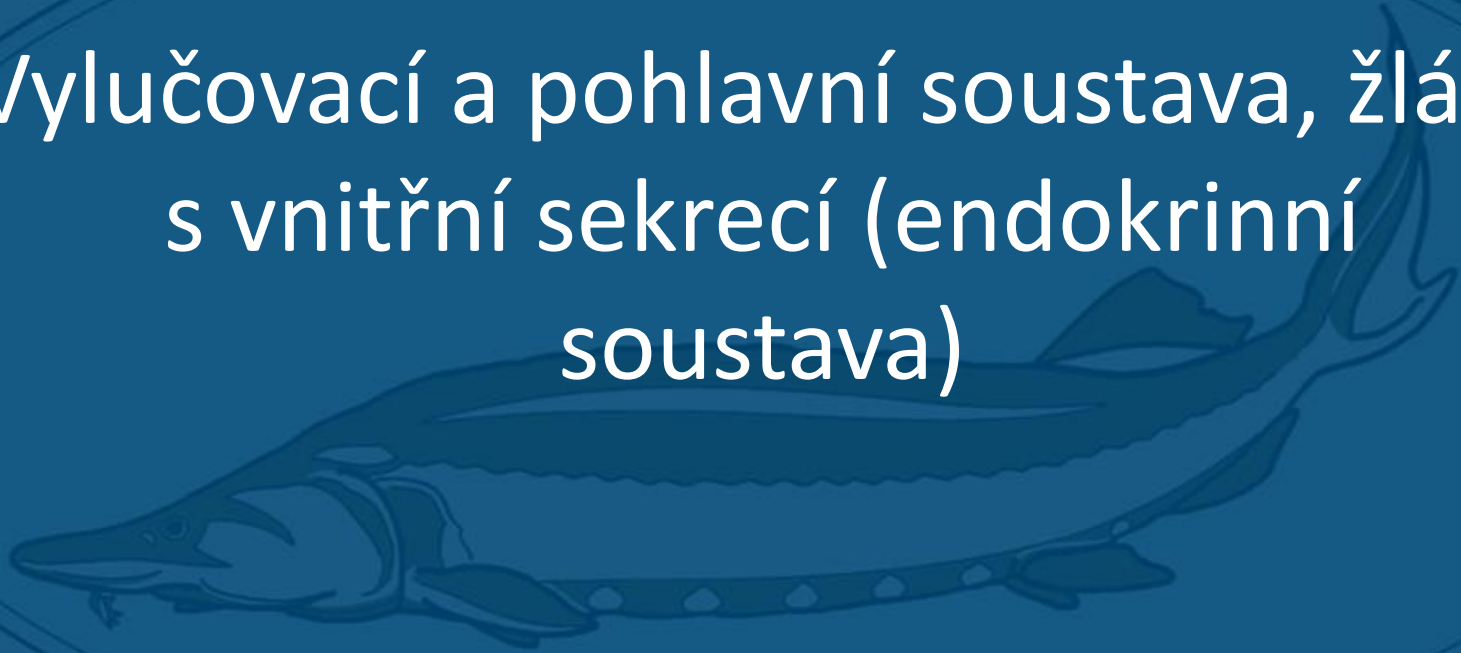


Vylučovací a pohlavní soustava, žlázy
s vnitřní sekrecí (endokrinní
soustava)

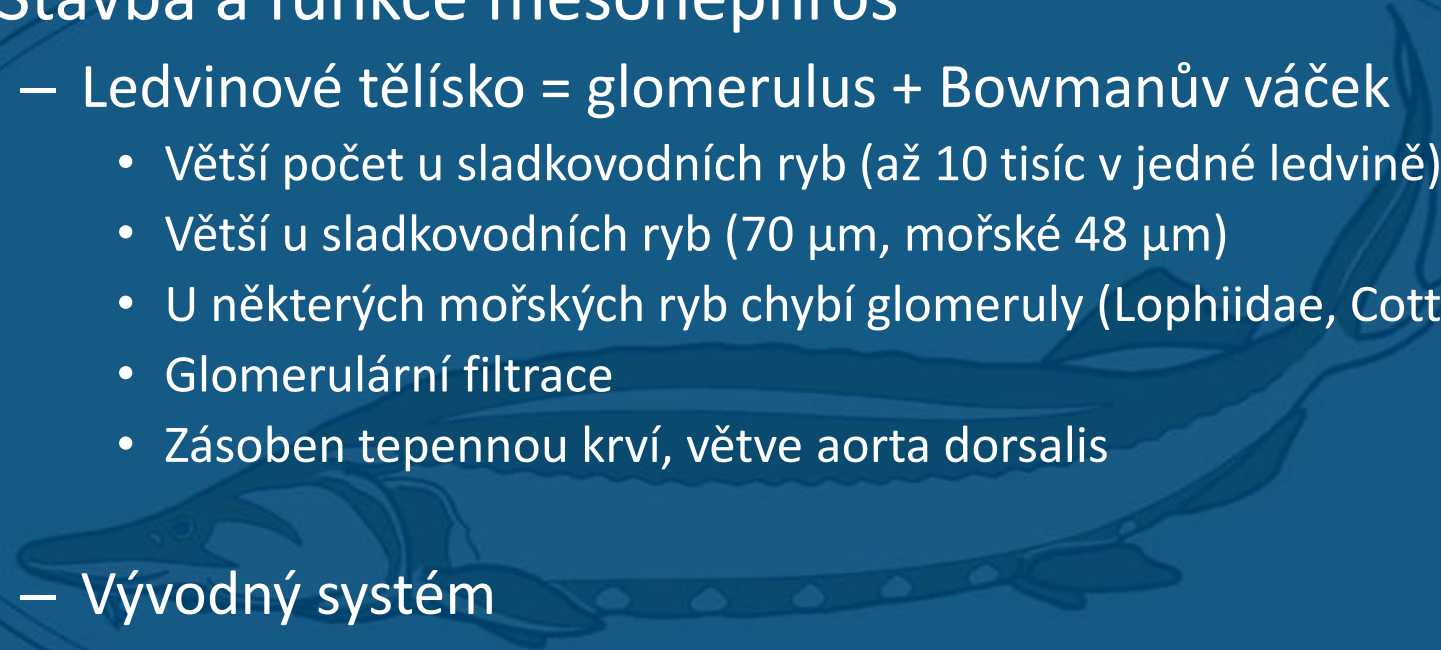


Soustava vylučovací

- Ledviny

- Párový orgán, uloženy retroperitoneálně
- Exkreční a osmoregulační funkce
- Kraniální část – krvetvorba, lymfatický orgán, endokrinní funkce
- pronephros
 - Larvální stadia ryb
 - Neprhrostromum – otevřená nálevka, glomerulus externus, Wolffův vývod
- mesonephros
 - Většina *Actinopterygii*
 - Glomerulus, Bowmanův váček
 - Primární močovod = Wolffův vývod = *ductus mesonephricus*
- metanephros
 - Vyšší obratlovci
 - Částečně u některých ryb (úhoř – ocasní část ledvin), *opistonephros*
 - Sekundární močovod = *ureter*

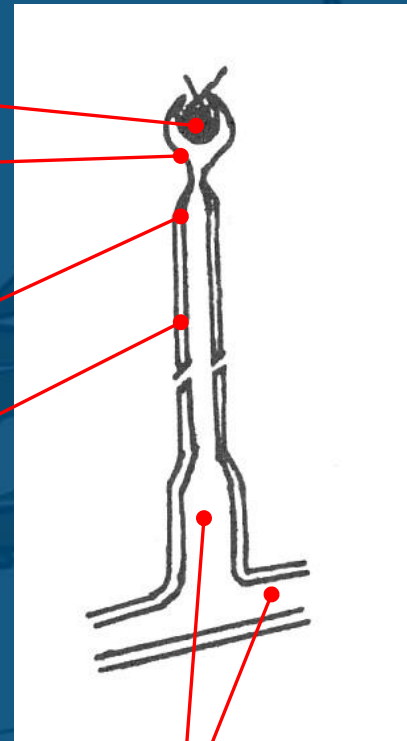
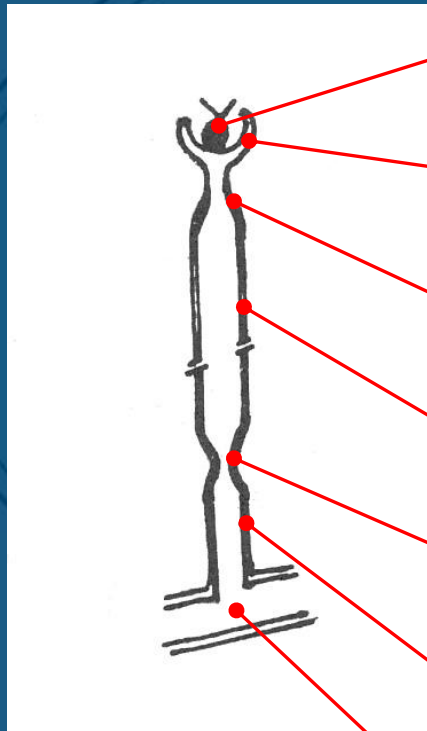
Soustava vylučovací

- Stavba a funkce mesonephros
 - Ledvinové tělísko = glomerulus + Bowmanův váček
 - Větší počet u sladkovodních ryb (až 10 tisíc v jedné ledvině)
 - Větší u sladkovodních ryb (70 μm , mořské 48 μm)
 - U některých mořských ryb chybí glomeruly (Lophiidae, Cottidae,..)
 - Glomerulární filtrace
 - Zásoben tepennou krví, větve aorta dorsalis
 - Vývodný systém
 - Proximální tubuly I. a II., intermediální segment (pouze sladkovodní ryby), distální tubulus, ductus mesonephricus
 - Tubulární resorbce
- 

Stavba nefronu u ryb

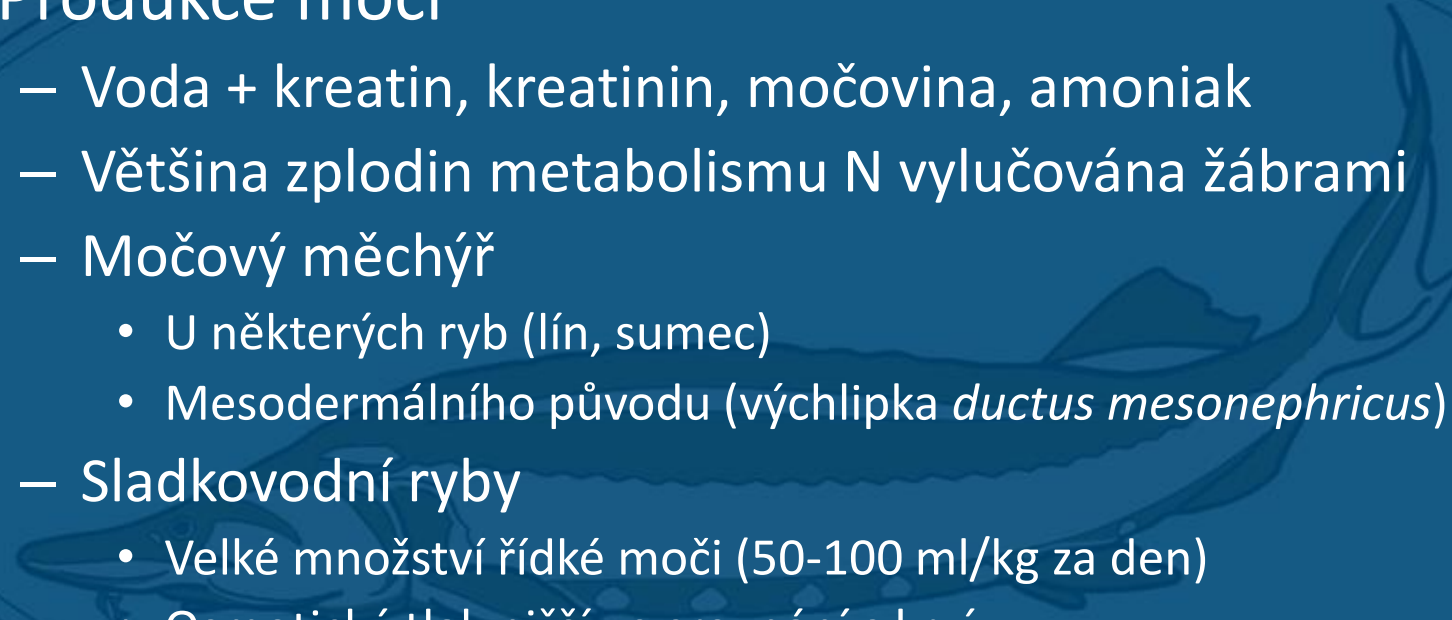
Sladkovodní *Teleostei*

Mořské *Teleostei*



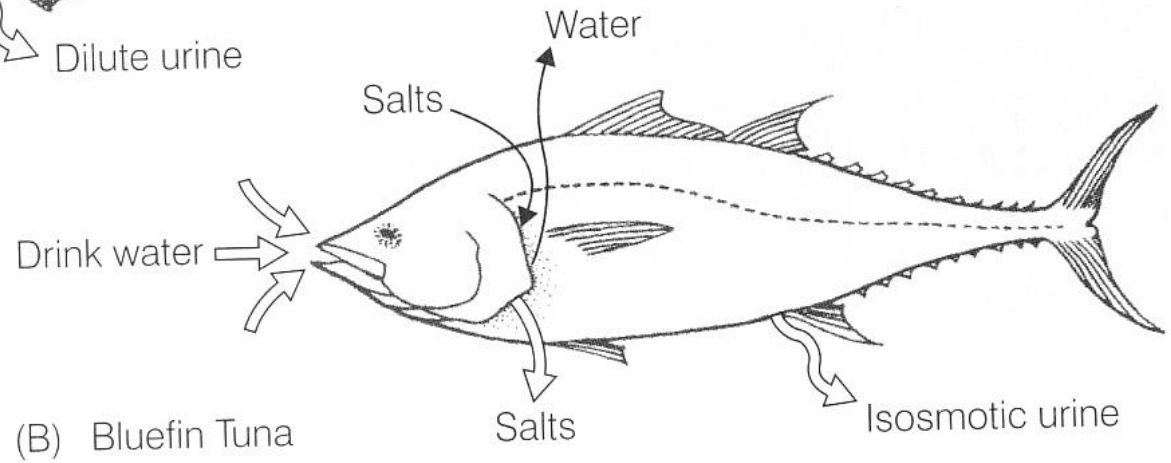
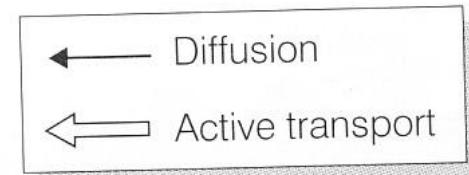
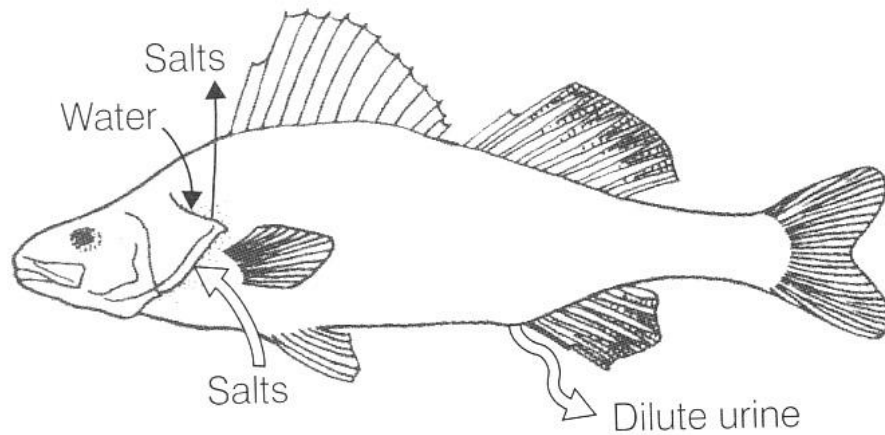
- Glomerulus
- Bowmanův váček
- Proximální tubulus (segment I)
- Proximální tubulus segment II
- Intermediální segment
- Distální tubulus
- Sběrný kanálek (*ductus mesonephricus*)

Soustava vylučovací

- Produkce moči
 - Voda + kreatin, kreatinin, močovina, amoniak
 - Většina zplodin metabolismu N vylučována žábry
 - Močový měchýř
 - U některých ryb (lín, sumec)
 - Mesodermálního původu (výchlipka *ductus mesonephricus*)
 - Sladkovodní ryby
 - Velké množství řídké moči (50-100 ml/kg za den)
 - Osmotický tlak nižší ve srovnání s krví
 - Mořské ryby
 - Malé množství koncentrované moči (2-5 ml/kg za den)
 - Osmotický tlak srovnatelný s krví
- 

Princip osmoregulace u ryb

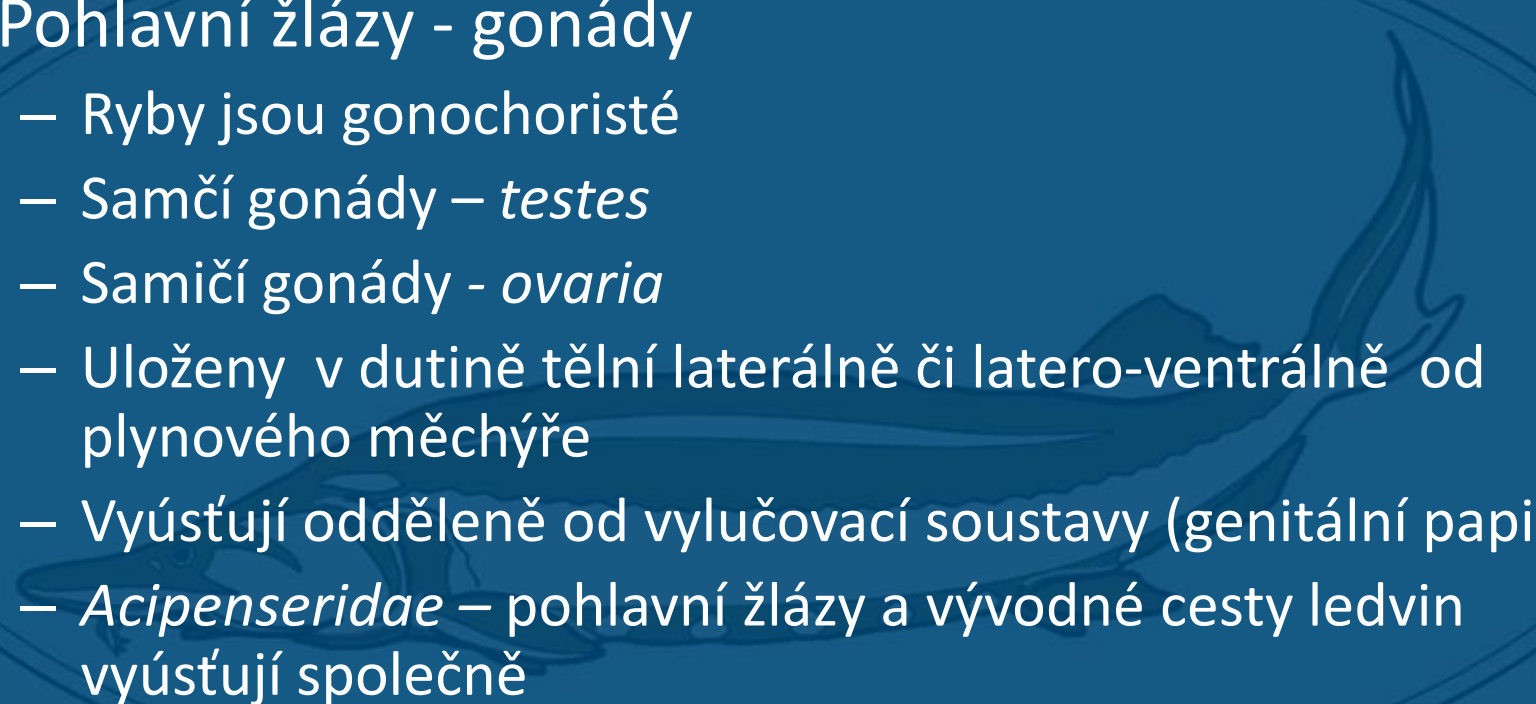
(A) Yellow Perch



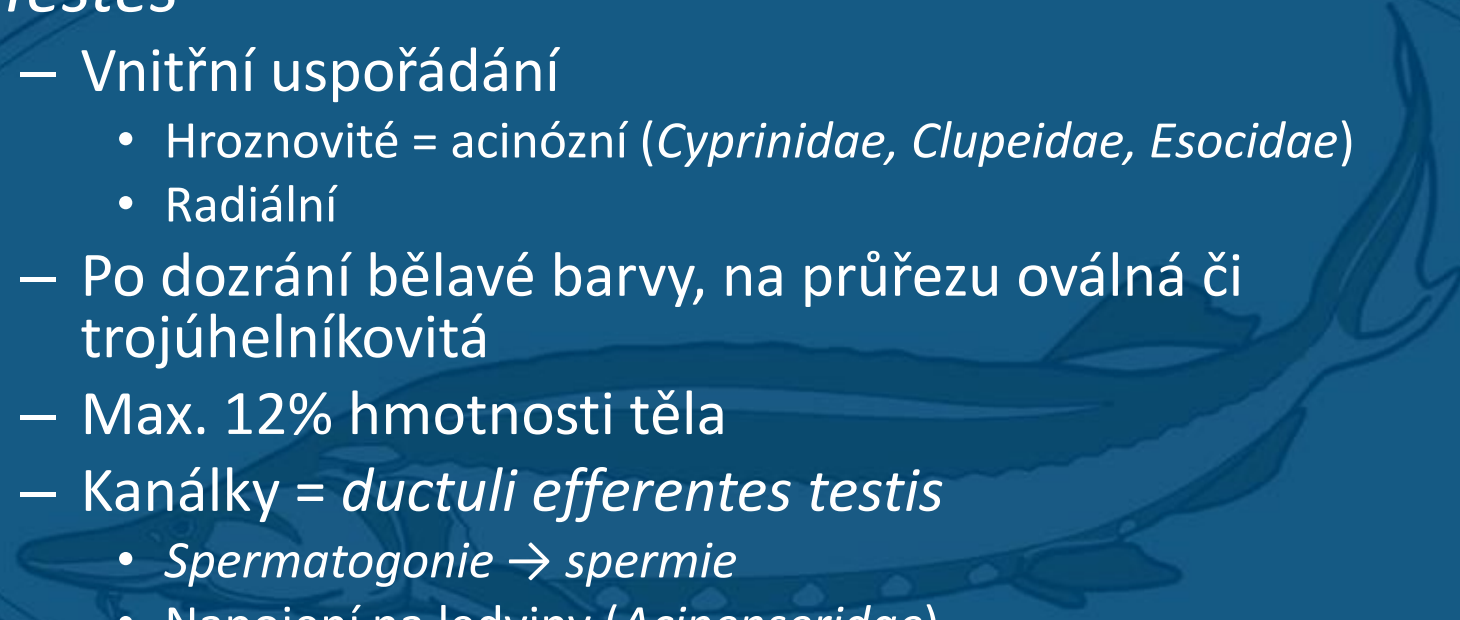
Soustava vylučovací

- Regulace exkrece a osmotického tlaku
 - Čistě humorální
 - Změny aktivity transportních mechanismů na membráně buněk
 - Rychlá odezva
 - Regulace syntézy proteinů uplatňujících se při transportu iontů přes membrány buněk
 - Pomalá odezva
 - Druhy stenohalinní a euryhalinní
 - Prolaktin
 - Snižuje prostupnost pro vodu
 - Stimulace příjmu Na^+ a Cl^- přes žábry
 - Kortizol
 - Stimulace příjmu Na^+ a Cl^- přes žábry u sladkovodních ryb při stresu
 - Redukce příjmu Na^+ a Cl^- a zvýšení příjmu vody u mořských ryb

Soustava pohlavní

- Pohlavní žlázy - gonády
 - Ryby jsou gonochoristé
 - Samčí gonády – *testes*
 - Samičí gonády - *ovaria*
 - Uloženy v dutině tělní laterálně či latero-ventrálně od plynového měchýře
 - Vyústují odděleně od vylučovací soustavy (genitální papila)
 - *Acipenseridae* – pohlavní žlázy a vývodné cesty ledvin vyústují společně
- 

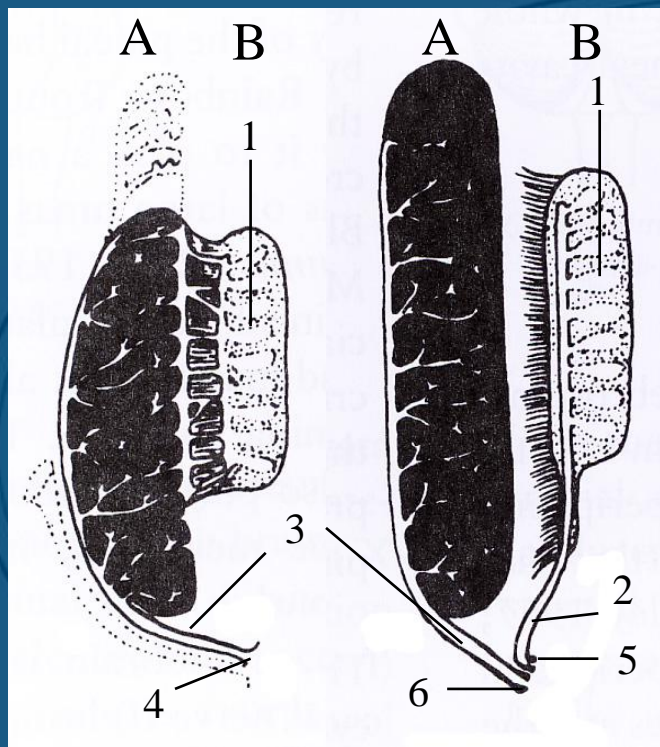
Soustava pohlavní

- *Testes*
 - Vnitřní uspořádání
 - Hroznovité = acinózní (*Cyprinidae, Clupeidae, Esocidae*)
 - Radiální
 - Po dozrání bělavé barvy, na průřezu oválná či trojúhelníkovitá
 - Max. 12% hmotnosti těla
 - Kanálky = *ductuli efferentes testis*
 - *Spermatogonie* → *spermie*
 - Napojení na ledviny (*Acipenseridae*)
 - Samostatný vývod = *ductus spermaticus (Teleostei)*
 - *Spermie*
 - V pohlavních vývodech nepohyblivé
 - Aktivace vodou, pohyblivé krátkou dobu (max. několik minut)
- 

Soustava pohlavní

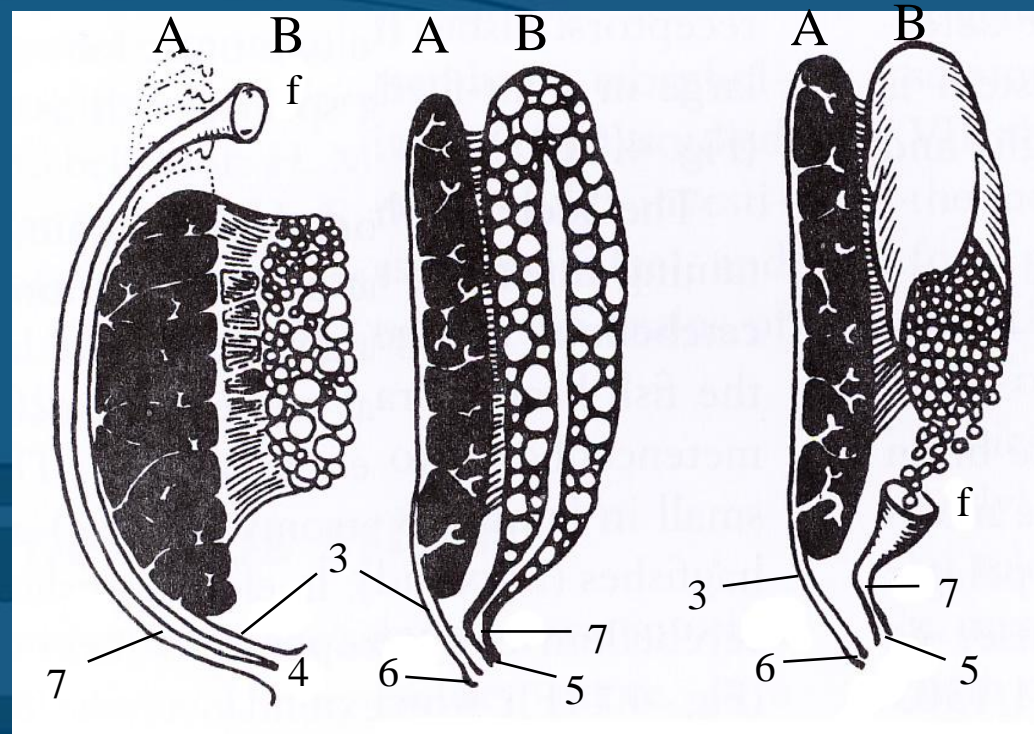
- *Ovaria*
 - značná variabilita ve tvaru a velikosti
 - Častá asymetrie
 - Mohou tvořit až 70% hmotnosti těla
 - Vnitřní stavba
 - Vajíčka = jikry
 - Přepažující lišty podélné (makrela, treska) či příčné (okoun, candát)
 - Vývodné cesty
 - Uzavřený vejcovod vzniklý z peritonea (většina ryb)
 - krátká nálevka, abdominální pór (*Salmonidae*)
 - Otevřený vejcovod s nálevkou (*Acipenseridae*)
 - Vyústění na pohlavní papile, může být protažena v kladélko (*Rhodeus*)
 - Oplození
 - Vnější – oviparie
 - Vnitřní – ovoviviparie, folikulární gestace (např. *Poeciliidae*)
 - *Acipenseridae* – pohlavní žlázy a vývodné cesty ledvin vyúsťují společně

Stavba urogenitálního systému různých skupin ryb



Acipenseridae

Teleostei



Acipenseridae

Teleostei I

Teleostei II

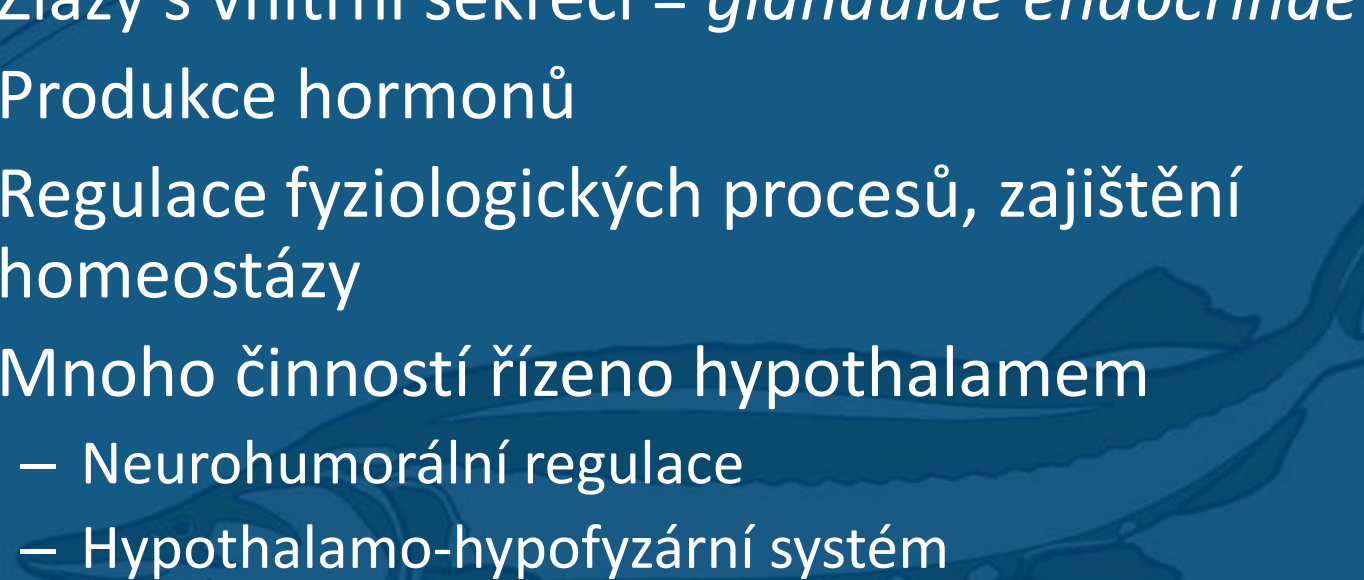
A – ledvina
B – varle
C – vaječník

1 – *ductuli efferentes*
2 – *ductus spermaticus*
3 – *ductus mesonephricus*

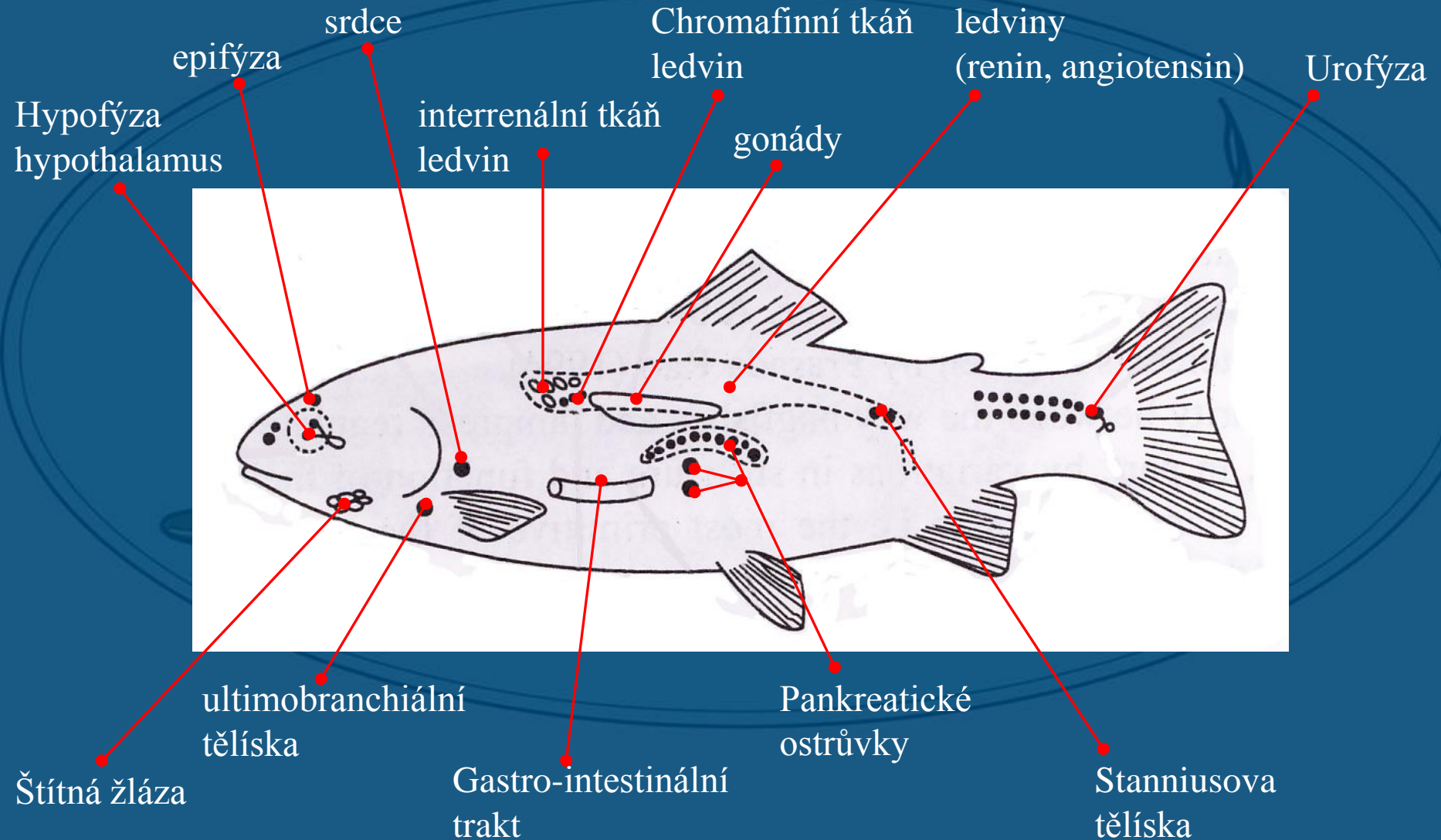
4 - kloaka
5 – genitální papila
6 – močový pór

7 - vejcovod
f - nálevka vejcovodu

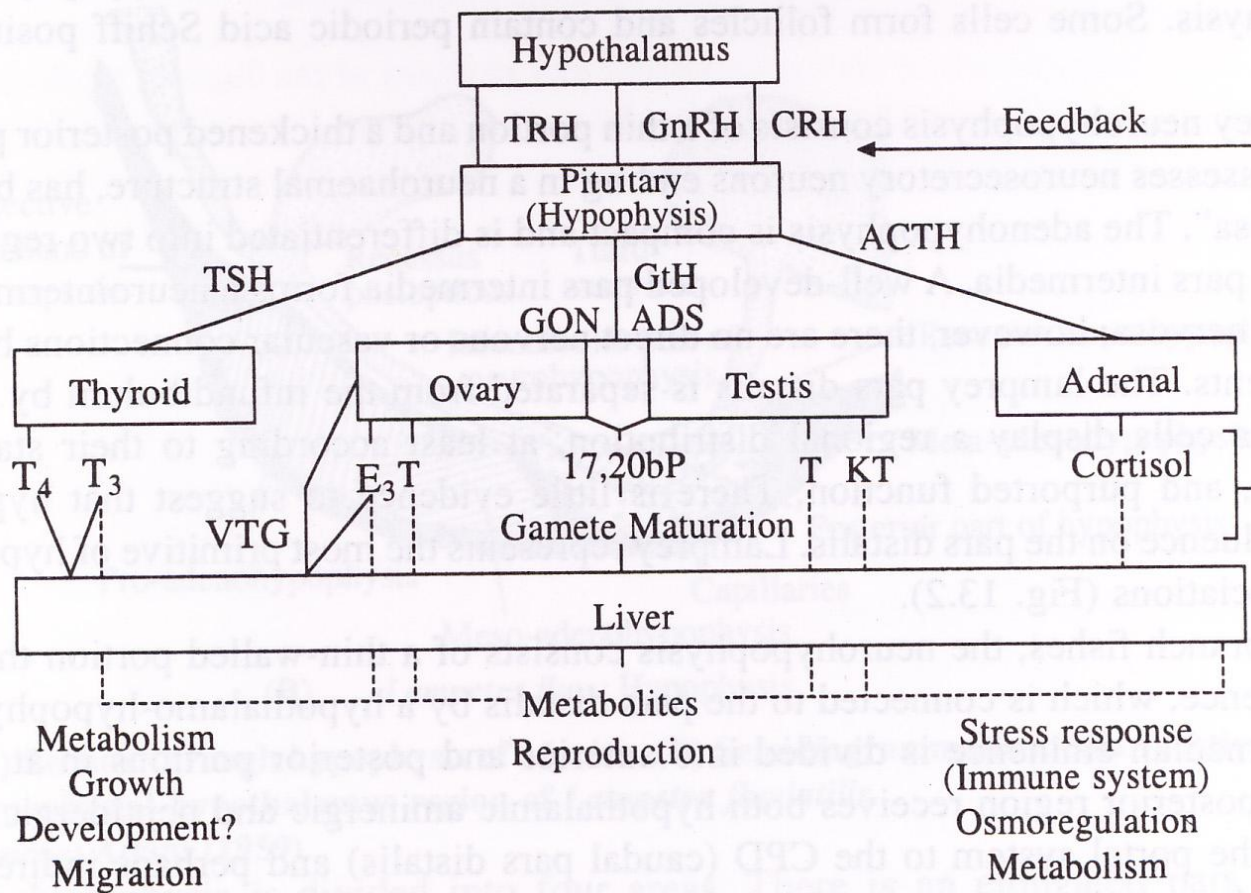
Soustava endokrinní

- Žlázy s vnitřní sekrecí = *glandulae endocrinae*
 - Produkce hormonů
 - Regulace fyziologických procesů, zajištění homeostázy
 - Mnoho činností řízeno hypothalamem
 - Neurohumorální regulace
 - Hypothalamo-hypofyzární systém
- 

Endokrinní žlázy ryb - schema



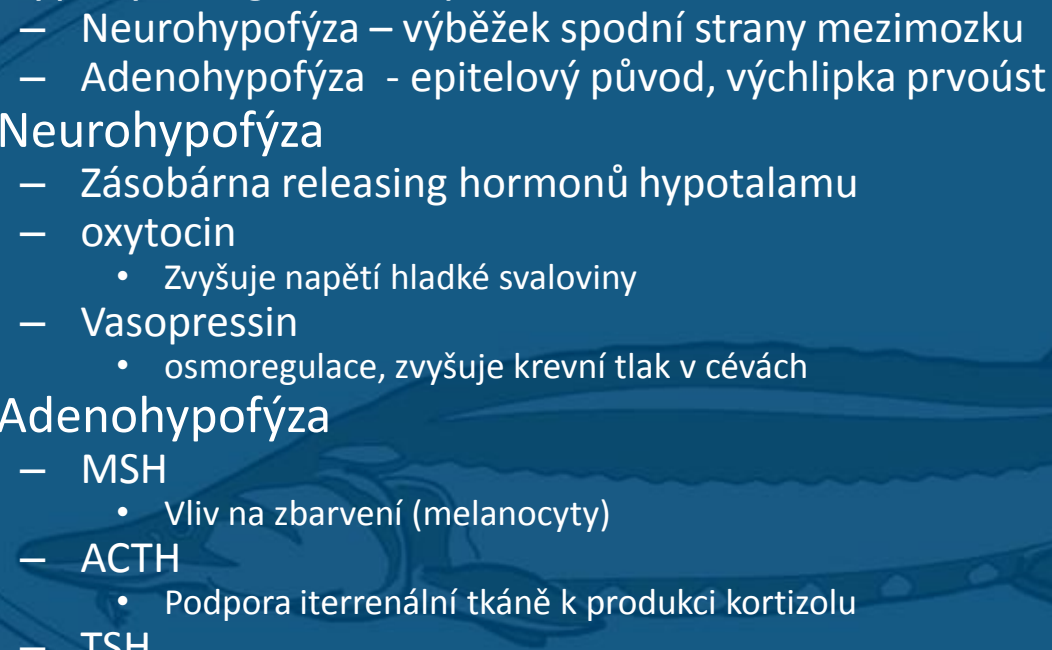
Princip humorální regulace



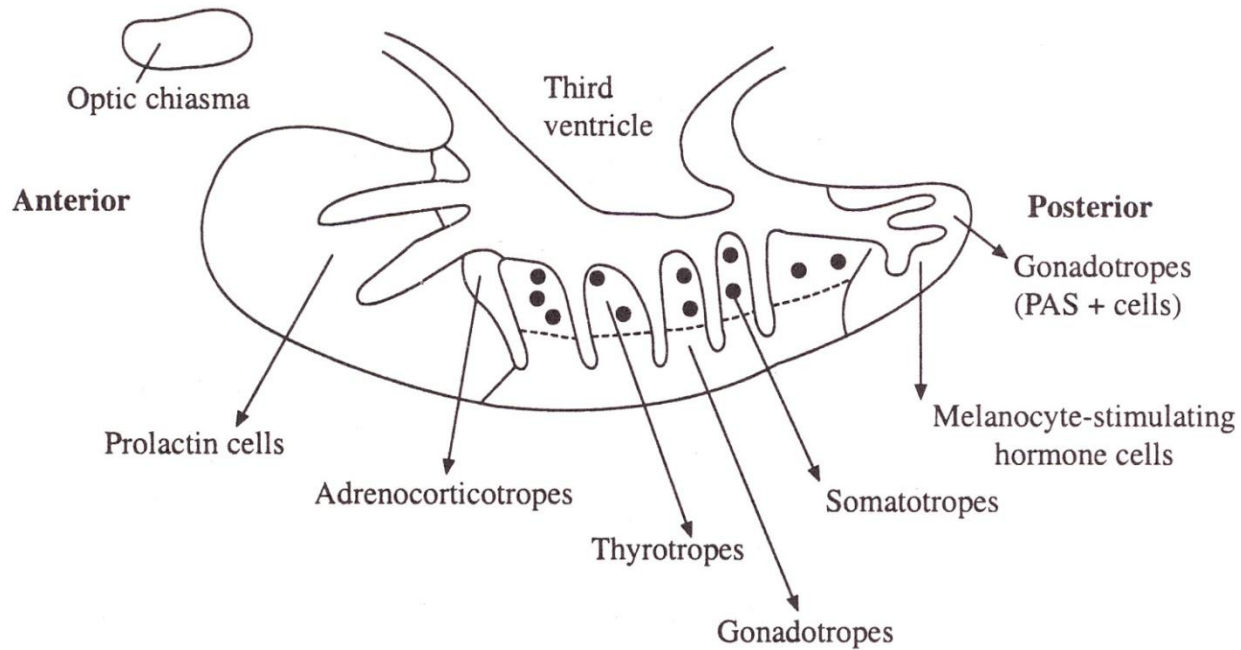
TRH = thyrotrophin releasing hormone;
 GnRH = gonadotrophin releasing hormone;
 CRH = corticotrophin releasing hormone;
 TSH = thyroid stimulating hormone;
 GtH = gonadotrophins I and II;
 ACTH = adrenocorticotrophic hormone
 T₄ = thyroxine;

T₃ = triiodothyronine;
 E₂ = estradiol;
 T = testosterone;
 17,20βP = 17,20β-dihydroxy-4-pregnen-3-one;
 KT = 11-ketotestosterone;
 VTG = vitellogenin.

Soustava endokrinní

- Hypofýza = *glandula pituitaria*
 - Neurohypofýza – výběžek spodní strany mezimozku
 - Adenohypofýza - epitelový původ, výchlipka prvoúst
 - Neurohypofýza
 - Zásobárna releasing hormonů hypotalamu
 - oxytocin
 - Zvyšuje napětí hladké svaloviny
 - Vasopressin
 - osmoregulace, zvyšuje krevní tlak v cévách
 - Adenohypofýza
 - MSH
 - Vliv na zbarvení (melanocyty)
 - ACTH
 - Podpora iterrenální tkáně k produkci kortizolu
 - TSH
 - Podpora činnosti štítné žlázy k produkci tyroxinu
 - GtH
 - Stimulace gonád
 - GH
 - růstový hormon, somatotropin
 - Prolaktin
 - Regulace příjmu Ca^{2+} žábami
- 

Stavba a funkce hypofýzy u ryb



← ADENOHYPHYSIS →

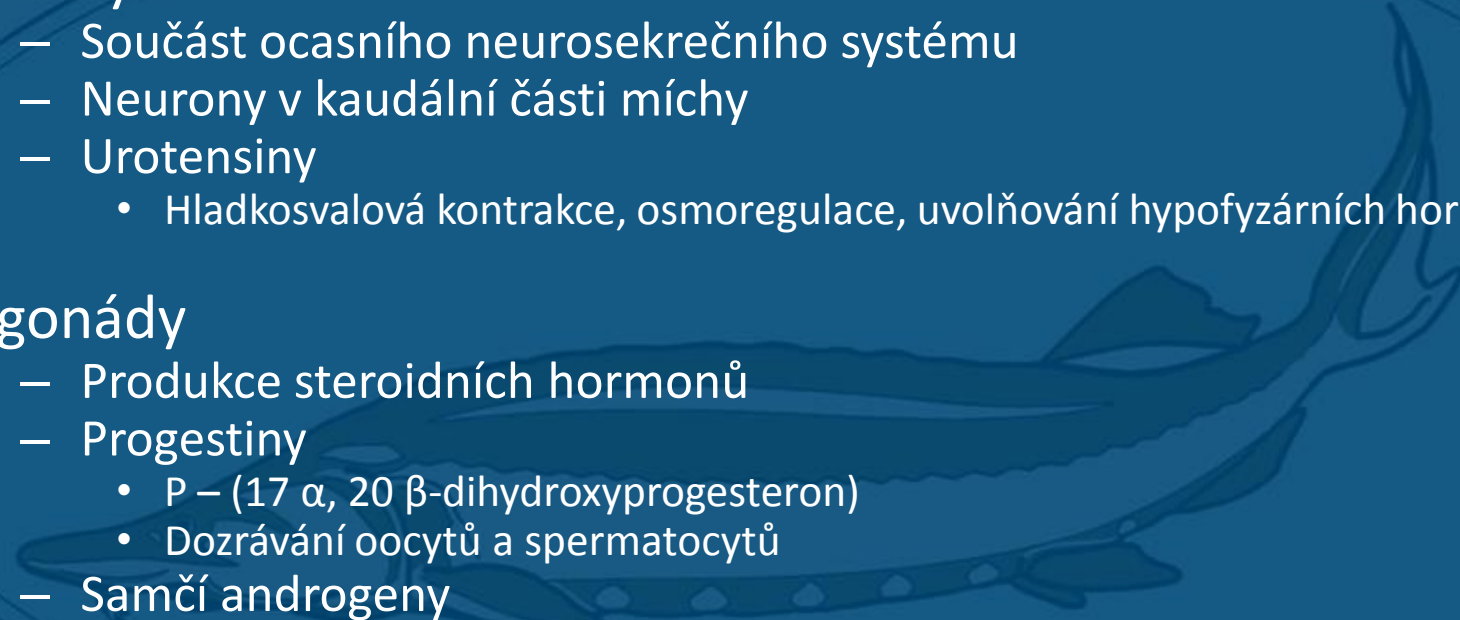
Soustava endokrinní

- Štítná žláza = *glandula thyroidea*
 - Shluky buněk na spodní straně hltanu, okolo tepenného násadce a přívodných žaberních tepen
 - T₃ - trijodtyrosin
 - T₄ – tyroxin
 - Růst, ontogenetický vývoj
 - metamorfóza leptocephálních larev, smoltifikace, adaptační mechanismy u diadromních ryb
- Ultimobranchiální tělíska = *corpora ultimobranchialia*
 - Mezi jícnem a žilným splavem srdce
 - Calcitonin
 - Metabolismus vápníku
- Stanniusova tělíska
 - Tvoří bílé okrsky v ledvinách
 - Stanniocalcin
 - Snižuje prostupnost žaber pro Ca²⁺

Soustava endokrinní

- Interrenální tkáň ledvin
 - Rozptýlené okrsky v přední části ledvin
 - Funkčně odpovídá kůře nadledvin savců
 - Kortikosteroidy incl. Cortisol
 - Metabolismus sacharidů, osmoregulace
- Chromafinní tkáň ledvin
 - Funkčně odpovídá dřeni nadledvin
 - Katecholaminy: adrenalin = epinephrin, noradrenalin = norepinephrin
 - Zvýšení přísunu kyslíku do tkání – intenzivnější dýchací pohyby, zrychlený tep, vyplavení zásoby erytrocytů ze sleziny
- Ostrůvky pankreatu (Langerhansovy)
 - Insulin
 - Transport glukosy z krve do tkání, syntéza glykogenu v játrech, podpora syntézy proteinů
 - Glucagon
 - Stěpení glykogenu v játrech, zvyšuje hladinu glukosy v krvi
 - Somatostatin
 - Podpora štěpení glykogenu a lipidů, inhibice uvolňování insulinu

Soustava endokrinní

- urofýza
 - Součást ocasního neurosekrečního systému
 - Neurony v kaudální části míchy
 - Urotensiny
 - Hladkosvalová kontrakce, osmoregulace, uvolňování hypofyzárních hormonů
 - gonády
 - Produkce steroidních hormonů
 - Progestiny
 - P – (17 α , 20 β -dihydroxyprogesteron)
 - Dozrívání oocytů a spermatocytů
 - Samčí androgeny
 - KT – (11-ketotestosteron)
 - T – (testosteron)
 - Spermatogeneze, spermiace
 - Samičí estrogeny
 - E2 – (17 β -estradiol)
 - Vitellogeneze
- 

Soustava endokrinní

- **Ledviny**
 - Renin, angiotensin
 - Ovlivňuje funkce nefronů
- **Srdce**
 - Natriuretic peptide hormones (NP)
 - Skupina hormonů
 - Ovlivňují krevní tlak, uplatnění při osmoregulaci
- **Gastrointestinální trakt**
 - Mnoho hormonů produkovaných v žaludku a střevě
 - Serotonin, bombesin, gastrin, met-enkephalin, neurotensin,...
 - Uplatnění zejména při digesti
- **Epifýza = šišinka = corpus pineale**
 - Těsně pod krycími kostmi lebky
 - melatonin
 - Reakce na světlo, cirkadiární aktivita, změny v chování i zbarvení v závislosti na fotoperiodě