

FUNKCIONALNA GRAĐA MEKUŠACA



GASTROPODA - PUŽEVI

- **gastro-pod-a**
 - grčki: gaster (*gen. gastros*) - želudac
pous (*gen. podos*) - stopalo
- asimetrične životinje
- veličina tijela <0,5 mm do 75 cm (*Syrinx aruanus*)



Syrinx aruanus

GASTROPODA - PUŽEVI

○ LJUSKA

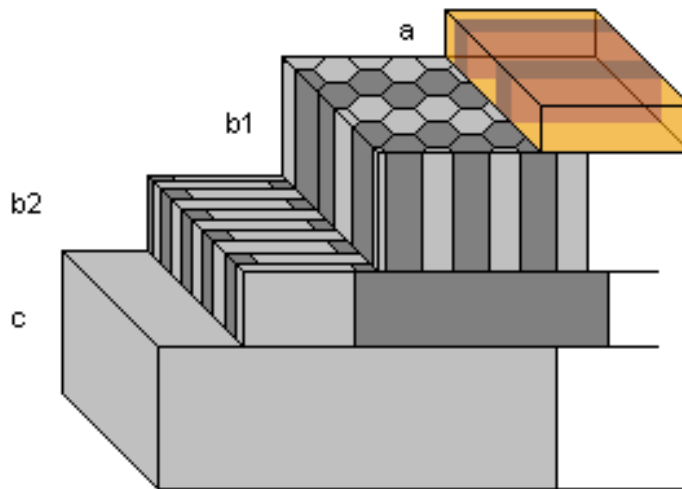
- ljuska - spiralno uvijena kućica (vitki šuplji čunj koji se savija oko ravne linije kao idealne osi)
- najstariji dio kućice je **vrh** ili **apex** – dio koji se prvi razvija
- broj zavoja varira od 2 - 16
- posljednji zavoj je najveći



Amphidromus perversus

GASTROPODA - PUŽEVI

građa kućice



- a - periostracum
- b - ostracum
 - b1 - prizmatični sloj
 - b2 - pločasti sloj
- c - hipostracum

- periostracum – bjelančevina konhiolin
- ostracum i hipostracum – vapnenac (aragonit, kalcit)

GASTROPODA - PUŽEVI



Cepaea nemoralis
(lijevo - normalna kućica)



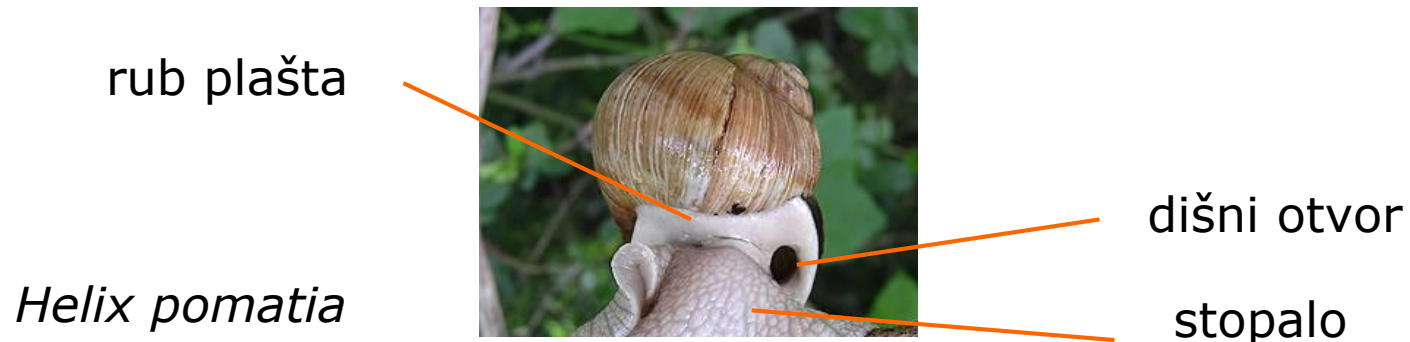
Helix pomatia

Deformacija kućice – skalaridna ili skalariformna kućica – najvjerojatnije posljedica genetičke aberacije

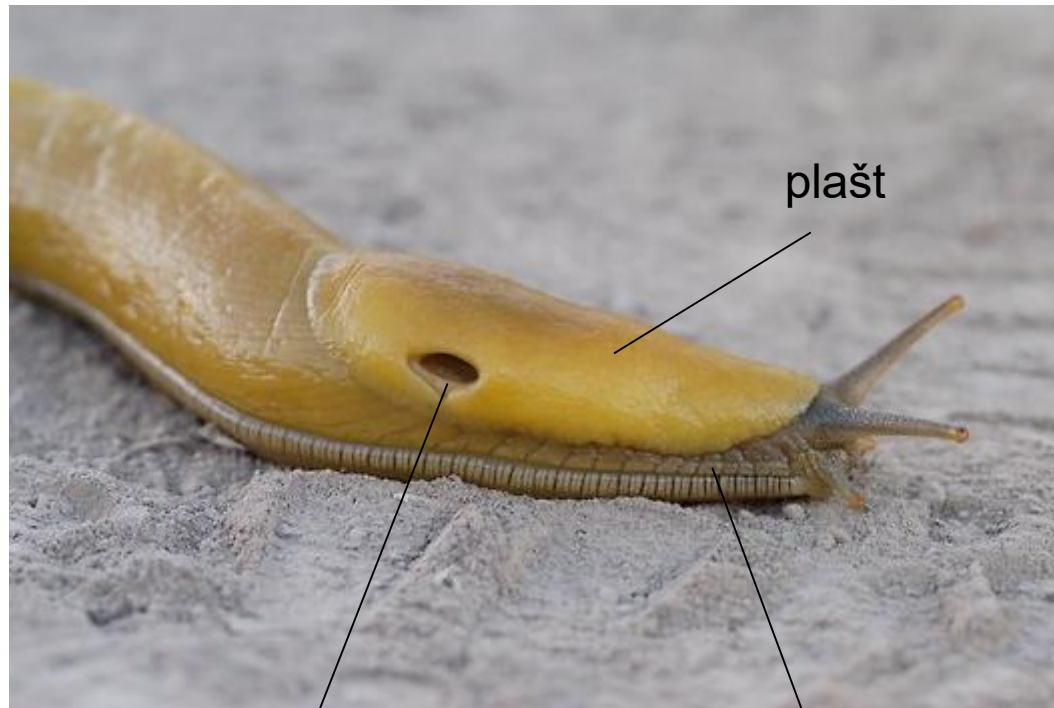
GASTROPODA - PUŽEVI

○ PLAŠT

- plašt okružuje cijelo tijelo, osim glave i stopala
- rub plašta izlučuje kućicu
- između plašta i tijela smještena je plaštana šupljina
- između plašta i ljuske nalazi se izvanplaštana (ekstrapalijalna) tekućina
 - u njoj se odvijaju procesi izlučivanja organskog matriksa u koji se ugrađuju kristali minerala



GASTROPODA - PUŽEVI



dišni otvor puža golaća

stopalo

GASTROPODA - PUŽEVI

○ **STOPALO I POKRETANJE**

- puževi imaju dobro razvijeno stopalo
- epiderm je na stopalu bogat žlijezdama i trepetljivak
- iz stopala izlaze dorzoventralni mišići koji se pričvršćuju za vrh kućice - njihovim stezanjem stopalo se koljenasto savije i uvlači u kućicu.
- stopalo ispunjeno mišićima, vezivnim tkivom i zatonima (hemolimfa)
- kod puževa prednoškržnjaka stopalo izlučuje operkulum (poklopac za zatvaranje kućice)

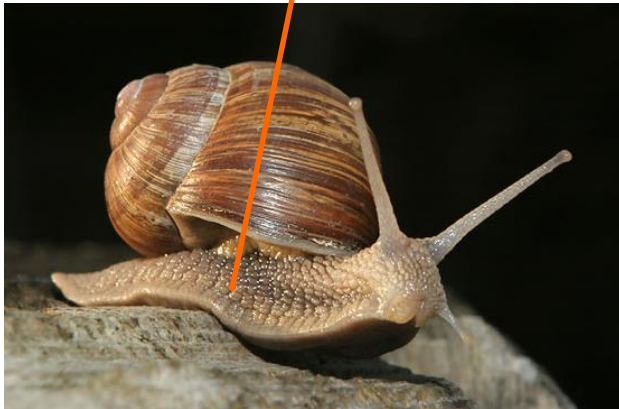


operkulum

GASTROPODA - PUŽEVI

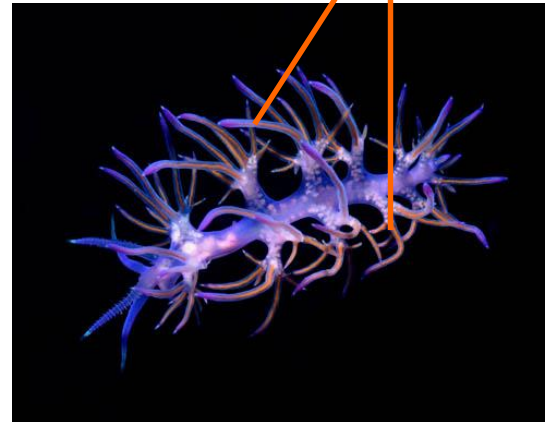
- brojne prilagodbe stopala (za pričvršćenje, za plivanje, za puzanje, za ukopavanje u supstrat)
- stražnoškržnjaci imaju postrano razvijene parapodije za plivanje

stopalo



Helix pomatia

parapodiji



Flabellina affinis

GASTROPODA - PUŽEVI

- u epidermu stopala nalaze se brojne žlijezde koje luče sluz



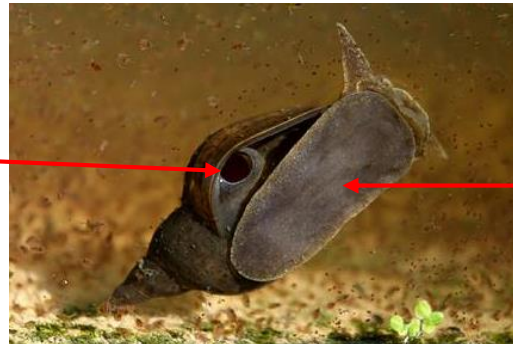
Helix pomatia

GASTROPODA - PUŽEVI

○ **DISANJE I CIRKULACIJA VODE**

- prednjoškržnjaci imaju peraste škrge ili ktenidije koje su smještene u plaštanoj šupljini
- primitivniji prednjoškržnjaci (Diotocardia) imaju jedan par ktenidija
- napredniji prednjoškržnjaci (Monotocardia) i stražnjioškržnjaci imaju jedan ktenidij
- puževi plućnjaci nemaju prave škrge; "pluća" - prokrvljeni plašt preuzima ulogu dišnog organa

dišni otvor



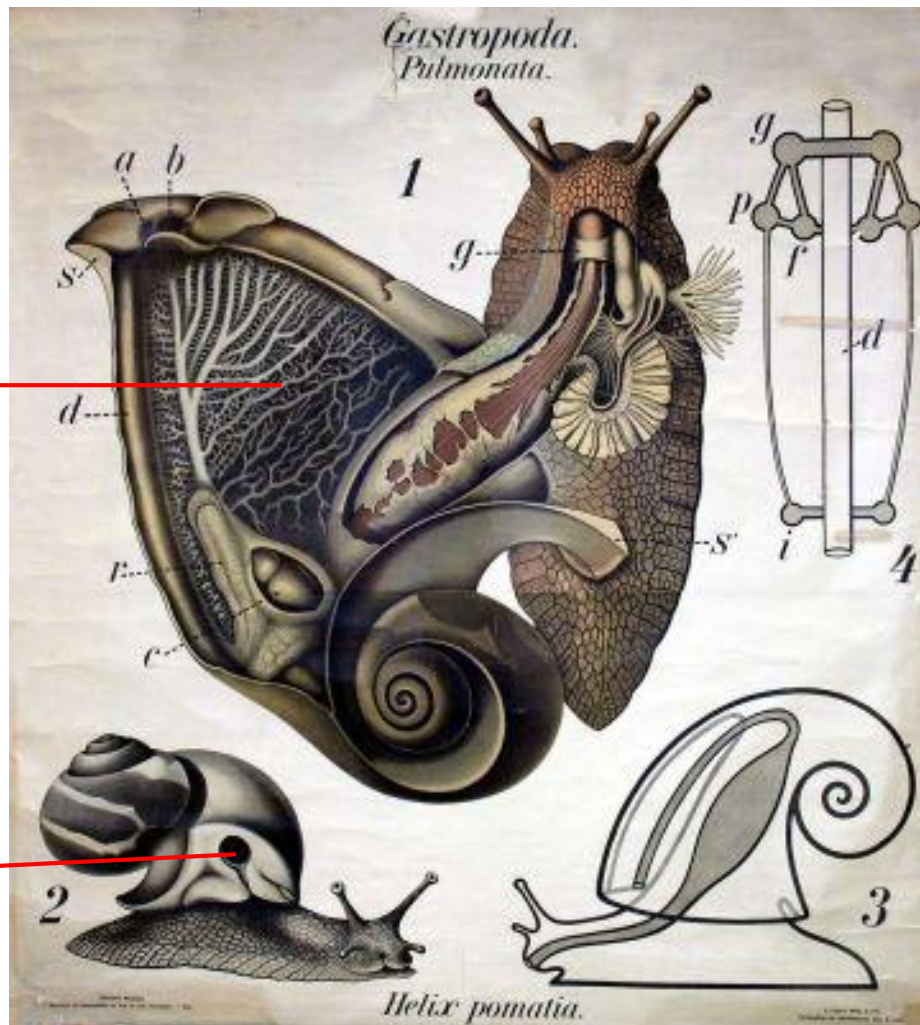
stopalo

Lymnaea stagnalis

GASTROPODA - PUŽEVI

“pluća”

dišni otvor



GASTROPODA - PUŽEVI

- Disanje puževa plućnjaka
 - rastezanje mišića plaštanog svoda povećava volumen plaštane šupljine – zrak ulazi u prostor šupljine kroz dišni otvor (pneumostom)
 - dišni otvor se zatvara
 - stezanje mišića uzrokuje pritisak u plaštanoj šupljini – povećanje parcijalnog tlaka kisika - apsorpcija kisika
 - otvaranje dišnog otvora - stezanje mišića u svodu plašta smanjuje volumen plaštane šupljine – zrak izlazi van

GASTROPODA - PUŽEVI

○ **OPTJECAJNI SUSTAV**

- otvoreni optjecajni sustav kojim struji hemolimfa
- hemolimfa - prijenos hranjivih tvari, metaboličkih plinova i ekskreta, djeluje kao hidroskelet
- srce smješteno u blizini dišnih organa (škrge ili "pluća")
- Diotocardia imaju dvije pretklijetke, a ostali puževi samo jednu pretklijetku, iz nje hemolimfa ulazi u klijetku
- optjecanje hemolimfe:
srce → aorta → prednja i stražnja arterija → lakune i zatoni → žile → škrge → žile → srce

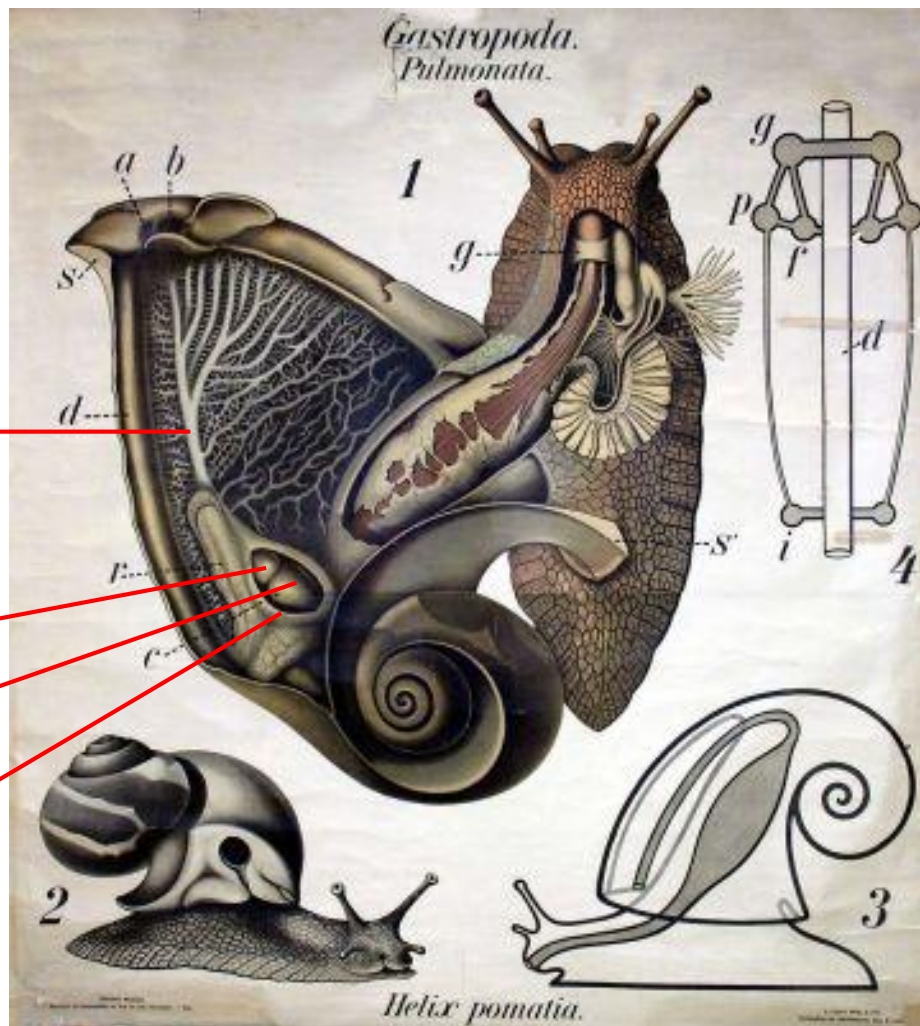
GASTROPODA - PUŽEVI

plućna vena

pretklijetka

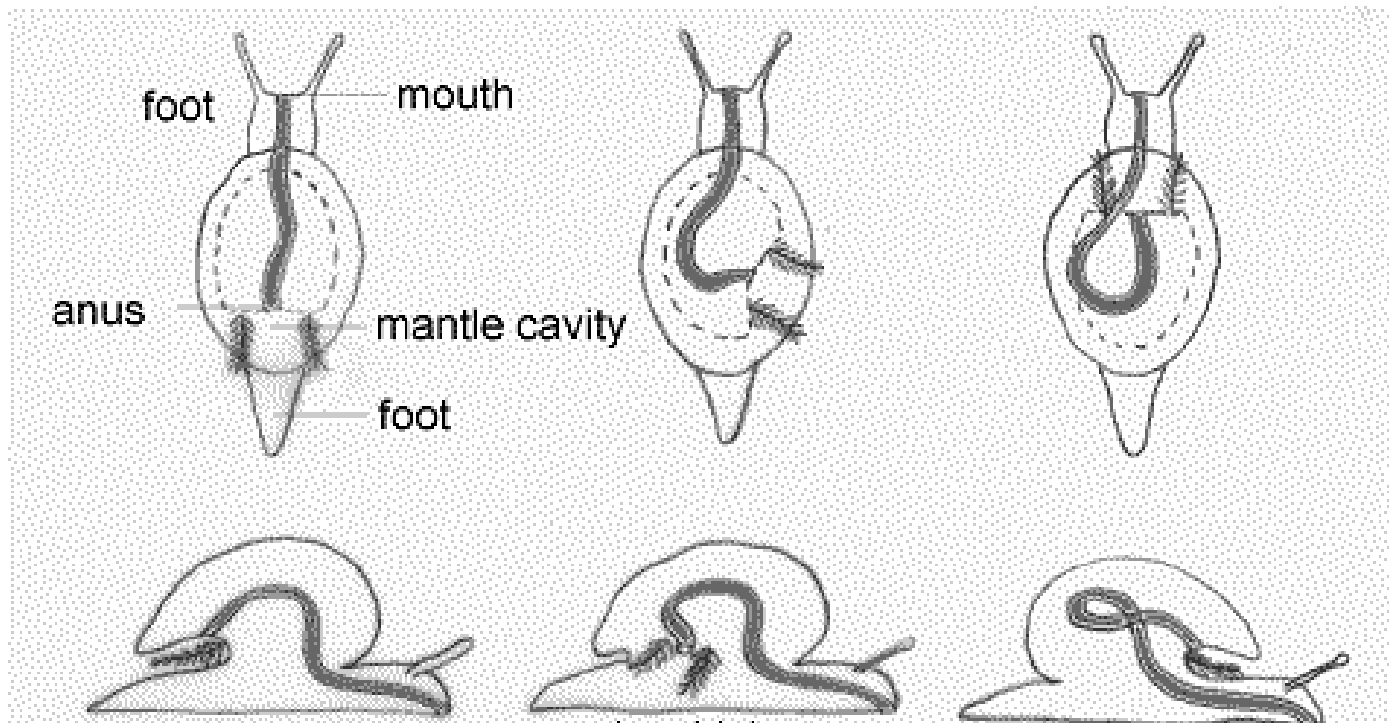
klijetka

perikard



GASTROPODA - PUŽEVI

Torzija puževa – zakretanje organa plaštanog kompleksa za 180° → organi plaštanog kompleksa dolaze u prednji dio tijela, iznad glave

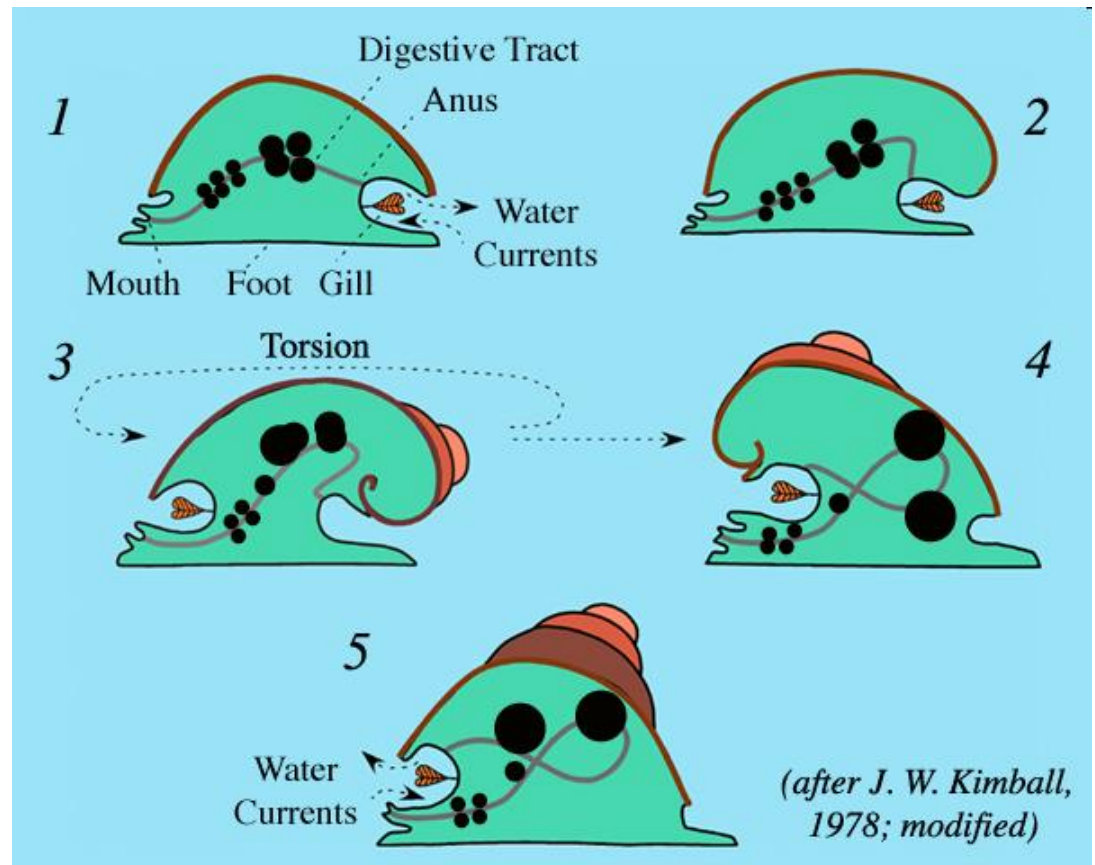


hipotetski oblik → zakretanje → daljnje zakretanje

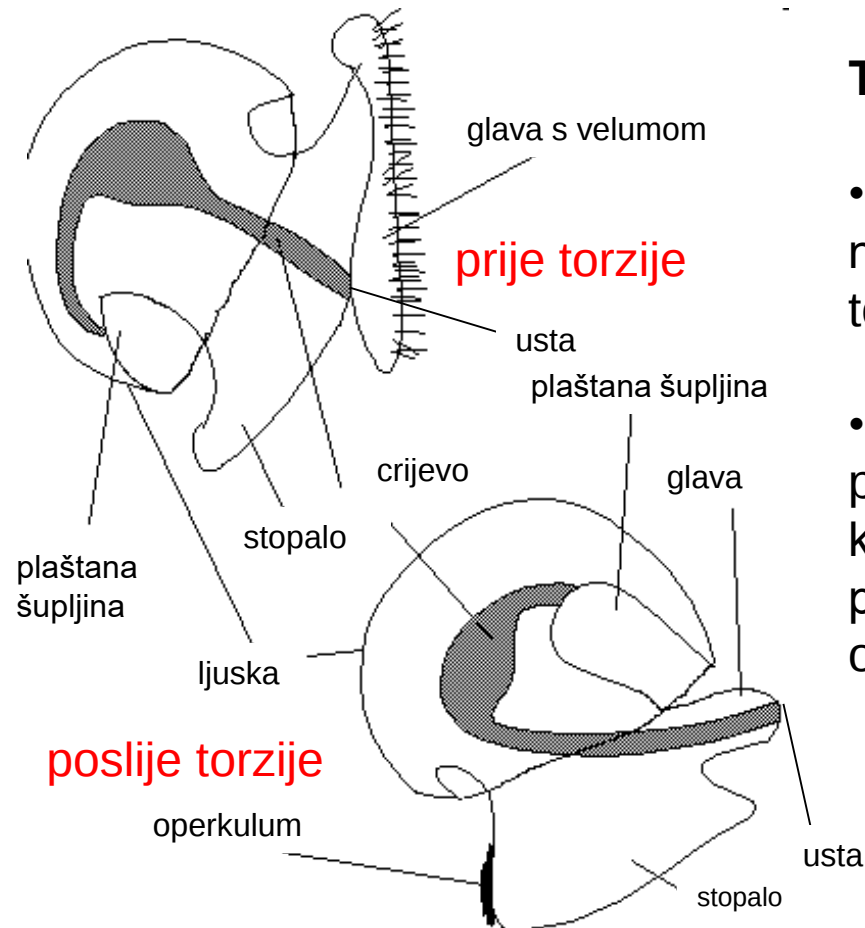
GASTROPODA - PUŽEVI

Važnost torzije:

- Anteriorni položaj organa plaštane šupljine povoljan je za životinju jer dobiva čistu vodu za disanje koja dolazi ispred glave
- Torzijom u prednji dio tijela dolaze i osjetni organi → zajedničko djelovanje oka, osfradija i ticala



GASTROPODA - PUŽEVI



Torzija veliger ličinke

- **Prije torzije:** u ljusku se najprije uvlači stopalo, a nakon toga glava
- **Poslije torzije:** glava se uvlači prva, a nakon toga stopalo na kojem se kod puževa prednjoškržnjaka razvija operkulum za zatvaranje ljuske

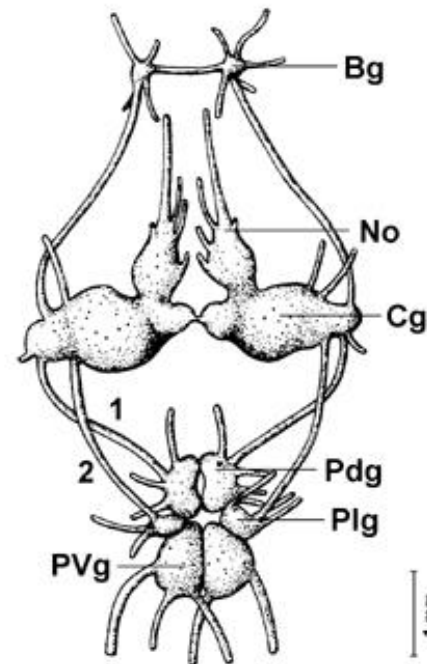
GASTROPODA - PUŽEVI

○ ŽIVČANI SUSTAV

- pet osnovnih parova ganglija:

- cerebralni
- pedalni
- pleuralni
- parijetalni
- visceralni

Puževi plućnjaci



Bg-bukalni ganglij; No-očni živac; Cg-cerebralni ganglij;
PdG-pedalni ganglij; Plg-pleuralni ganglij;
Pvg-parijetalni i visceralni ganglij; 1-cerebropedalna konektiva;
2-cerebropleuralna konektiva

GASTROPODA - PUŽEVI

ZYGONEURIA STREPTONEURIA EUTHYNEURIA ORTHONEURIA



Prednjoškržnjak
Diotocardia



Prednjoškržnjak
Monotocardia



Stražnjoskržnjak

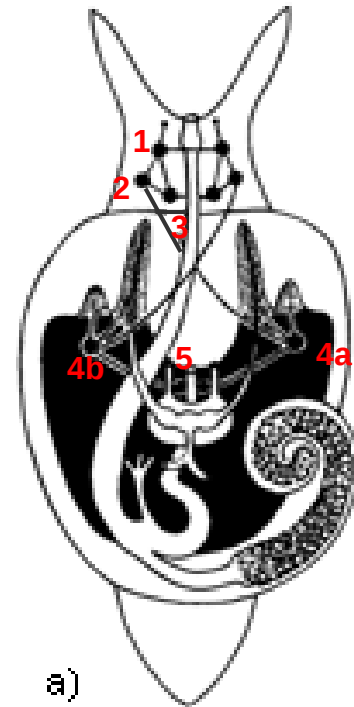


Plućnjak

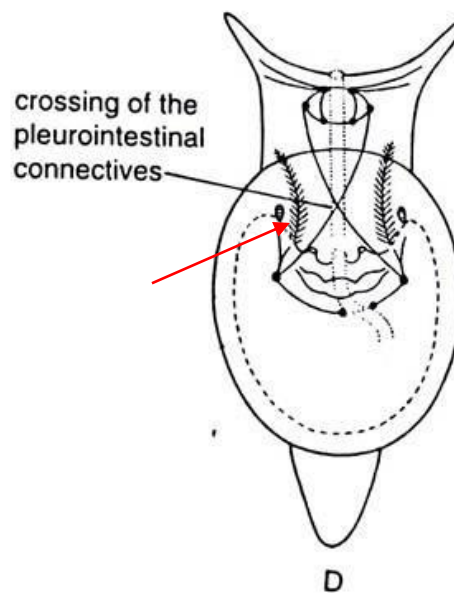
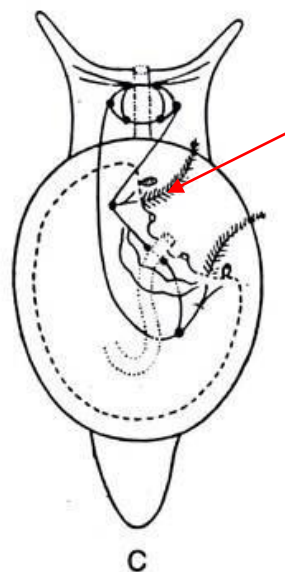
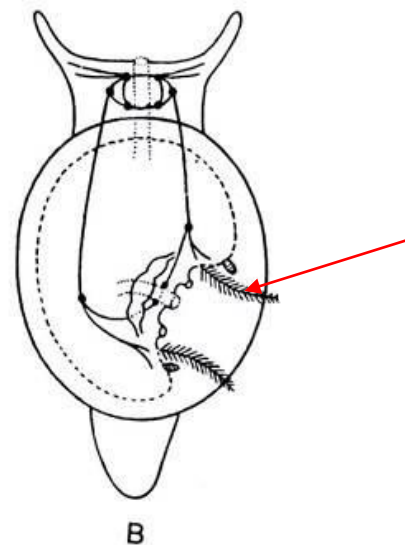
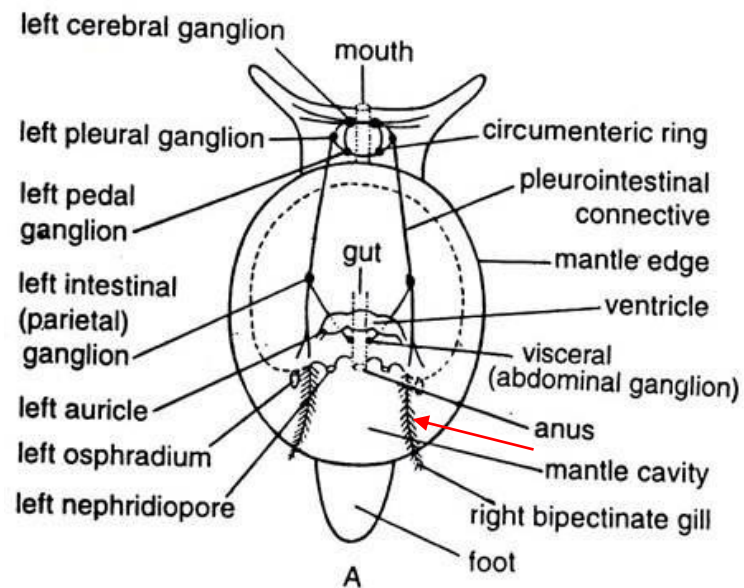
GASTROPODA - PUŽEVI

ZYGONEURIA

- Puževi **prednjoškržnjaci (Diotocardia)**
- Ukriženje pleuro-parijetalne vrpce
- Morfološki desni parijetalni ganglij dolazi u položaj lijevog ganglija (4b) i obrnuto
- Lijeva i desna škrga dolaze ispred srca
- Srce građeno od dvije pretklijetke i jedne klijetke
- Parni metanefridiji, gonade, probavne žlijezde



1-cerebralni ganglij; 2-pleuralni ganglij; 3-pedalni ganglij; 4a,b-parijetalni ganglij; 5-visceralni ganglij

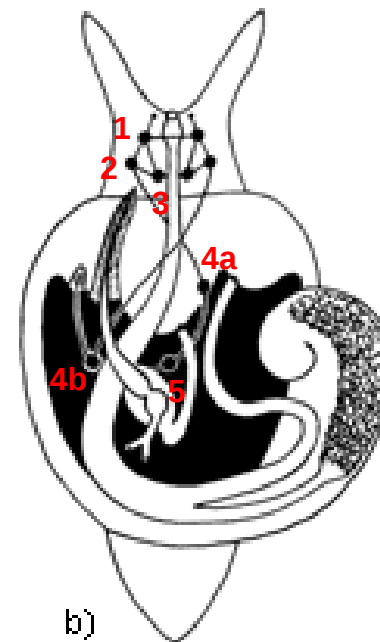


→
morfološki desna
škrga

GASTROPODA - PUŽEVI

STREPTONEURIA

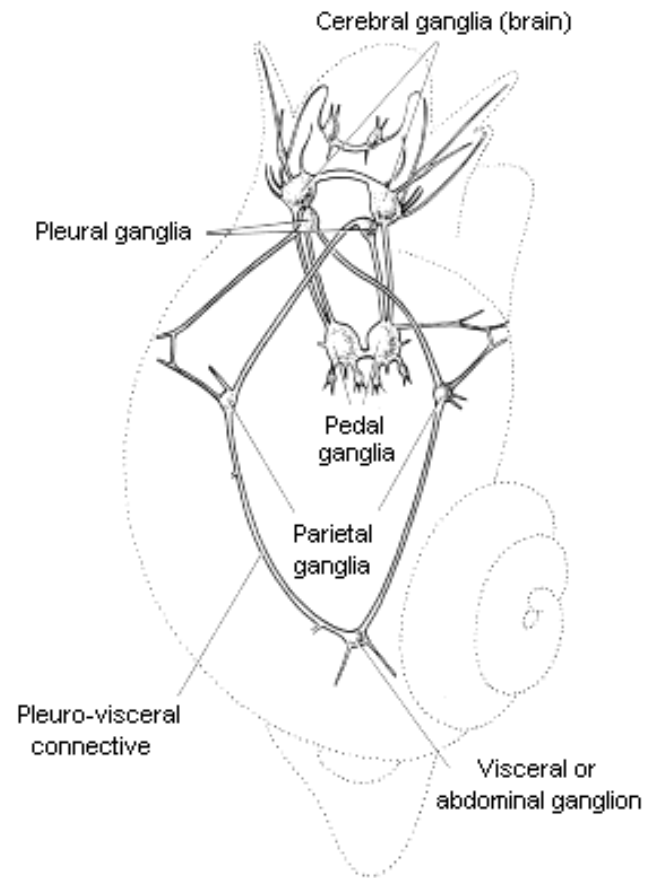
- Puževi **prednjoškržnjaci (Monotocardia)**
- Torzija teče dalje u lijevo
- Morfološki desni parijetalni ganglij smješten na lijevoj strani iznad probavila (4b)
- Morfološki lijevi parijetalni ganglij smješten na desnoj strani ispod probavila (4a)
- Ostaje samo po jedna škrga, pretklijetka, metanefridij, probavna žlijezda i gonada



1-cerebralni ganglij; 2-pleuralni ganglij; 3-pedalni ganglij; 4a,b -parijetalni ganglij; 5-visceralni ganglij

GASTROPODA - PUŽEVI

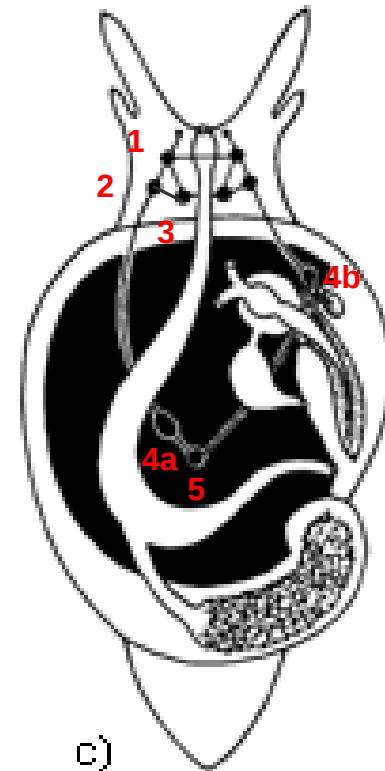
Streptoneuria i zygoneuria
se zbog ukriženja živčanih
vrpci još zovu i
shiastoneuria



GASTROPODA - PUŽEVI

EUTHINEURIA

- Puževi **stražnjoškržnjaci**
- Detorzija – natražno zakretanje plaštanog kompleksa
- Nema križanja konektiva
- Lijevi parijetalni ganglij smješten ispod probavila (**4a**)
- Desni parijetalni ganglij smješten iznad utrobne šupljine (**4b**)
- Škrge dolazi iza srca

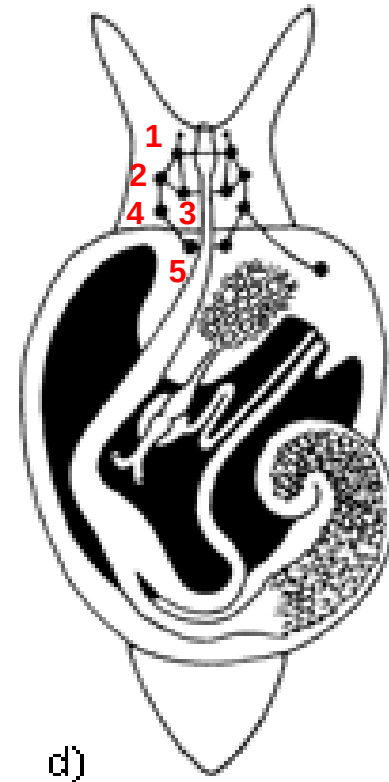


1-cerebralni ganglij; 2-pleuralni ganglij; 3-pedalni ganglij; 4a, b -parijetalni ganglij; 5-visceralni ganglij

GASTROPODA - PUŽEVI

ORTHONEURIA

- Puževi **plućnjaci**
- Konektive su skraćene
- Svi gangliji su smješteni oko ždrijela
- Živčani sustav nije zahvaćen torzijom

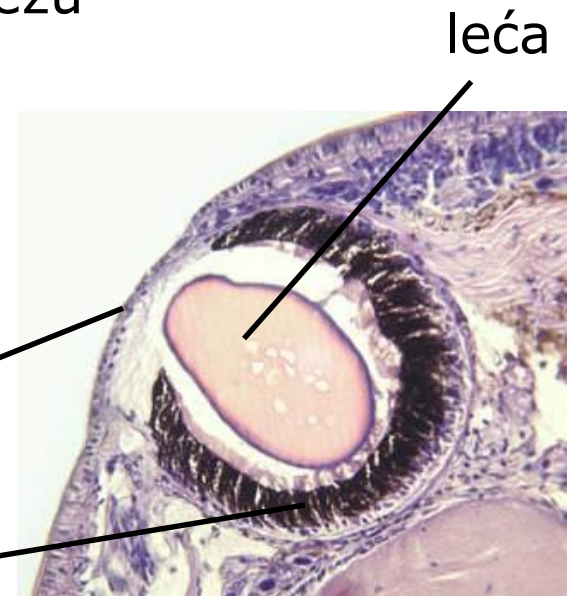


1-cerebralni ganglij; 2-pleuralni ganglij; 3-pedalni ganglij; 4-parijetalni ganglij; 5-visceralni ganglij

GASTROPODA - PUŽEVI

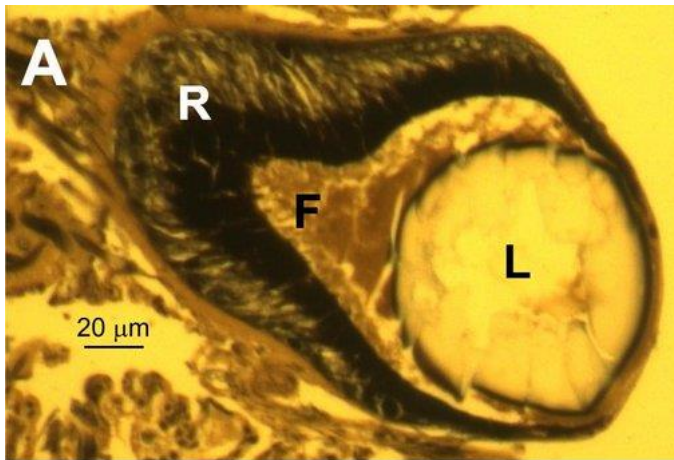
○ OSJETILA

- u koži mehanička i kemijska osjetila (posebno na rubu stopala i **ticalima**)
- **osfradiji** (kemoreceptori) blizu škrga
- **statociste** - organi za ravnotežu
- **oči:**
 - od jednostavnih čaškastih do mjehurastih očiju

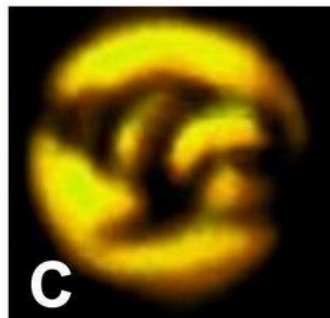
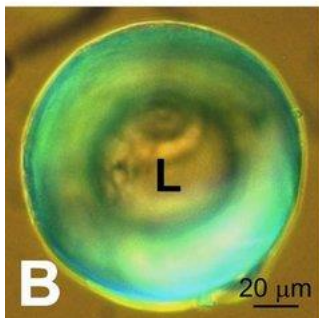


Mjehurasto oko *Helix pomatia*

GASTROPODA - PUŽEVI



A - uzdužni presjek oka
L- leća
R- retina -mrežnica
F- prostor između leće i mrežnice

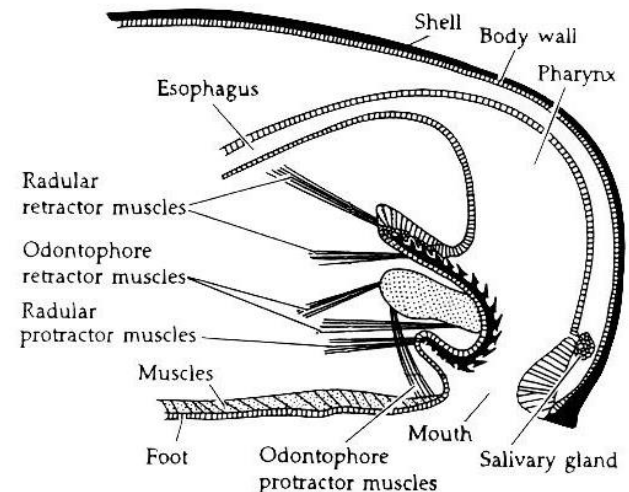


B – leća
C – slika koju vidi puž

Mjehurasto oko *Lymnaea stagnalis*

GASTROPODA - PUŽEVI

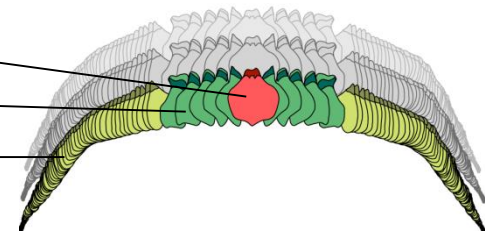
- **PROBAVNI SUSTAV I PROBAVA**
- RADULA (trenica)
 - Sastoji se od:
 - **hitinske membrane** s brojnim redovima zubića
 - **hrskavične podloge** (odontofor)
 - **mišića:**
 - mišić protraktor odontofora
 - mišić retraktor odontofora
 - mišić protraktor radule
 - mišić retraktor radule



protraktor – ispružač
retraktor – uvlačač

GASTROPODA - PUŽEVI

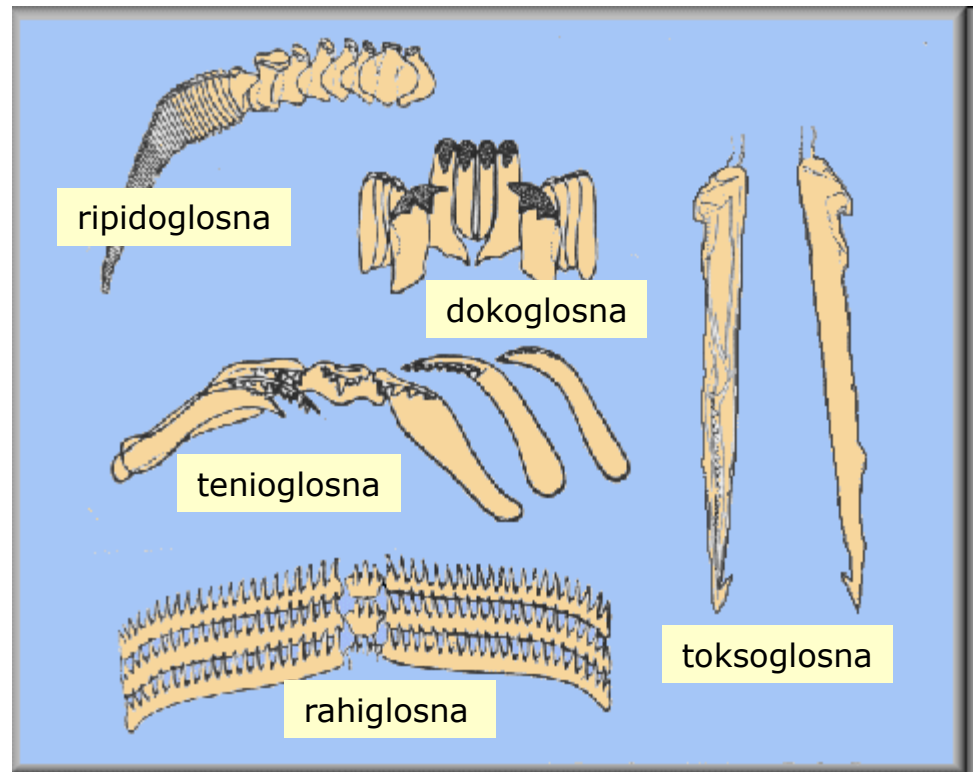
- u svakom redu radule razlikuju se:
 - **središnji** (rahidijalni) zubići
 - **bočni** (lateralni) zubići
 - **rubni** (marginalni) zubići
- zubići mogu imati jedan ili više vrhova
- broj redova zubića kao i broj zubića u svakom redu varira
 - npr. *Helix pomatia* ima 170 redova sa 140-150 zubića u svakom redu



GASTROPODA - PUŽEVI

- osnovni tipovi radule:

- Dokoglosna
- Ripidoglosna
- Tenioglosna
- Rahiglosna
- Toksoglosna
- Ptenoglosna
- Histrikoglosna



GASTROPODA – PUŽEVI

ZA ONE KOJI ŽELE ZNATI VIŠE

- Formule za prikazivanje radule
 - 1. način
 - R – rahidijalni zubić
 - Ako ga nema stavlja se 0 (nula)
 - D - dominantni vanjski lateralni zubić, ostali se prikazuju brojem
 - Marginalni zubići se prikazuju brojem ili ako ih je puno znakom ∞

Formula: $3 + D + 2 + R + 2 + D + 3$

Objašnjenje: Sa svake strane radule se nalaze 3 marginalna zubića, 1 dominantni lateralni zubić, 2 lateralna zubića i 1 rahidijalni zubić
 - 2. način

Formula: $3+3+1+3+3$

Objašnjenje: ista radula kao u 1. primjeru, ali bez izdvajanja dominantnih zubića i bez korištenja slova
 - 3. način:

Formula: $1+3+3$

Objašnjenje: ista radula kao u 1. primjeru, ali se zbog jednostavnosti piše samo desna strana formule
 - 4. način – u brojniku razlomka prikazuje se broj zubića, a u nazivniku broj vrhova zubića

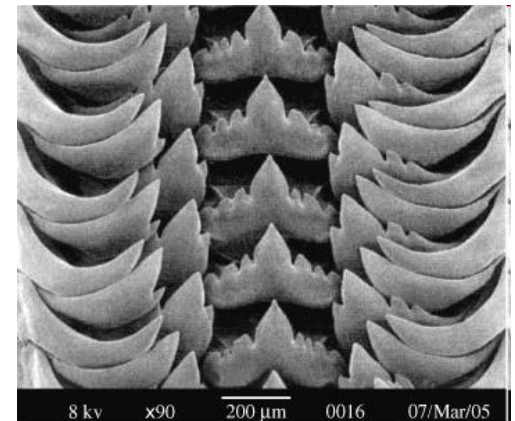
Formula: $\frac{30+1}{1} + \frac{4}{2} + \frac{1}{3} + \frac{4}{2} + \frac{1+30}{2} \times \frac{35}{1}$

Objašnjenje: sa svake strane radule nalazi se 31 marginalni zubić, od kojih jedan ima dva vrha, a svi ostali jedan vrh, 4 su lateralna zubića sa po 2 vrha i 1 je rahidijalni zubić sa tri vrha; ukupno je 35 nizova zubića

GASTROPODA – PUŽEVI

ZA ONE KOJI ŽELE ZNATI VIŠE

- Dokoglosna radula
 - Obično jedan mali rahidijalni zubić, 1-3 lateralna zubića i 3 marginalna zubića
 - Formula: $3 + D + 2 + R + 2 + D + 3$
 - Najprimitivniji oblik radule, prisutan kod Eogastropoda (i kod razreda Polyplacophora)
- Ripidoglosna radula
 - Jedan veliki rahidijalni zubić, 5 lateralnih zubića i veći broj marginalnih zubića
 - Formula: $\infty + 5 + R + 5 + \infty$
 - Prisutna kod Vetigastropoda, Neritomorpha
- Tenioglosna radula
 - Jedan rahidijalni zubić, jedan lateralni i dva marginalna zubića
 - Formula: $2 + 1 + R + 1 + 2$
 - Prisutna kod Caenogastropoda

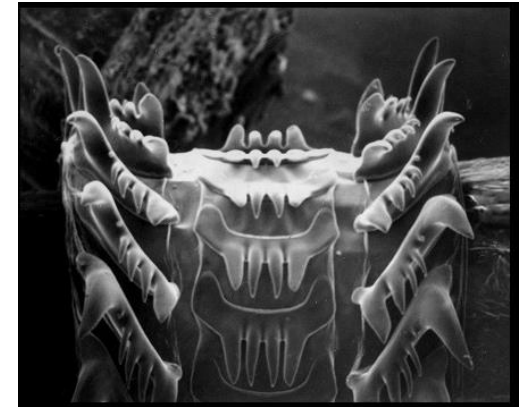


Tenioglosna radula puža
Pomacea canaliculata

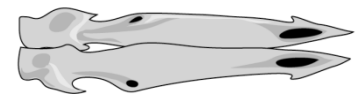
GASTROPODA – PUŽEVI

ZA ONE KOJI ŽELE ZNATI VIŠE

- Ptenoglosna radula
 - Nema rahidijalni zubić, sa strane velik broj zubića koji se prema rubu povećavaju
 - Formula : $n + 0 + n$
 - Prisutna kod Epitonioidea
- Rahiglosna radula
 - Jedan rahidijalni zubić, jedan lateralni zubić
 - Formula: $1 + R + 1$
 - Prisutna kod većine Neogastropoda
- Toksoglosna radula
 - 2 zubića raspoređena u 2 niza, samo jedan zubić se koristi
 - Formula: $1 + 0 + 1$
 - Zubići jako dugi s kopljastim vrhom koji je ispunjen neurotoksinom koji se pri ubodu izlije u plijen (por. Conidae)
 - Zubići nisu učvršćeni za bazalnu ploču
 - Prisutan kod Toxoglossa
 - Evolucijski razvoj prema karnivornim puževima



Rahiglosna radula puža
Busycon carica



Dva zubića toksoglosne radule

GASTROPODA – PUŽEVI

ZA ONE KOJI ŽELE ZNATI VIŠE

- Histrioglossa radula
 - Svaki niz s lamelatnim i ušiljenim lateralnim zubićima i stotinama uniformnih marginalnih zubića koji su “čupavi” na krajevima
 - Karakteristična za Pleurotomariidae
 - Formula za npr. *Pleurotomaria rumphii*:
 $\infty + 14 + 27 + 1 + 27 + 14 + \infty$

<http://www.youtube.com/watch?NR=1&feature=endscreen&v=cEMK3VN8pW8>

GASTROPODA - PUŽEVI

- dijelovi probavila:
 - usta, ždrijelo, jednjak, par slinskih žlijezda, želudac, probavna žlijezda (ekstra i intra celularna probava), crijevo, analni otvor
- biljojedi, mesojedi, svejedi, strvinari i detritivori

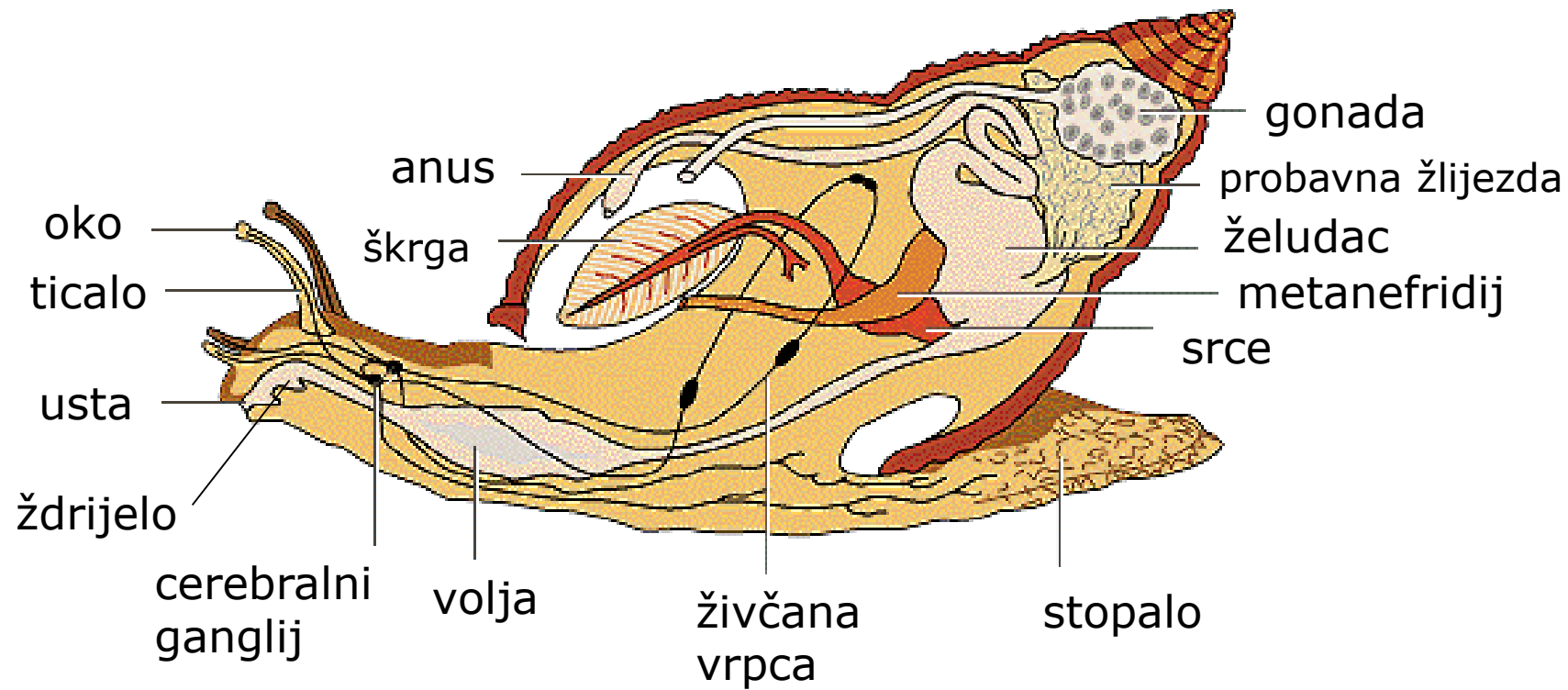


Arion rufus



Euglandina rosea

GASTROPODA - PUŽEVI



Shematski prikaz unutarnje građe prednjoškržnjaka

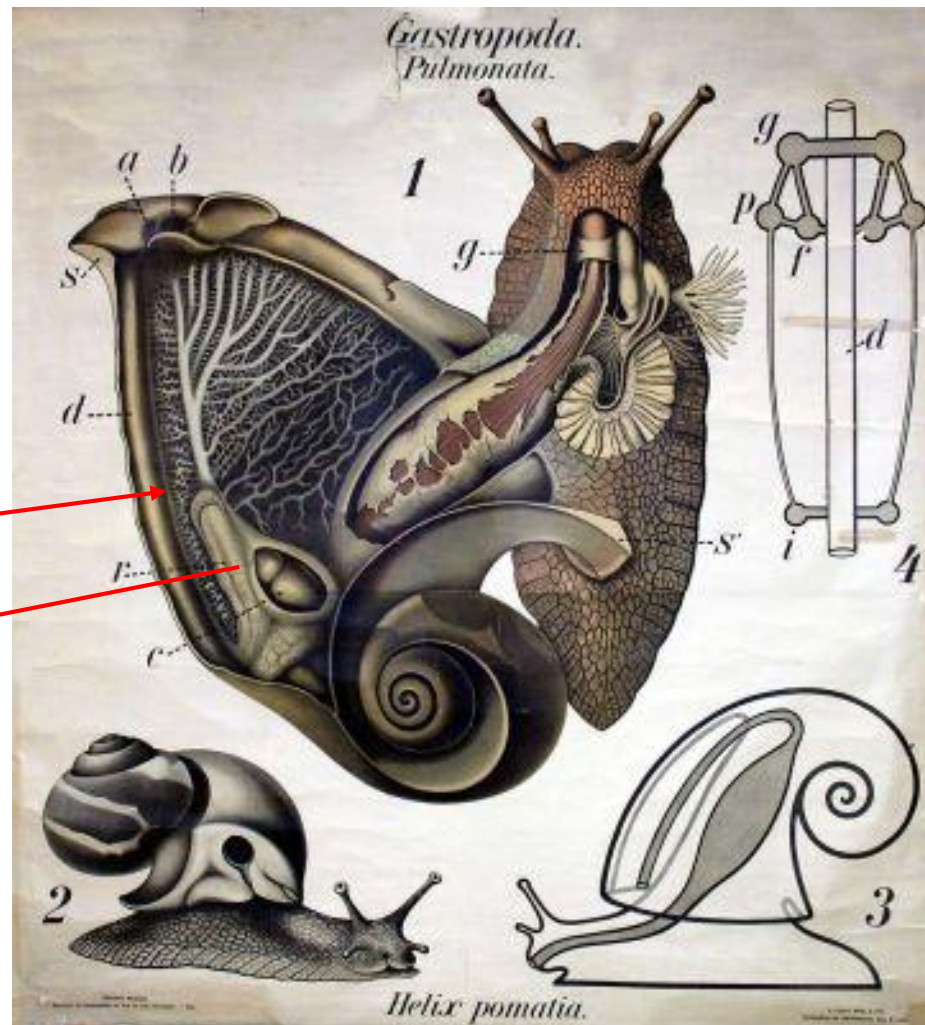
GASTROPODA - PUŽEVI

- **EKSKRECIJA**

- vodeni puževi izlučuju amonijak preko kože, škrga i metanefridija
- kopneni puževi izlučuju aminokiseline i mokraćnu kiselinu
- Diotocardia imaju parne metanefridije, ostale skupine puževa imaju samo jedan metanefridij
- metanefridij počinje trepetljivim lijevkom (nephrostomom) koji se otvara u perikard, slijedi renoperikardijalna cijev koja se proširuje u vrećastu tvorevinu - žljezdani dio nefridija
- mokraćovod izvodi metabolite i otvara se nefridioporom u plaštanoj šupljini blizu dišnog otvora

GASTROPODA - PUŽEVI

mokračovod
metanefridij

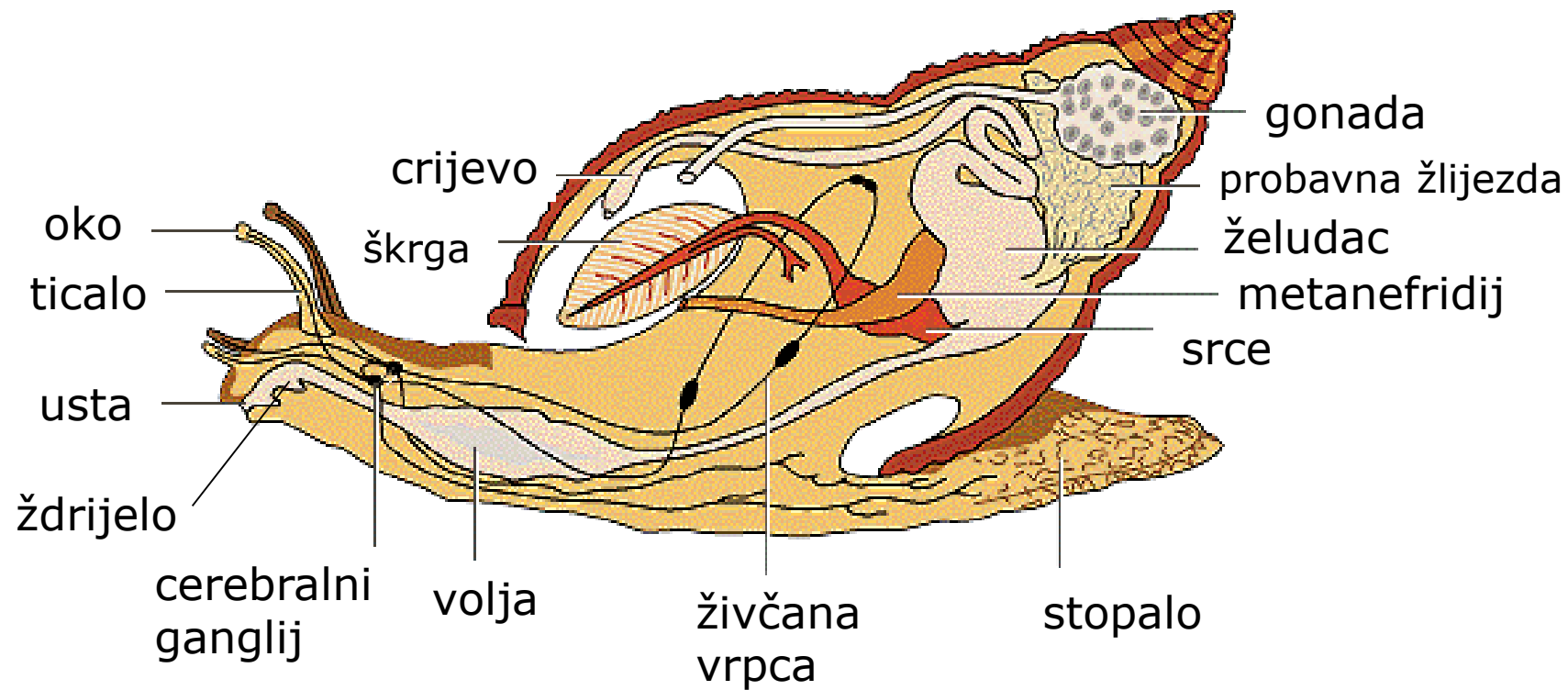


GASTROPODA - PUŽEVI

○ **RASPLODNI SUSTAV I RAZMNOŽAVANJE**

- Stražnjoškržnjaci i plućnjaci - dvospolci
- Prednjoškržnjaci – razdvojenog spola, postoje tri razine složenosti spolne organizacije:
 - kod ♀ i ♂ gonade su povezane s metanefridjima
 - kod ♀ urogenitalna cijev se proširuje, kod ♂ se razvija kopulatorni organ
 - kod ♀ se razvija sjemenno spremište te bjelančevinasta i mukozna žlijezda, kod ♂ se formira sjemenovod i žlijezda prostata

GASTROPODA - PUŽEVI



Shematski prikaz unutarnje građe prednjoškržnjaka

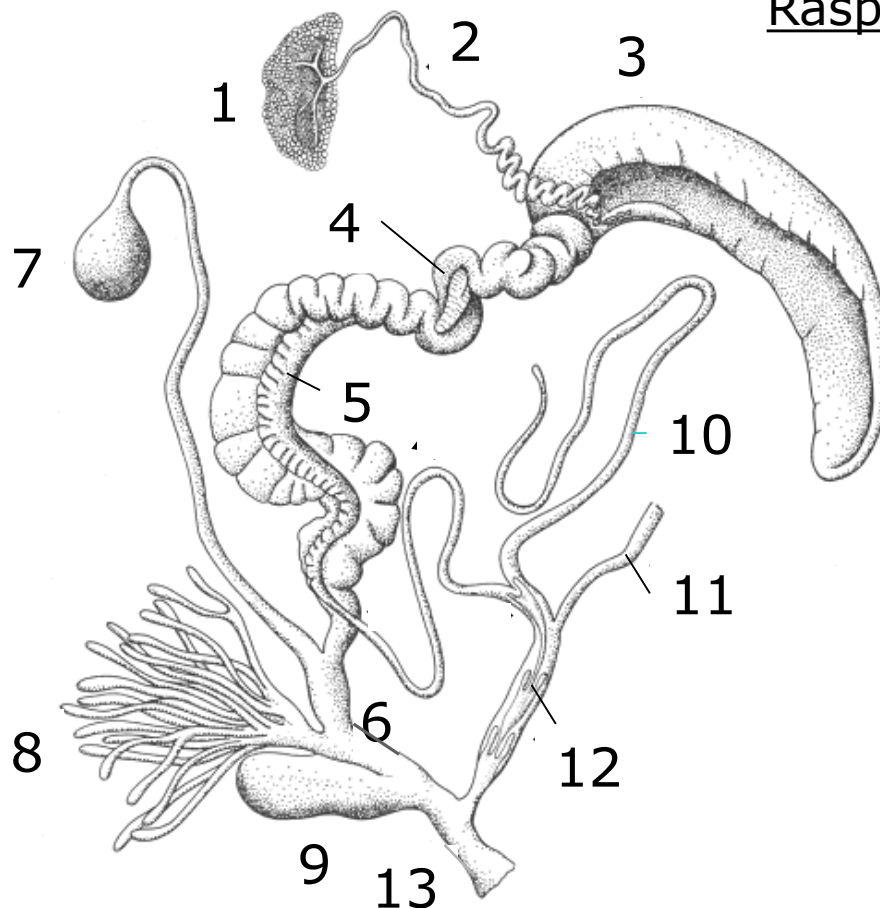
GASTROPODA - PUŽEVI

- DVOSPOLCI

- dvospolna žlijezda iz koje izlazi dvospolna cijev koja se grana u sjemenovod i jajovod
- u dvospolnu cijev se otvara bjelančevinasta žlijezda
- jajovod završava u spolnom predvorju uz koje se nalazi spremište za ljubavnu strelicu i sjemenno spremište
- sjemenovod ulazi u kopulatorni organ koji je povezan s mišićima

GASTROPODA - PUŽEVI

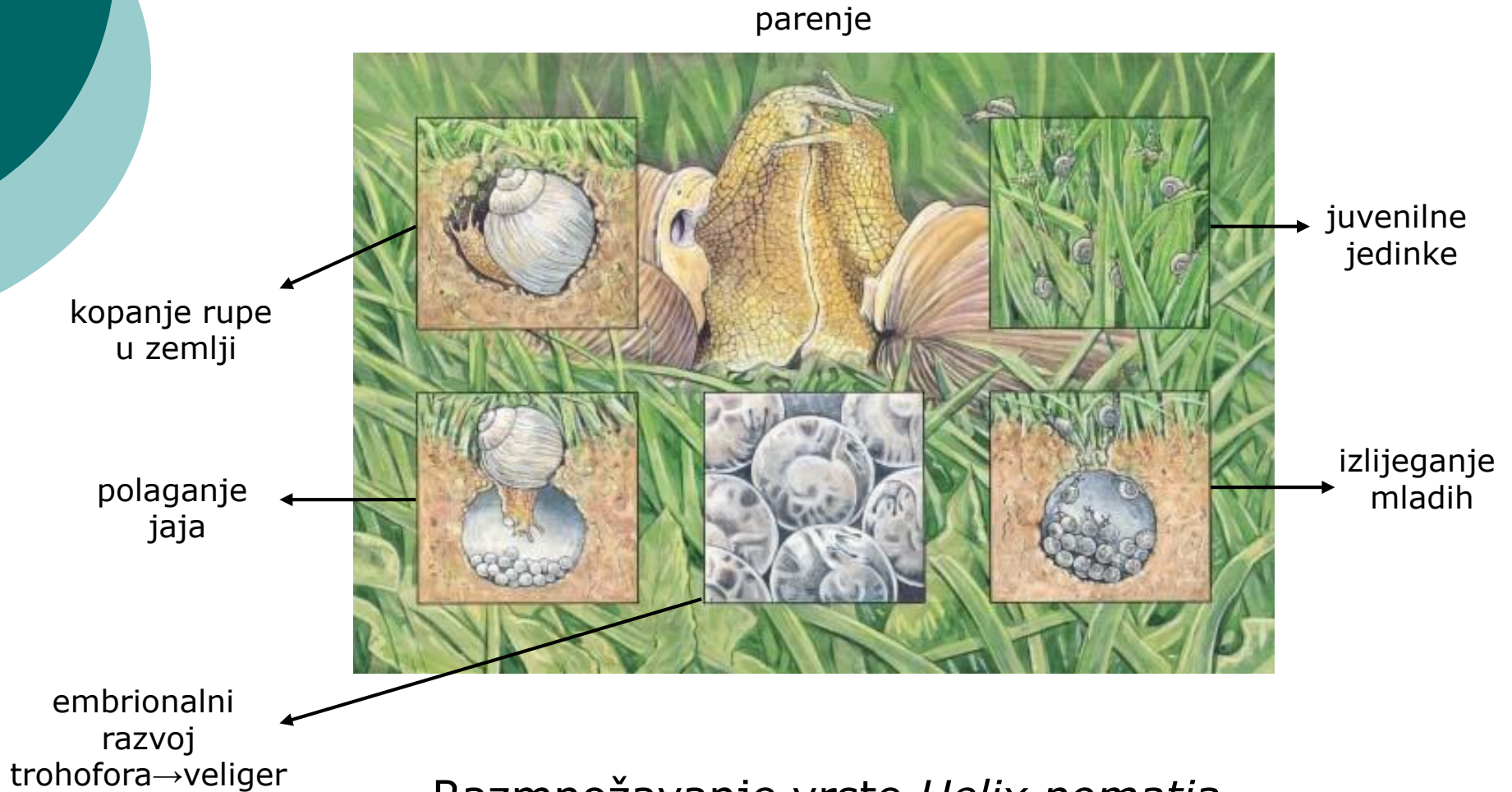
Rasplodni sustav vrste *Helix pomatia*



- 1-dvospolna žlijezda
- 2-dvospolna cijev
- 3-bjelančevinasta žlijezda
- 4-jajovod
- 5-sjemenovod
- 6-spolnica
- 7-sjemenno spremište
- 8-mukozna žlijezda
- 9-vrećica za ljubavnu strelicu
- 10-bič
- 11-mišić retraktor
- 12-kopulatorni organ
- 13-spolno predvorje

GASTROPODA - PUŽEVI

parenje



Razmnožavanje vrste *Helix pomatia*

Literatura

- Matonićkin, I., Habdija, I., Primc-Habdija, B. (1998): Beskralješnjaci, biologija nižih avertebrata. Školska knjiga, Zagreb, str. 691.
- Habdija, I., Primc-Habdija, B., Radanović, I., Vidaković, J., Kućinić, M., Špoljar, M., Matonićkin, R., Miliša, M. (2004): Protista-Protozoa i Metazoa-Invertebrata, Funkcionalna građa i praktikum, Meridijani, Samobor, str. 396.
- Habdija, I., Primc Habdija, B., Radanović, I., Špoljar, M., Matonićkin Kepčija, R., Vujčić Karlo, S., Miliša, M., Ostojić, A., Sertić Perić, M. (2011): Protista - Protozoa. Metazoa – Invertebrata. Strukture i funkcije. Alfa, Zagreb.
- Internetske stranice
 - <http://www.palaeos.com/Invertebrates/Molluscs/BasalMollusca.html>
 - <http://www.ucmp.berkeley.edu/taxa/inverts/mollusca.php>
 - <http://www.weichtiere.at/Mollusks/Weichtiere/haupt.html>
 - <http://tolweb.org/>
 - http://www.gireaud.net/us/coquille_us.htm