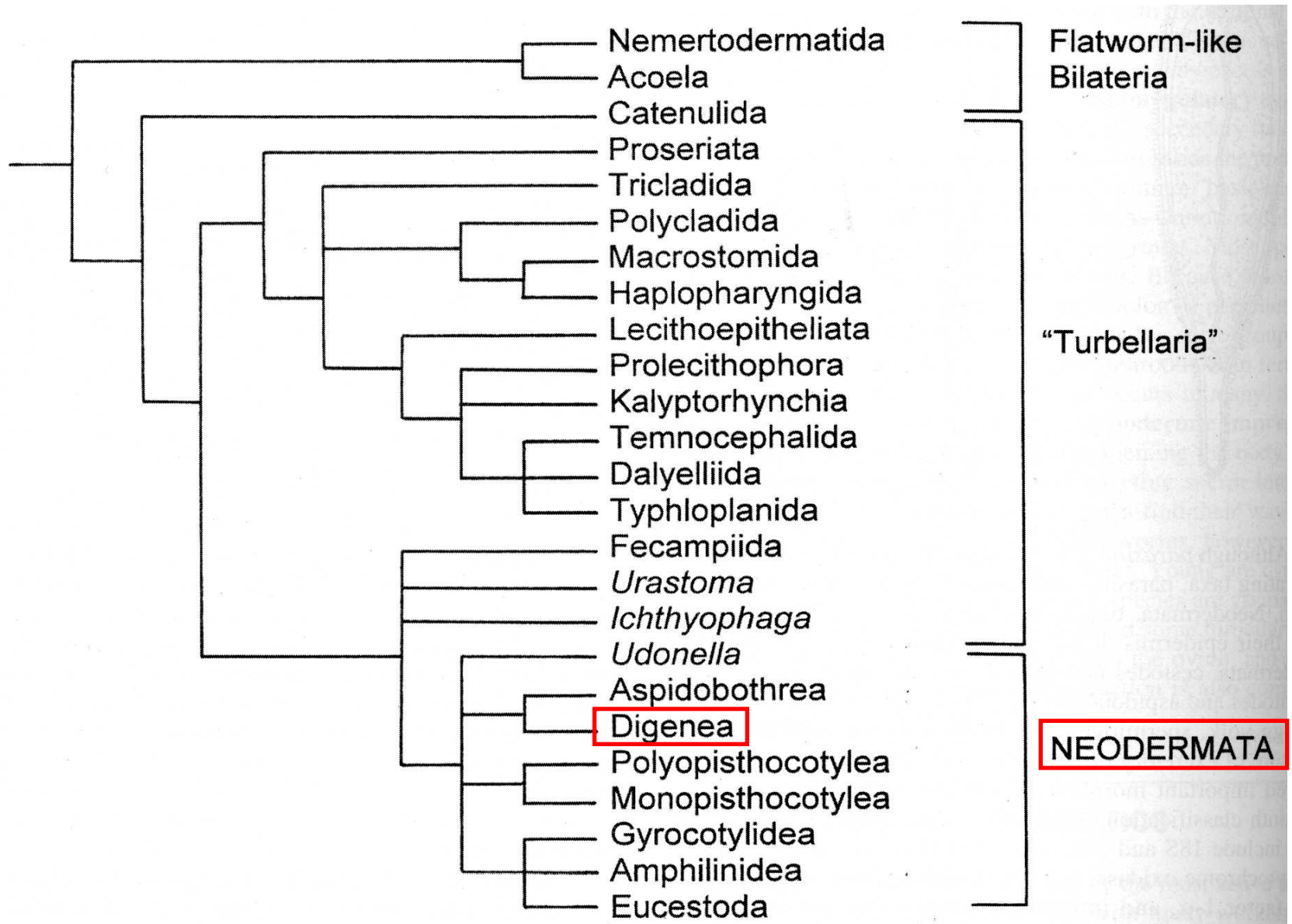


Adaptace helmintů k parazitismu

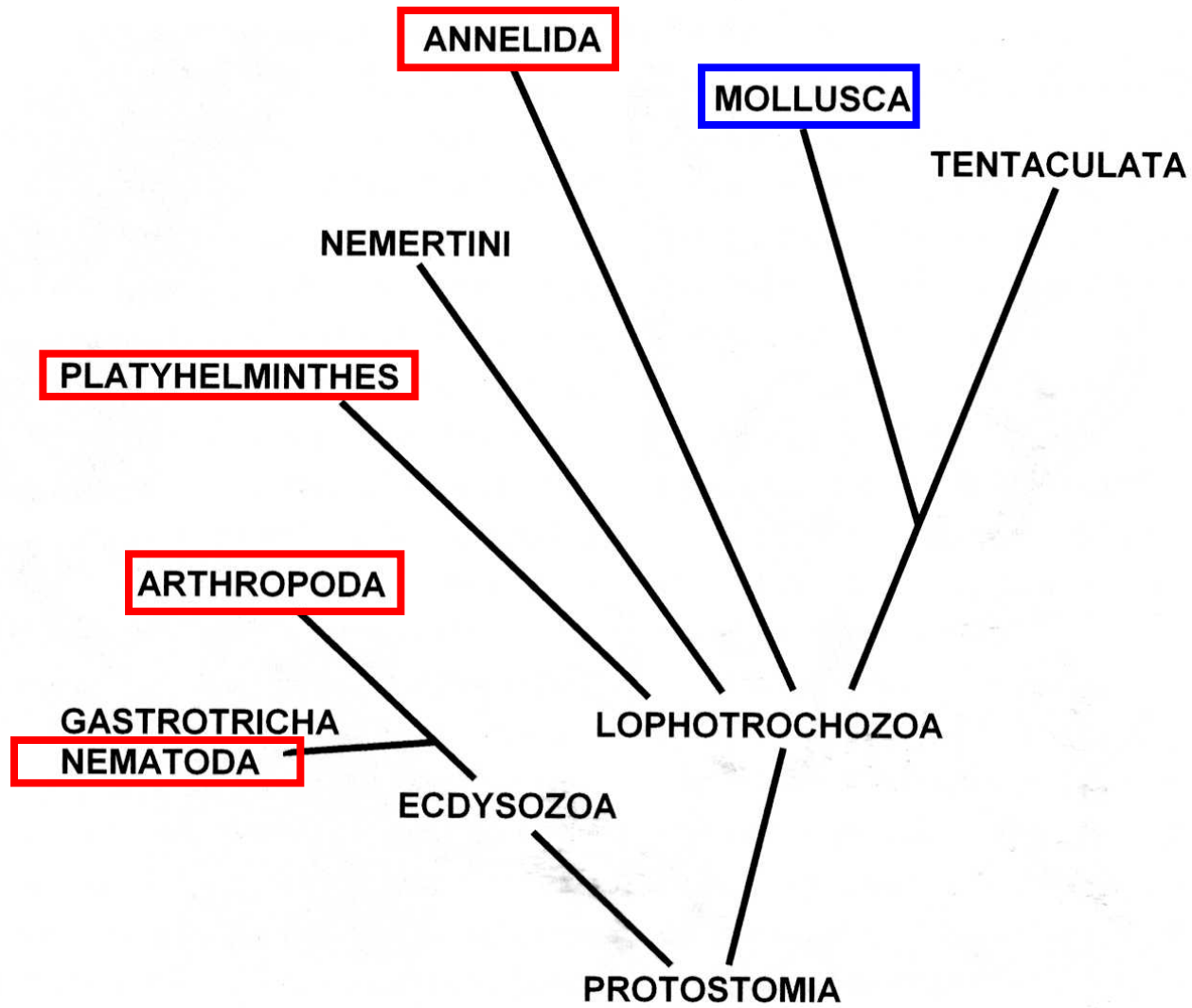
HELMINTI

- Helminti – velmi různorodá skupina (Vermes)
- Označení pro nepříbuzné skupiny organismů
- Společný znak – bilaterálně souměrní protostomní živočichové
- Tradičně – neodermální platyhelminti (**Trematoda**, **Cestoda**, **Monogenea**), hlístice (**Nematoda**) a vrtejši (**Acanthocephala**).
- Taky ale Turbellaria, Rotifera, Nematomorpha, Nemertea, Nemertini, Hirudinea).
- Neodráží to fylogenetické vztahy

Fylogeneze hlavních skupin Platyhelminthes



Fylogeneze protostomních živočichů



Obr. 3–1 Zjednodušený fylogenetický strom protostomních živočichů. Konstrukce dle 18S rRNA a Hox genů (dle Tessmar-Raible a Arendt, 2003, upraveno).

Buněčná diferenciaci během ontogeneze

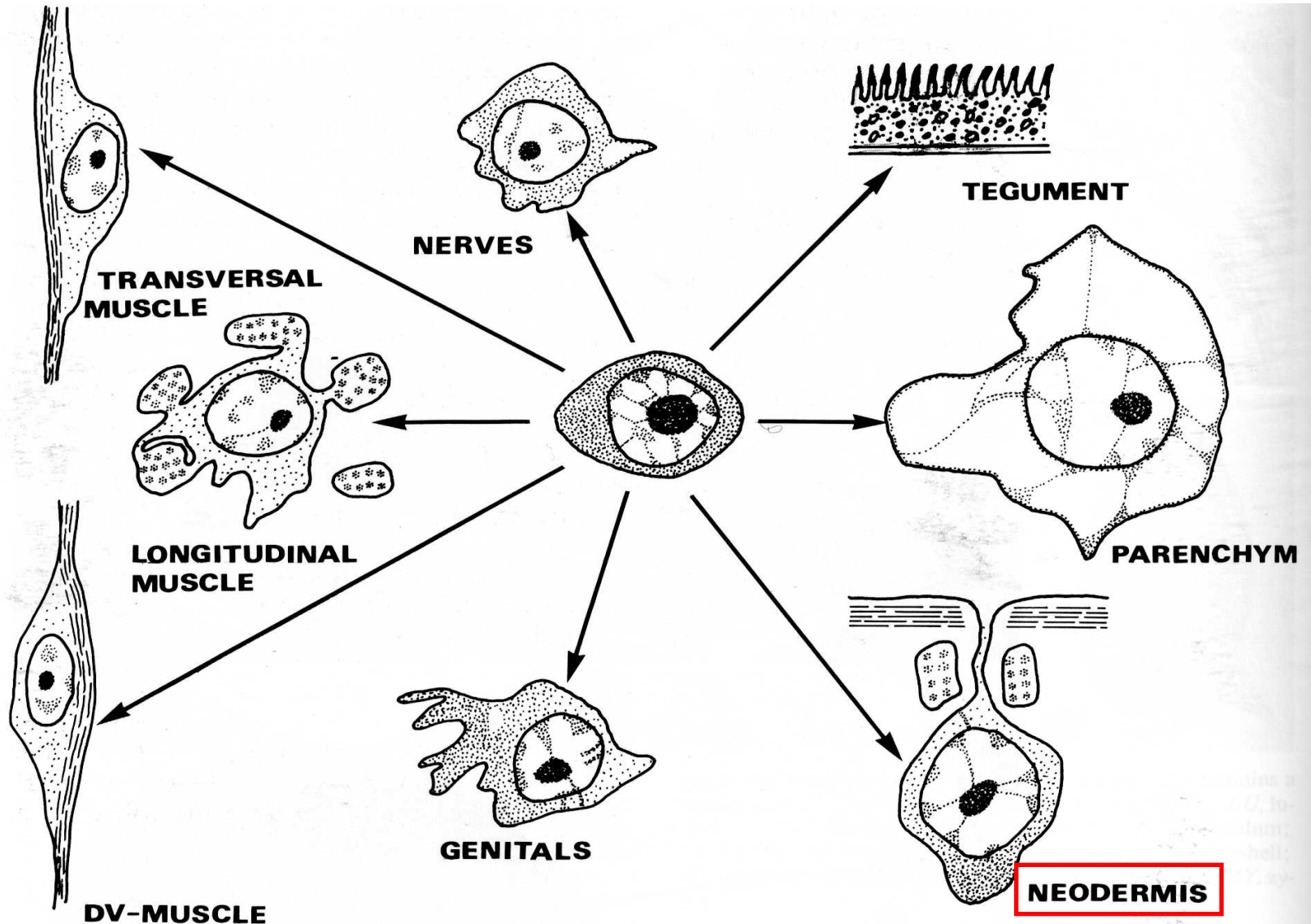
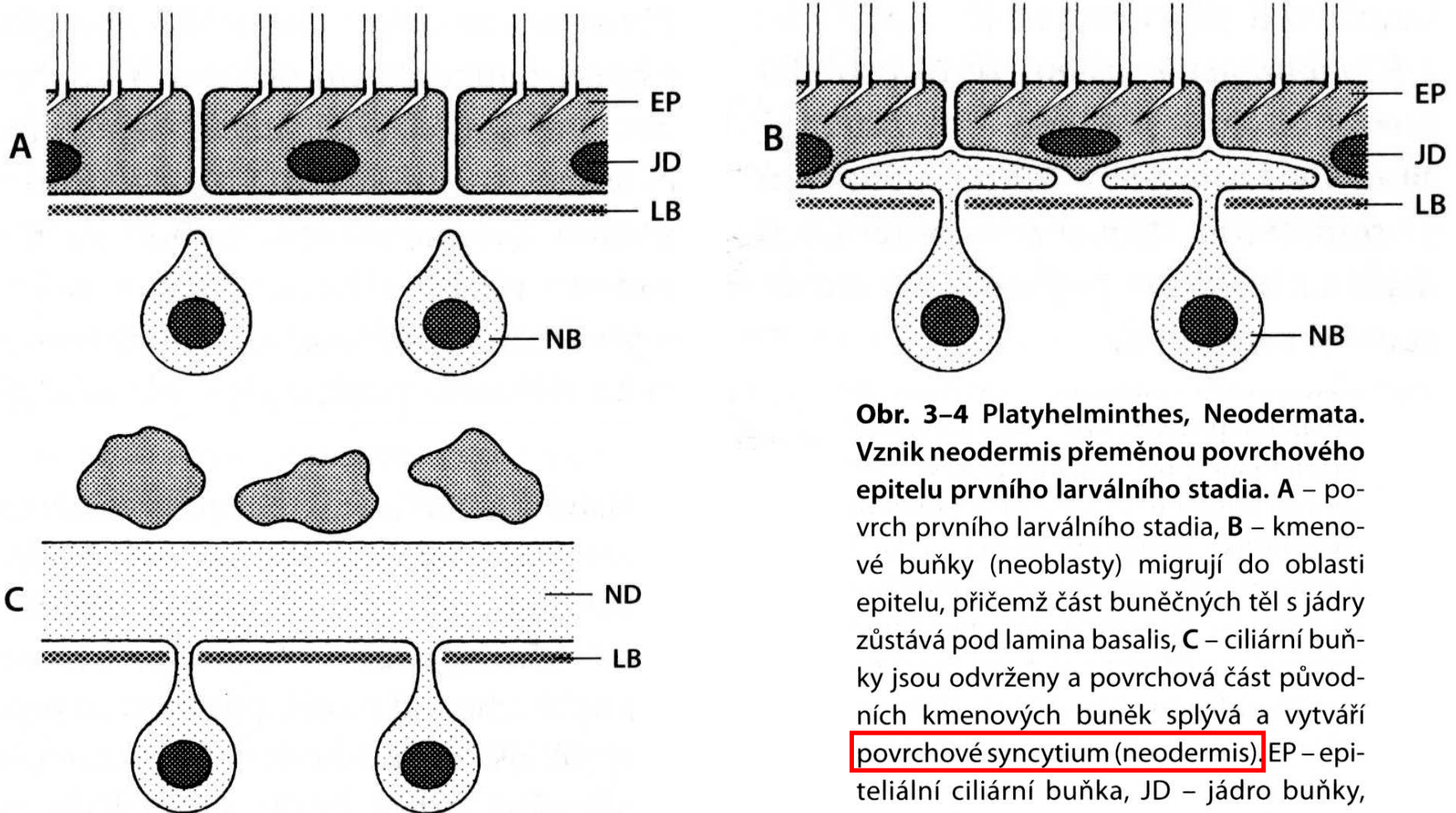


Fig. 4.26. Developmental possibilities of an undifferentiated cell (germ cell) in platyhelminths (e.g., cestodes; after Gustafsson's⁶ and own original results). Note that the undifferen-

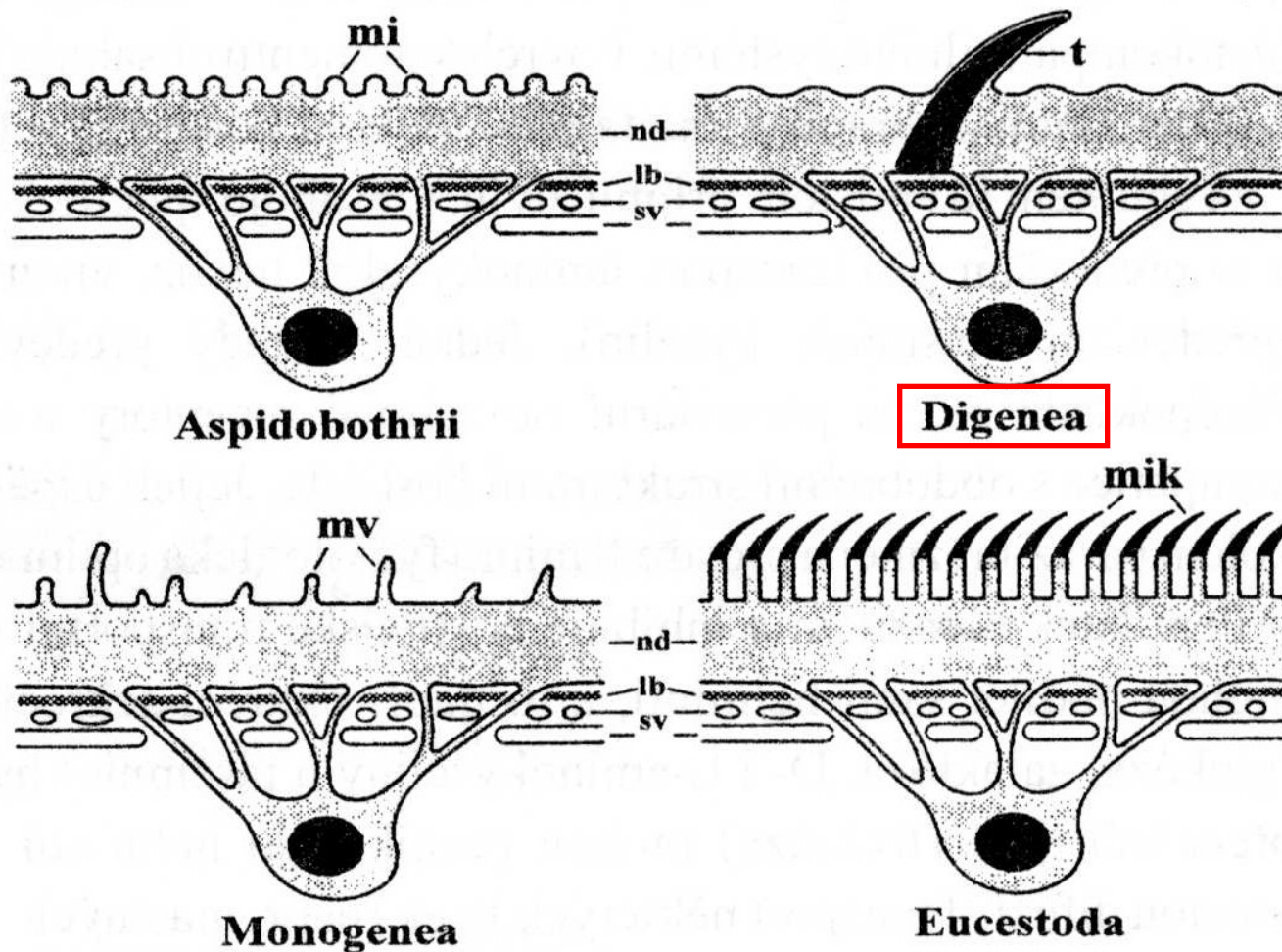
tiated cells are characterized by a large nucleus with a spherical nucleolus

Vznik neodermis



Obr. 3–4 Platyhelminthes, Neodermata. Vznik neodermis přeměnou povrchového epitelu prvního larválního stadia. **A** – povrch prvního larválního stadia, **B** – kmenové buňky (neoblasty) migrují do oblasti epitelu, přičemž část buněčných těl s jádry zůstává pod lamina basalis, **C** – ciliární buňky jsou odvrženy a povrchová část původních kmenových buněk splývá a vytváří **povrchové syncytium (neodermis)**. EP – epitelální ciliární buňka, JD – jádro buňky, LB – lamina basalis, NB – neoblast, ND – neodermis (dle Ax a kol., 1989, upraveno).

Platyhelminthes - Neodermata



Obr. 8. Charakteristické typy neodermis (Ehlers 1985, upraveno)
mi-mikrotuberkuly; t-trny obsahující aktin; mv-mikrovily;
mik-mikrotrichy; nd-neodermis; lb-lamina basalis; sv-svalové vrstvy.

Charakteristika hlavních skupin helmintů I

Kmen **PLATHELMINTHES**

- Tělo dorso-ventrálně sploštělé, bilaterálně symetrické
- Chybí tělní dutiny, anus, dýchací a oběhový systém
- Tělo pokryté tegumentem (u neodermat)
- Exkreční systém protonefridiálního typu (plaménkové buňky)
- Orgány ponořené v pojivové tkáni – parenchymu
- Obvykle hermafroditi

Klasifikace kmene Platyhelminthes

- Subphylum CATENULIDA – nemají frontální orgán a mají jednociliátní epidermální buňky
- Subphylum EUPLATYHELMINTHES – mají frontální orgán, vysoká denzita epidermálních cílů a multiflagelátní plaménkové buňky
 - Supertřída ACOELOMORPHA – redukce a ztráta protonefridií a modifikace nebo ztráta střeva, konce cílů mají zřetelný „step“
 - Supertřída RHABDITOMORPHA – mají lamelární rhabdity, dvojžlznatý adhesivní systém a multiflagelární plaménkové buňky

Klasifikace kmene Platyhelminthes

Třída: RHABDOCOELA – mají farynx s bulbem a jednoduché střevo

Řád: Dalyellioida

- Podřád Temnocephalida – cefalické tentákule

PODSUPERTŘÍDA – NEODERMATA

ektolecitální vajíčka, ztráta larvální epidermální ciliatury, adulti mají synticiální epidermis,
Neodermata jsou monofyletická skupina

Třída TREMATODA

Třída MONOGENOIDEA (MONOGENEA)

Třída CESTOIDEA

Klasifikace - NEODERMATA

- Třída TREMATODA – posteriorní adhesivní orgán a přísavka, samčí genitální porus vyústí v pohlavním atriu, adulti mají hltan v blízkosti ústní přísavky
Podtřída: Aspidobothrea – specializované microvilli a microtubuly v neodermis, posteriorní přísavka se dělí na kompartmenty,
Podtřída: Dinegea – první larvální stadium miracidium, ŽC s jednou nebo více generacemi sporocyst a cercariemi, slepě ukončené střevo
- Třída MONOGENOIDEA (Monogenea) – oncomiracidium se třemi shluky ciliárních buněk, adulti mají jednoduchá testes, všichni ektoparaziti, podle výsledků molekulární fylogeneze jsou polyfyletická skupina:
Podtřída: Polyopisthocotylea
Podtřída: Monopisthocotylea
- Třída CESTOIDEA
 - Podtřída: Cestodaria – monozoičtí, cercomer se šesti háčky,
 - » Řád: Gyrocotylidea – rosety, kmen a laločnatý zadní konec těla
 - » Řád: Amphilinidea – genitální porus posteriorně, uterus tvaru N
 - Podtřída: Eucestoda – adulti polyzoičtí, chybí cercomer se šesti háčky, ŽC s více než jedním hostitelem

Charakteristika hlavních skupin helmintů II

Kmen PLATHELMINTHES

Třída Trematoda (Aspidogastrea a **Digenea**)

- Endoparazité
- Trávicí systém a přísavné orgány (přísavky) dobře vyvinuty
- Složité vývojové cykly

Třída Monogenea

- Především ektoparazité ryb
- Přísavné orgány, zvláště zadní disk (opisthaptor) dobře vyvinutý
- Přímý vývojový cyklus

Charakteristika hlavních skupin helmintů III

Třída Cestoda (Gyrocotylida, Amphilinida, **Eucestoda**)

- Protáhlí endoparaziti, především v zažívacím traktu obratlovců
- Většinou segmentovaní, přichytné orgány na předním konci těla.
- Bez trávicí trubice
- Složité vývojové cykly

Charakteristika hlavních skupin helmintů IV

Kmen NEMATHELMINTHES

Třída **Nematoda**

- Volně žijící formy i cizopasnici
- Tělo protáhlé, nesegmentované, s odolnou kutikulou
- Pohlaví oddělené, pohlavní orgány trubicovité
- Tělní dutinou pseudocoel
- Vývojové cykly přímé i nepřímé

Charakteristika hlavních skupin helmintů V

Kmen **ACANTHOCEPHALA**

- Endoparaziti střeva obratlovců
- Tělo válcovité, nesegmentované s vysunovatelným chobotkem (proboscis) ozbrojeném háčky
- Tělní dutinou pseudocoel
- Trávicí trubice chybí
- Pohlaví oddělené
- Vývojové cykly nepřímé

Adaptace helmintů k parazitismu

- **Morfologické adaptace** (velikost, redukce strukturální složitosti, rozvoj některých orgánů)
- **Fyziologické adaptace** (neutralizace enzymů a detoxikace látek, změny metabolismu, tegument)
- **Biologické adaptace** (vysoký reprodukční potenciál, asexuální rozmnožování, komplexní životní cykly)
- **Etologické adaptace** (migrace invazních larev – horizontální, vertikální, ontogenetické, manipulace chováním hostitelů – mezihostitelů)

Struktura a funkce orgánových soustav

- Přichycovací orgány
- Tělní pokryvy
- Tělní dutiny
- Nervová soustava helmintů
- Svalová soustava
- Trávicí soustava
- Vylučovací soustava, exkrece a sekrece
- Pohlavní soustava

Vývojové cykly helmintů

- Vývojový cyklus: **přímý** (monoxenní) x **nepřímý** (heteroxenní)
- **Geohelmini** x **biohelmini**
- **Definitivní hostitel** x **mezihostitel**
- **Hlavní** x **vedlejší** hostitel (specificity)
- **Paratenický hostitel** (rezervoárový)
- **Postcyklický** hostitel

Fáze vývojových cyklů

- Opuštění organismu hostitele – diseminace
- Vývoj a přežívání ve vnějším prostředí
- Lihnutí larev z vajíček
- Pohybová aktivita helmintů
- Nalezení vhodného hostitele
- Průnik do hostitele
- Migrace v organismu hostitele
- Vývoj v místě definitivní lokalizace
- Plodnost – (fecundity)
- Přežívání v hostiteli (longevity)
- Celková délka vývoje

Ontogenetický vývoj helmintů

- **Životní cykly přímé – monoxenní** (roup dětský, monogenea)
- **Životní cykly nepřímé - heteroxenní**
 - Dixenní – dvou hostitelské (krevničky, Taenia, Filaria)
 - Trixenní – trojhostitelské – (Paragonimus, Diphyllbothrium)
 - Tetraxenní – čtyřhostitelské – (Strigea, Alaria)
- **Definitivní hostitel x mezihostitel**

MOTOLICE I

MORFOLOGIE

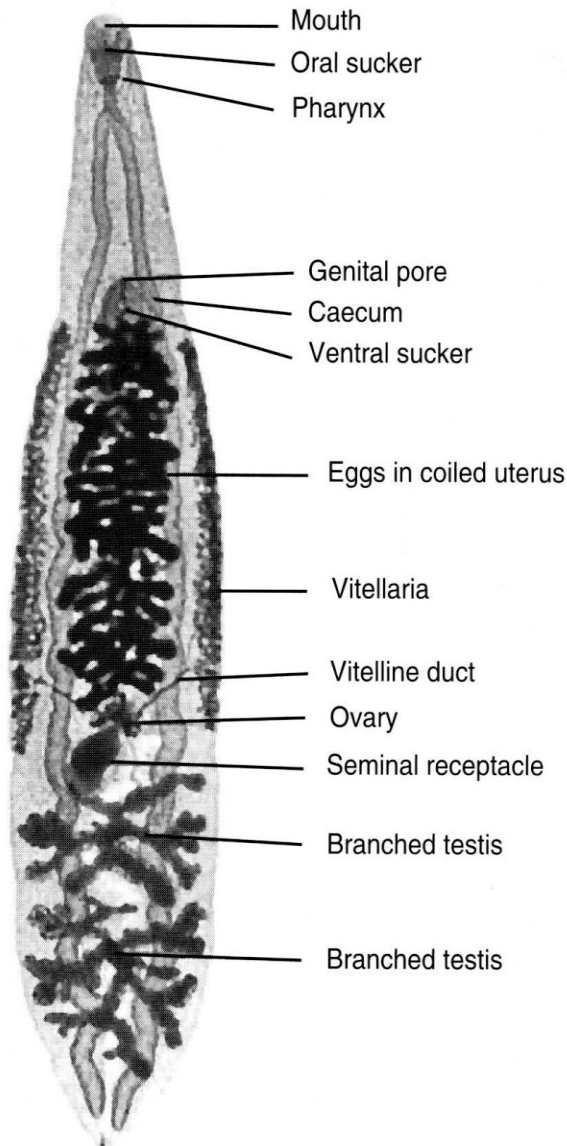
Podřída: Digenea

- Početná skupina helmintů – přes 4 tis. druhů z toho třetina u ryb
- Významní paraziti člověka a hospodářských zvířat
- Cizopasí u obratlovců – prakticky ve všech orgánech s výjimkou kostí
- Největší počet – trávicí soustava - střevo, játra, žlučovody

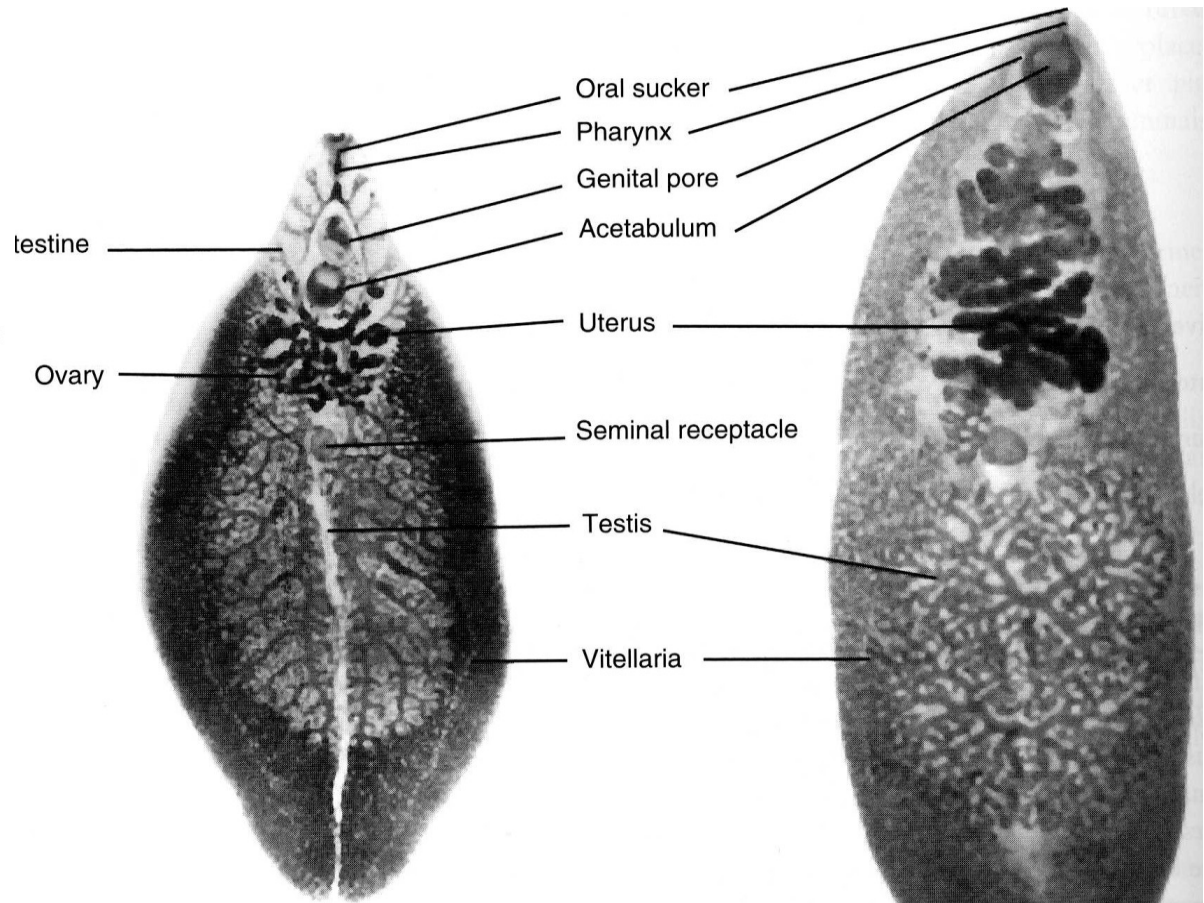
Morfologie motolic

- Bilaterálně symetrické,
- Dorzoventrálně zploštělé
- Bez vnitřní či vnější segmentace
- Velikost od několika mm do několika cm
- Typická je přítomnost svalnatých přísavek
- 7 základních morfologických typů

Motolice - morfologie



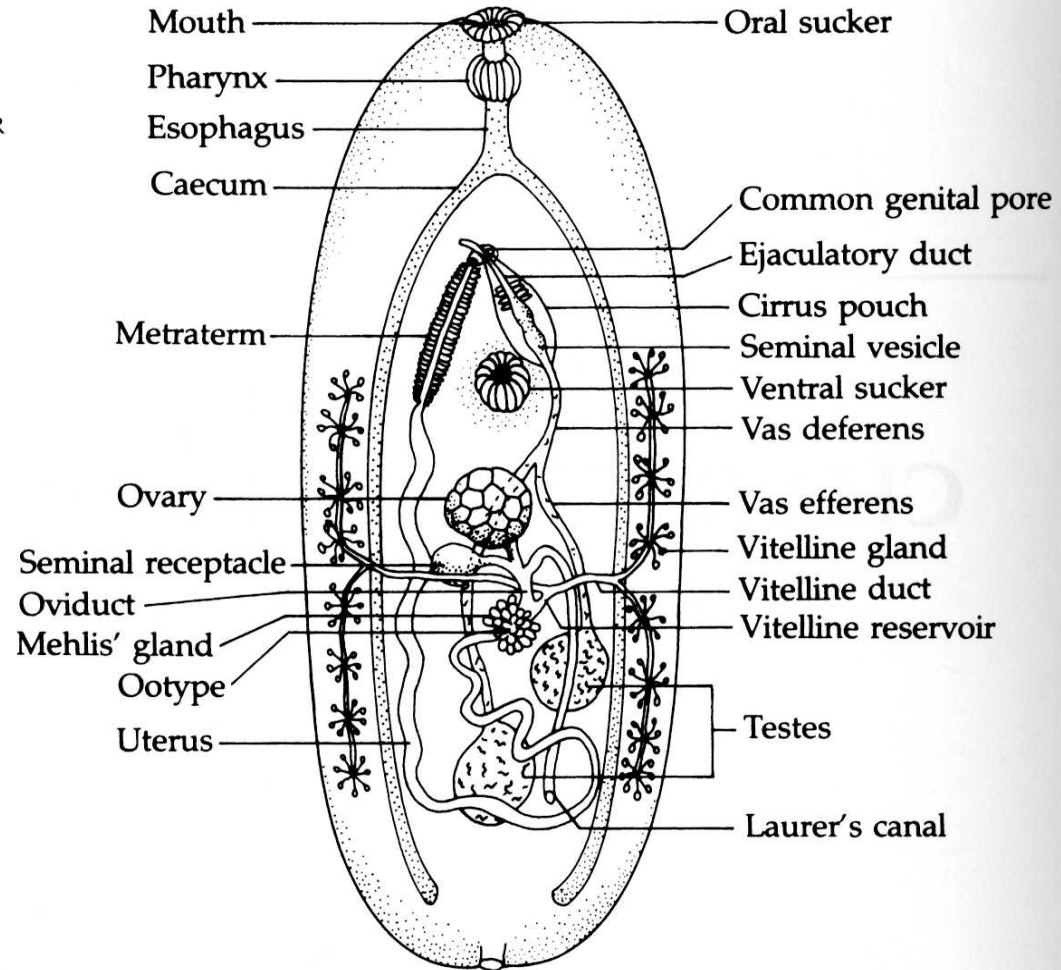
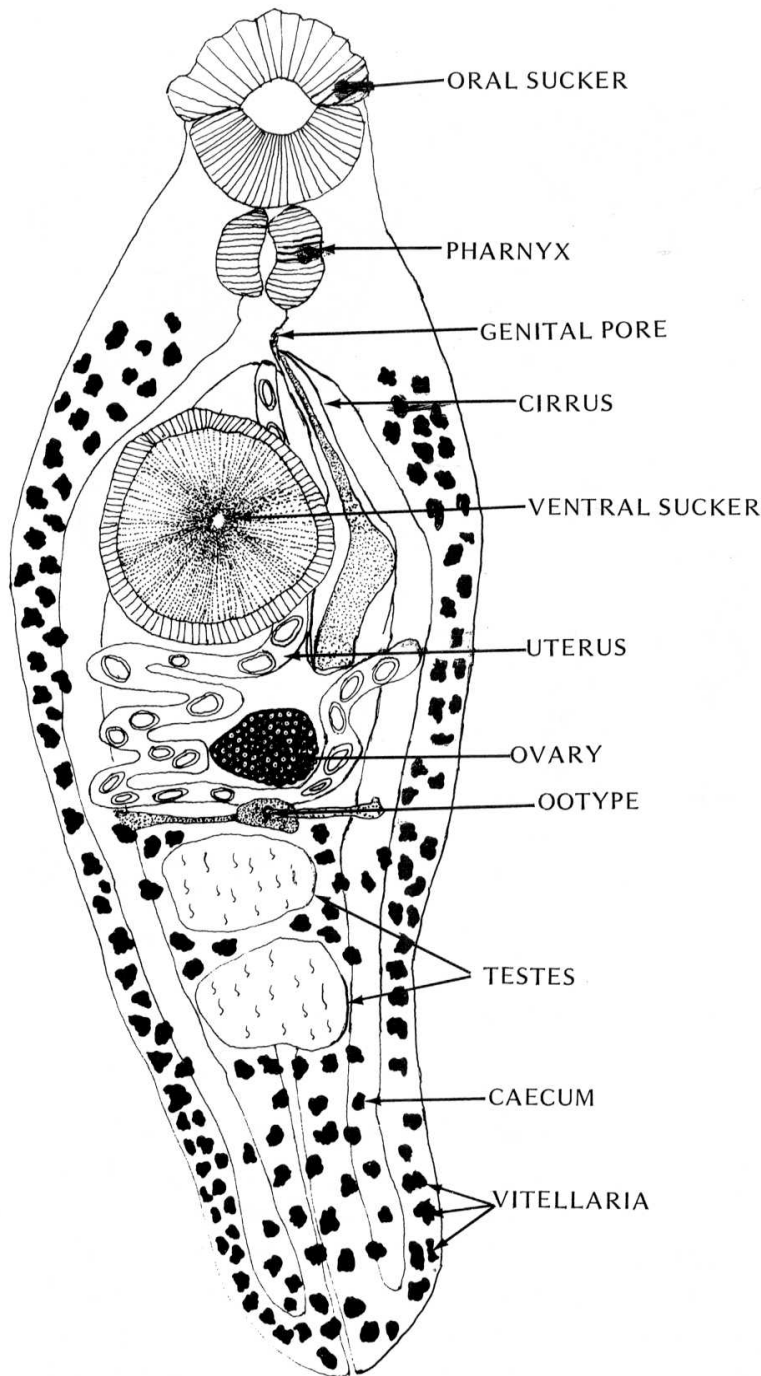
Clonorchis sinensis



Fasciola hepatica

Fasciolopsis busci

Stavba těla motolice



Morfologické typy motolic

- Distomní – dvě přísavky
- Gasterostomní – jen břišní přísavka
- Strigeidní (holostomní) – přední a zadní část těla (Brandesův orgán)
- Monostomní – bez břišní přísavky
- Amphistomní – velká břišní přísavka na zadním konci těla
- Echinostomní – distomní s límcem ostnů
- Schistosomní – protáhlé štíhlé tělo, gonochoristi

Morfologické typy motolic

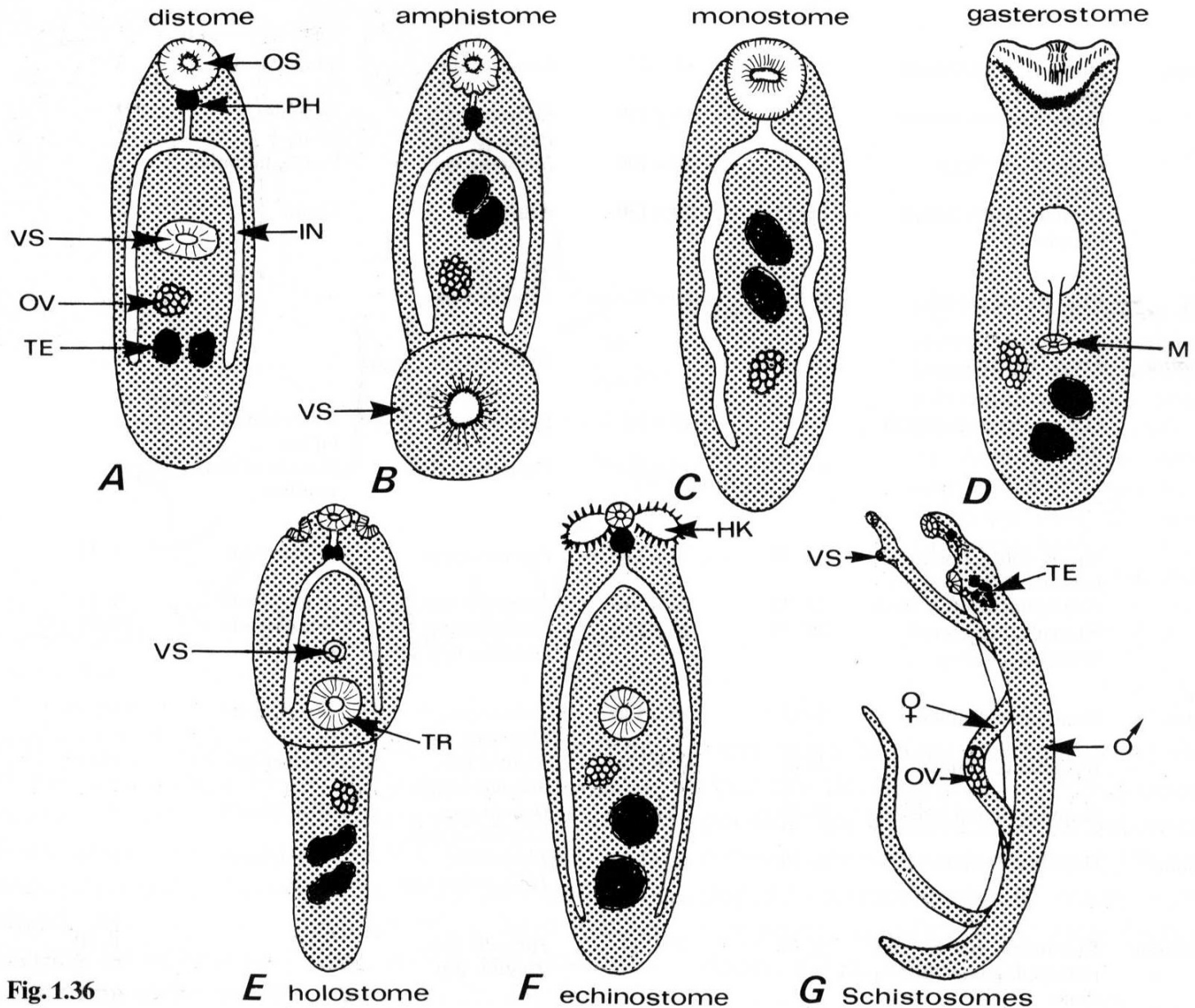
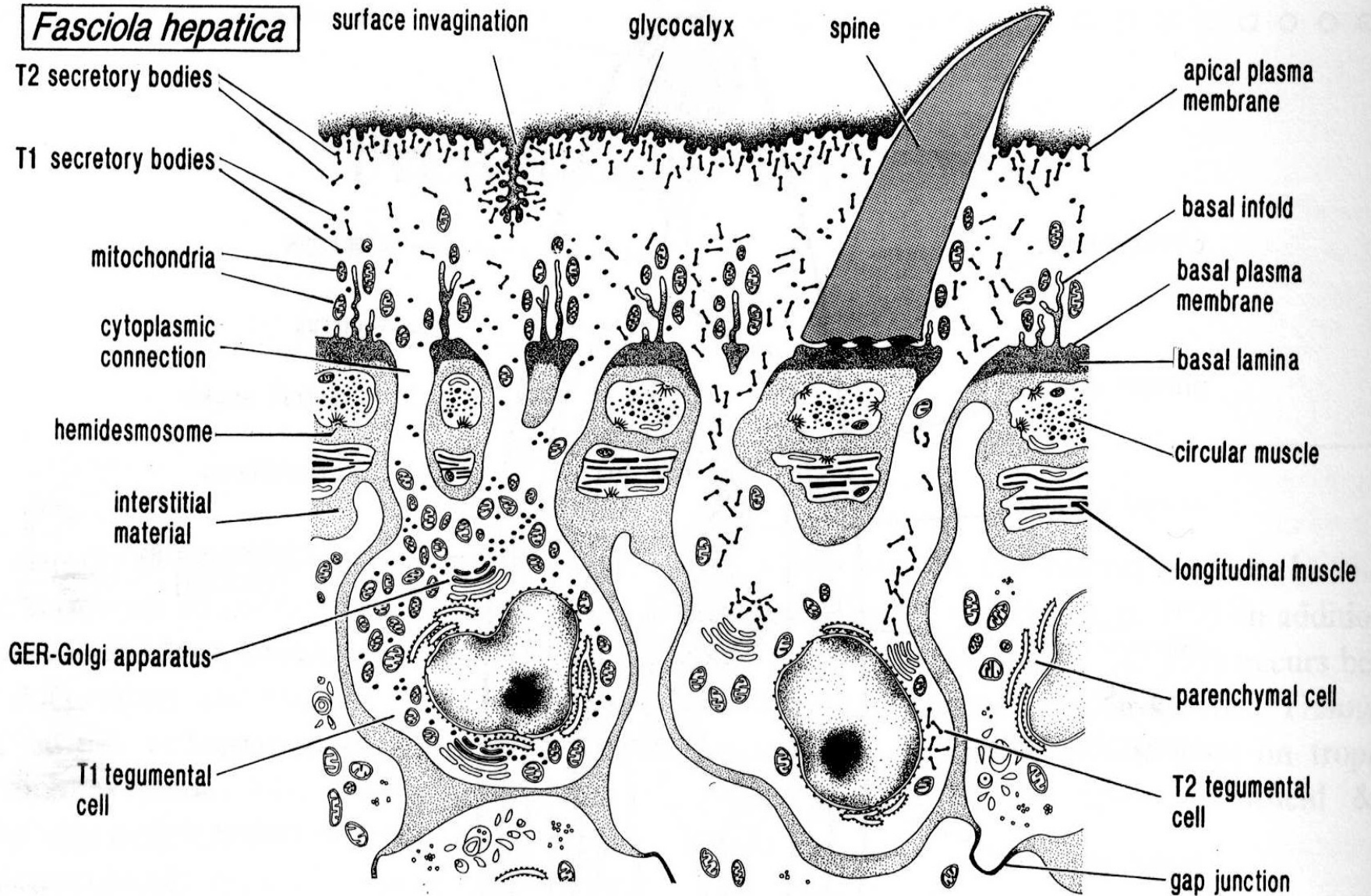


Fig. 1.36

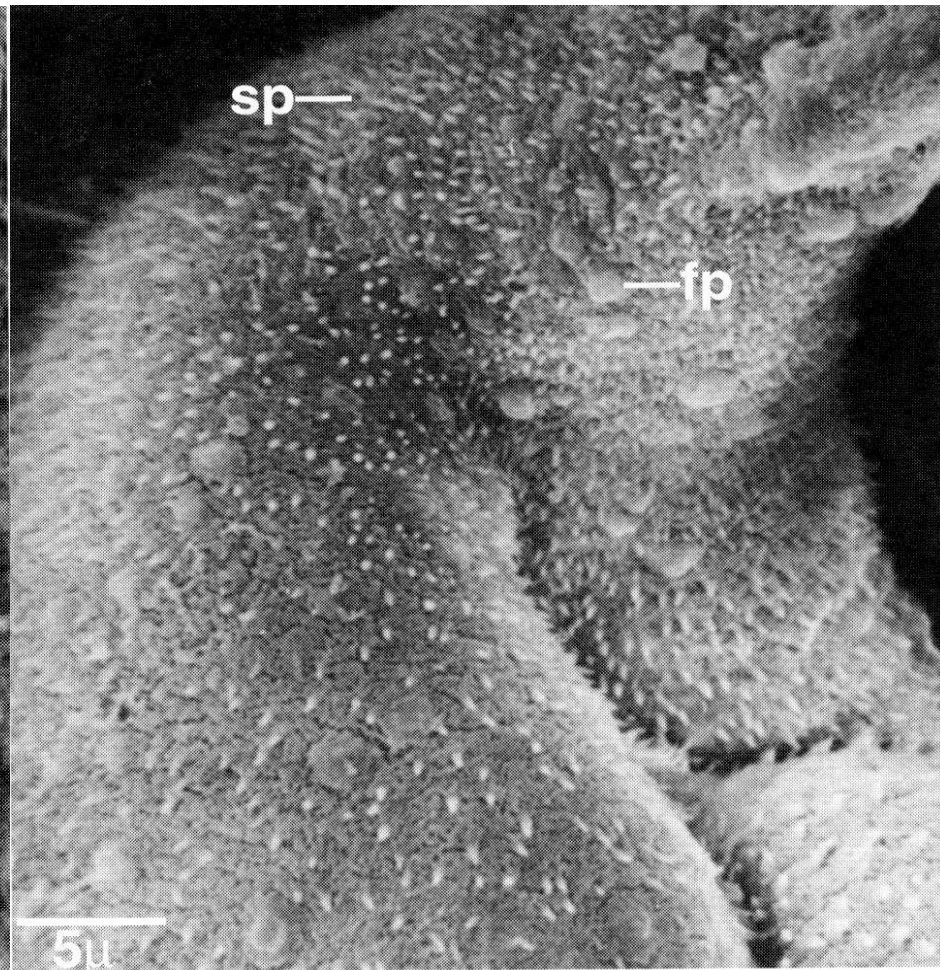
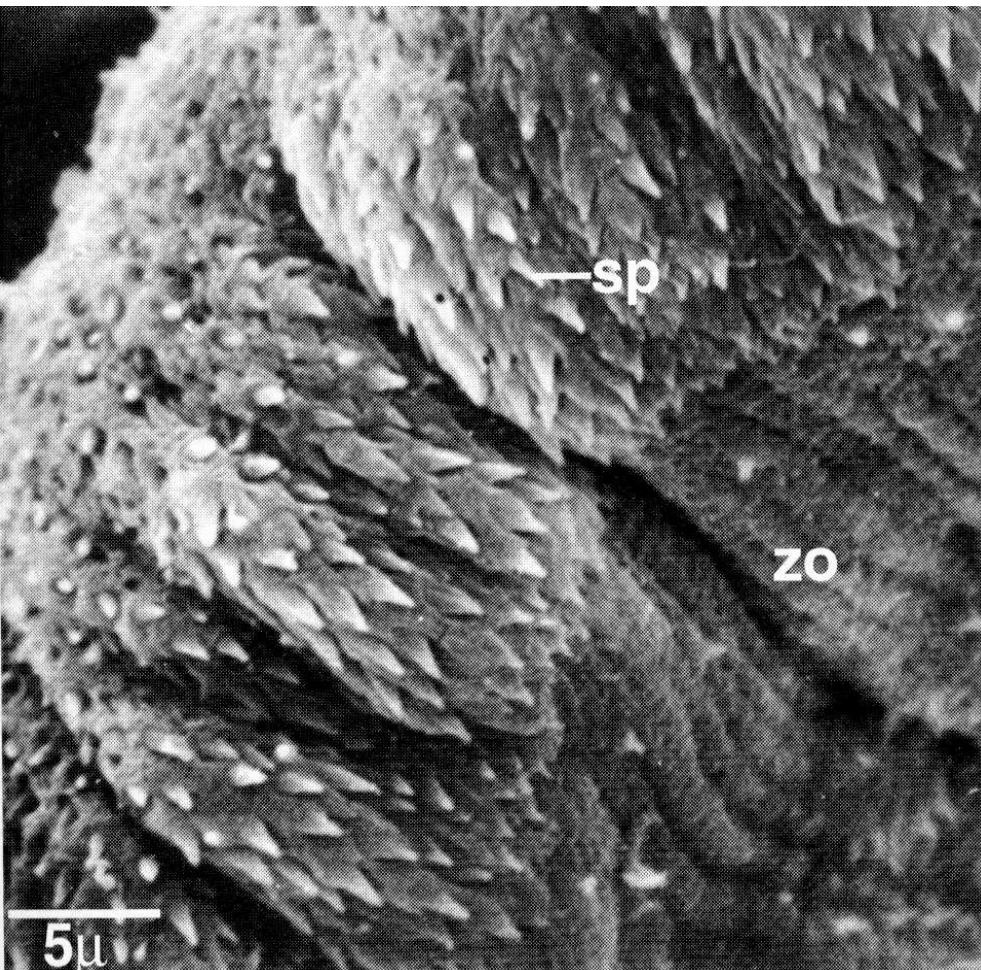
Anatomie motolic

- Tegument – tělní povrch (Neodermata), trny, schistosomy – glykokalyx (vyvinuty 2 cytoplasmatické membrány)
- Parenchym – uloženy vnitřní orgány
- Nervová soustava – ganglia, provazce, spojky
- Trávicí soustava – párová, slepě ukončená
- Vylučovací soustava – protonefridie
- Pohlavní soustava – především hermafroditi

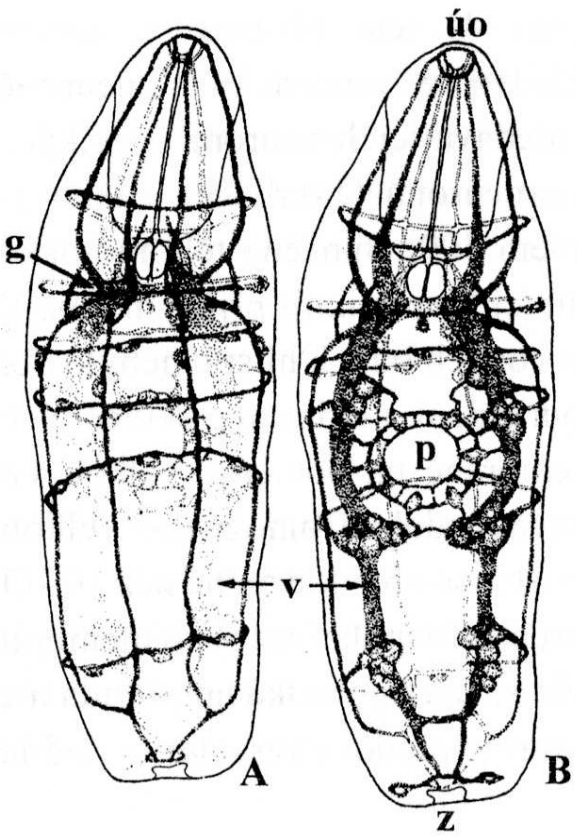
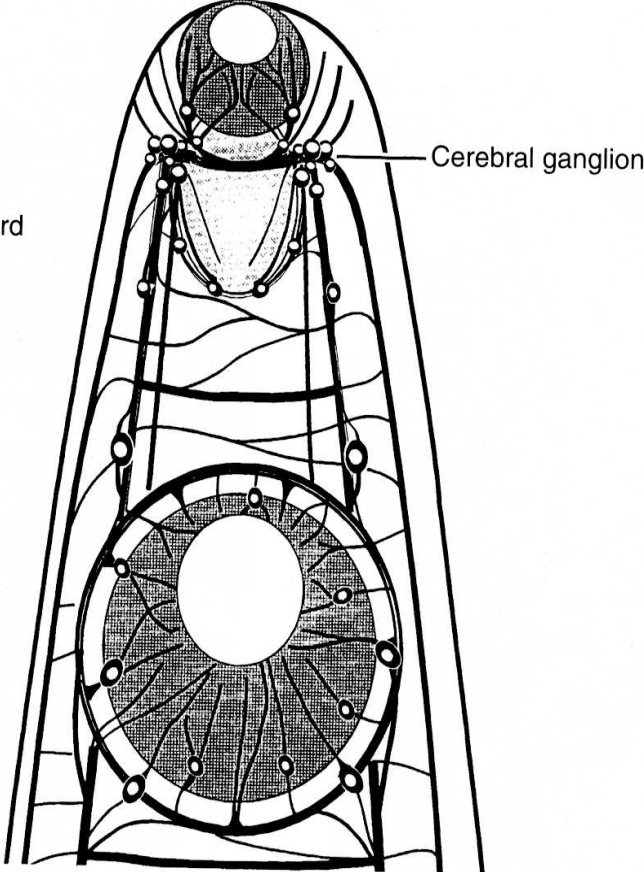
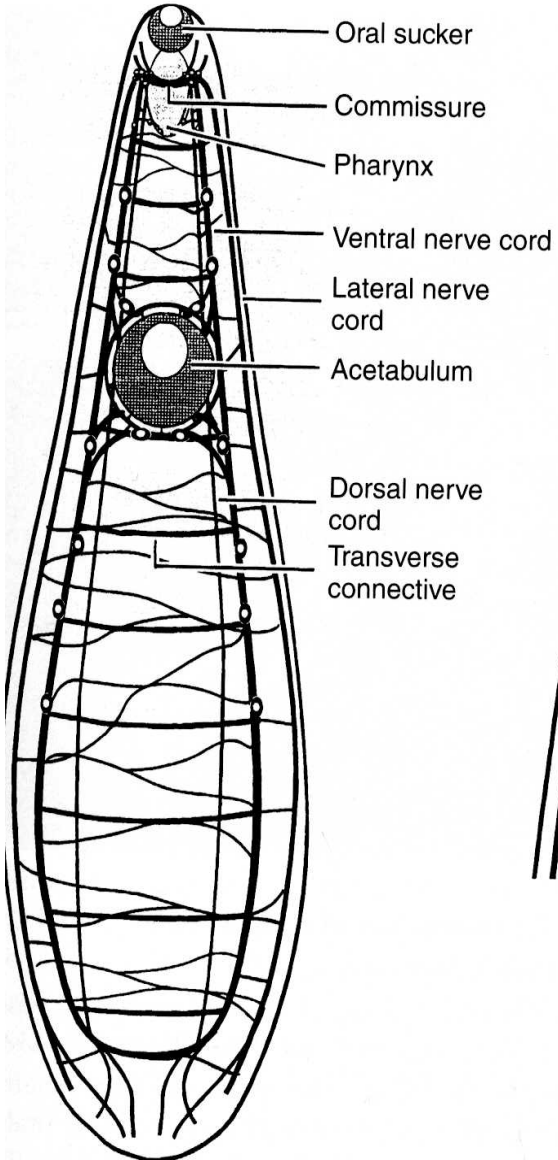
Tegument motolice



Otrněný porch těla motolic



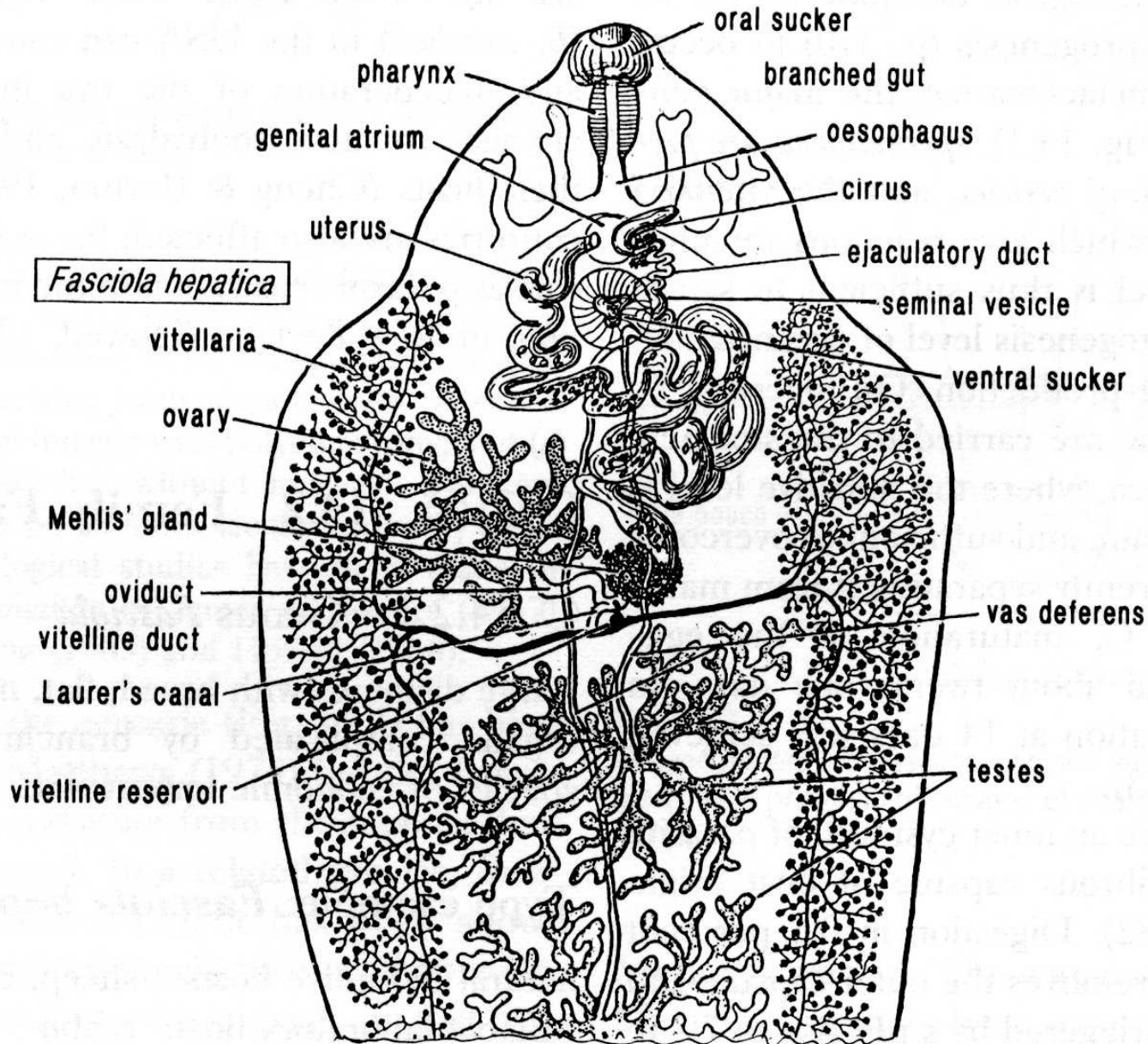
Nervová soustava motolic



Trávicí soustava motolic

- Ústní otvor – ústní přísavka
- Prepharynx
- Pharynx
- Jícen
- Vidličnatě větvené párovité slepě ukončené střevo tvořené -
- Gastrodermis – exkreční i sekreční funkce

Trávicí soustava motolic



Exkreční soustava motolic

- Protonefridie – plaménkové buňky
- Systém sběrných kanálků
- Močový měchýř
- Systematický význam

Exkreční systém motolic

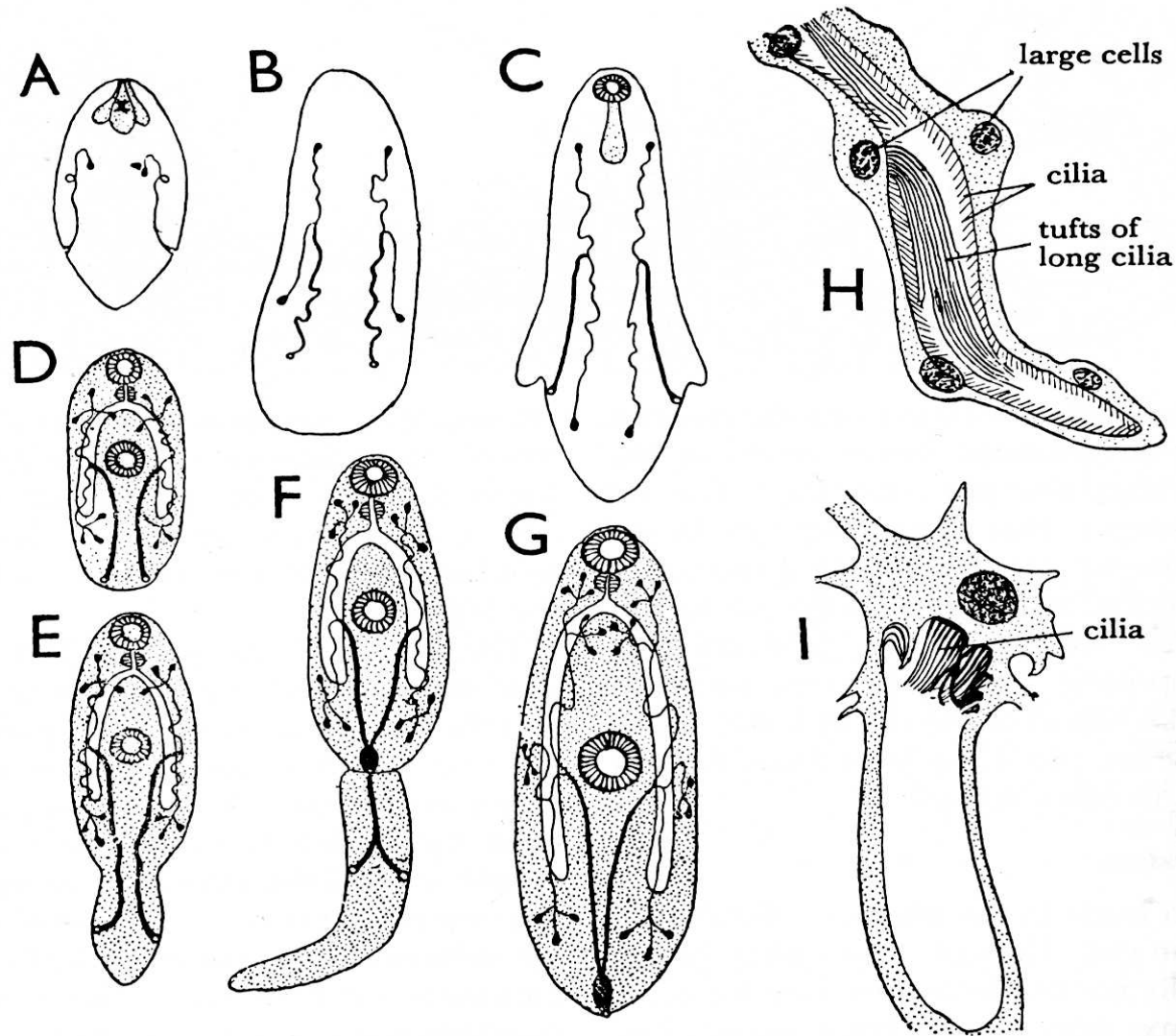
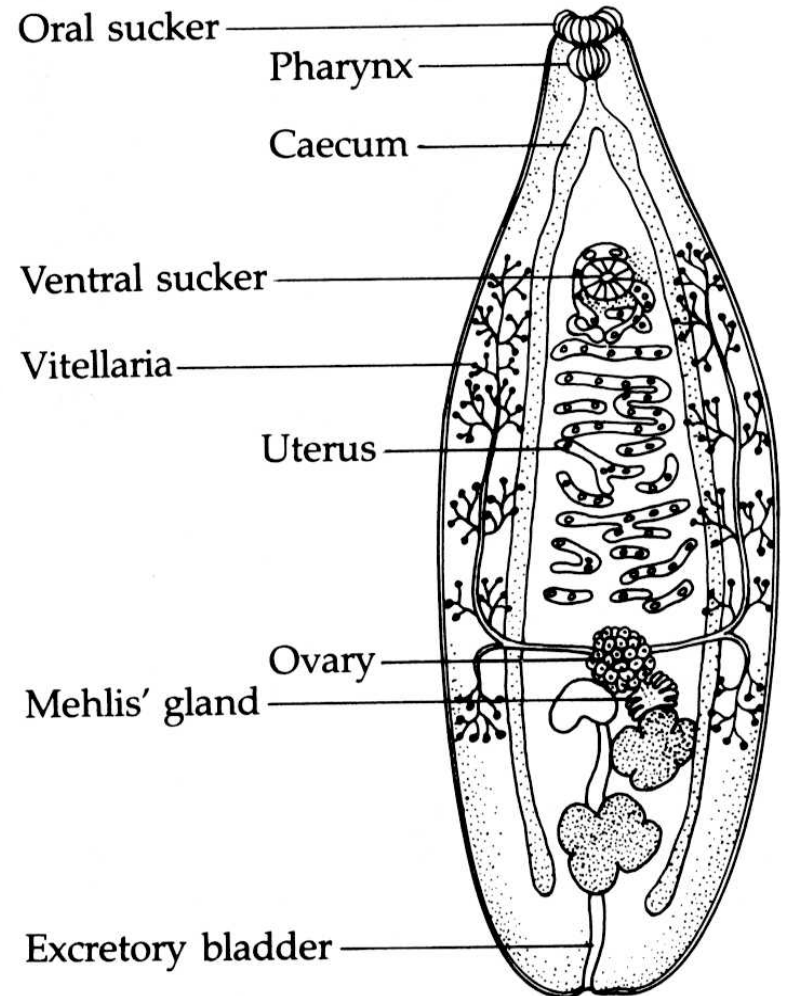
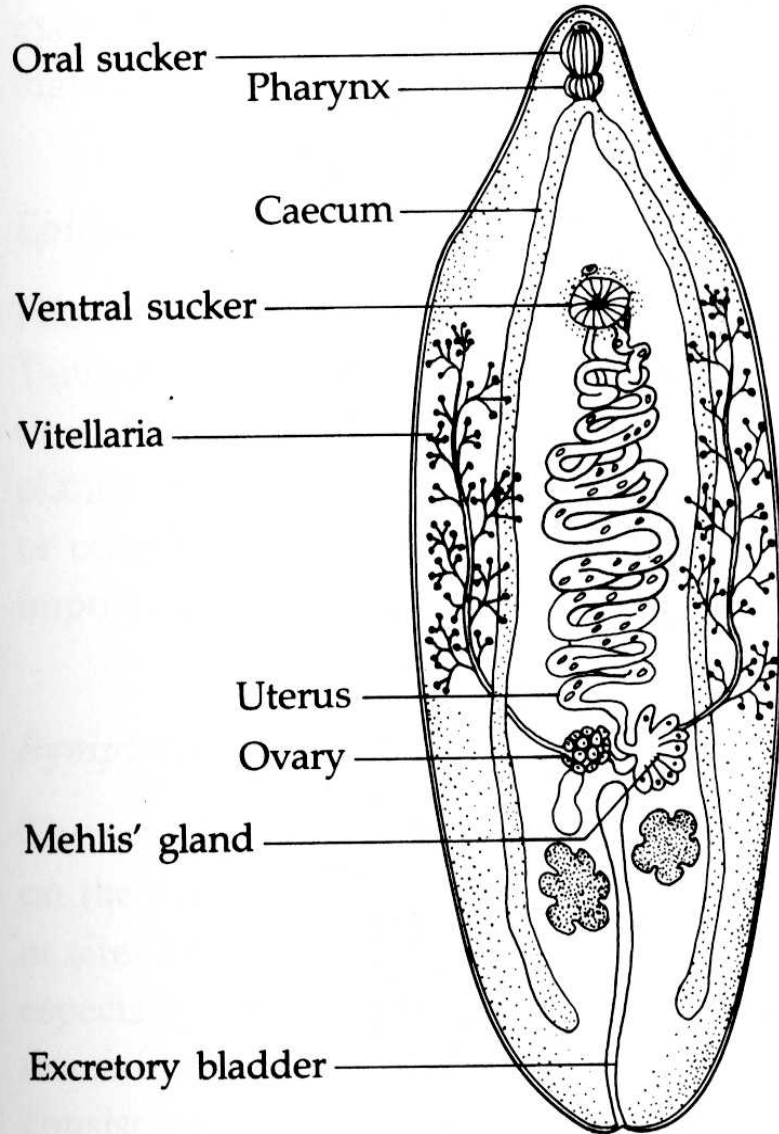


Fig. 9-4. The excretory system of Digenea. A, Miracidium. B, Sporocyst. C, Redia. D, E, F, Stages in development of the cercaria. G, Metacercaria. H, Tufts of long cilia and large cells forming the ciliated wall of the canal (not seen in the adult). I, Young-stage flame cell from *Dicrocoelium dendriticum*. (From Dawes. The Trematoda, courtesy of Cambridge University Press.)

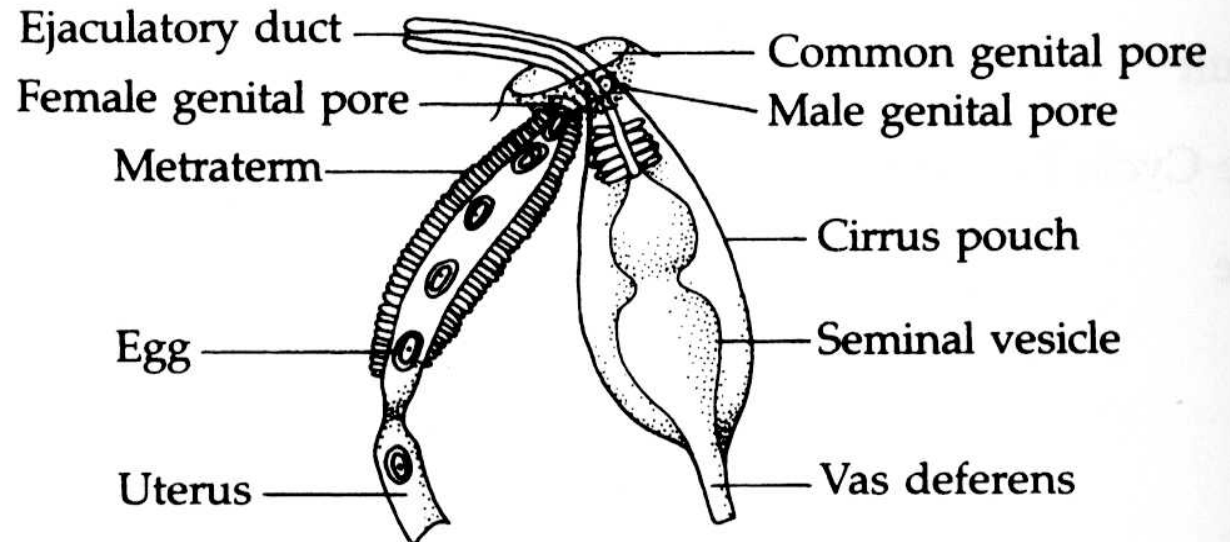
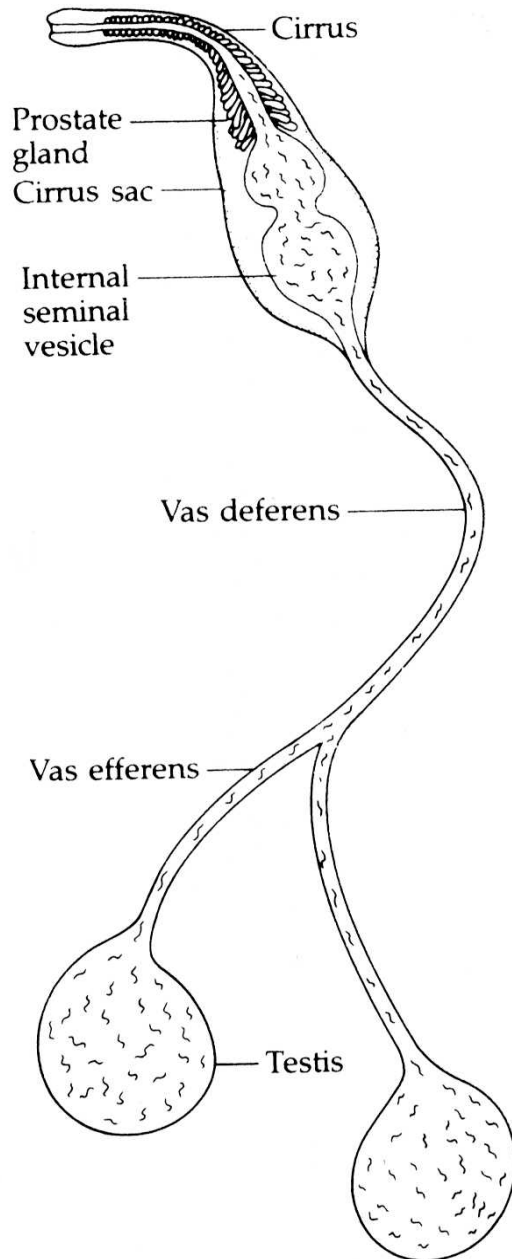
Pohlavní soustava motolic

- Hermafroditi
- Samčí soustava – párová testes, vasa efferentia, vas deferens, vesicula seminalis (externa, interna), ductus ejaculatorius a cirrus v cirrovém vaku
- Samičí soustava – vaječník, ovidukt, receptaculum seminis, párové žloutkové trsy, ootyp, Mehlisovy žlázy, Laurerův kanál, děloha zakončená svalnatým metratermem a pohlavní atrium ústící na povrch těla
- Motolice jsou oviparní
- Vajíčka mají často víčko - operculum

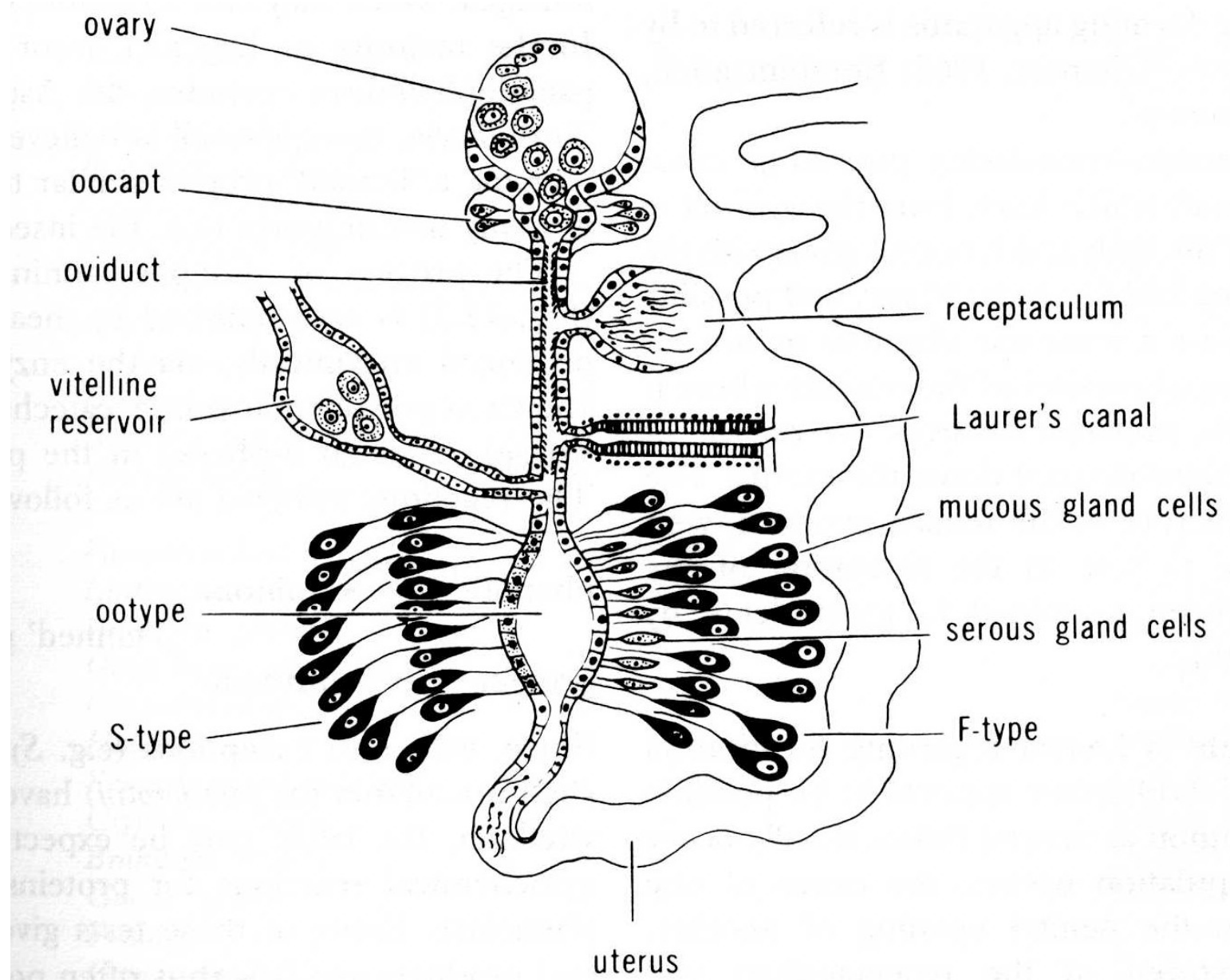
Pohlavní soustava motolic



Samčí reprodukční soustava motolic



Samičí reprodukční soustava



Vitelaria a ovidukty

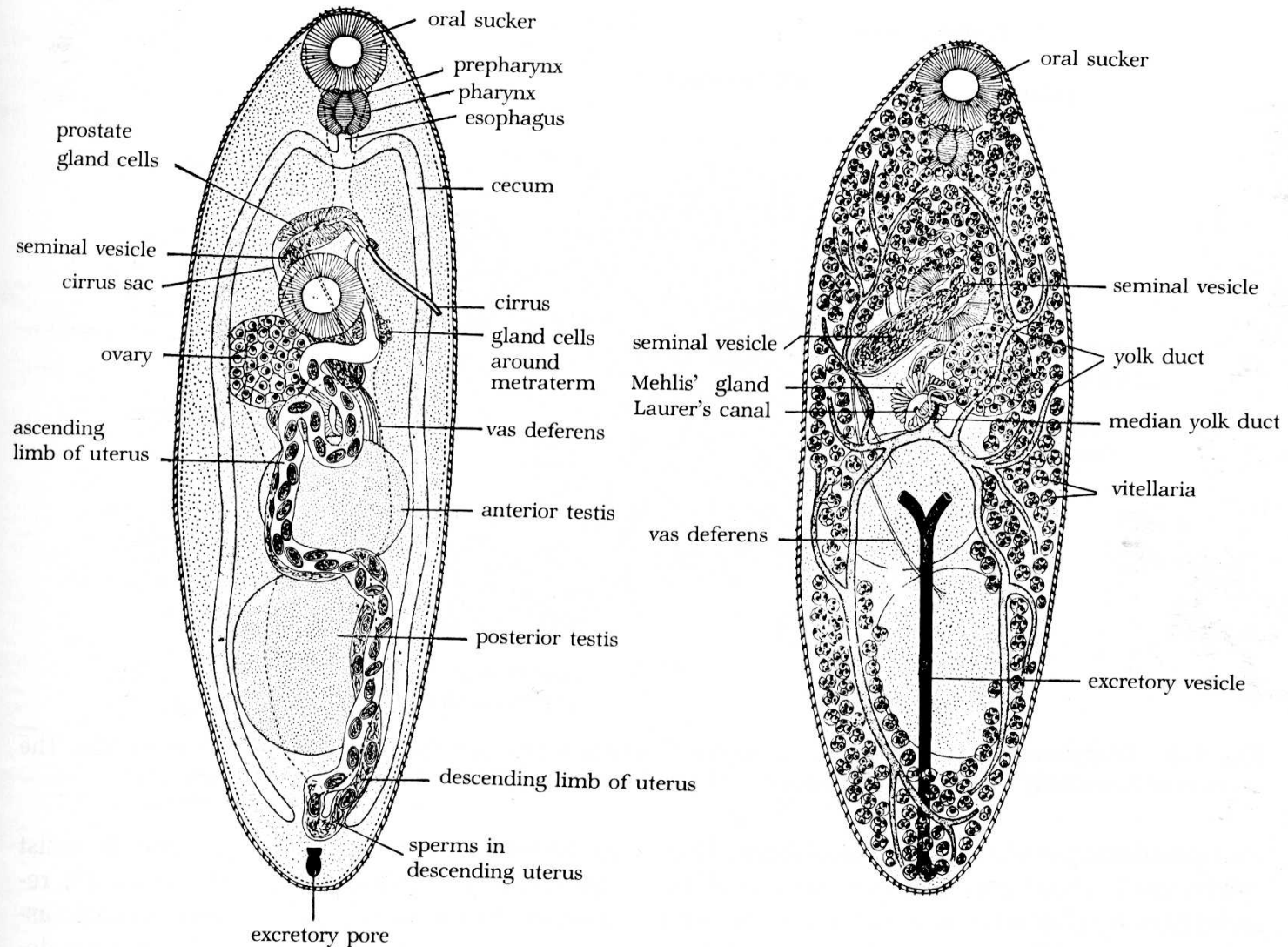
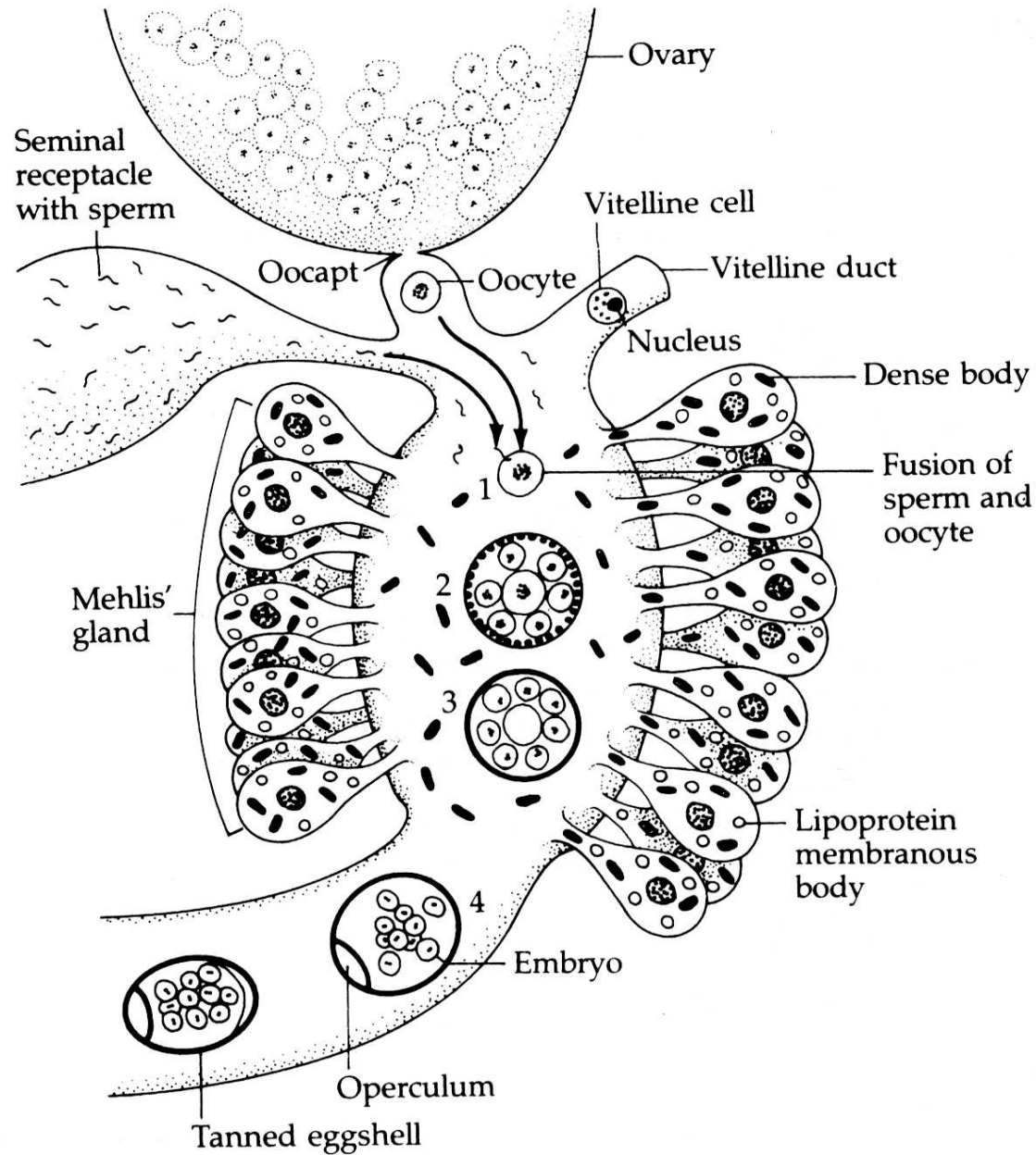


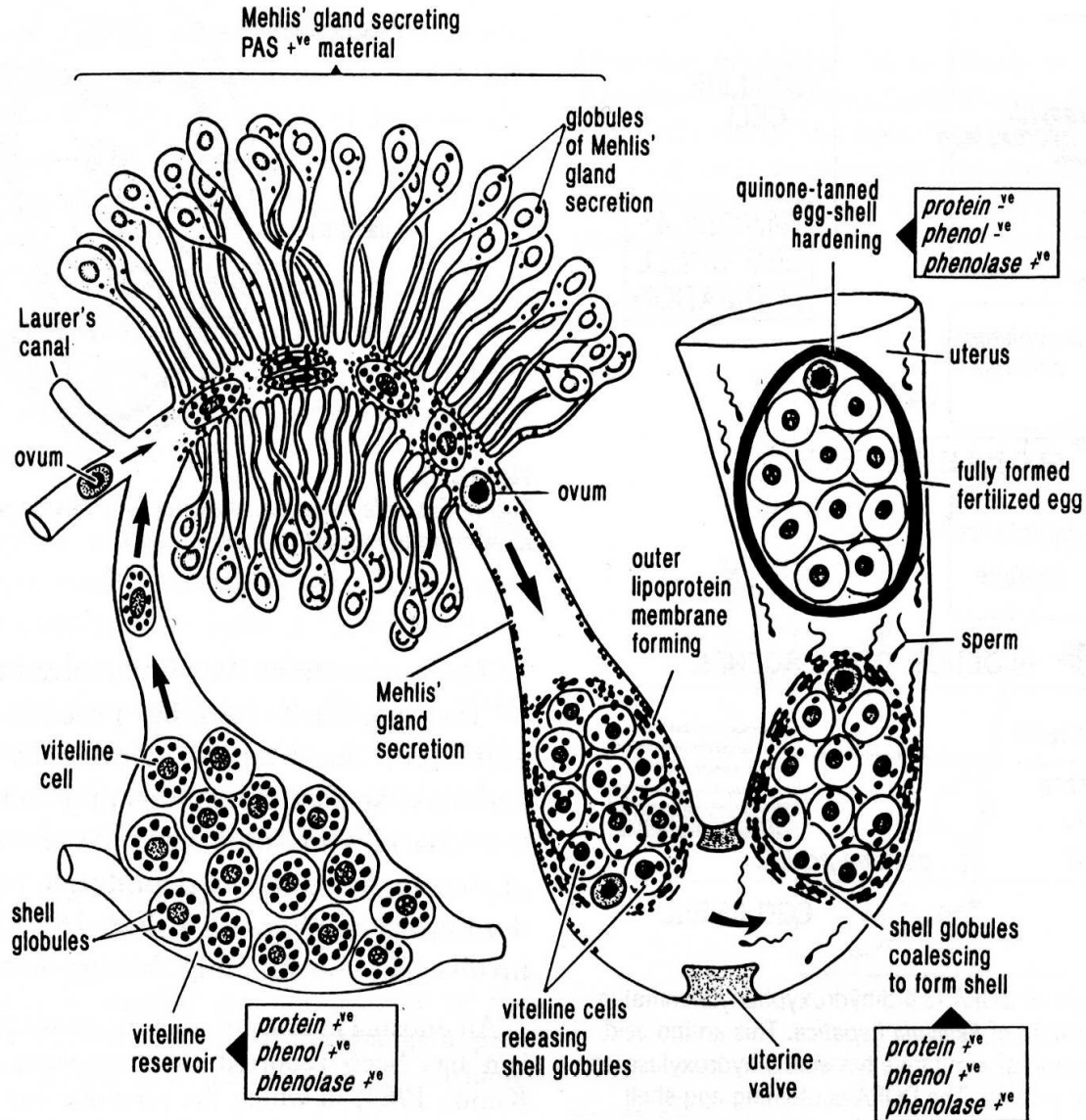
Fig. 9-8. *Plagiorchis (Multiglandularis) megalorchis*, showing the dispersed distribution of the vitellaria and vitelline ducts. (From Rees, courtesy of Parasitol.)

Schéma oplození vajíček motolic



Formování obalu vajíčka

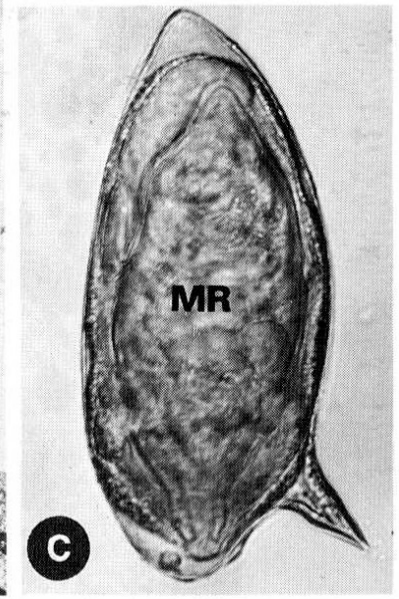
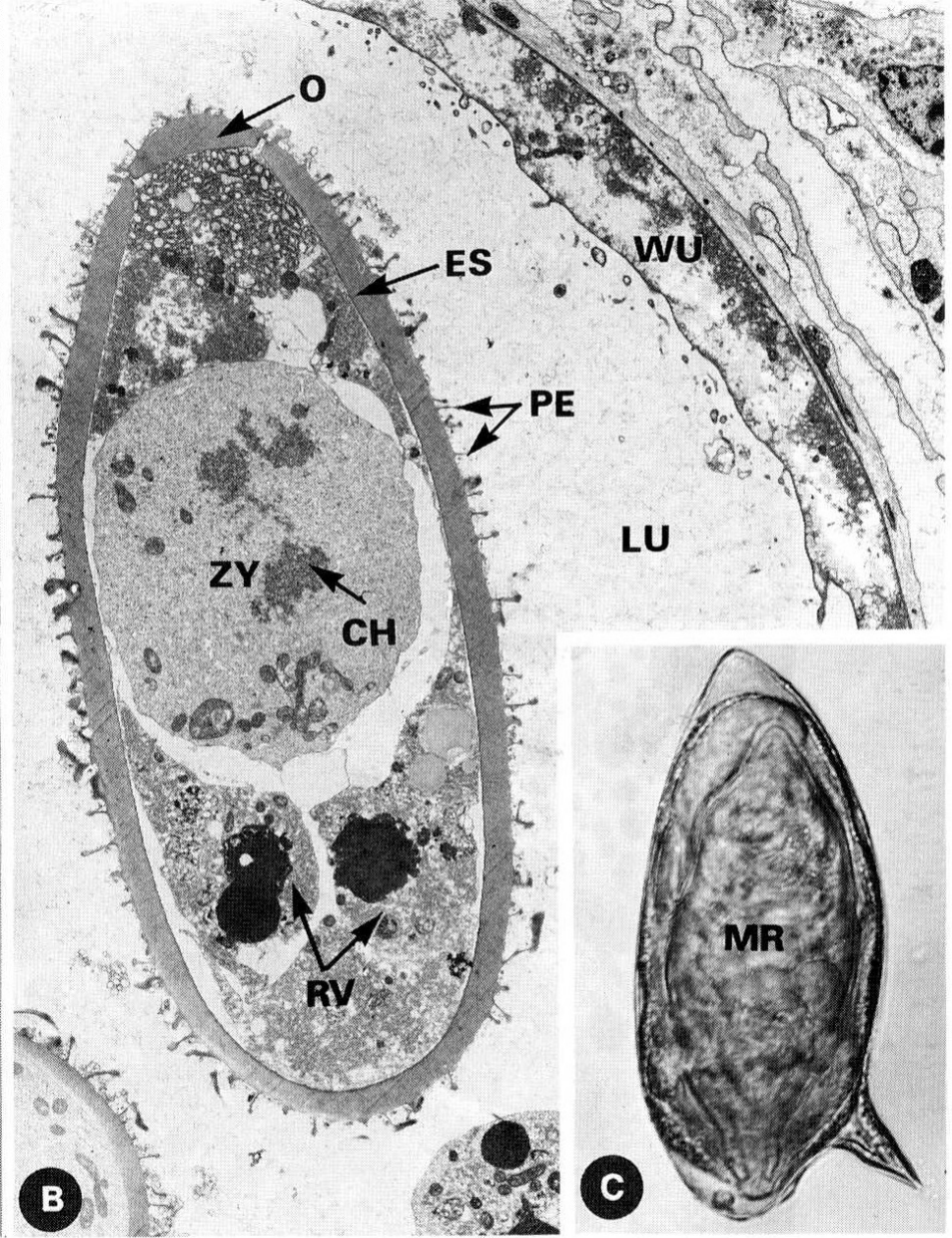
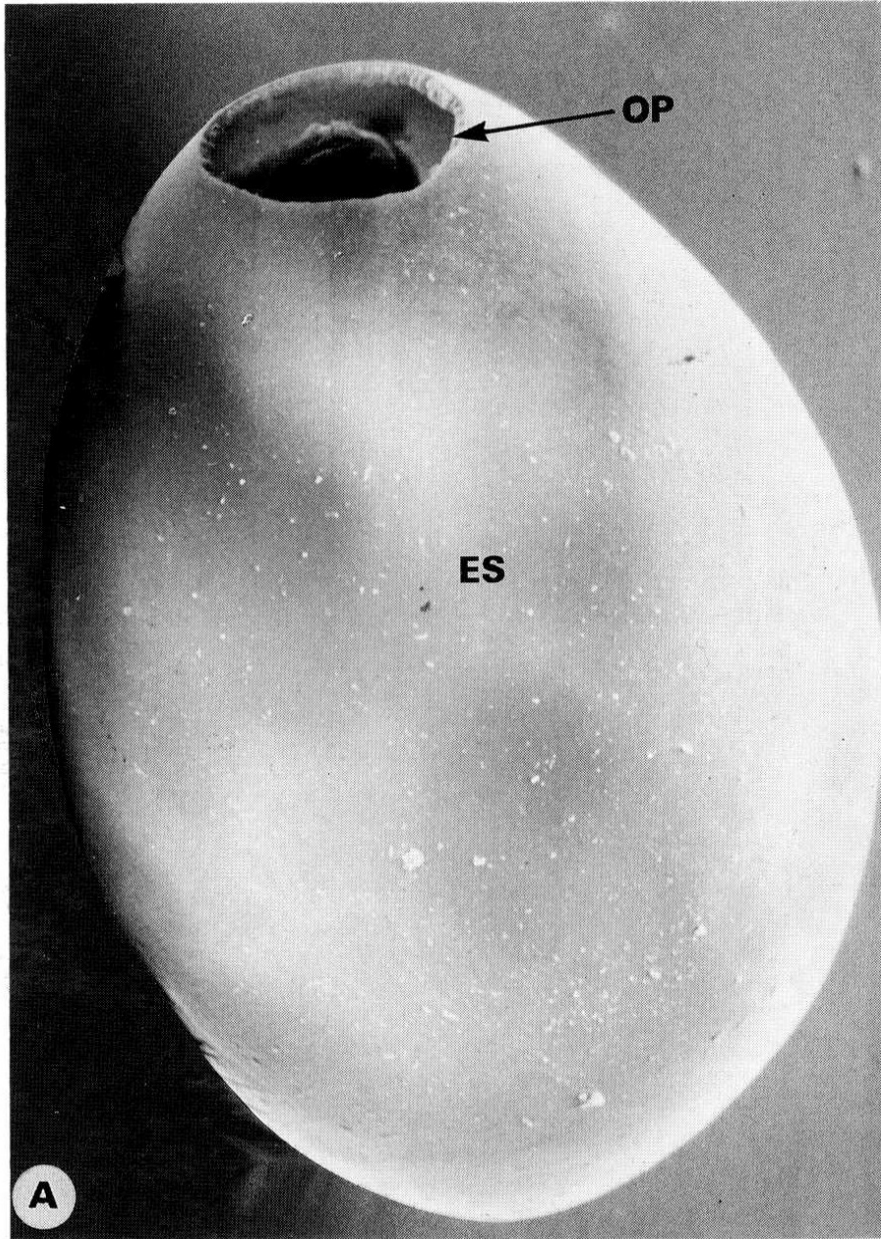
FASCIOLA HEPATICA: EGG-SHELL FORMATION



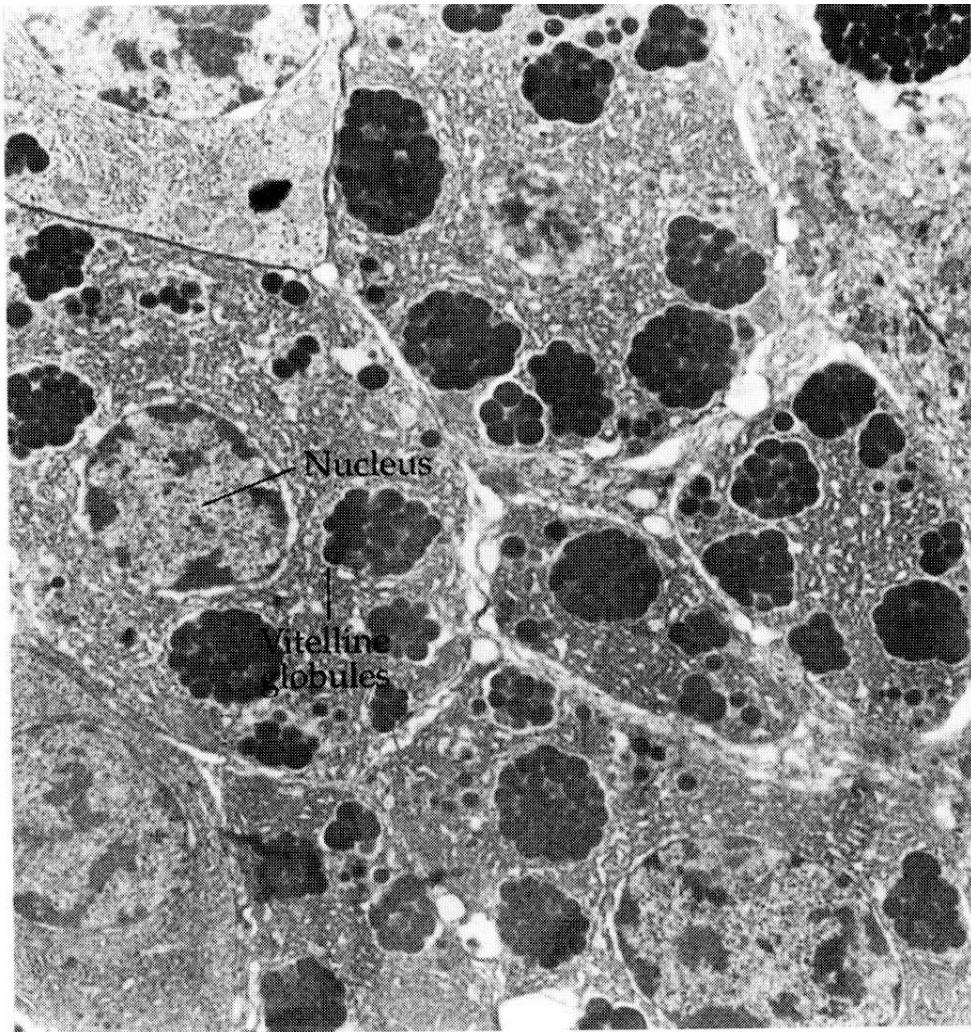
g. 13.8

Schematic of egg shell formation in a digenetic trematode.

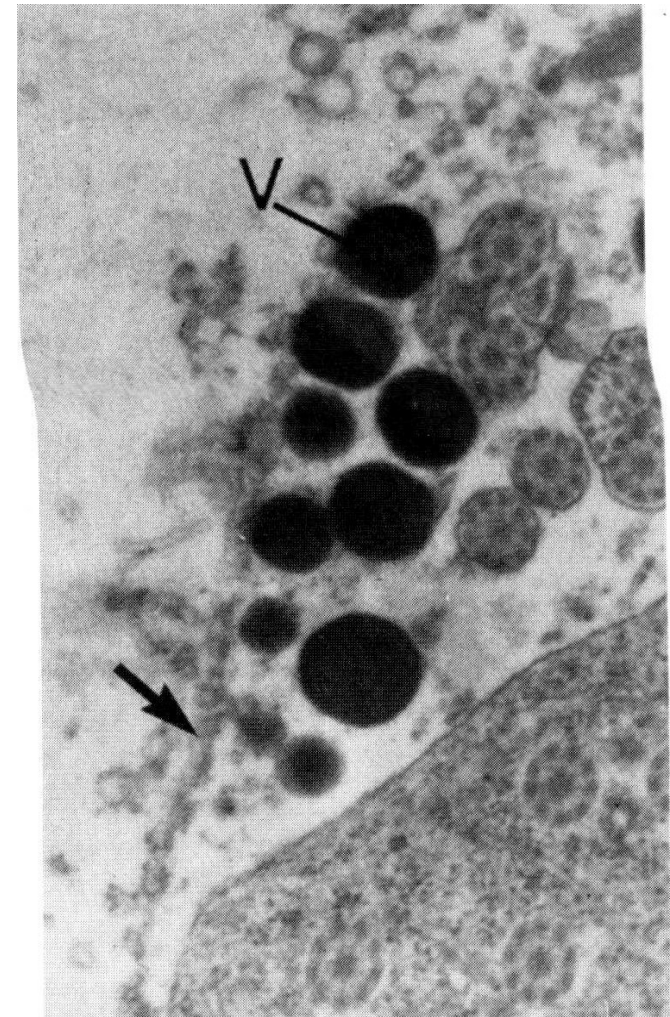
Vajíčka motolic



Formování vajíček motolic

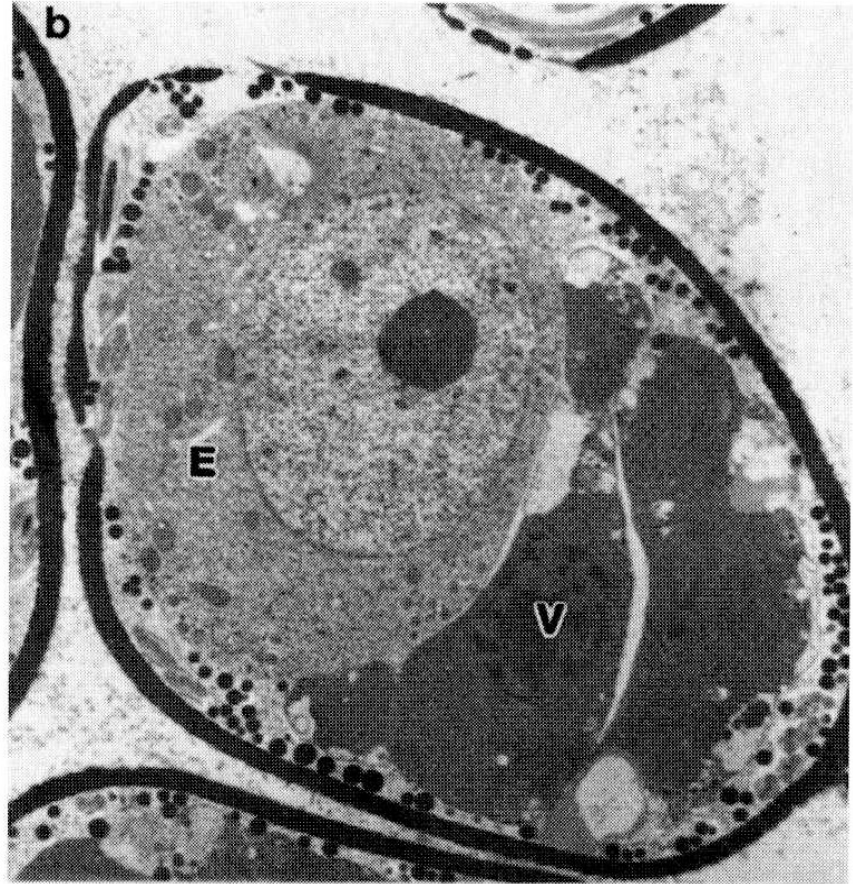
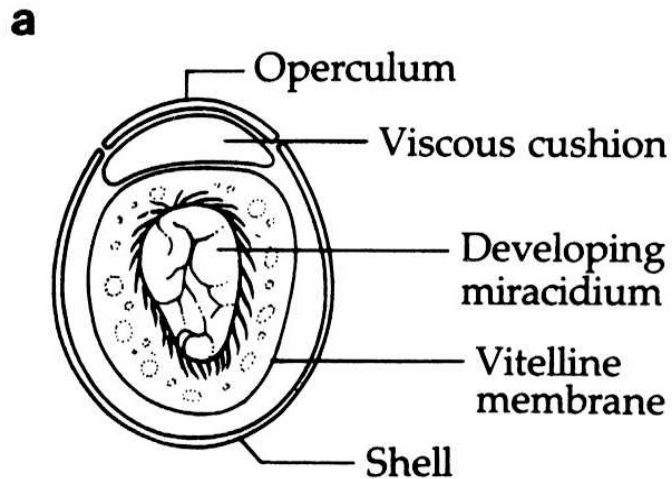


řez žloutkovými folikuly



žloutkové buňky a tvořící se vaječný obal

Řez vajíčkem v děloze



MONOGENEA

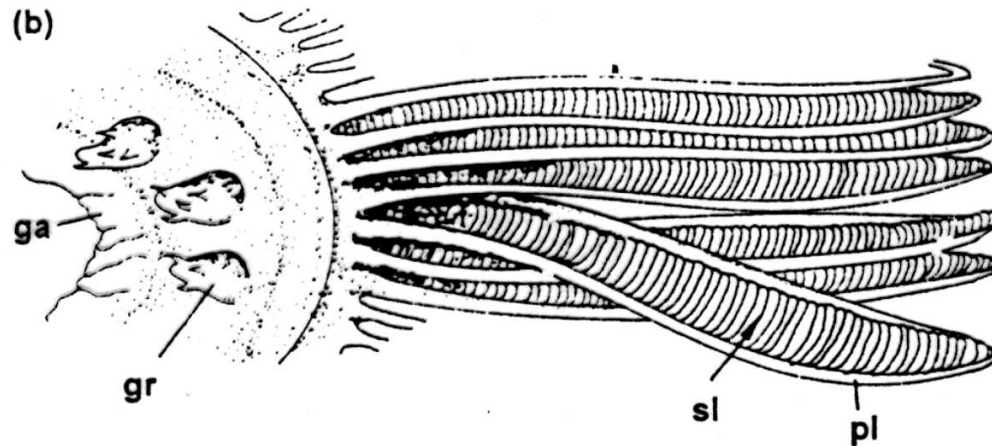
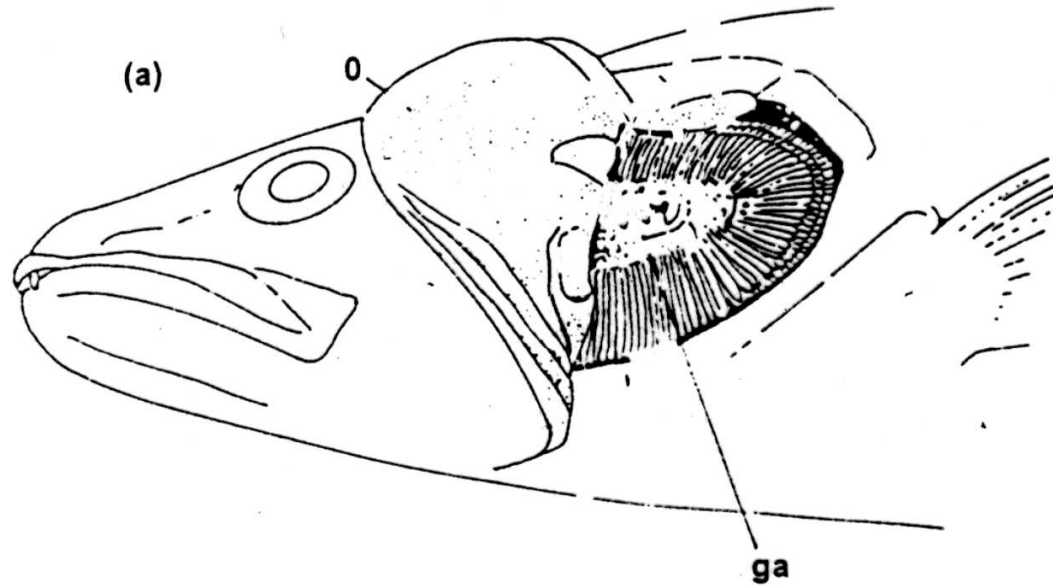
Monogenea - úvod

- Ektoparaziti – ryby, obojživelníci, plazi, kytovci, hlavonožci
- Endoparaziti –
 - Acolpenteron nefriticus
 - Enterogyrus spp.
 - Nitzschia sturionis
 - Polystoma integerinum
 - Oculotrema hippopotami

Evoluční expanze monogeneí

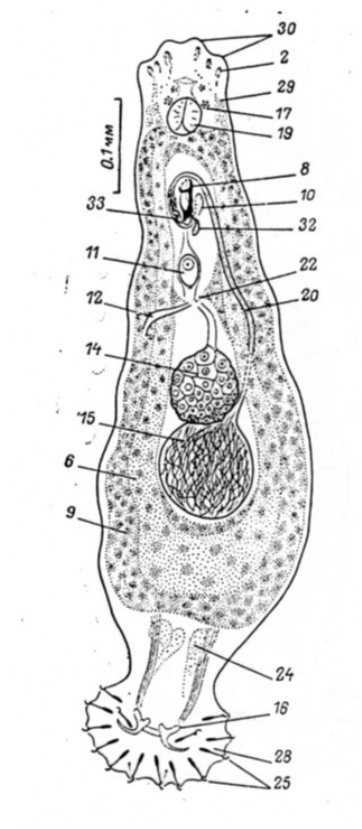
Významní patogeni v chovech ryb

Kolonizace žaberního aparátu

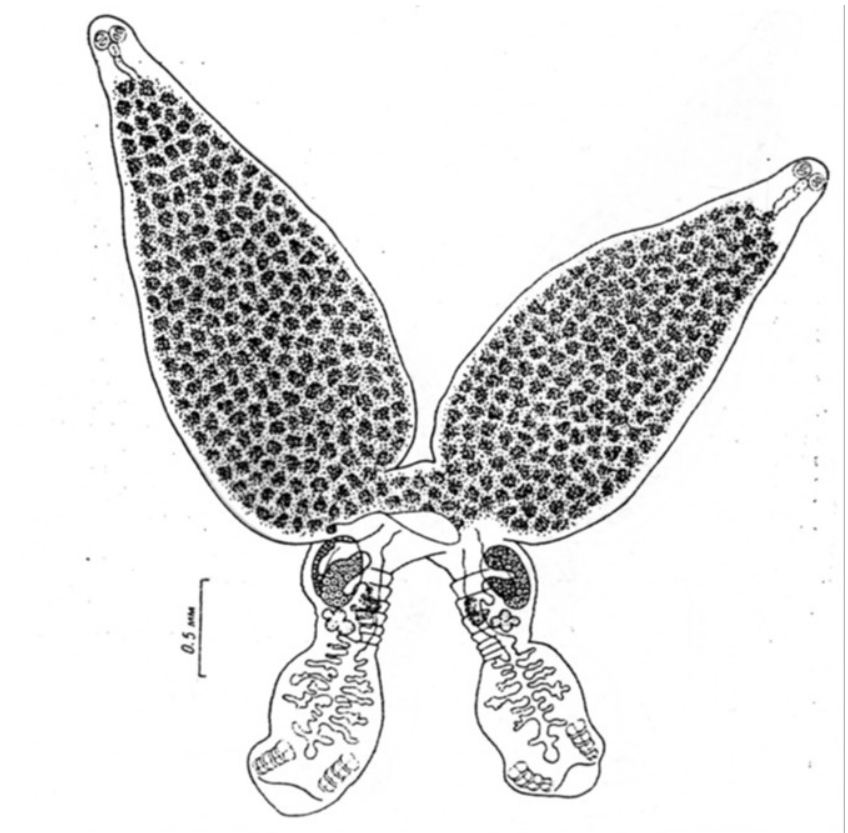


Monogenea – tvar těla

Dactylogyrus



Diplozoon



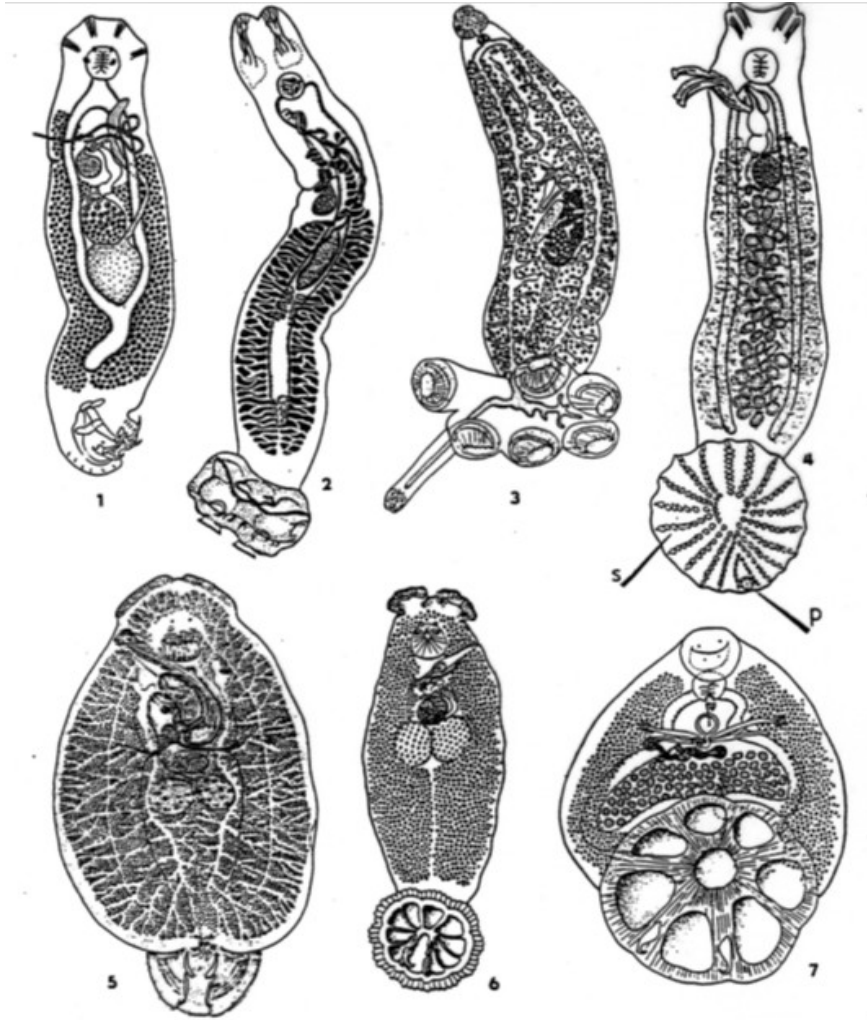
Monogenea – druhová rozmanitost

- Cca 5000 tis druhů (cca 30 000 druhů ryb)
- Velikost těla (od 0,2 do několik mm)
- Morfologie –
 - bilaterální symetrie
 - dorsoventrálně zploštělí
 - tegument
 - svalová soustava
 - nervová soustava
 - trávicí soustava
 - vylučovací soustava – protonefridie
 - pohlavní soustava – hermafroditi - vejcorodí
živorodí

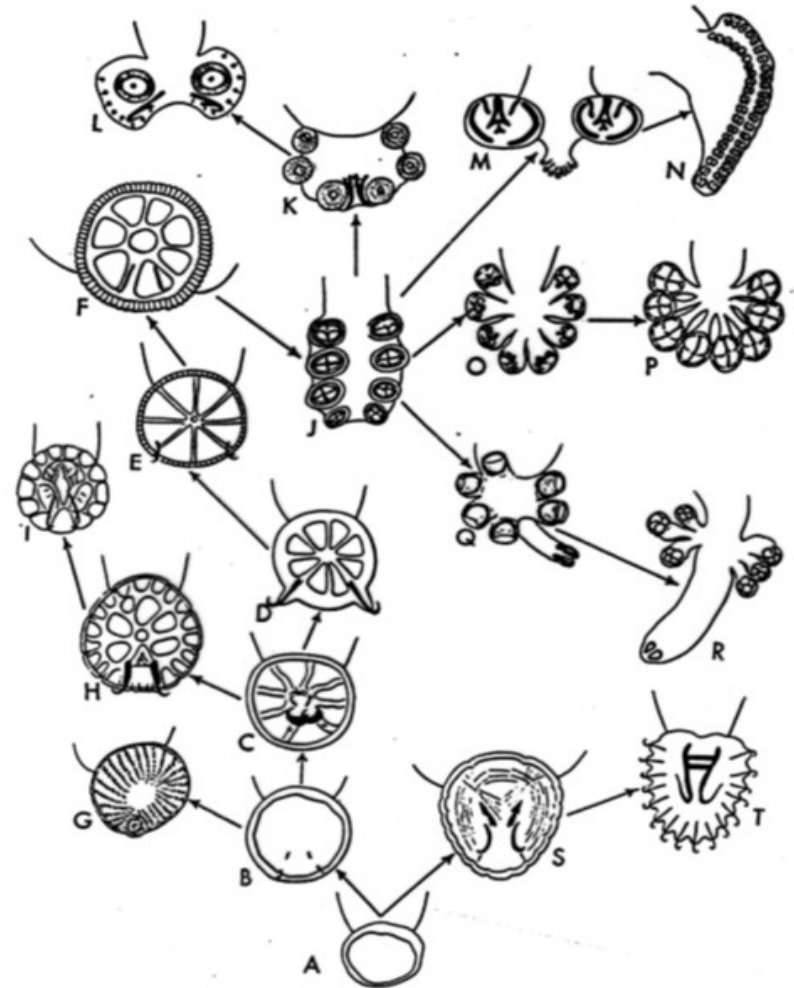
Přímé životní cykly

Morfologická rozmanitost

Typy opisthaptoru



Evoluce opisthaptoru

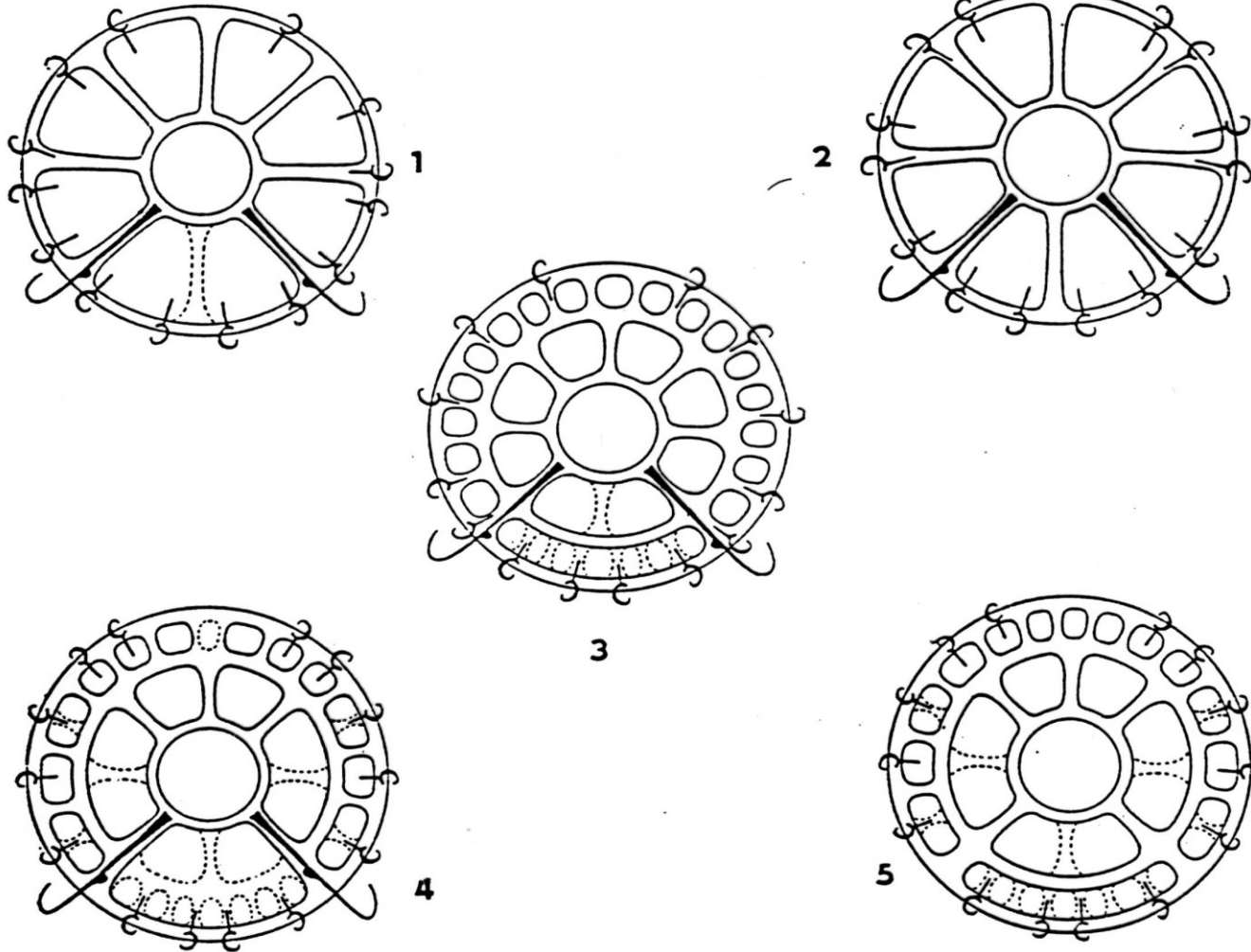


Přichycovací aparát – 4 základní typy

- Opisthaptor se svalovými přísavkami
- Opisthaptor se sklerotizovanými strukturami
- Opisthaptor se suplementárními disky
- Opisthaptor s metamorfovanými přísavkami

Opisthaptor se svalovými přísavkami

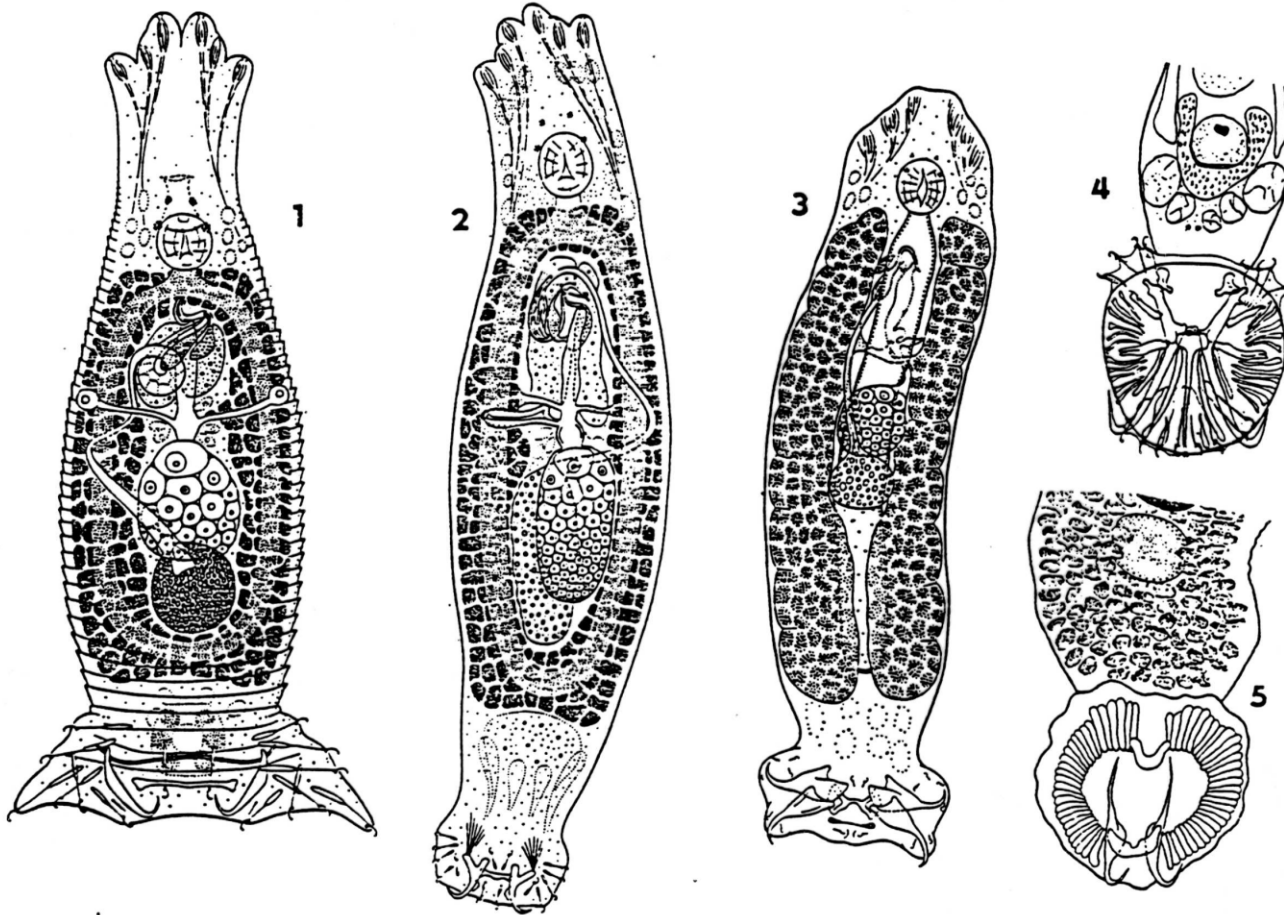
Plate 2



Scheme of sucker-like opisthaptors with muscular septa.
1 - Dasybatotrema, 2 - Monocotyle, 3 - Merizocotyle, 4 -
Thaumatocotyle, 5 - Empruthotrema (after Bychowsky 1957)

Opisthaptor se sklerotizovanými strukturami

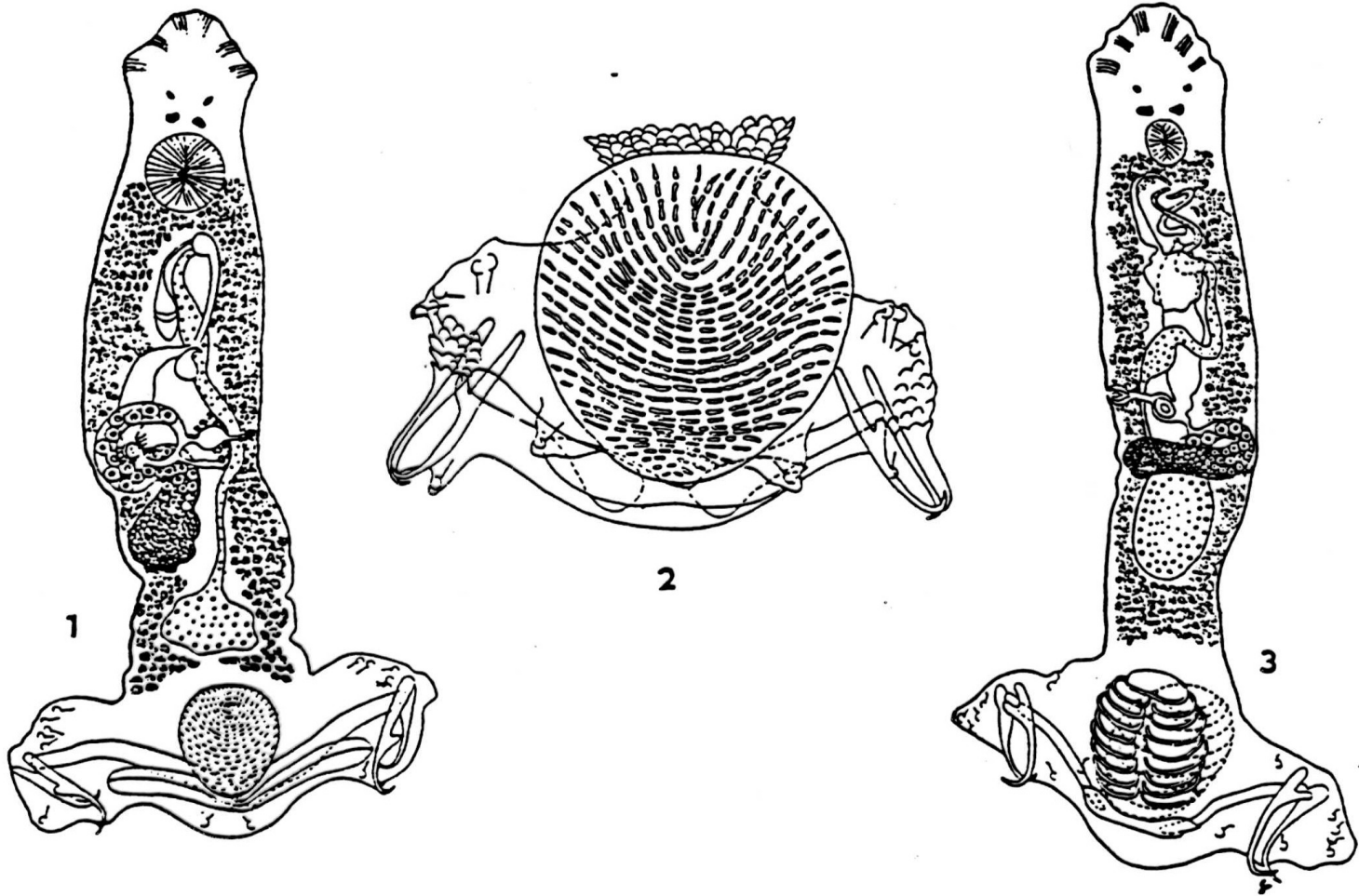
Plate 3



Opisthaptors with sclerotized hooked structures, connecting and supporting sclerites. 1 - *Bivaginogyrus obscurus* (after Gussev 1985), 2 - *Dactylogyrus extensus* (after Gussev 1985), 3 - *Tetraonchus monenteron* (after Gussev and Pugachev 1985), 4 - *Polyclithrum mugilini* (after Rogers 1967), 5 - *Bothitrema bothi* (after Bychowsky 1957).

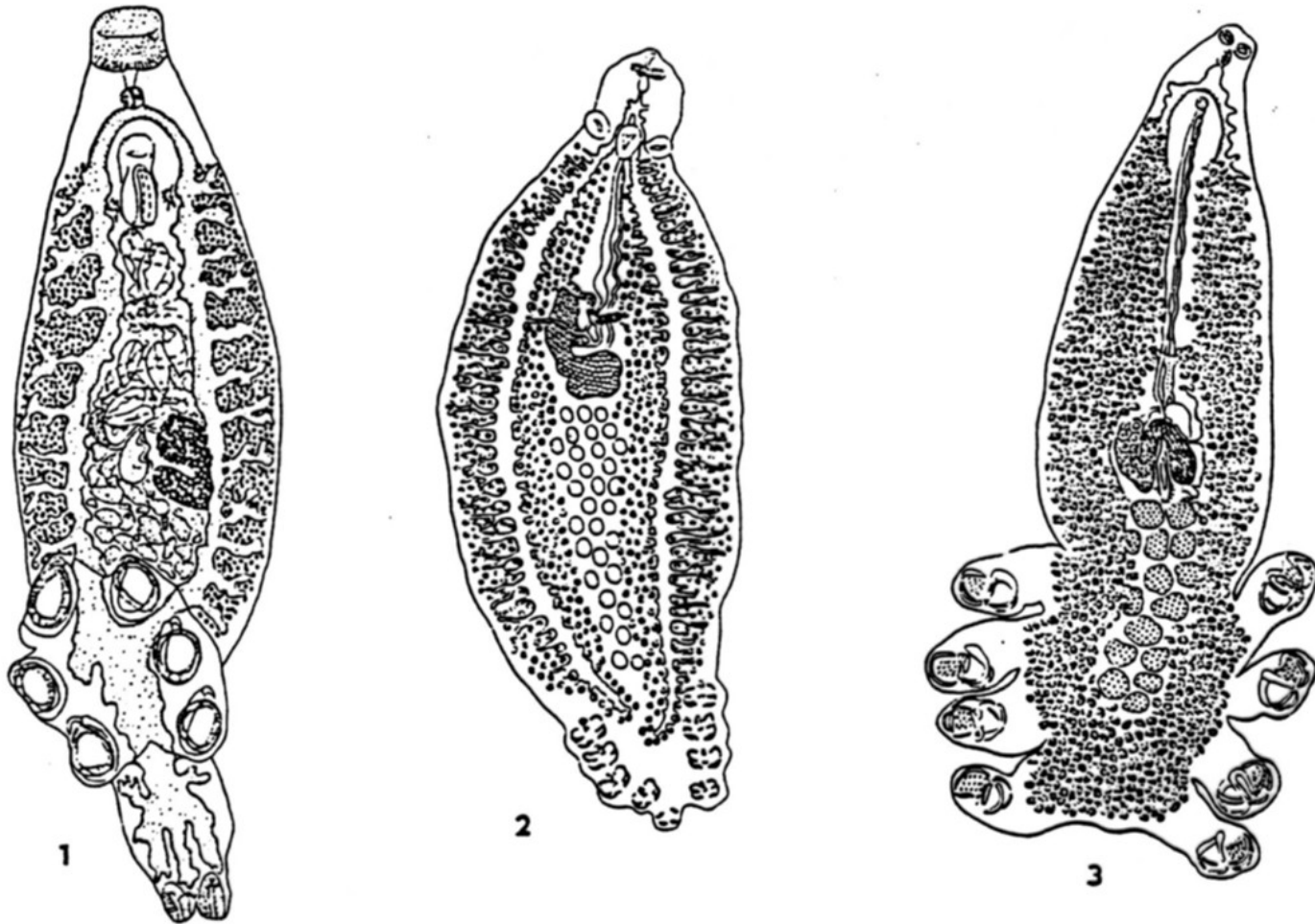
Opisthaptor se suplementárními disky

Plate 4



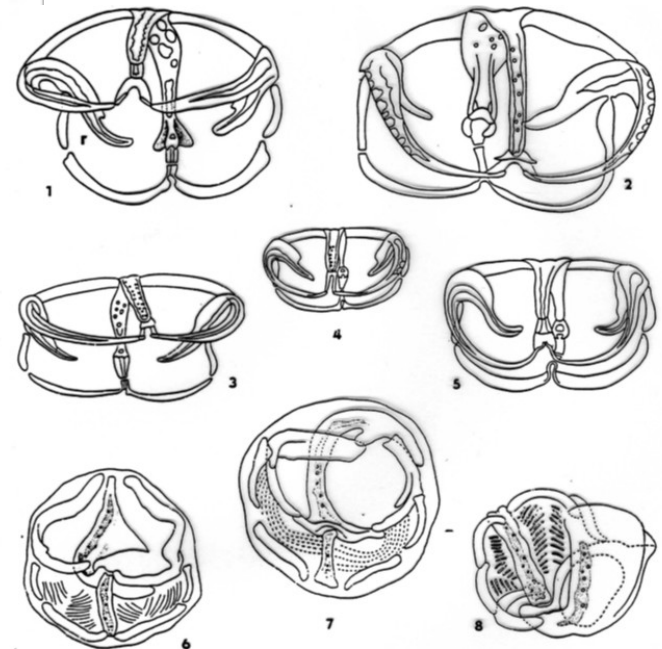
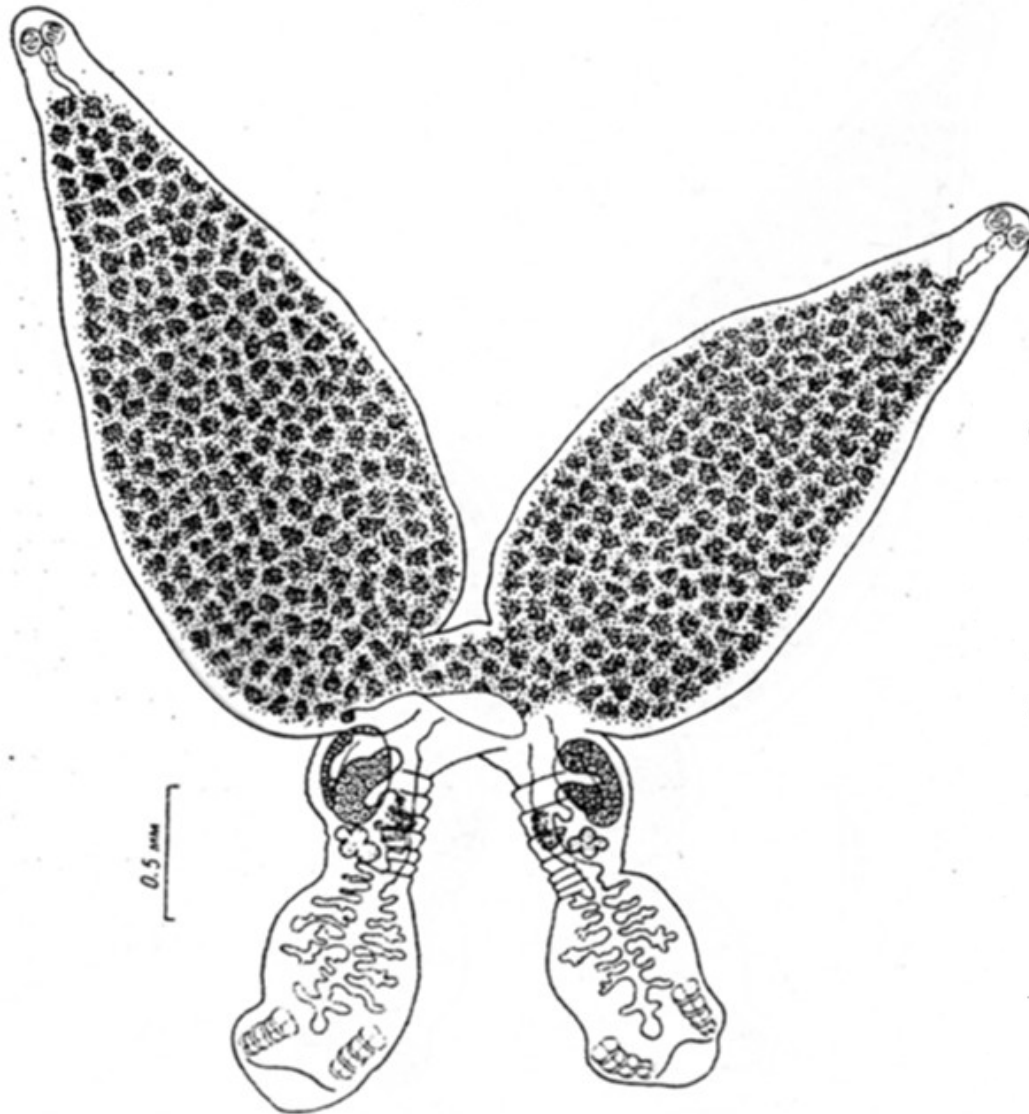
Supplementary discs. 1,2 - *Diplectanum similis*, 3 - *Lamellodiscus elegans* (after Bychowsky 1957)

Opisthaptor s metamorfovanými přísavkami



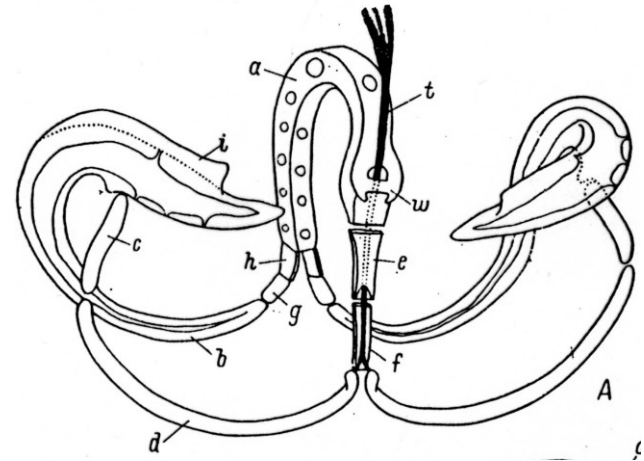
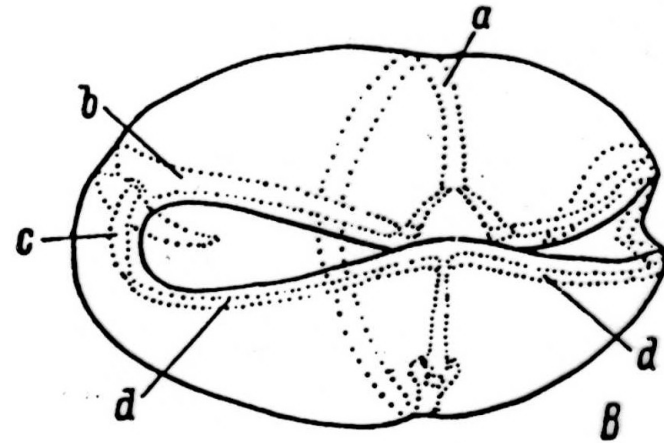
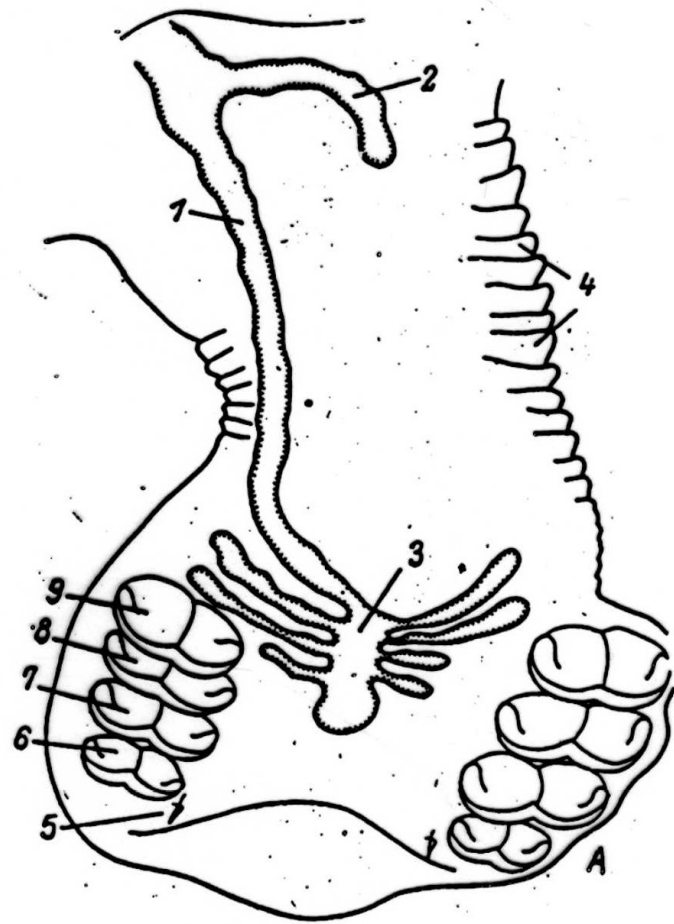
Opisthaptors with suckers and clamps. 1 - *Squalonchocotyle ginglymostomae* (after Brooks 1934), 2 - *Winkenthughesia bramae* (after Bychowsky 1957), 3 - *Diclidophora denticulata* (after Bychowsky 1957).

Opisthaptor s metamorfovanými přísavkami

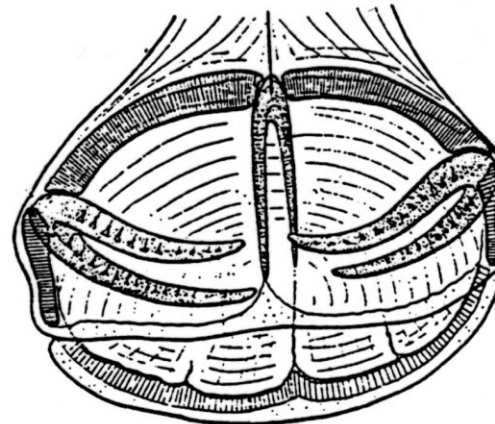
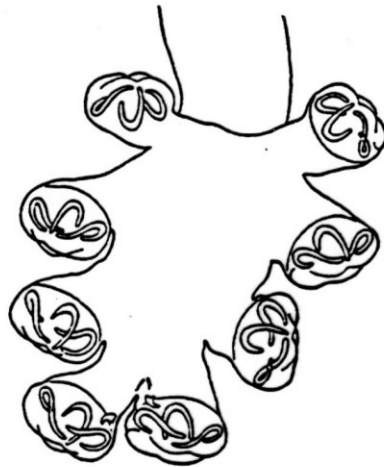
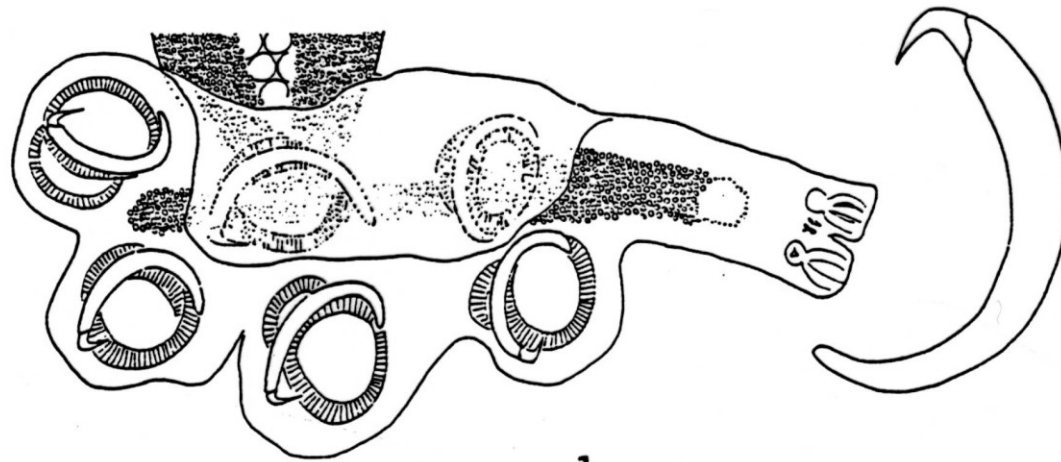


Typical clamps. 1 - Eudiplozoon, 2 - Discocotyle, 3,4,5 - Paradiplozoon, 6 - Meterobothrium, 7 - Choricotyle, 8 - Diclidophora. (1-5 after Khotenovskiy 1985, 6-8 after Bychowsky 1957).

Metamorfované přísavky - detail

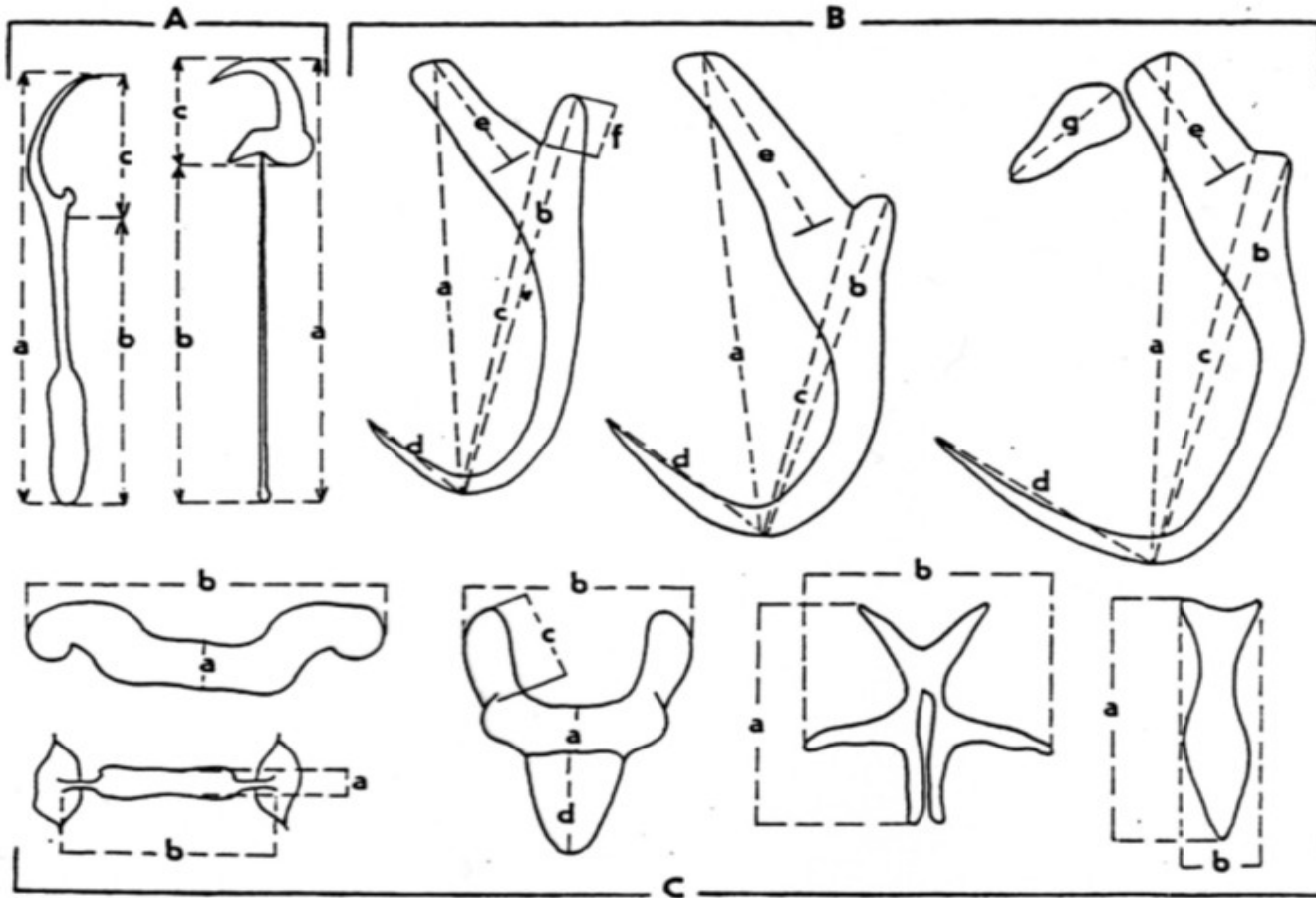


Monogenea – primitivní svorky



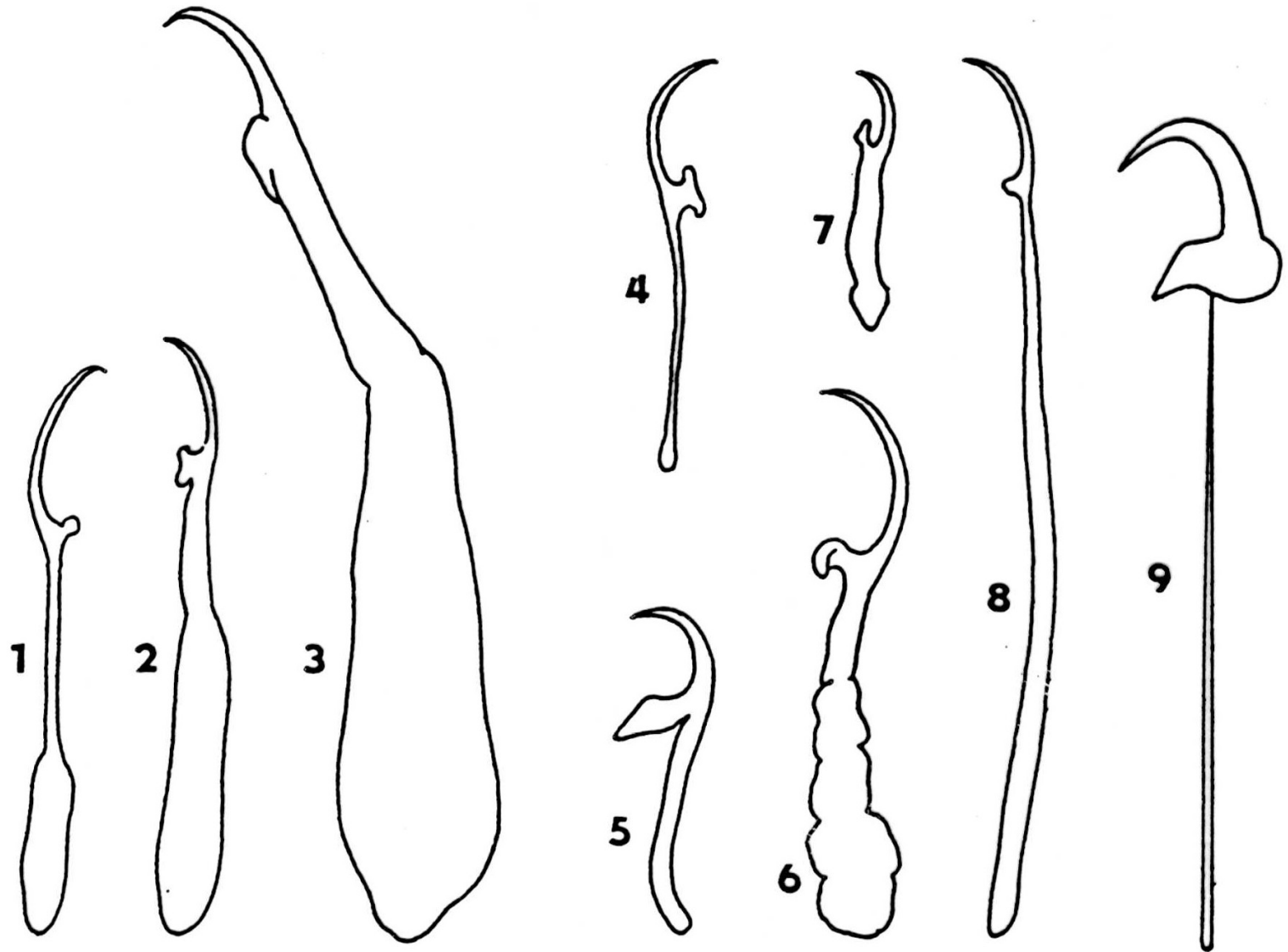
Primitive clamps of Diclybothriidae and Chimaericolidae. 1 - *Erpocotyle maccalumi* (after Euzet and Maillard 1967), 2 - *Chimaericola leptogaster* (after Bychowsky 1957 and Brinkmann 1942).

Strukturální rozmanitost opisthaptoru

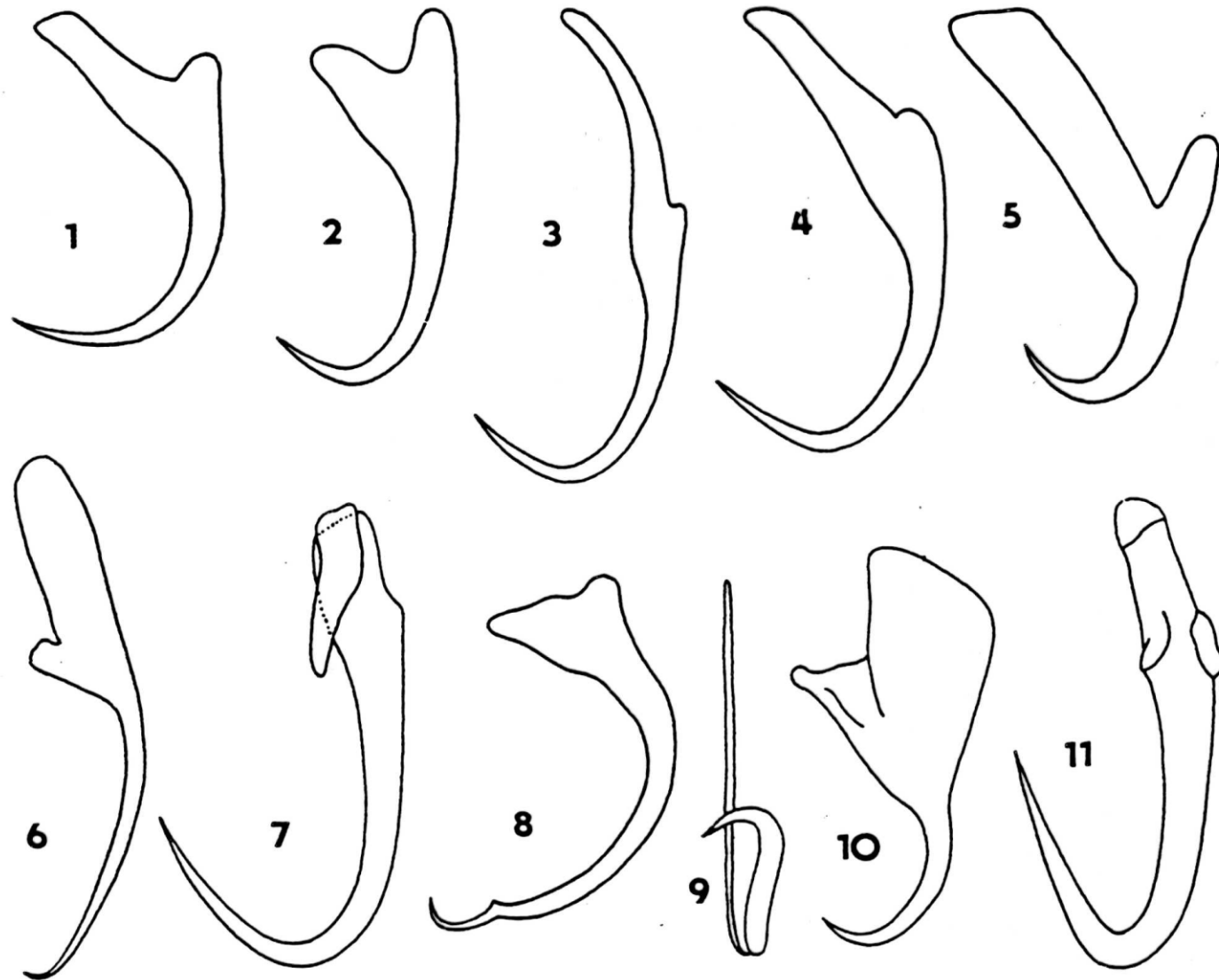


Measurements of individual parts of: A - marginal hooks (a - total length, b - length of handle, c - length of hook proper), B - anchors (a - inner length, b - outer length, c - length of shaft, d - length of point, e - length of inner root, f - length of outer root, g - length of patch), C - connecting bars (a - length, b - wide, c - length of lateral process, d - length of shield).

Základní typy marginálních háčků



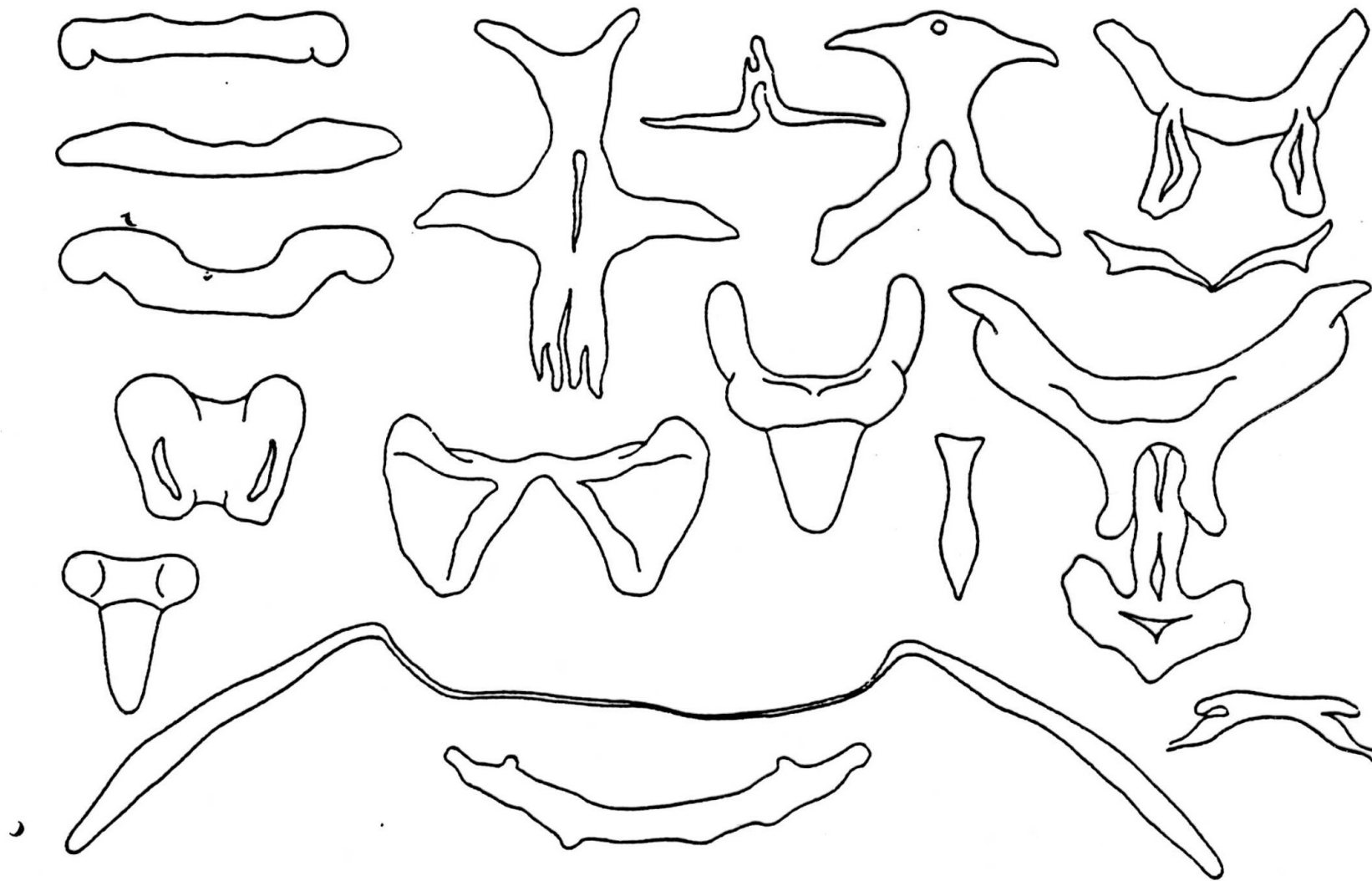
Základní typy středních háčků



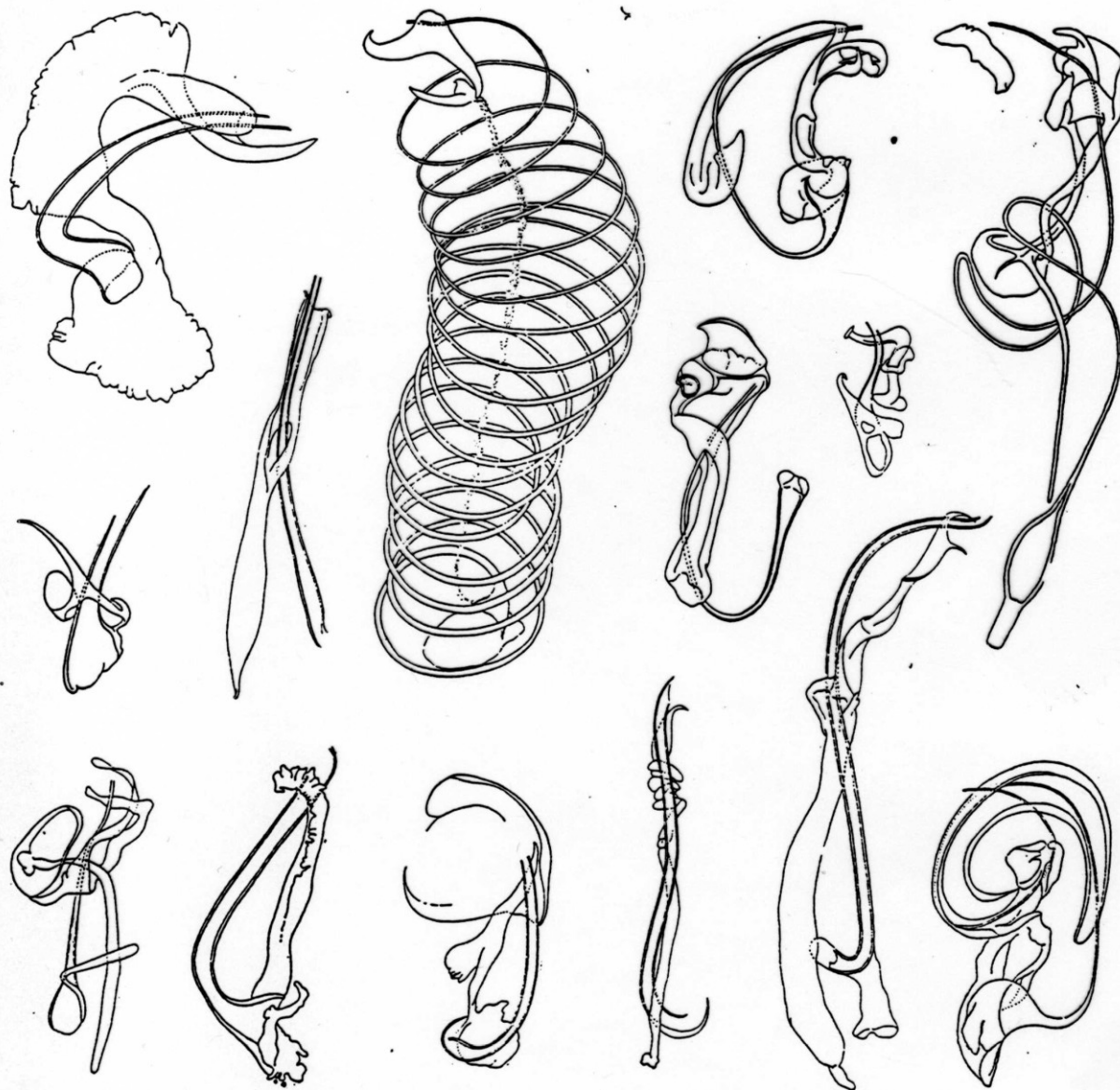
Základní typy marginálních háčků



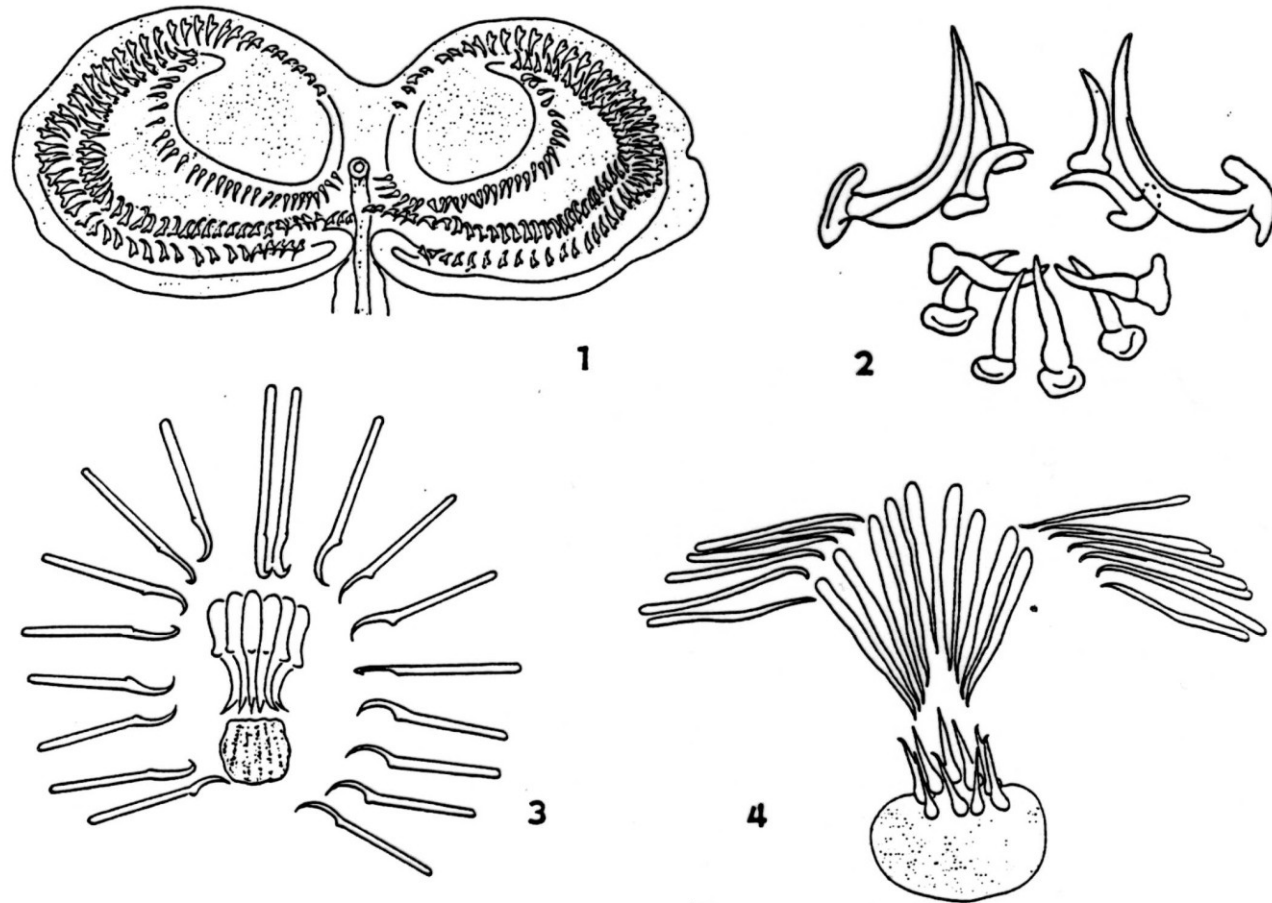
Základní typy spojovacích destiček



Typy kopulačního aparátu - monopistocotylea

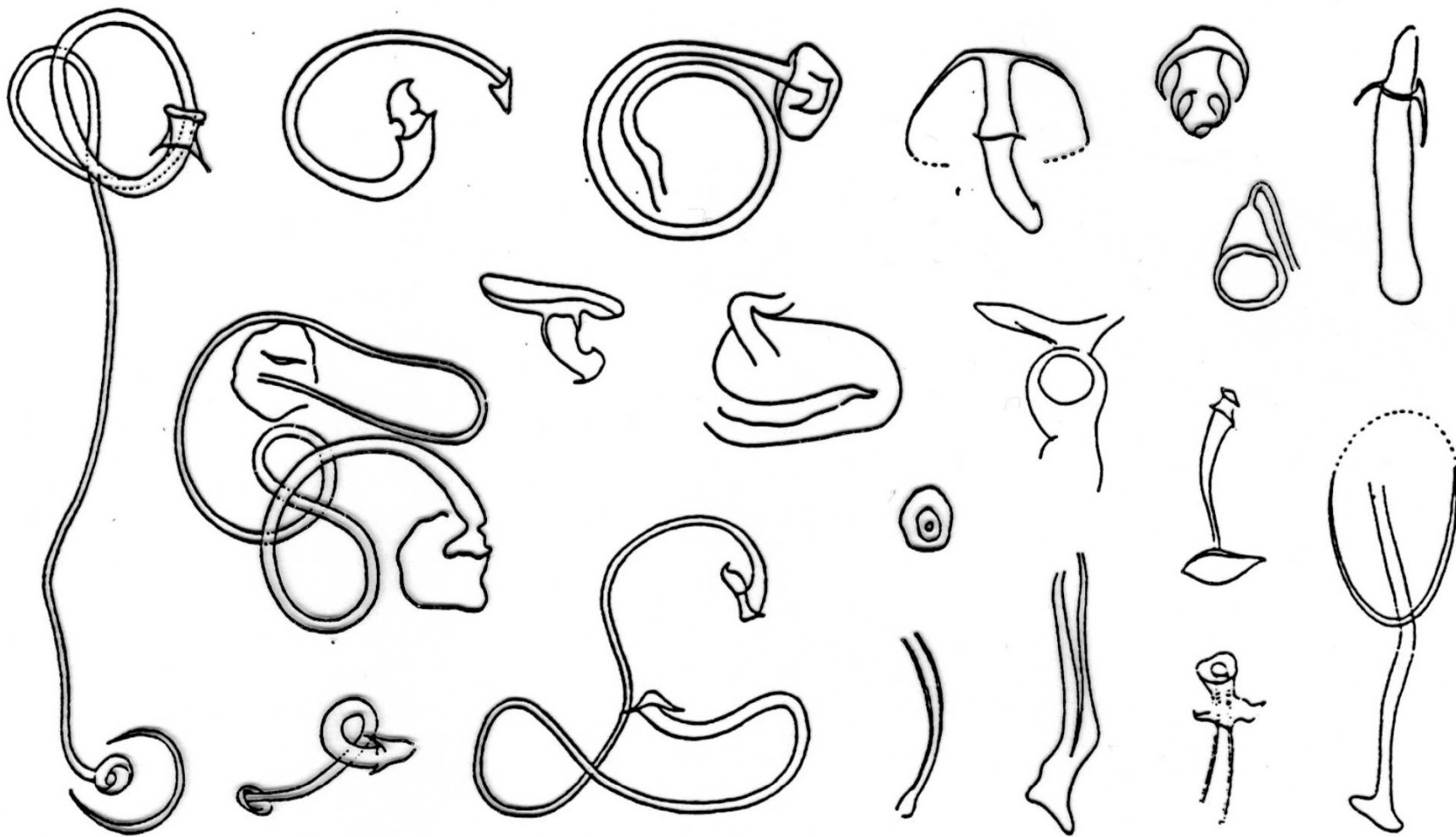


Typy kopulačního aparátu - polyopistocotylea

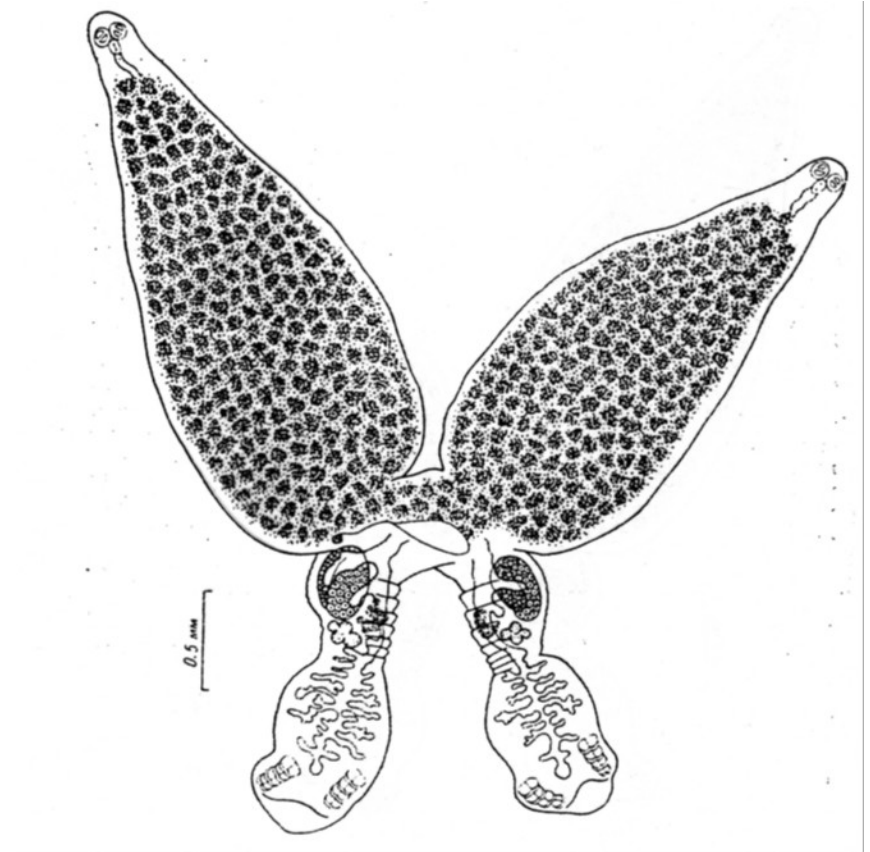
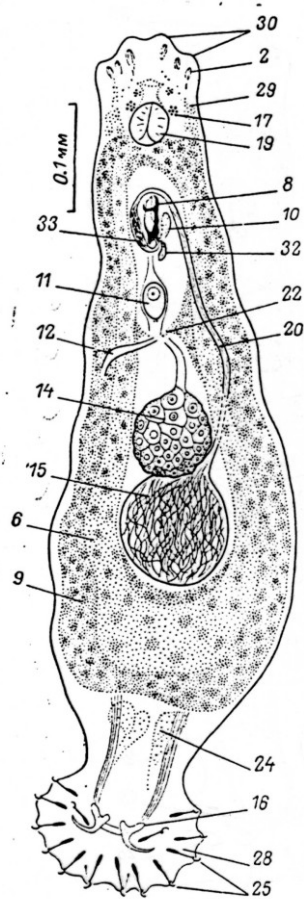


Cpulatory apparatuses of some higher monogeneans. 1 - *Microcotyle panceri* (after Ktari 1970), 2 - *Octostoma minor* (after Bychowsky and Nagibina 1954), 3 - *Atriaseter heterodus* (after Euzet and Maillard 1973), 4 - *Heteraxinoides hanibali* (after Euzet et Ktari 1970).

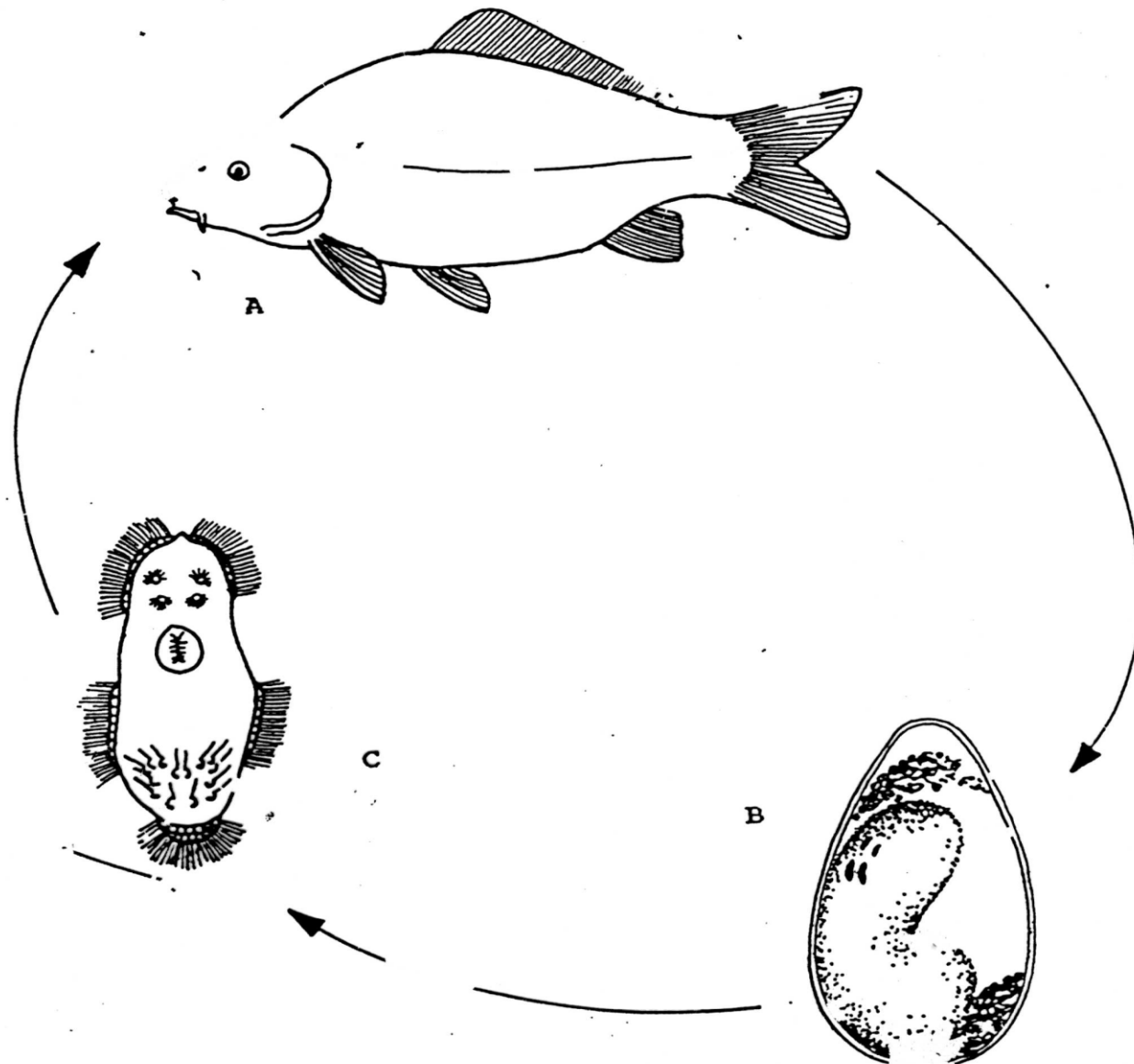
Základní typy vaginálního vyztužení - daktylogyridi



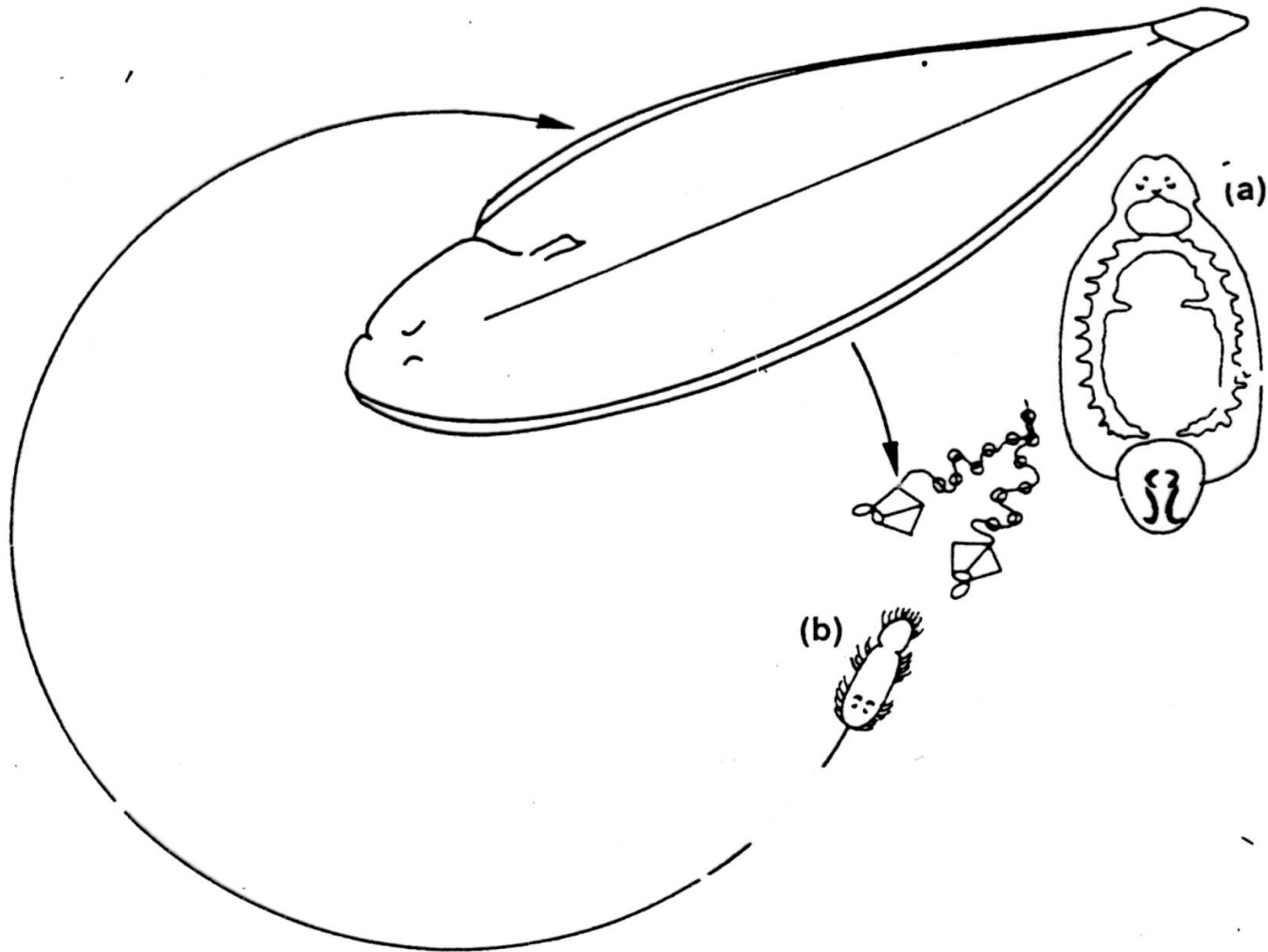
Životní cykly monogeneí



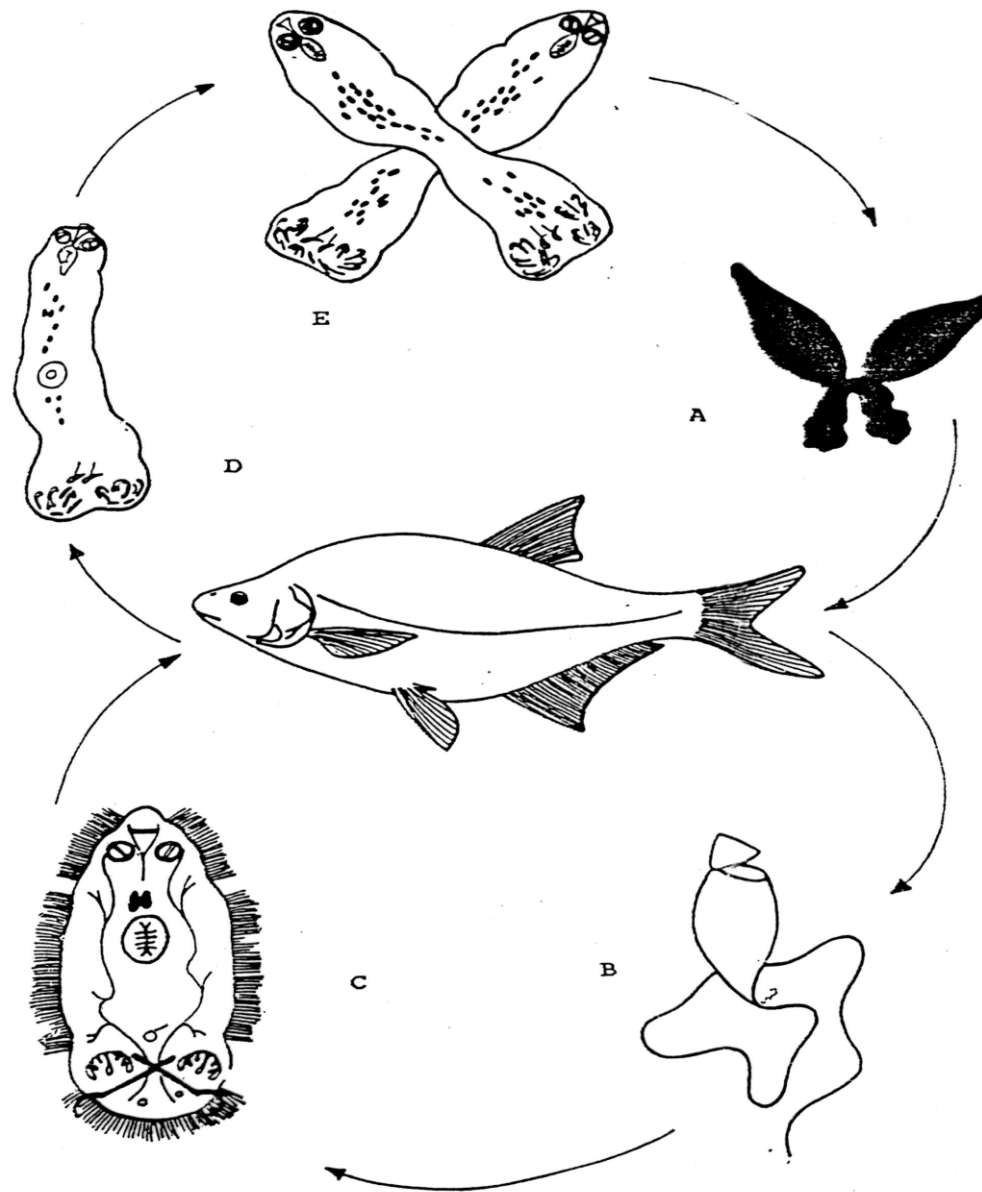
Životní cyklus - Dactylogyrus



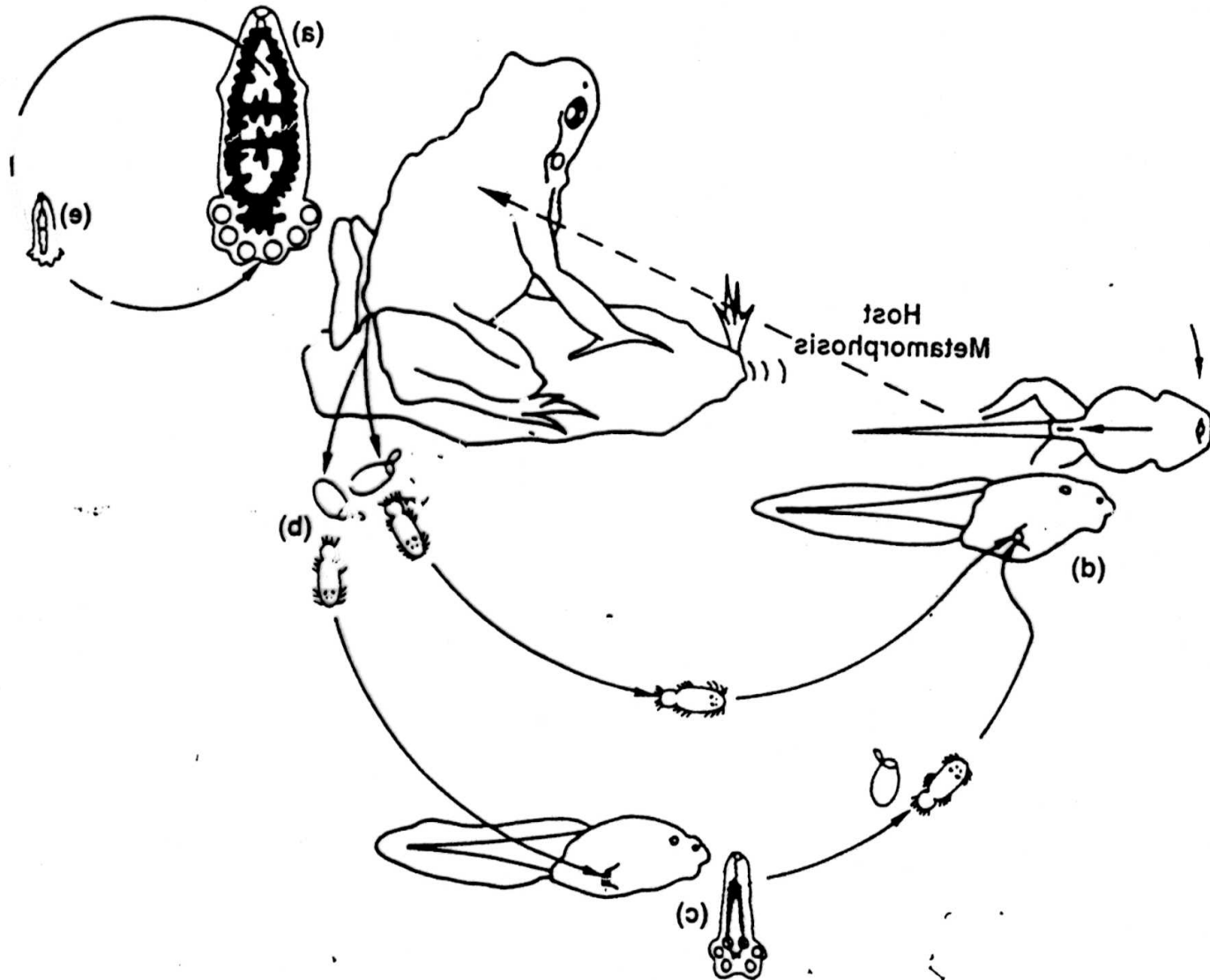
Životní cyklus – *Entobdella soleae*



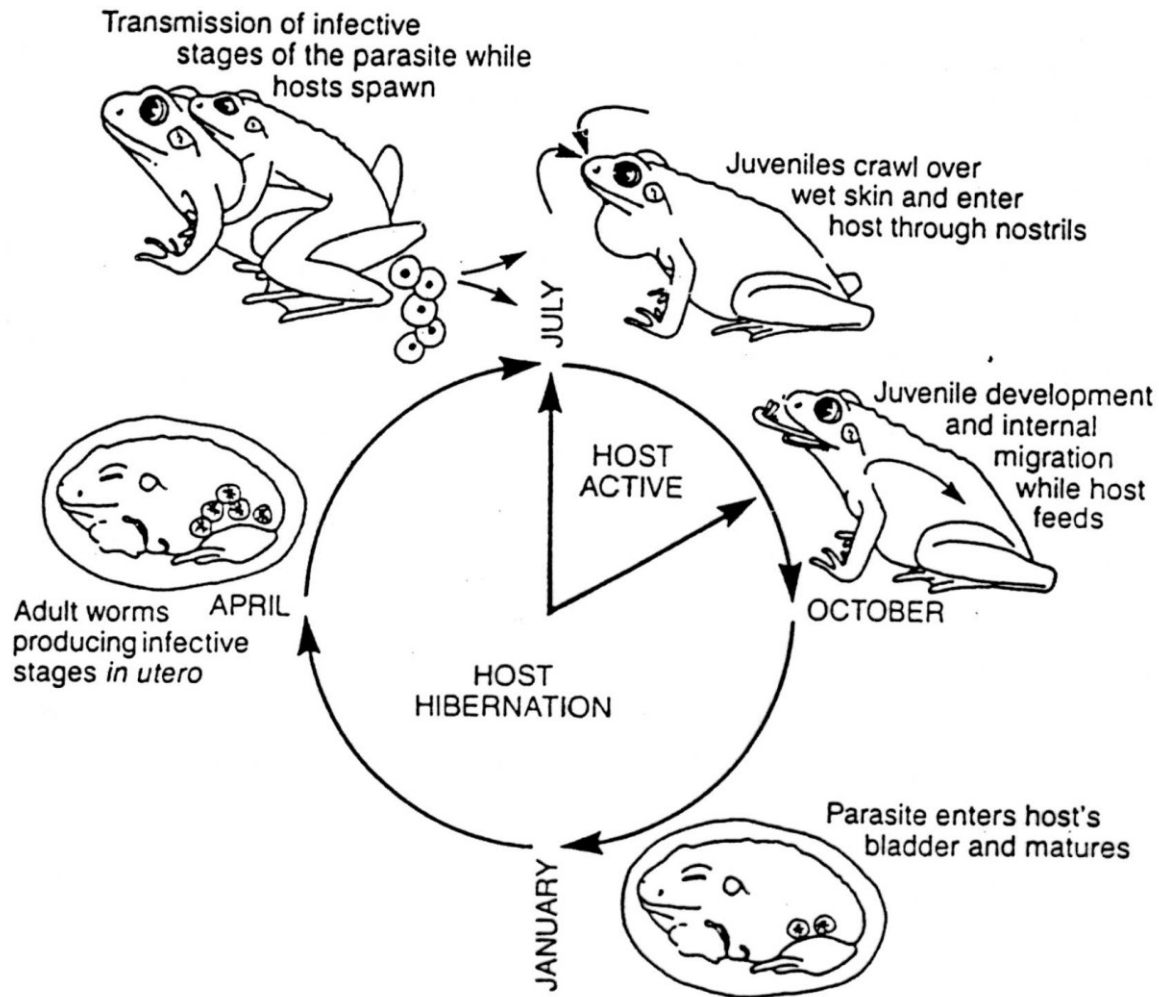
Životní cyklus – Diplozoon paradoxum



Životní cyklus – *Polystoma integerrinum*



Pseudodiplorchis americanus – sezónní cyklus



Životní cyklus – gyrodactylus - živorodí

