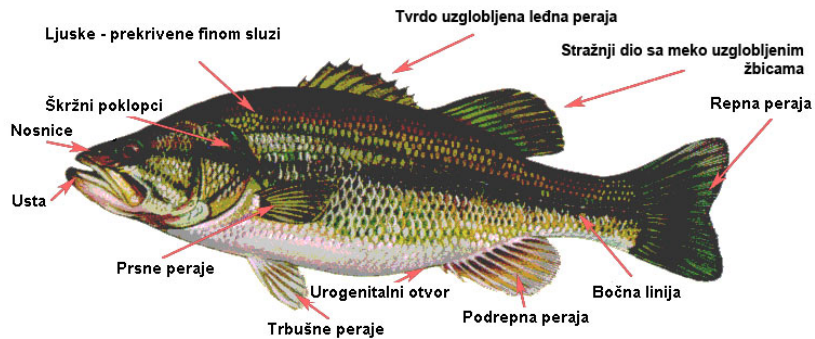


Anatomija riba

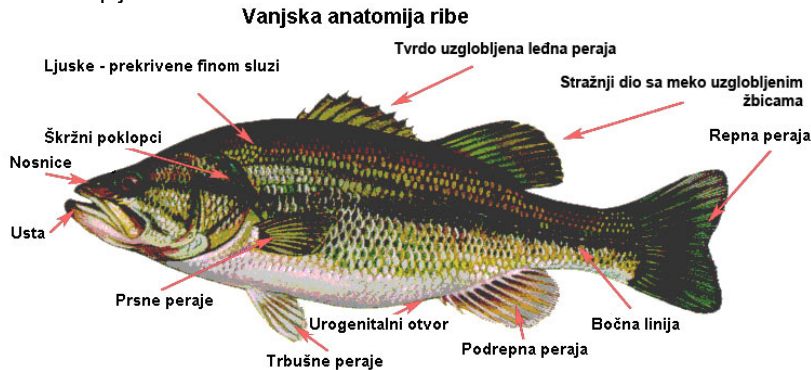
Vanjska anatomija ribe



Oblik tijela, peraje i njihov raspored	2
Koža i ljuske	4
Tjelesni otvori.....	5
Osjetni organi.....	5
Mišićje i kostur	6
Usna i ždrijelna šupljina	6
Škržna šupljina	7
Trbušna šupljina i organi u njoj	8
Srčana šupljina.....	9
Mozak i hipofiza	10
Literatura	10
Index.....	10

Oblik tijela, peraje i njihov raspored

Oblik tijela. RIBE mahom imaju vretenasti oblik tijela što im omogućava mali otpor vode i posljedičnu veliku brzinu kretanja. Vretenasti oblik tijela je vrlo uočljiv kod potočne pastrve koja kao izraziti grabežljivac i stanovnik brzih voda mora stalno biti spremna brzo plivati. RIBE mirnih i gusto obraslih voda, primjerice šaran, su latero-lateralno spljoštene. RIBE dna, poput soma, su jače ili slabije dorzo-ventralno spljoštene.



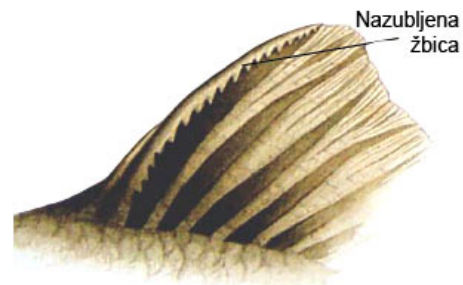
Osnovna podjela tijela ribe je na glavu, trup i rep. Ta tri djela ribe nisu anatomske oštro ograničena. Glava se proteže do stražnjeg ruba škržnih poklopaca, trup do početka podrepne peraje, a rep do korijena repne peraje.

Peraje (lat. pinnae, eng. fins) su kožni nabori poduprti koštanim žbicama, a služe za pokretanje i održavanje položaja tijela. Parne peraje odgovaraju ekstremitetima viših kralješnjaka.

Prsne peraje (pterygia pectoralia, eng. pectoral fins) su simetrično smještene s obje strane tijela iza škržnih poklopaca.

Trbušne peraje (pterygia ventralia, pelvic fins) su smještene ispod trbuha ili su pomaknute prema naprijed. Kod grgeča i smuđa prsne peraje su nešto dorzalnije, a trbušne su gotovo ispod njih. Ostale peraje su neparne.

Leđna peraja (pinna dorsalis, dorsal fin) može biti različito duga ili čak podijeljena. Šaran ima veoma dugu leđnu peraju čije su prve tri žbice sa malim zubićima tvrdo uzglobljene. Linjak, naprotiv, ima kratku i malu leđnu peraju. Smuđ i grgeč imaju dvostruku leđnu peraju kojoj je prednji učvršćen žbicama tvrdo uzglobljenim poput bodlji, dok je stražnji dio poduprt meko uzglobljenim žbicama kao i sve druge peraje.



Leđna peraja šarana

Repna peraja (pinna caudalis, caudal fin) zajedno s repom omogućava pogon ribe. Podrepna peraja (pinna analis, anal fin) je kod soma vrlo duga.

Masna peraja. Pastrvske ribe imaju između leđne i repne peraje kožni nabor bez koštanih žbica, ispunjen masnim tkivom; tzv. masna peraja (pina adiposa, adipose fin).

Rad. Ribu treba eutanazirati*. To se postiže na dva načina:

- Razaranjem mozga ili
- Iskrvarenjem putem branhijskih krvnih žila nakon omamljujućeg udarca u glavu.

Razaranje mozga se vrši šiljatim predmetom. Riba se ubada u čeonom području, u medijanoj ravnini, neznatno kaudalno iza ravnine koja spaja oči. Pastrva se može eutanazirati na taj način dok će se kod šarana primijeniti metoda iskrvarenja (nakon omamljivanja udarcem u glavu) jer je mozak potrebno sačuvati za sekciju.

Iskrvarenje presjecanjem branhijskih krvnih žila. Nakon što smo životinju omamili tupim udarcem u glavu, podiže se škržni poklopac i presjecaju se sva četiri škržna luka. U bilježnicu je potrebno

nacrtaati shematizirano tijelo šarana te označiti dijelove tijela i peraje. Crtež treba biti dovoljno velik da se naknadno mogu ucrtati organi.

Eutanazija; lagana, bezbolna smrt.

Eutanazija riba. Preporuka Australnske Veterinarske Asocijacije; letalna doza anestetika koju propiše veterinar je preporučena metoda eutanazije. Razaranje ledne moždine, bilo skalpelom, bilo bušenjem je preporučeno. Bušenje je preporučeno za ribe duže od 10 cm.

Eutanazija riba, Approved Animal Use Policies, protokoli koje propisuje IACUC, UNIVERSITY OF WASHINGTON

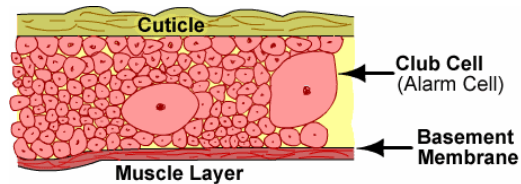
- 1) Primarne metode eutanazije riba (metode koje se mogu koristiti same) uključuju:
 - a) MS-222/TMS - doza: 50 do 250 mg/L .
 - b) Benzocaine - doza: 50 do 500 mg/L
 - c) Alka-Seltzer® doza: (1 tableta/ 20L)
 - d) Natrij bikarbonat doza: (30g/L)
 - i) **Upozorenje:** Ribe eutanazirana MS-222, Benzocaine, natrijevim bikarbonatom ili Alka-Seltzer® se ne mogu rabiti za ljudsku prehranu..
 - e) Izlaganje otopini zasićenoj s ugljičnim dioksidom (CO₂):
 - f) Hlađenje tropskih riba
- 2) Sekundarne metode eutanazije riba (metode koje se ne mogu rabiti same; iza njih mora slijediti dodatna metoda koje će osigurati smrt):
 - a) Oštar udarac u glavu. Ova metoda mora biti upotpunjena iskrvarenjem (putem rasijecanja velikih branhialnih žila ili kaudalnog dijela velike repne žile ili dekapitacijom (pomoću oštrog noža)
 - b) Izmjenična ili jednosmjerna električna struja dovoljne snage.
 - c) Hlađenje riba koje nisu tropske u soli.

Koža i ljuske

Koža riba se bitno razlikuje od kože kopnenih kralježnjaka. Uslijed nedostatka potkožnog tkiva, koža je čvrsto povezana s podlogom i samo na nekim mjestima (dijelovi trbuha, škržni poklopci, područja oko peraja) je pokretna.

Epiderma je prozirna i ne orožnjava. Površina je prekrivena sluzi koja kožu čini glatkom i smanjuje trenje pri kretanju. Važno svojstvo sluzi je da veže i obara mulj što ribi olakšava disanje.

- Vanjski sloj je mukozan (cuticle) sloj sastavljen od sluzi, muko/polisaharida i imunoglobulina.
- Epiderma (malpighijeve stanice razasute po epidermi zadržavaju mogućnost umnažanja)
- Dermis
- Ljuske (kalcificirane ploče koje započinju u dermisu i pokrivaju epidermu)



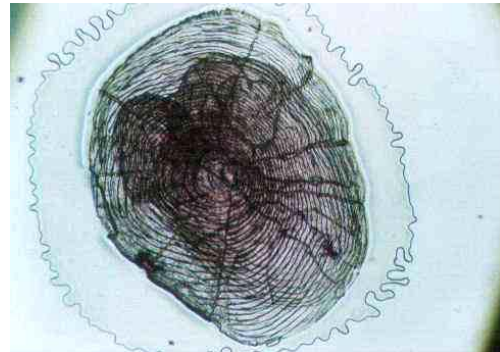
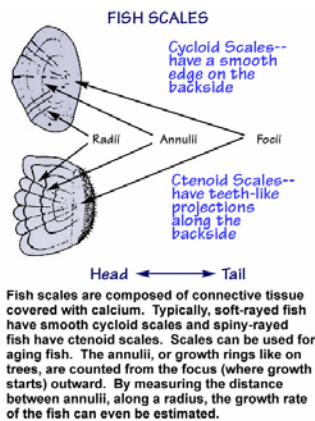
Shematski prikaz kože ribe



Lista građevnih dijelova kože riba.

- 1) Epiderma
- 2) Alarmne stanice – luče tvari koje alarmiraju druge ribe
- 3) Dermis
- 4) Pigmentne stanica
- 5) Masno tkivo

Ljuske. Koža mnogih riba pokrivena je ljuskama (eng. scales). Kalcificirana ljuska šarana raste od sredine (focus) stvarajući koncentrične krugove (circuli, annuli, growth rings). Što je rast ribe intenzivniji, to tu ti prstenovi širi. Ukoliko rast stagnira, prstenovi će biti uži. Zona uskih prstenova se fiziološki javlja zimi i prema njima možemo utvrditi starost ribe. U stanicama kože možemo naći pigmente koji ribi daju boju. U skladu s podražajima iz okoline ili fiziološkog stadija ribe, živčani sustav može stimulirati promjenu boje kože. Ukoliko se pigment rasprši po stanici, stanica će poprimiti tamnu boju. Nasuprot tome, ukoliko se riba nađe u svijetloj okolini, pigment će se zbiti u okolini jezgre i osnovna boja stanica kože, a time i same kože će poprimiti svijetlu boju.



Koncentracija kisika. Boja kože varira ovisno o koncentraciji kisika u vodi; pri izobilju kisika boja kože je tamnija dok je pri hipoksiji boja kože svijetla. Tu ćemo činjenicu koristiti poglavito prilikom transporta – ukoliko uočimo svijetlu boju riba, potrebno je poduzeti mjere kako bi se spriječila hipoksija. Ukoliko riba uginje i ispliva na površinu, dio koji je izvan vode potamni (kontakt s kisikom).

Rad: Pregledati kožu šarana. Iz kaudodorzalnih partija uzeti jednu ljusku, oprati je i pogledati prema svjetlu. Potom staviti na predmetnicu, dodati veću kap vode; tako da ljuska pliva u vodi i promatrati pod malim povećanjem mikroskopa. Na osnovi ljuske potrebno je odrediti starost šarana.

Tjelesni otvori

Usta riba su različito smještene i različite su veličine. Riba grabljivice, kao primjerice štika, imaju velika usta smještena kranijalno na glavi. Šaran koji traži hranu u mulju ima usta koja se produžuju u malo rilce.

Analni otvor se nalazi ventralno na trupu. Smješten je neznatno ispred zajedničkog mokraćno-spolnog otvora. Kod soma je teško po vanjskim znacima odrediti spol, a ta informacija nam je vrlo važna prilikom umjetnog mriještenja. Stoga se koristi adaptirani endoskop kako bi se preko mokraćno-spolnog otvora vidjele gonade i odredio spol ribe.

Rad: Uočiti kako šaran formira usta u kratko rilce. Sondirati analni i mokraćno-spolni otvor.

Osjetni organi

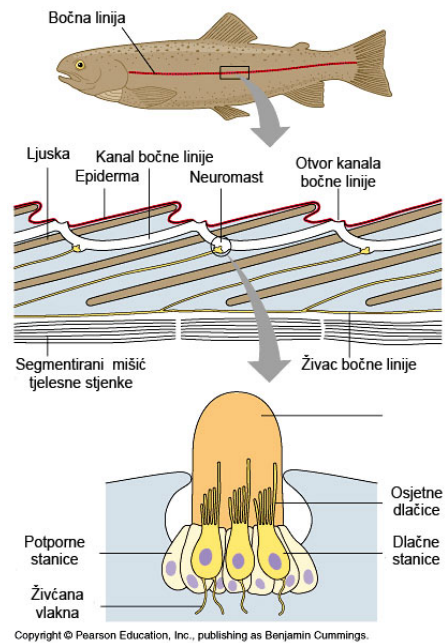
Oči riba su smještene bilateralno na glavi; nemaju kapaka, a leća ne može mijenjati oblik.

Organ njuha smješten je u svije simetrično postavljene cjevaste šupljine na vrhu glave. Svaka šupljina ima po dva nosna otvora i ne komunicira niti s usnom niti sa ždrijelnom šupljinom.

Okusni organi razmješteni su p brcima, usnama, nepčanim jastučićima i repu.

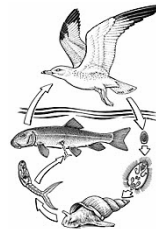
Organ bočne linije (linea lateralis, eng. lateral line) vidi se kod svake strane na tijelu šarana, a sastoji se od niza malih otvora. Kratke vertikalne cijevi spajaju ove otvore sa cijevi koja se proteže duž cijelog tijela ribe. U proširenjima ovog cjevastog organa se nalaze živčani završeci pomoću kojih riba percipira i najfinije valove.

Rad. Izvaditi očnu jabučicu na predmetnicu i rasjeci je škarama da se vidi leća. Skalpelom otvoriti nosnu šupljinu. Ucrtati na sliku šarana brkaste izdanke i organ bočne linije.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Tkivo očne jabučice ribe nužno je pregledati pri sumnji na diplostomiazu (eng. fish eye-fluke disease). Uzročnik je *Diplostomum spathaceum* – parazit iz porodice metilja.

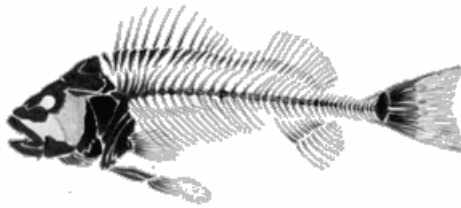
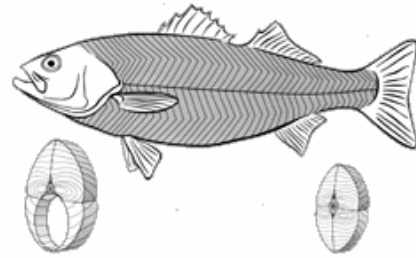


Životni ciklus *Diplostomum spathaceum*.

Mišićje i kostur



Mišićje. Glavnu mišićnu masu tvori veliki postrani mišić koji se proteže bilateralno od glave do repa, a sastoji se od mišićnih ploča (miomera, myotomes) povezanih vezivnotkivnim opnama (mioseptama). Građa mišića se osobito dobro vidi ukoliko se riba skuha i tada, gledano od repa, miomere imaju oblik slova W. Osim tankog crvenog mišića koji leži površinski ispod bočne linije, mišićje riba je bjelkaste boje zbog slabe vaskularizacije.



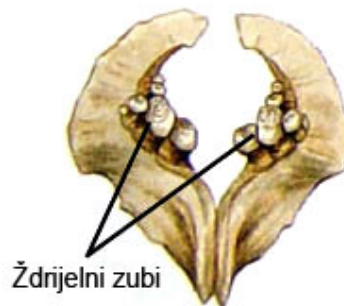
Kostur. Osnovu kostura čini kralježnica na koju se postrance hvataju rebra, a kranilano kosti glave. Na postrane dijelove glave prihvaćaju se škržni poklopci. Tvrdi osnovu škrge čine koštani škržni lukovi. Grabežljive ribe, poput pastrve, imaju na kostima čeljusti nekoliko nizova zubiju, a šaranske ribe imaju tzv. ždrijelne zube. Ventralni nastavci kralješnice u kaudalnom dijelu tvore hemalni kanal kojim prolaze krvne žile repa.

Rad. Postrance na tijelu odstraniti dio kože širine dva prsta od leđa do trbuha tako da se vide veliki postrani i crveni mišić. Uočiti miomere i miosepte.

Usna i ždrijelna šupljina

Usna šupljina riba nema žlijezda slinovnica. Na dorzalnoj strani nalazi se nepčani jastučić koji služi kao organ okusa i pomaže akt gutanja.

Ždrijelo. Aboralno se usna šupljina nastavlja u ždrijelnu šupljinu gdje su kod šarana smješteni ždrijelni zubi. Ždrijelni zubi su perforirani peti škržni lukovi a nalaze se na ventralnoj stijenci ždrijelne šupljine. Njihov broj i razmještaj je karakterističan za određivanje vrste. Primjerice, zubna formula šarana je: 1.1.3 – 3.1.1). Na dorzalnoj stijenci ždrijela nalazi se orožnjala ploča koja zajedno s zubima služi mljevenju hrane.

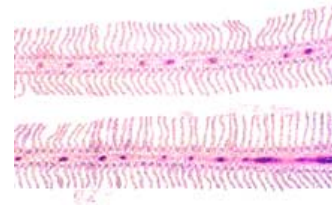
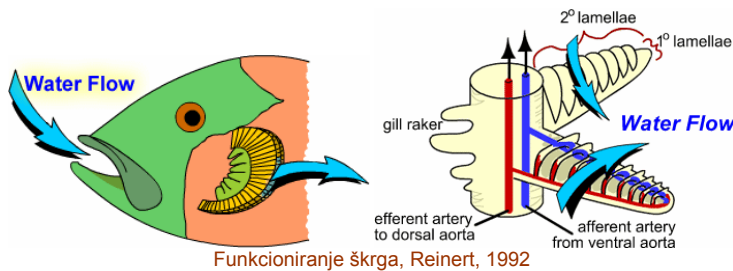
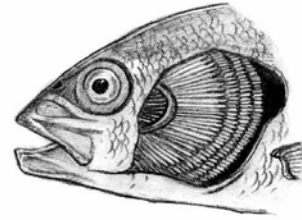


Rad. Škarama razrezati postrano usta i rez nastaviti ventralno od škržnog poklopca. Odstraniti škržni poklopac da se dobije uvid u usnu i ždrijelnu šupljinu. Uočiti položaj nepčanog jastučića i ždrijelnih zuba. Ždrijelni zubi bolje će se vidjeti ukoliko nakon pregleda škržne šupljine odrežemo cijelu glavu.

Škržna šupljina

Škržna šupljina se nalazi kaudoventralno na glavi. Sa svake strane je pokrivena škržnim poklopcem, o od usne šupljine je odijeljena sa svake strane sa četiri škržna luka i procjedinim nastavcima.

Škrge (eng. gills) su posebni nabori kože gdje krvne kapilare dolaze posve na površinu. Taj, gotovo izrani kontakt kapilara i vode, omogućava izmjenu plinova između vode i krvi i time škrge obavljaju svoju funkciju organa za disanje. Osnovu svake škrge čini koštani škržni luk na koji se prihvaćaju po dva reda finih škržnih listića. Mehanizam disanja riba osniva se na cirkulaciji vode preko škrge što je omogućeno dizanjem i spuštanjem škržnih poklopaca.



Primarne i sekundarne lamele H&E, 16X

Branhiostegmalna membrana. Vodu poput jednosmjernog ventila usmjerava:

- tanka branhiostegmalna membrana koja je smještena na rubu škržnih poklopaca i
- respiratorni zalisci – duplikature sluznice smještene oralno u usnoj šupljini.

Branchiostegal membrana (lat. branchia, škrge. gr. branchiostegal škržni poklopac); membrana koja povezuje branchistegale i zatvara škržnu šupljinu s ventralne strane.

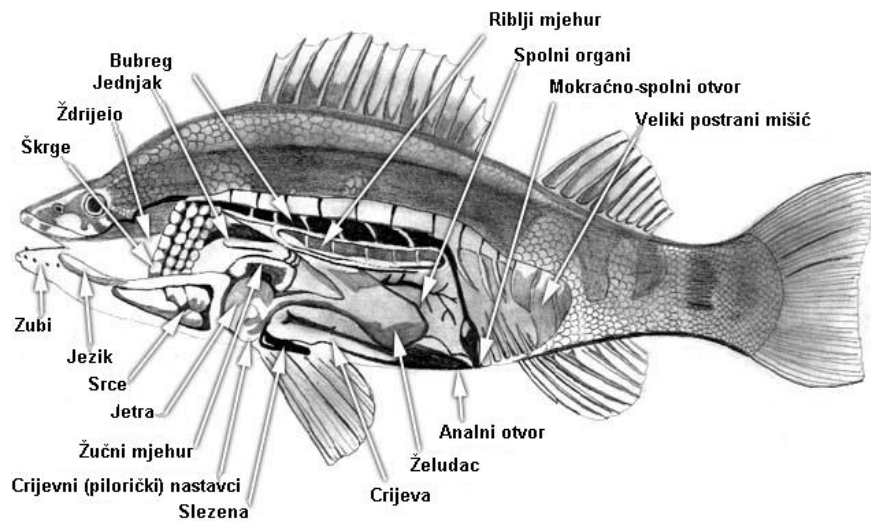
Branchistegale – uske kosti koje podupiru škržnu membranu.

Rad. Škržni poklopac je odstranjen već kod pregleda usne i ždrijelne šupljine. Na njegovom stražnjem rubu valja uočiti branhistegmalnu membranu kao i respiratorne zaliske u o otvorenoj usnoj šupljini. Zarezivanjem škarama dorzalno i ventralno izvade se škrge i stave se u petrijevu šalicu s vodom da se uoči njihova građa. Nekoliko škržnih listića treba odrezati i staviti ina predmetnicu, te dodati kap vode, pokriti pokrovnim stakalcem i promatrati pod malim povećanjem mikroskopa.

Trbušna šupljina i organi u njoj

Trbušna, tjelesna ili peritonealna šupljina se proteže cijelom dužinom trupa, ventralno od kralježnice. Peritoneum i organi trbušne šupljine su glatki, sjajni i vlažni.

Unutrašnja anatomija ribe



Probavni trakt riba koje se hrane biljnom hranom je duži od riba grabežljivica. Šarana nema želuca, a crijevo, koje je 2-2.5 puta duže od dužine tijela čini nekoliko (7) zavoja u trbušnoj šupljini. Pastrva naprotiv, ima savijeni želudac i vrlo kratko crijevo čiju resorptivnu površinu povećava 40 crijevnih (piloričkih) nastavaka.

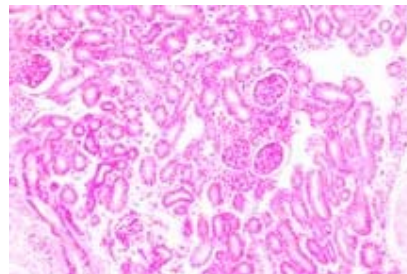
Jetra. Glavni probavni organ je jetra koja na koju otpada 1-4% tjelesne mase. Sedam režnjeva jetre šarana utisnuto je među zavoje crijeva. Kod pastrve jetra je kompaktna.

Gušterača. Tkivo gušterače pastrva leži između crijevnih nastavaka. Kod šarana, naprotiv, gušterača kao organ, nemamo već je tkivo koje obavlja funkciju gušterače raspršeno u tkivu jetre (2 u jednom) uz ogranke vena portae (portal vein).

Slezena šarana je pokrivena režnjevima jetre a lako se uočava po tamno crvenoj boji. Slezena pastrva je smještena na donjem zavoju želuca.

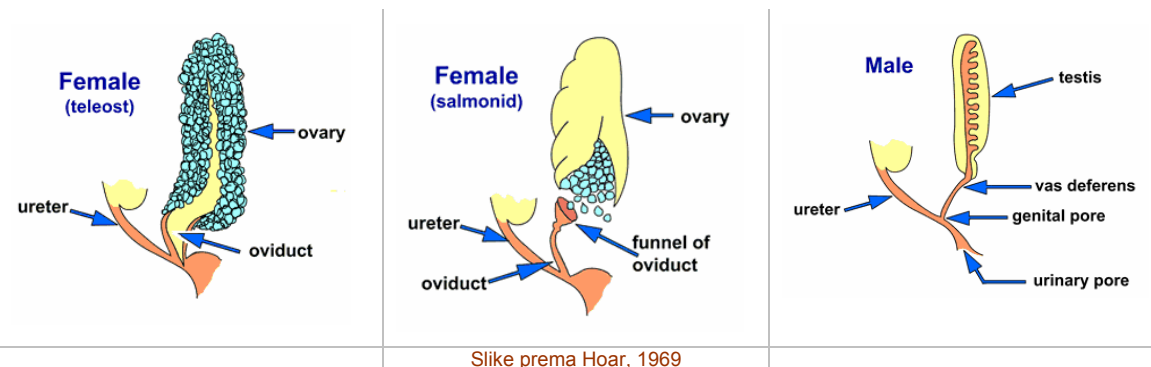
Riblji mjehur je filogenetski gledano izbočenje probavnog trakta. Stoga je kod nekih riba sačuvana veza s probavnim traktom (ductus pneumaticus). Riblji mjehur šarana podijeljen je na dva djela; prednji veći i stražnji manji dio. Mjehur ima dvostruk stjenku; vanjsku mliječno bijelu i unutarnju prozirnu ovojnicu.

Bubrezi se kao parni tračci protežu duž ventralne strane kralježnice. Razlikujemo srednji bubreg u području stražnjeg dijela lubanje, prvih kralježaka i iznad srca, srednji bubreg ispod kralježnice i stražnji bubreg smješten u kaudalnom dijelu trbušne šupljine. Srednji bubreg šarana ima velike režnjeve koji poput sjedala pokrivaju zračni mjehur. Mokraćovodi se ulijevaju u zajednički mokraćno-spolni otvor.



Stražnji bubreg, ekskretorni dio, 10X

Gonade većine riba su parne i nalaze se bilateralno uz stjenku trbušne šupljine. Već i kod spolno nedozrelih jedinki mogu se razlikovati testisi od ovarija. Testisi su bijele boje i kod starijih jedinki na presjeku istječe mliječ. Ovariji su žute boje i zrnate građe, a kod starijih jedinki na presjeku se vidi ikra. Spolni produkti izlaze preko zajedničkog mokraćno-spolnog otvora.



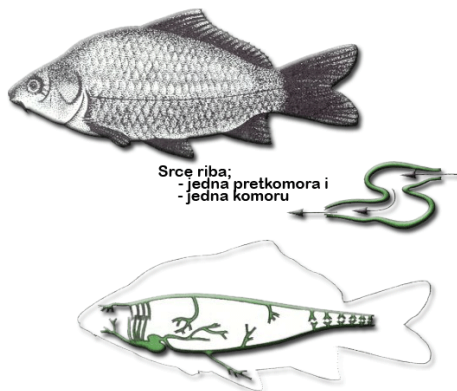
Rad. Otvoriti trbušnu šupljinu pomoću tri reza:

- Škarama se zarezne ispred anusa i tupi kraj škara se uvede u trbušnu šupljinu. Prvi rez ide ventralno po medijalnoj liniji i završava između škržnih poklopaca.
- Drugi rez počinje na istom mjestu, ide kraniodorzalno uz gornju stjenku trbušne šupljine, sve do dorzalnog ruba škržne šupljine.
- Treći rez ide uz rub škržnog poklopca i povezuje prva dva reza.

Na taj način je odstranjena stjenka trbušne šupljine i dobije se uvid u organe koji leže u njoj. Studenti trebaju u bilježnicu ucrtati organe smještene in situ, te ih potom pregledati.

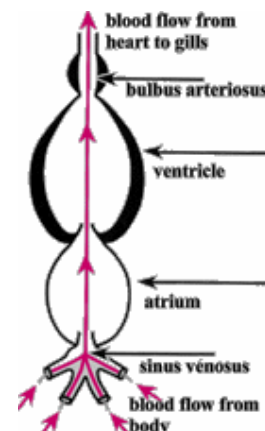
Srčana šupljina

Srčana ili perikardijalna šupljina je relativno mala trokutasta šupljina smještena ventralno ispod škržnih poklopaca, odvojena od škržna i tjelesne šupljine tankom dijafragmom. Srce je kod riba jednostavne građe. Venozna krv se skuplja u venoznom sinusu, dolazi u tanku pretkomoru i zatim u jaku mišićnu komoru. Komora jakim kontrakcijama ubacuje krv u uzlaznu aortu (aorta ascendens, ascending aorta) čije je početni dio proširen i građen od elastičnih i glatkih mišićnih vlakana bijele boje. Ovaj prošireni dio se naziva arterijska lukovica (bulbus arteriosus), a funkcija mu je da amortizira nagle impulse krvi koji dolaze iz srca; krv se u arterijskoj lukovici sakuplja te iz nje odlazi u krvotok u ravnomjernom mlazu.



Aorta. Kratka aorta se grana u škržne arterije (aa. branchiales) i dalje u škržne kapilare. Oksidiranu krv primaju odvodne škržne arterije (aa. epibranchiales) te se krv dalje sustavom krvnih žila odvodi do svih organa.

Rad. Otvoriti srčanu šupljinu, uočiti sve dijelove srca i veće krvne žile koje vode do srca.



Mozak i hipofiza

Mozak se nalazi u lubanjskoj šupljini zaštićen masnim tkivom. Na njemu se razlikuju gledano s kranio-dorzalne strane njušni živci, njušni režnjevi, vidni režnjevi, mali mozak, režnjevi n. vagus i produžena moždina. Ispod mozga u udubljenju baze lubanje se nalazi hipofiza koja je i kod riba 'dirigent hormonalnog orkestra'. Hipofiza se koristi prilikom hormonalne stimulacije riba za potrebe umjetnog mriještenja. Tom prilikom se pripravak dobiven od hipofize injekcijom ubrizgava u mišić ribe. Za tu svrhu je potrebno znati poziciju i način važenja hipofize.

Rad. Otvoriti lubanjsku šupljinu. Glavu odvojiti od trupa i postaviti na odrezani dio. Rezom iznad visine očiju odreže se dorzalni dio glave čime je odstranjen i krov lubanjske šupljine. Pažljivo se odmakne polu-tekuće masno tkivo i promotri mozak. Potom se mozak lagano odigne kako bi hipofiza postala dostupna. Hipofizu je potrebno pažljivo izvaditi i razgledati.

Literatura

- Ljuske <http://floridafisheries.com/images/fish-pic/scales.jpg>
- Ljuske - slika goldfish <http://www.kagaku.info/prepared9909/toysrus/toysrus05.htm>
- Shema kože <http://www.vet.ohio-state.edu/docs/vm608/anatomy/anatomy.html>
- Koža, histološki <http://trc.ucdavis.edu/mjguinan/apc100/modules/Integument/skin/alarm/alarm.html>
- Skalet <http://www.seaworld.org/infobooks/BonyFish/anatomy.html>
- Srce <http://www.seaworld.org/infobooks/BonyFish/anatomy.html>
- Gonade <http://www.vet.ohio-state.edu/docs/vm608/anatomy/anatomy.html>
- Bočna linija <http://fig.cox.miami.edu/~cmallery/150/neuro/senses.htm>
- Diplostomum spathaceum http://www.nature.ca/research/ccb_e.cfm, Dr Leslie H. Chappell - <http://www.abdn.ac.uk/zoology/parasites/fluke.htm>
- Ždrijelni zubi <http://www.kentuckyawake.org/natureNotebook/natureNotebook.cfm?ID=16>

Index

Adipose fin, 2
Anal fin, 2
Analni otvor, 5
Annuli, 4
Aorta, 9
Aorta ascendens, 9
Arterijska lukovica, 9
Ascending aorta, 9
Bočna linija, 5
Boja kože, 4

Branhiostegmalna membrana, 7
Bubrezi, 8
Bulbus arteriosus, 9
Caudal fin, 2
Circuli, 4
Dorsal fin, 2
Ductus pneumaticus, 8
Epiderma, 4
Eutanazija riba, 3
Fins, 2

Focus ljuske, 4
Gills, 7
Gonade, 9, 10
Growth rings, 4
Gušterača, 8
Jetra, 8
Koncentracija kisika, 4
Kostur, 6
Koža riba, 4
Krvotok riba, 9
Lateral line, 5
Leđna peraja, 2
Linea lateralis, 5
Ljuske, 4, 10
Masna peraja, 2
Mehanizam disanja riba, 7
Miomera, 6
Mioseptama, 6
Mišićje, 6
Mokračovodi, 8
Mozak, 9
Myotomes, 6
Oblik tijela, 2
Oči, 5
Određivanje spola, 5
Okusni organi, 5
Organ bočne linije, 5
Organ njuha, 5
Organi trbušne šupljine, 8
Osjetni organi, 5
Otvaranje trbušne šupljine, 9
Otvaranje trbušne šupljine, 9
Ovariji, 9
Pectoral fins, 2
Pelvic fins, 2
Peraje, 2
Peritonealna šupljina, 8
Pina adiposa, 2
Pinna analis, 2
Pinna caudalis, 2
Pinna dorsalis, 2
Pinnae, 2
Podjela tijela ribe, 2
Podrepina peraja, 2
Probavni trakt, 8
Prsne peraje, 2
Pterygia pectoralia, 2
Pterygia ventralia, 2
Repna peraja, 2
Respiratorni zalisci, 7
Ribe dna, 2
Ribe mirnih i gusto obraslih voda, 2
Riblji mjehur, 8
Scales, 4, 10
Slezena, 8
Srčana šupljina, 9
Škrge, 7
Škržna šupljina, 7
Škržne arterije, 9
Škržni lukovi, 6
Testisi, 9
Trbušna šupljina, 8
Trbušne peraje, 2
Usna šupljina, 6
Usta riba, 5
Žbice peraja, 2
Ždrijelni zubi, 6
Ždrijelo, 6
Želudac, 8