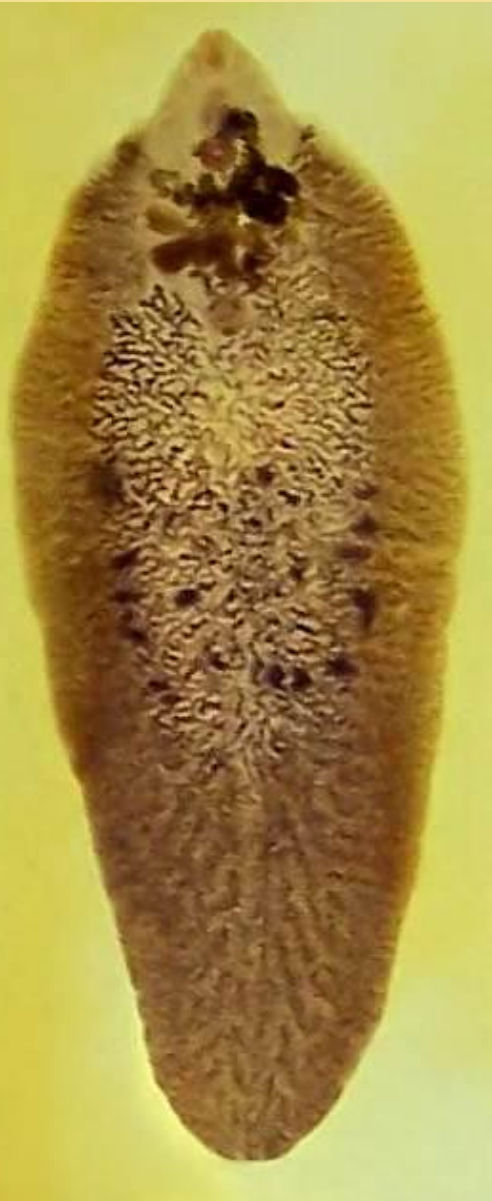
L'unica eccezione all'ermafroditismo è caratterizzata da alcune specie dioiche appartenenti al genere *Schistosoma*.

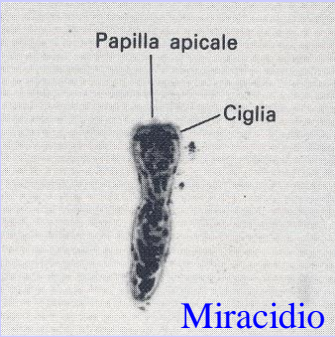
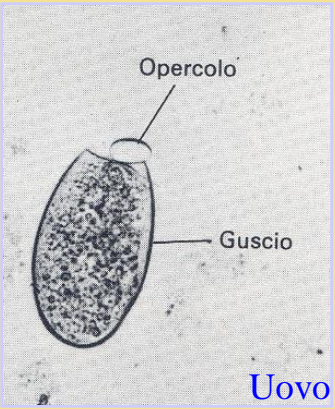
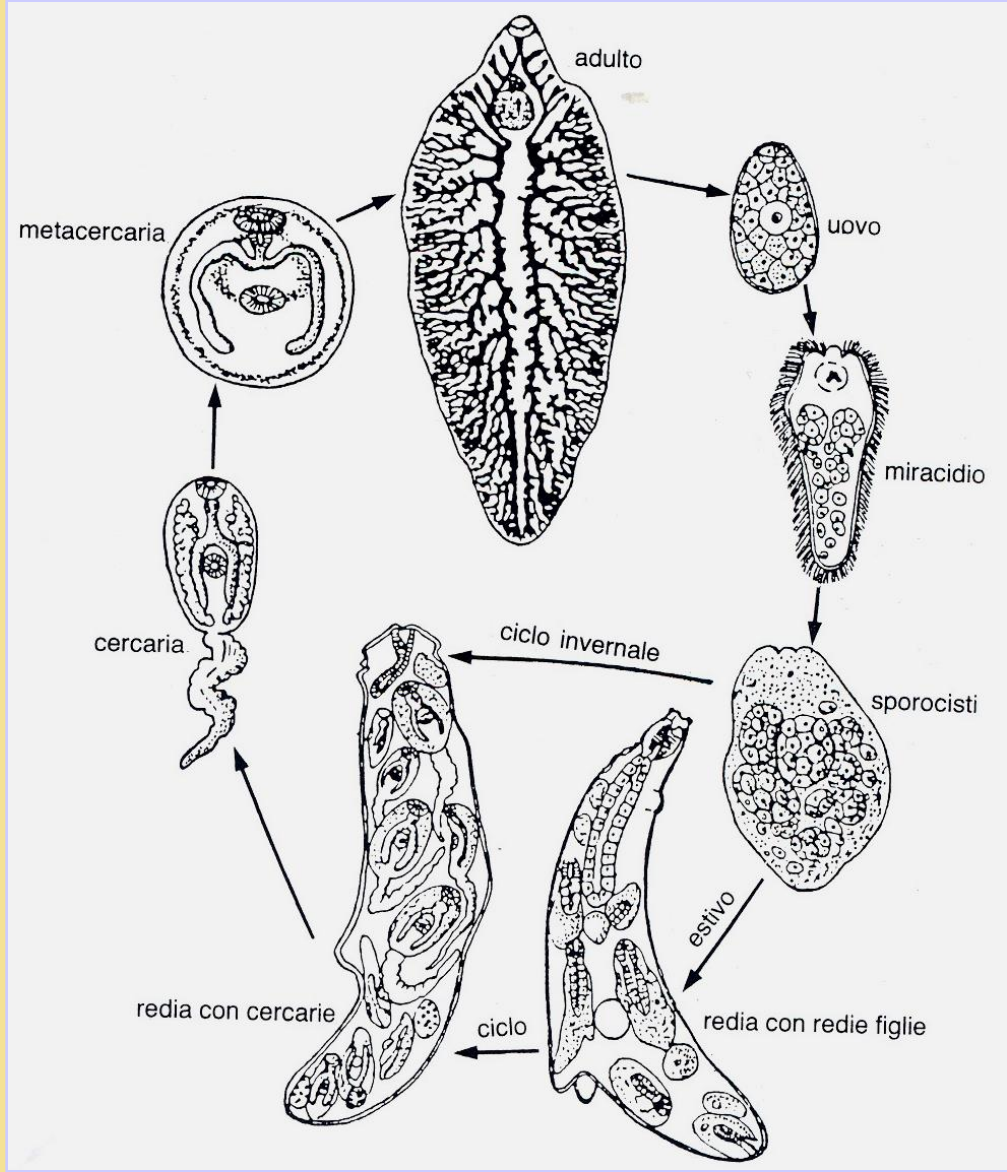
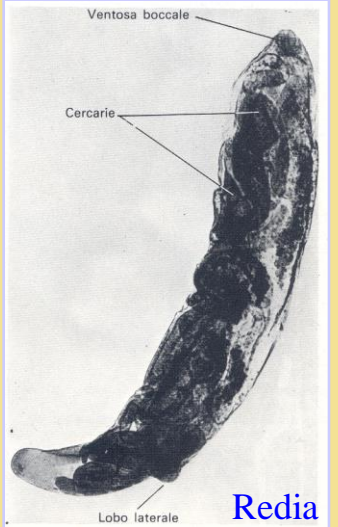
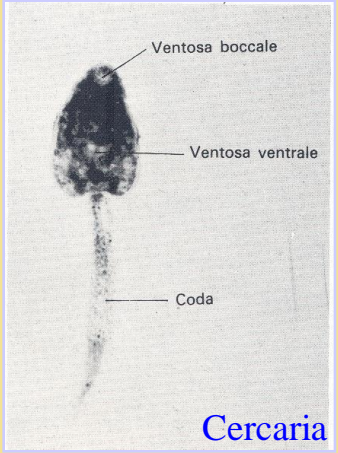


Copula di *Schistosoma japonica*

Nei Digenea fenomeno dell'**amplificazione larvale**: il primo stadio larvale (**miracidio**) presenta molte generazioni asessuali che si sviluppano in **redie** che a loro volta producono un'altra forma larvale (**cercaria** o **metacercaria**). In questo modo da un solo uovo hanno origine molti individui.

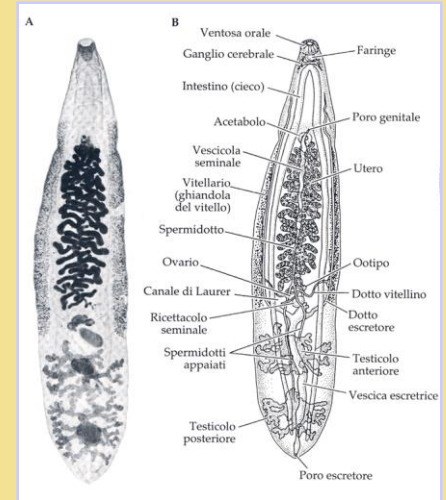
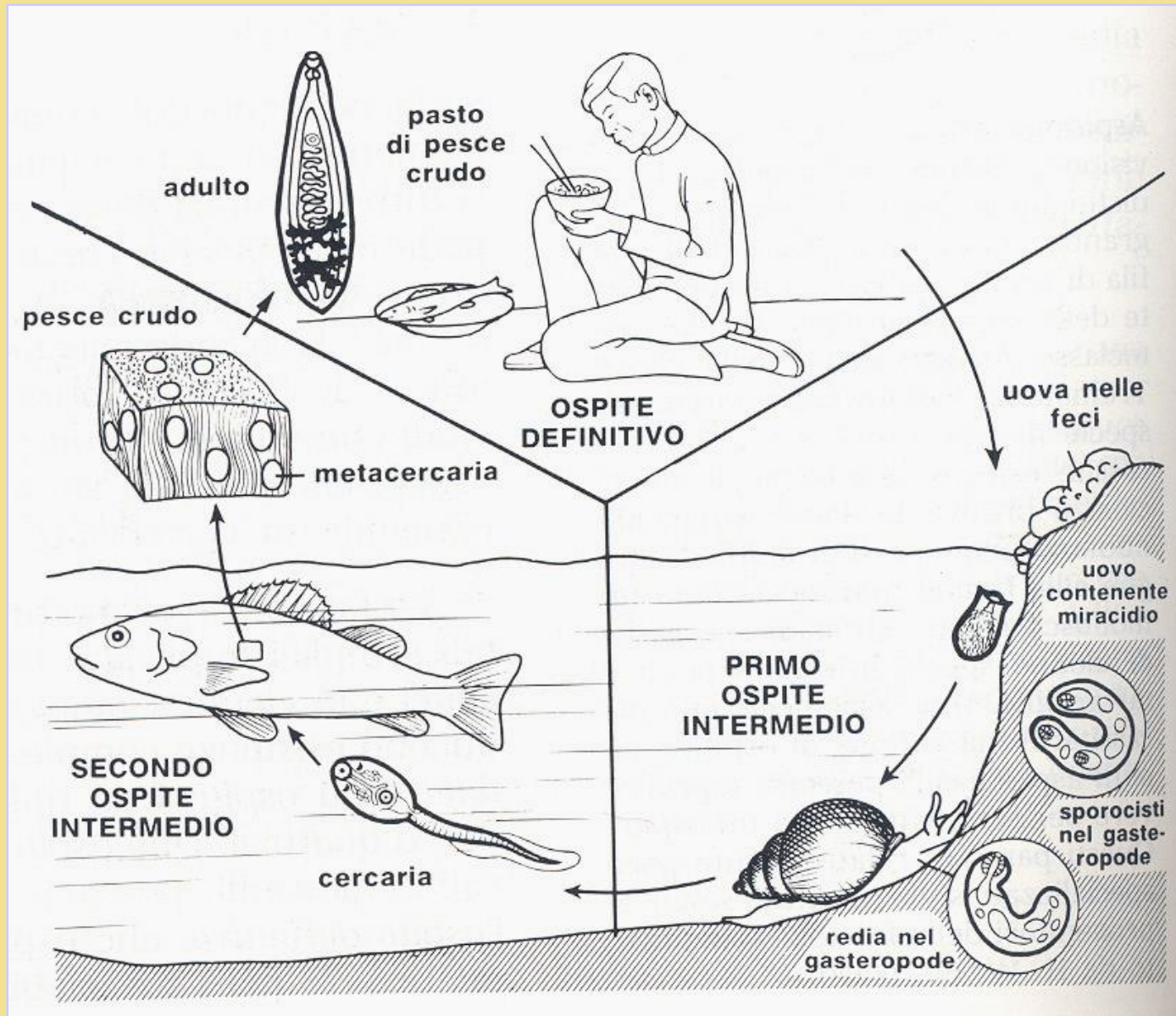
Ciclo vitale di *Fasciola hepatica*





Ciclo vitale di *Fasciola hepatica*

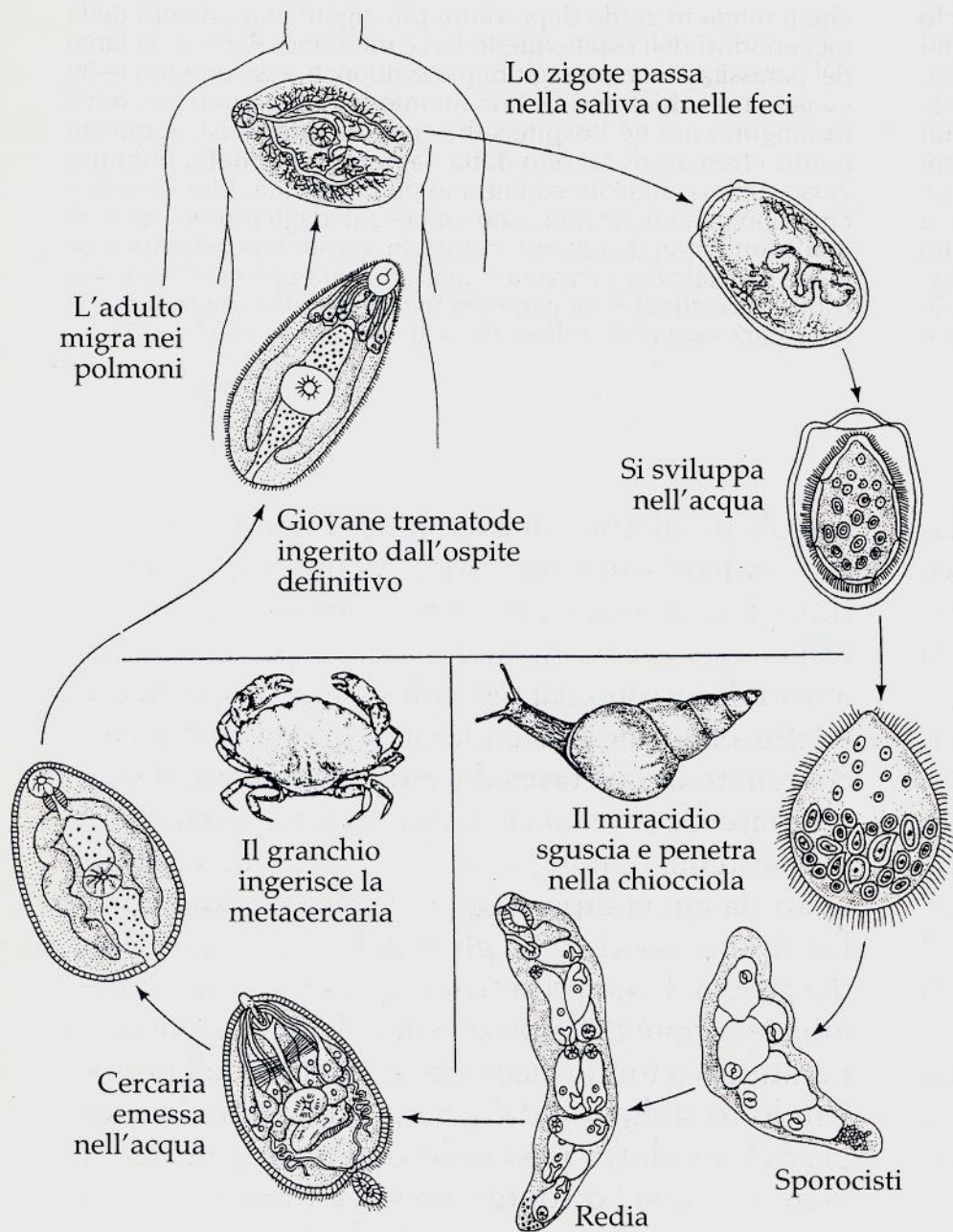
Ciclo vitale di *Opistorchis sinensis*



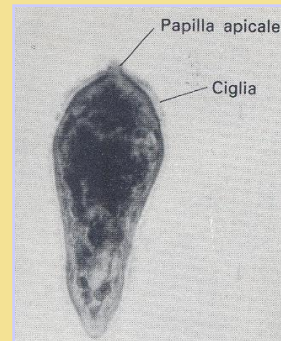
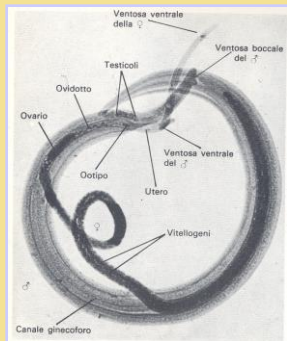
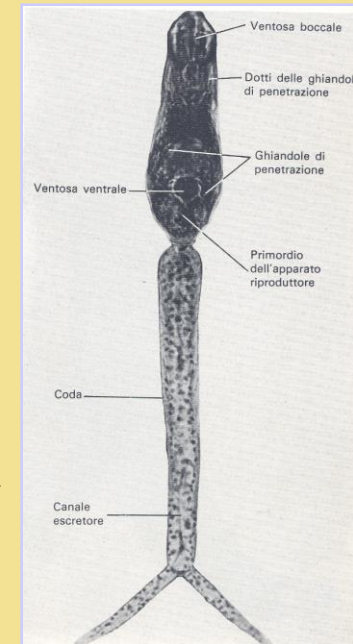
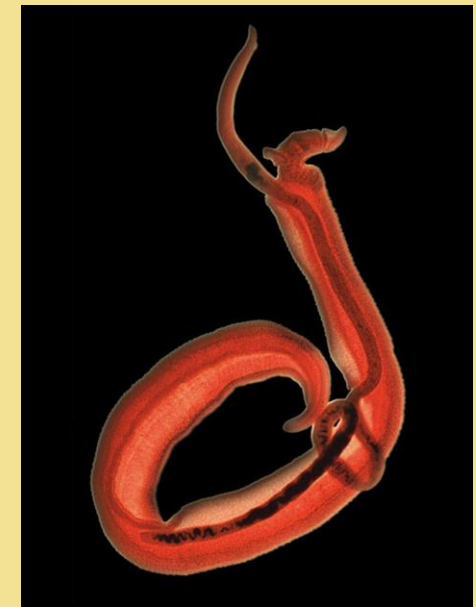
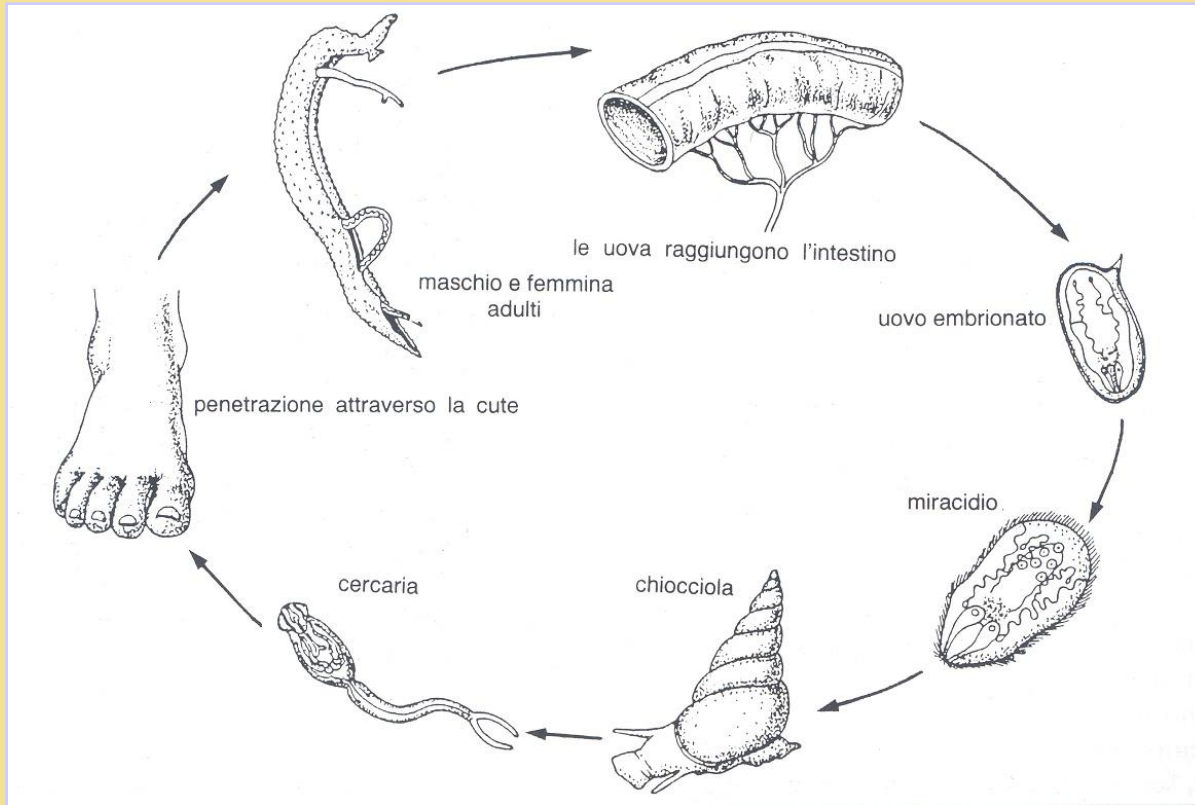
Opistorchis sinensis



Ciclo vitale di *Paragonimus westermani*



Ciclo vitale di *Schistosoma mansoni*



Accoppiamento

Uovo

Miracidio

Furcocercaria



Opisthorchis sinensis
(Digenea)



Schistosoma mansoni (Digenea)

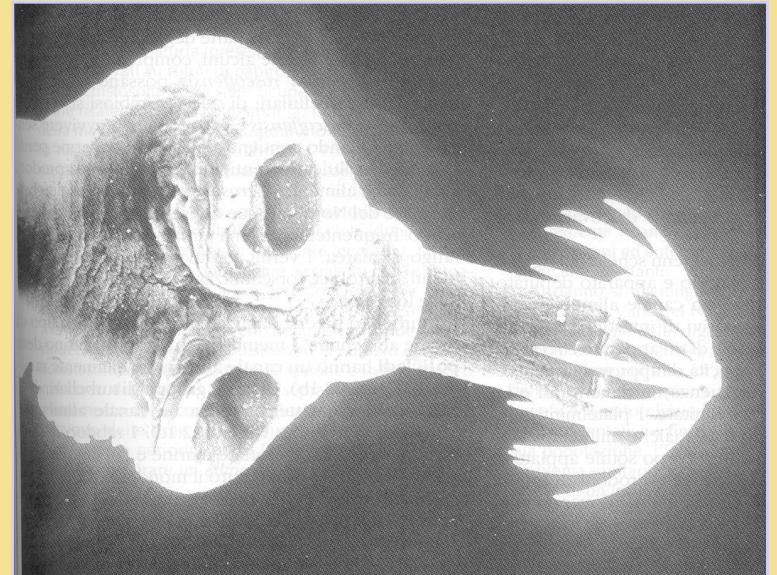
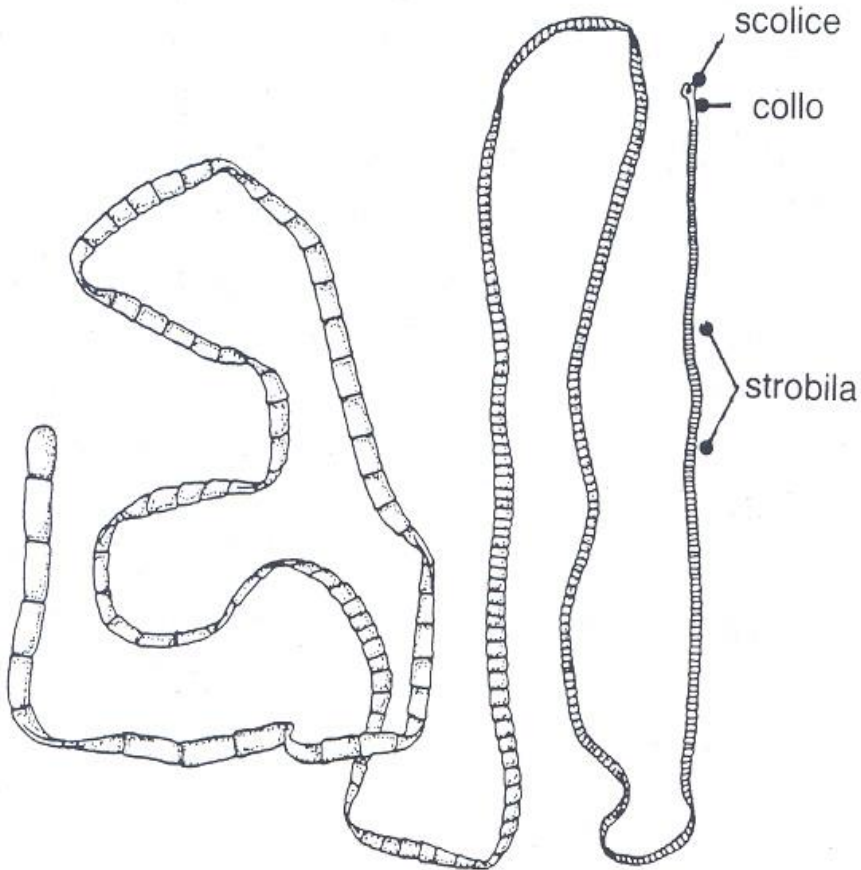


Lobalostoma manteri
(Aspidogastrea)

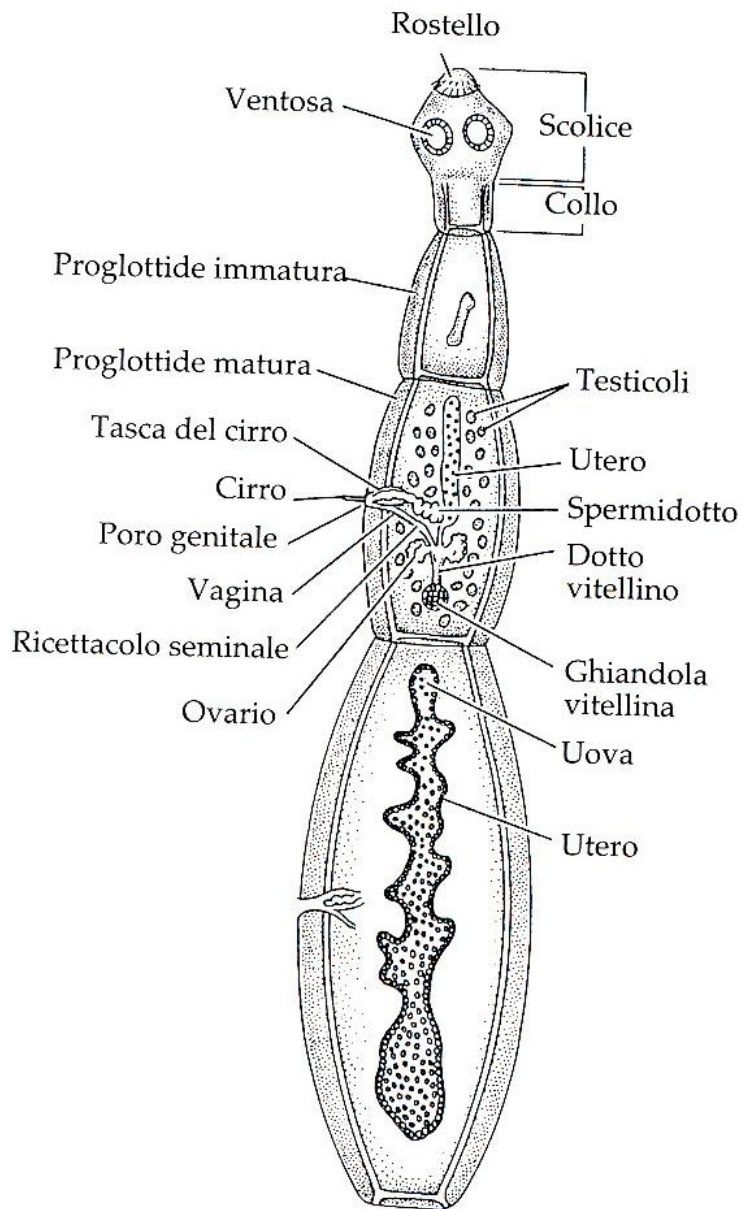
CESTODA

E' la classe più specializzata con specie endoparassite.

Come conseguenza della vita parassitaria non hanno apparato digerente

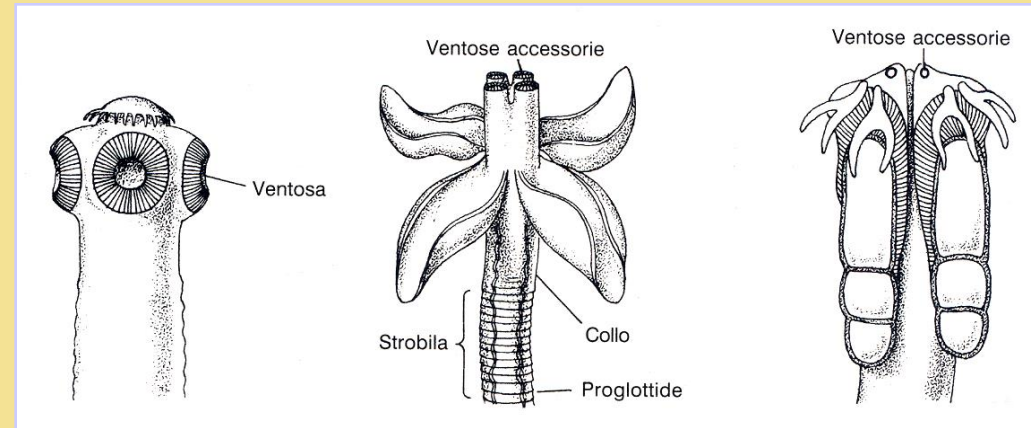


(Cestodaria) ed Eucestoda



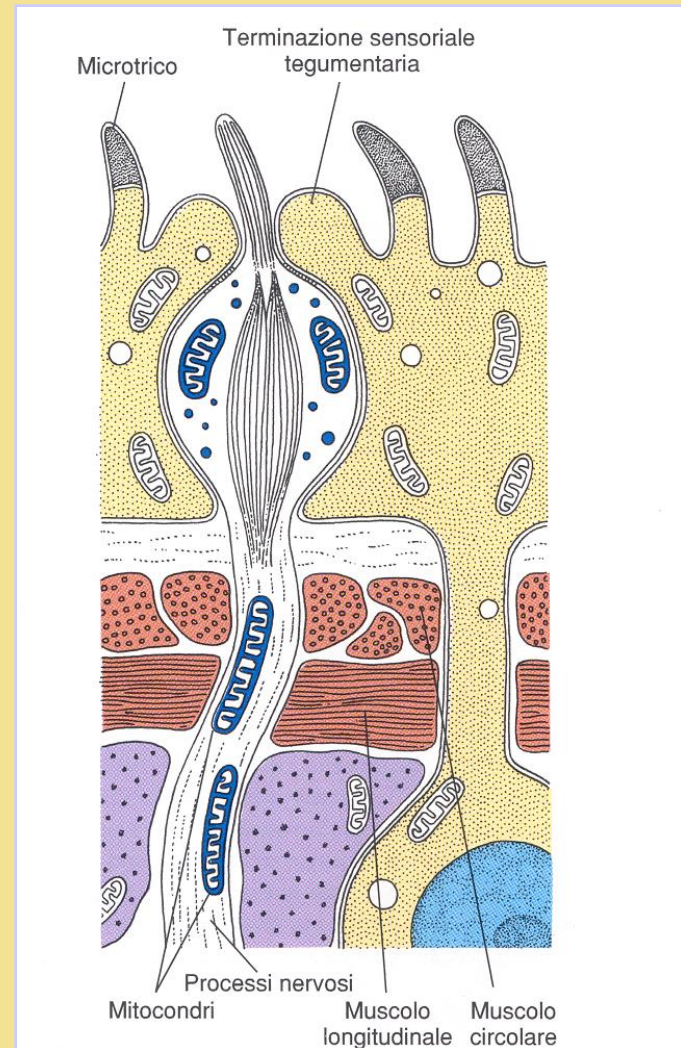
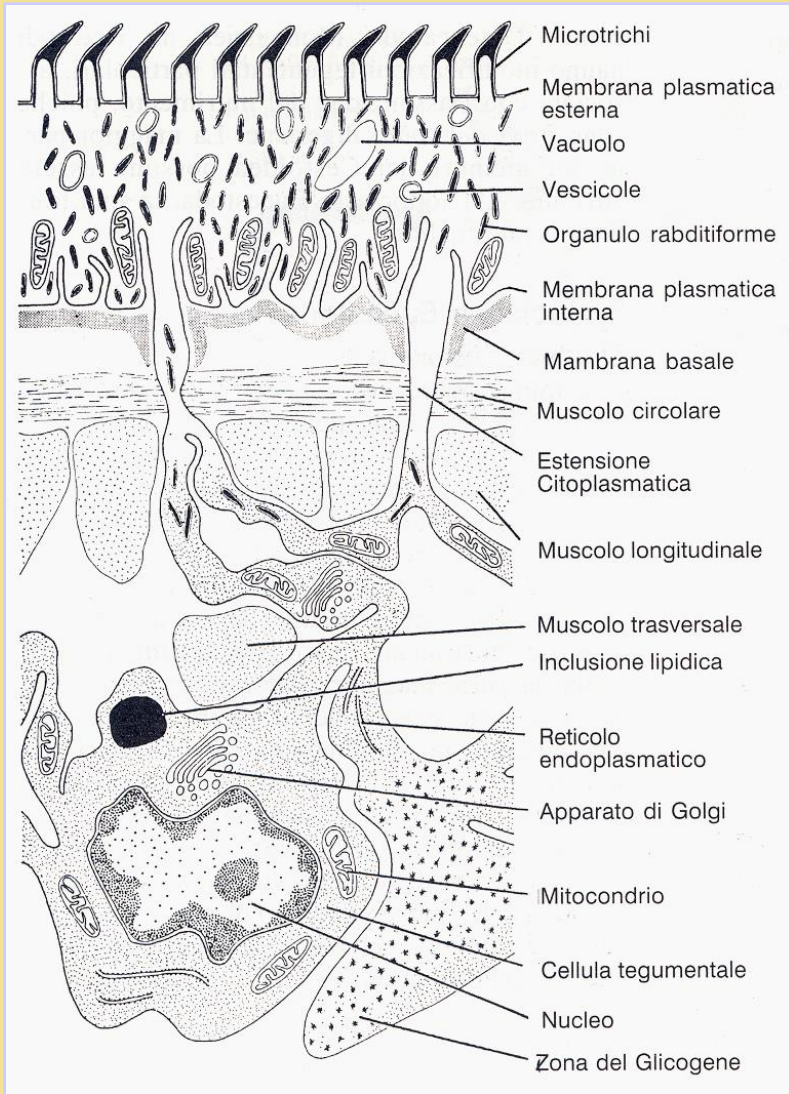
Il corpo: **scolice**, situato nella regione cefalica e utilizzato per aderire all'ospite; il **collo**, che è la regione che genera il corpo;

lo **strobilo**, la regione corporea vera e propria formato da sezioni dette **proglottidi**



Esempi di scolici

Epidermide gioca un ruolo fondamentale nell'assorbimento del nutrimento e l'efficacia dell'assorbimento è aumentata grazie alla presenza dei microtrichi che ne ampliano la superficie.

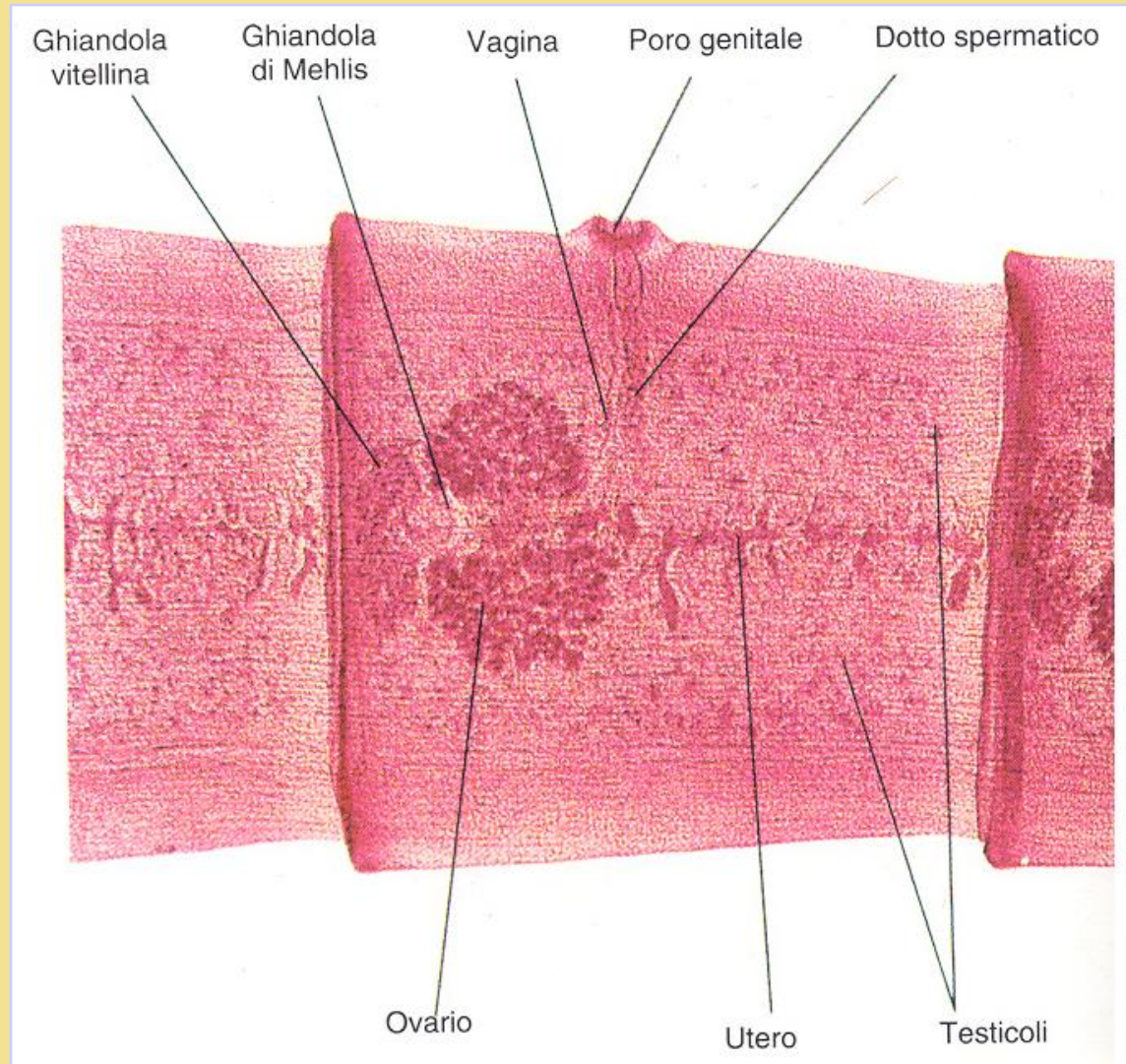


Terminazione nervosa sensoriale

Riproduzione

I Cestoda sono ermafroditi e in alcuni si ha un' **autofecondazione poiché** in un ospite si trova quasi sempre un solo individuo.

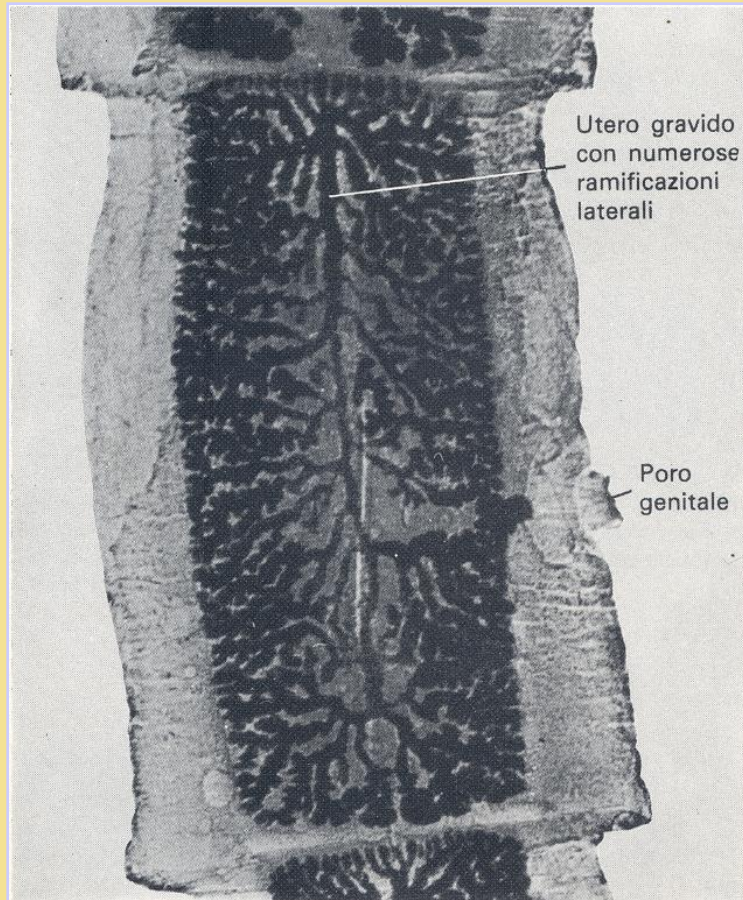
Ogni proglottide presenta un sistema riproduttore completo e la fecondazione può avvenire entro la stessa proglottide o tra proglottidi di strobili differenti.



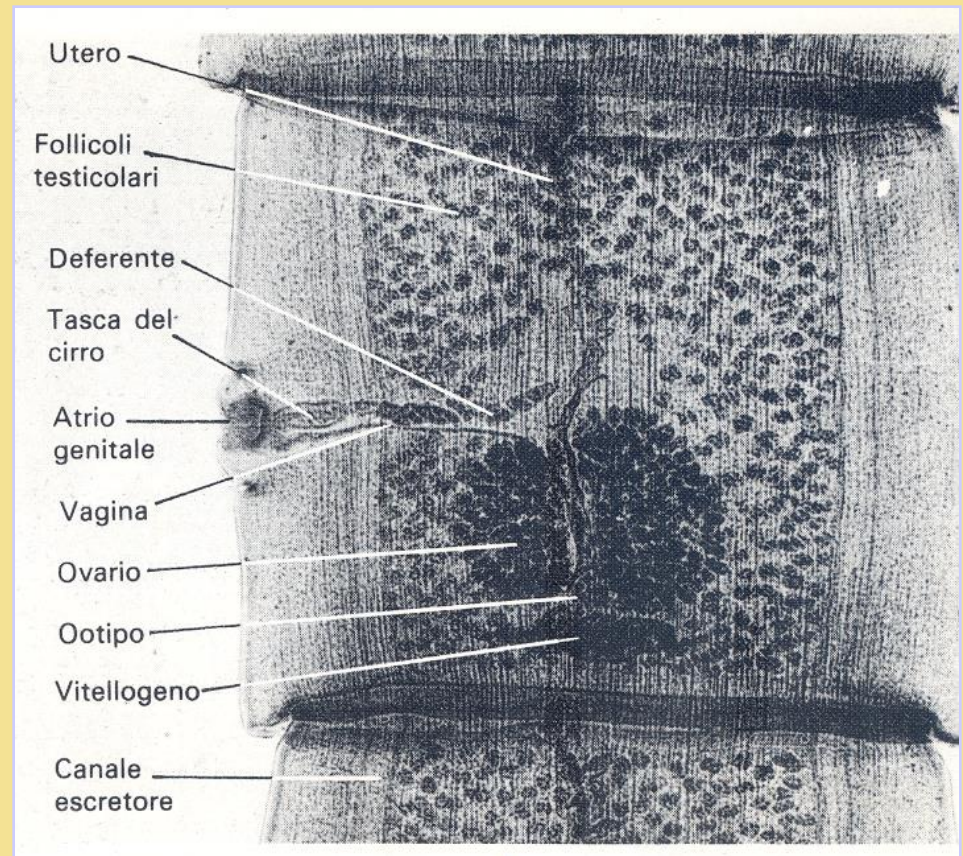
In *Diphyllobotrium latum* stadi larvali: **coracidio, procercoide, plerocercoide**

Le **uova** si ritrovano normalmente nelle proglottidi terminali che, una volta piene, si staccano dalla strobila.

Le uova possono aprirsi all'interno dell'ospite o una volta che sono state emesse con le feci.



Proglottide matura di *Taenia pisiformis*

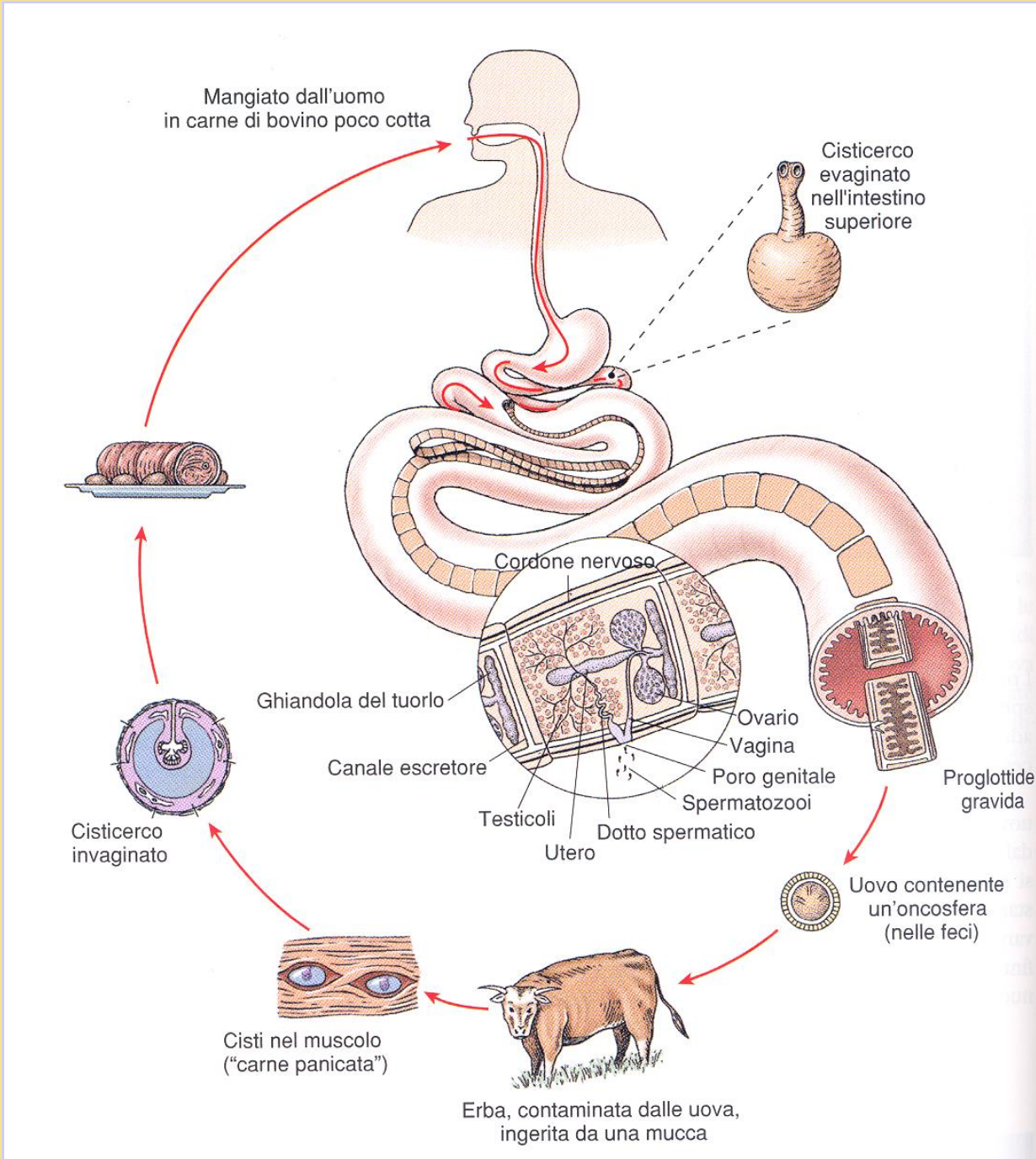


Proglottide gravida di *Taenia pisiformis*: sono scomparsi i testicoli, l'ovario e il vitellogeno

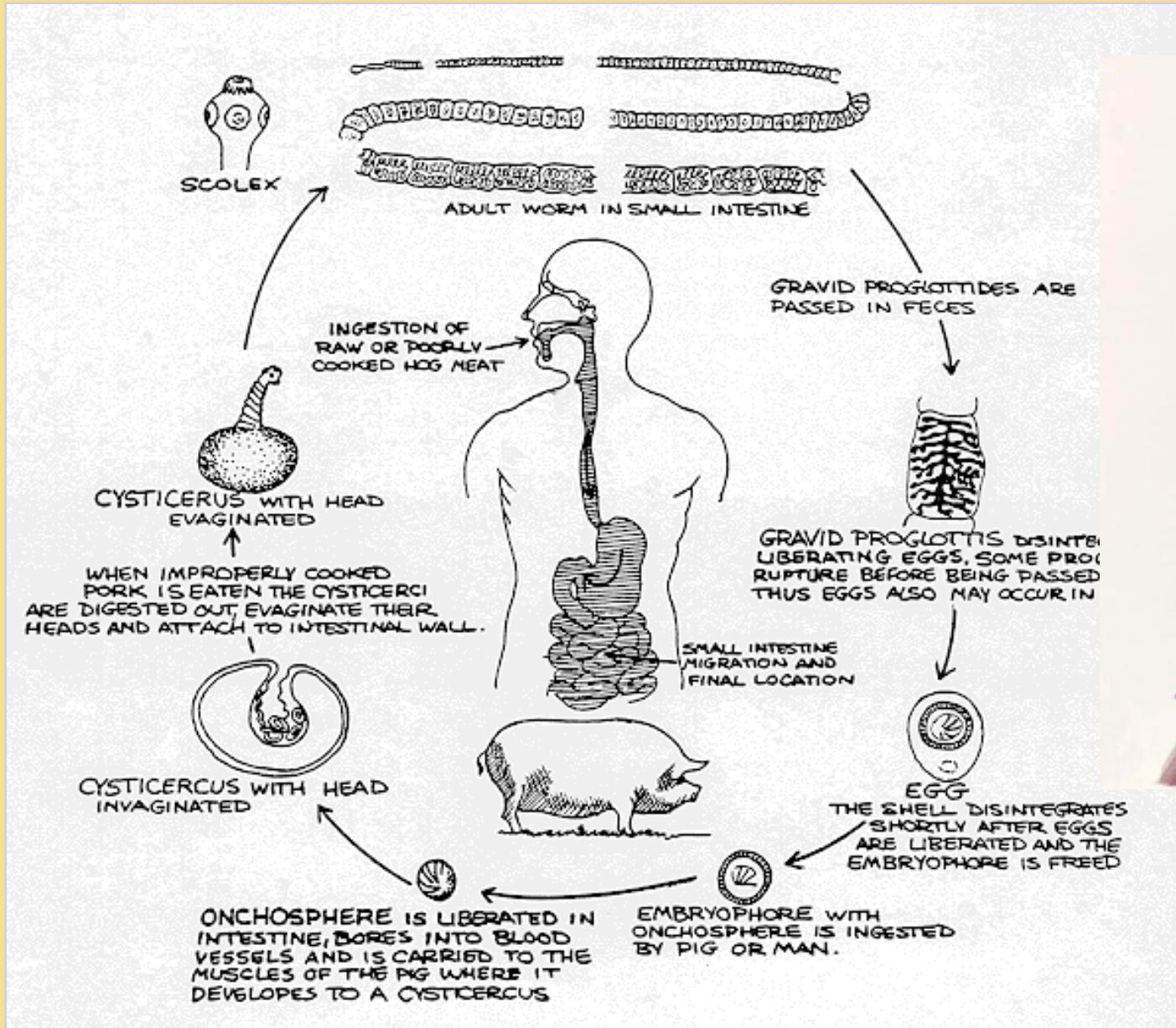
Ciclo vitale di *Taenia saginata*



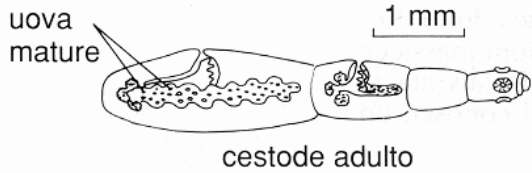
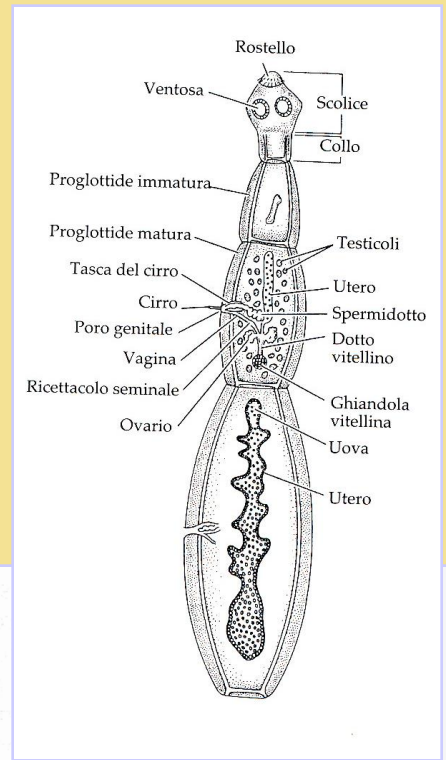
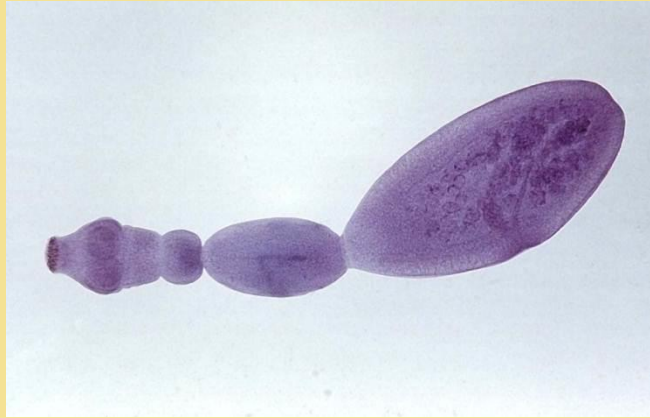
Per non essere digeriti dagli enzimi idrolitici dell'ospite si sono evolute sostanze **antienzimi**



Ciclo vitale di *Taenia solium*



Ciclo vitale di *Echinococcus granulosus*

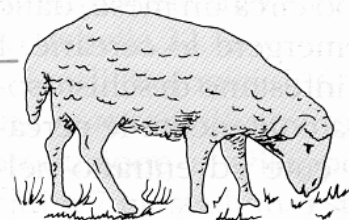
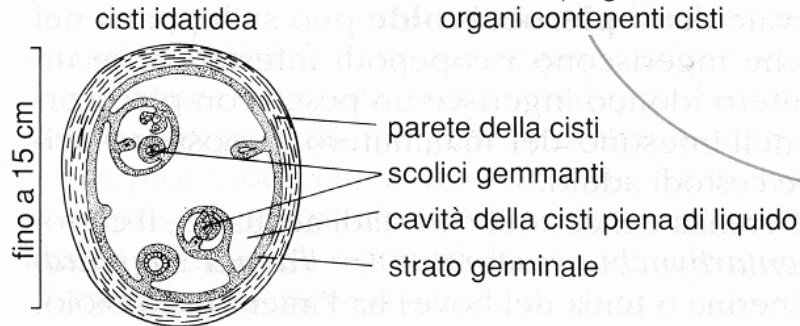


i cestodi adulti si sviluppano nell'intestino del carnivoro

la volpe grigia (o un altro mammifero carnivoro) ingerisce organi contenenti cisti



le uova del cestode raggiungono il terreno con le feci, contaminando la vegetazione



l'agnello (o un altro mammifero erbivoro) ingerisce le uova pascolando; cisti idatidee si sviluppano in vari organi

