



**ŽLÁZY
S VNITŘNÍ SEKREČÍ**

MUDr. Kateřina Kapounková, Ph.D.

Řízení organismu

Nervový systém

- ▶ fylogeneticky nejmladší
- ▶ rychlé reakce

Humorální systém

- ▶ fylogeneticky starší
- ▶ zajišťuje reaktivní a především adaptivní odpovědi organismu

Imunitní systém

- ▶ Obranyschopnost organismu

Typ sekrece

Endokrinní sekrece

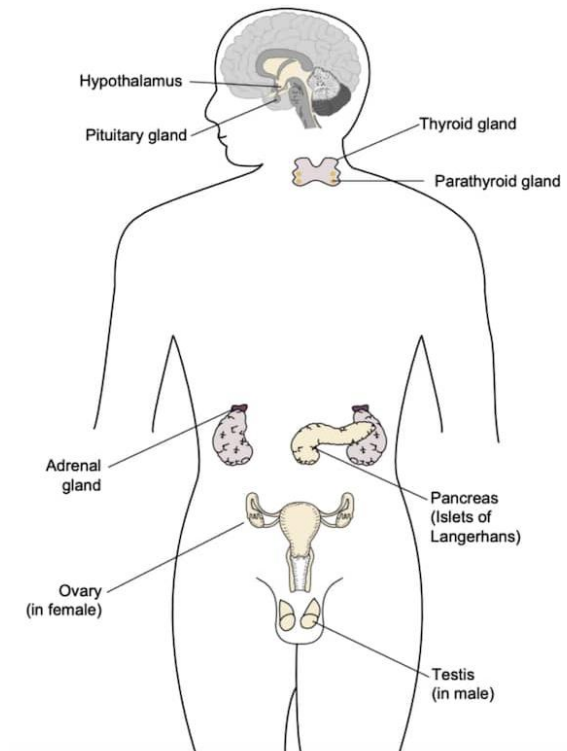
- ▶ tvořené hormony – do krve
- ▶ transport i do vzdálených orgánů či systémů

Parakrinní sekrece

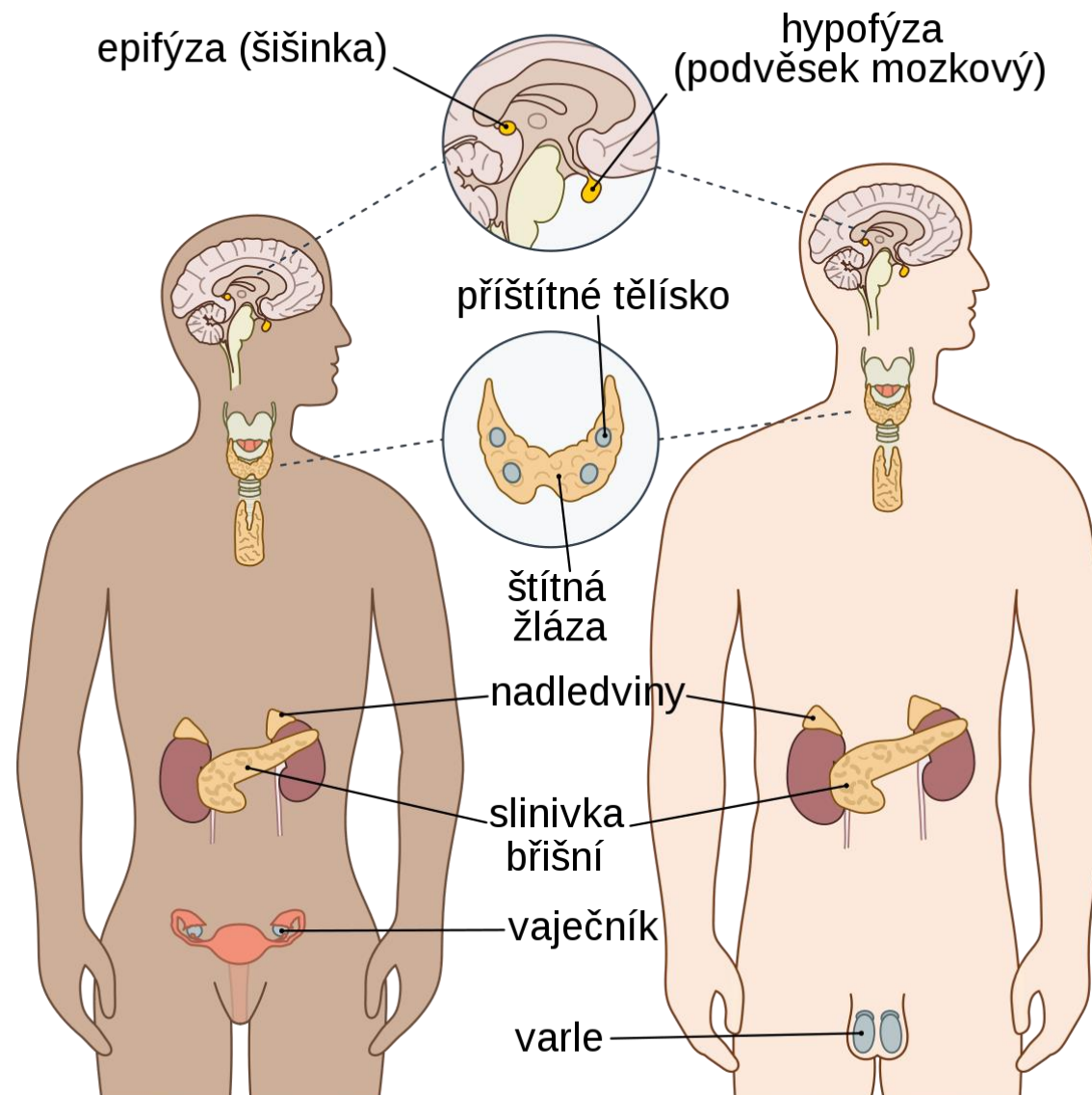
- ▶ uvolněné hormony působí na sousední buňky

Autokrinní sekrece

- ▶ hormony působí na vlastní buňku



Anatomie žláz s vnitřní sekrecí



Hormony – Chemická struktura

BÍLKOVINNÁ POVAHA

FSH, LH, prolaktin, ADH, oxytocin, ACTH, STH, tyroxin, kalcitonin, erythropoetin

DERIVÁTY AMINOKYSELIN

adrenalin, noradrenalin, dopamin, bradykinin, serotonin, histamin, melatonin

HORMONY STEROIDNÍ POVAHY

kortizol, aldosteron, testosteron, estrogeny, progesteron

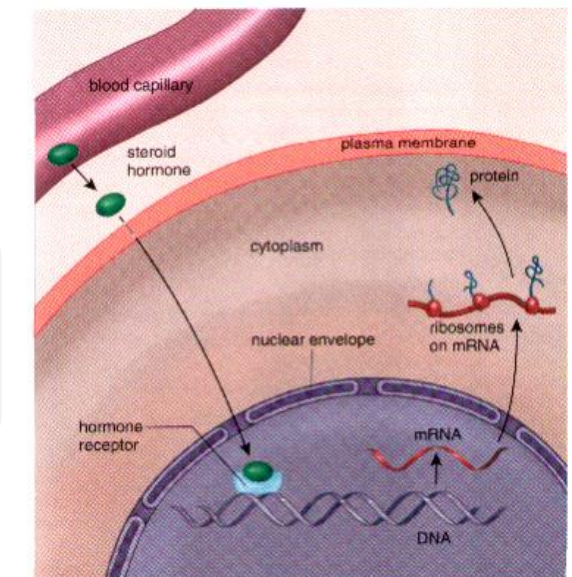
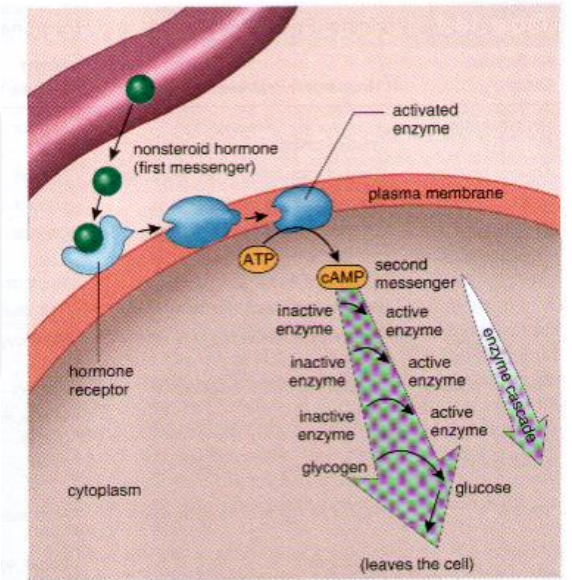
Na buněčné membráně
(peptidové hormony)

- Hormon
- Receptor
- aktivace druhého posla
- ovlivnění funkcí buňky

Receptory:

V buňce (steroidní h.)

- váže se na intracelulární receptor v jádře
- ovlivnění funkce buňky



Hormonální interakce

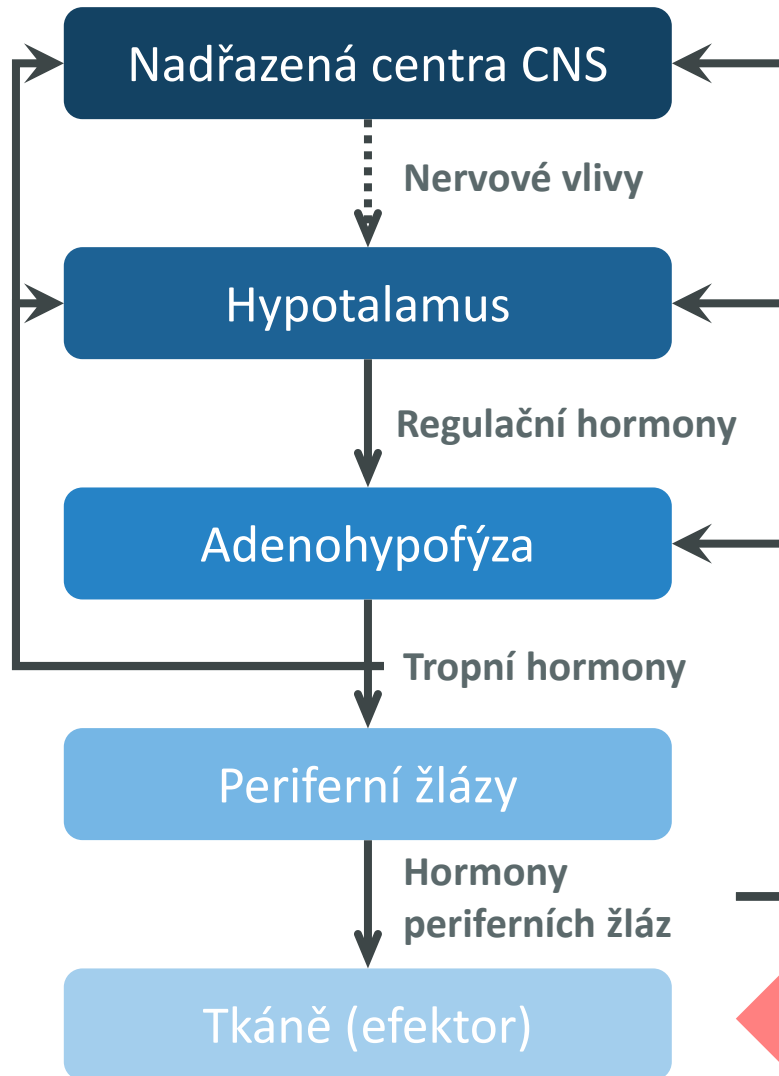
Synergisté

- ▶ **Tvorba a sekrece mléka** – estrogeny, progesteron, prolaktin, oxytocin
- ▶ **Hyperglykemie** – glukagon, kortikoidy, adrenalin, STH, T3,T4

Antagonisté

- ▶ **Udržení kalcemie** – parathormon, kalcitriol: kalcitonin
- ▶ **Udržení hydrémie** – ADH, aldosteron: atriální natriuretický faktor (ANF)

Řízení činnosti endokrinních žláz



Zpětná vazba:

Pozitivní – reakce buněk se neustále zvyšuje

Negativní – reakce buněk je zeslabována

Jednoduchá – produkce hormonu je regulována podle změny v chemickém složení krve, vyvolané hormonem

Složitá – tropní hormon kontroluje hormon periferní

Homeostáza a hormony

Homeostáza

- = stálost vnitřního prostředí
- ▶ udržování stálosti mezibuněčné složky mimobuněčné tekutiny
- ▶ krev a ostatní tělesné tekutiny

Regulační mechanismy

Princip zpětné vazby

Hormonální regulace

- ▶ stálost chemického složení vnitřního prostředí
- ▶ homeostatická (stálá) hladina hormonů samotných
- ▶ Aldosteron, kalcitonin, kalcitriol, ADH,..

Energetický metabolismus a hormony



Metabolismus zvyšují:

- ▶ hormony štítné žlázy (T4, T3)
- ▶ adrenalin
- ▶ noradrenalin
- ▶ glukagon
- ▶ kortizol

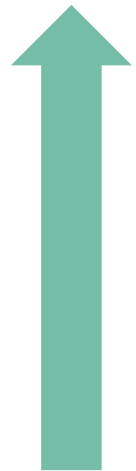


Metabolismus snižují:

- ▶ nedostatek hormonů štítné žlázy (T4)
- ▶ inzulín



Krevní tlak hormony



Krevní tlak zvyšují:

- ▶ angiotenzin
- ▶ adrenalin
- ▶ noradrenalin
- ▶ aldosteron

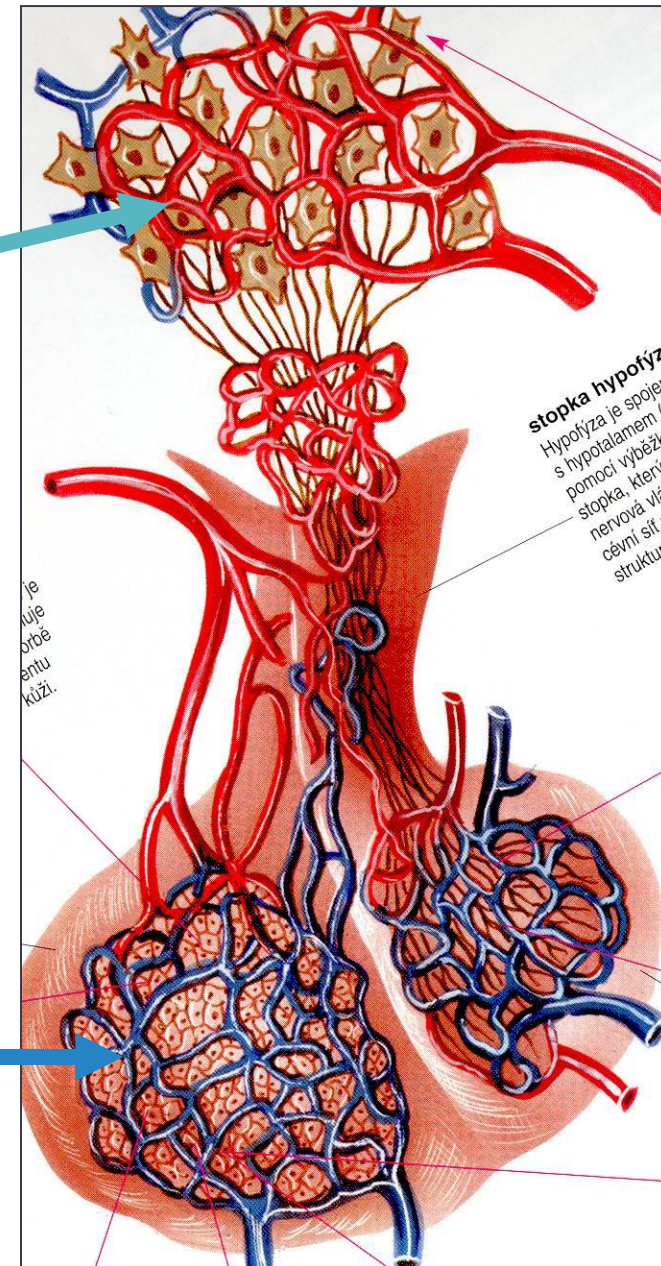
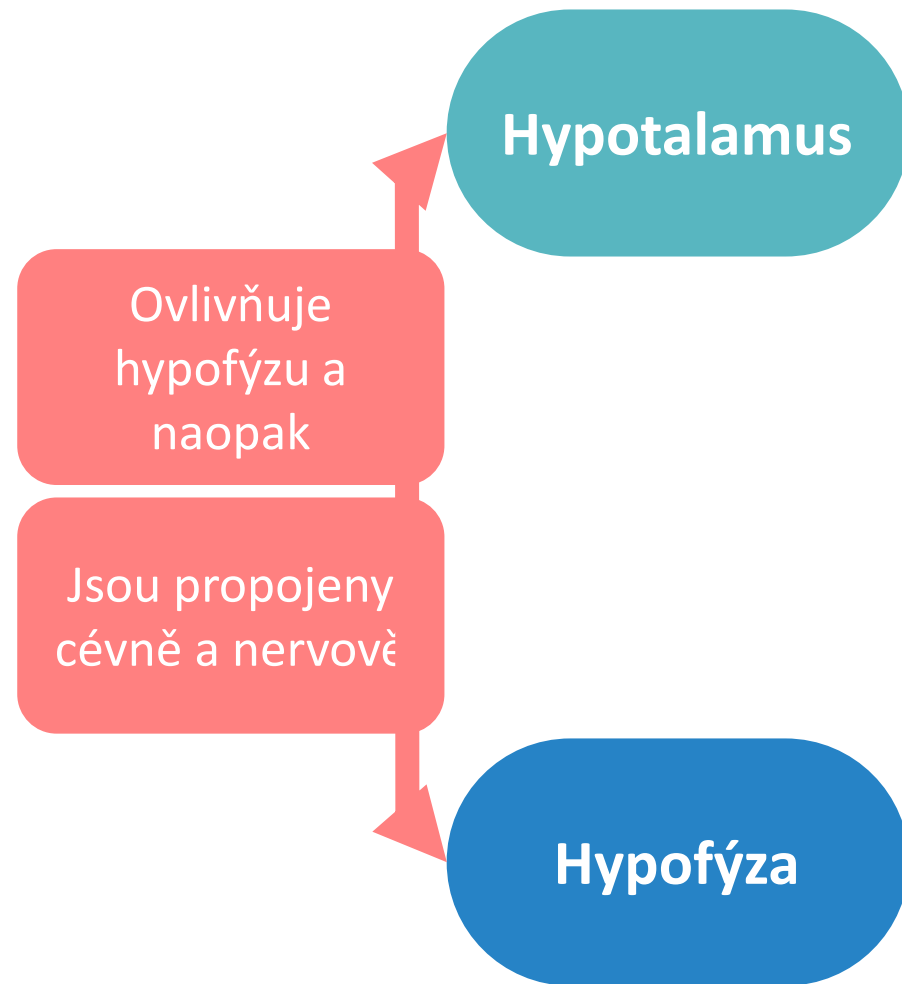


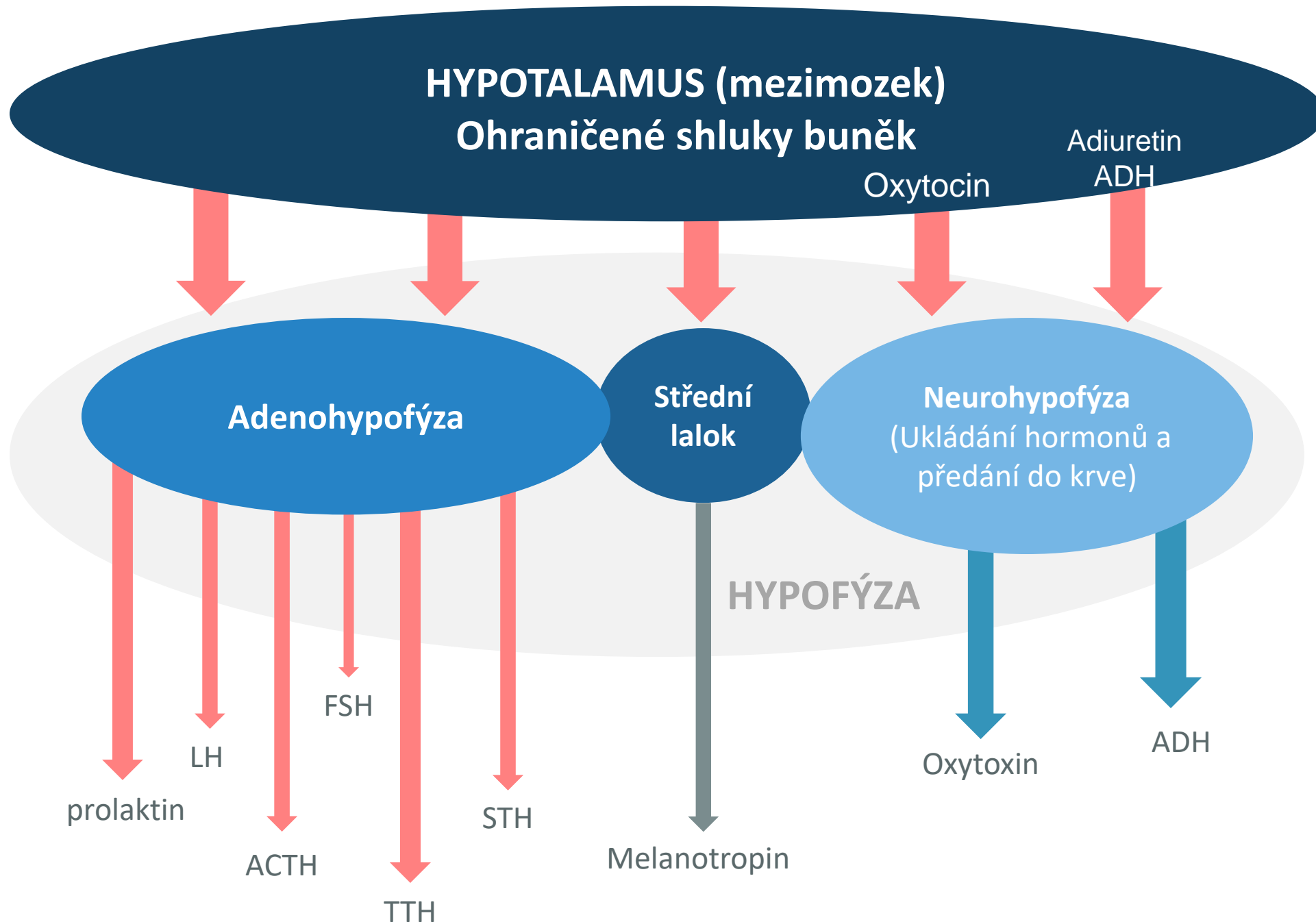
Krevní tlak snižují:

- ▶ ANP (atriový natriuretický faktor)
- ▶ EDRF (endotelový relaxační faktor = NO)
- ▶ kininy

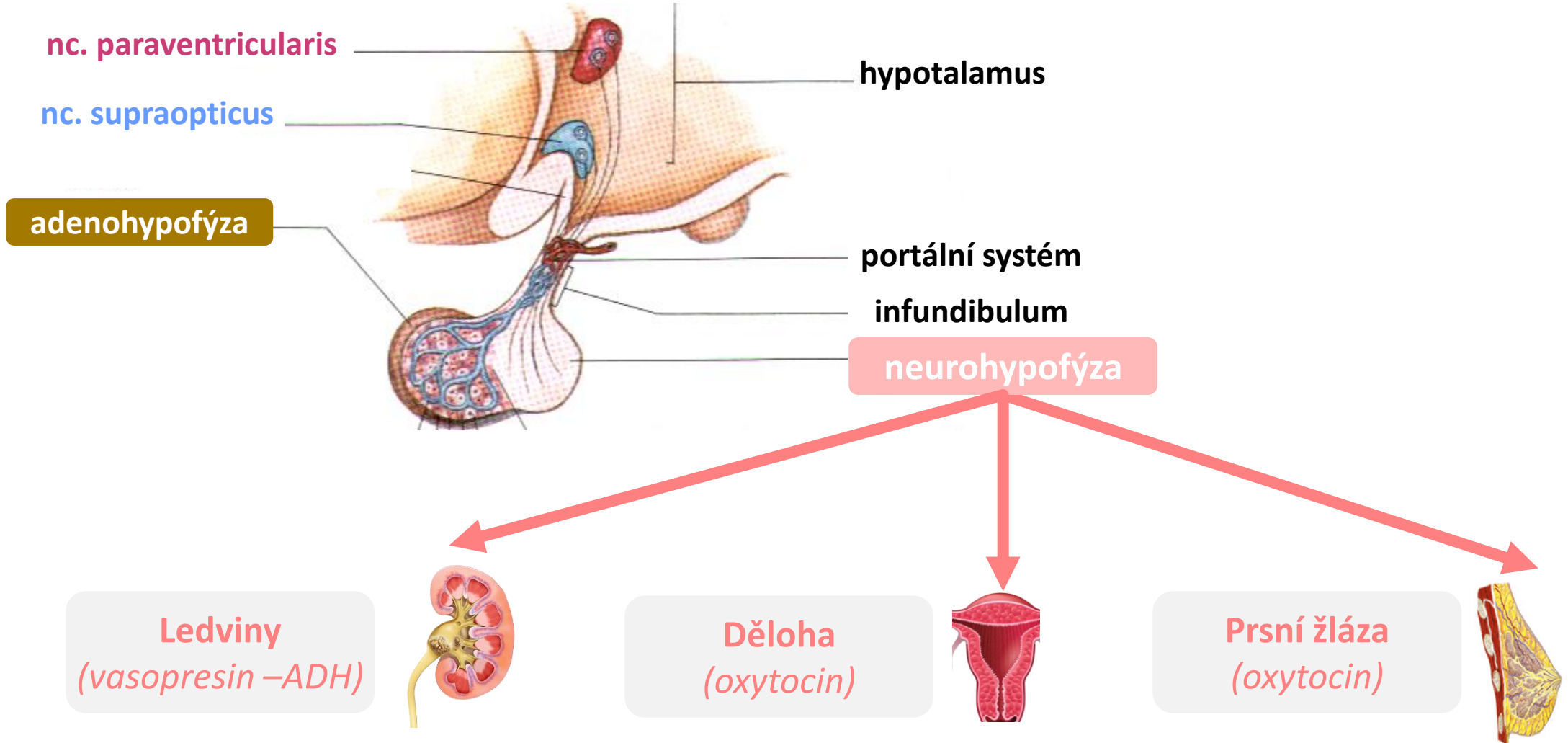


Hypotalamus





Hormony uložené v neurohypofýze



Účinky vasopresinu

= ADH - antidiuretický hormon

1 ↑ **Propustnost** tlusté části vzestupného raménka Henleovy kličky a sběrných kanálek ledvin pro H₂O

→ Zadržování vody v organismu

2 Ve velkých dávkách – **vasokonstrikce**

→ ↑ TK (například při krvácení)

3 ↑ sekreci ACTH

Regulace sekrece vasopresinu



Zvýšení sekrece:

- ▶ ↑ osmotického tlaku plazmy
- ▶ ↓ objemu mimobuněčné tekutiny
- ▶ bolest, emoce, stres
- ▶ fyzická námaha
- ▶ nechutenství, zvracení
- ▶ stání
- ▶ nikotin

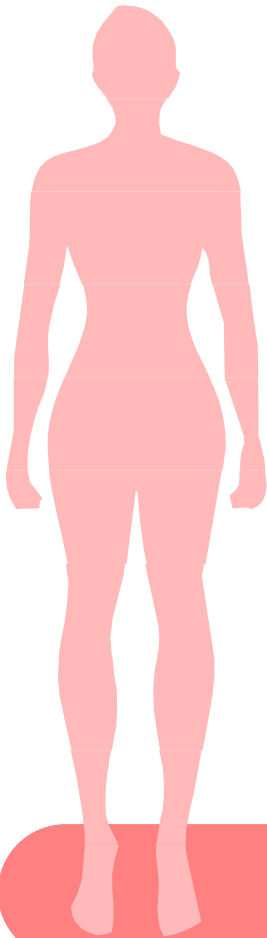


Snížení sekrece:

- ▶ ↓ osmotického tlaku
- ▶ ↑ objemu mimobuněčné tekutiny
- ▶ Alkohol – dehydratační účinky



Účinky oxytocinu



Ženy

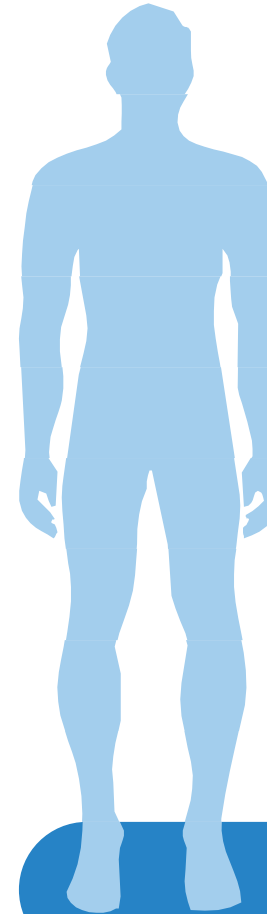
Ejekce mléka

- ▶ kontrakcí myoepiteliálních buněk (podobné hladkému svalstvu, vystylají vývody mléčné žlázy)

Stah dělohy

- ▶ její citlivost na oxytocin je zvyšována estrogeny, tlumena progesteronem (porod, pohlavní styk)

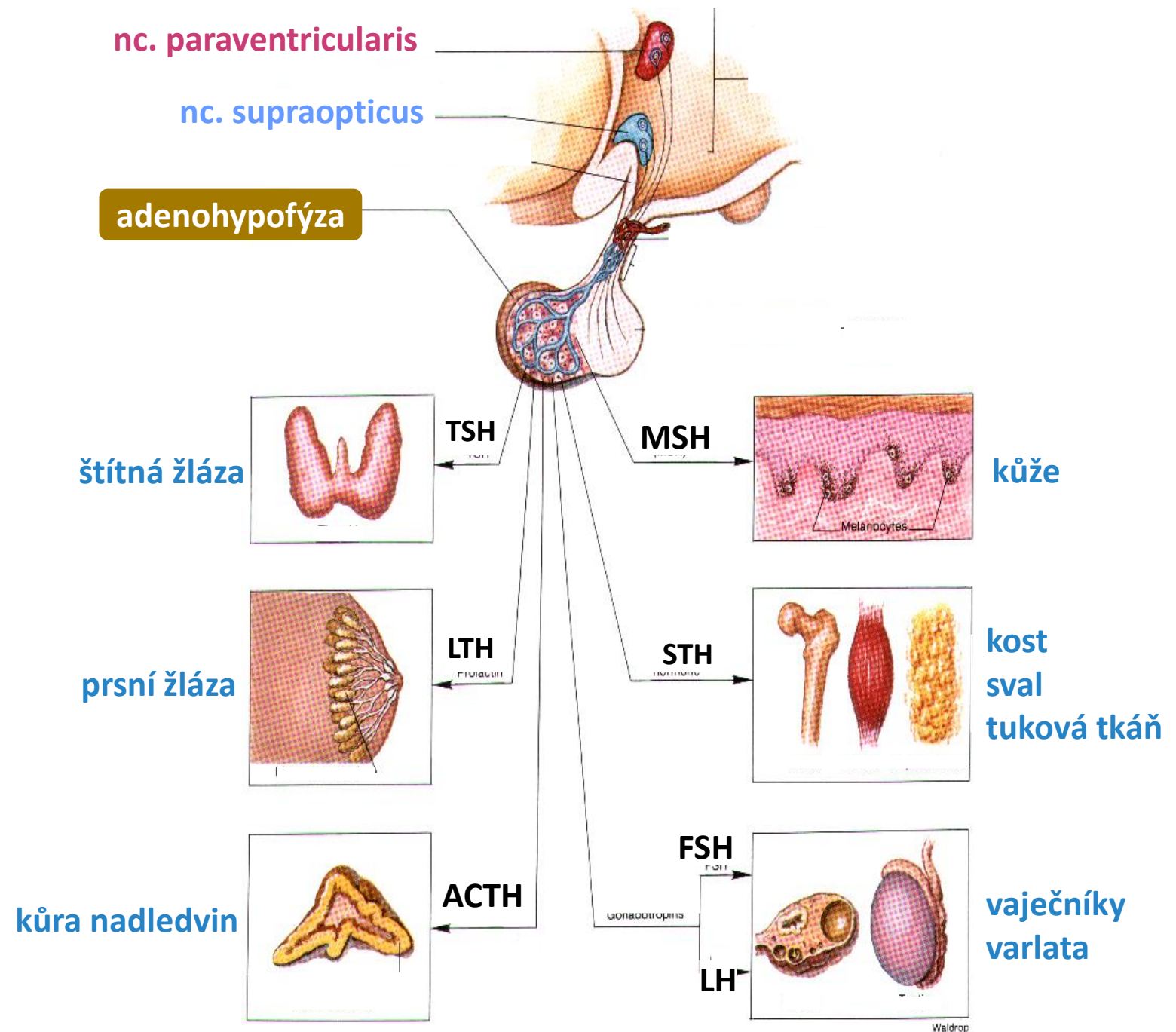
Sekrece se při stresech a vlivem alkoholu



Muži

Ejakulace

Hormony tvořené v adenohypofýze



Účinky hormonů adenohypofýzy

Růstový hormon (STH, GH, somatotropin) - polypeptid

- ▶ Stimulace růstu
- ▶ **Anabolicky** - proteosyntéza (↑ zabudování aminokyselin do proteinů, zrychlení transkripce a translace)
- ▶ **Katabolicky** – mobilizace tuků
- ▶ **Zvyšuje krevní cukr**
- ▶ **Zadržetí Na⁺ a K⁺ nezávisle na aldosteronu**

Prolaktin (PRL) luteotropní hormon

- ▶ nejvyšší sekrece po ránu
- ▶ **Ženy:** stimulace laktace po porodu
- ▶ **Muži:** přídatný růstový faktor pro prostatu

Adrenokortikotropní hormon (ACTH)

- ▶ stimuluje růst kůry nadledvin
- ▶ regulace kortikoidů

MSH (melanocyty stimulující hormon, melanotropin)

- ▶ zrychluje syntézu melaninu (kožního pigmentu)

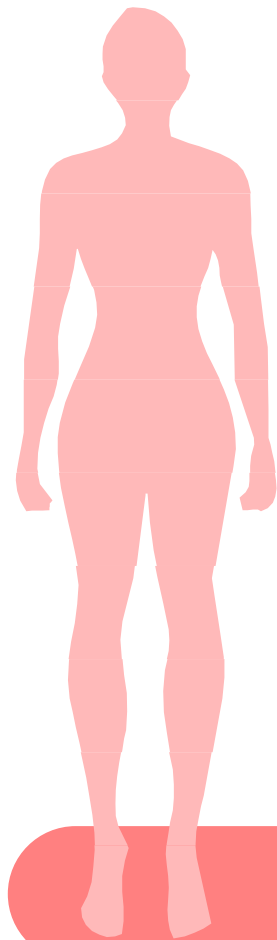
Tyreostimulační hormon (TSH)

- ▶ stimuluje tvorbu hormonů štítné žlázy (T4 a T3)

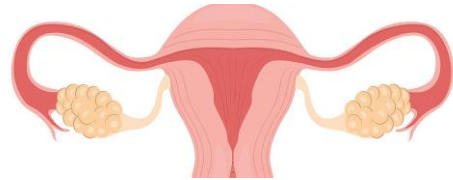
Gonadotropní hormony (folikulostimulační a luteinizační hormon)

- ▶ vývoj pohlavních orgánů
- ▶ „nastavení“ a průběh puberty
- ▶ menstruační cyklus u žen
- ▶ tvorba spermií u mužů

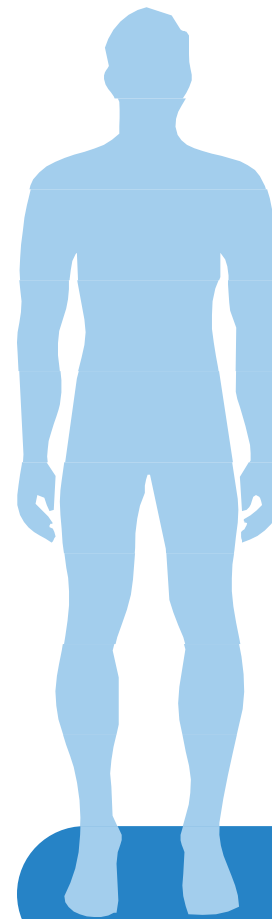
Folikulostimulační hormon



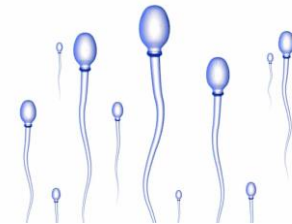
Růst folikulu ve
vaječníku



Ženy

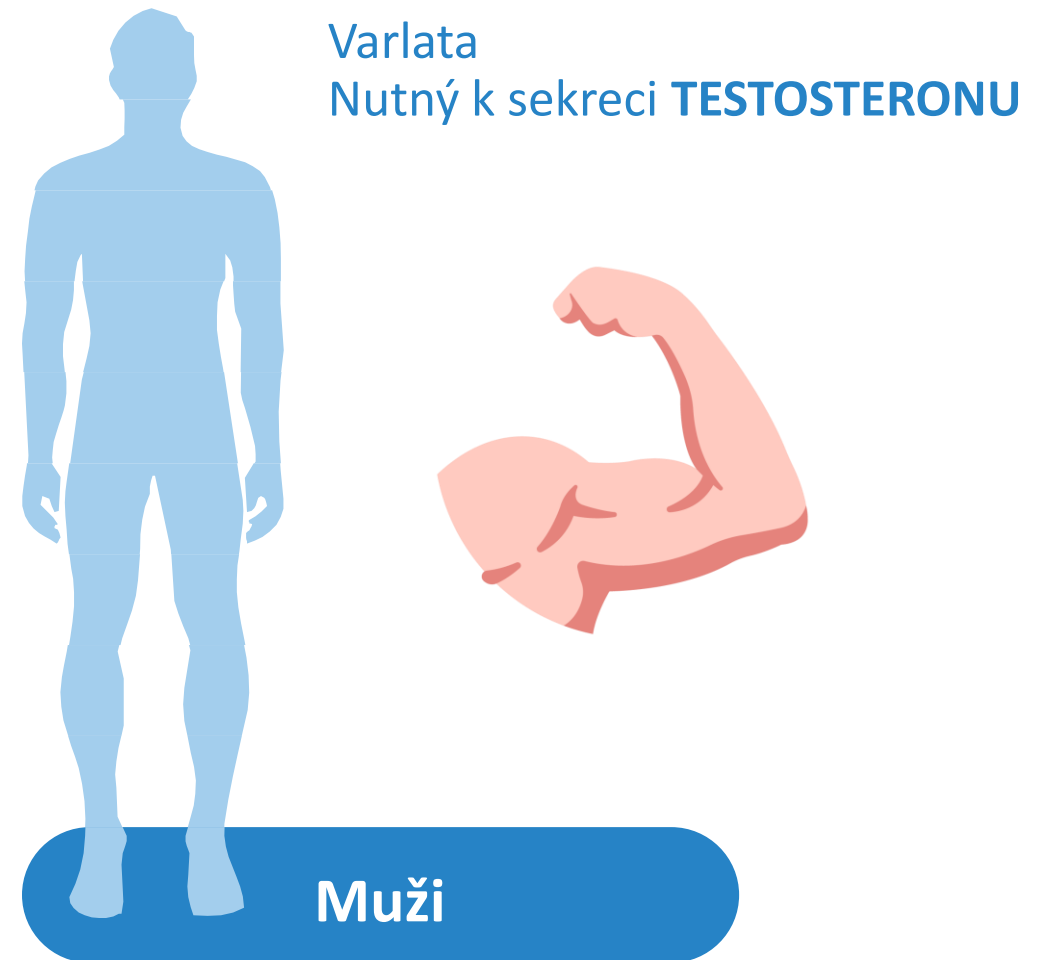
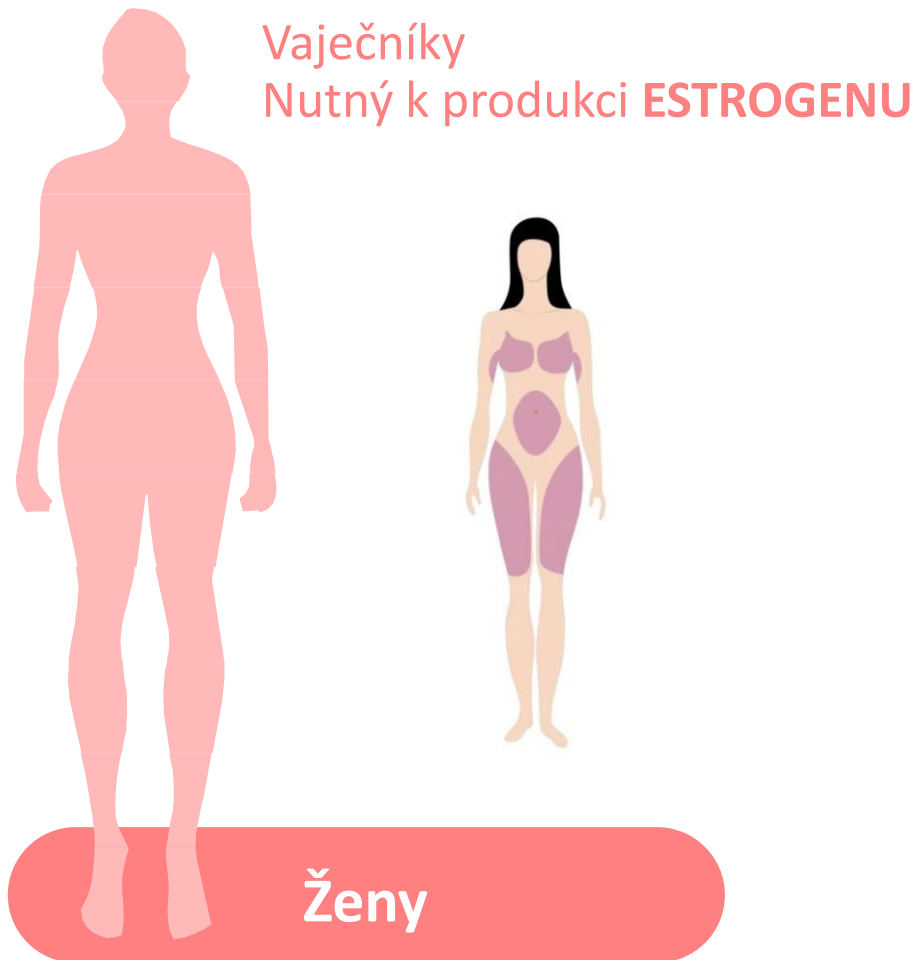


Zrání spermií

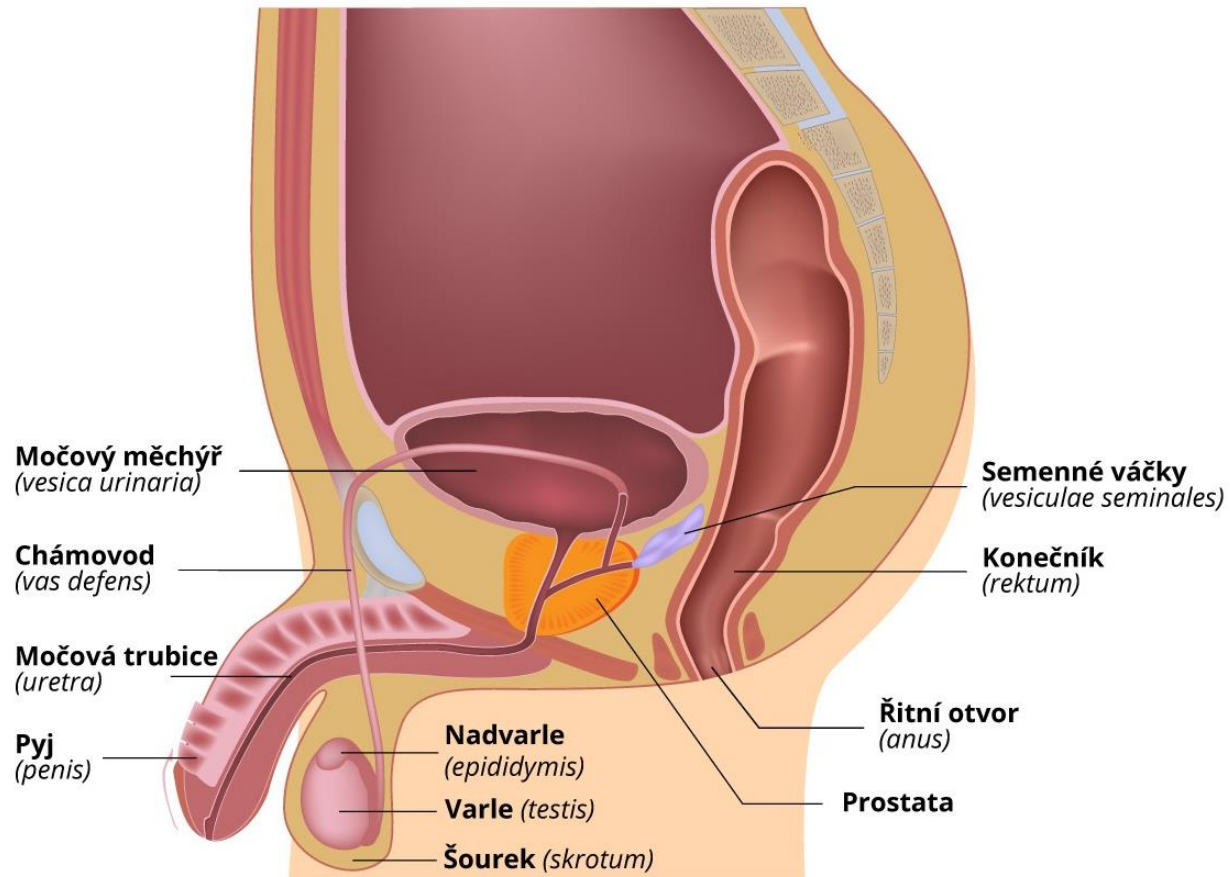


Muži

Luteinizační hormon



Mužský pohlavní systém



Varle produkuje

- ▶ Testosteron

Testosteron

- ▶ ovlivňuje vývoj pohlavních orgánů
- ▶ ovlivňuje sekundární pohlavní znaky
- ▶ zvyšuje syntézu bílkovin (**anabolikum**)
- ▶ zesiluje tvorbu kostí
- ▶ zvyšuje růst svalové tkáně

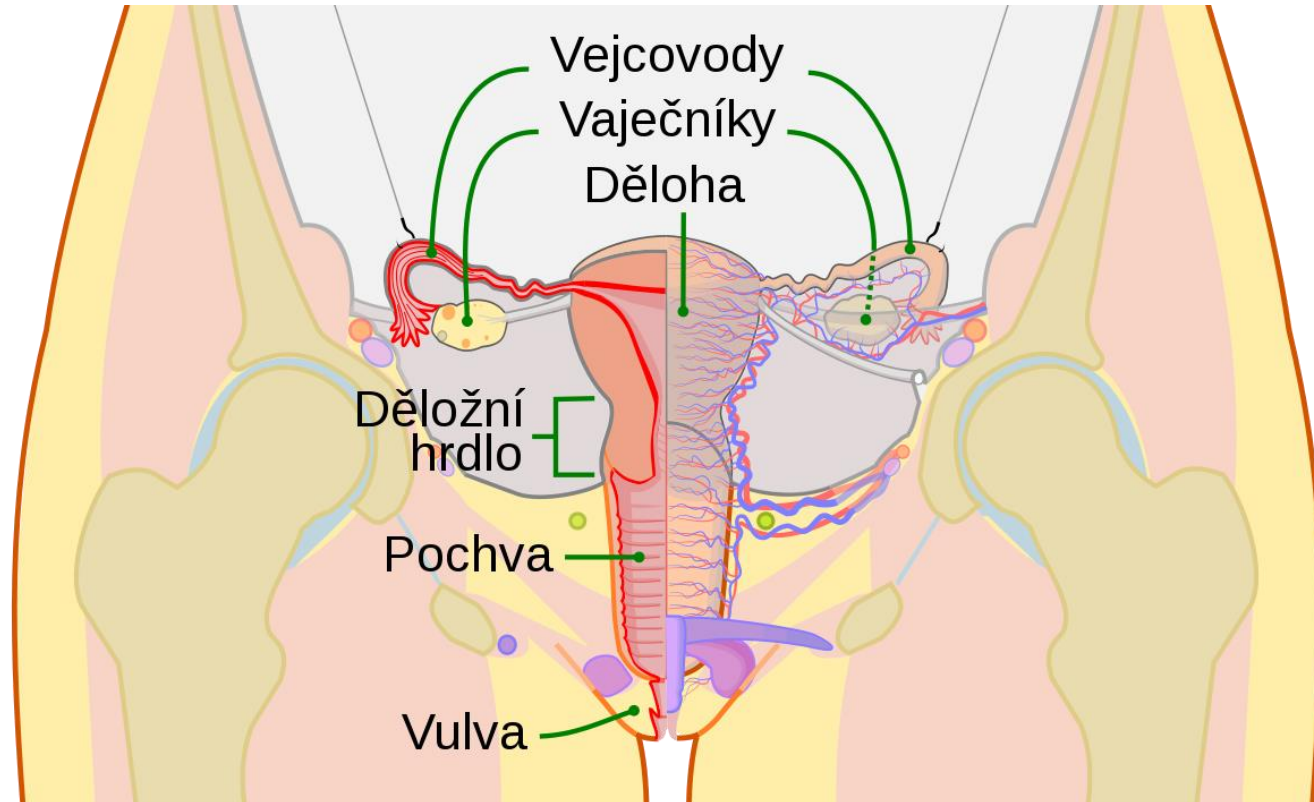
Ženský pohlavní systém

Vaječníky produkují

- ▶ Estrogeny
- ▶ Progesteron

Estrogeny

- ▶ působí na vývoj ženských pohlavních znaků
- ▶ zvyšují dráždivost děložního svalstva
- ▶ navozují menstruační cyklus
- ▶ podporují tvorbu mléka
- ▶ ovlivňují tvorbu a ukládání tuků na bocích, na stehnech a na prsou
- ▶ zadržují vodu
- ▶ mají anabolický účinek (daleko menší než testosteron)
- ▶ zvyšují aktivitu parasympatiku
- ▶ ovlivňují ženské chování



Menstruační cyklus

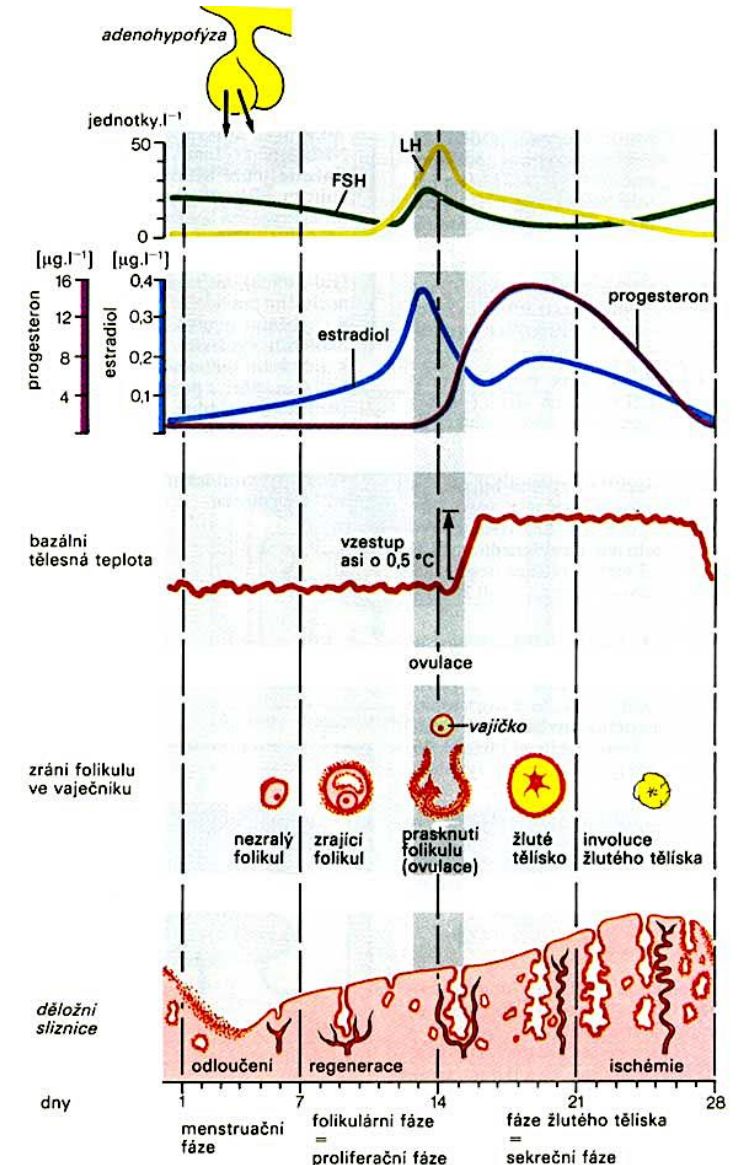
Menstruační fáze:	1-5 den
Folikulární (proliferační) fáze:	5-14 den
Ovulace:	14 den
Fáze žlutého tělíska (luteální fáze):	14-28 den

Estrogen

- ▶ zadržují vodu a soli
- ▶ zvyšují metabolismus tuků, snižují hladiny cholesterolu
- ▶ inhibují vychytávání glukózy tkáněmi
- ▶ v kostech
 - ▶ brzdí růst do délky
 - ▶ urychluje uzavírání epifyzárních šěrbin
 - ▶ potlačení odbourávání kostí
 - ▶ aktivace jejich obnovy

Progesteron

- ▶ Stimulace ventilace



Štítná žláza

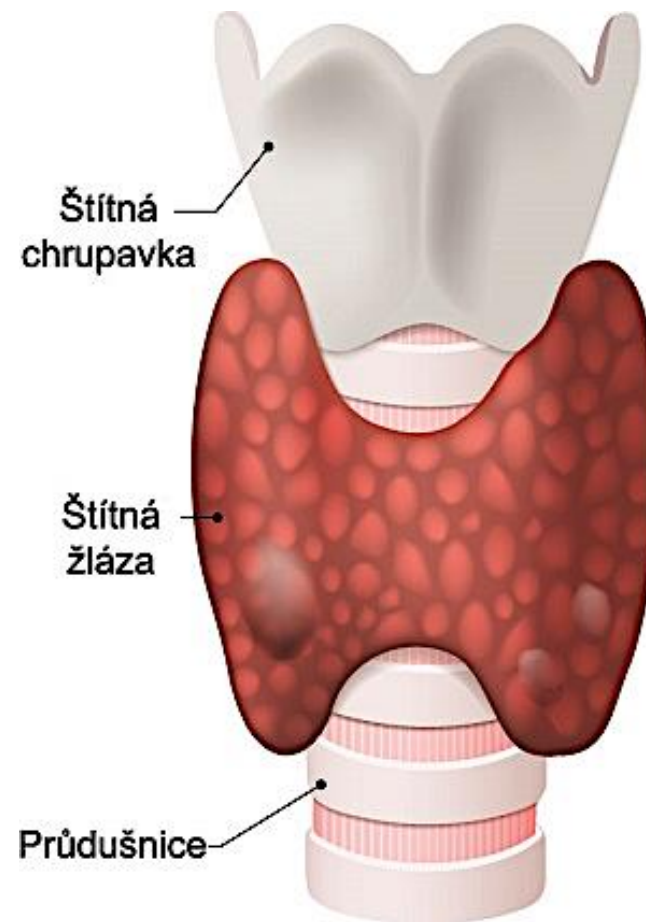
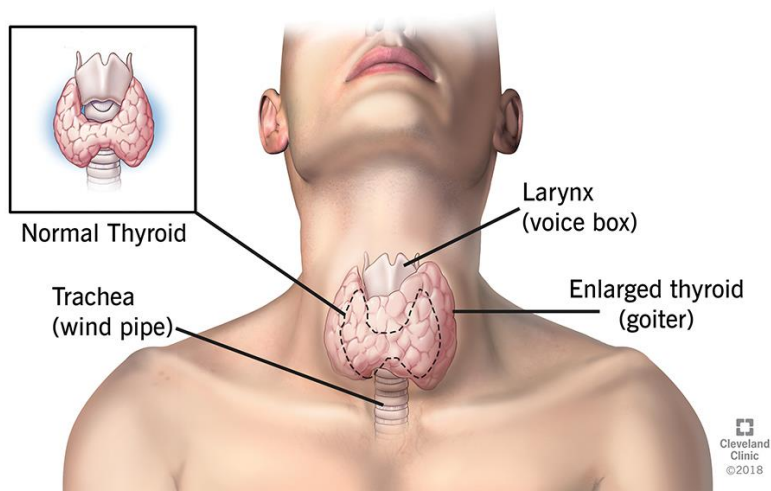
Hormony

T4 - tyroxin (T3 – trijodtyronin)

- ▶ vyvolávají zvýšení spotřeby O₂ ve většině buněk těla
- ▶ jsou nezbytné pro normální růst a zrání
- ▶ zvyšují vstřebávání sacharidů ze střeva
- ▶ řídí metabolismus tuků (snižují cholesterol v krvi)

Kalcitonin

- ▶ snižuje hladinu vápníku v krvi



Účinky hormonu T3 a T4

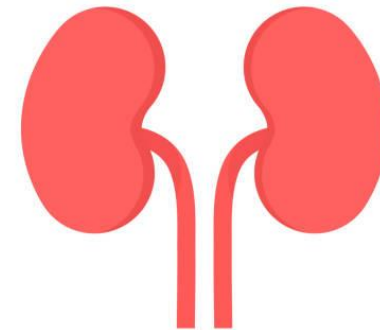
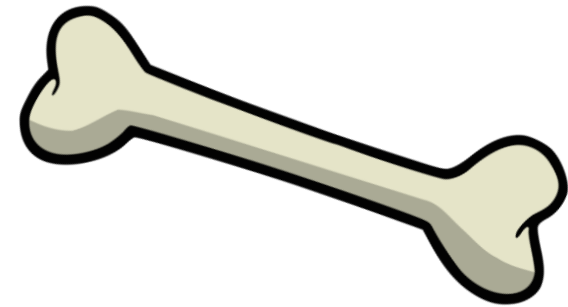
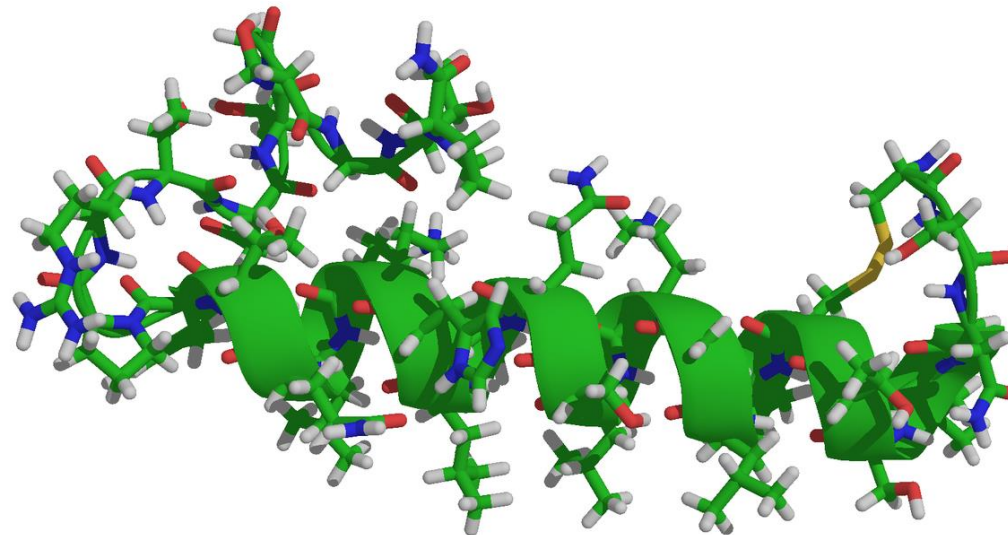
Nervový systém

- ▶ nitroděložně a u dětí se podílí na vývoji synapsí, myelinizaci nervů a tak mentálním vývoji
- ▶ ovlivňují rychlost reakční doby



Účinky kalcitoninu

- ▶ receptory pro kalcitonin jsou v kostech a ledvinách
- ▶ Snižuje hladinu vápníku a fosfátu v krvi
- ▶ Zvyšuje vylučování Ca^{2+} močí
- ▶ u mladých jedinců – zvýšená hladina kalcitoninu – snad chrání před zvýšením hladiny vápníku v krvi, ke kterému dochází po jídle

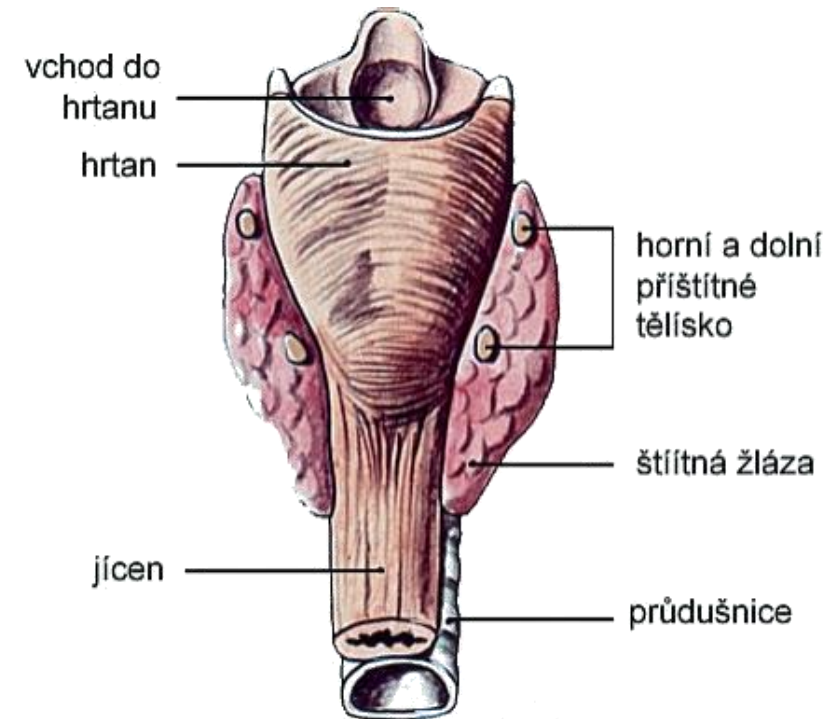


Příštítná tělíska

- ▶ obvykle jsou 4 tělíska
- ▶ parathormon

- ▶ zvyšuje vstřebávání Ca^{2+} z kostí
↑ Ca^{2+} v krvi a ↓ fosfátů v krvi
- ▶ zvyšuje vylučování fosfátu močí
(snížení zpětné resorpce fosfátu v proximálním kanálku)
- ▶ zvyšuje zpětné vstřebávání Ca^{2+} v distálních tubulech
- ▶ zvyšuje tvorbu dihydroxycholecalciferolu (aktivní vitamín D)
- ▶ zvyšuje absorpci Ca^{2+} ze střeva

Zvýšení
vápníku v krvi

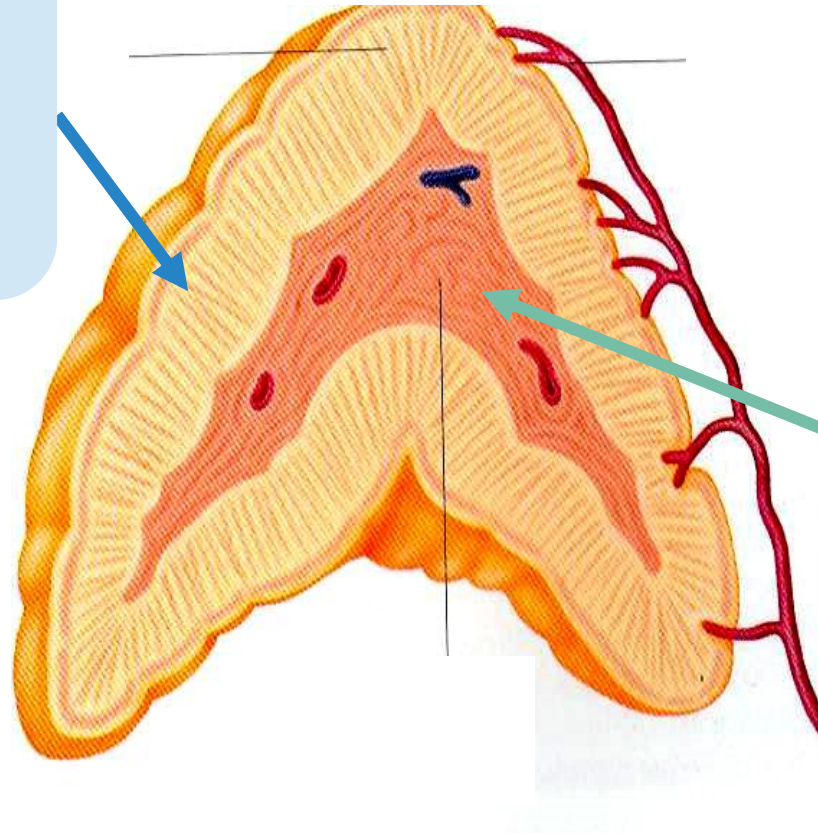


Nadledviny

Kůra nadledvin

Produkuje hormony:

- ▶ **Kortikoidy**
(gluko+mineralokortikoidy)
- ▶ **Pohlavní**
(androgeny, gestageny, estrogeny)



Dřeň nadledvin

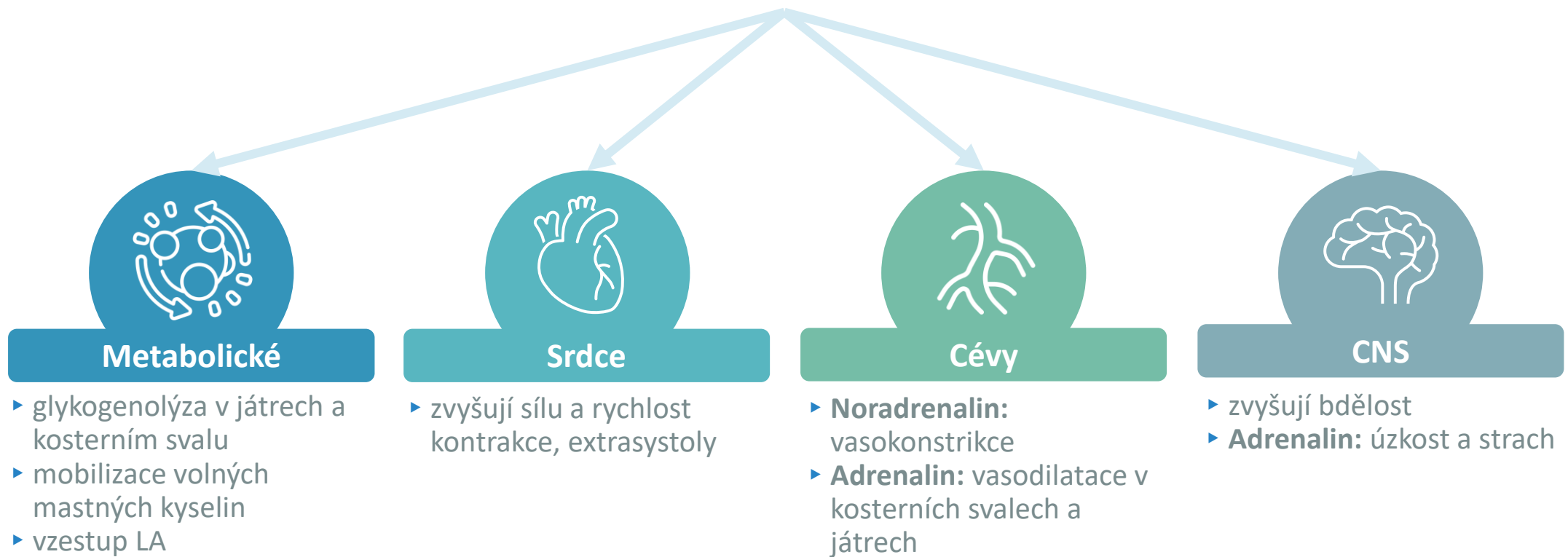
Produkuje hormony:

Adrenalin a Noradrenalin

- ▶ stresové hormony
- ▶ vliv srdce - tachykardie, zvýšení pulsů
- ▶ hladké svaly – panenky
- ▶ Tk narůstá

Účinky hormonů dřeně nadledvin

Katecholaminy (adrenalin, noradrenalin)



Regulace sekrece dřeně nadledvin



Nervová

- ▶ Stres (poplachová reakce)



Selektivní sekrece

- ▶ sekrece noradrenalinu při emočním stresu se zvyšuje
- ▶ sekrece adrenalinu se zvyšuje za situace, ve které jedinec neví, co má očekávat

Hormony kůry nadledvin

Účinky MINERALKORTIKOIDŮ

Aldosteron

= hospodaří s minerály Na, K

- ▶ Je aktivován nízkým tlakem = **hypotenzí**
 - ▶ při poklesu TK se sníží průtok ledvinami
 - ▶ a buňky juxtaglomerulárního aparátu v nefronu produkují **RENIN – ANGIOTENZIN**
 - ▶ ten aktivuje dřeň NL k produkci ALDOSTERONU
- ▶ Aldosteron zadrží Na a vodu a tím zvýší TK



Cushingův
syndrom

Účinky GLUKOKORTIKOIDŮ

- ▶ Zajišťuje glukoneogenezi v játrech - **anabolicky**
- ▶ Potencuje účinek hormonů glukagonu a katecholaminů
- ▶ **Zvyšuje tvorbu glykogenu**
- ▶ **Snižuje vychytávání glukózy** ve svalech a tuku šetří glukózu pro mozek
- ▶ **Zvyšuje lipolýzu v tukové tkáni - katabolicky**
- ▶ K **potlačení zánětlivých a alergických projevů**
- ▶ V žaludku stimulují produkci žaludeční šťávy (při velkých dávkách možnost peptidového vředu)

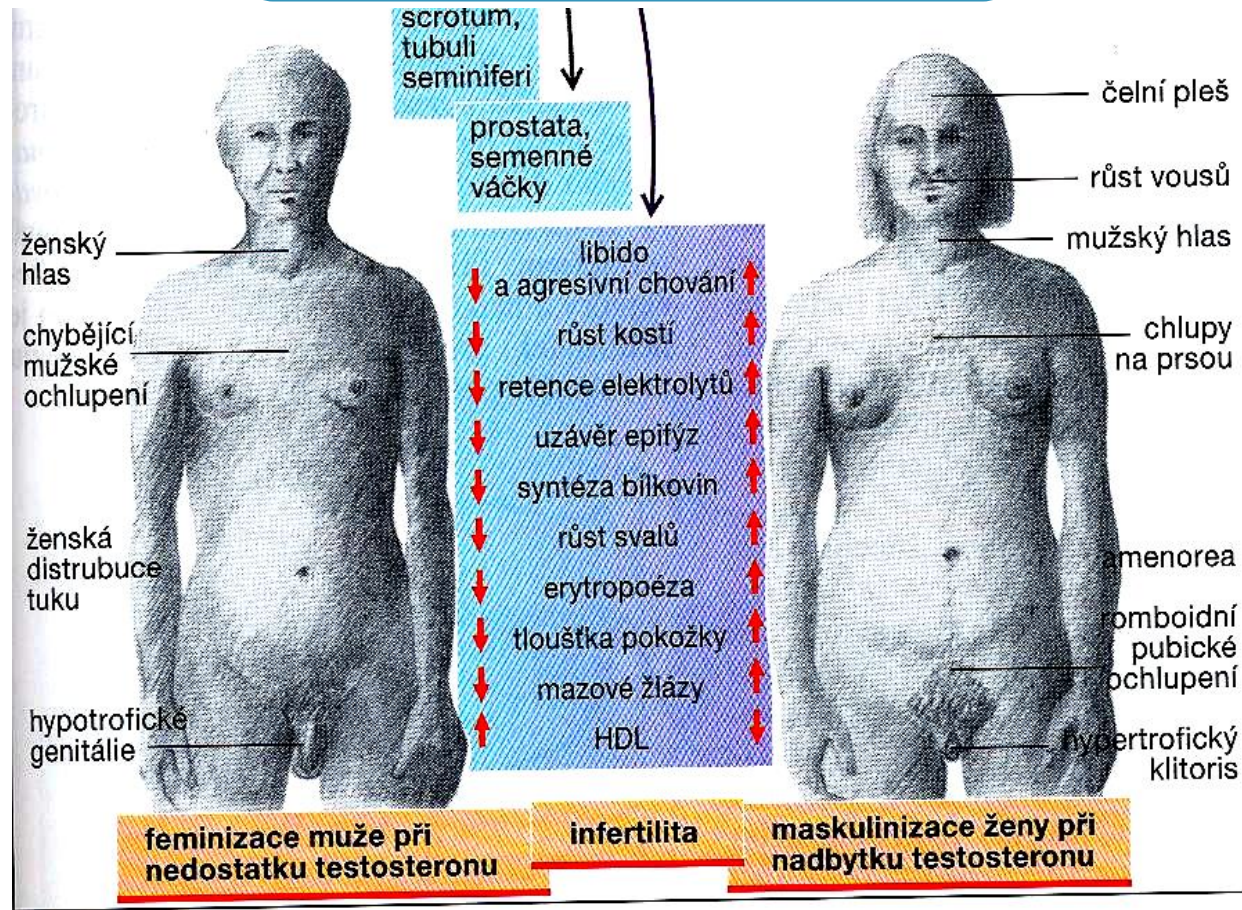
Nedostatek glukokortikoidů:

- ▶ změny osobnosti (dráždivost, zaujatost, neschopnost koncentrace)
- ▶ zvýšená citlivost na chuťové a čichové podněty

Pohlavní hormony kůry nadledvin

Co se stane když
TESTOSTERON:

KLESÁ
U MUŽŮ



ROSTE
U ŽEN

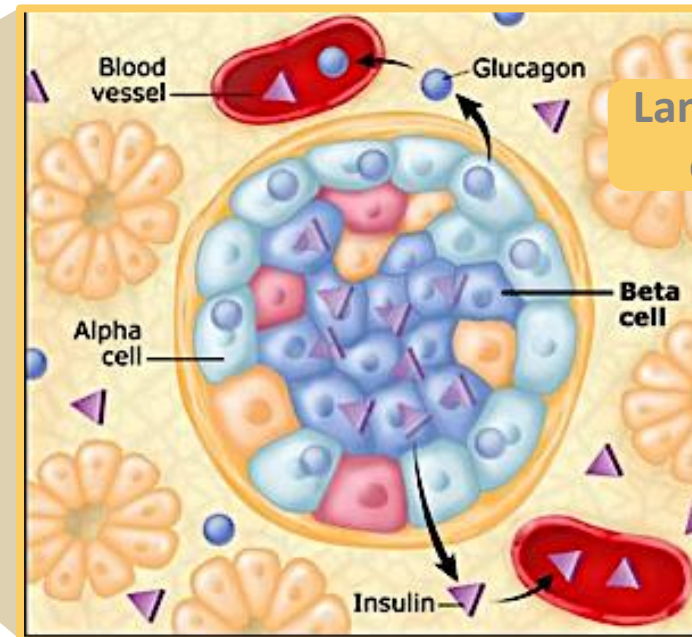
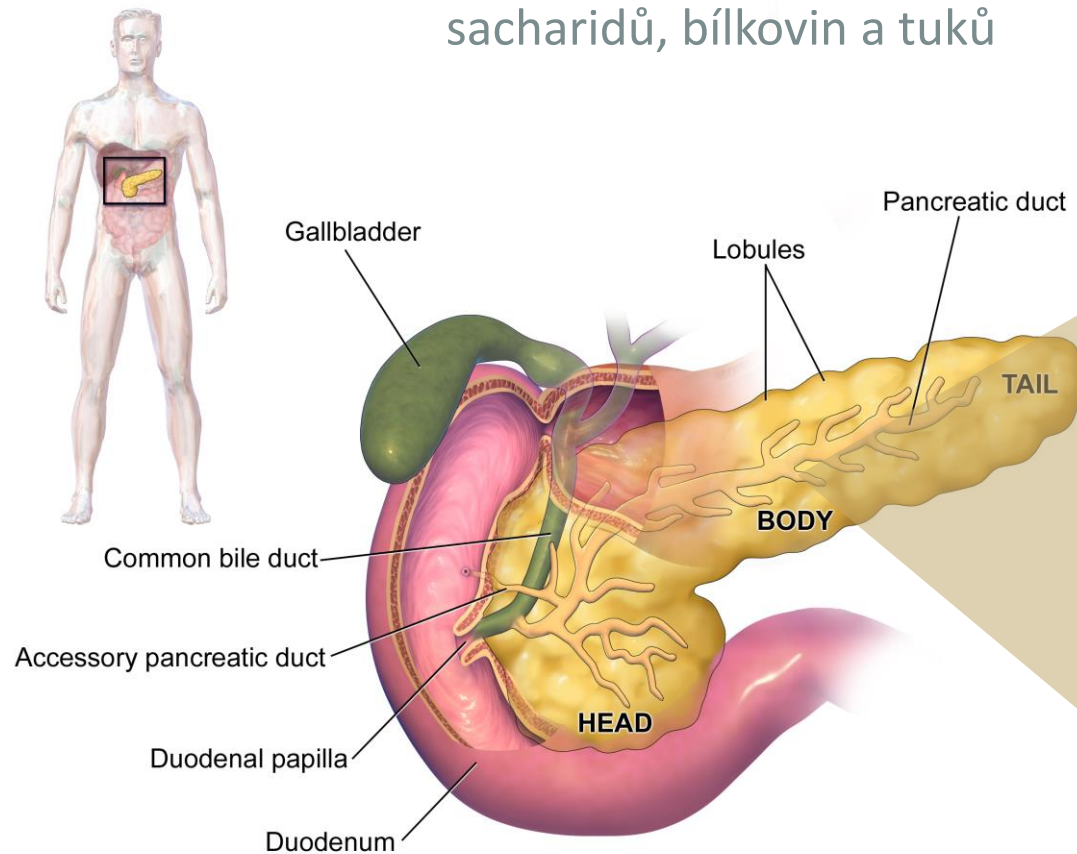
Slinivka břišní (Pankreas)

Inzulín (B buňky), glukagon (A buňky)

- ▶ regulace intermediárního metabolismu sacharidů, bílkovin a tuků

Somatostatin

- ▶ regulace sekrece ostrůvků

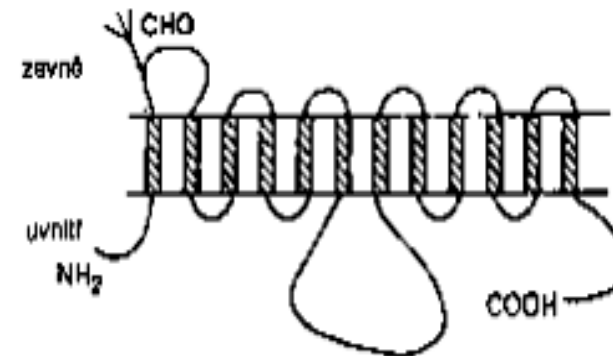
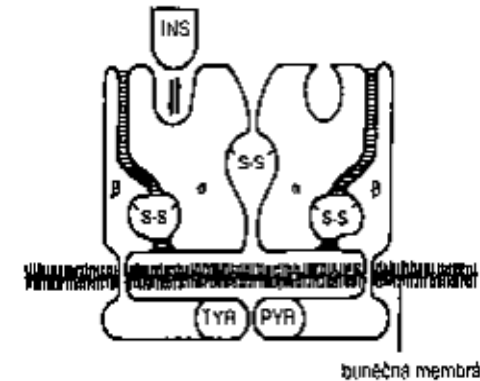


Langerhansův
ostrůvek

Krevní cukr a inzulín

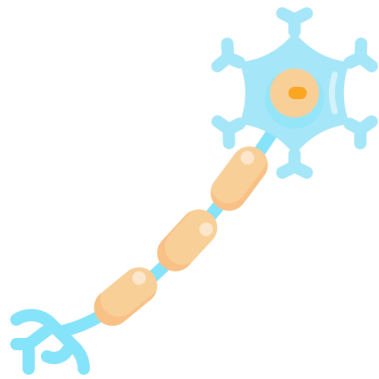
- ▶ inzulín - poločas v krvi 5 minut
- ▶ lipidová buněčná membrána je pro glukózu **neprostupná**
- ▶ Inzulín usnadňuje vstup glukózy (facilitovaná difúze) do buněk zvyšováním počtu tzv. glukózových transportérů v bb. membránách
- ▶ **GLUT4 (receptor)** je ve svalech a tukové tkáni a je stimulován inzulínem
- ▶ **Transportér** aktivovaný inzulínem se z nitrobuněčné oblasti „přesune“ do bb. membrány a tím umožní vstup glukózy

inzulínový receptor



glukózový transportní systém

Regulace sekrece inzulínu



Vegetativní nervový systém

- ▶ stimulace n.vagus → **sekreci zvyšuje**
- ▶ stimulace sympatiku → **tlumí sekreci**



Námaha

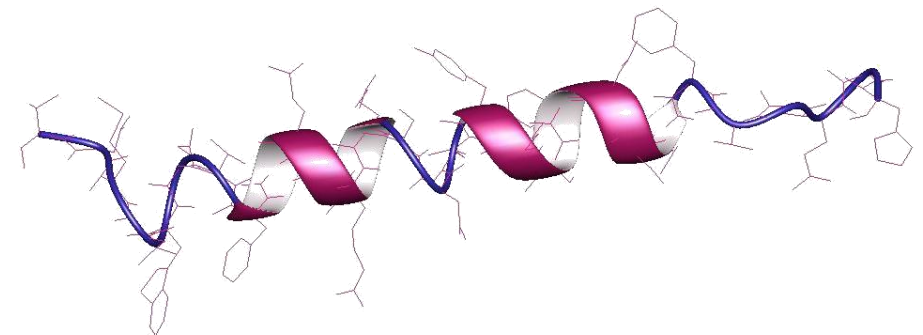
- ▶ zvyšuje afinitu inzulínových receptorů ve svalech

Tvorba a sekrece glukagonu

- ▶ je tvořen v A buňkách Langerhansových ostrůvků slinivky břišní
- ▶ chemicky se jedná o polypeptid
- ▶ v krevním oběhu má poločas **5 - 10 minut**
- ▶ odbouráván je především v játrech

Účinky

- ▶ glykogenolýza
- ▶ glukoneogeneze (v játrech z aminokyselin)
- ▶ lipolýza
- ▶ ketogeneze (v játrech)



Faktory ovlivňující sekreci glukagonu

Stimulátory

Aminokyseliny (*glukoplastické: alanin, serin, glycin, cystein, threonin*)

Glukóza v krvi ↓

Kortisol

Námaha

Infekce a jiné stresy → Sympatikus

Inhibitory

Glukóza v krvi ↑

Somatostatin

Sekretin

Volné mastné kyseliny

Ketolátky

Inzulín

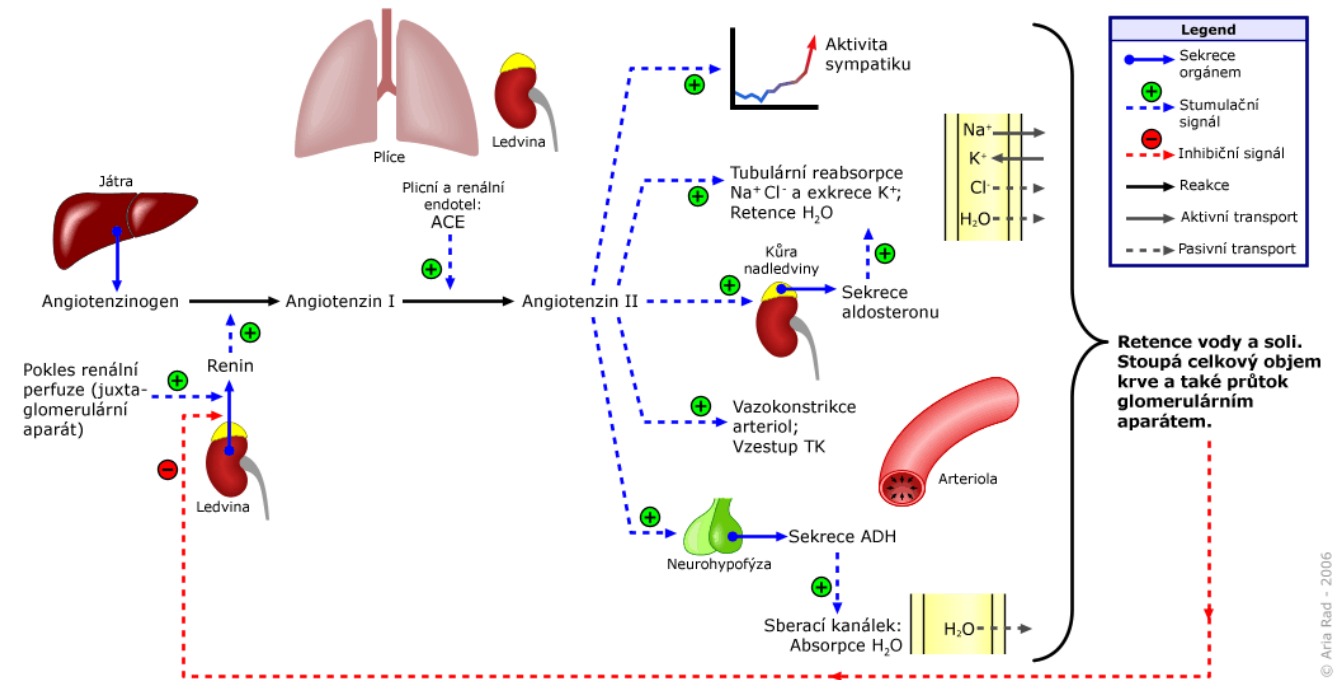
GABA

Ledviny jako endokrinní orgán

Erythropoetin

- ▶ glykoprotein
- ▶ jeho sekreci ↑ hypoxie, katecholaminy, prostaglandiny
- ▶ stimuluje tvorbu červených krvinek

RAA (renin-angiotenzin-aldosteron)



Hormony trávicího traktu (1)

Gastrin

- ▶ tvořen buňkami v žaludeční sliznici (ve fetálním období i ve slinivce břišní)

Účinky:

- ▶ stimulace sekrece HCl a pepsinu v žaludku
- ▶ stimulace růstu sliznice žaludku a tenkého a tlustého střeva
- ▶ kontrakce svaloviny uzavírající vyústění jícnu do žaludku
- ▶ stimulace sekrece inzulínu (po bílkovinné stravě) a glukagonu

Cholecystokinin-pankreozymin

- ▶ je tvořený ve dvanáctníku a tenkém střevě

Účinky:

- ▶ kontrakce žlučníku
- ▶ sekrece šťávy slinivky břišní bohaté na enzymy
- ▶ tlumí vyprazdňování žaludku
- ▶ zvyšuje sekreci enterokinázy → ↑ motility tenkého střeva a tračníku

Hormony trávicího traktu (2)

Sekretin

- ▶ tvořen v buňkách horního úseku tenkého střeva

Účinky:

- ▶ ↓ sekrece HCl

GIP

- ▶ gastrointestinální peptid, na glukóze závislý insulinotropní polypeptid
- ▶ tvořen v buňkách duodena a tenkého střeva

Účinky:

- ▶ ↓ žaludeční sekreci a motilitu
- ▶ ↑ sekreci B buňky slinivky břišní

VIP (Vasoaktivní intestinální peptid)

- ▶ nachází se v nervech zažívacího traktu

Účinky:

- ▶ ↑ sekreci elektrolytů a vody
- ▶ relaxace hladkého svalstva střeva (i svěračů)
- ▶ vasodilatace periferních krevních cév
- ▶ ↓ sekrece HCl v žaludku

Motilin

- ▶ z buněk sliznice dvanácterníku

Účinky:

- ▶ kontrakce hladkého svalstva střeva