

FUNKCIONALNA GRAĐA MEKUŠACA



CEPHALOPODA - glavonošci

- **ceph-a-lo-poda**
 - grčki: kephale – glava
pous (*gen. podos*) – stopalo



Vampyroteuthis infernalis

CEPHALOPODA - glavonošci

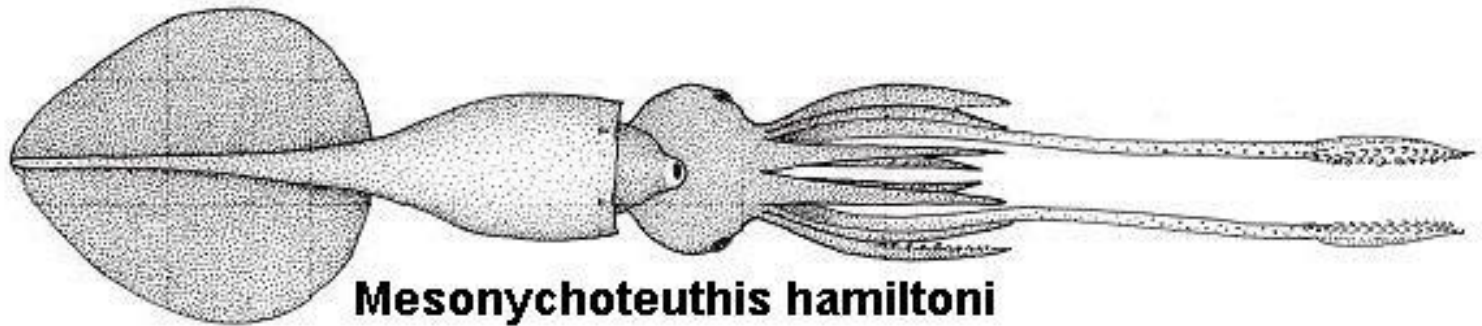
- ime Cephalopoda dao je Georges Cuvier 1796. g. zbog dugačkih krakova oko glave



G. Cuvier

CEPHALOPODA - glavonošci

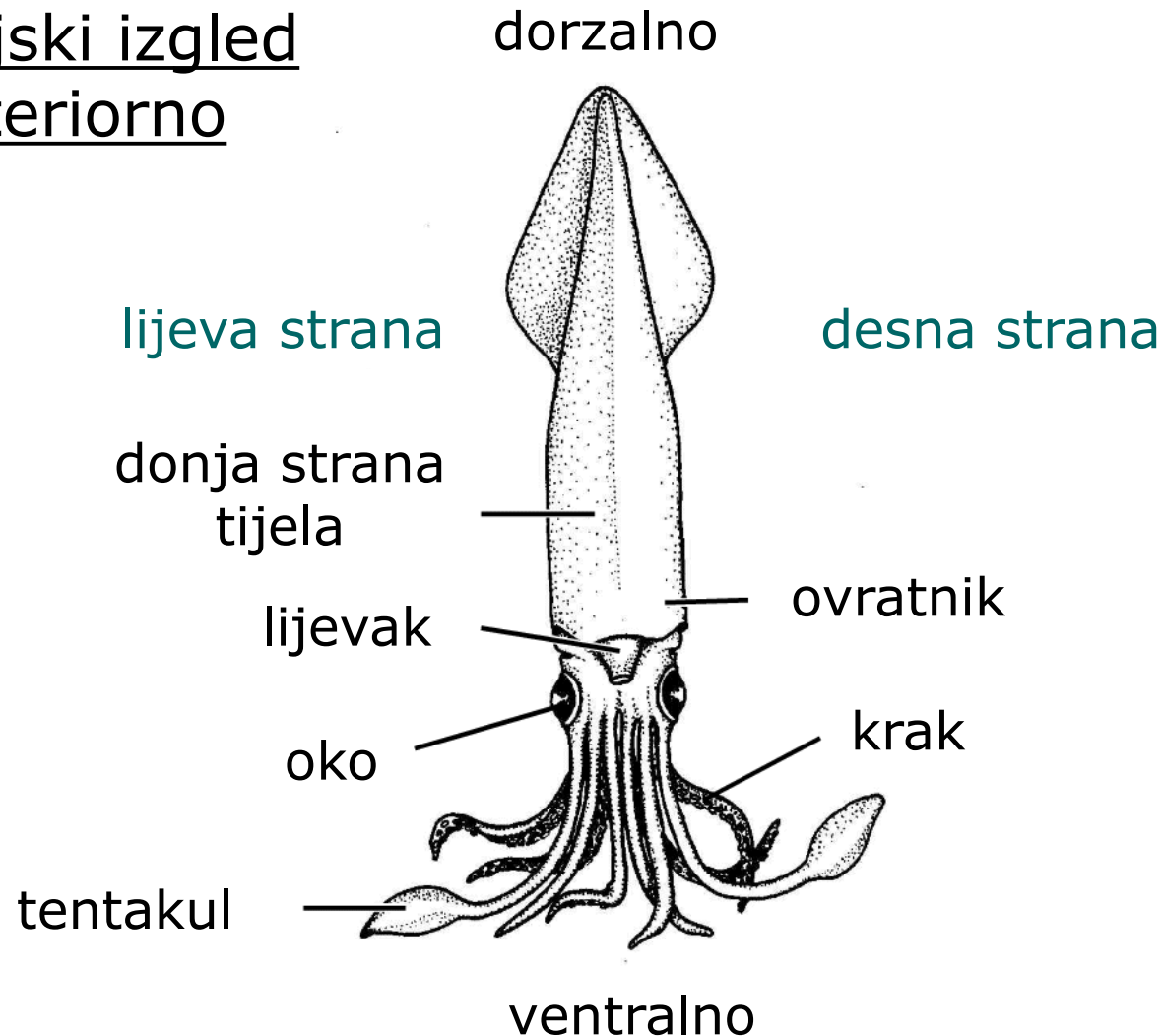
- veličina tijela: od 1 cm do 14 m (*Mesonychoteuthis hamiltoni*)



Mesonychoteuthis hamiltoni

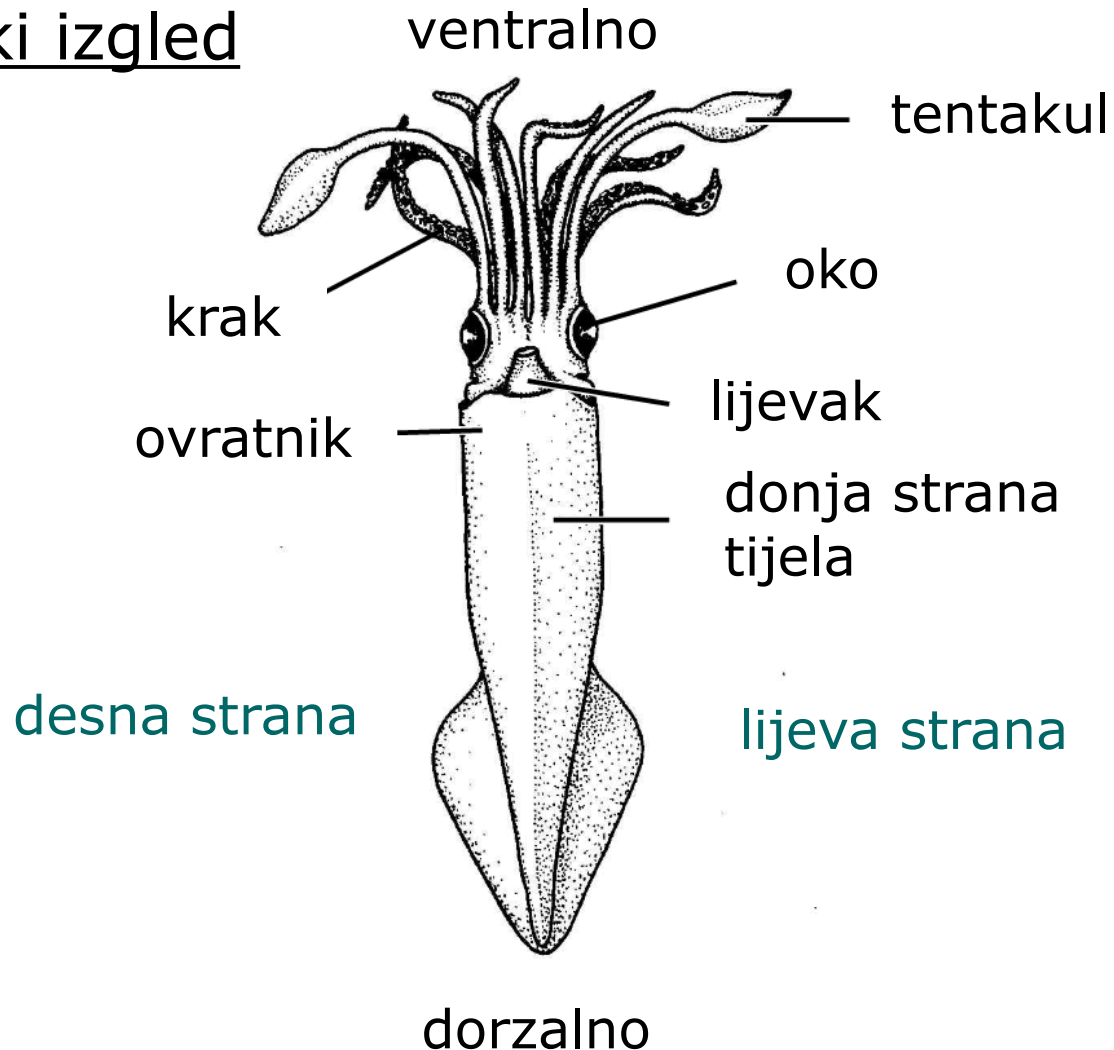
CEPHALOPODA - glavonošci

Vanjski izgled posteriorno



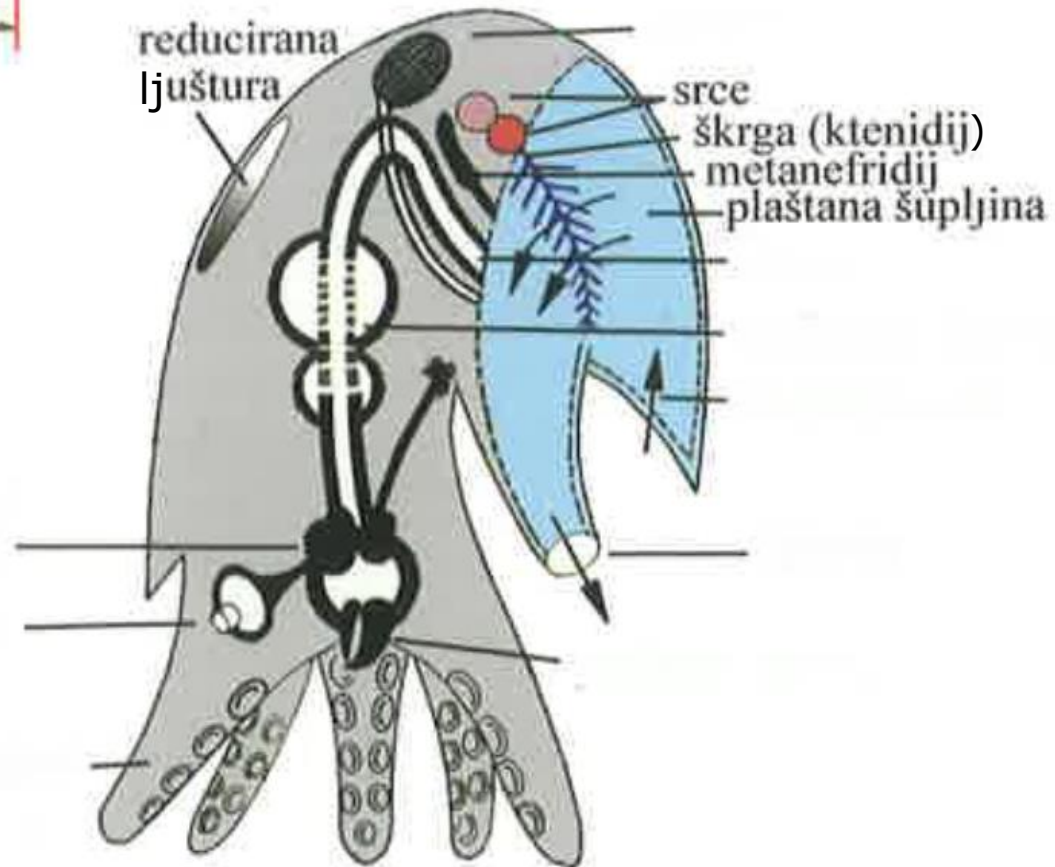
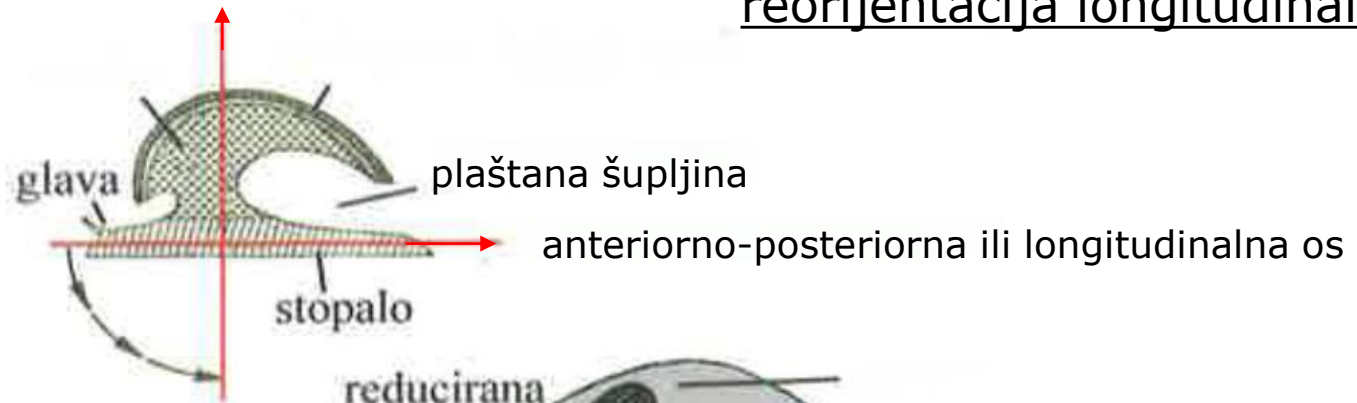
CEPHALOPODA - glavonošci

Vanjski izgled



dorzo-ventralna os

reorijentacija longitudinalne osi



CEPHALOPODA - glavonošci

- **LJUSKA**
- Tetrabranchiata (Ectocochlia) – imaju vanjski skelet
- Dibranchiata (Endocochlia) – imaju unutrašnji skelet

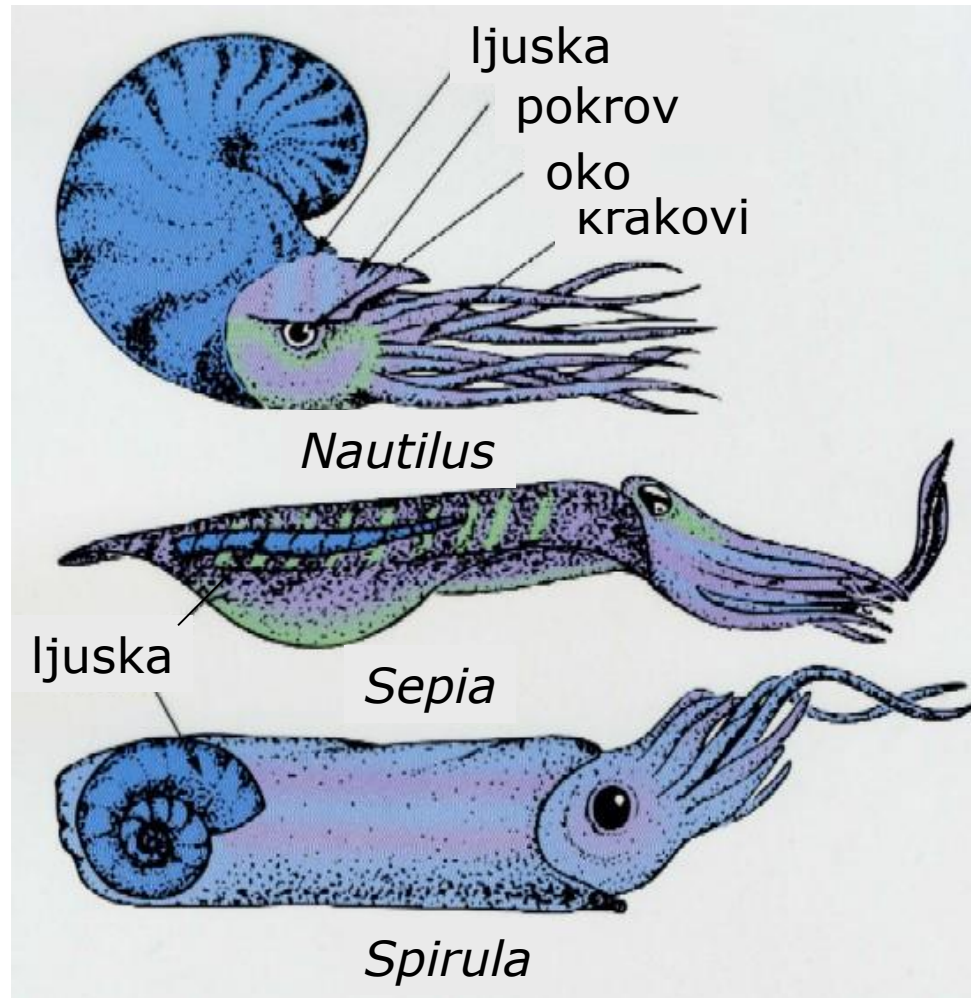


Nautilus



sipovina
Sepia officinalis

CEPHALOPODA - glavonošci



CEPHALOPODA - glavonošci

- TETRABRANCHIATA

- *Nautilus*

- spiralno uvijena kućica
 - kućica građena od dva vapnena sloja
 - poprečnim pregradama (septama) podijeljena u brojne komorice
 - životinja živi u posljednjoj, najvećoj komori
 - pregrade su probušene vapnenom cjevčicom (sifonalni roščić) kroz koji prolazi nastavak životinje - sifo (produženje utrobne vreće)
 - kroz sifo struji hemolimfa
 - sifo funkcionira kao osmotska pumpa odstranjujući tekućinu iz komorica i zamjenjujući je zrakom – važno za lebdenje

CEPHALOPODA - glavonošci

sifonalni
roščić

pregrada

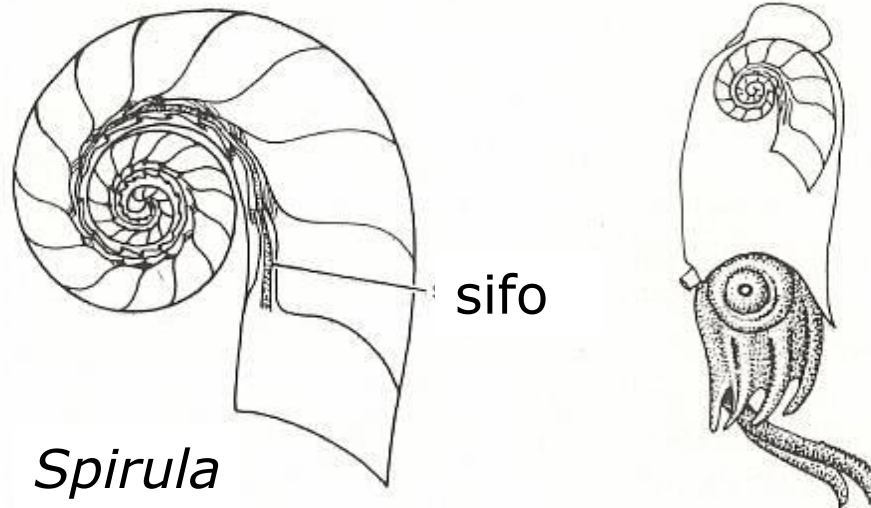


CEPHALOPODA - glavonošci

- DIBRANCHIATA

- *Spirula*

- ima malenu spiralnu i komorastu ljusku
 - ljuska je unutrašnja
 - u njoj se nalazi samo vrh utrobne vreće
 - kroz ljusku prolazi sifo koji izlučuje plin



CEPHALOPODA - glavonošci

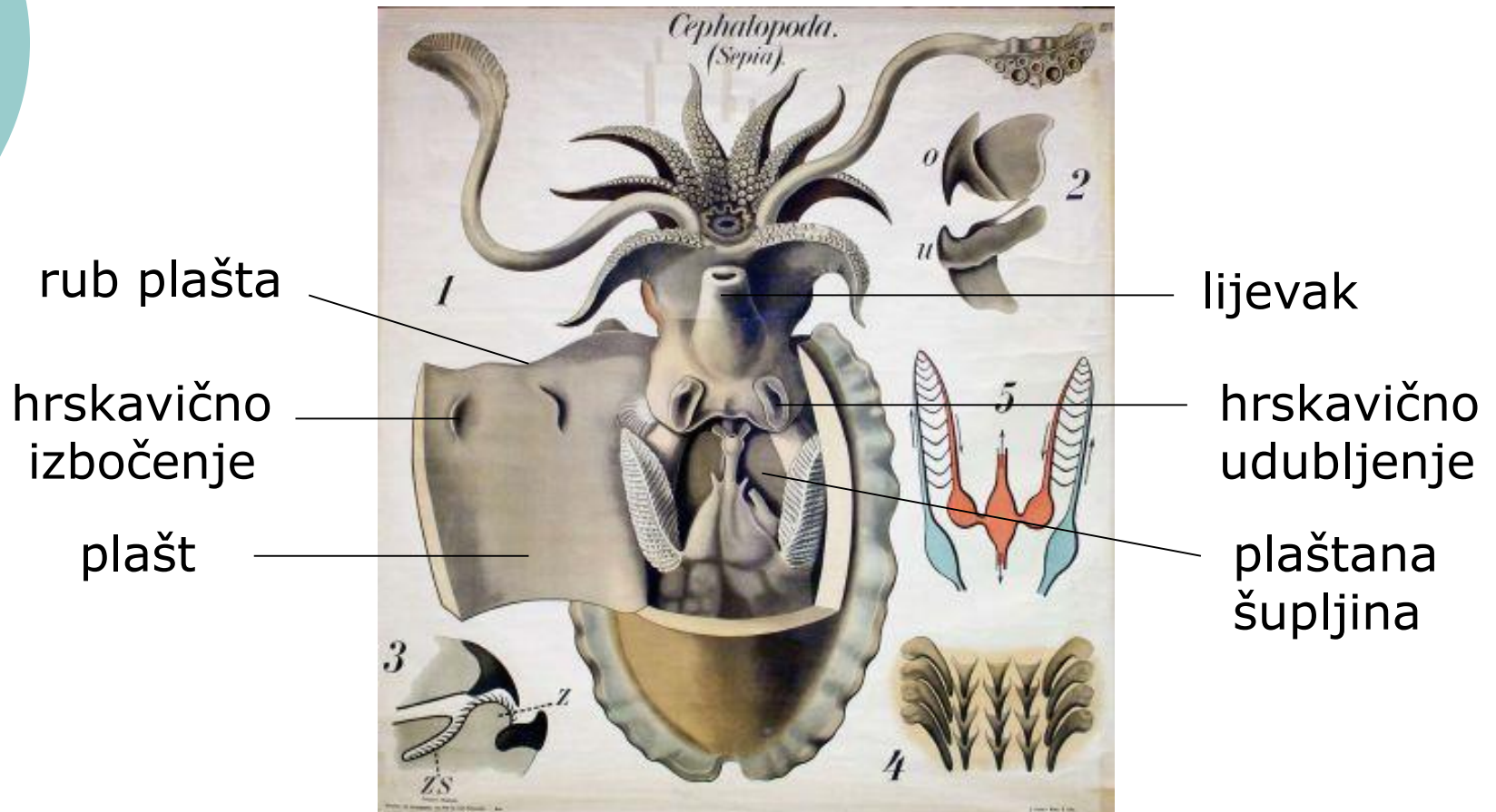
- sipa – ljuska u obliku vapnene pločice smještene na gornjoj strani tijela ispod kože – sipovina
 - lignja – samo rožnati listić
 - hobotnica i muzgavac – ljuska reducirana na listić ili dva mala štapića; većina Octopoda nema ljusku
-
- hrskavica - čahura za mozak, oči i organe za ravnotežu
 - hrskavica peraja i krakova

CEPHALOPODA - glavonošci

○ PLAŠT

- plašt je na gornjoj strani srastao s tijelom
- na donjoj strani plašt čini plaštanu šuplinu – važno za disanje i pokretanje
- u plaštu se nalaze prstenasti i uzdužni mišići
- kod Decapoda(desetokračnjaci) na slobodnoj strani ispod lijevka postoje dva hrskavična udubljenja kojima na unutrašnjoj strani plašta odgovaraju dva glavičasta hrskavična izbočenja

CEPHALOPODA - glavonošci



CEPHALOPODA - glavonošci

○ PERAJE

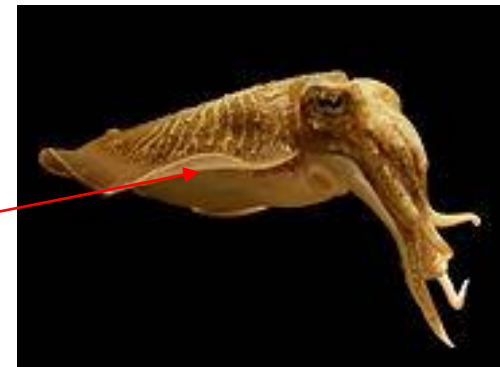
- važne kao stabilizatori kod plivanja
- peraje se pokreću slabo kada životinja pliva polako ili se zadržava na mjestu
- pri brzom plivanju peraje se snažno pokreću

peraja



Loligo vulgaris

peraja



Sepia officinalis

CEPHALOPODA - glavonošci

○ **LIJEVAK I KRACI**

- stopalo glavonožaca je vrlo izmjenjeno i njemu odgovaraju lijevak i kraci
- kraci služe za hvatanje hrane, za puzanje, a kod mužjaka i za razmnožavanje (hektokotilizirani krak)
- Kod Dibranchiata krakova ima 8 (Octopoda, Octobranchia) ili 10 (Decapoda, Decabrachia)
- kod Decapoda dva su kraka dulja i na kraju imaju proširenje s prianjalkama
- indijska lađica (Tetrabranchiata) ima oko 90 krakova
- na svim kracima nalaze se prianjalke koje djeluju na principu vakuuma

CEPHALOPODA - glavonošci

Loligo sp.

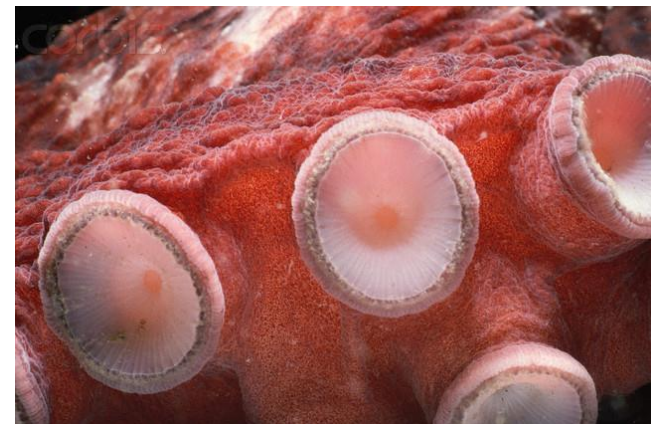
kukice



Ancistrocheirus lesueurii



hitinski zubići



Octopus dofleini

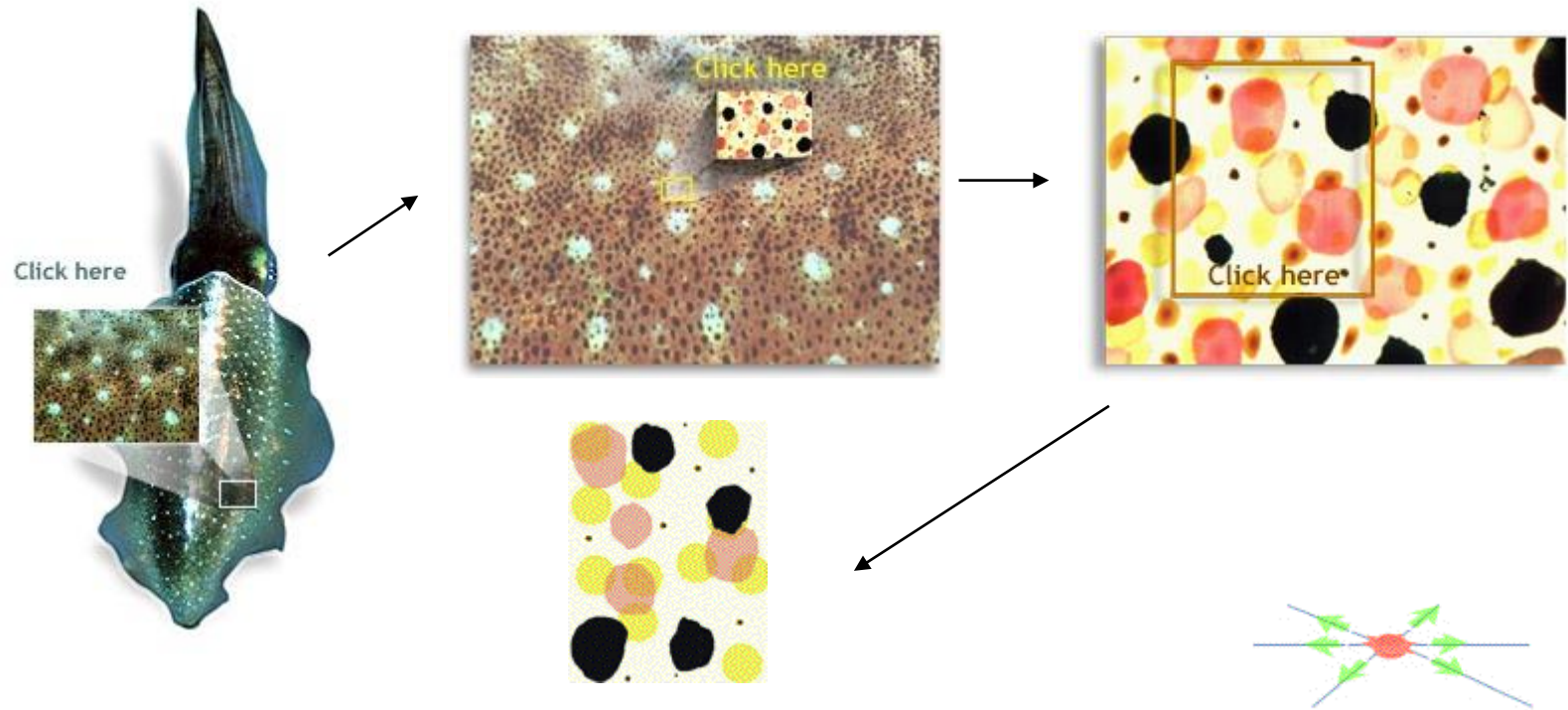
CEPHALOPODA - glavonošci

○ PROMJENA BOJE TIJELA

- koža je građena od vanjskog epiderma i unutarnjeg hipoderma
- u hipodermu su smješteni kromatofori i reflektirajuće stanice
- **kromatofori** – male plosnate stanice koje sadrže pigment
 - omeđene su elastičnom membranom za koju su pričvršćene glatke mišićne stanice
 - svaki kromatorfor ima jedan pigment: crni, smeđi, crveni, narančasti, žuti
 - stezanje mišića dovodi do širenja kromatofora i raspršivanja pigmenta po stanici - tijelo se oboji
 - opuštanje mišića uzrokuje skupljanje kromatofora i skupljanje pigmenta – obojenost tijela se gubi
- **reflektirajuće stanice: iridociti** (iridofori) i **leukofoori** –
 - plosnate stanice smještene ispod kromatofora
 - sadrže okomito raspoređene pločice od reflektirajuće tvari
 - iridociti reflektiraju plavu, zelenu, srebrnu, rozu i žutu boju
 - leukofoori reflektiraju bijelu boju

CEPHALOPODA - glavonošci

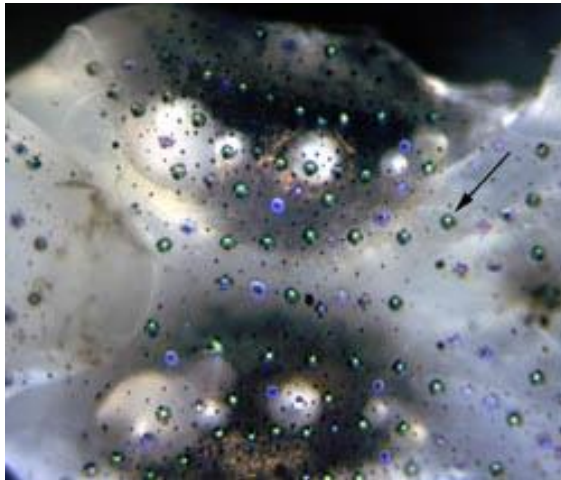
Promjena boje kod *Sepioteuthis*



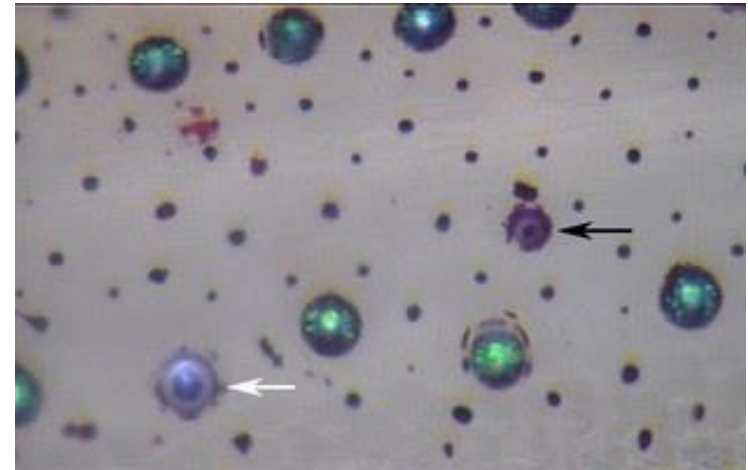
CEPHALOPODA - glavonošci

○ **SVIJETLEĆI ORGANI - FOTOFORI**

- otvoreni epidermalni organi ispunjeni svjetlećim bakterijama
- zatvoreni epidermalni organi u kojima životinja sama stvara svjetleće tvari



fotofori



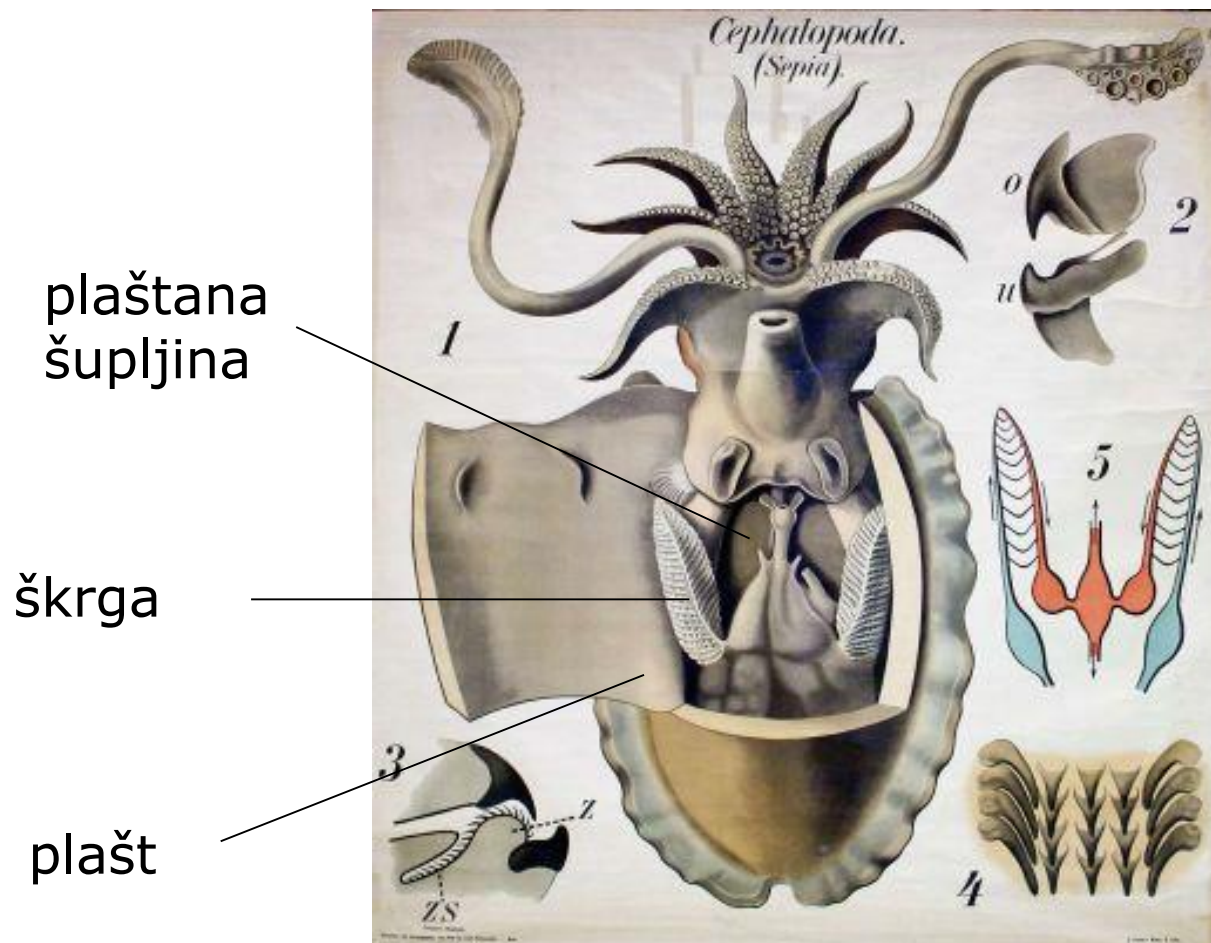
fotofori – detalj povećano

CEPHALOPODA – glavonošci

○ CIRKULACIJA VODE I POKRETANJE

- svi glavonošci brzo plivaju
- plivanje je omogućeno strujanjem vode kroz plaštanu šupljinu
- u plaštu se nalaze uzdužni i prstenasti mišići koji djeluju antagonistički
- ulazanje vode - uzdužni mišići se kontrahiraju, a prstenasti relaksiraju → ovratnik se proširi i voda ulazi u plaštanu šupljinu kroz prolaz između plašta i glave
- kad je plaštana šupljina puna vode porast tlaka uzrokovan strujanjem vode dovodi do kontrakcije prstenastih mišića, ovratnik se potisne do glave čime se zatvara otvor za prolaz vode
- slijedi kontrakcija uzdužnih mišića i voda se izbacuje kroz lijevak van
- snaga izbacivanja vode potisne životinju na suprotnu stranu.
- lijevak se može usmjeravati u raznim pravcima – važno za smjer kretanja

CEPHALOPODA - glavonošci



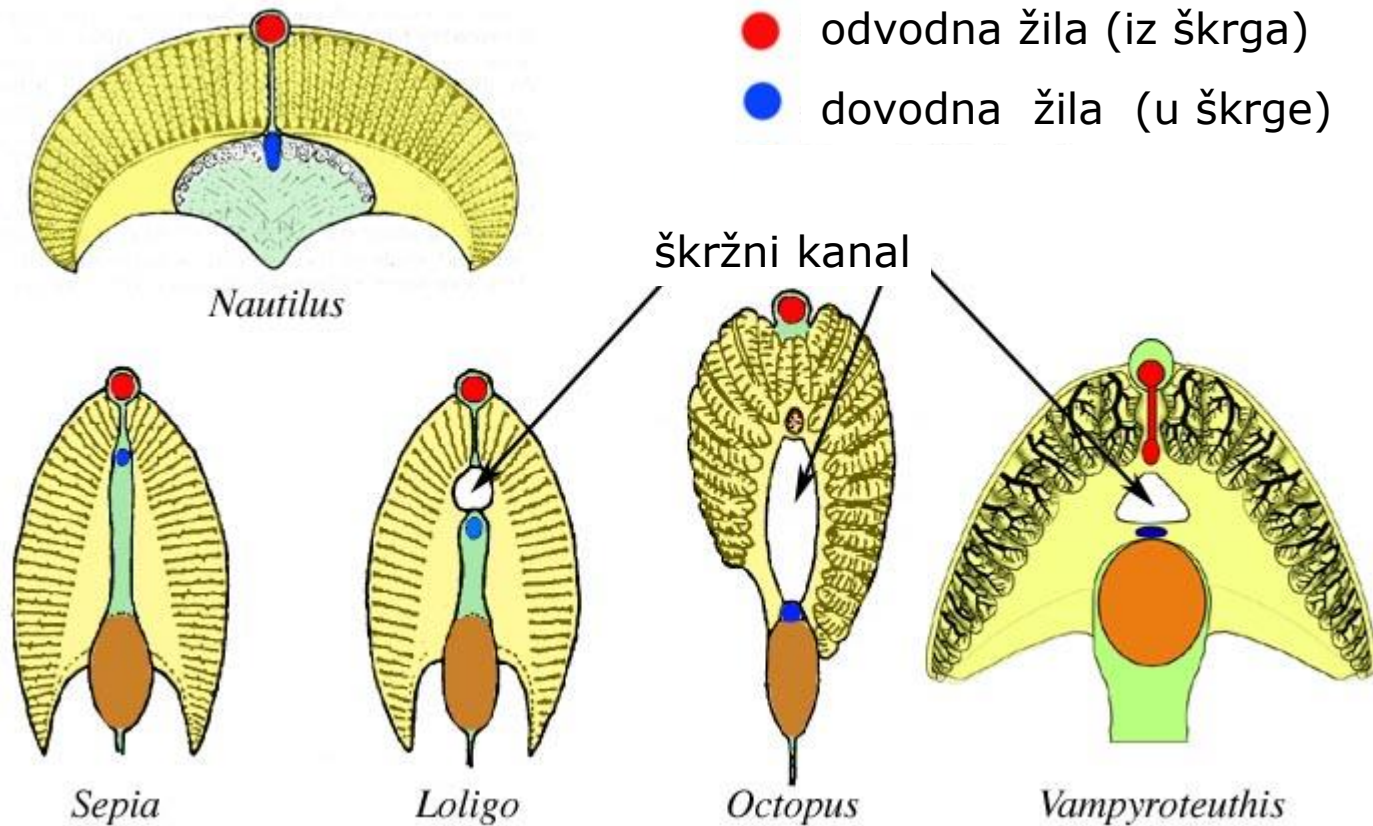
CEPHALOPODA - glavonošci

○ **DIŠNI SUSTAV**

- glavonošci dišu škrgama – ktenidijama
- Tetrabranchiata imaju 2 para škrge
- Dibranchiata – imaju 1 par škrge
- škrge su smještene u plaštanoj šupljini
- u škržnim listićima je dobro razvijen kapilarni sustav kroz koji protječe hemolimfa
- škrge **nisu trepetljikave**
- strujanje vode kroz plaštanu šuplinu uzrokovano je radom mišića plašta

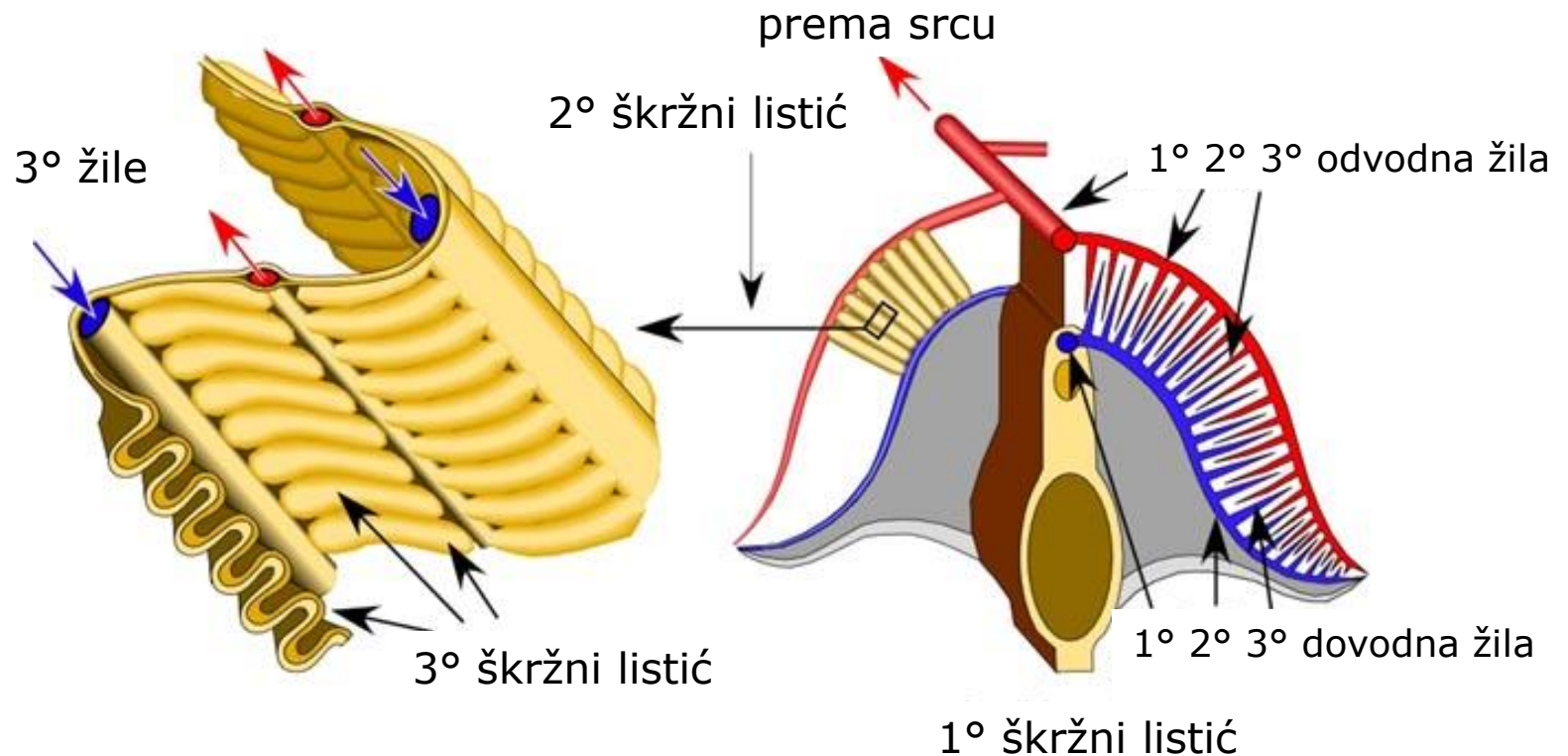
CEPHALOPODA - glavonošci

Građa škrga



CEPHALOPODA - glavonošci

Građa škrga kod *Sepia*

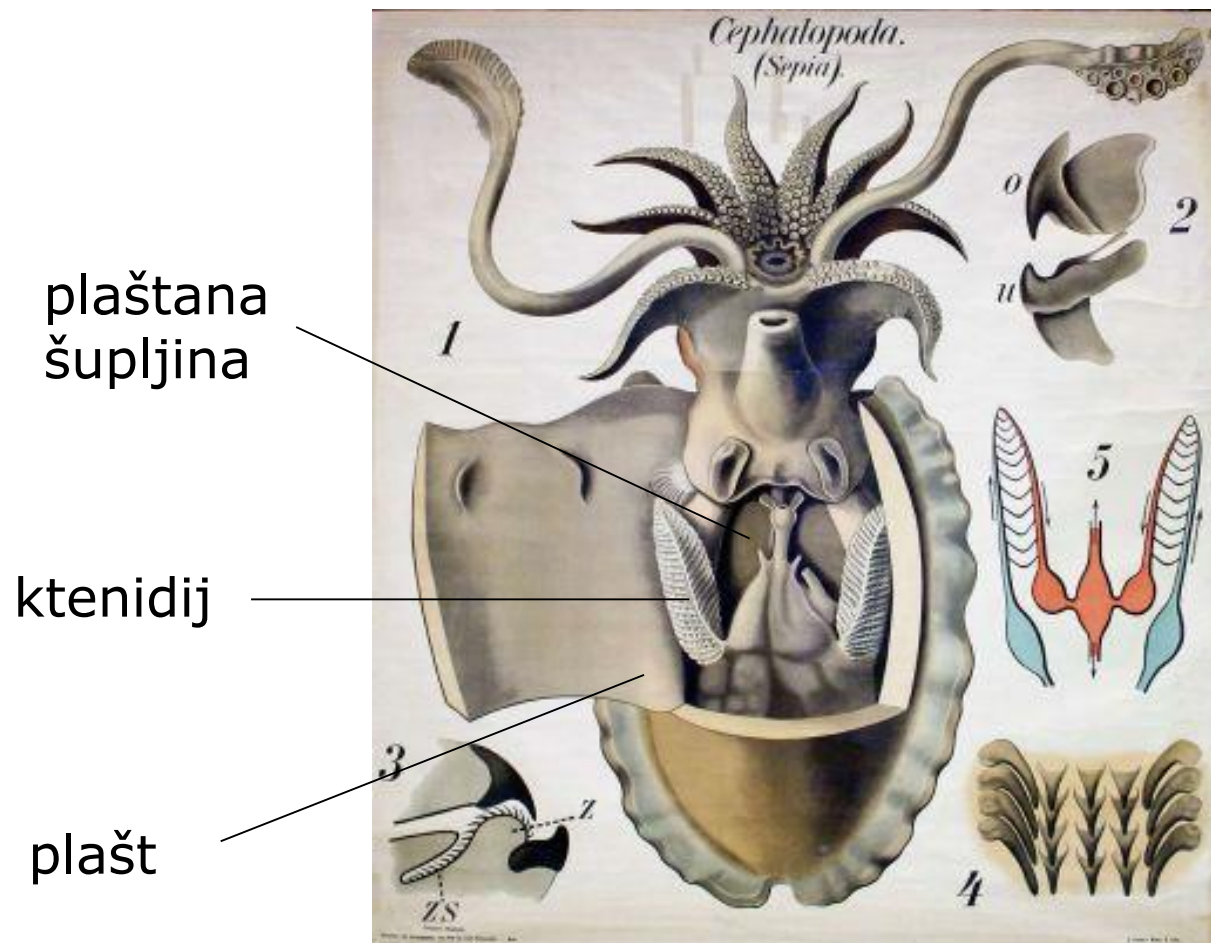


CEPHALOPODA - glavonošci

○ **OPTJECAJNI SUSTAV**

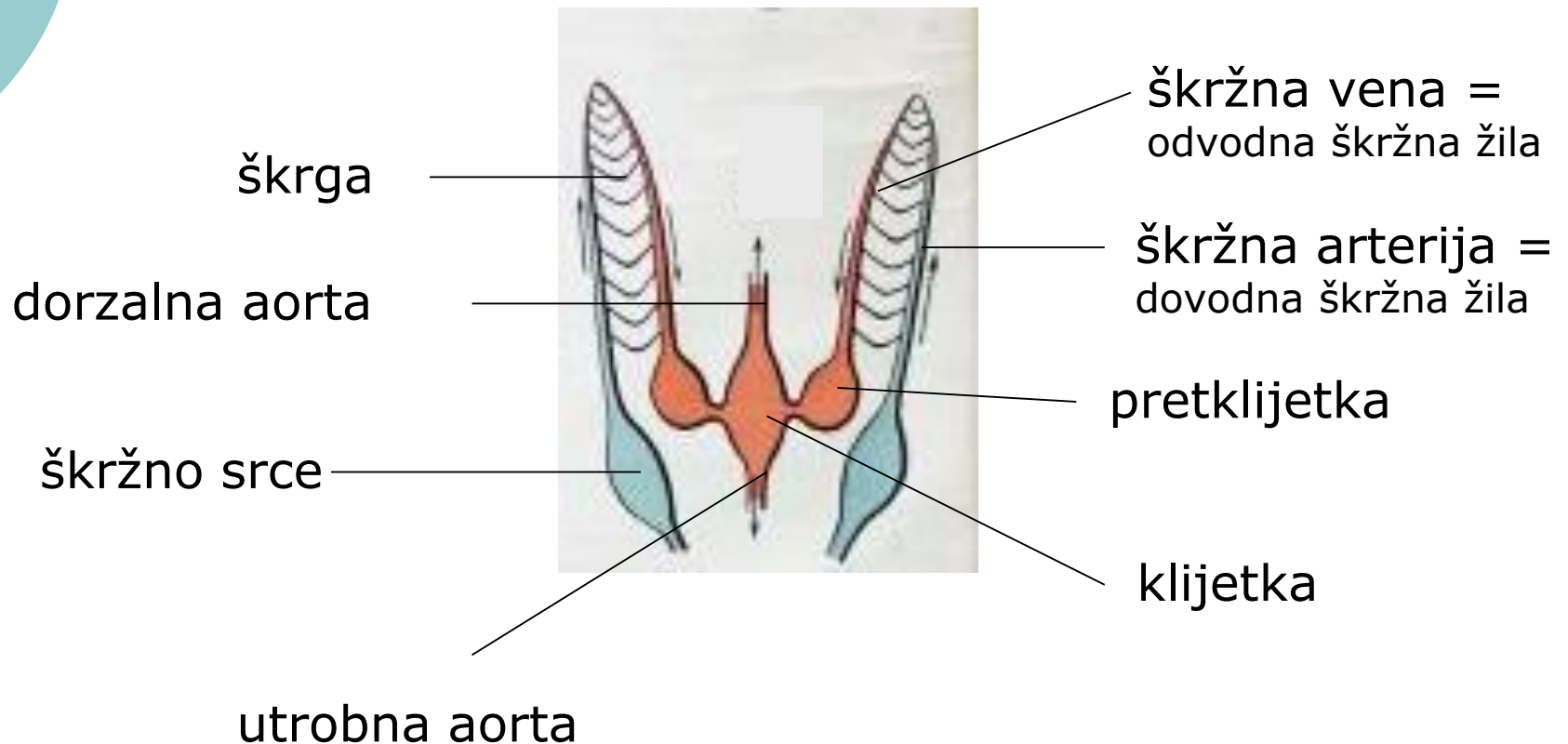
- razvijeniji i složeniji optjecajni sustav od ostalih mekušaca
- zatvoren optjecajni sustav – između vena i arterija su kapilare
- optjecanje hemolimfe:
 - škrge → srce → aorta → prednja i stražnja arterija → kapilare → tjelesni organi → kapilare → vene (plaštane, utrobne, šuplja vena) → škržna srca → škrge
- Tetrabranchiata – 4 pretklijetke, 1 klijetka
- Dibranchiata – 2 pretklijetke, 1 klijetka
- respiratorni pigment hemocijanin

CEPHALOPODA - glavonošci



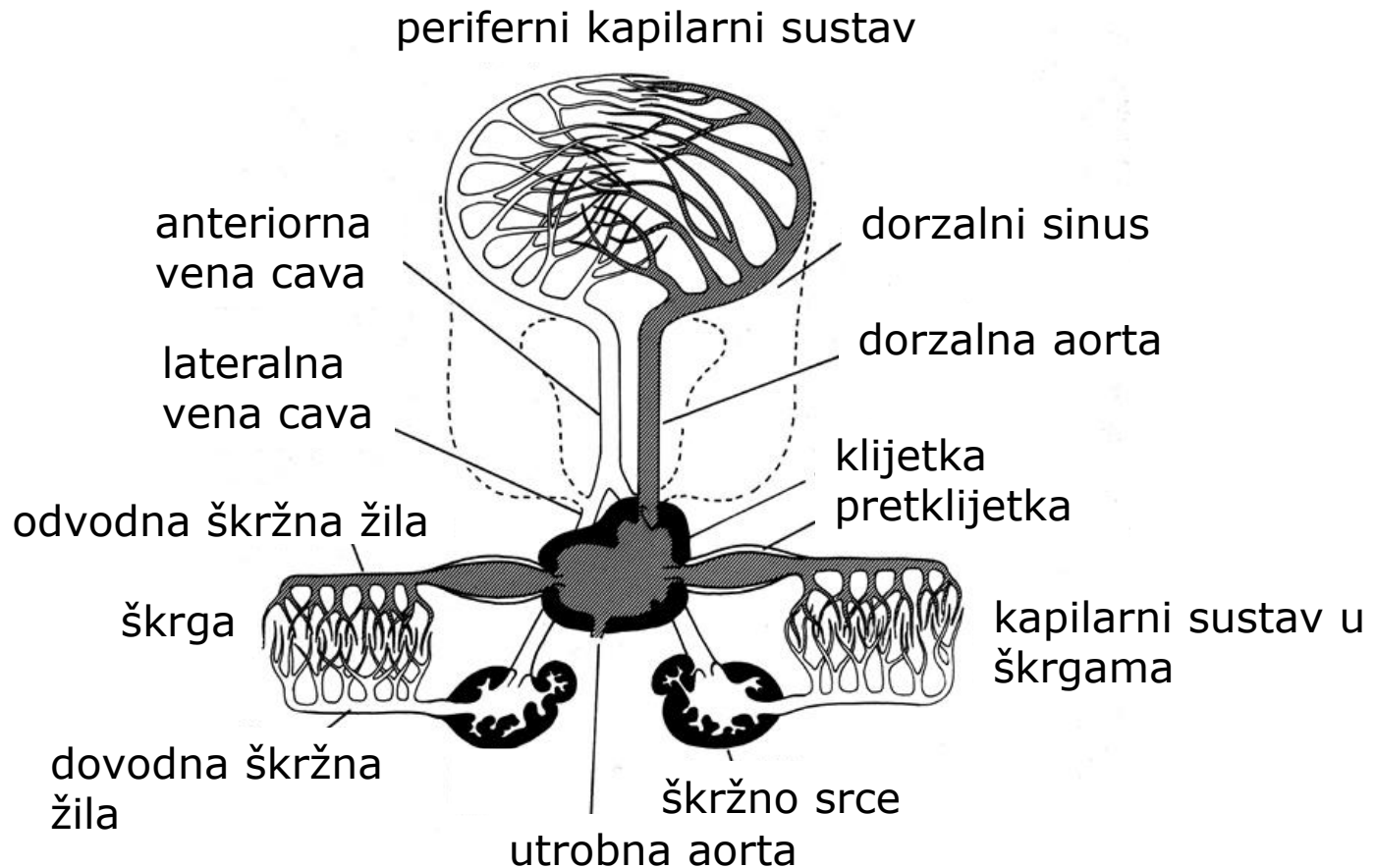
CEPHALOPODA - glavonošci

Shematski prikaz optjecanja krvi kroz srce i škrge



CEPHALOPODA - glavonošci

Opći plan građe optjecajnog sustava glavonožaca

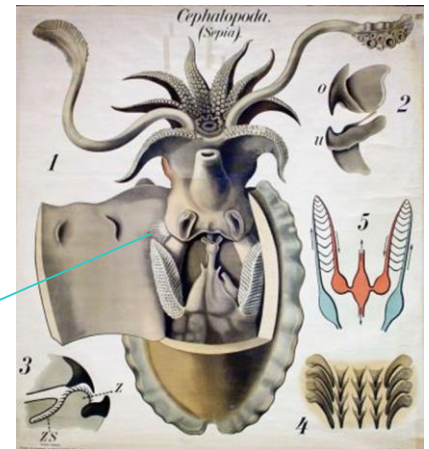


vena cava = šuplja vena

CEPHALOPODA - glavonošci

- **ŽIVČANI SUSTAV**
- živčevlje je postiglo visok stupanj organizacije i veliku koncentraciju ganglija - najsloženije građen mozak od svih beskralješnjaka
- mozak je smješten u hrskavičnoj čahuri i sastoji od parnog cerebralnog, pedalnog, pleuralnog i visceralnog ganglija
- parni zvjezdasti ganglij smješten u plaštu
- parni bukalni ganglij
- komisure i konektive su izrazito skraćene
- imaju dugu i kratku memoriju
- uče ponavljajući

zvjezdasti ganglij



CEPHALOPODA - glavonošci

- **OSJETILA**

- Mehanoreceptori

- **osjetila za dodir** na površini tijela, najviše na kracima
- parni **statocisti** (organi za ravnotežu) – kod dvoškržnjaka smješteni unutar hrskavične čahure s obje strane mozga

- Kemoreceptori

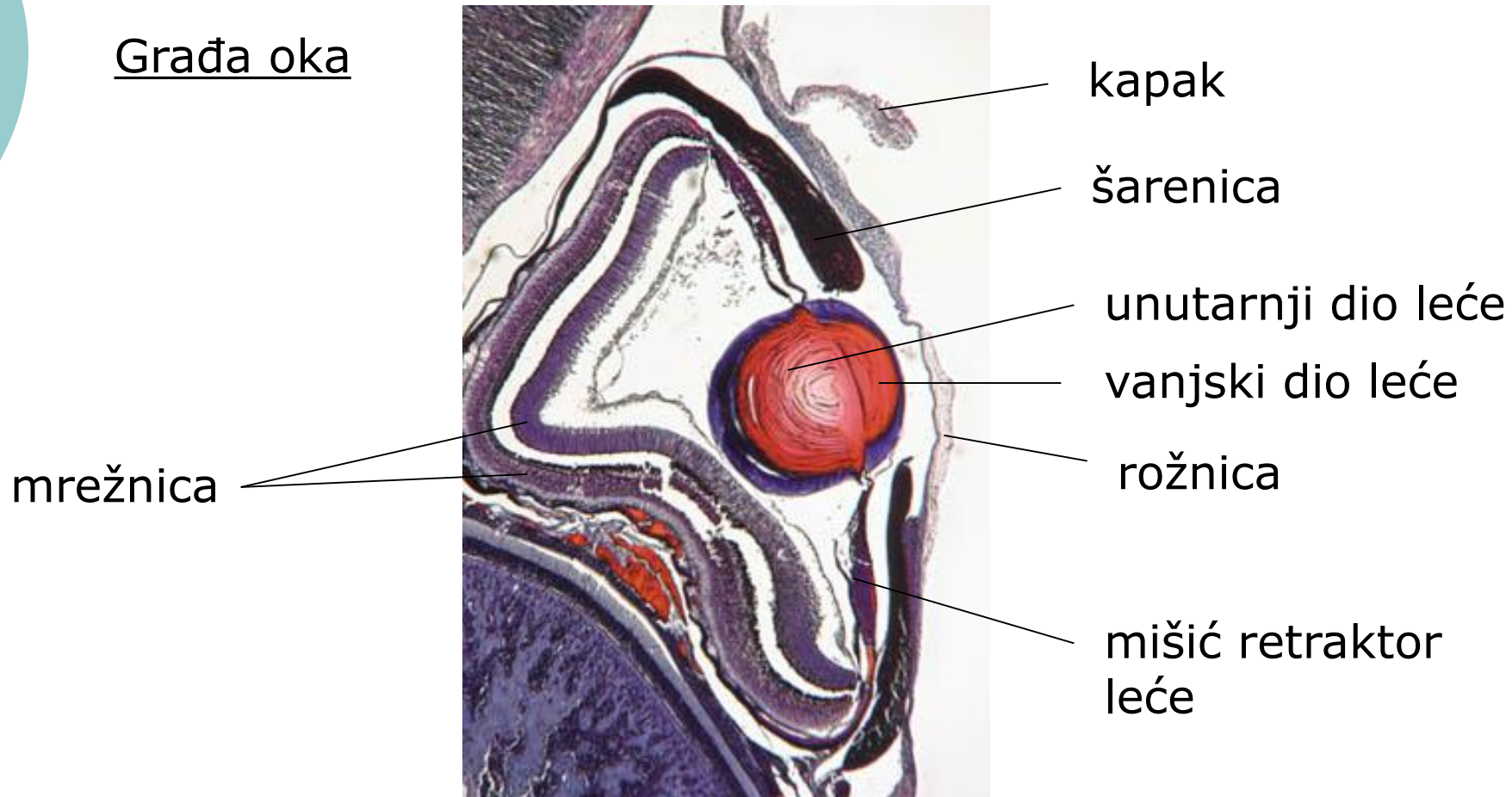
- parni **osfradiji**

- Fotoreceptori

- glavonošci imaju parne **oči** građene slično očima sisavaca
- fokusiranje slike vrši se pomicanjem leće, a ne mijenjanjem njenog oblika
- indijska lađica ima jednostavnije građene jamičaste oči

CEPHALOPODA - glavonošci

Građa oka

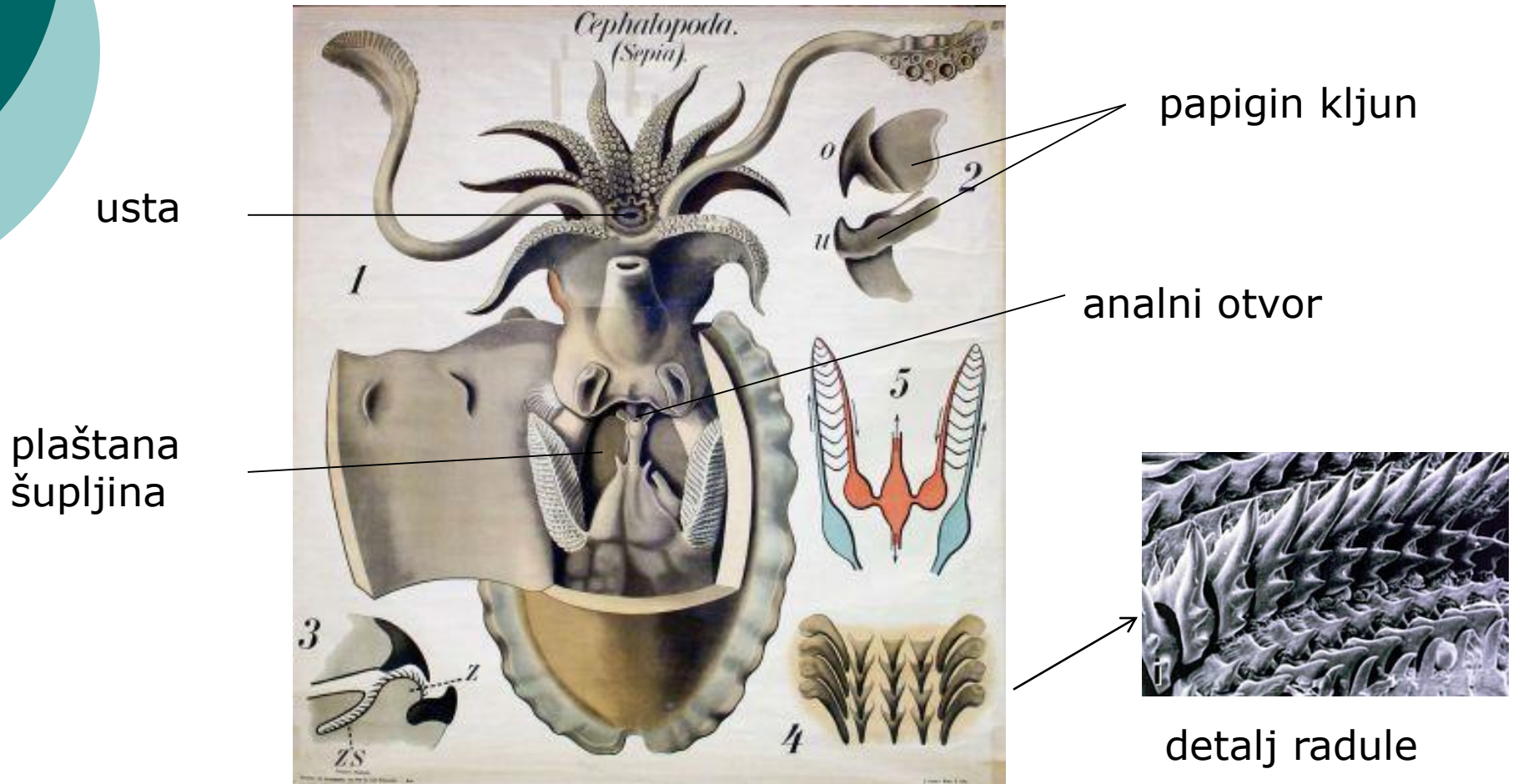


CEPHALOPODA - glavonošci

○ PROBAVNI SUSTAV

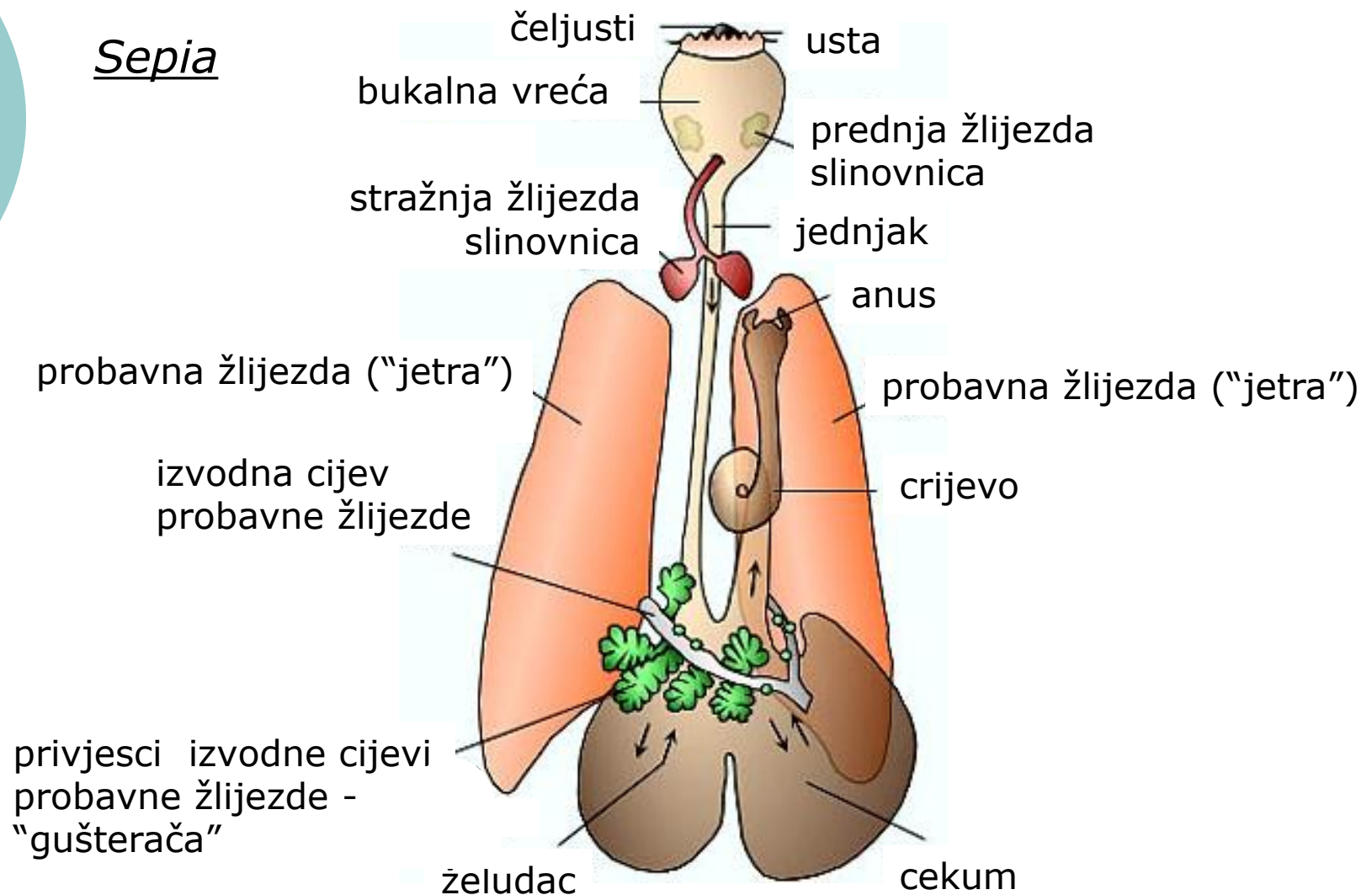
- **usta** vode u **bukalnu vreću** u kojoj se nalaze **čeljusti** (kao papigin kljun), **radula i ždrijelo**
- u bukalnu vreću se otvaraju dva para **slinskih žlijezda**
 - prednji par izlučuje sluz
 - stražnji par su otrovne žlijezde
- **jednjak** je mišićav- peristaltika važna za gutanje; kod nekih proširen u **volju** (spremište za hranu)
- **želudac** se sastoji od tri dijela:
 - kutikularizirana **želučana vreća**
 - **međuželudac** - dio koji povezuje želučanu vrećicu i cekum
 - **cekum** - u njega se otvara probavna žlijezda
- **probavna žlijezda** je parna i podijeljena na:
 - **"jetra"** - veći dio
 - **"gušterača"** - manji dio
- **crijevo** završava **analnim otvorom** koji se otvara u plaštanu šupljinu

CEPHALOPODA - glavonošci



CEPHALOPODA - glavonošci

Sepia



CEPHALOPODA - glavonošci

○ **PREHRANA I PROBAVA**

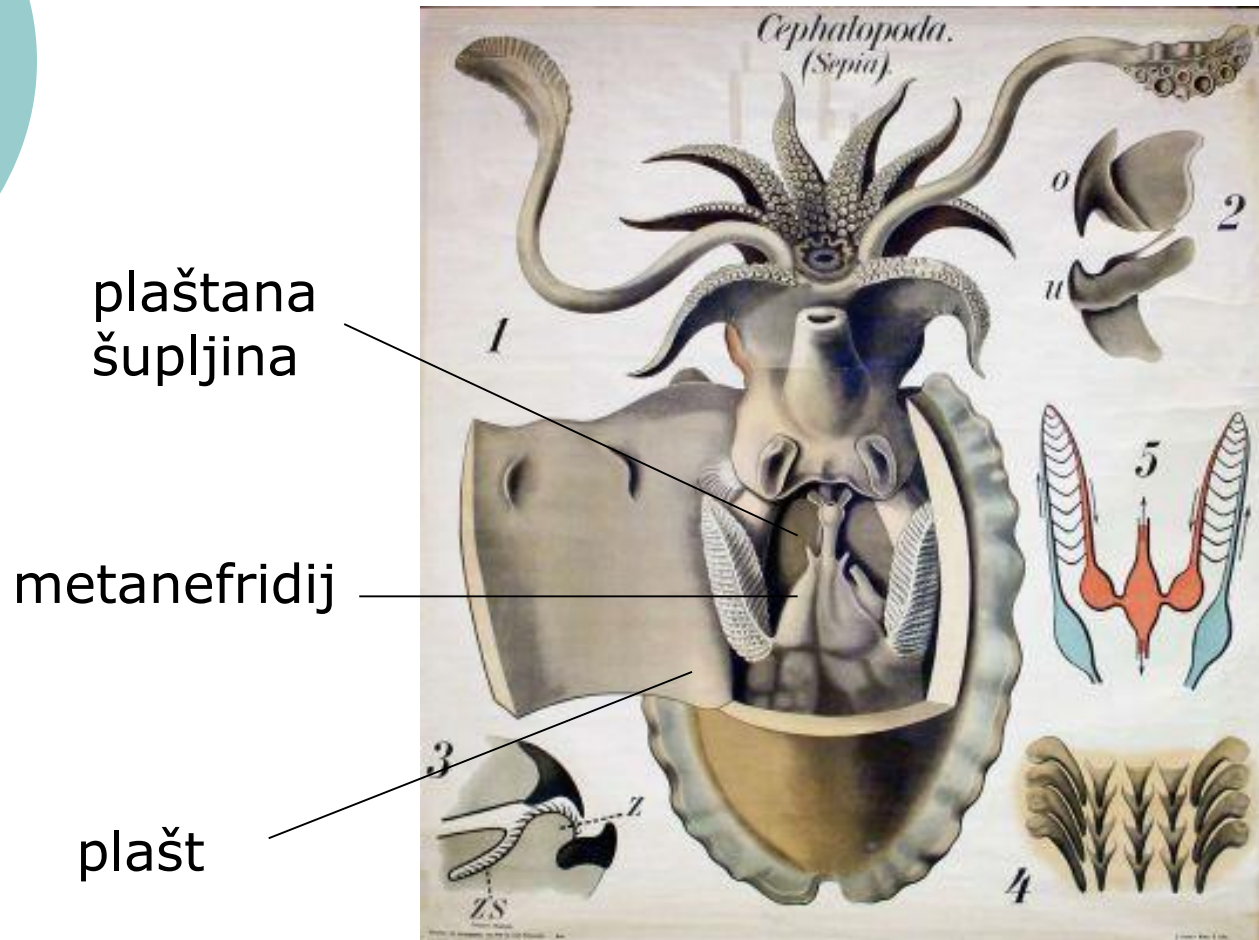
- glavonošci su aktivni makrofagni grabežljivci
- plijen hvataju kracima koji s unutrašnje strane imaju prijanjalke
- probava počinje u želucu, a potpuno završava u cekumu
- u cekumu se vrši i znatan dio apsorpcije
- enzime potrebne za probavu luči probavna žlijezda
- "jetreno" područje luči enzime kad je hrana u želucu; "gušterača" izlučuje enzime kontinuirano – enzimi se spremaju u cekumu
- rektalna žlijezda pretvorila se u **žlijezdu s crnilom**

CEPHALOPODA - glavonošci

○ **EKSKRECIJA**

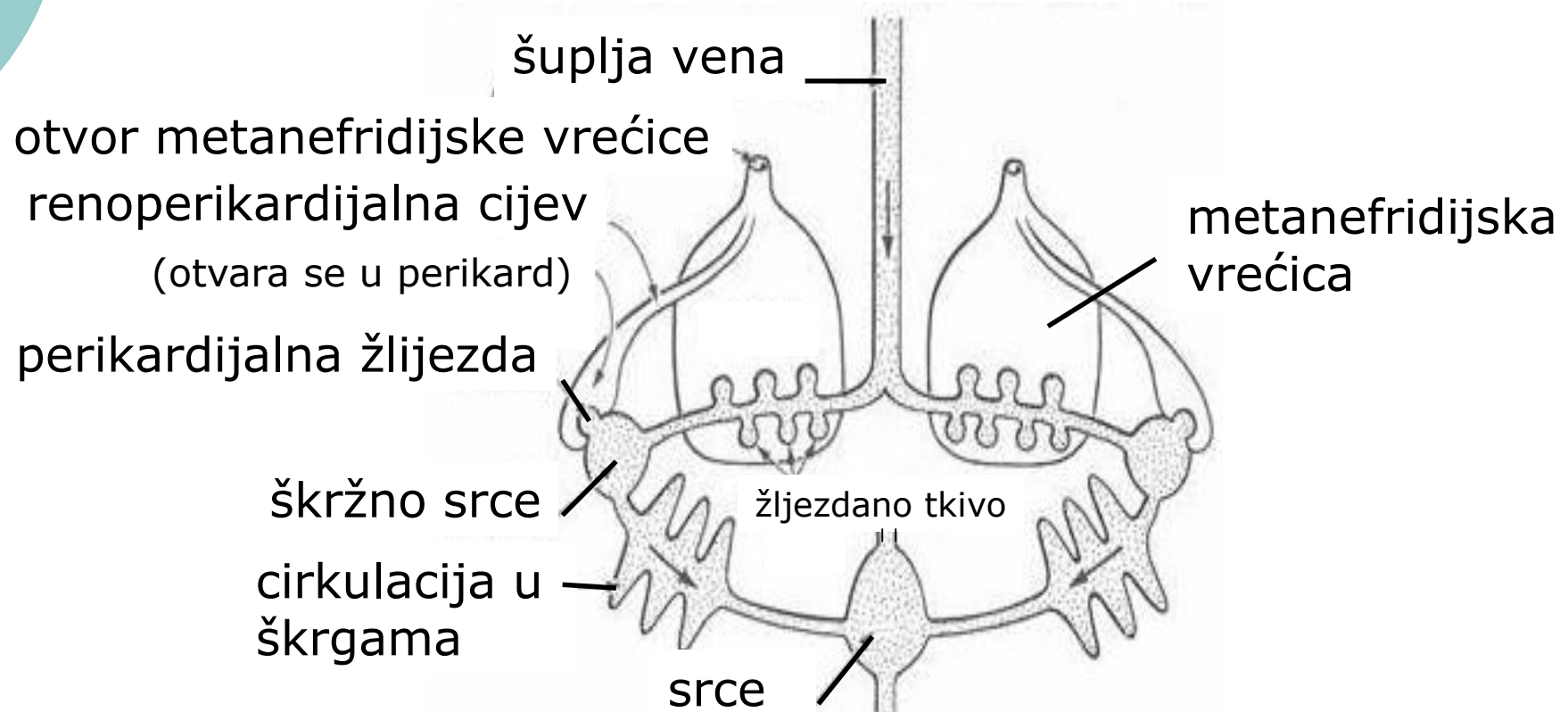
- glavonošci imaju parne metanefridije
- indijska lađica ima dva para metanefridija
- metanefridij se otvorom renoperikardijalne cijevi otvara u perikard
- renoperikardijalna cijev vodi u vrećasti dio metanefridija
- kroz sredinu svakog metanefridija prolazi vena okružena žljezdanim tkivom koje "skuplja" dušične ostatke iz hemolimfe i odlaže ih u vrećasti dio nefridija
- perikardijalne žlijezde skupljaju dušične ostatke iz škržnih srca
- nefridiopor se otvara u plaštanu šupljinu blizu analnog otvora

CEPHALOPODA - glavonošci



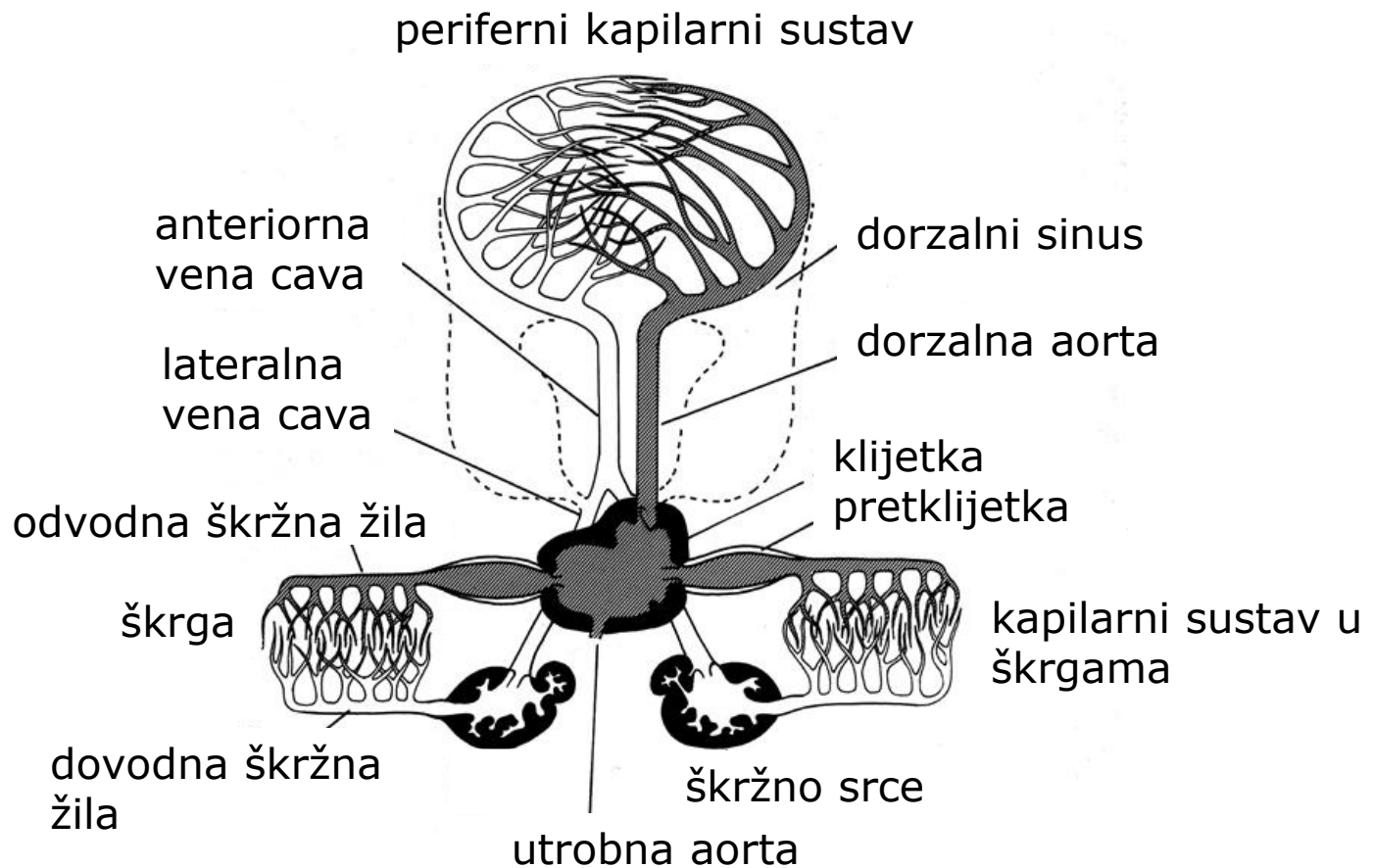
CEPHALOPODA - glavonošci

Prikaz građe ekskrecijskog i optjecajnog sustava (kod *Octopus*)



CEPHALOPODA - glavonošci

Opći plan građe optjecajnog sustava glavonožaca



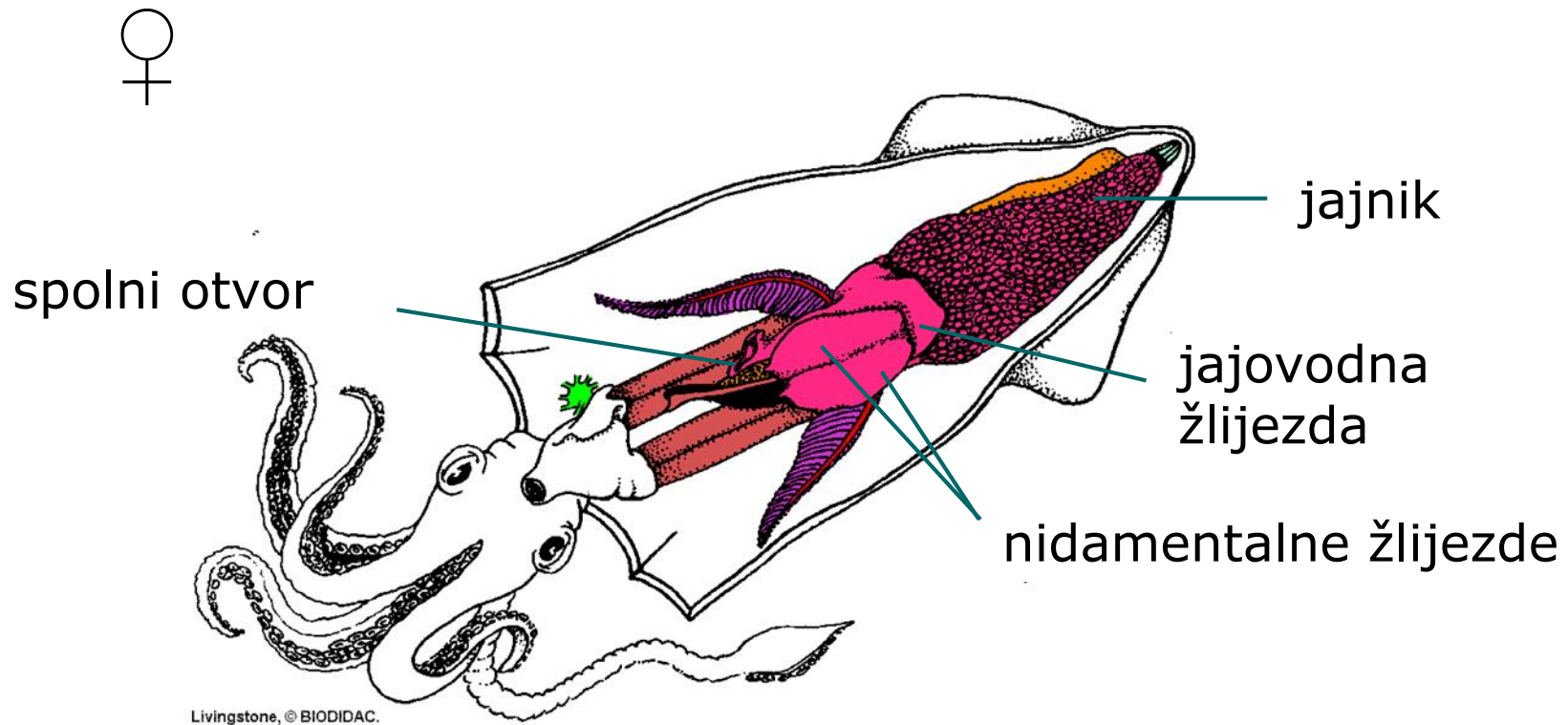
vena cava = šuplja vena

CEPHALOPODA - glavonošci

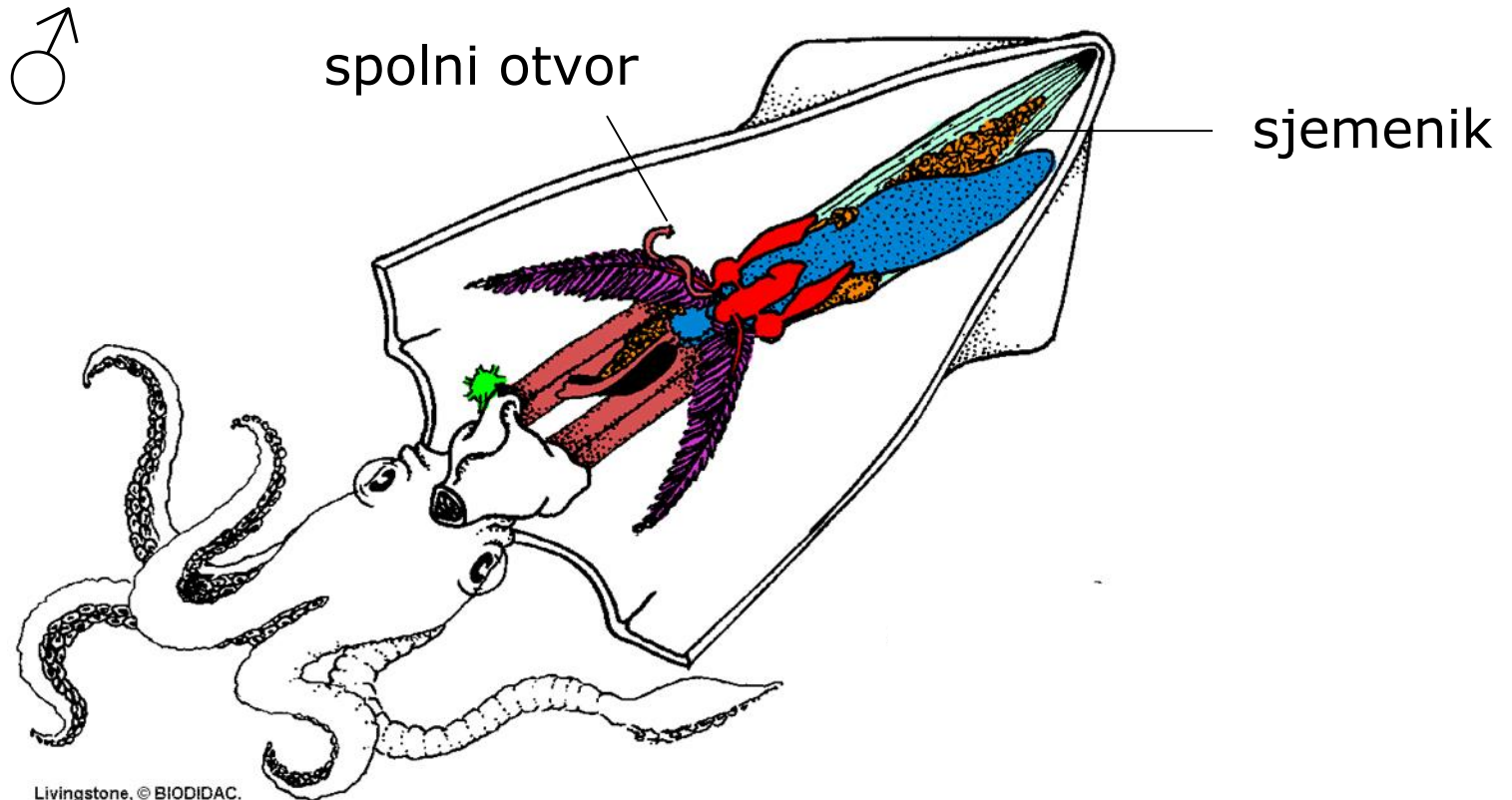
○ **REPRODUKCIJA**

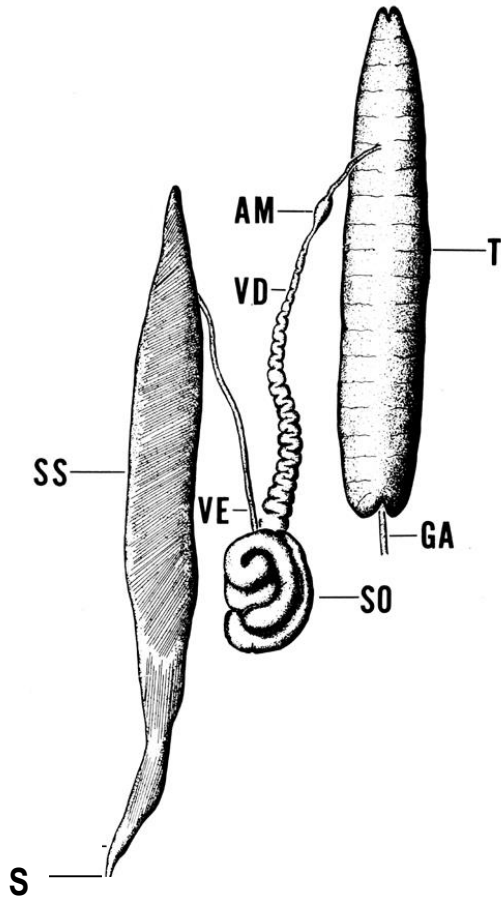
- glavonošci su jednospolci (razdvojenog spola)
- oplodnja je unutarnja
- neparna gonada smještena je u celomu (gonocelu) u stražnjem dijelu tijela
- jaja i spermiji oslobađaju se u celom odakle ih izvode celomodukti (gonodukti tj. jajovod i sjemenovod)
- ♀ - jajnik, jajovod, jajovodna žlijezda (izlučuje bjelanjak i ovoj oko jajeta), nidamentalne žlijezde (izlučuju želatinozne tvari oko jajeta)
- ♂ - sjemenik, sjemenovod, spermatoforna žlijezda (stvaranje spermatofora - paketići spermija), vrećica za spermatofore (stvora se ovoj spermatofora)

CEPHALOPODA - glavonošci



CEPHALOPODA - glavonošci





Rasplodni sustav mužjaka lignje (*Loligo opalescens*)

T – sjemenik (*testis*)

AM – ampula

VD – sjemenovod (*vas deferens*)

SO – spermatoforna žlijezda

VE – sjemenovod (*vas efferens*)

SS – vrećica za spermatofore
(Needhamova vrećica)

S – spolni otvor

CEPHALOPODA - glavonošci

- kopulacija se vrši pomoću krakova mužjaka
- hektokotilizirani krak – promjene u položaju, obliku i veličini prijanjalki
- mužjak napuni hektokotilus spermatoforima i ubaci ih u plaštanu šupljinu ženke
- jaja se oplođuju odmah nakon izlaska iz jajovoda
- oplođena jaja obaviju se izlučinama nidamentalnih žlijezda - čvrst ovoj
- jaja se pričvrste za kamen ili drugi čvrsti objekt u vodi
- poseban način brige za potomstvo prisutan je kod prugastog jedrilca (*Argonauta argo*)

CEPHALOPODA - glavonošci

- *Argonauta argo*
 - ženka luči tanku ljusku u koju položi jaja i brine se o njima
 - ljusku stvara par jako preobraženih leđnih krakova
 - ljuska je dovoljno velika da u nju stane tijelo životinje
 - mužjak nema vanjsku ljusku

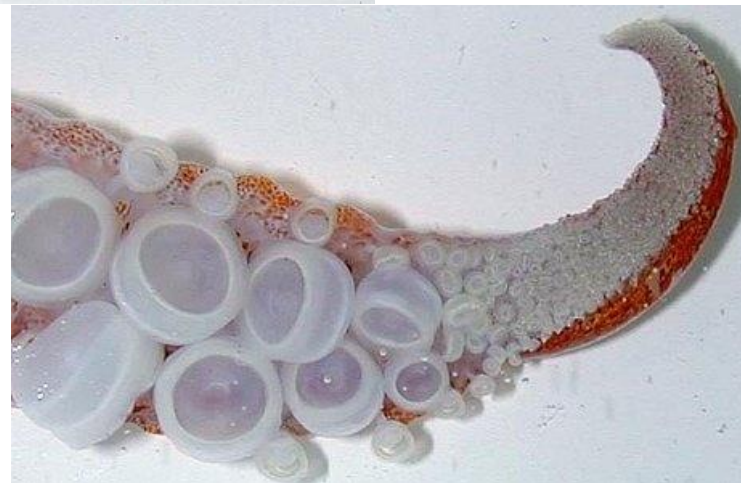


ljuska

CEPHALOPODA - glavonošci



Hektokotilizirani krak *Illex* sp.



Normalni krak *Illex* sp.

CEPHALOPODA - glavonošci



jaja *Loligo* sp.

CEPHALOPODA - glavonošci

- jaja prolaze **diskoidalno** brazdanje (svi ostali mekušci imaju spiralno)
- razvoj je direktan

juvenilna jedinka



pogledati: <https://www.youtube.com/watch?v=iqHuTElRwmo>

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., Kučinić, 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, str. 584.
- 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.tonmo.com/science/public/giantsquidfacts.php>