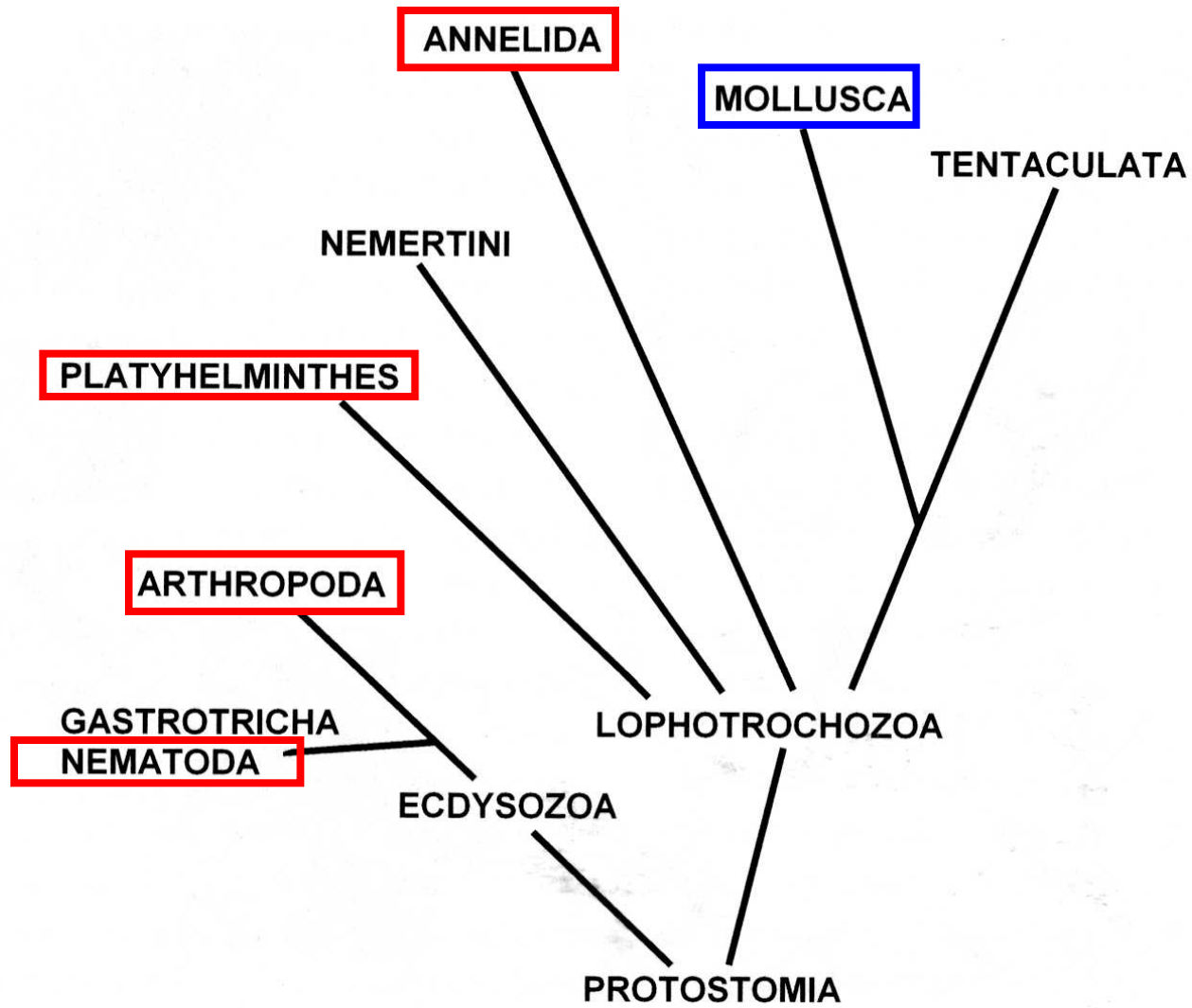


Adaptace helmintů k parazitismu

HELMINTI

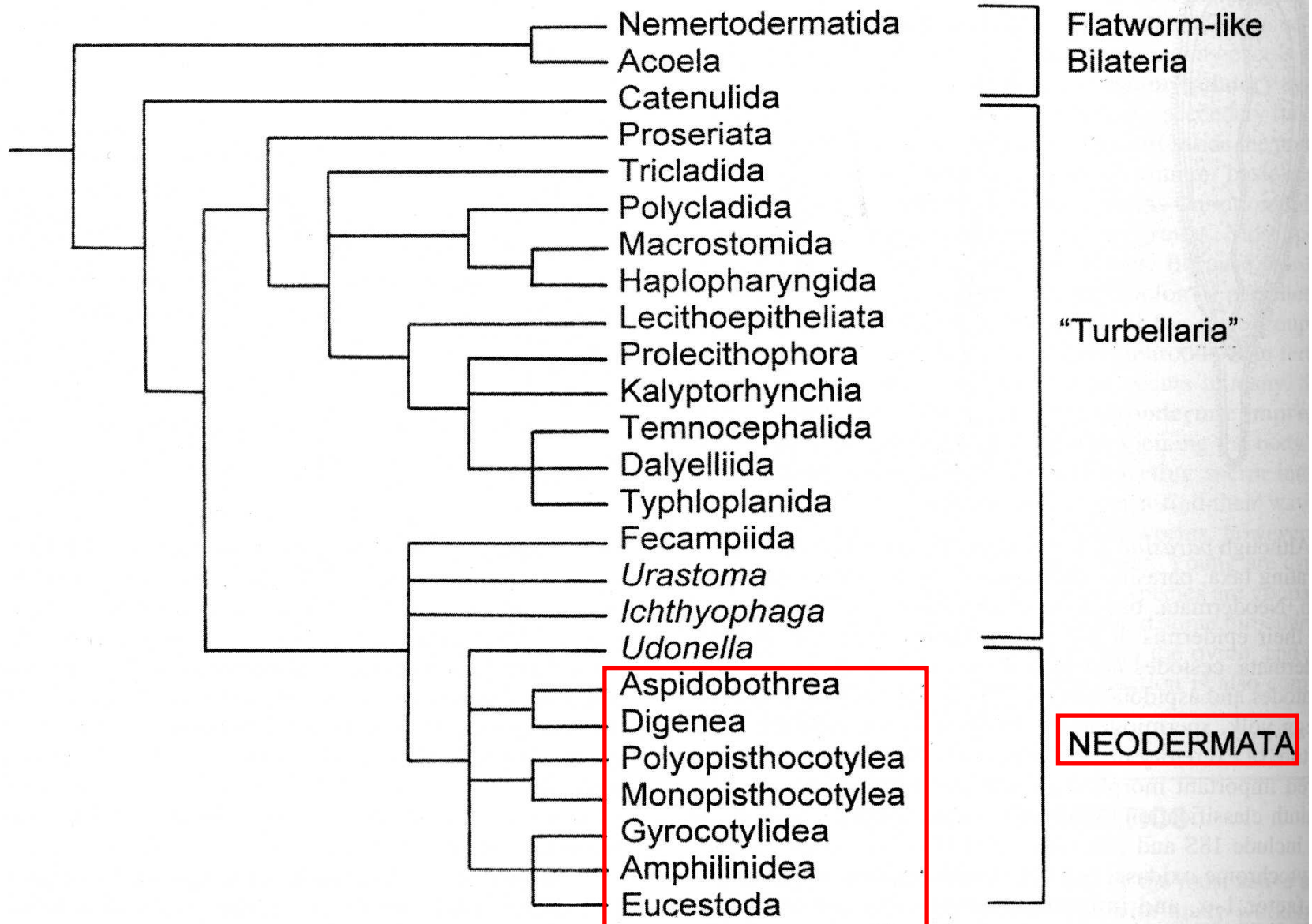
- Helminti – velmi různorodá skupina (Vermes)
- Označení pro nepříbuzné skupiny organismů
- Společný znak – bilaterálně souměrní protostomní živočichové
- Tradičně – neodermální platyhelminti (**Trematoda**, **Cestoda**, **Monogenea**), hlístice (**Nematoda**) a vrtejši (**Acanthocephala**).
- Taky ale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

Fylogeneze protostomních živočichů



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

Fylogeneze hlavních skupin Platyhelminthes



Buněčná diferenciaci během ontogeneze

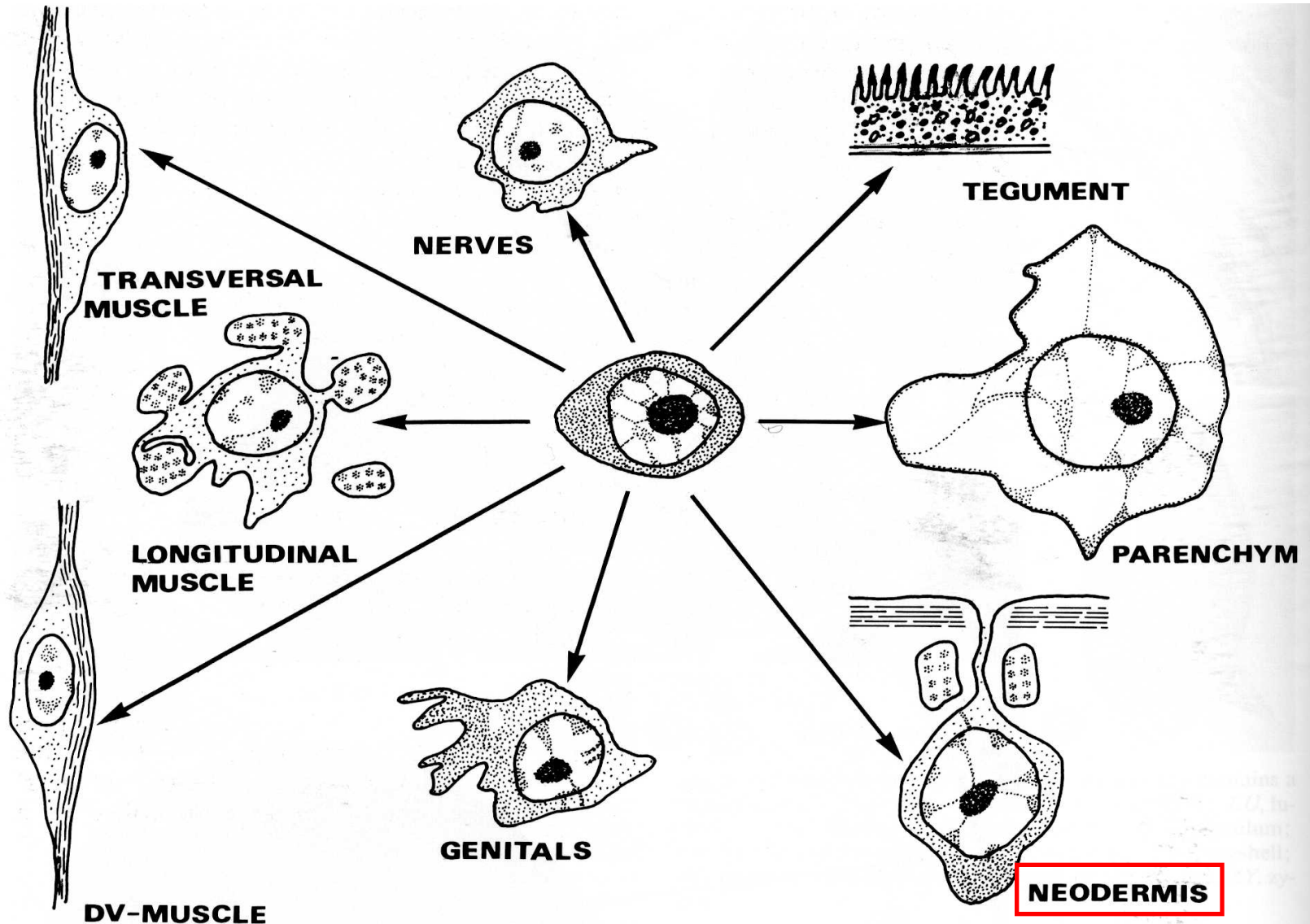
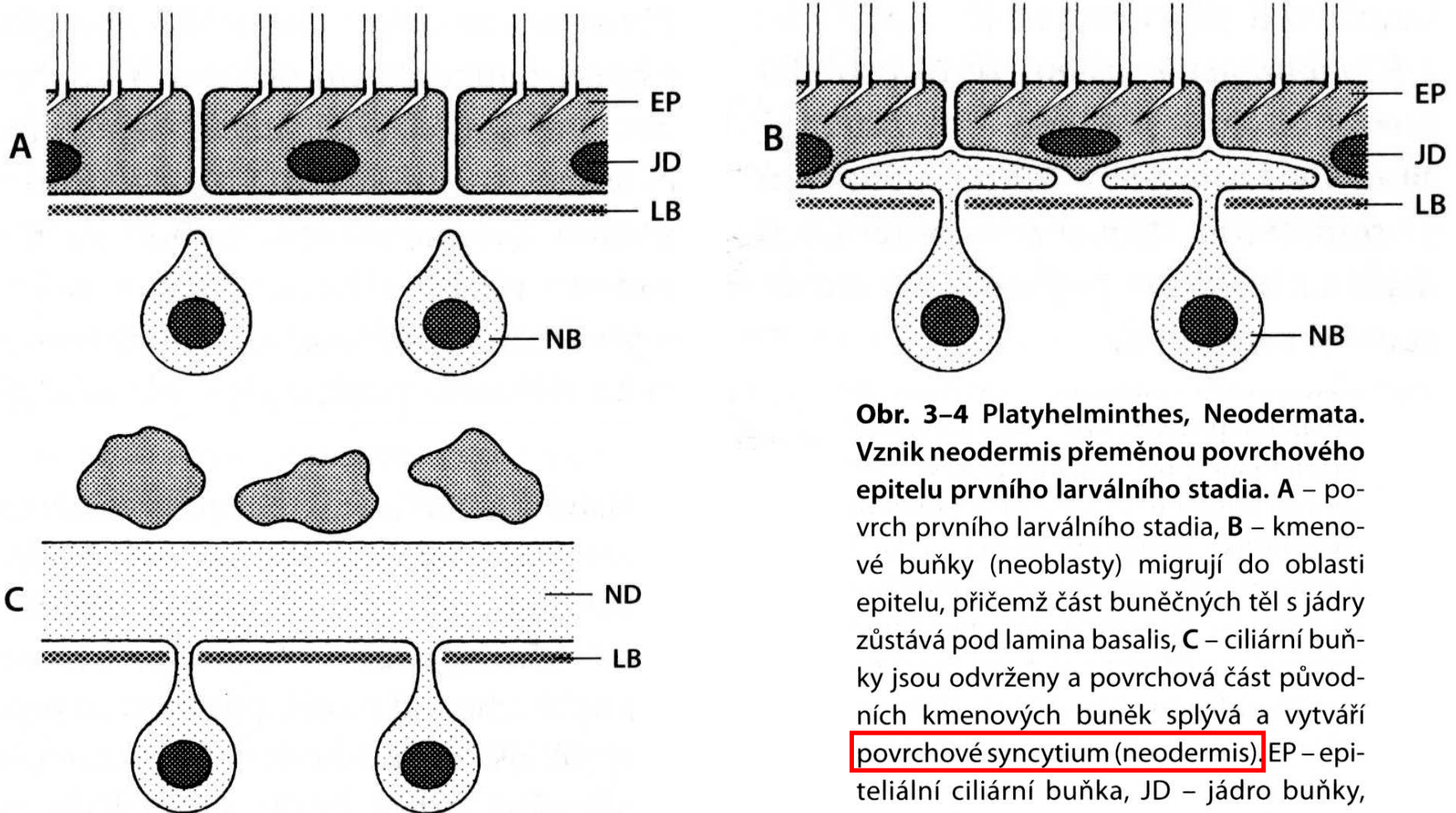


Fig. 4.26. Developmental possibilities of an undifferentiated cell (germ cell) in platyhelminths (e.g., cestodes; after Gustafsson's⁶ and own original results). Note that the undifferen-

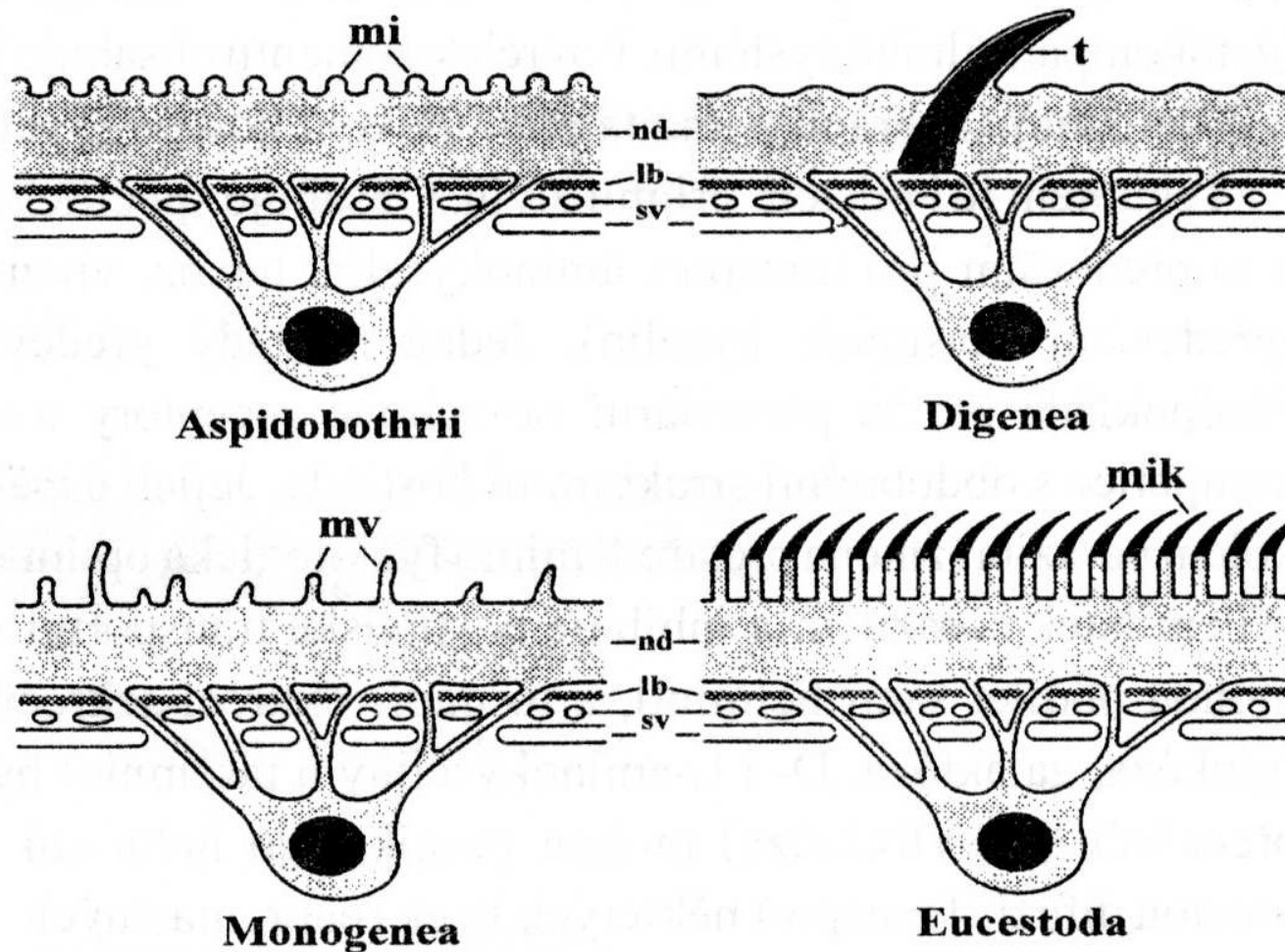
tiated cells are characterized by a large nucleus with a spherical nucleolus

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

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**

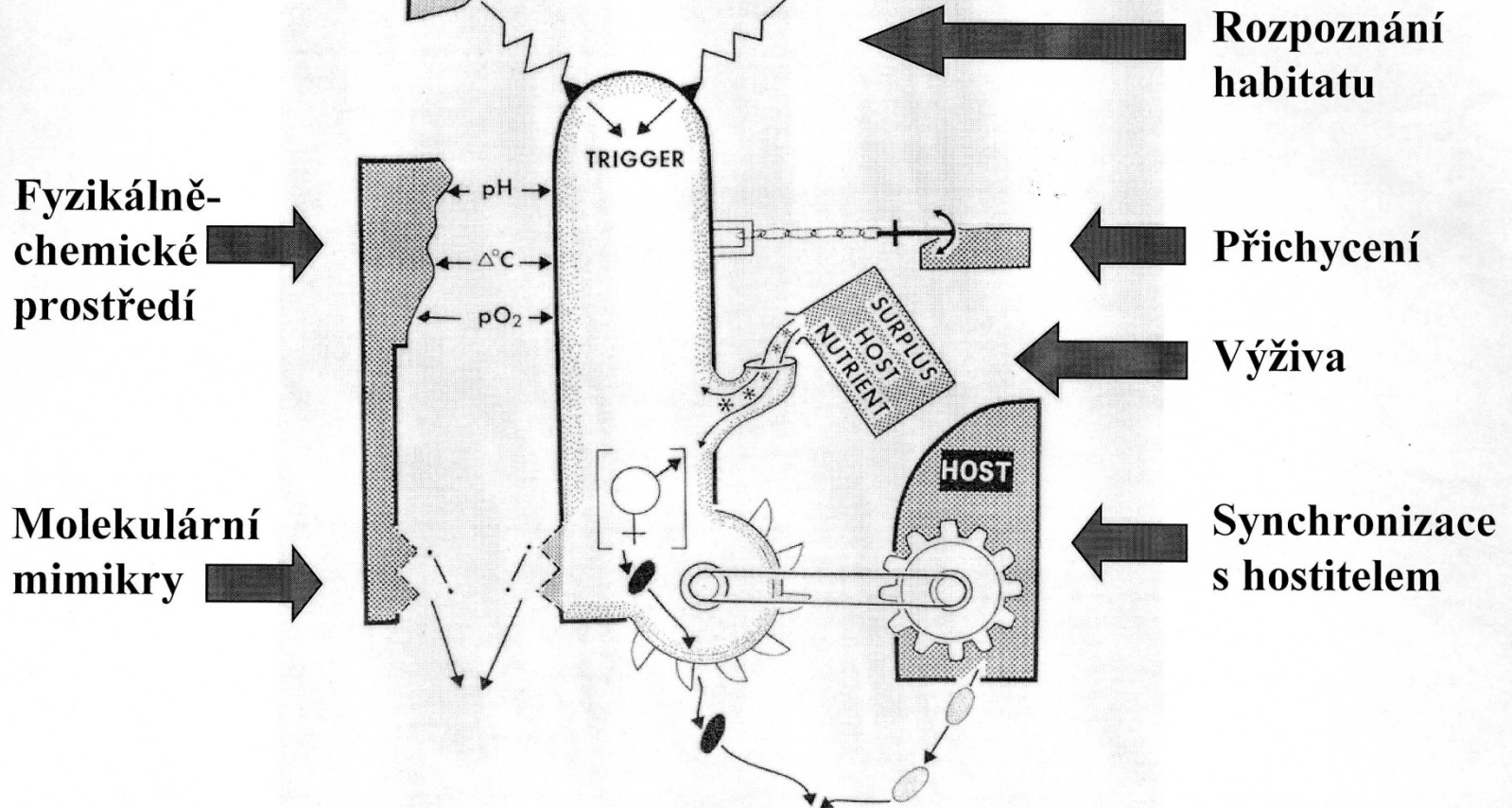
- Volně žijící formy i cizopasnici
- Tělo protáhlé, nesegmentované, s odolnou kutikulou
- Pohlaví oddělené, pohlavní orgány trubicovité
- Tělní dutinou pseudocoel
- Vývojové cykly přímé i nepřímé

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

Základní problémy parazita



(upraveno podle Smytha 1994)

Základní adaptace parazita

Základní adaptace parazita

- Rozpoznání habitatu – smyslové orgány
- Přichycení – přichycovací orgány
- Výživa – příjem potravy
- Synchronizace s hostitelem – životní cyklus a rozmnožování
- Fyzikálně-chemické prostředí – obrana
- Molekulární mimikry – imunitní systém

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

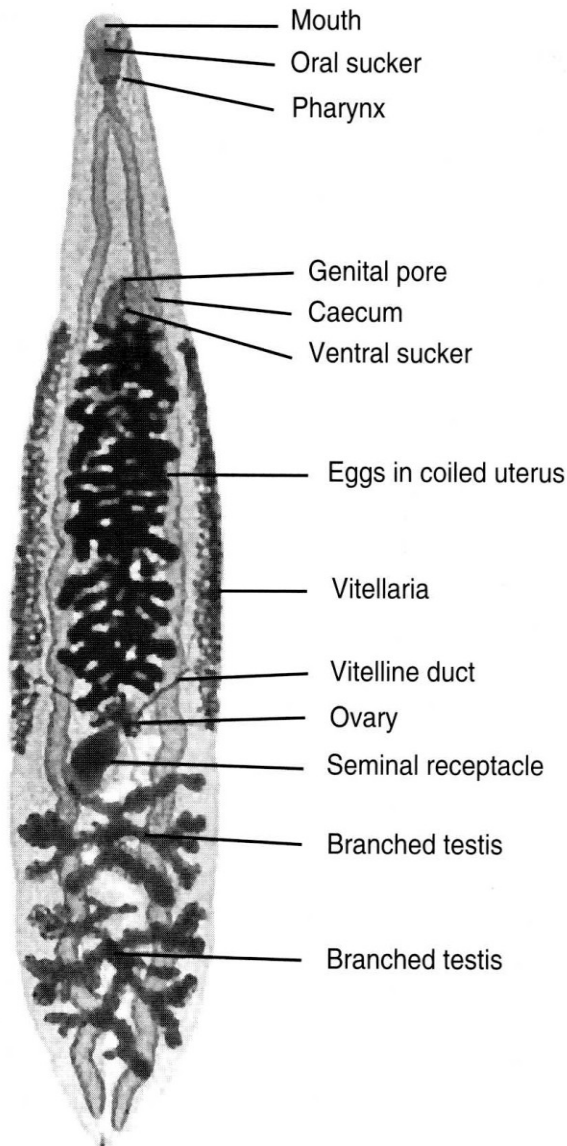
Podřída: Digenea

- 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

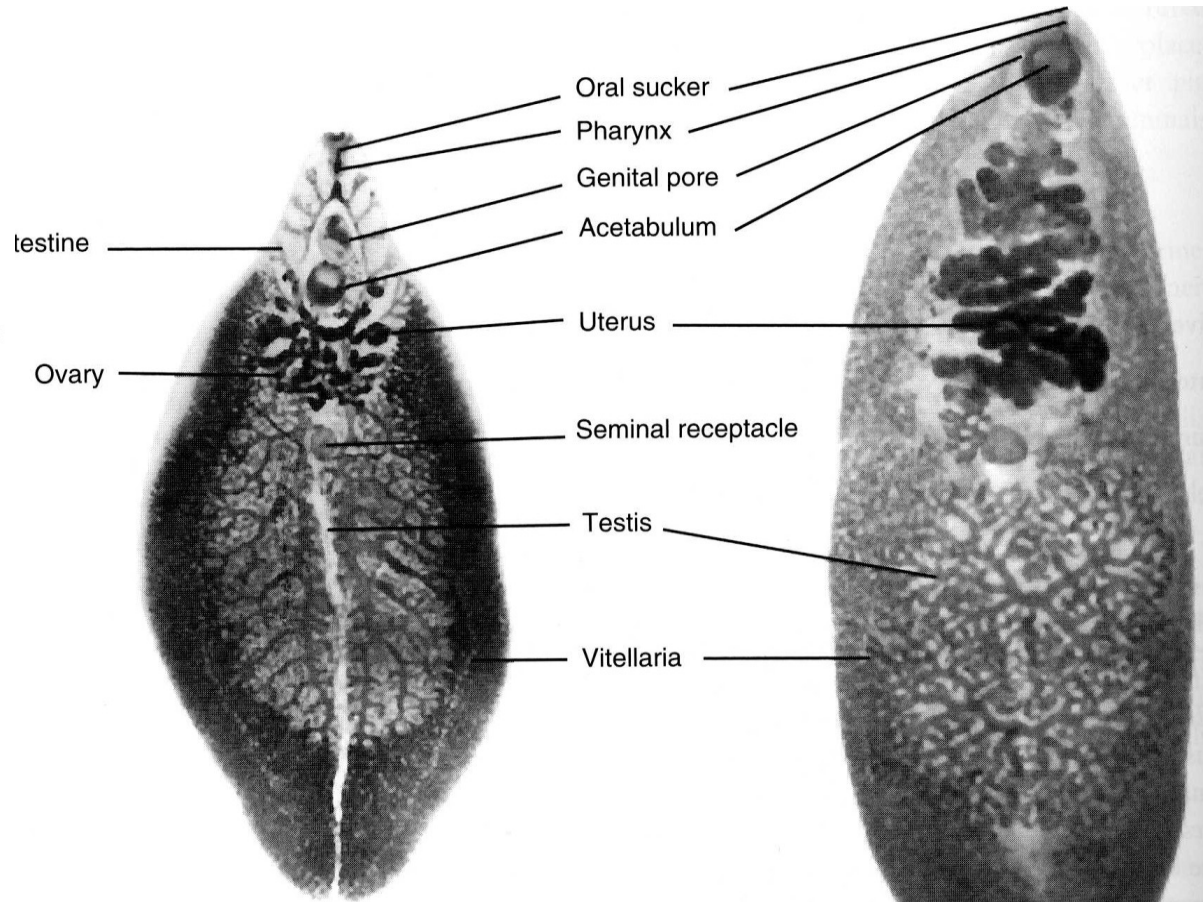
Morfologie motolic

- 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



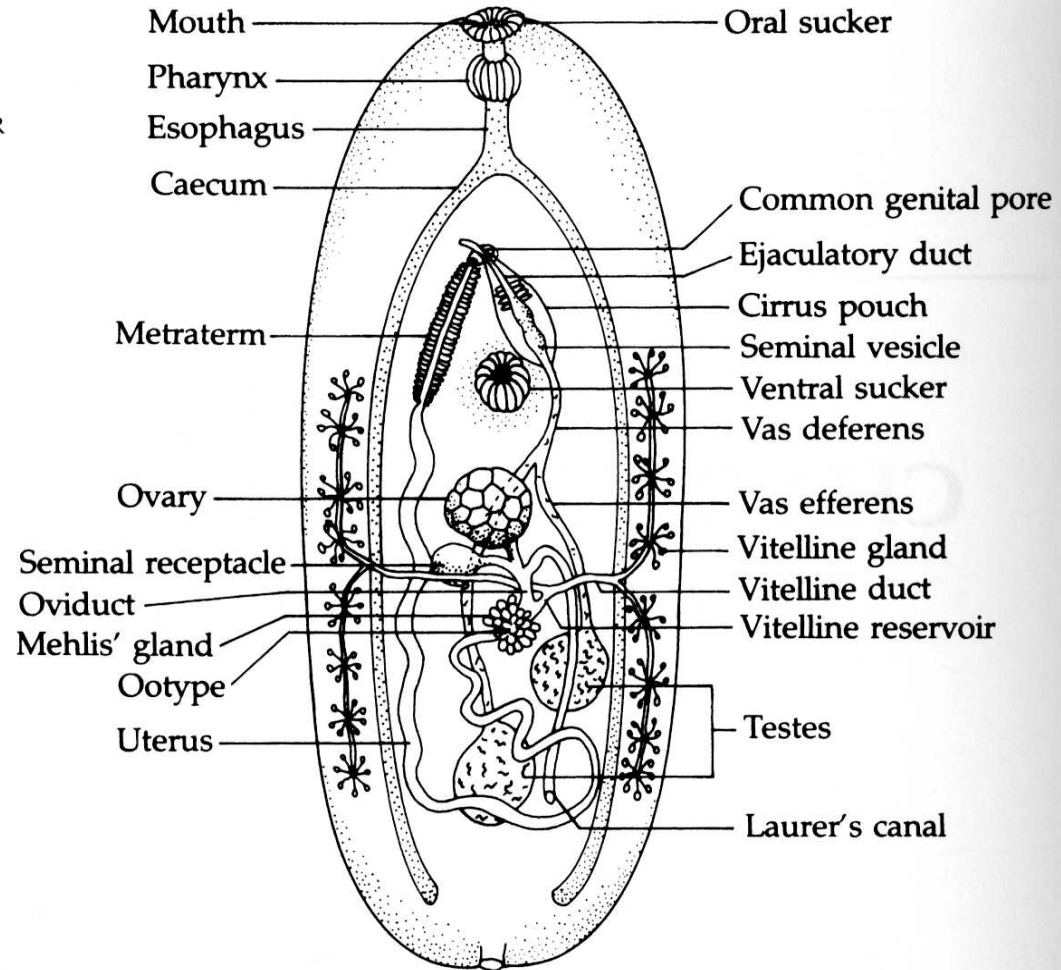
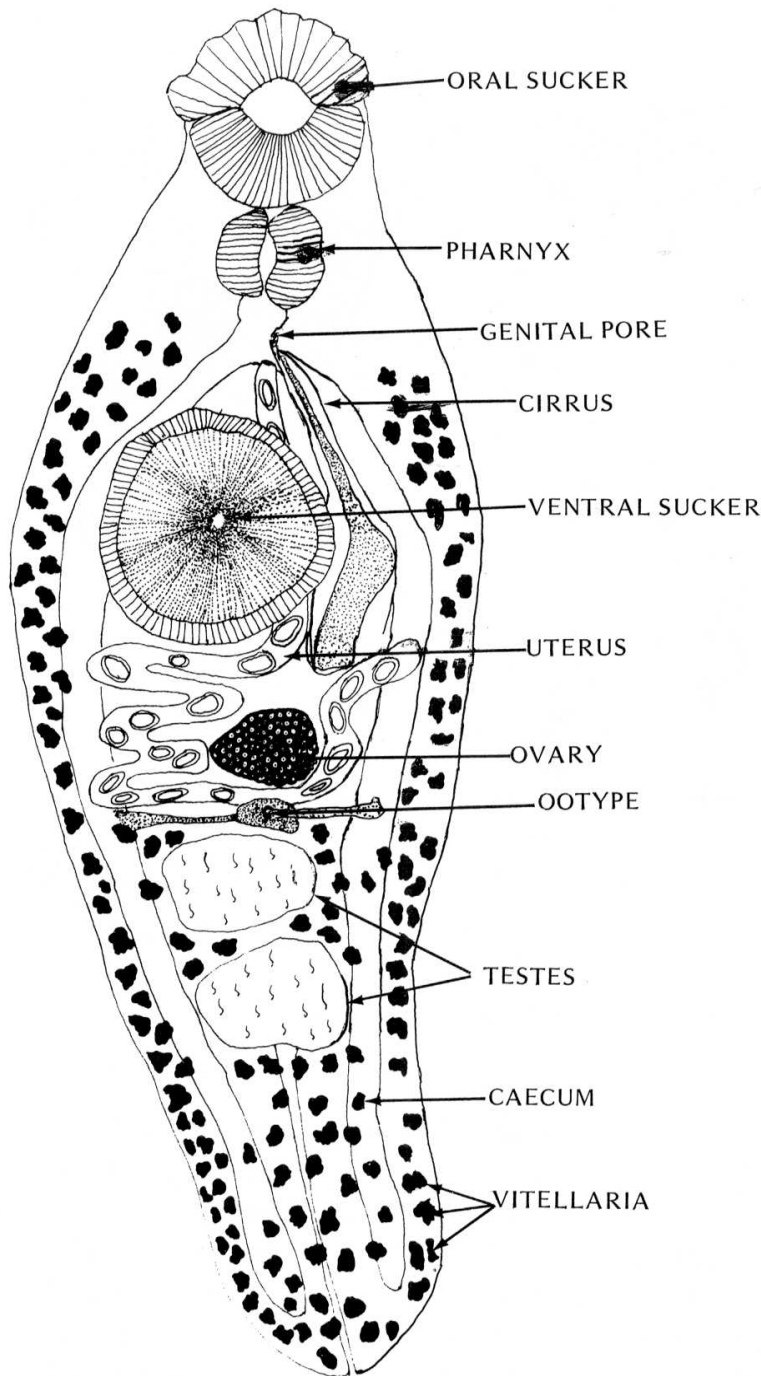
Clonorchis sinensis



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

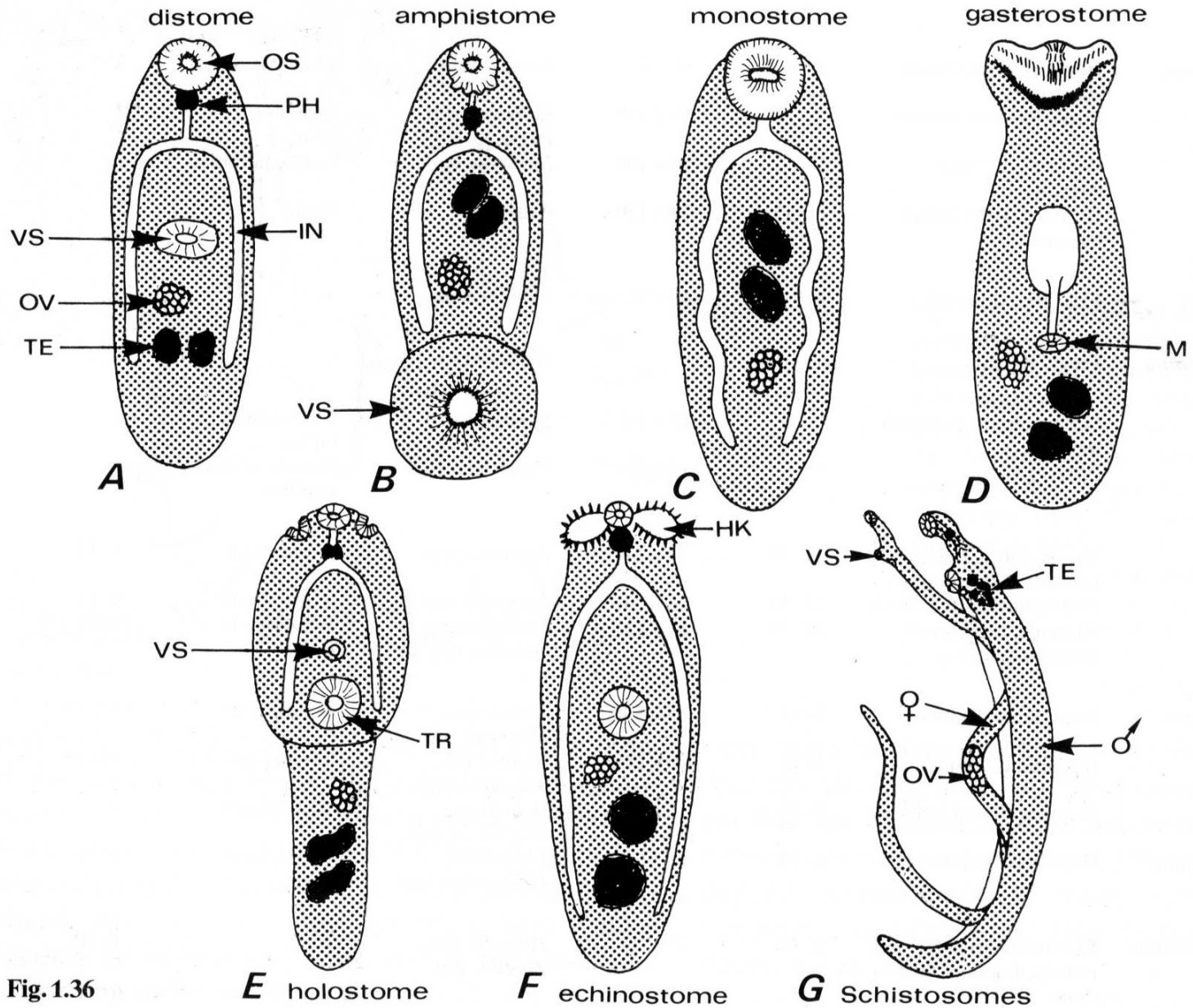


Fig. 1.36

E holostome

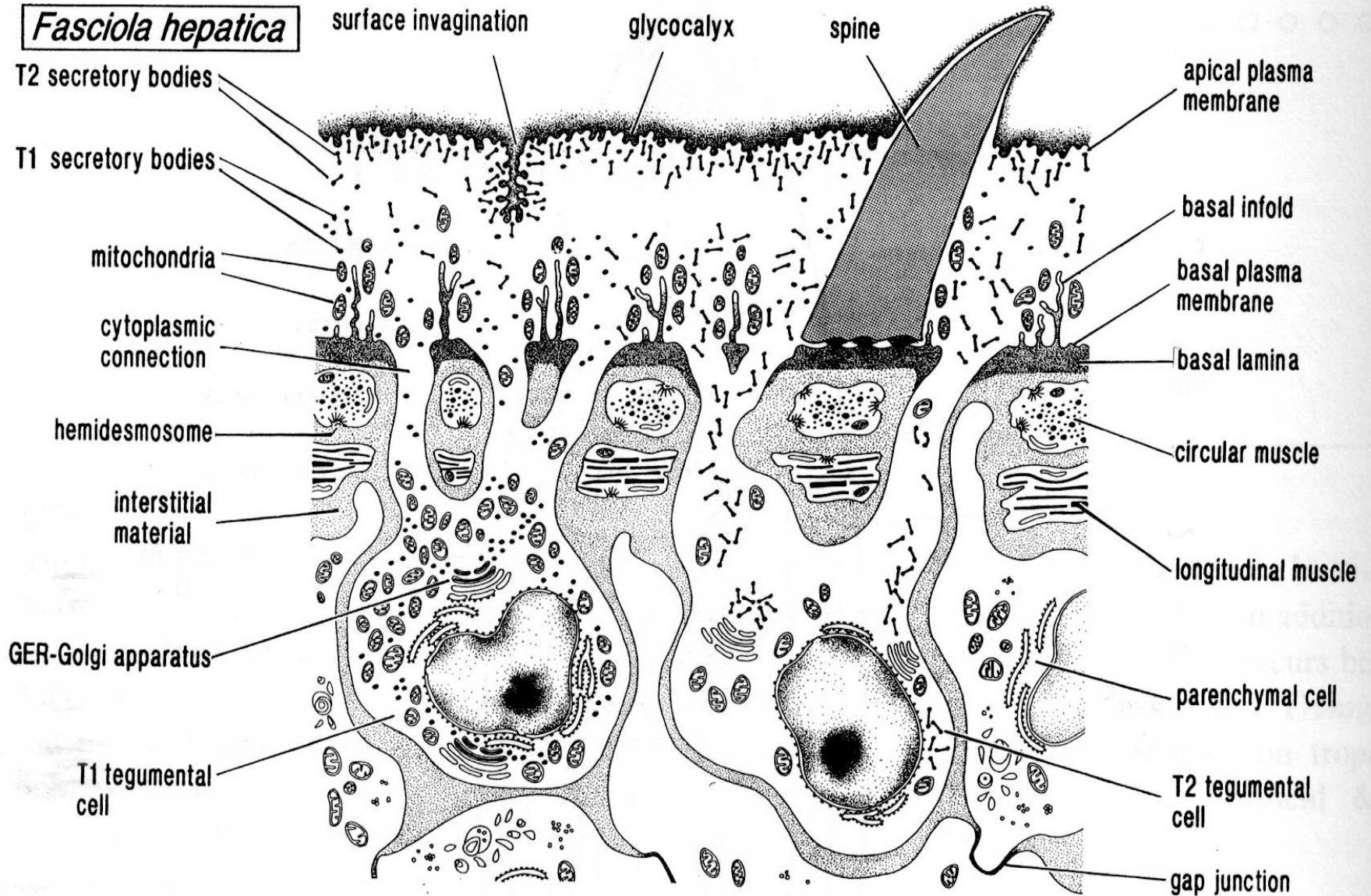
F echinostome

G Schistosomes

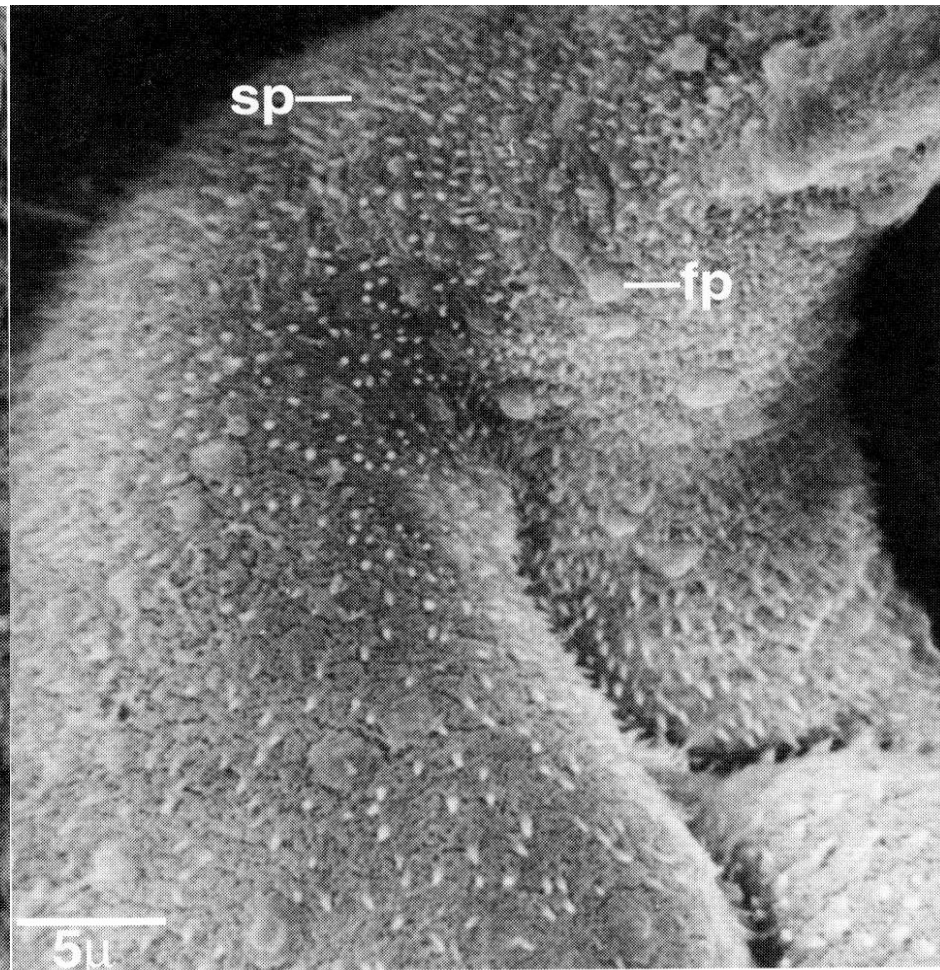
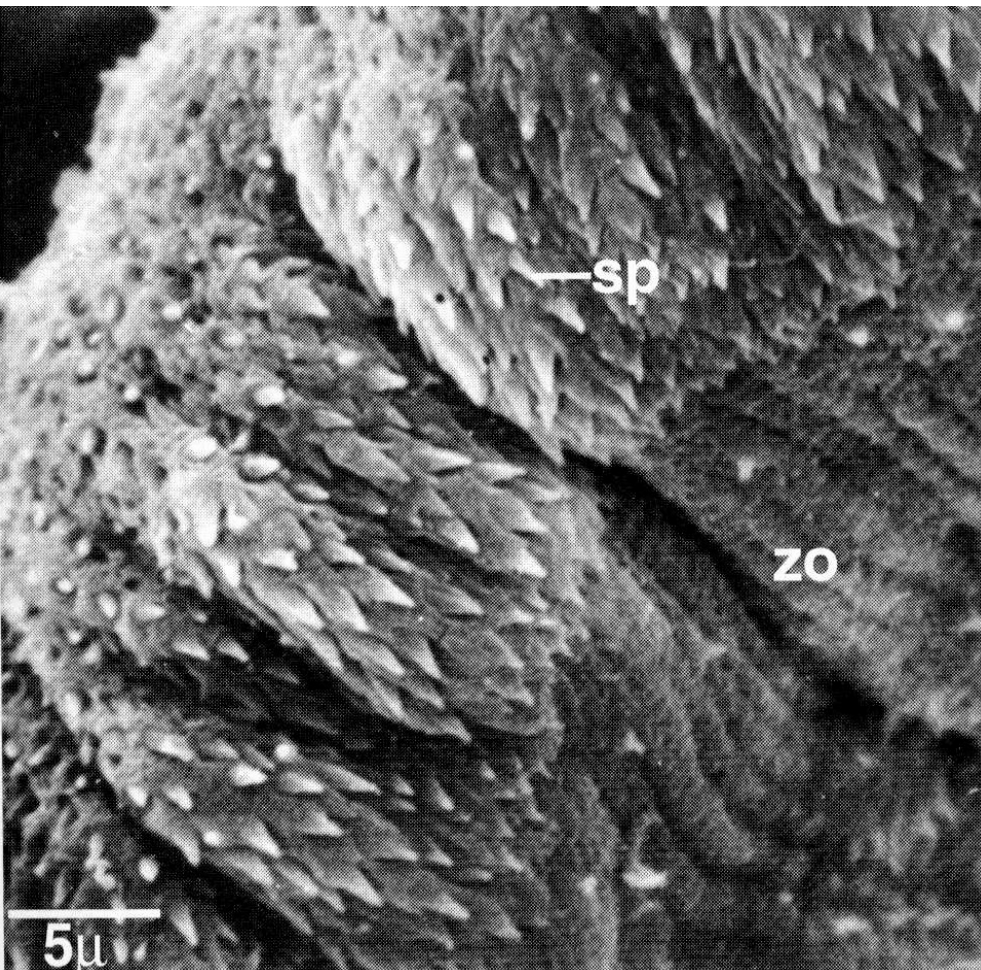
Anatomie motolic

- 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

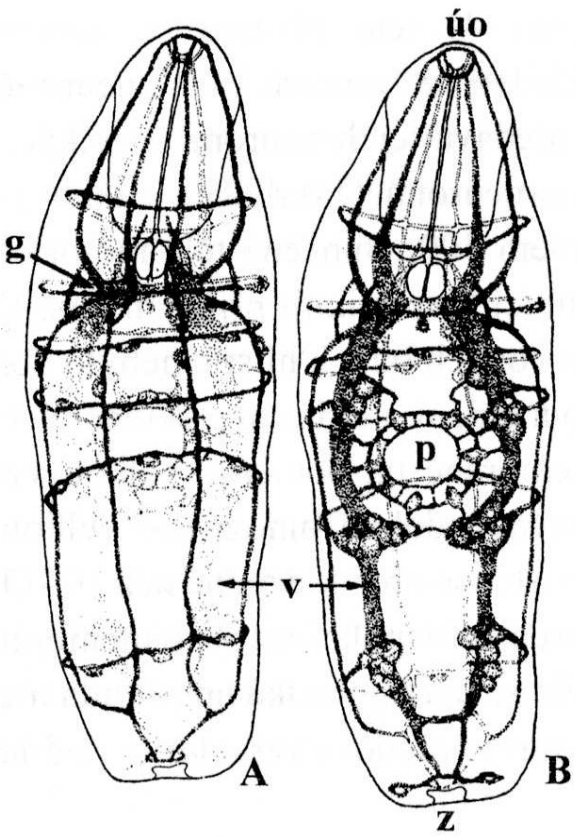
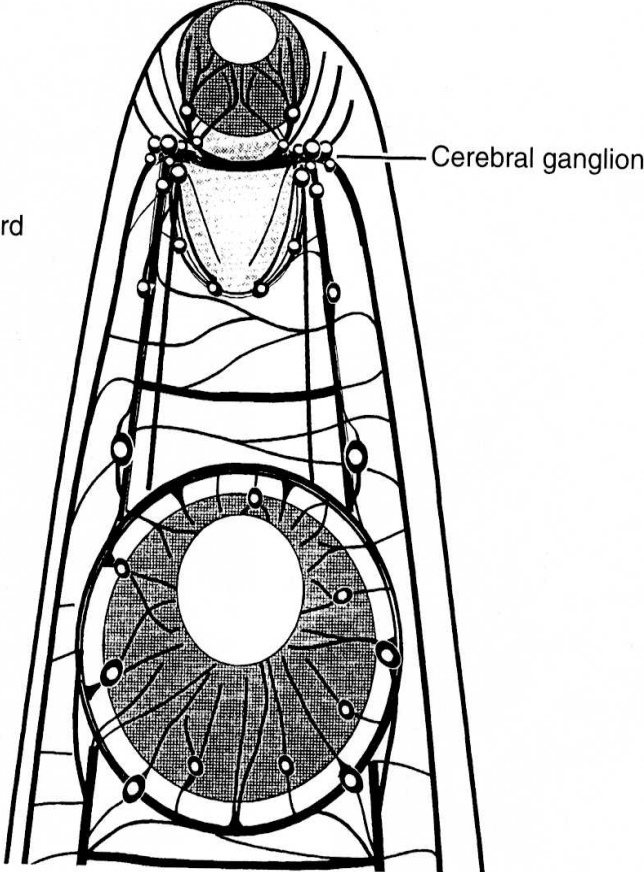
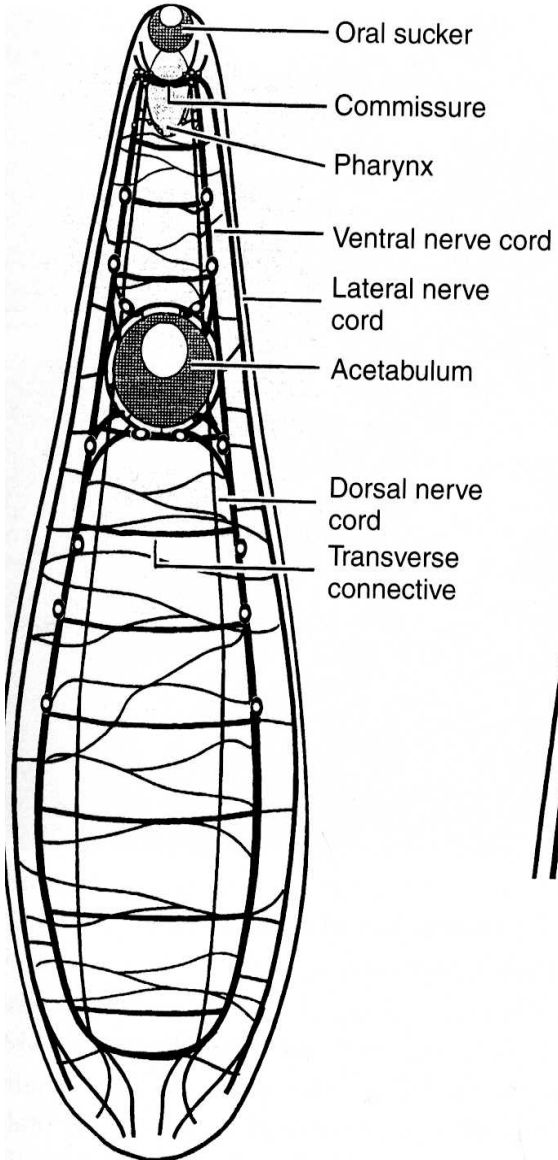
Tegument motolice



Otrněný porch těla motolic



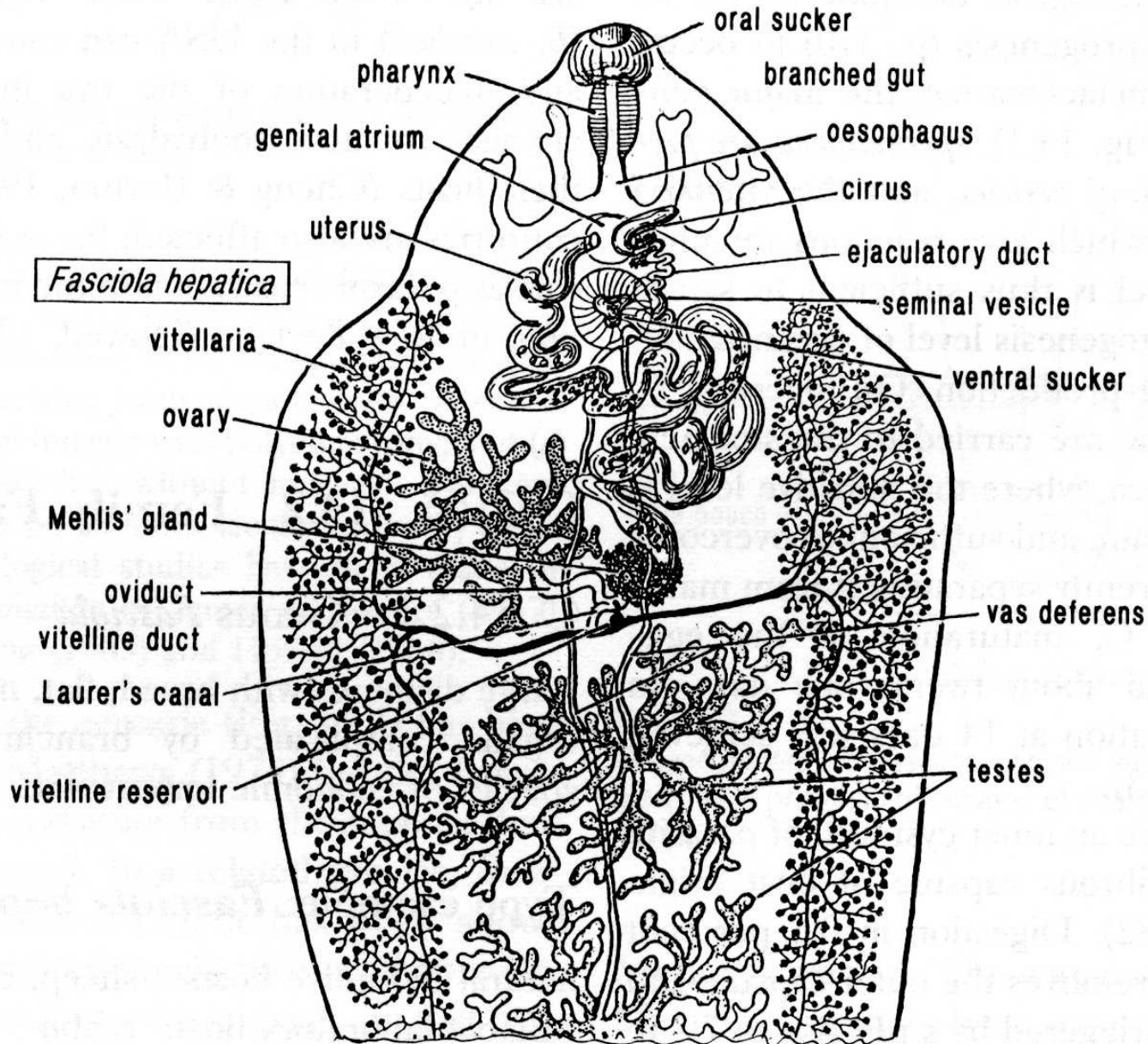
Nervová soustava motolic



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

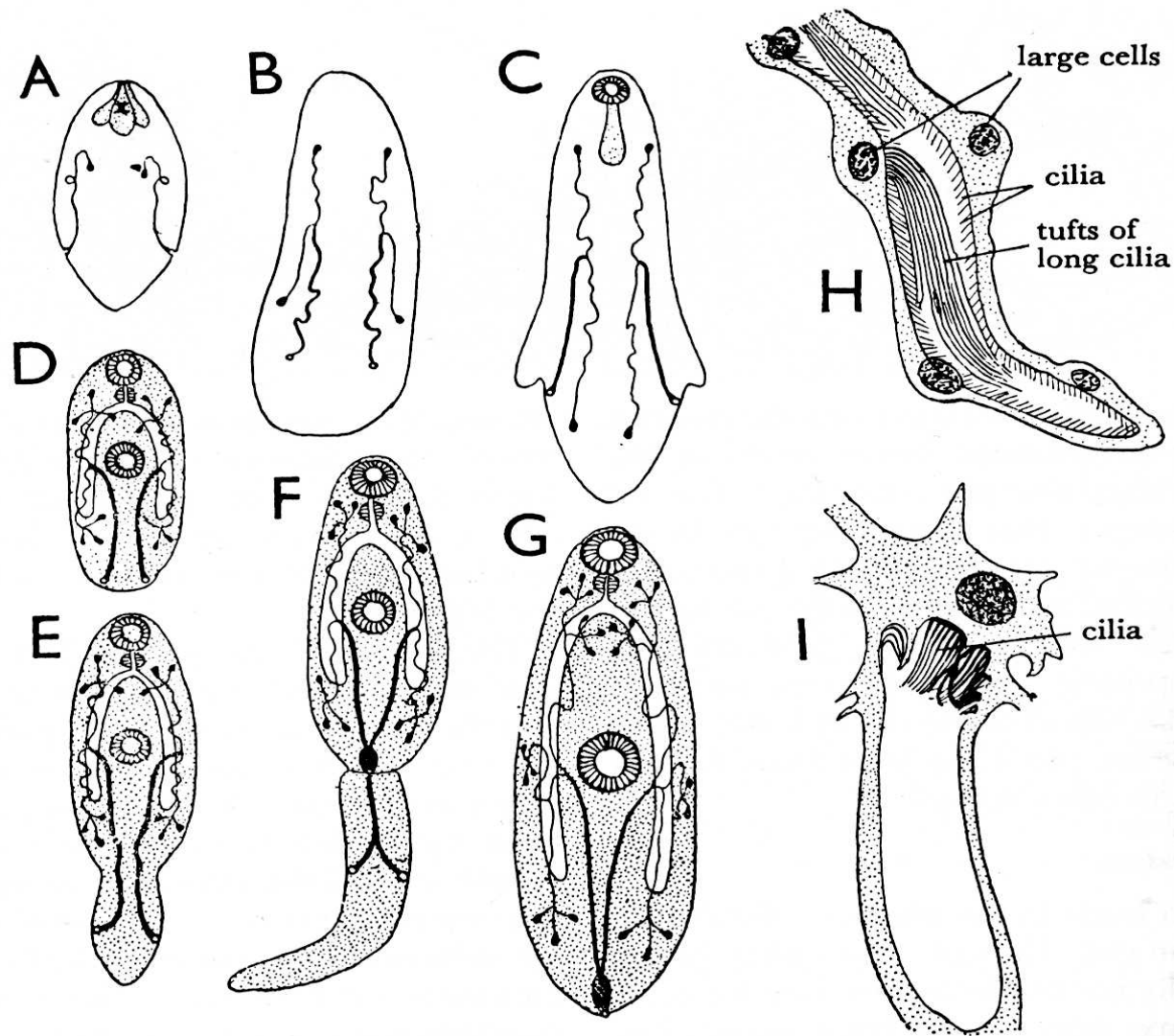
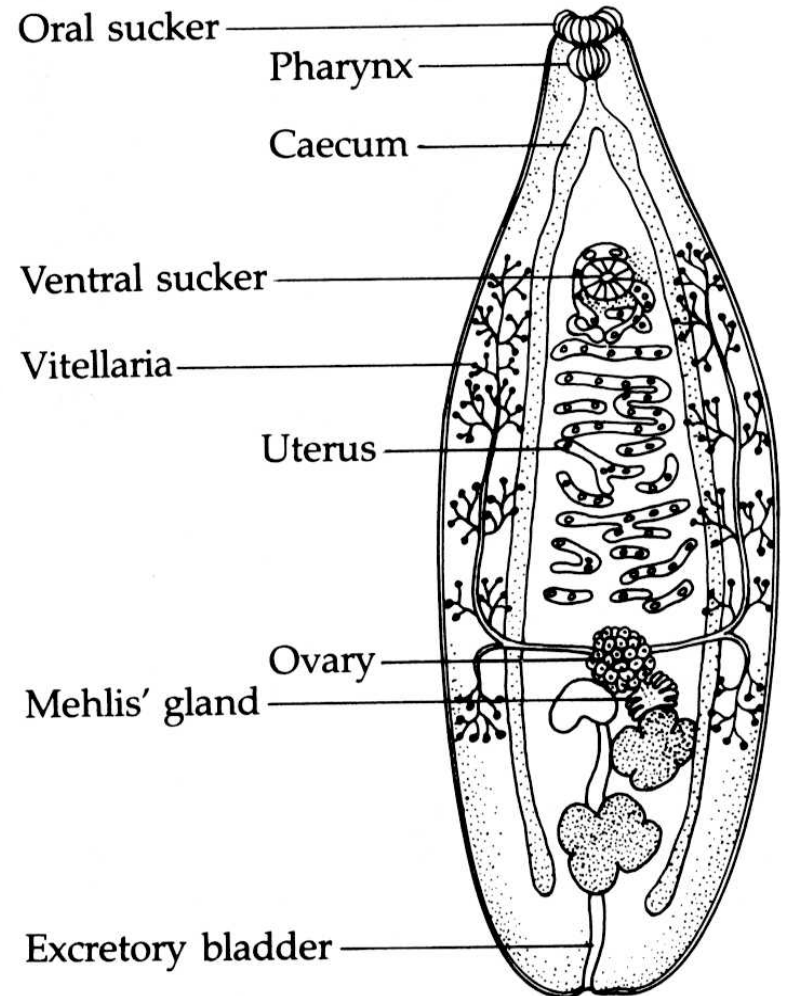
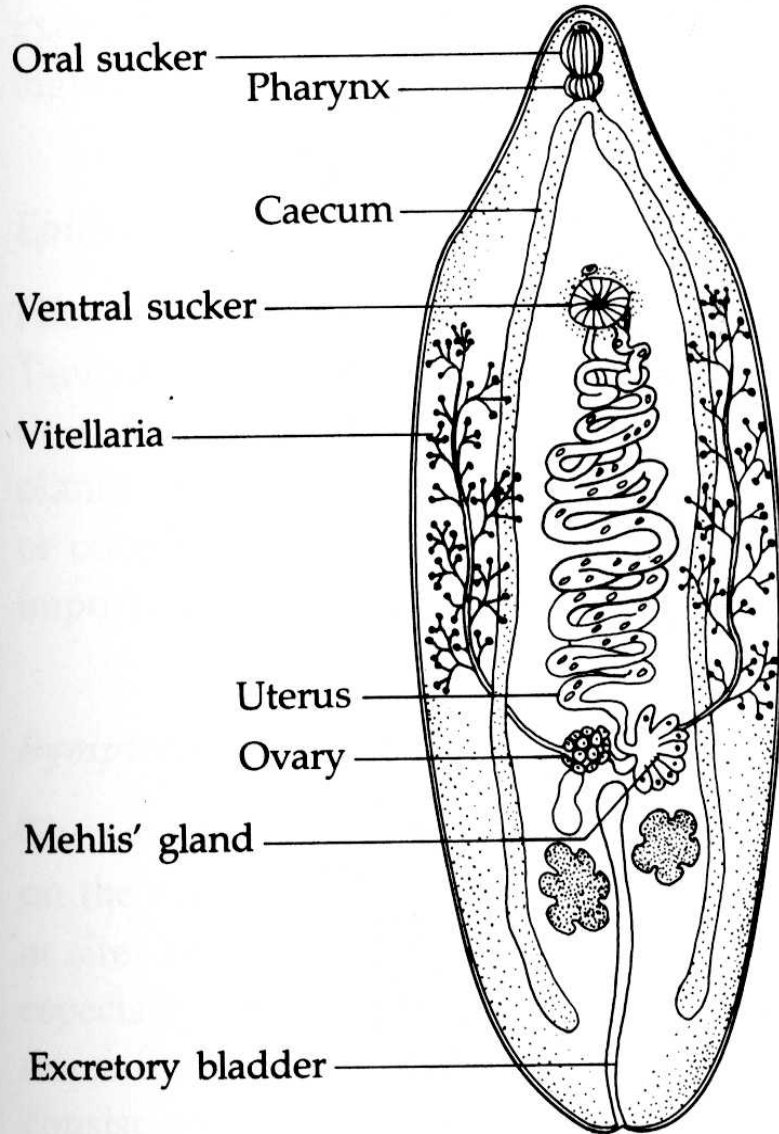


Fig. 9-4. The excretory system of Digenea. *A*, Miracidium. *B*, Sporocyst. *C*, Redia. *D*, *E*, *F*, Stages in development of the cercaria. *G*, Metacercaria. *H*, Tufts of long cilia and large cells forming the ciliated wall of the canal (not seen in the adult). *I*, Young-stage flame cell from *Dicrocoelium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

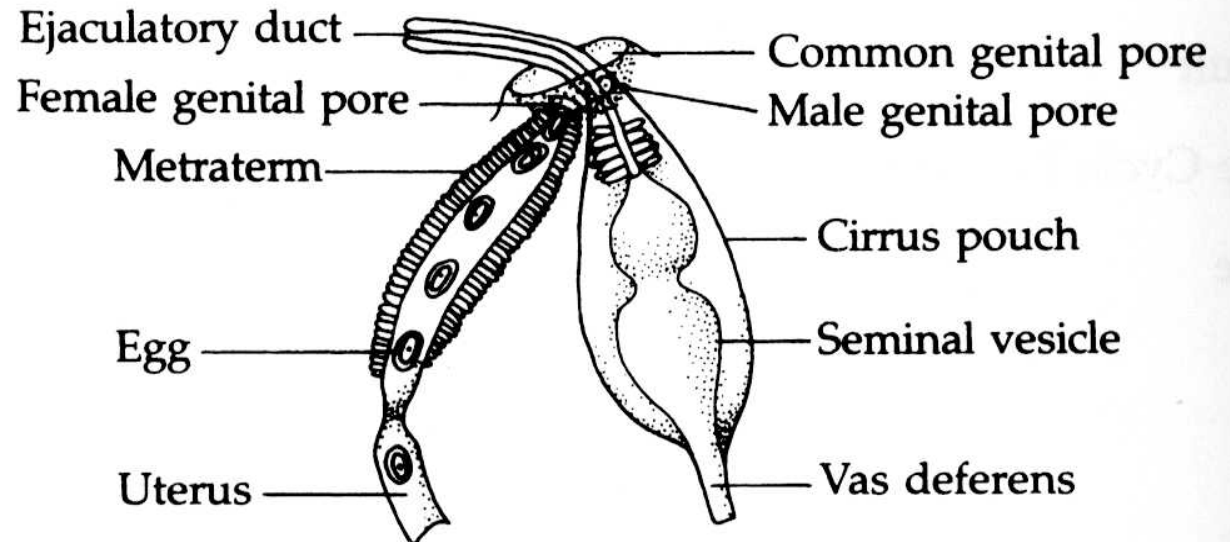
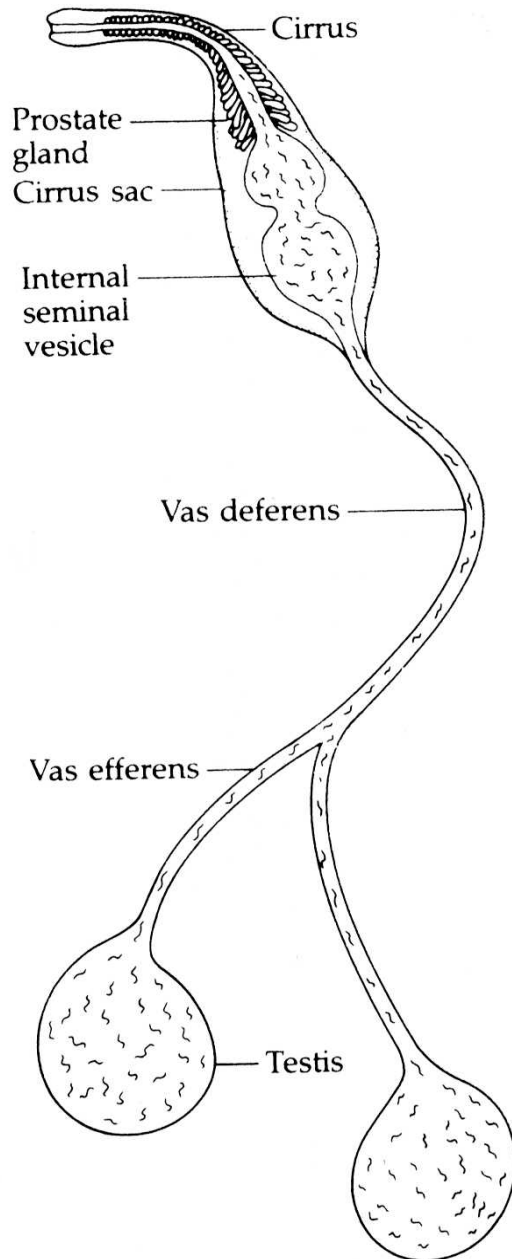
Pohlavní soustava motolic

- 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 žlásky, Laurerův kanál, děloha zakončená svalnatým metratermem a pohlavní atrium ústící na povrch těla
- Motolice jsou oviparní
- Vajíčka mají často víčko - operculum

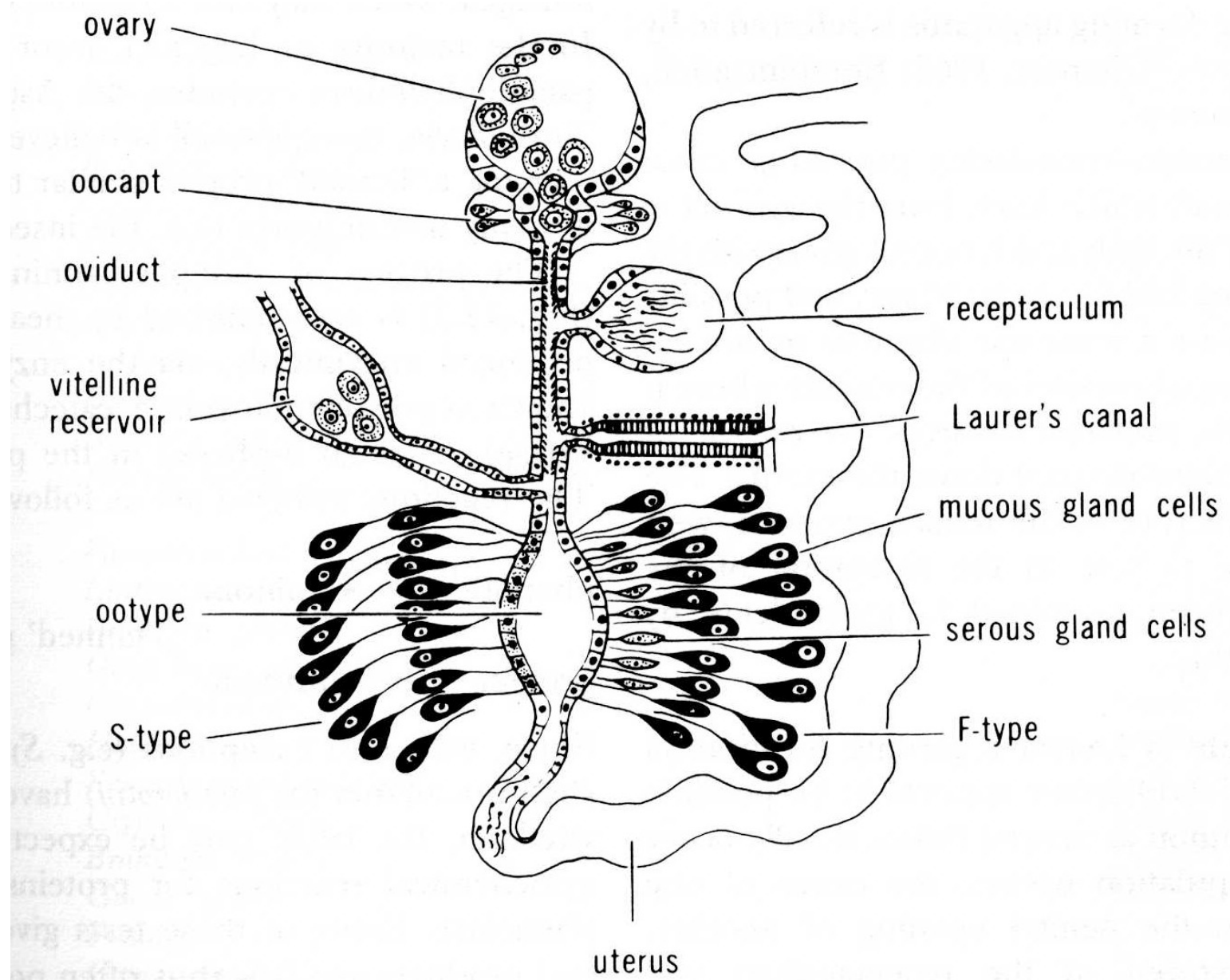
Pohlavní soustava motolic



Samčí reprodukční soustava motolic



Samičí reprodukční soustava



Vitelaria a ovidukty

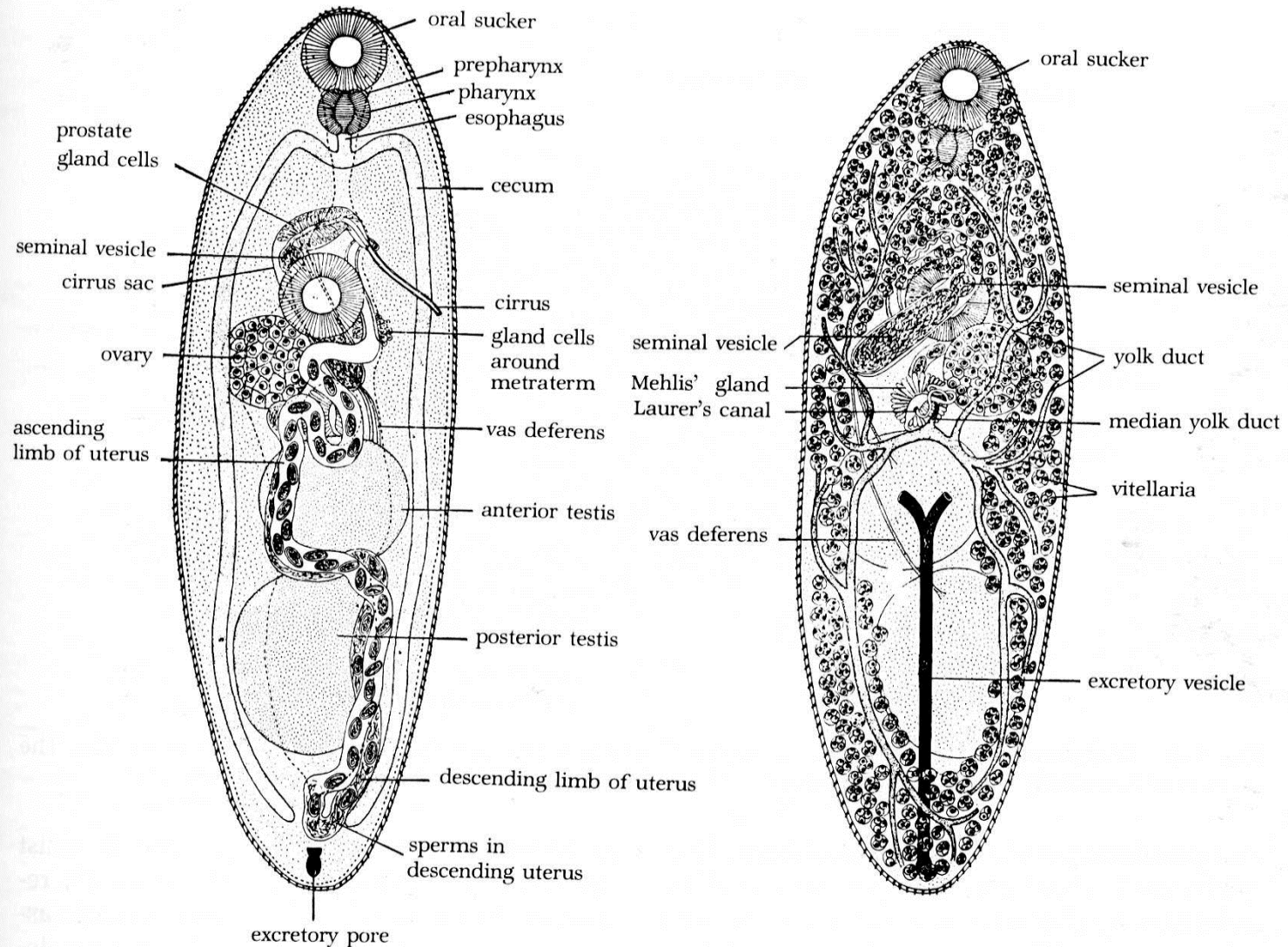
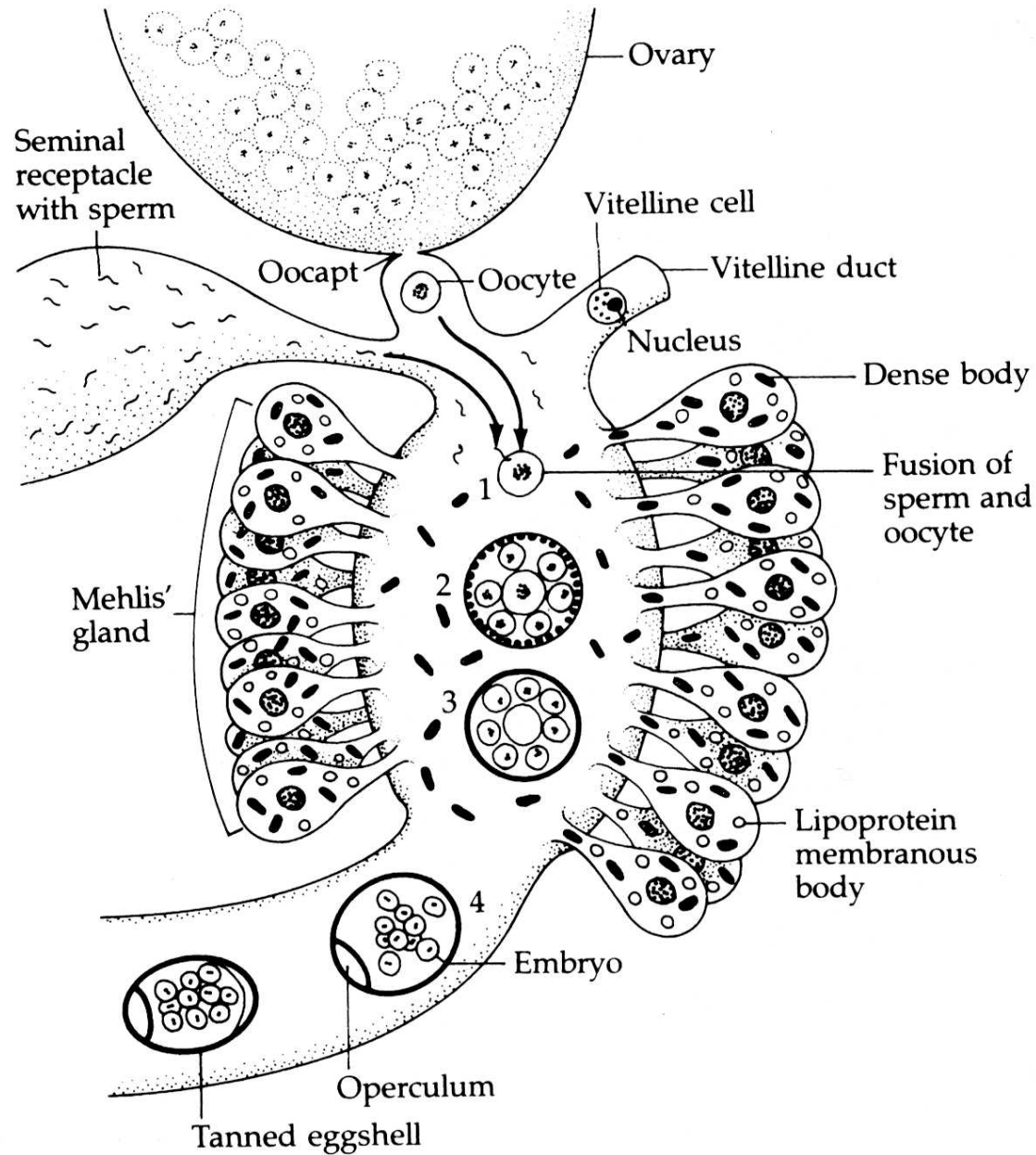


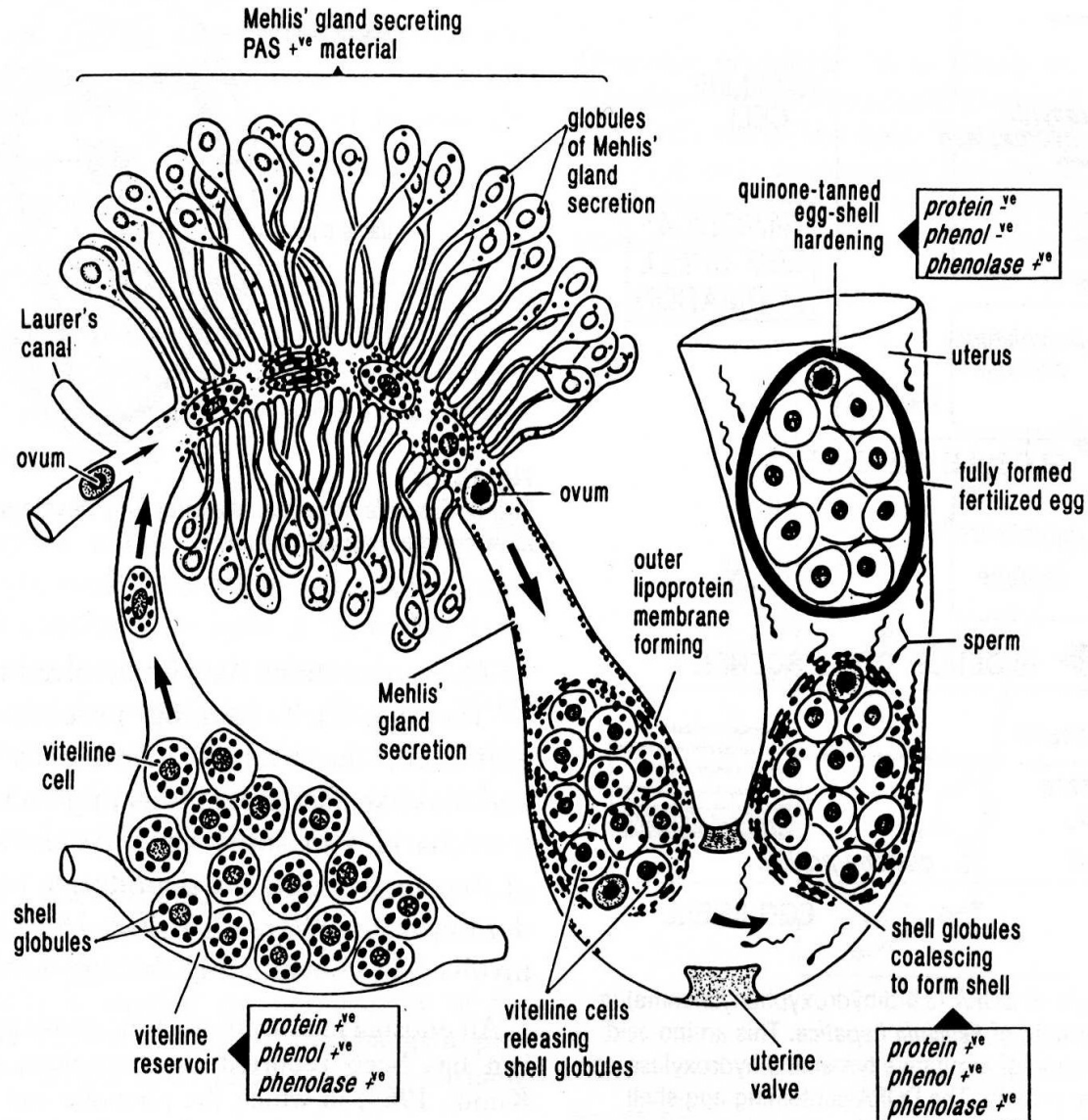
Fig. 9-8. *Plagiorchis (Multiglandularis) megalorchis*, showing the dispersed distribution of the vitellaria and vitelline ducts. (From Rees, courtesy of Parasitol.)

Schéma oplození vajíček motolic



Formování obalu vajíčka

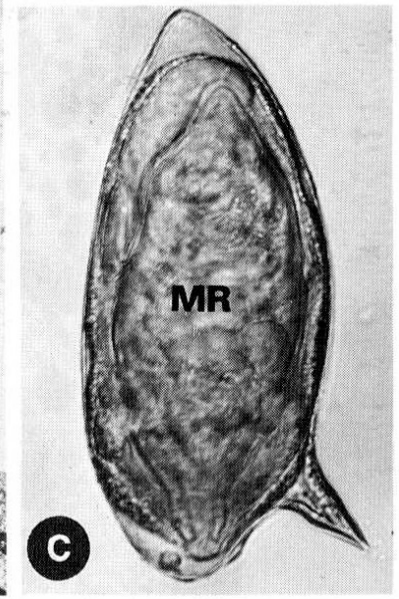
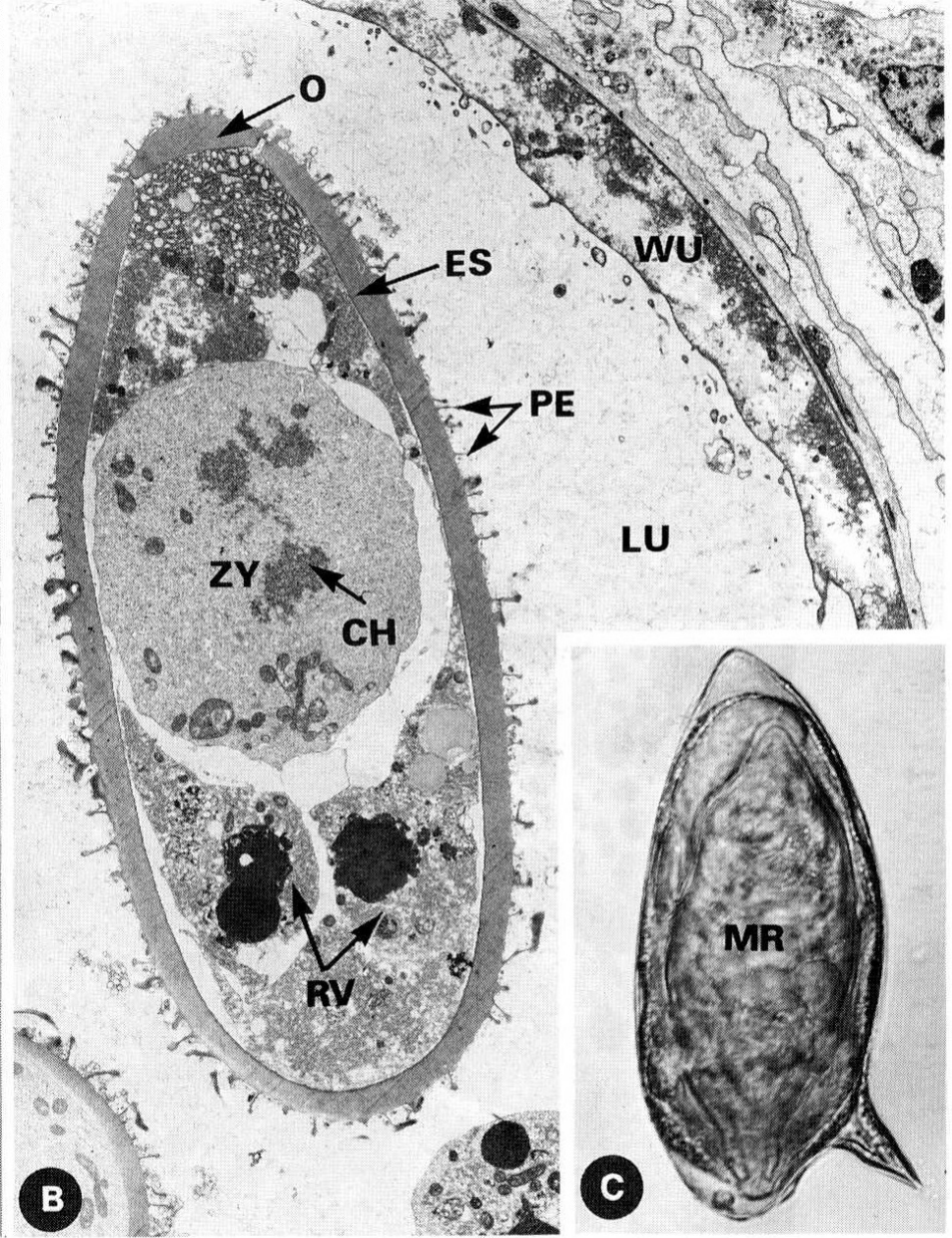
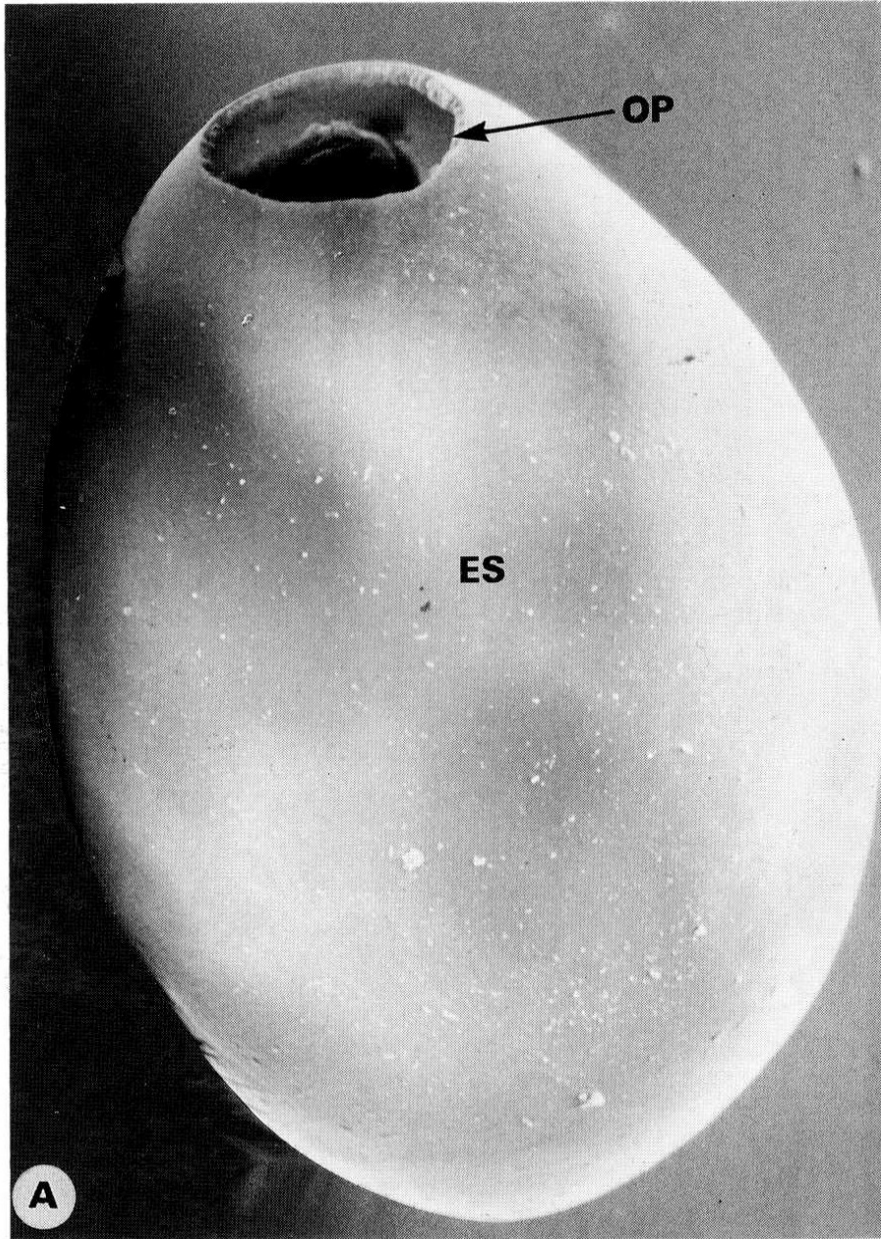
FASCIOLA HEPATICA: EGG-SHELL FORMATION



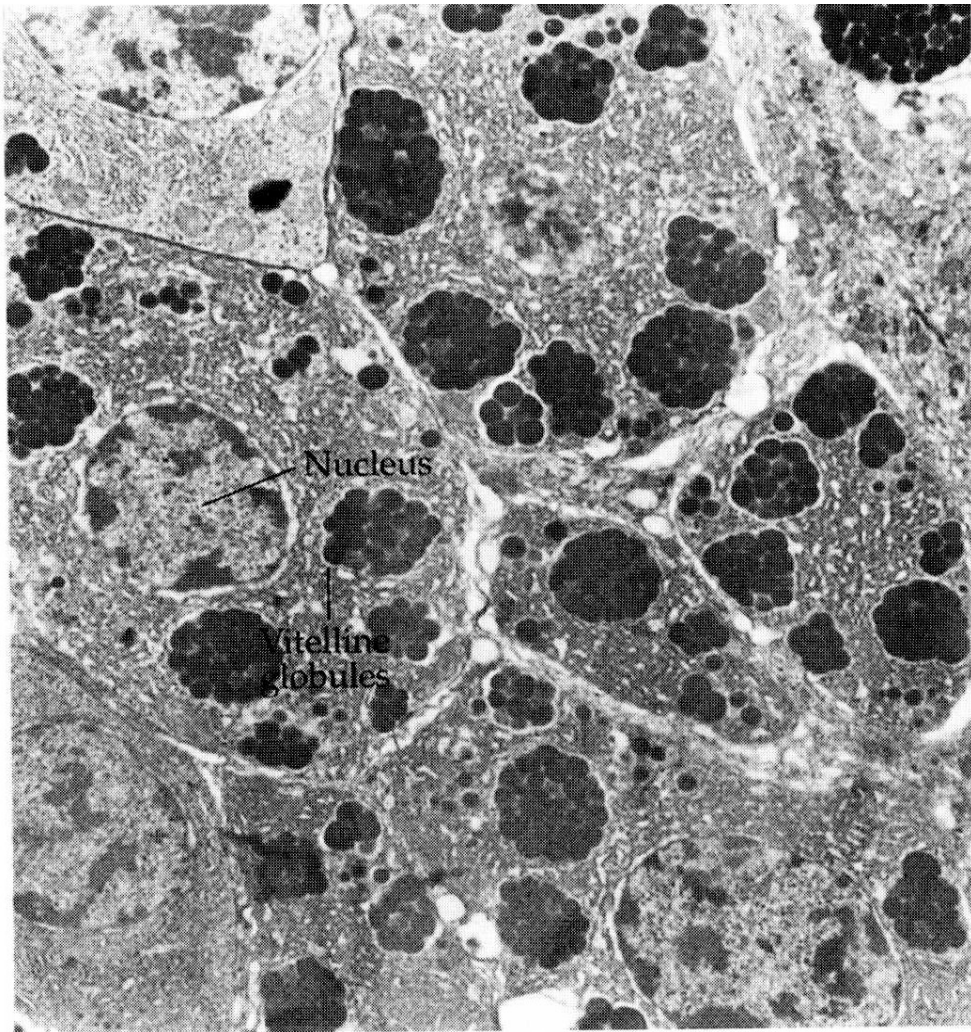
g. 13.8

Diagram illustrating the process of egg shell formation in a digenetic trematode.

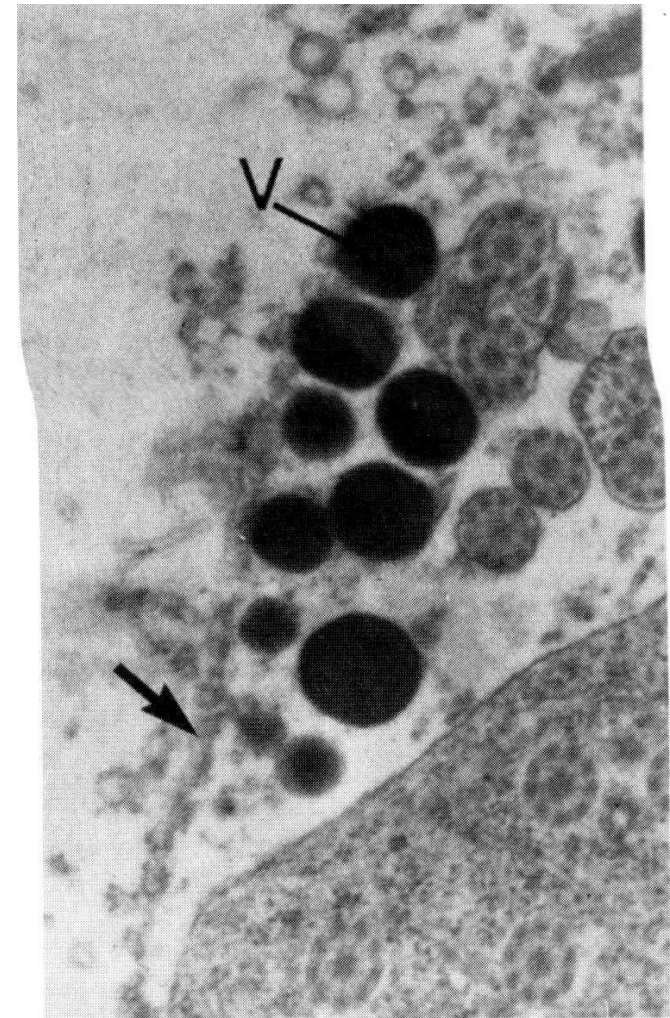
Vajíčka motolic



Formování vajíček motolic

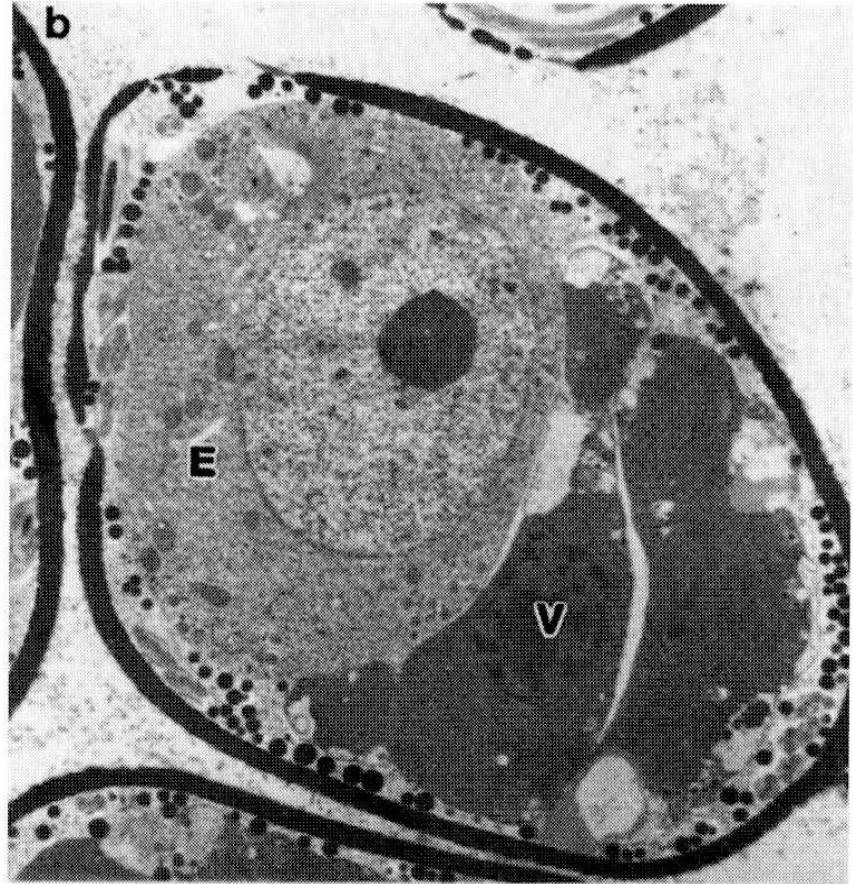
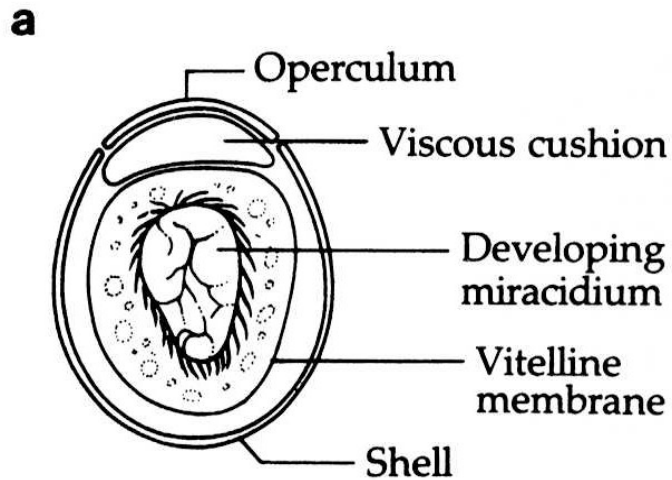


řez žloutkovými folikuly

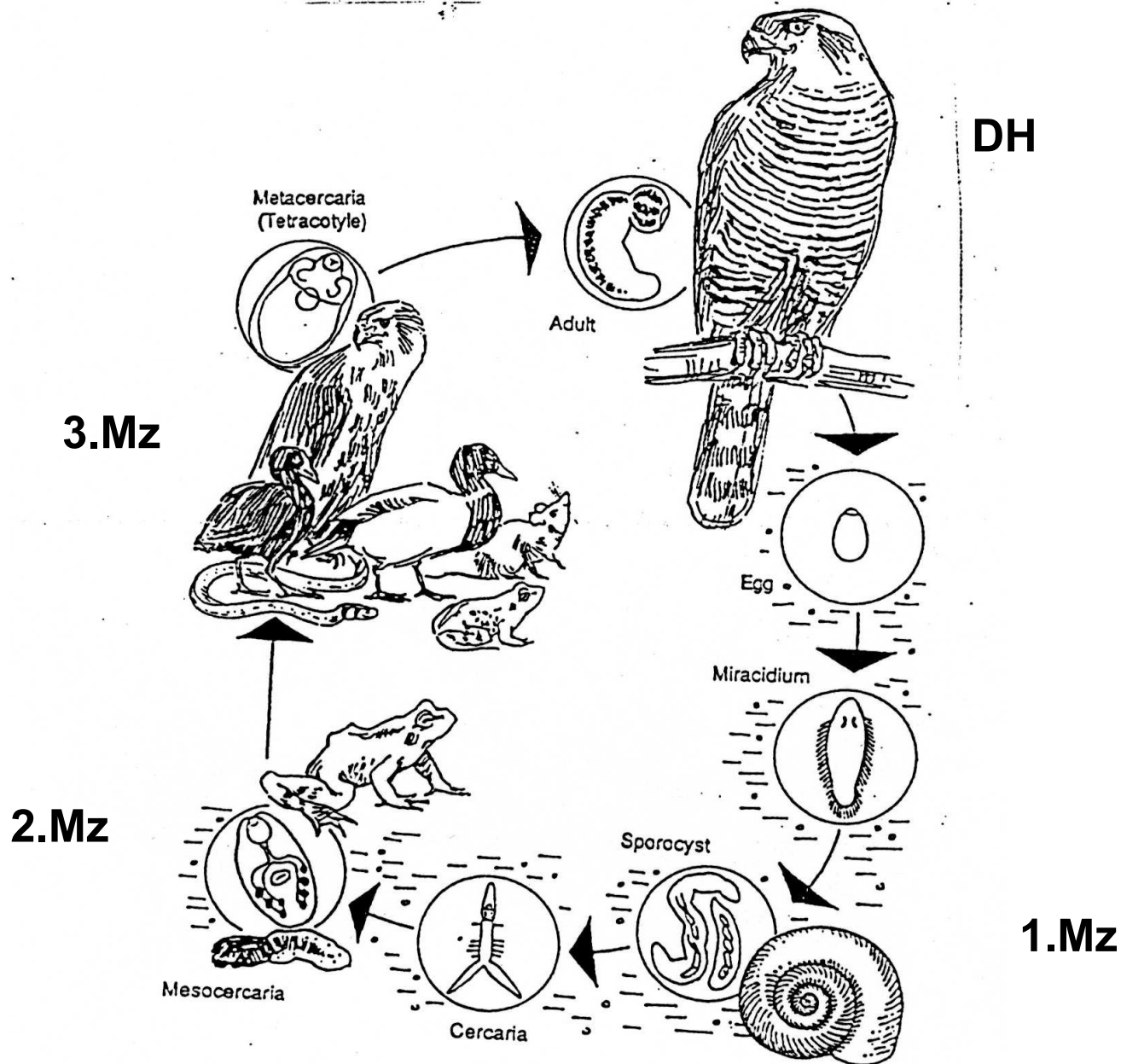


žloutkové buňky a tvořící se vaječný obal

Řez vajíčkem v děloze



Životní cyklus nepřímý



MONOGENEA

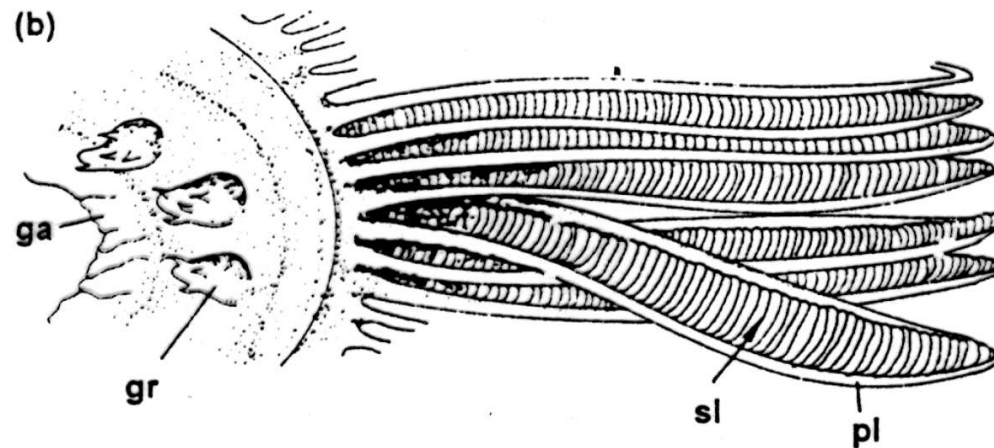
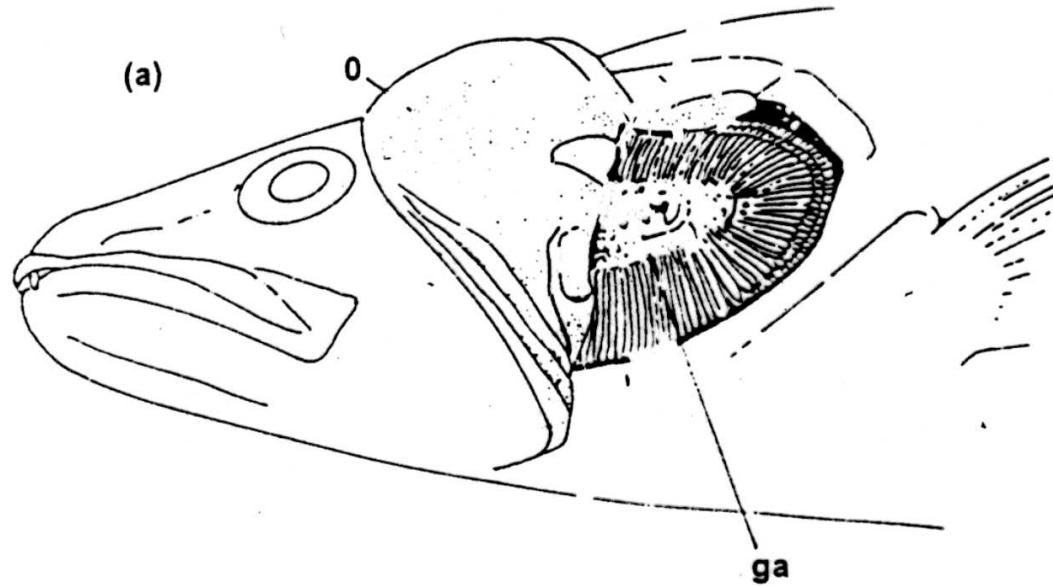
Monogenea - úvod

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

Evoluční expanze monogeneí

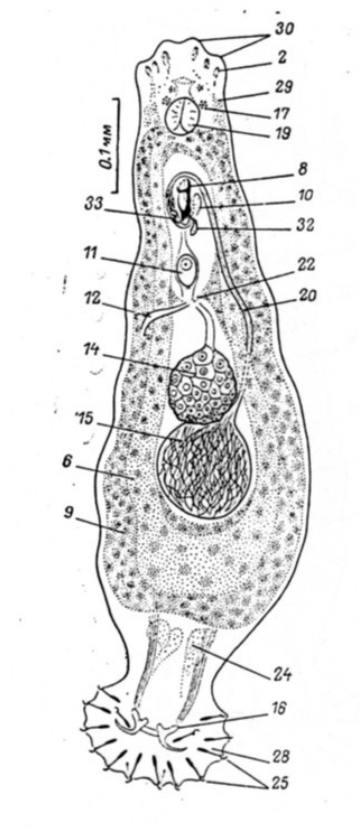
Významní patogeni v chovech ryb

Kolonizace žaberního aparátu

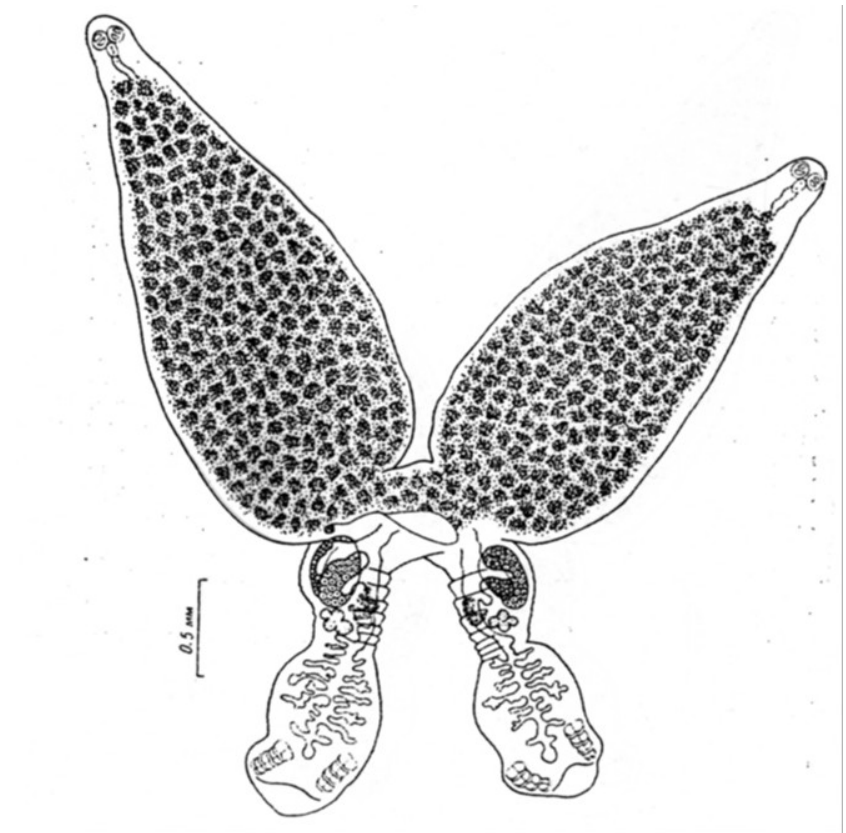


Monogenea – tvar těla

Dactylogyrus



Diplozoon



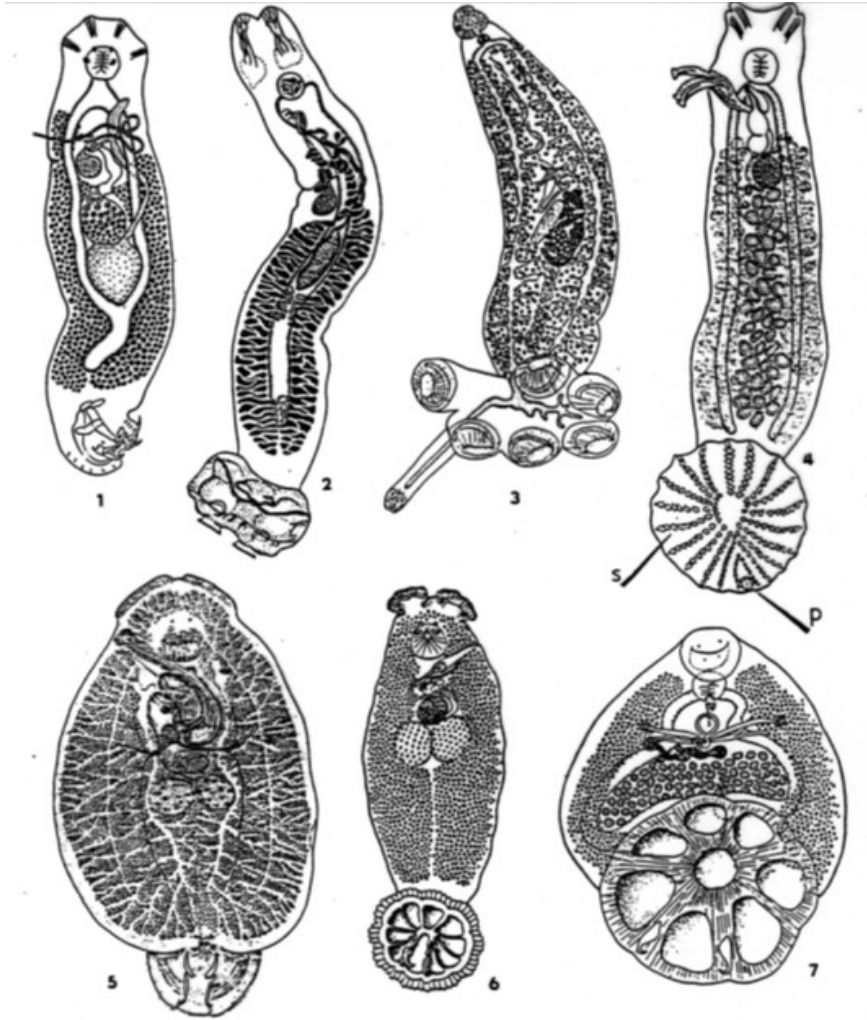
Monogenea – druhová rozmanitost

- 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

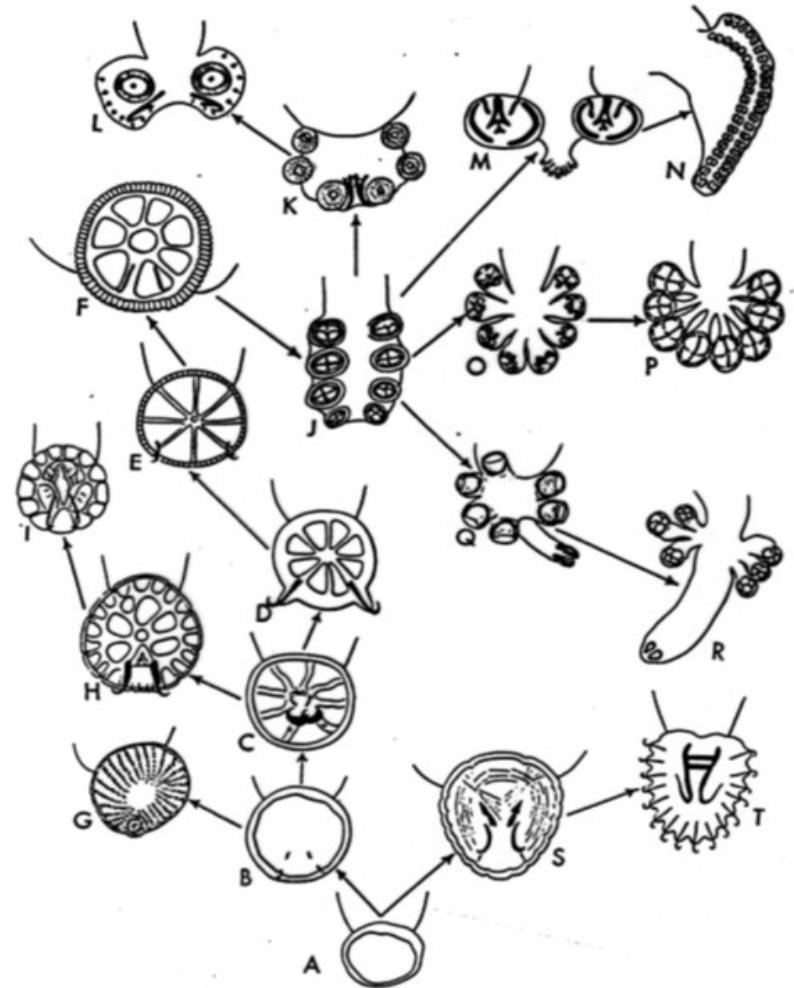
Přímé životní cykly

Morfologická rozmanitost

Typy opisthaptoru



Evoluce opisthaptoru

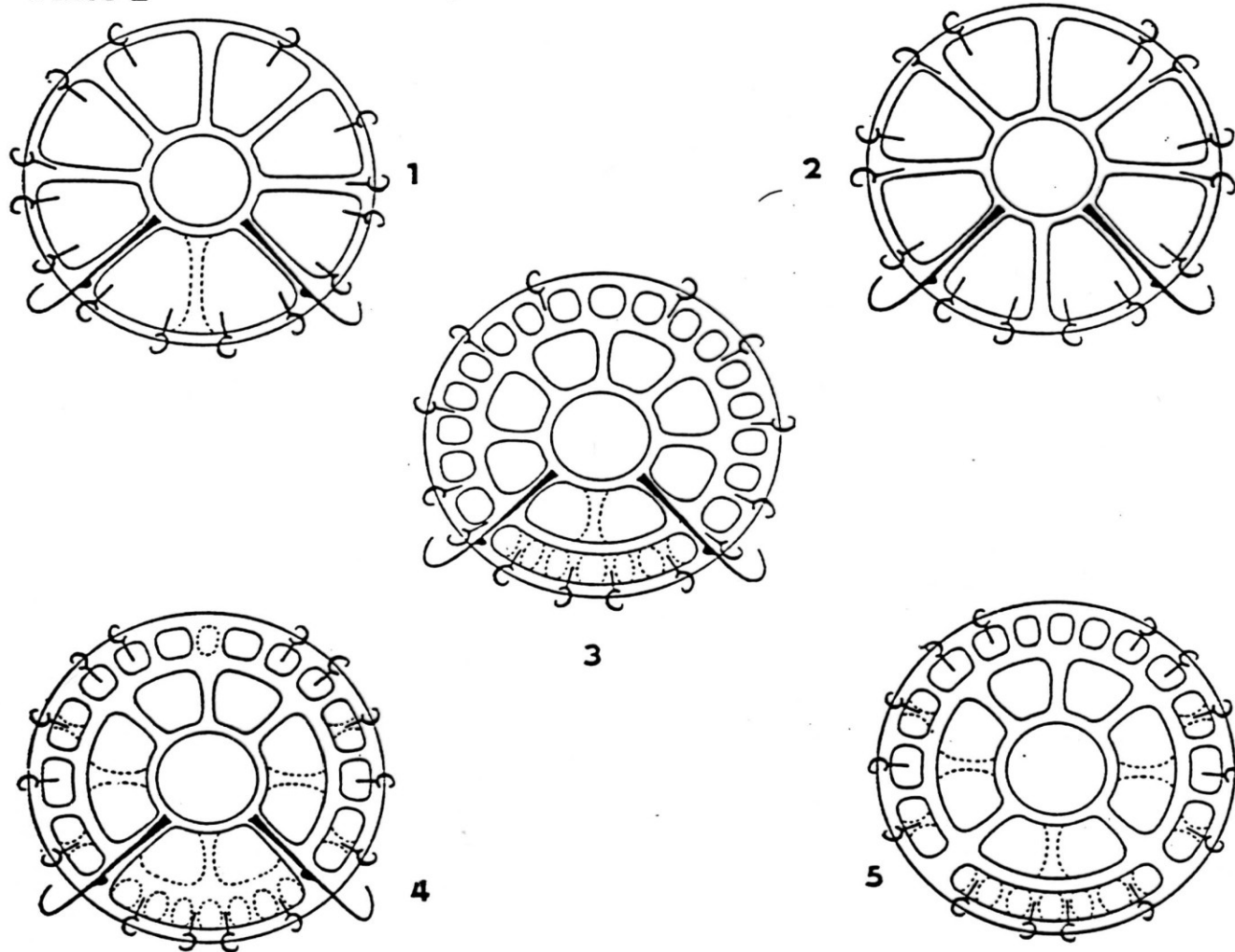


Přichycovací aparát – 4 základní typy

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

Opisthaptor se svalovými přísavkami

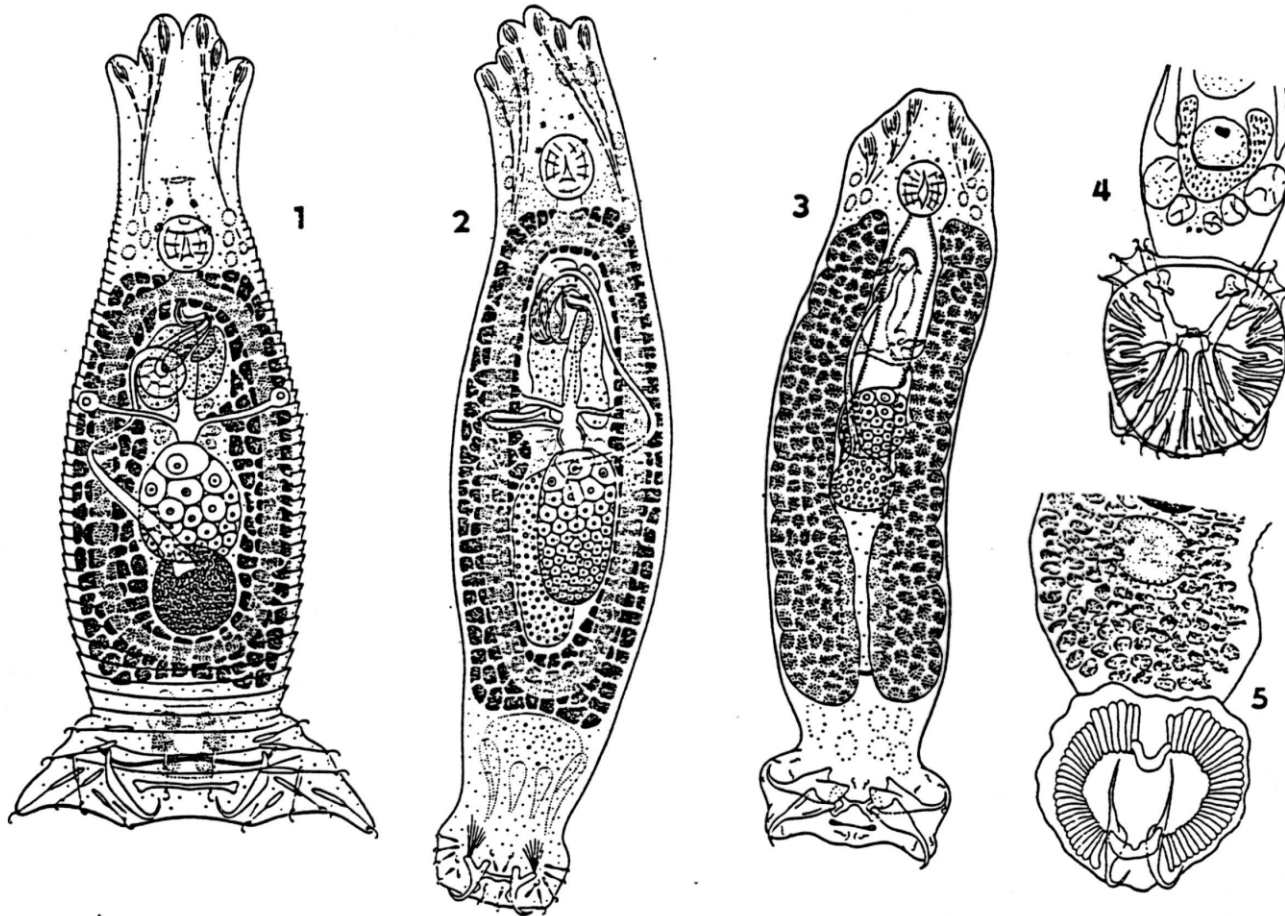
Plate 2



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

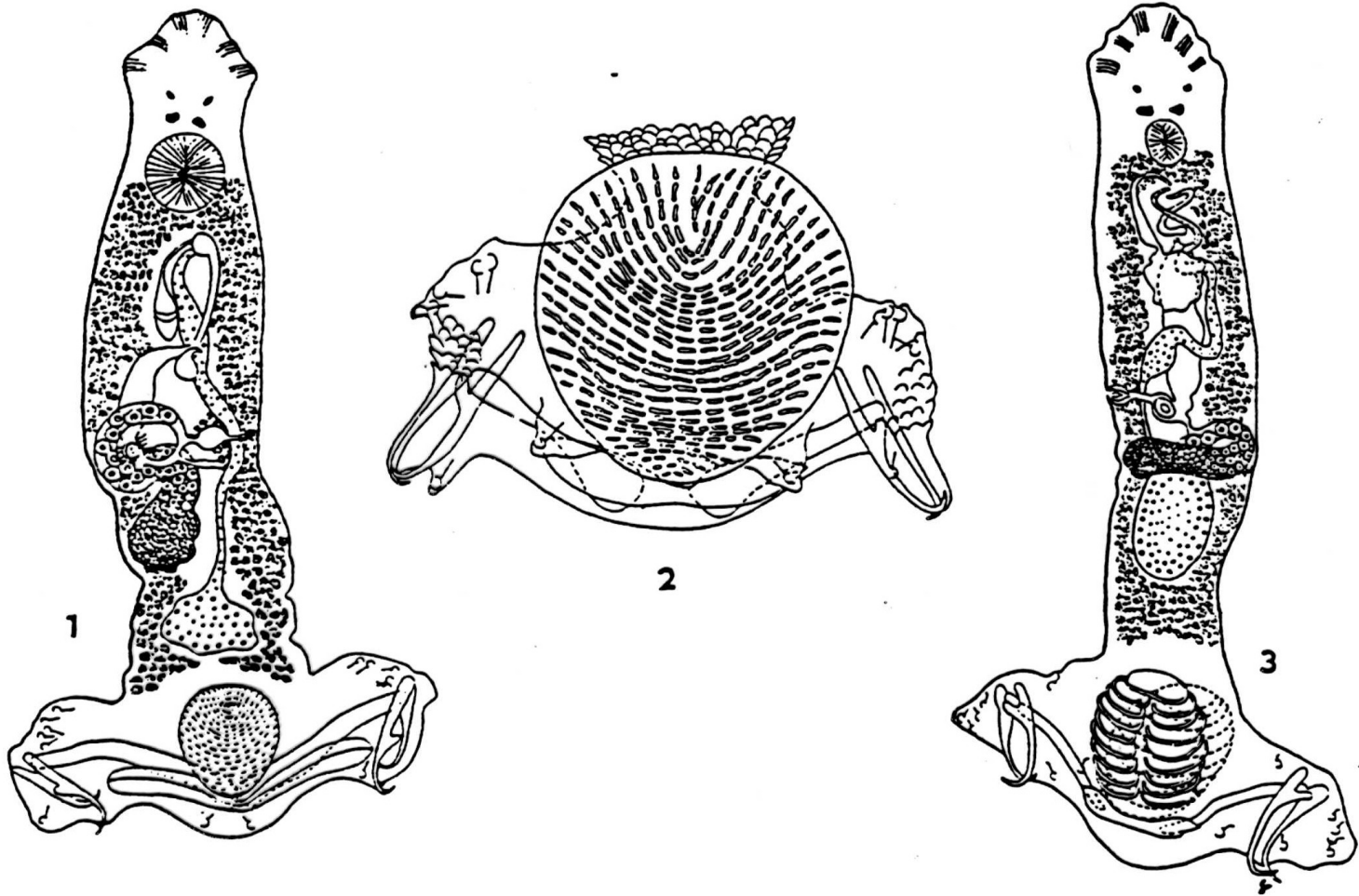
Plate 3



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).

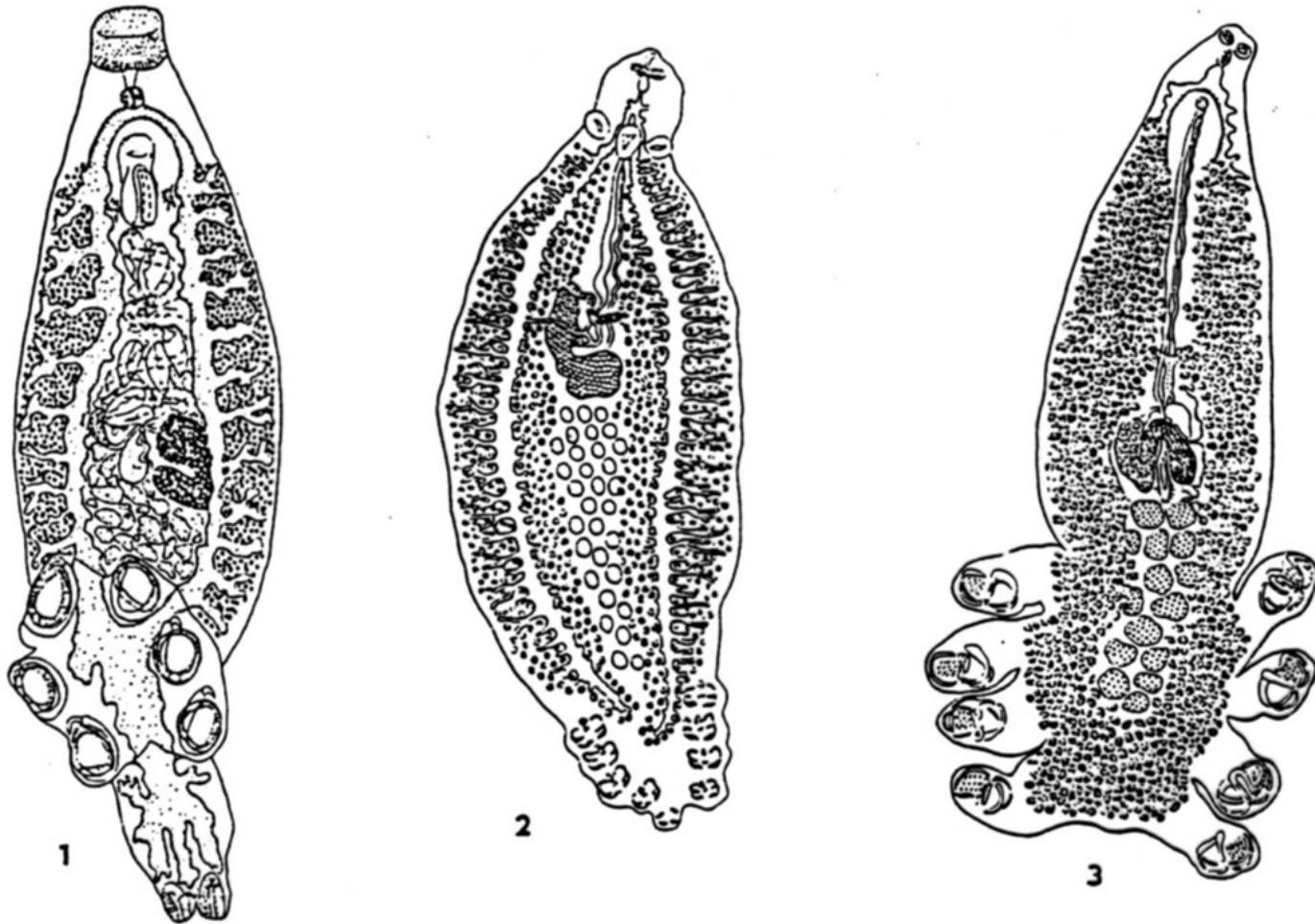
Opisthaptor se suplementárními disky

Plate 4



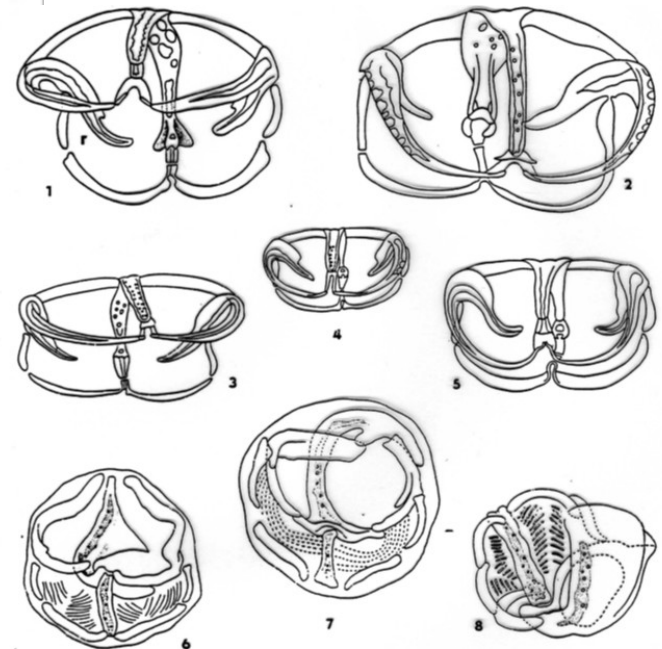
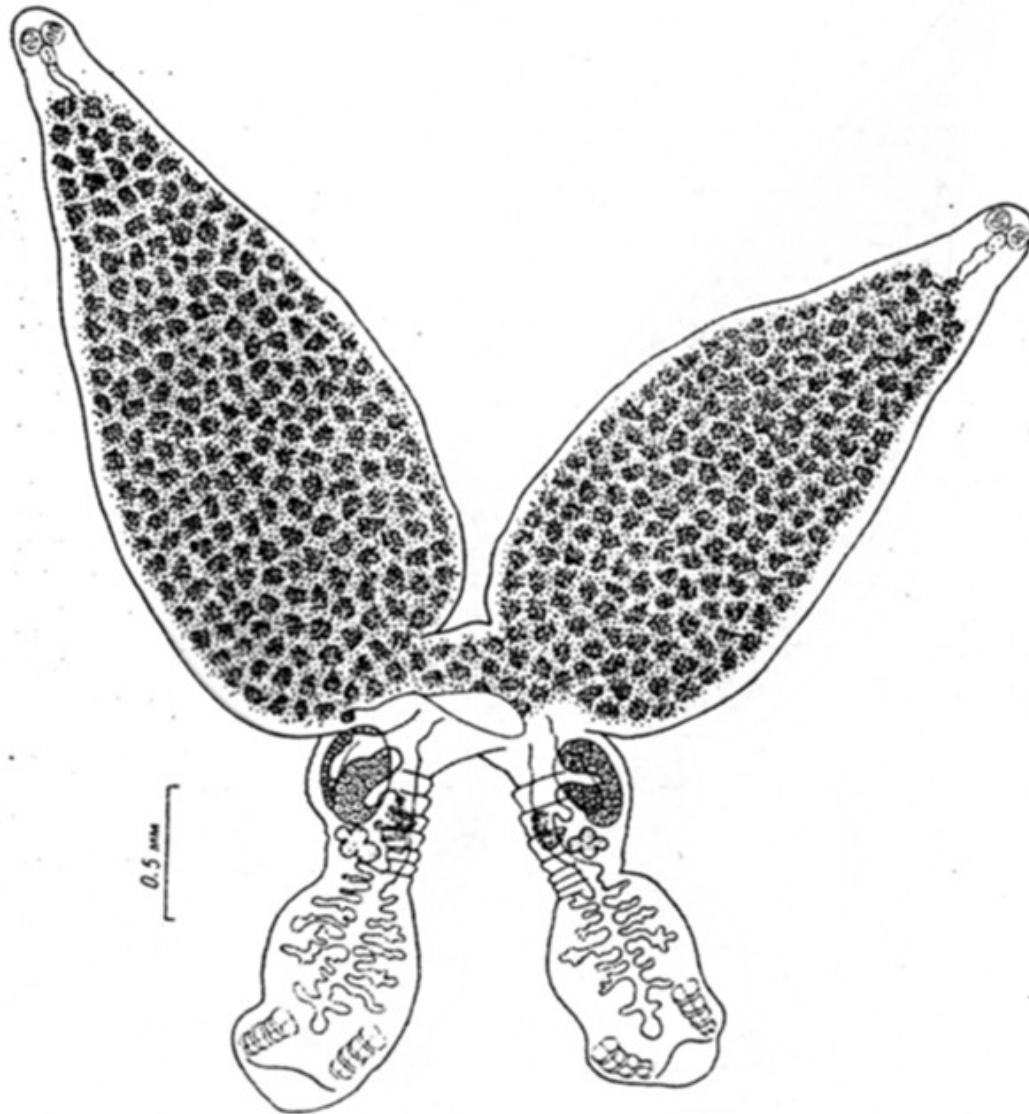
Supplementary discs. 1,2 - *Diplectanum similis*, 3 - *Lamellodiscus elegans* (after Bychowsky 1957)

Opisthaptor s metamorfovanými přísavkami



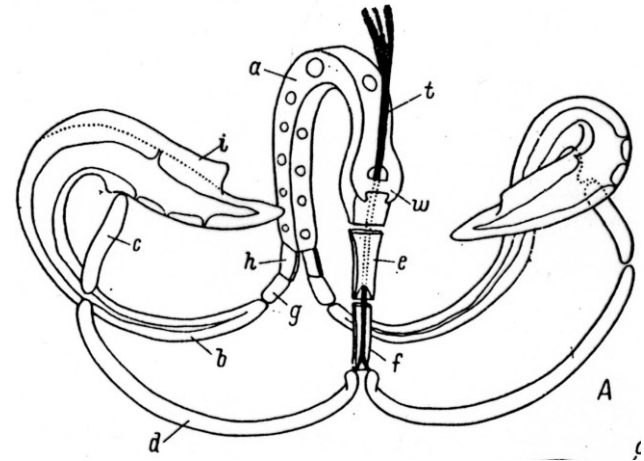
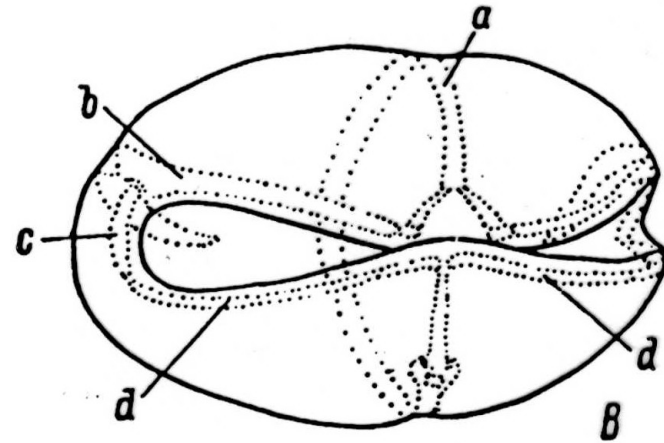
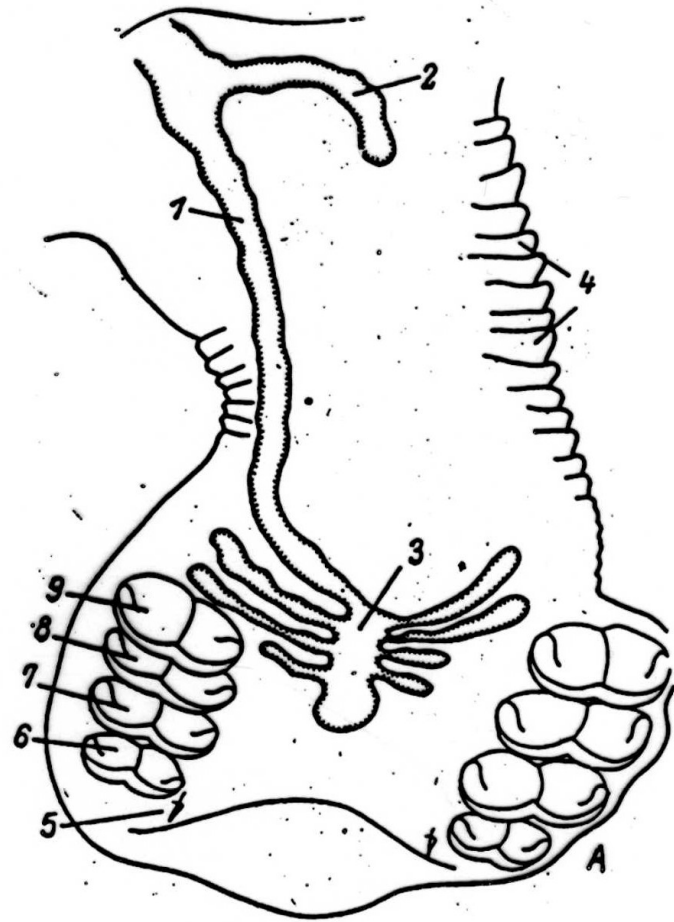
Opisthaptors with suckers and clamps. 1 - *Squalonchocotyle ginglymostomae* (after Brooks 1934), 2 - *Winkenthughesia bramae* (after Bychowsky 1957), 3 - *Diclidophora denticulata* (after Bychowsky 1957).

Opisthaptor s metamorfovanými přísavkami

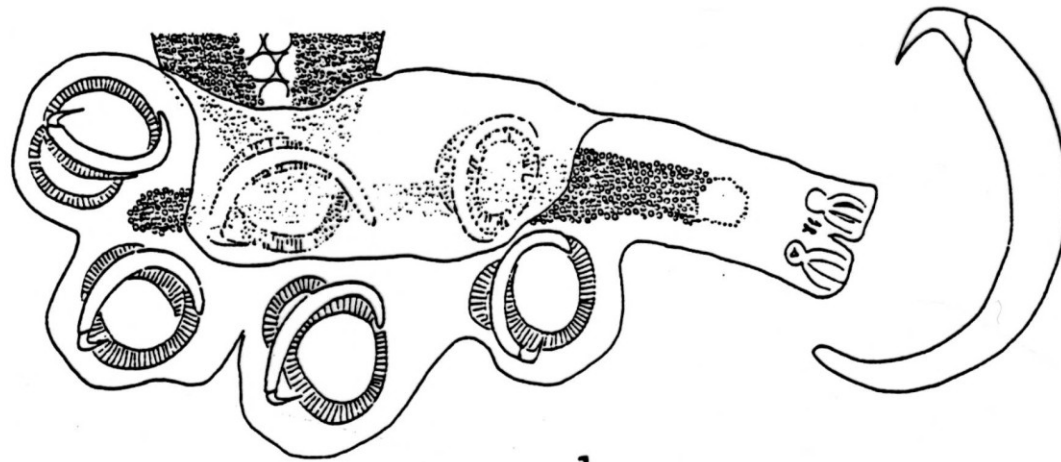


Typical clamps. 1 - Eudiplozoon, 2 - Discocotyle, 3,4,5 - Paradiplozoon, 6 - Meterobothrium, 7 - Choricotyle, 8 - Diclidophora. (1-5 after Khotenovskyi 1985, 6-8 after Bychowsky 1957).

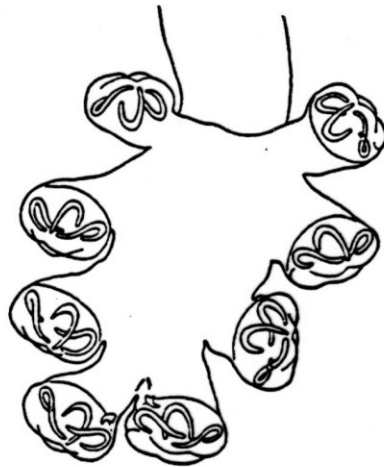
Metamorfované přísavky - detail



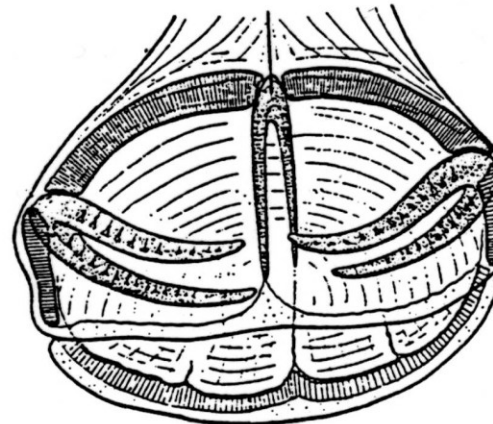
Monogenea – primitivní svorky



1



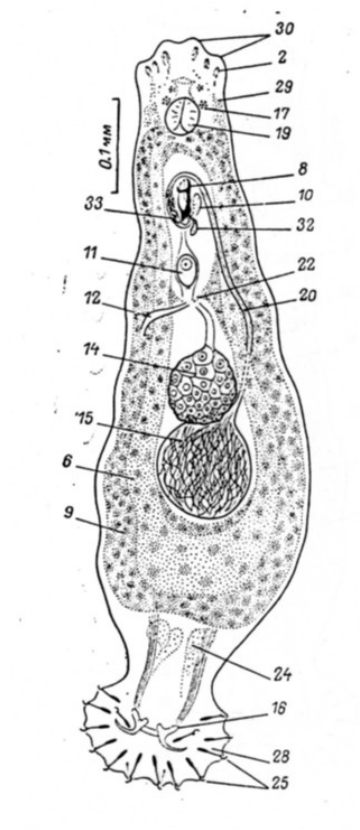
2



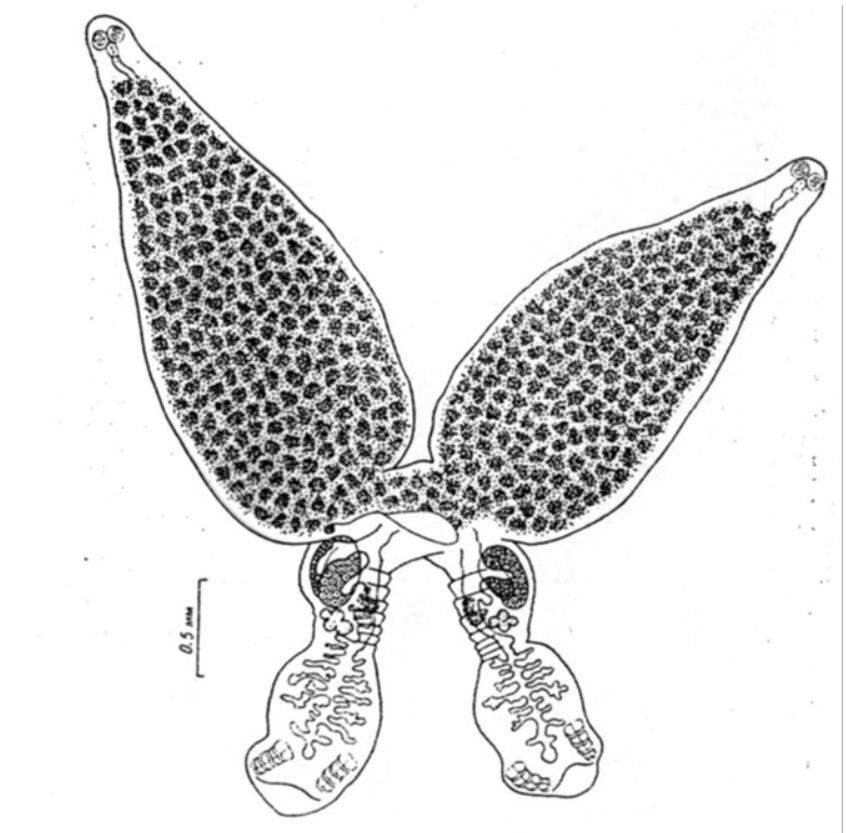
Primitive clamps of Diclybothriidae and Chimaericolidae. 1 - *Erpocotyle maccalumi* (after Euzet and Maillard 1967), 2 - *Chimaericola leptogaster* (after Bychowsky 1957 and Brinkmann 1942).

Monogenea – opisthaptor

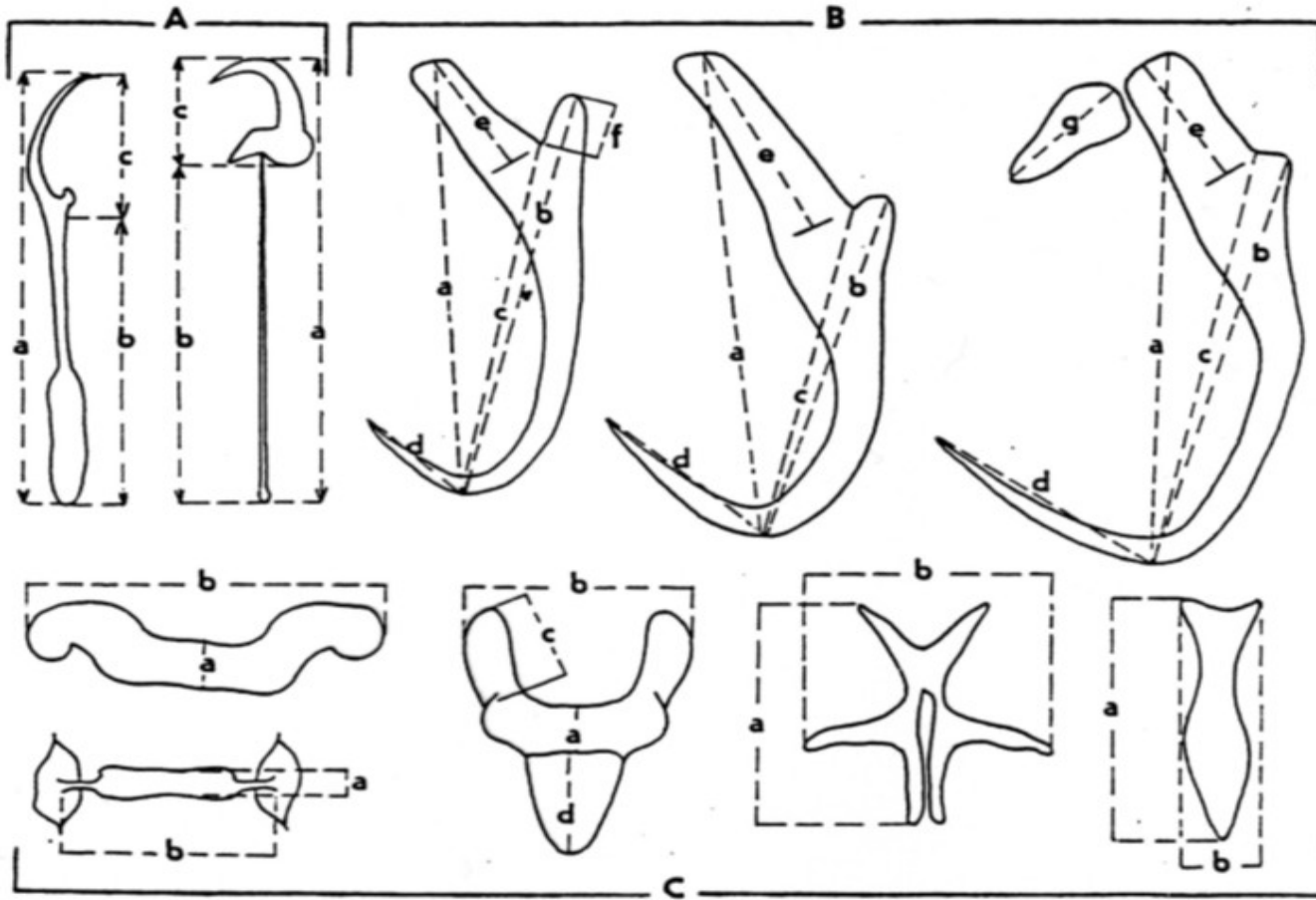
Dactylogyrus



Diplozoon

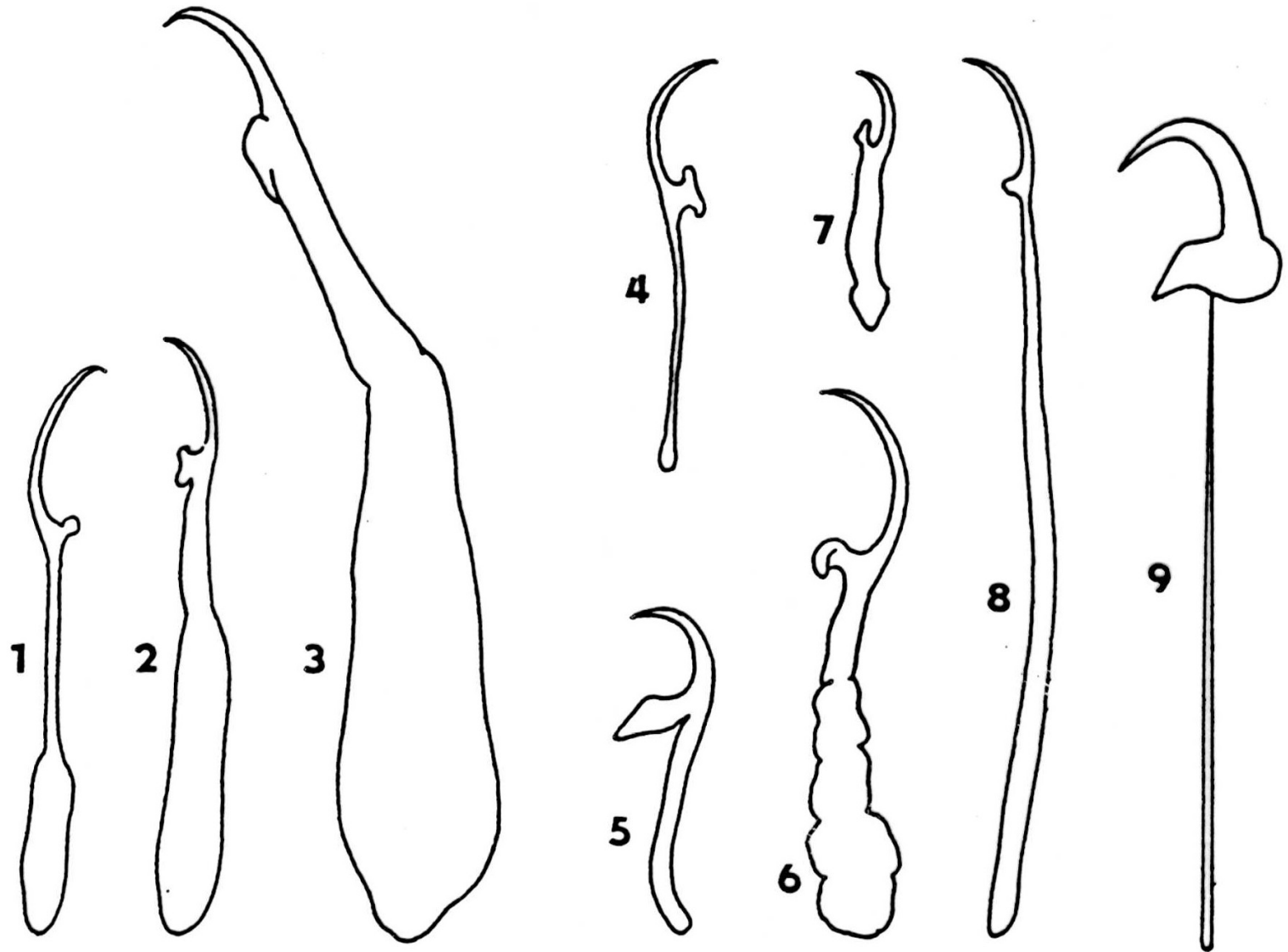


Strukturální rozmanitost opisthaptoru

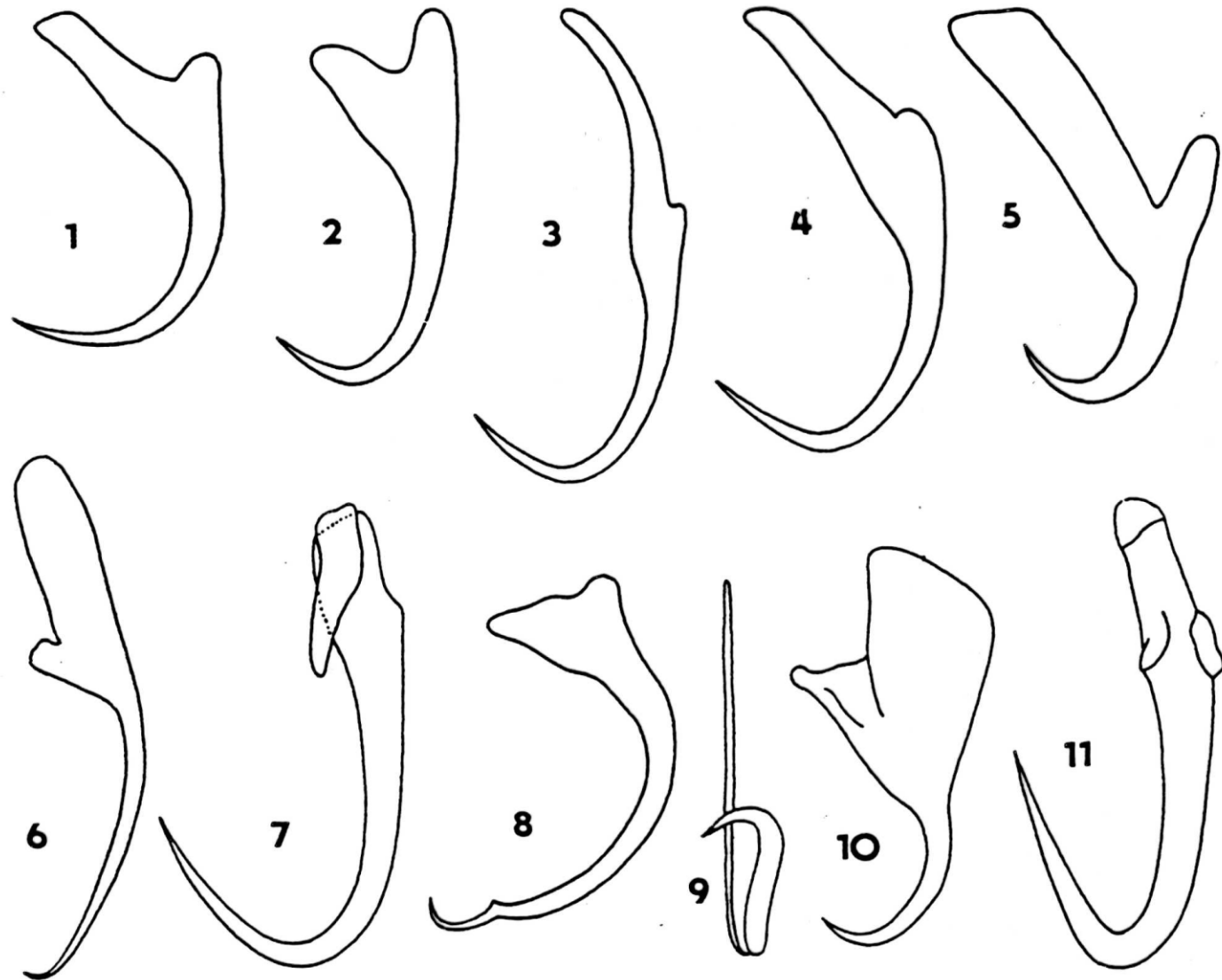


Measurements of individual parts of: A - marginal hooks (a - total length, b - length of handle, c - length of hook proper), B - anchors (a - inner length, b - outer length, c - length of shaft, d - length of point, e - length of inner root, f - length of outer root, g - length of patch), C - connecting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

Základní typy marginálních háčků



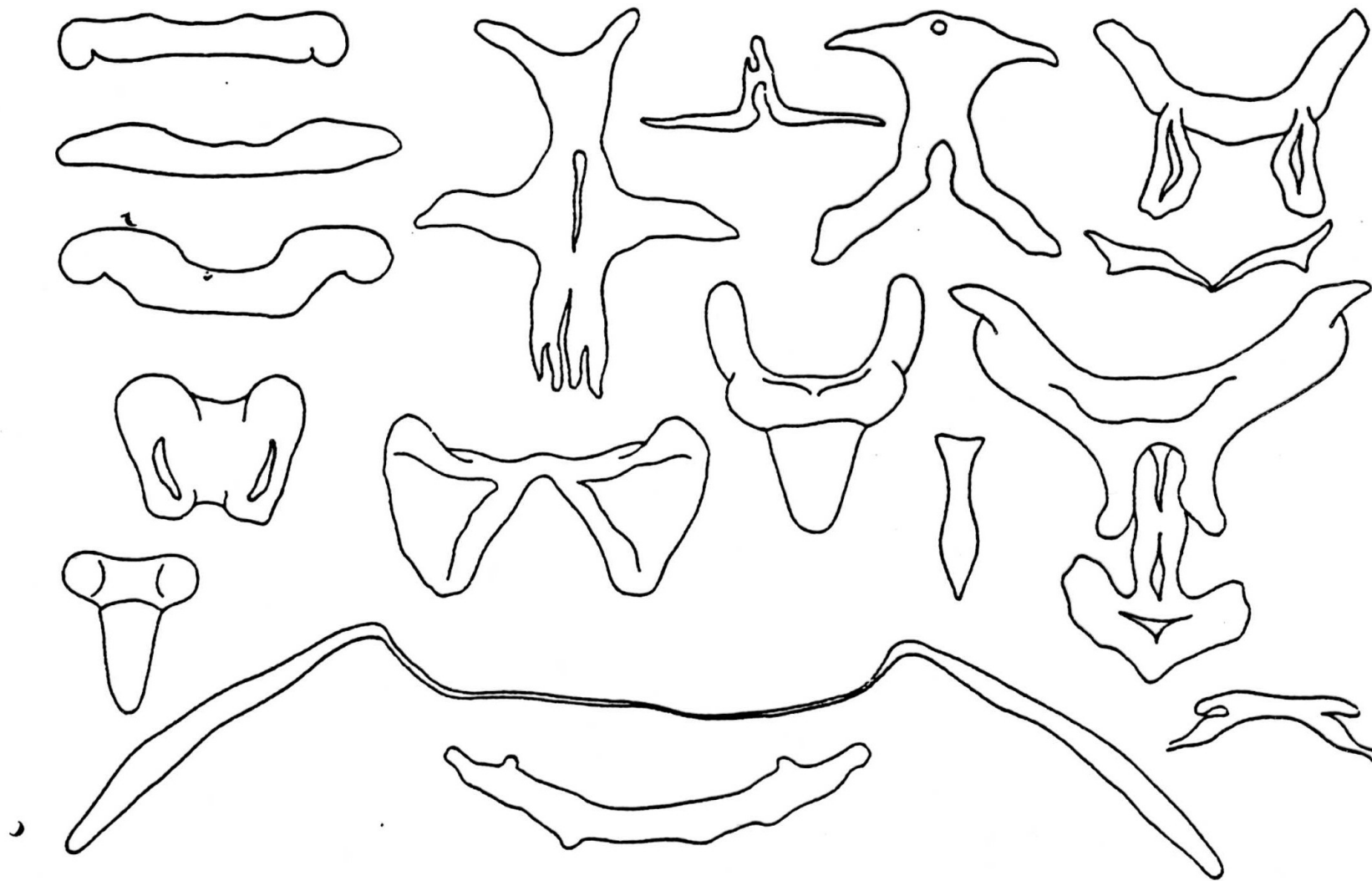
Základní typy středních háčků



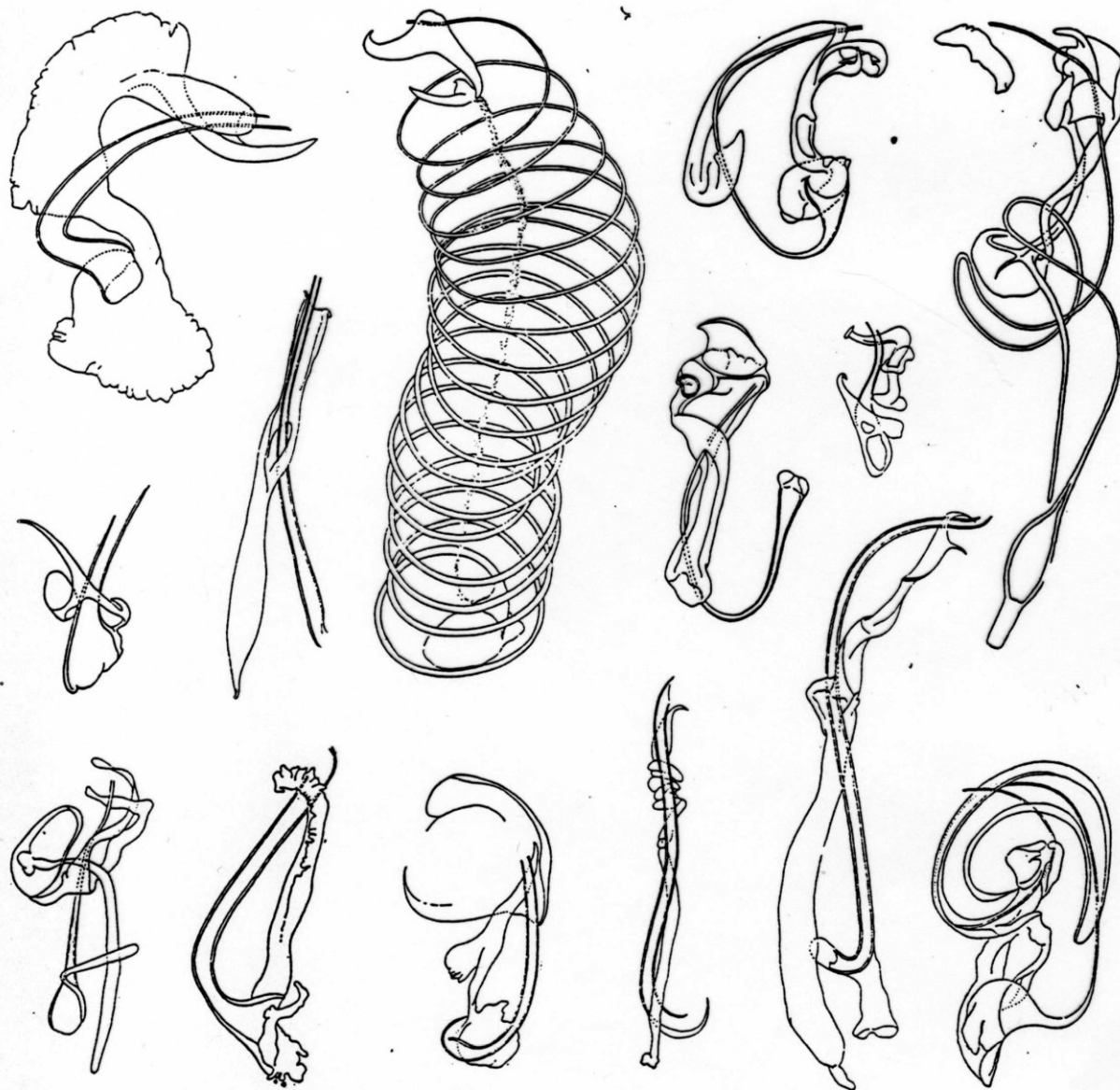
Základní typy marginálních háčků



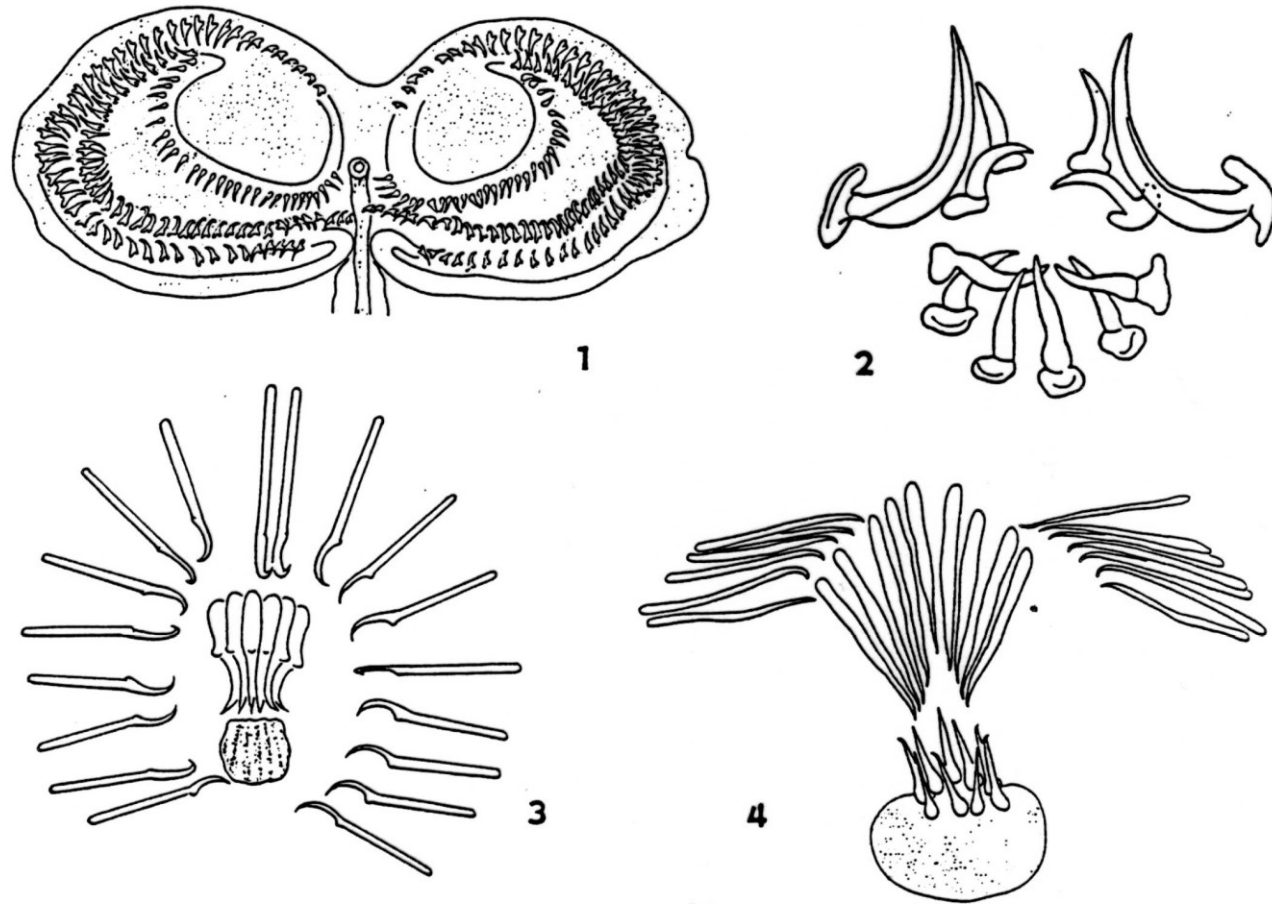
Základní typy spojovacích destiček



Typy kopulačního aparátu - monopistocotylea

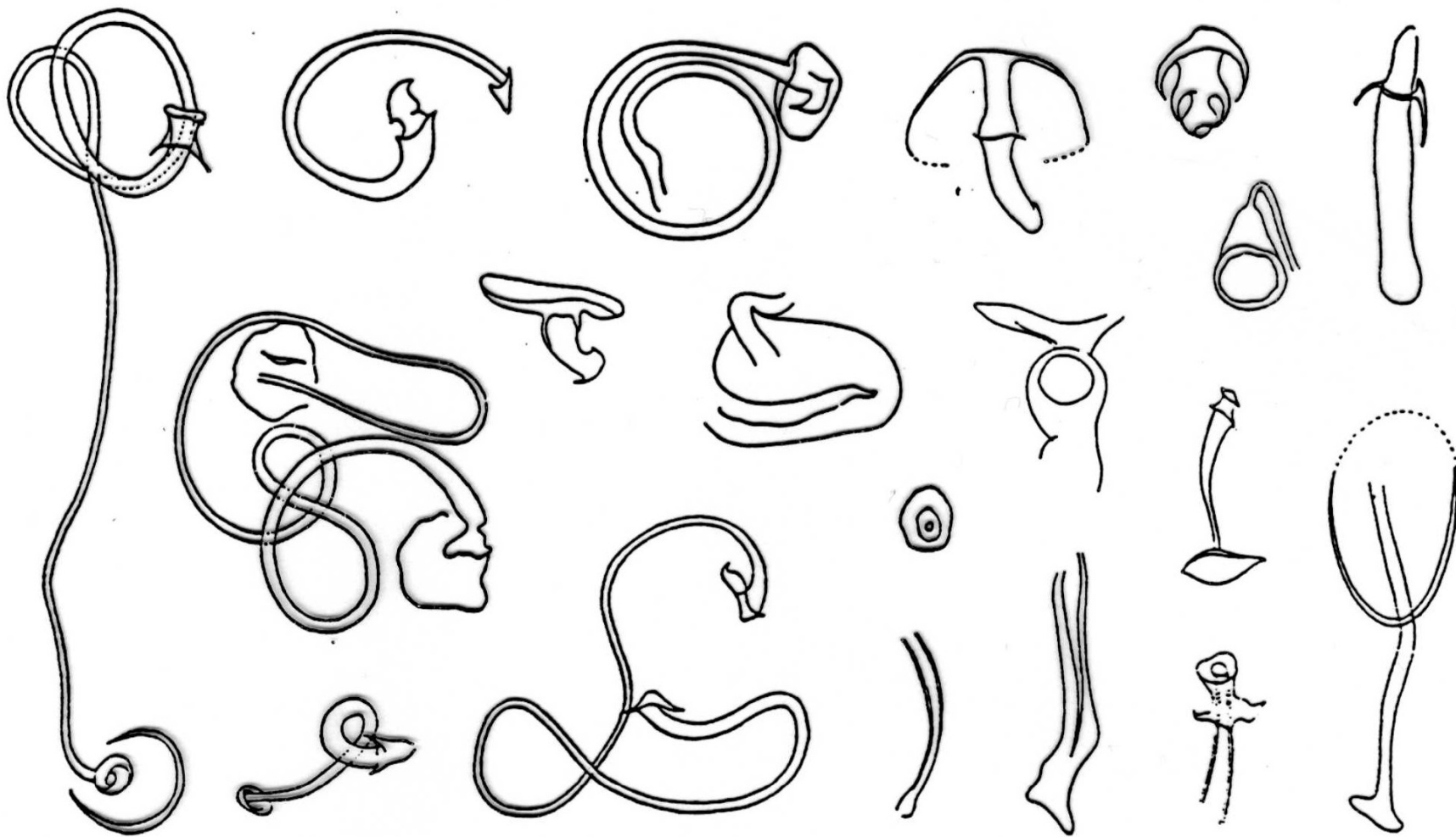


Typy kopulačního aparátu - polyopistocotylea

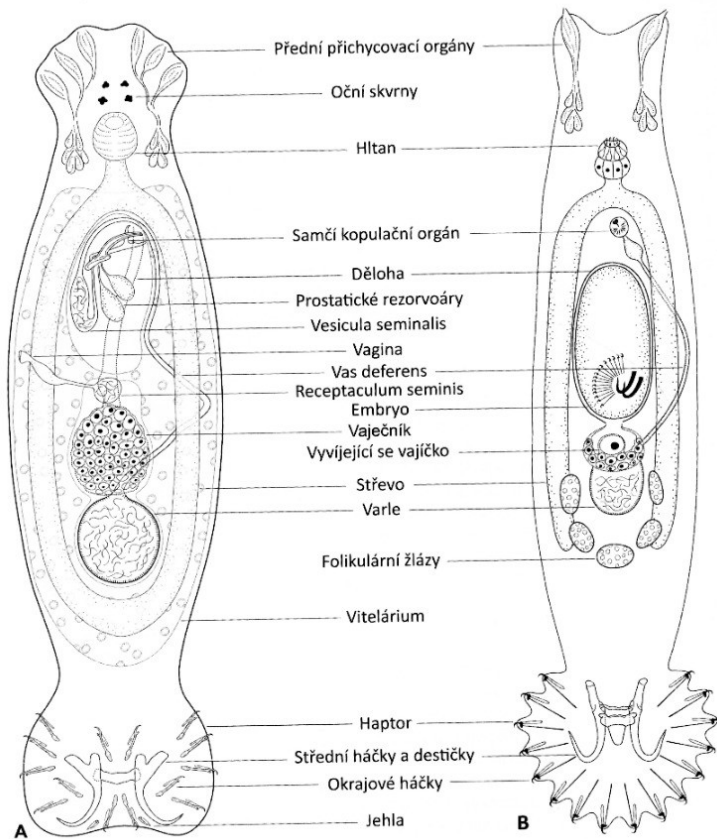


Cpulatory apparatuses of some higher monogeneans. 1 - *Microcotyle panceri* (after Ktari 1970), 2 - *Octostoma minor* (after Bychowsky and Nagibina 1954), 3 - *Atriaseter heterodus* (after Euzet and Maillard 1973), 4 - *Heteraxinoides hanibali* (after Euzet et Ktari 1970).

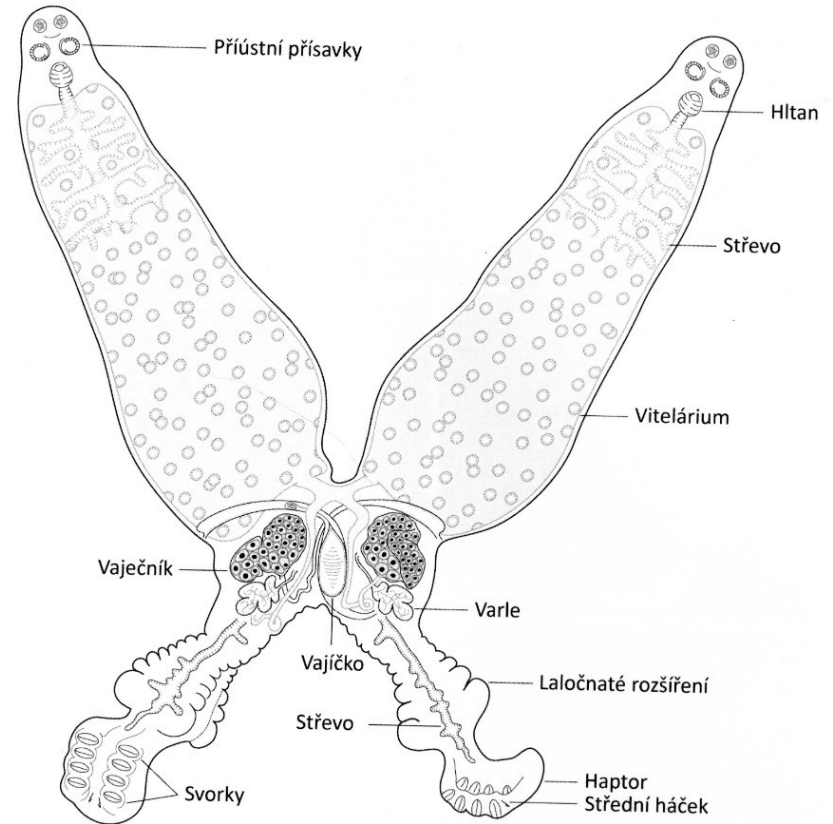
Základní typy vaginálního vyztužení - daktylogyridi



Průběh životního cyklu monogeneí

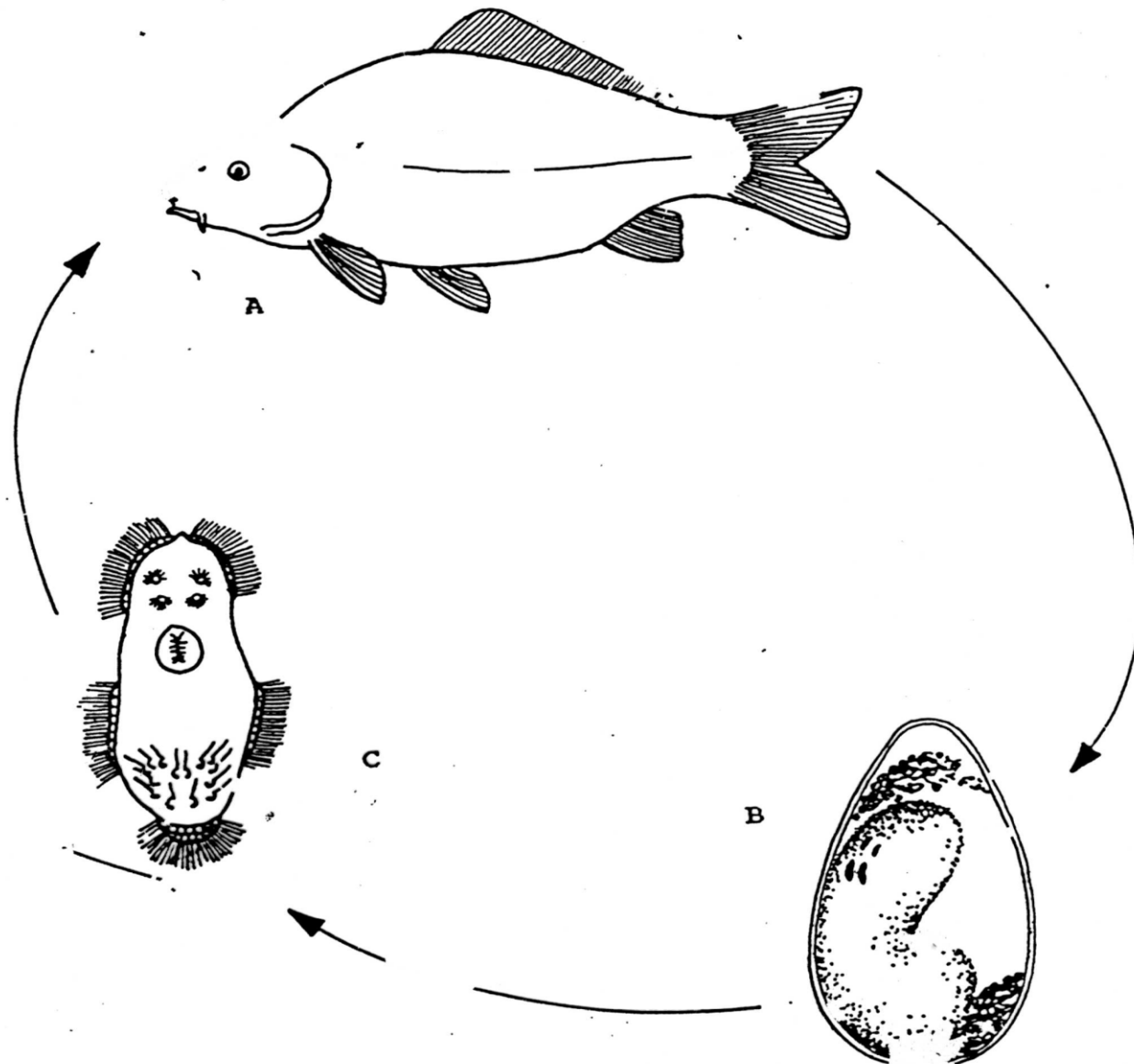


Obr. 3.11.2.1. Schéma tělní stavby vejcorodých a živorodých monogeneí (Monopisthocotylea). *Dactylogyrus* sp. (Dactylogyridae)(A); *Gyrodactylus* sp. (Gyrodactylidae)(B). (Kresba: E. Rehulková)

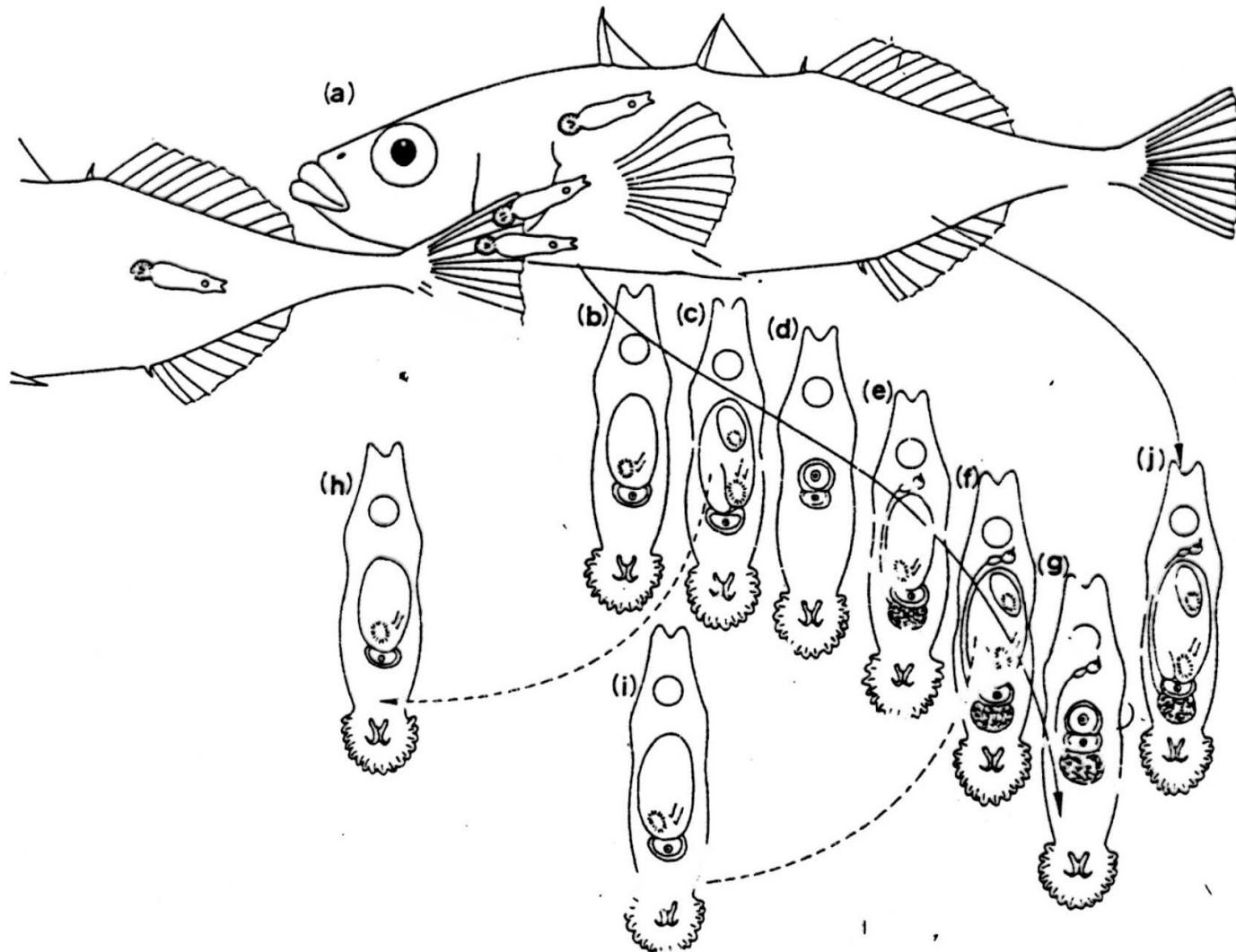


Obr. 3.11.2.2. Schéma tělní stavby druhu *Eudiplozoon nipponicum* (Diplozoidae, Polyopisthocotylea). (Kresba: E. Rehulková)

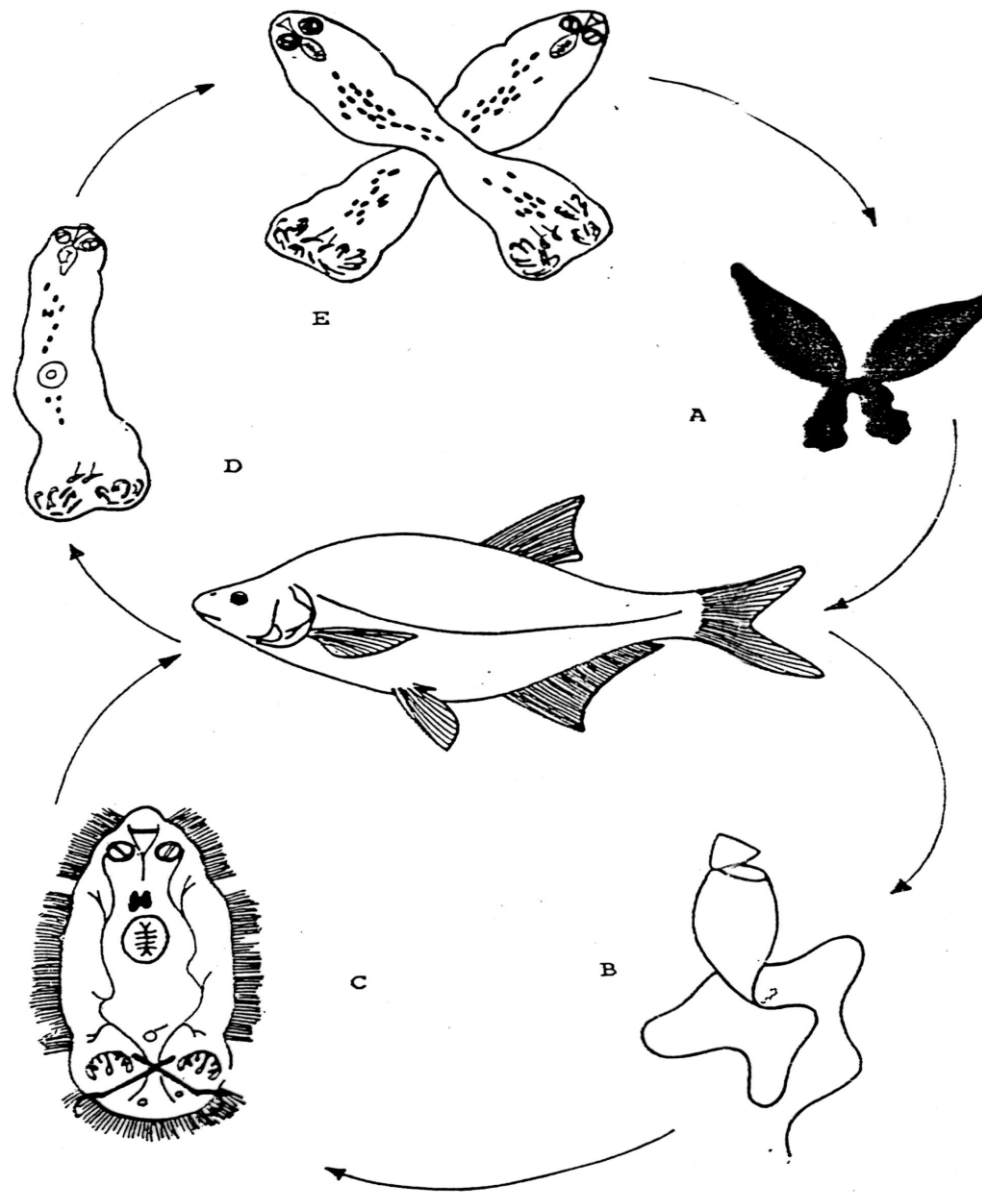
Životní cyklus - Dactylogyrus



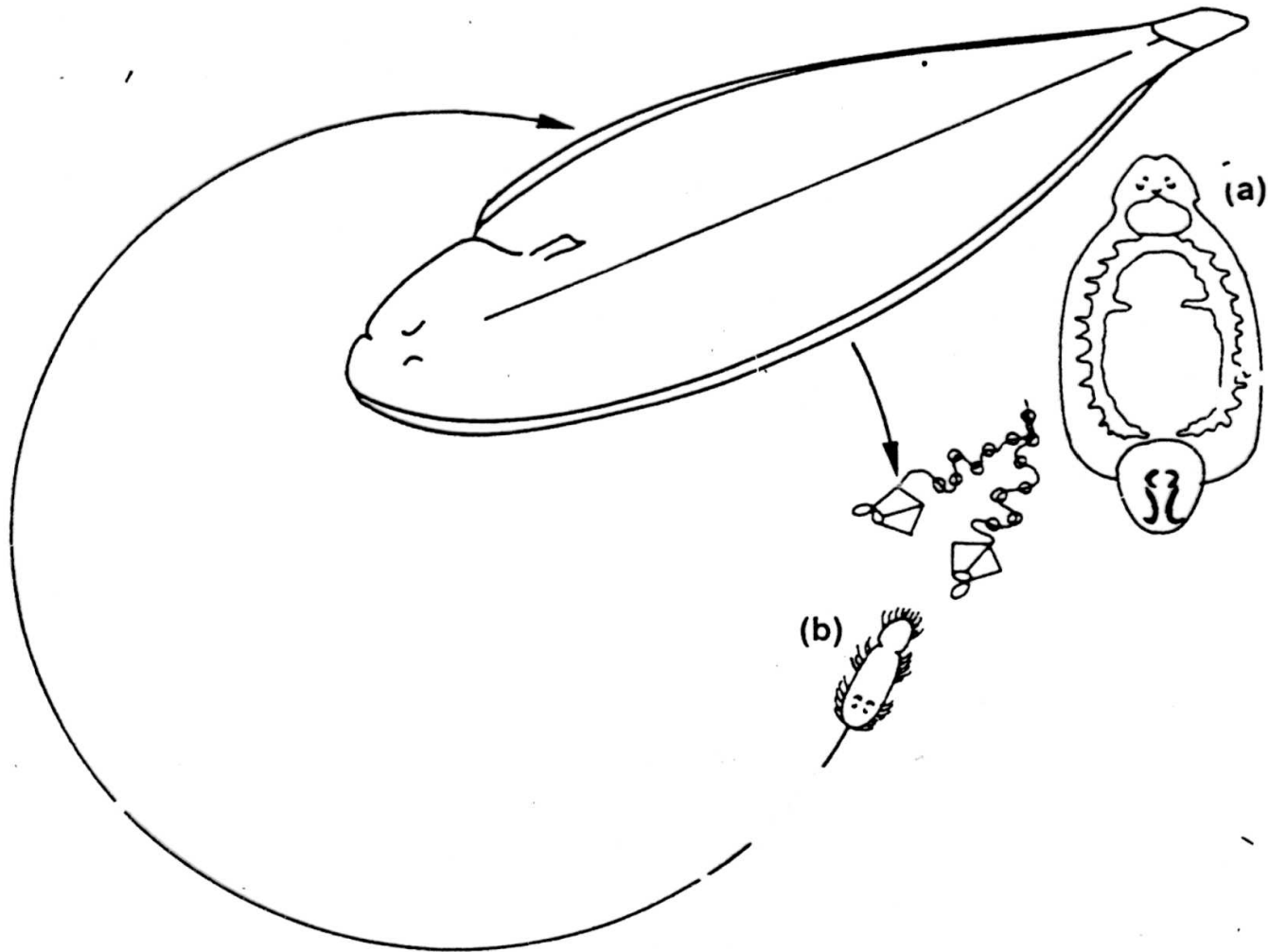
Životní cyklus – gyrodactylus - živorodí



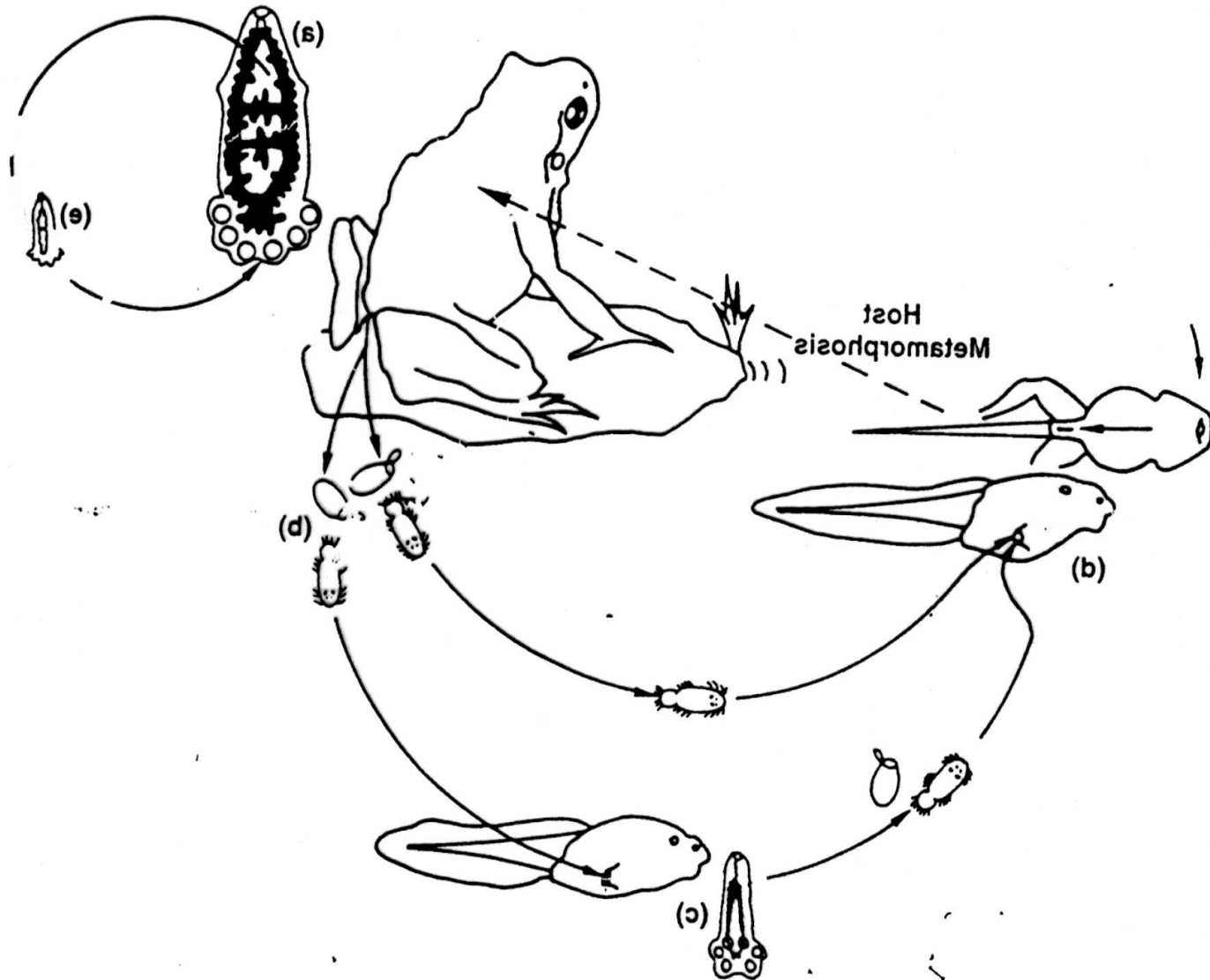
Životní cyklus – Diplozoon paradoxum



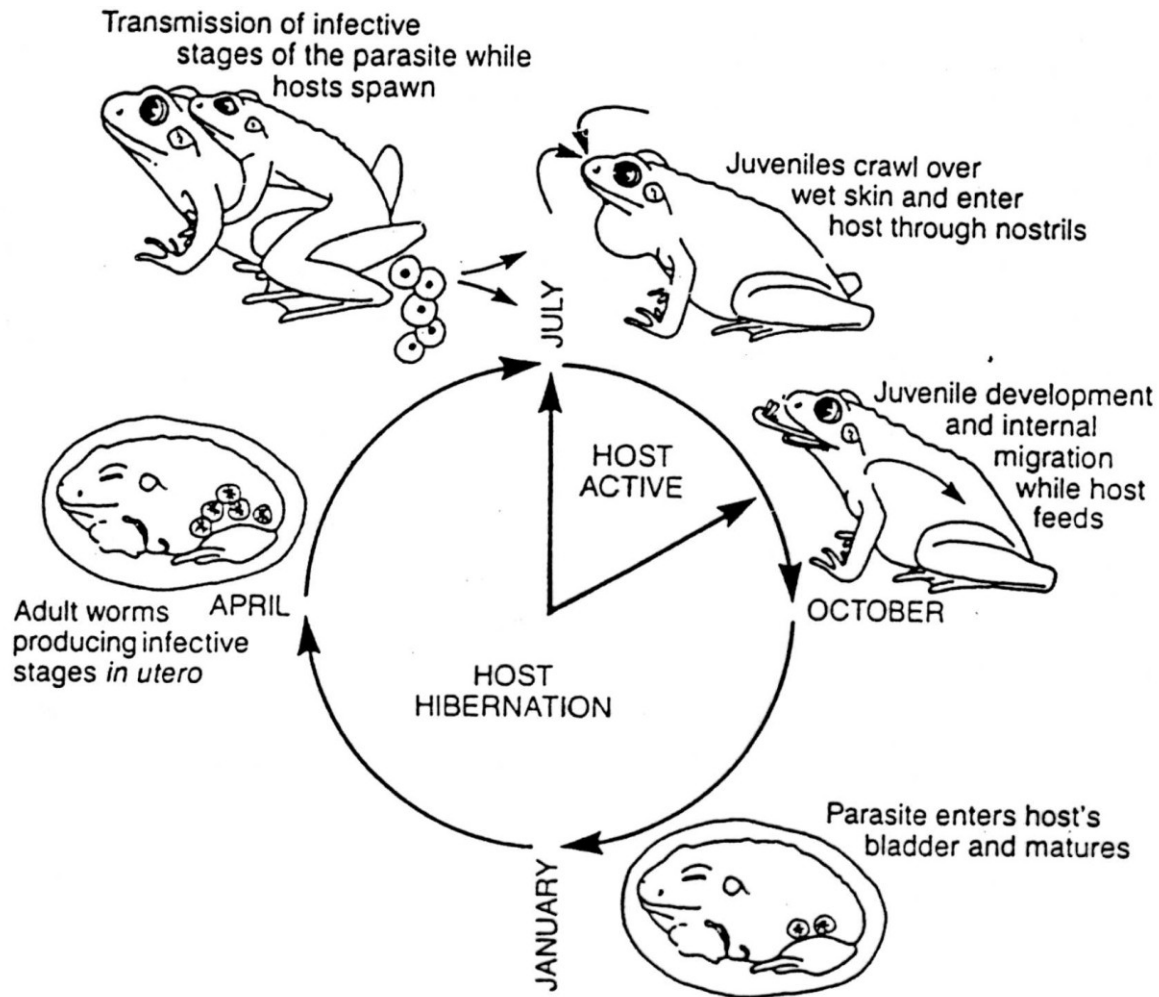
Životní cyklus – *Entobdella soleae*



Životní cyklus – *Polystoma integerrinum*



Pseudodiplorchis americanus – sezónní cyklus



Děkuji za pozornost