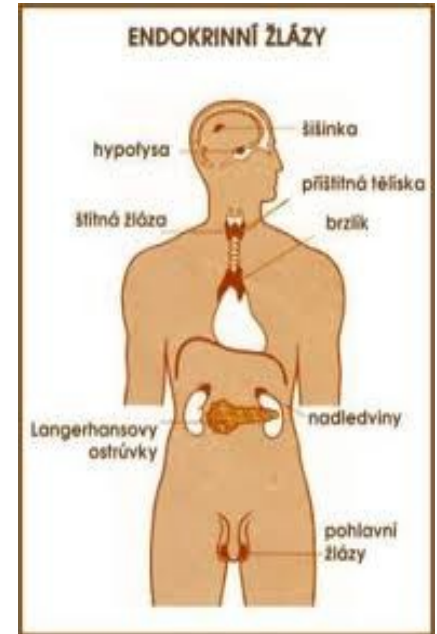


Žlázy s vnitřní sekrecí

Mgr. Romana Klášterecká, Ph.D.

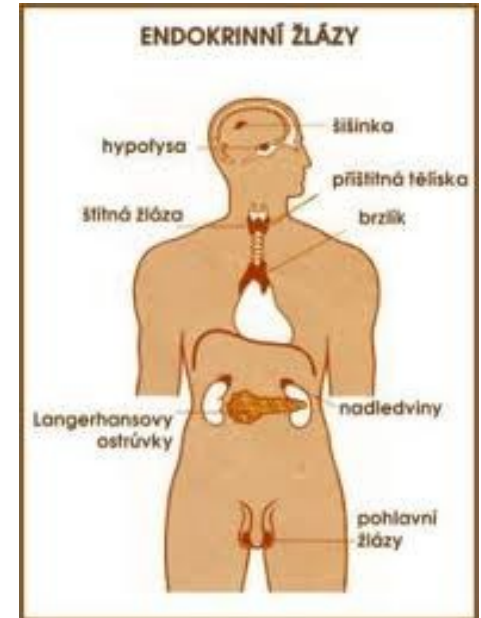
Soustava žláz s vnitřní sekrecí

- Spolu s nervovým a imunitním systémem **řídí a integrují veškeré funkce těla** tak, aby byla zachována homeostáza organismu. Nervový systém dosahuje potřebného efektu prostřednictvím **nervových impulzů** (*nervová regulace*), endokrinní systém pomocí **hormonů** (*látková, humorální regulace*). Endokrinní sekreční buňky uvolňují většinu hormonů do krve.

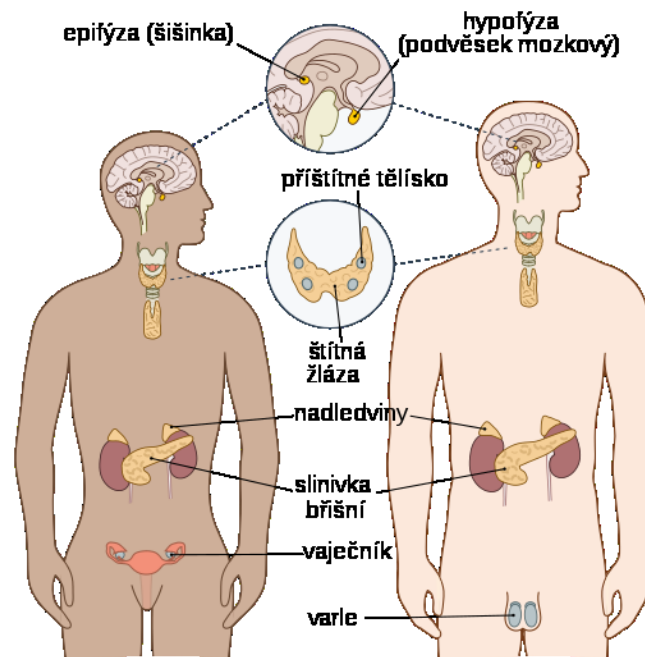


Soustava žláz s vnitřní sekrecí

- K systému žláz s vnitřní sekrecí (*endokrinní systém*) patří:
- **Anatomicky ohraničené žlázy** – hypofýza (podvěsek mozkový), štítná žláza, příštítná tělíska, nadledviny, epifýza (šišinka)
- **Skupiny buněk roztroušených v orgánech**, které tvoří a uvolňují do krve, ale anatomický charakter žláz s vnitřní sekrecí nemají – jsou to sekreční buňky hypotalamu, slinivky břišní, žaludku, vaječníků, varlat, ledvin, srdce a placenty



SOUSTAVA ŽLÁZ S VNITŘNÍ SEKRECÍ



Soustava žláz s vnitřní sekrecí

- Kromě hormonů uvolňovaných do krve vznikají v některých tkáních hormony, které působí pouze místně – tzv. **místní hormony**.
- Dělí se na hormony **parakrinní**, působící na buňky v okolí, a hormony **autokrinní**, ovlivňující jen vlastní sekreční buňky.



Hormony

- Jsou definovány jako vysoce účinné organické molekuly produkováné specializovanými buňkami, které působí na cílové struktury jako přenašeč signálu.
- Slovo ***hormon*** použil poprvé významný britský fyziolog **Ernest Henry Starling**(1866-1927) v roce 1905 pro sekretin – z řeckého *hormaein* – excitovati, povzbuditi, pohnati.

Soustava žláz s vnitřní sekrecí

- Krev rozvádí hormony k **cílovým**(efektorovým) **tkáním**, ve kterých se vážou na odpovídající(specifické) **buněčné receptory**, vazba je podmínkou účinku hormonů. Cílovými tkáněmi dílčích hormonů jsou proto pouze ty, jejichž buňky jsou vybavené funkčními receptory pro daný hormon. K dosažení účinku stačí velmi nízké, pikomolární koncentrace hormonu (*piko* = 10^{-12} molu)



Rozdělení hormonů

- **Podle chemické struktury** se hormony dělí na:
- **a, Deriváty aminokyselin**
Tyrosin je výchozí AMK pro tvorbu katecholaminů (adrenalin, noradrenalin, dopamin).
Tryptofan je základní AMK pro syntézu melatoninu v epifýze.



Rozdělení hormonů

- **b, Peptidy, proteiny** vytvářejí různé skupiny – rodiny:
- **Inzulinovou** – inzulin, inzulinu podobný růstový faktor, relaxin
- **Glykoproteinovou** – luteinizační hormon(LH), folikulostimulační hormon (FSH), tyreotropní hormon (TSH), lidský choriový gonadotropin (hCG).
- **Růstového hormonu** – růstový faktor(RH), prolaktin(PRL)
- **Sekretinu** – sekretin, glukagon, žaludeční inhibiční peptid

Rozdělení hormonů

- **c, Steroidní hormony**, tvoří se z cholesterolu, jsou rozpustné v tucích (lipofilní, hydrofobní). Podle biologické aktivity je dělíme do 6 skupin:
- Glukokortikoidy (kortizol) – regulace metabolismu, katabolický účinek
- Mineralokortikoidy (aldosteron) – regulace kalemie a natremie
- Androgeny (testosteron) – pohlavní vývoj, anabolický účinek, krvetvorba
- Estrogeny (estradiol) – proliferační účinek, vliv na CNS

Rozdělení hormonů

- Progestiny(progesteron) – gestagení a termogenní účinek
- Kalciferol – regulace kalcemie

Dělení hormonů

- **Podle způsobu účinku** rozlišujeme hormony *regulační*, které ovlivňují činnost jiných endokrinních žláz (liberiny a statiny hypotalamu, tropiny předního laloku hypofýzy) a hormony *s přímým účinkem na tkáň* (např. inzulin, tyroxin)

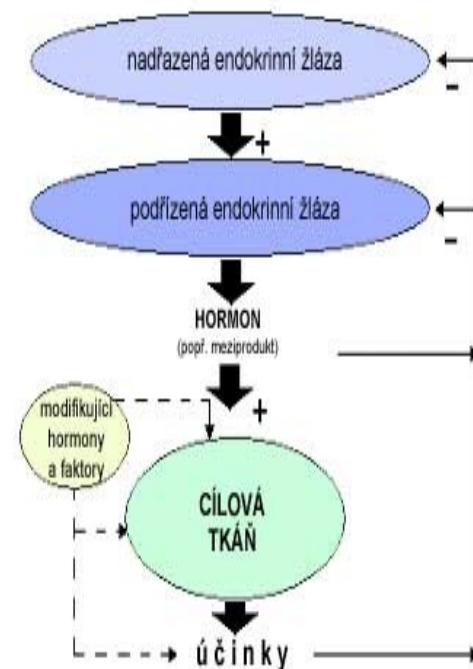
Dělení hormonů

- **Podle rozpustnosti** dělíme hormony na hormony *rozpuštěné v tucích* (steroidní hormony a hormony štítné žlázy) a hormony *rozpuštěné ve vodě* (ostatní hormony)
- **Podle převažujícího účinku** se rozlišují hormony s výraznými metabolickými účinky, hormony řídící minerální hospodářství, hormony angažované v reprodukčních funkcích



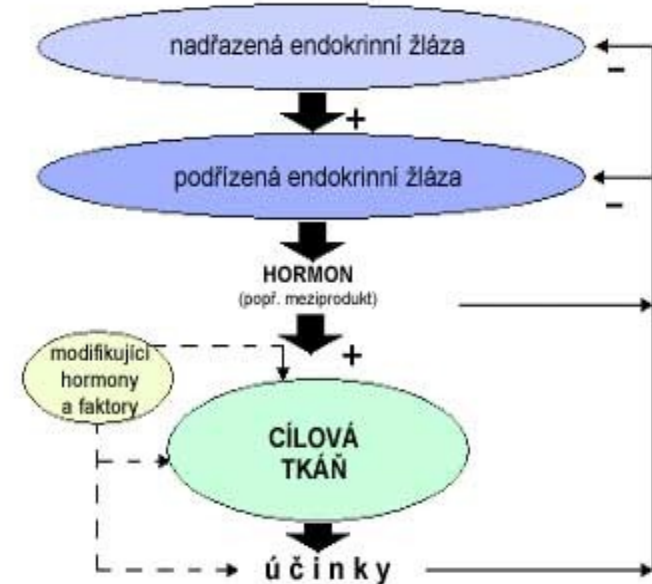
Mechanismus účinku hormonů

- Účinek hormonů se může uplatnit až po vazbě na specifické receptory:
- **Na membráně buněk** jsou receptory pro hormony bílkovinné (peptidové) a aminokyselinové, s výjimkou hormonů štítné žlázy, hormon po navázání na receptor vystupuje jako tzv. **první posel**, vyvolá tvorbu **druhého posla** (velmi často to je c-AMP = cyklický adenosinmonofosfát), který stimuluje v buňce **syntézu specifických bílkovin** (nejčastěji enzymů) a ty zprostředkují vlastní **účinek hormonu**

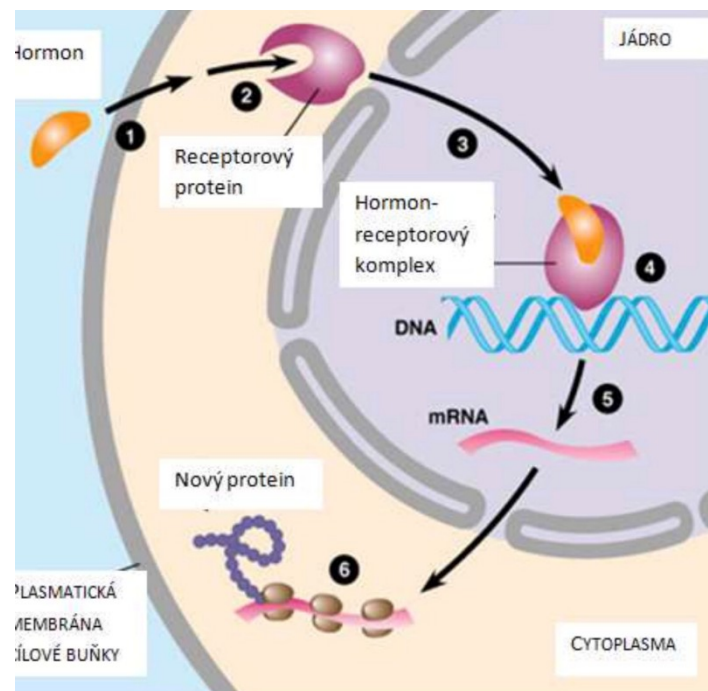
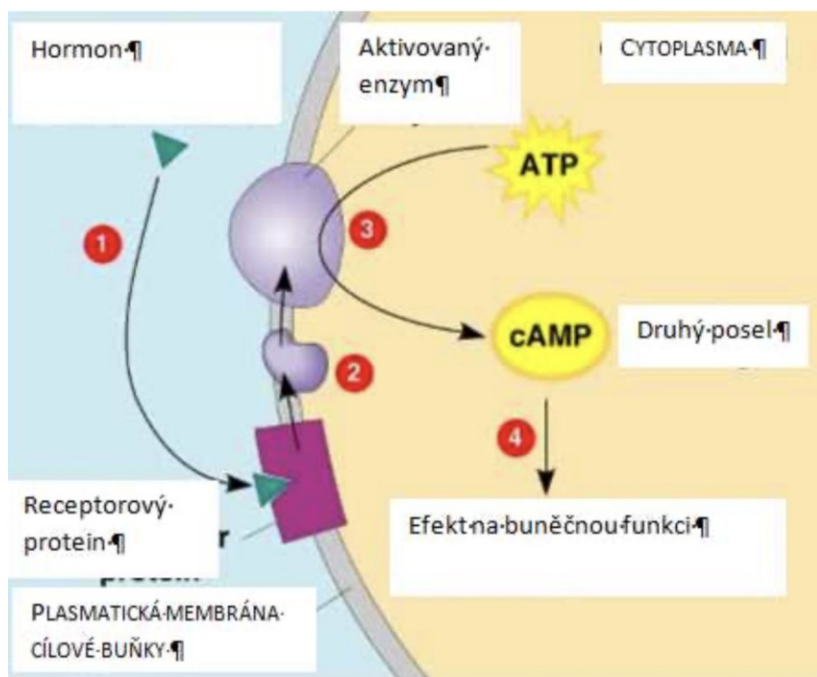


Mechanismus účinku hormonů

- **Uvnitř buňky** jsou receptory pro steroidní hormony a hormony štítné žlázy, navázané hormony většinou stimulují tvorbu specifických bílkovin přímo, bez tvorby druhého posla



Mechanismus účinku



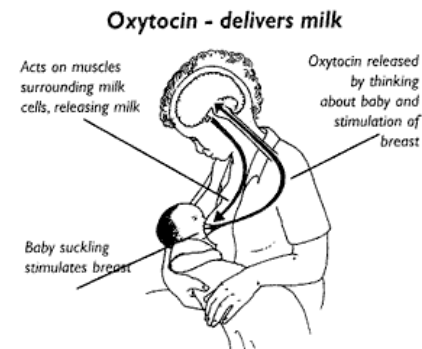
Sekreci hormonů ovlivňují:



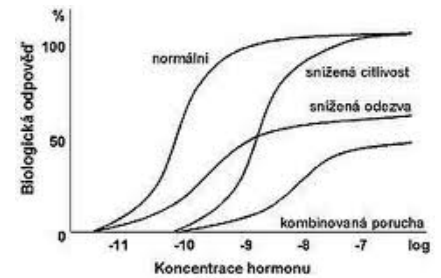
- **Nervové vlivy** – např. výdej hormonů z dřeně nadledvin stimuluje sympatikus
- **Změny v chemickém složení krve** – např. glykémie řídí produkci inzulínu a glukagonu, kalcémie ovlivňuje produkci parathormonu a kalcitoninu
- **Řídící hormony** – např. liberiny a statiny hypotalamu, tropiny předního laloku hypofýzy

Regulace výdeje hormonů:

- Uskutečňuje se mechanismem **jednoduché zpětné vazby**, u které rozhoduje o výdeji hormonu žlázou jeho množství v krvi nebo specifická změna chemického složení krve, na jehož řízení se hormon podílí. Převážně se jedná o **negativní** zpětnou vazbu (např. stoupající kalcémie snižuje výdej parathormonu a naopak), pouze v menší míře jde o **pozitivní** zpětnou vazbu (např. hormon oxytocin podporuje stahy dělohy během porodu a stahy dělohy stimulují další výdej oxytocinu)



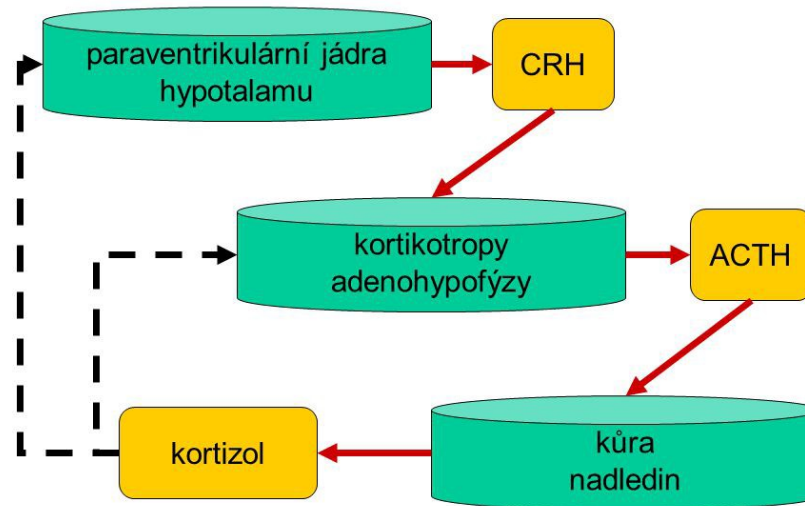
Regulace výdeje hormonů:



- **Složitá zpětná vazba** se uplatňuje u endokrinních žláz řízených hypotalamo-hypofyzárním systémem. Hypotalamus uvolňuje **liberin**, který stimuluje výdej **tropinu** z předního laloku hypofýzy, tropin zvýší sekreci hormonů z jím řízené, tzv. periferní endokrinní žlázy do krve. Množství hormonu periferní žlázy v krvi zpětně ovlivňuje výdej tropinu a liberinu. Klasickým příkladem je např. řízení sekrece kortizolu z kůry nadledvin a hormonů štítné žlázy.

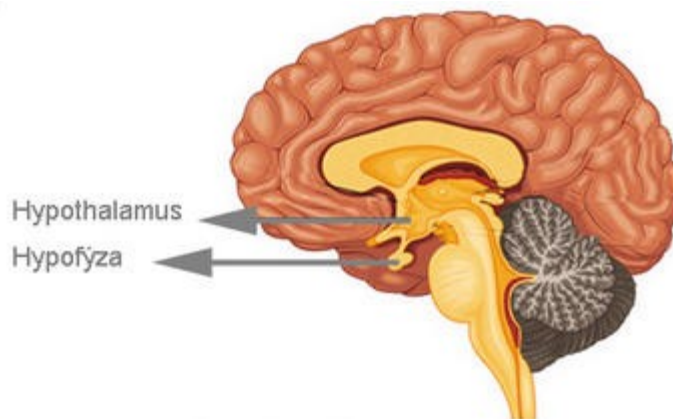
Sekrece hormonů

Řízení sekrece kortizolu



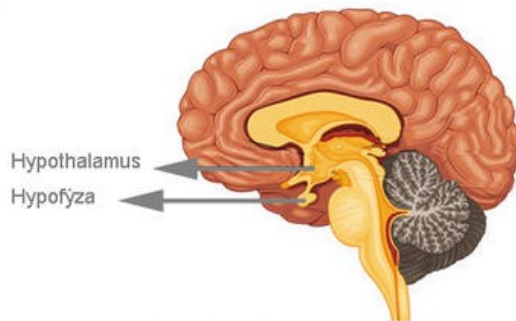
Hypotalamo-hypofyzární systém

- **Hypotalamus** je část mezimozku, která zprostředkovává významnou vazbu mezi nervovým a endokrinním systémem, prostředníkem této vazby je **hypofýza**. Činnost hypotalamu ovlivňují **informace** z kůry mozkové, z limbického systému, z aktivačního systému retikulární formace, z receptorů vnitřních orgánů, ze sítnice. Charakter uvedených vlivů vysvětluje dopad např. na prožívání bolesti, stresu a emocí na hormonální aktivitu hypotalamu.



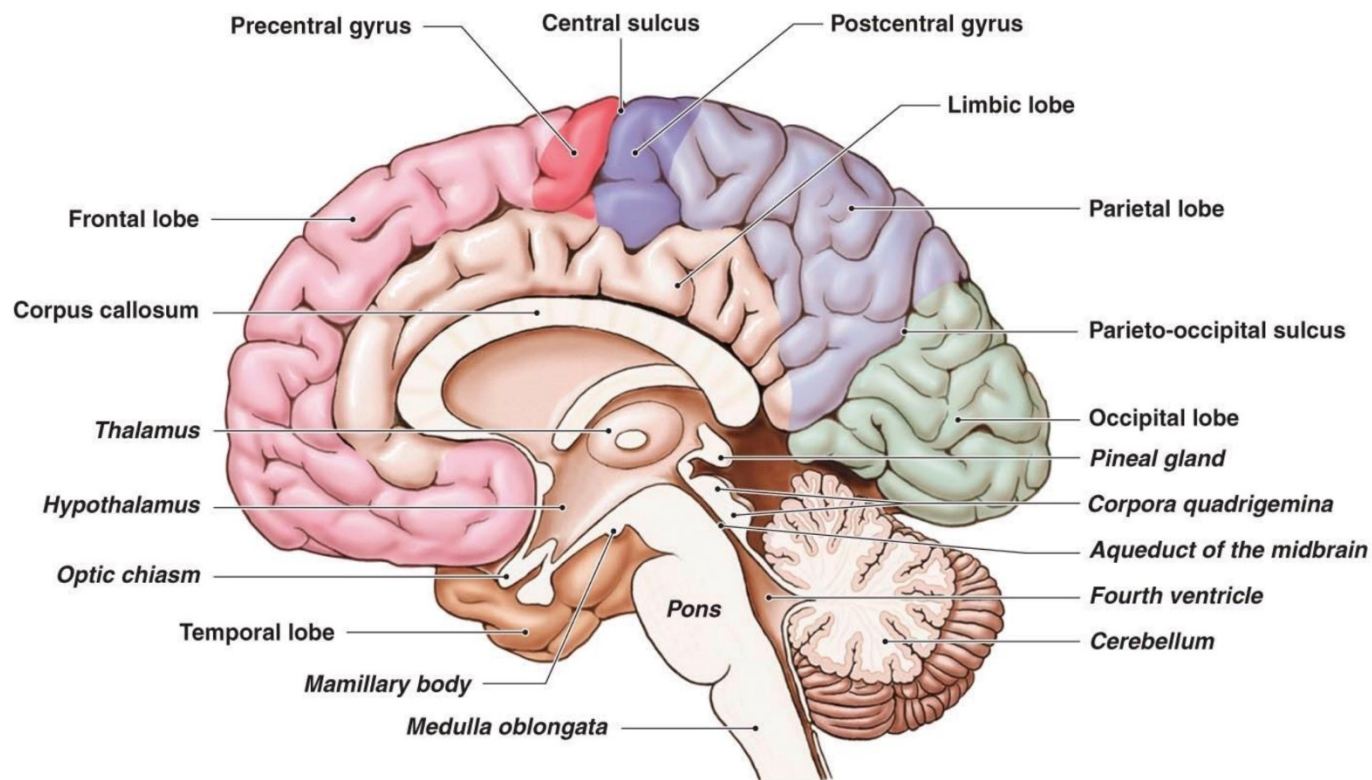
Hypotalamo-hypofyzární systém

- V neurosekrečních buňkách hypotalamu vznikají dvě skupiny hormonů:
- **Oxytocin a antidiuretický hormon**, které se axony neurosekrečních buněk dostávají do zadního laloku hypofýzy
- **Regulační hormony**, které ovlivňují činnost adenohypofýzy – zahrnují stimulačně působící **liberiny** a inhibiční **statiny**, liberiny i statiny pronikají do krve přilehlé kapilární sítě, kapiláry se spojují v hypofyzární portální žíly, kterými krev s hormony odtéká do adenohypofýzy



Hypothalamo-hypofyzární systém

A midsagittal view showing the inner boundaries of the lobes of the cerebral cortex
(Structures outside of the cerebrum are labeled in italics.)



Hypothalamus

Hypofýza (pituitary gland, podvěsek mozkový) → adenohypofýza
→ neurohypofýza

Epifýza (pineal gland, šišinka)

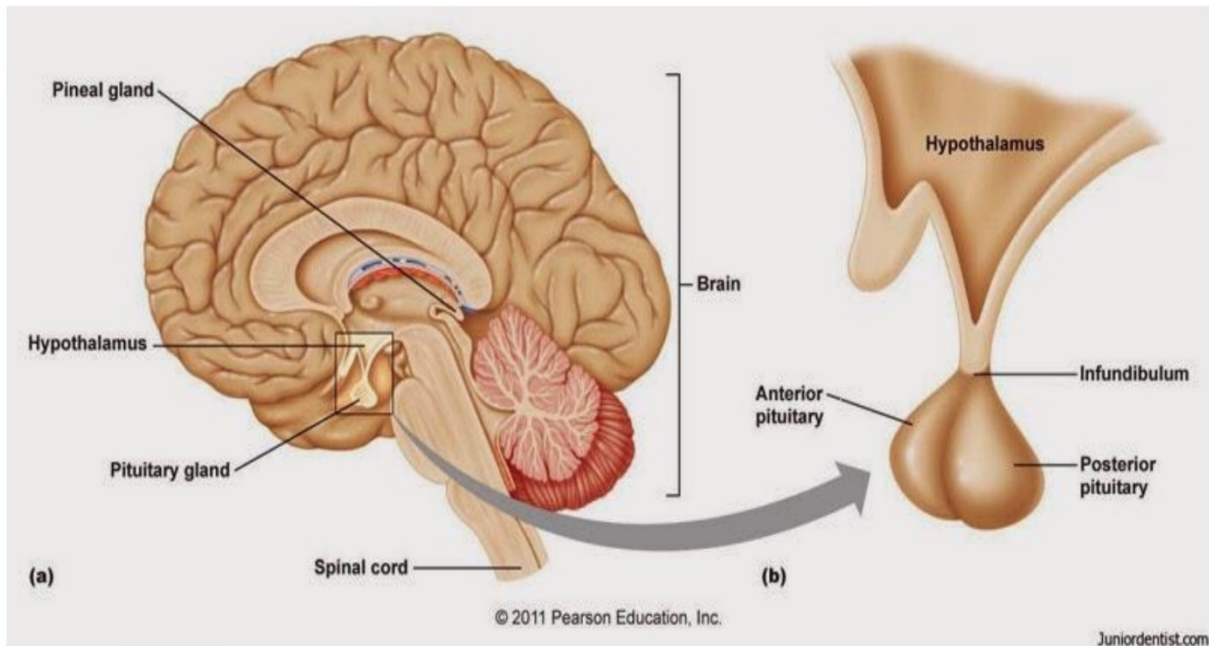
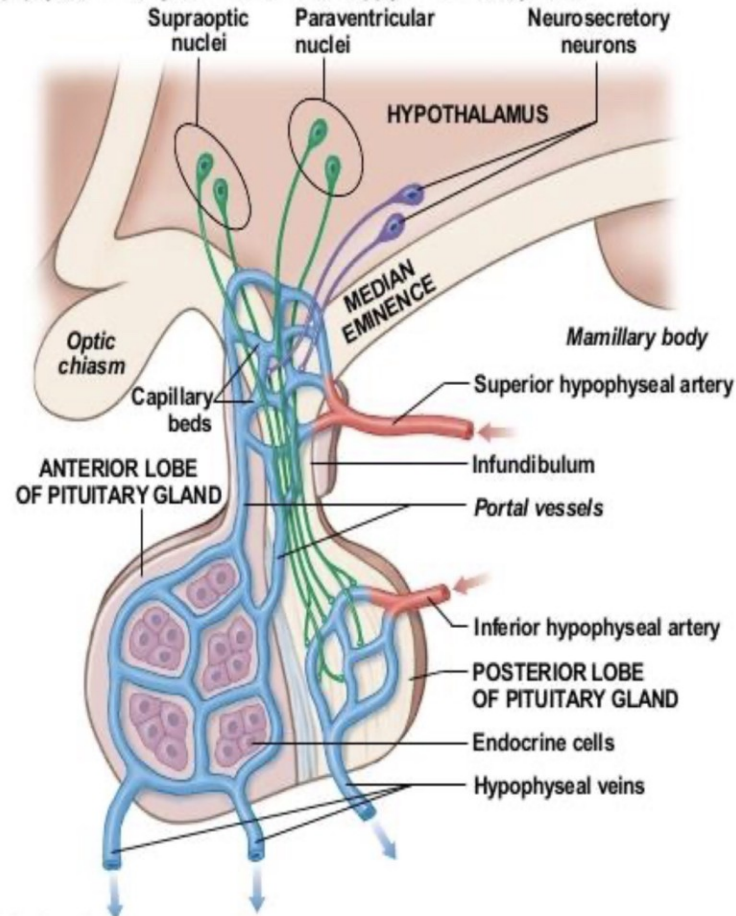
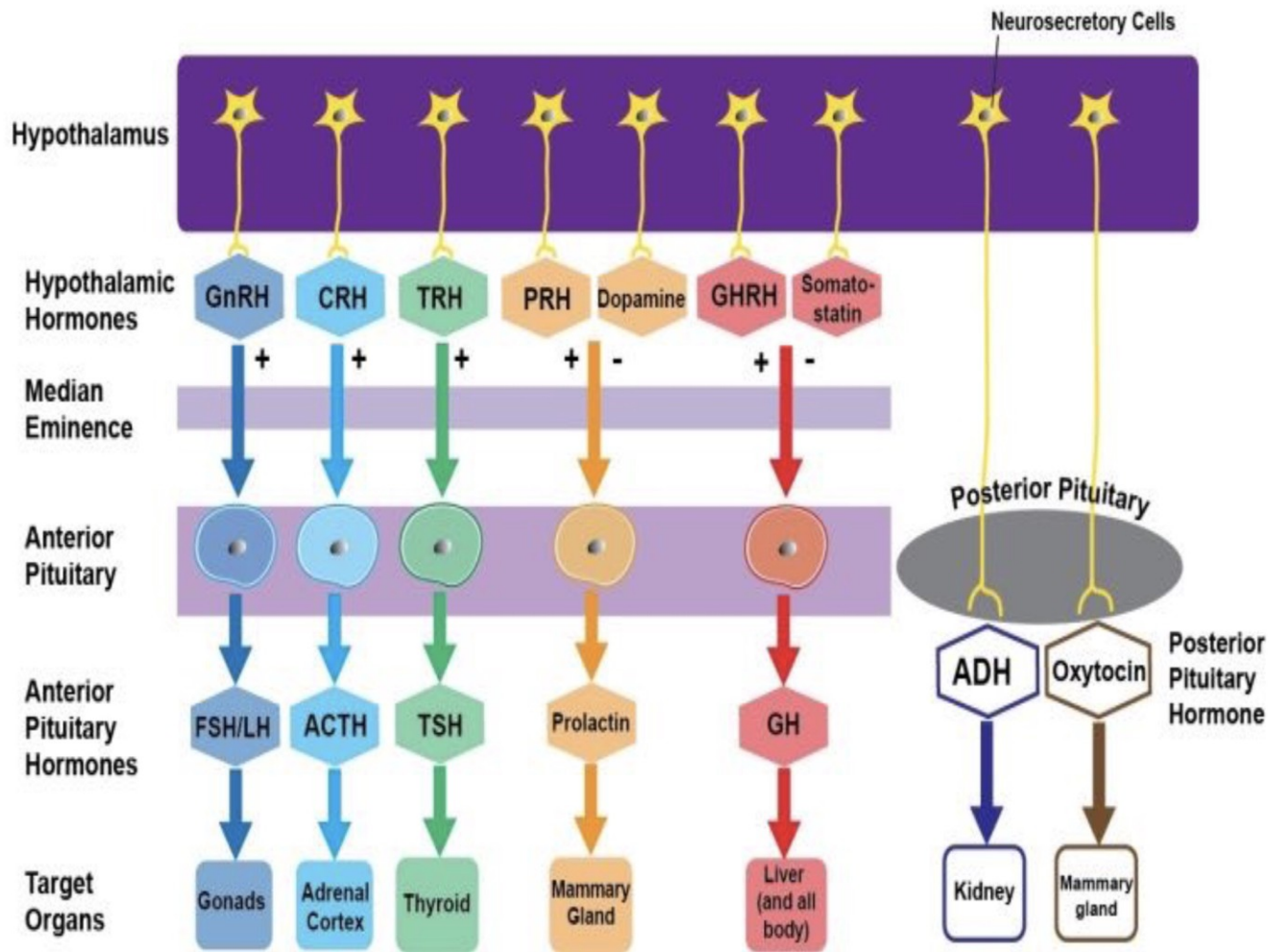
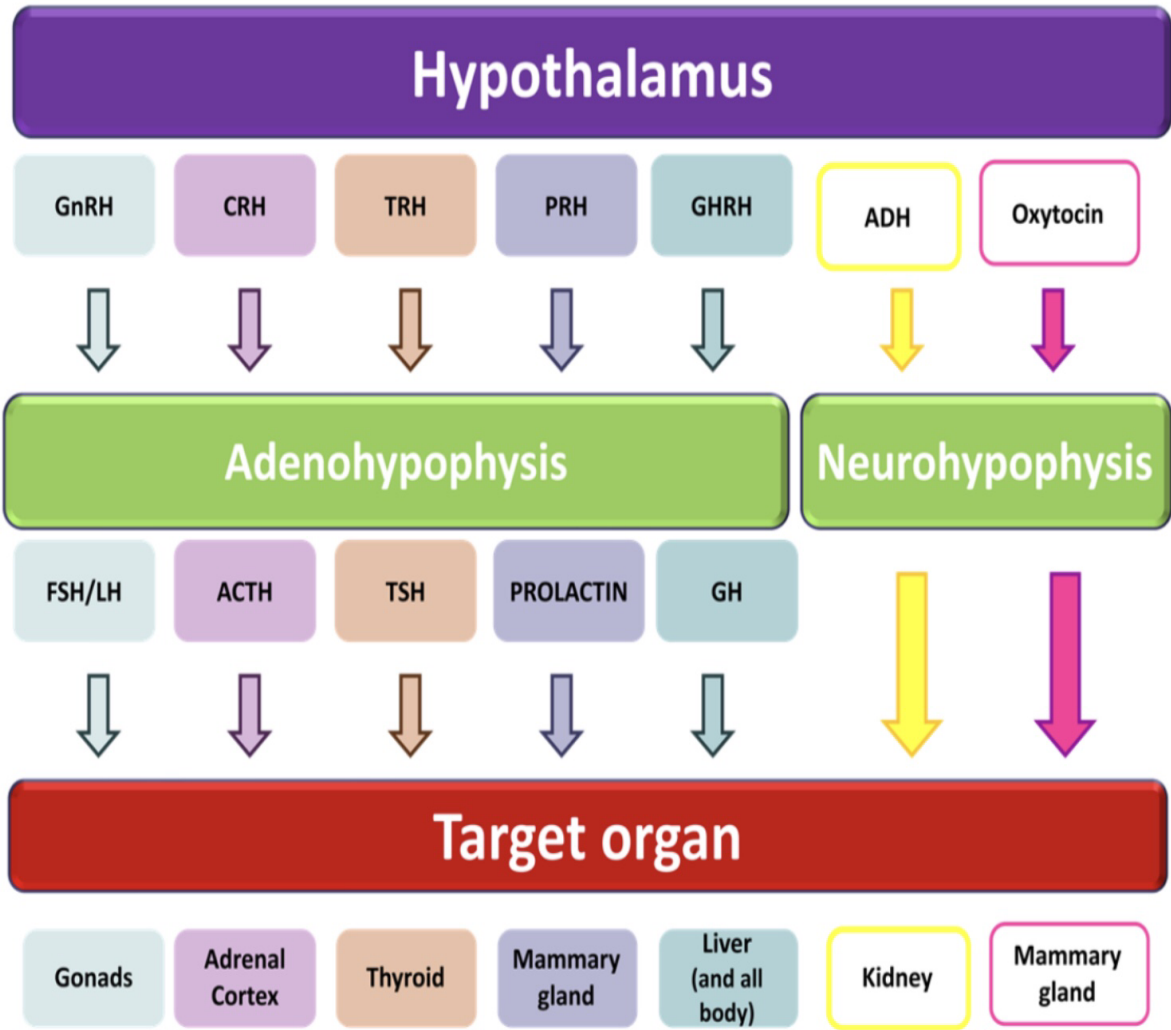
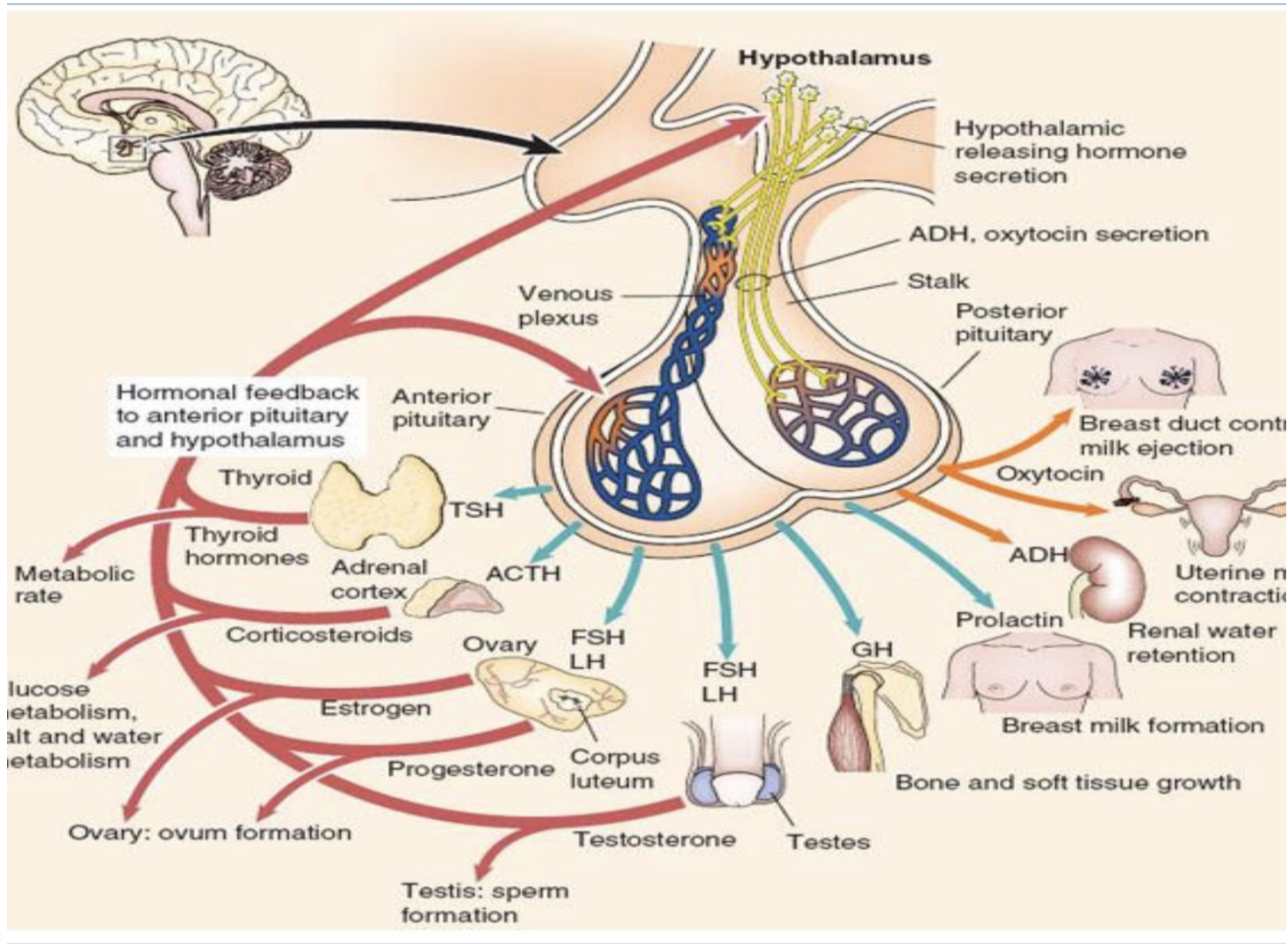


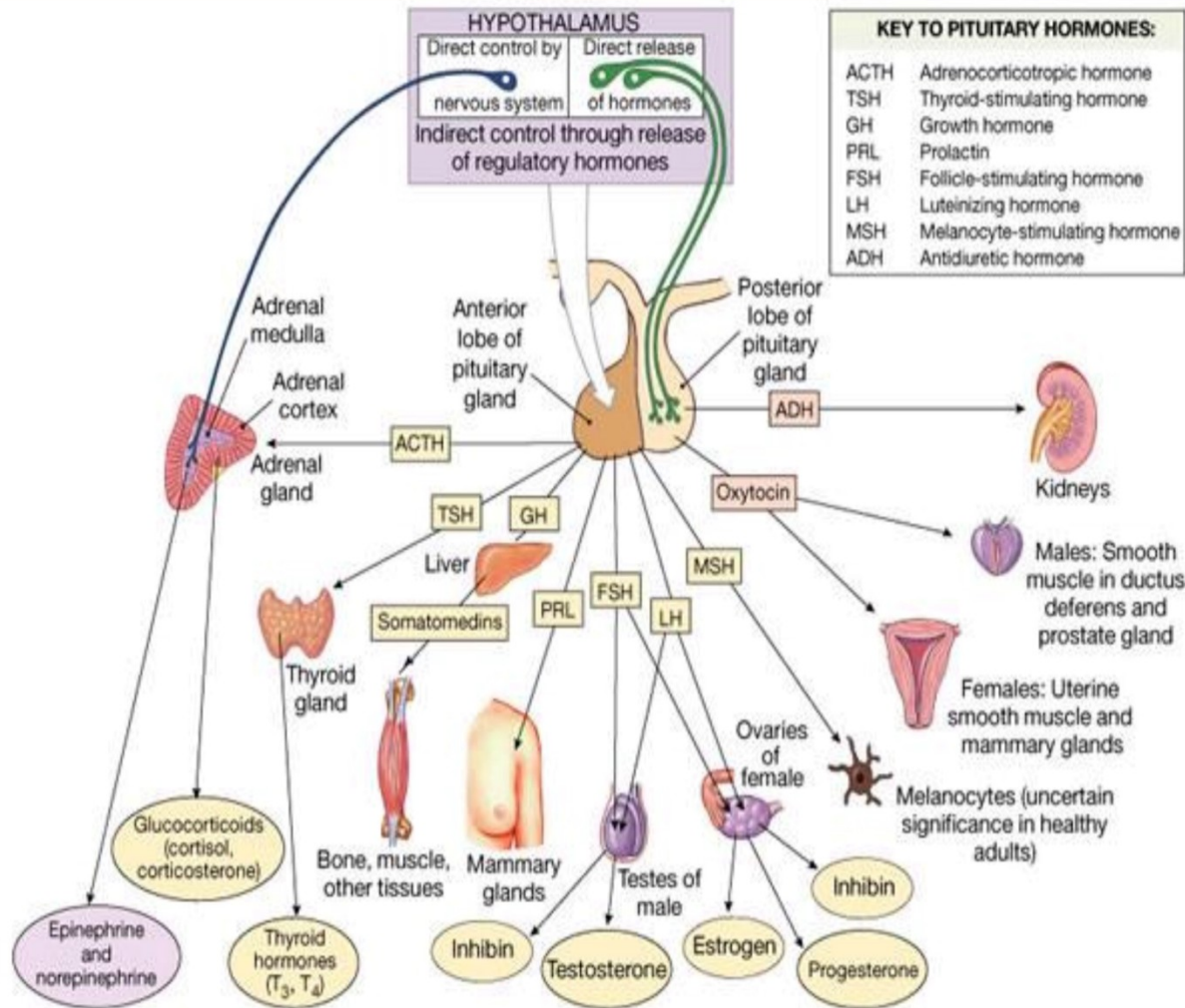
Figure 18-7 The Hypophyseal Portal System and the Blood Supply to the Pituitary Gland

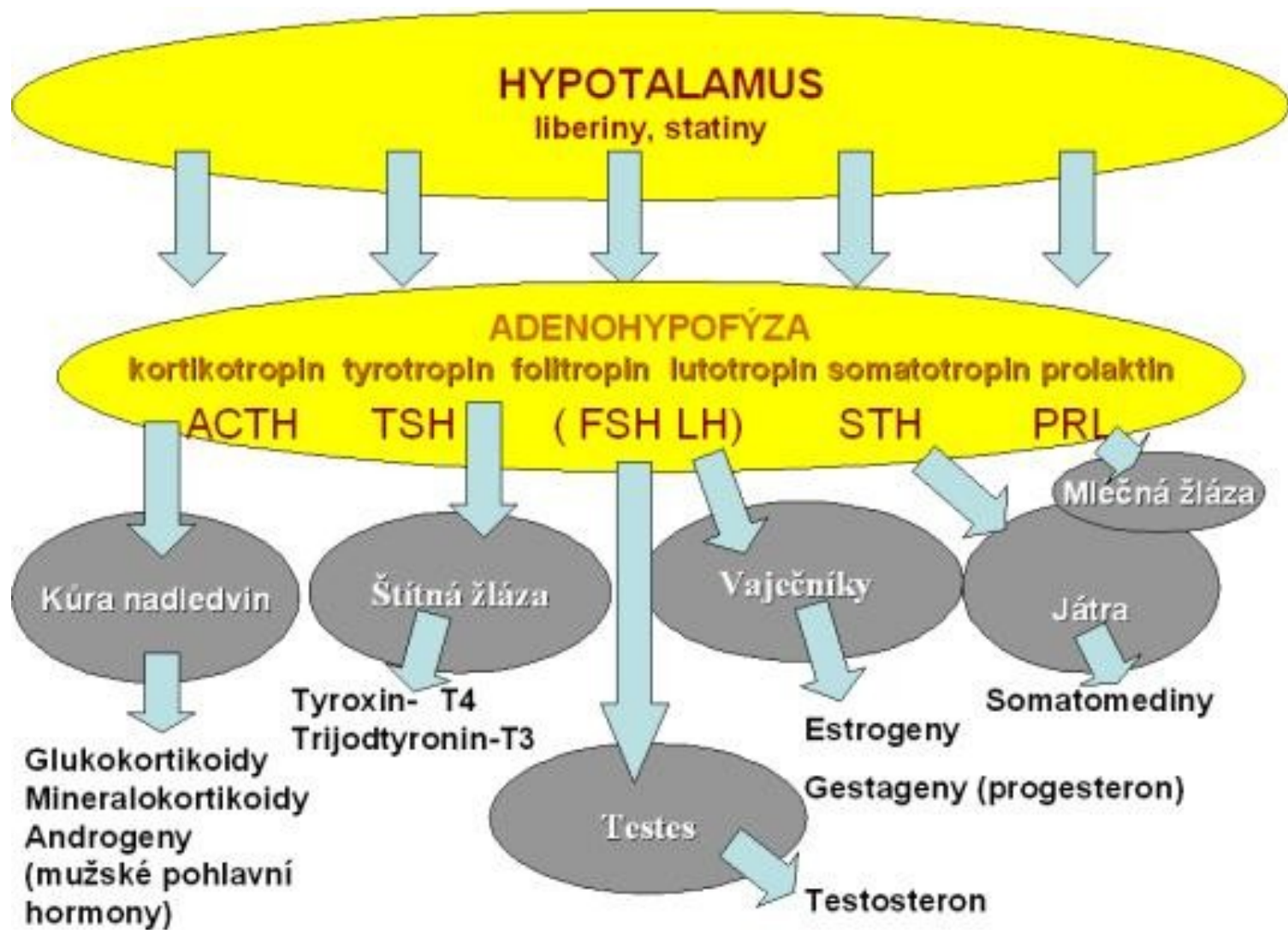








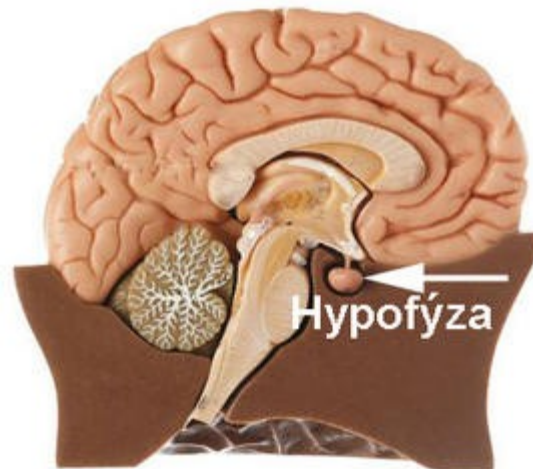




- [Hypothalamus and Pituitary Gland Functions, Animation – YouTube](#)

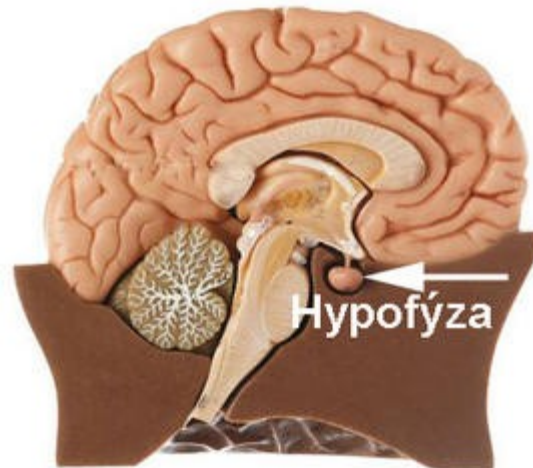
Hypofýza

- Je uložena v tureckém sedle kosti klínové a je spojena úzkou stopkou s hypotalamem. Její dvě části – **adenohypofýza** (přední lalok) a **neurohypofýza** (zadní lalok) – jsou anatomicky i funkčně zcela samostatné.



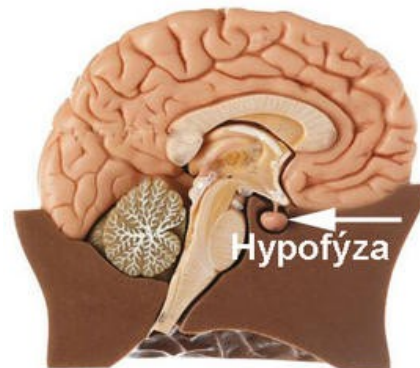
Hormony neurohypofýzy

- Neurohypofýza je zásobárnou antidiuretického hormonu (ADH) a oxytocinu.
- **Účinky ADH:**
- Umožňuje **vstřebávání vody** z distálních a sběracích kanálků nefronů ledvin zpět do krve, voda se zadržuje v těle, klesá diuréza (antidiuretický účinek)
- Zvyšuje **krevní tlak** zadržováním vody v těle a zúžením tepének (vasokonstrikci) – proto i název vazopresin



Hormony neurohypofýzy

- Účinky ADH:
- Snižuje **produkci potu**
- Posiluje tvorbu a vybavování **paměťových stop**
- **Stimuluje** tvorbu Na/K, ATP pumpy
- **Výdej ADH** z neurohypofýzy **se zvyšuje** při zvýšení osmolality krve, např. během dehydratace organismu, při stresu, úzkosti, vlivem nikotinu, morfinu, naopak **klesá** při převodnění a po požití alkoholu.



Hormony neurohypofýzy

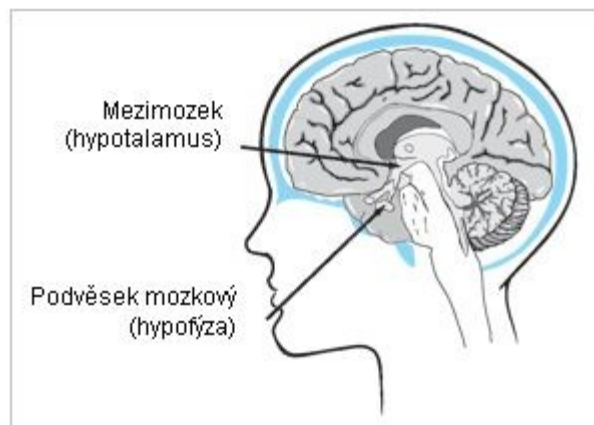
- **Účinky oxytocinu:**
- Zesiluje **stahy hladké svaloviny dělohy** při porodu
- Vyvolává **stahy mlékovodů**, což usnadňuje výdej mléka během kojení
- U **netěhotné dělohy**, vyvolává stahy dělohy při koitu, čímž se podílí na vyvolání orgasmu, u muže vyvolává stahy chámovodů
- Omezuje tvorbu a vybavování **paměťových stop**

Výdej oxytocinu je řízen reflexně, podnětem je dráždění bradavek při kojení, protahování hrdla dělohy při porodu, dráždění zevního genitálu při koitu



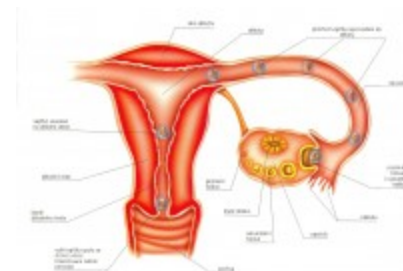
Hormony adenohypofýzy

- V adenohypofýze se hormony tvoří v pěti typech buněk, jejichž sekreční aktivitu podporuje vždy specifický **liberin**. Specifické hypotalamické statiny tlumí výrazněji činnost buněk tvořících prolaktin, TSH (tyreotropin) a pravděpodobně i STH (somatotropin). Somatostatin tvoří i Langerhansovy ostrůvky slinivky a endokrinní tkáň GIT.
- Adenohypofýza vydává tropiny, tj. hormony řídící jiné žlázy s vnitřní sekrecí a dále hormony s přímým účinkem.



Tropiny:

- **Kortikotropin**(adrenokortikotropní hormon – ACTH) ovlivňuje růst a rozvoj kůry nadledvin, stimuluje sekreci glukokortikoidů kůrou nadledvin. Výdej ACTH výrazně stoupá při stresu a vlivem produktů makrofágů(cytokiny)
- **Tyreotropin**(TSH) řídí činnost štítné žlázy
- **Gonadotropiny:**
 1. **Folitropin(FSH)** podporuje zrání vajíčka ve folikulech vaječnicků a tvorbu estrogenů buňkami folikulu, u mužů je nepostradatelný pro tvorbu spermií
 2. **Lutropin(LH)** u žen podporuje vznik žlutého tělíska a tvorbu progesteronu v něm, u mužů řídí tvorbu testosteronu ve varleti



Hormony s přímým účinkem

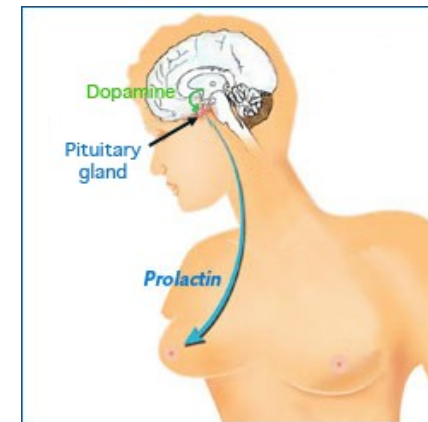
- **Somatotropin**(somatotropní hormon – STH) se tvoří hlavně v noci a má výrazné metabolické účinky:

1. **Stimuluje proteosyntézu** a jejím prostřednictvím růst a dělení buněk, řídí tvorbu tkání i po ukončení růstu, účinek STH není přímý, je zprostředkovaný somatomediny, jejichž tvorbu v játrech i jiných tkání STH podporuje



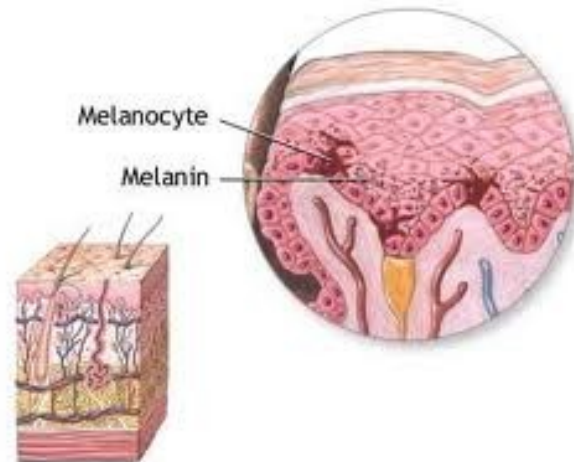
Hormony s přímým účinkem

2. **Uvolňuje zásobní tuky** z tukové tkáně pro potřeby energeticky náročné proteosyntézy
 3. **Omezuje spotřebu glukózy tkáněmi**, aby mohla být preferenčně využívána nervovým systémem, jehož aktivita během růstu, vývoje a obnovy tkání výrazně stoupá.
- **Prolaktin** přispívá k **rozvoji mléčné žlázy** v průběhu těhotenství, spouští a udržuje **tvorbu mléka** v poporodním období. Malé množství prolaktinu se tvoří i u mužů, u kterých podporuje růst přídatných pohlavních orgánů, především prostaty.



Hormony s přímým účinkem

- **Melanocyty stimulující hormon(MSH)** pravděpodobně ovlivňuje aktivitu mozku (receptory pro MSH byly prokázány na mozkových neuronech) . Pomáhá regenerovat sítnicové barvivo rodopsin a v závislosti na slunečním záření zvyšuje pigmentaci kůže.

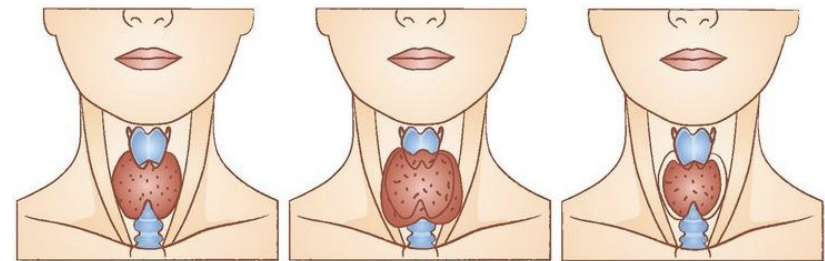
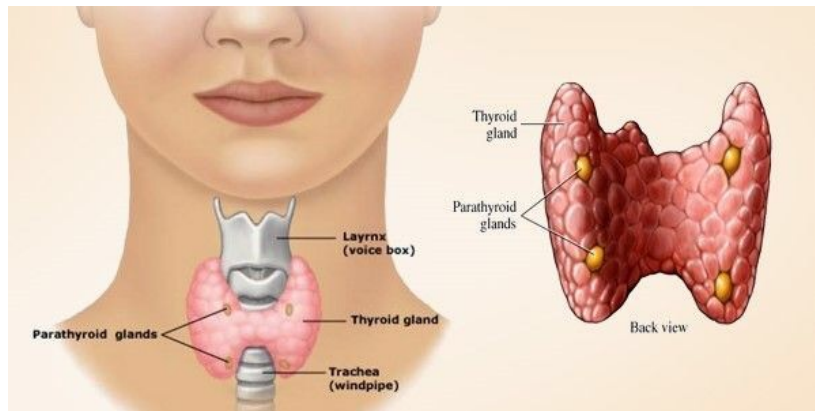


Hormony s přímým účinkem

- **Nadprodukce somatotropinu** v období růstu je příčinou **gigantismu**, tj. nadměrného vzrůstu, nedostatek hormonu je zodpovědný za **omezený vzrůst**(trpaslictví – nanismus).
Nadprodukce v dospělosti vyvolává akromegalii, název je odvozen od neúměrného růstu koncových částí kostry, např. brady, nadočnicových oblouků, kosti nohy, ruky.
- **Nadprodukce prolaktinu** u mužů vede k impotenci, u žen aktivuje laktaci v období mimo těhotenství



Štítná žláza



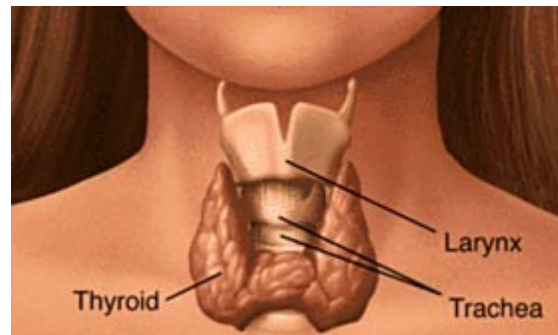
Normální stav

Hypertyreóza

Hypotyreóza

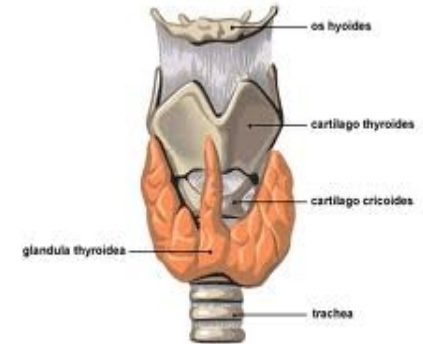
Štítná žláza (*glandula thyreoidea*)

- Bohatě prokrvená **štítná žláza** má **dva laloky** (pravý a levý) navzájem spojené můstkem (isthmem), laloky přiléhají horními póly ke štítné chrupavce hrtanu, směrem dolů se rozprostírají po stranách průdušnice.
- Sekreční tkáň štítné žlázy je složená z mikroskopicky patrných sekrečních folikulů, jejichž buňky tvoří dva hormony – **tyroxin** (tetrajodtyronin T4) a **trijodtyronin**(T3)



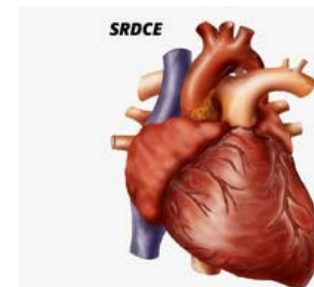
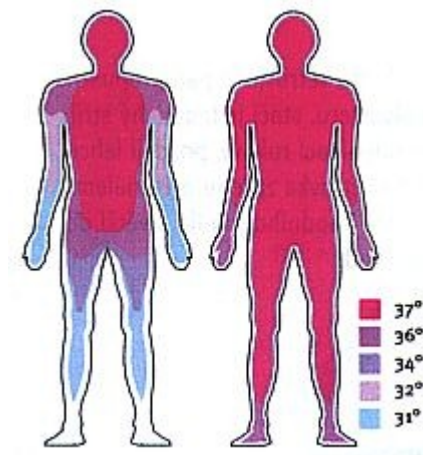
Štítná žláza (*glandula thyreoidea*)

- Hormony se skladují uvnitř sekrečních folikulů, vázané na bílkovinu tyreoglobulin, podle potřeby se z vazby uvolňují a vydávají do krve. K tvorbě hormonů potřebuje štítná žláza jod, který získává z krevní plazmy.
- Účinným hormonem je T3, T4 je zásobní formou, koluje v krvi vázaný na bílkoviny a přeměňuje se na T3 v buňkách.
- Mezi sekrečními folikuly leží ojedinělé buňky odlišného charakteru i funkce, které tvoří a vydávají hormon **calcitonin**



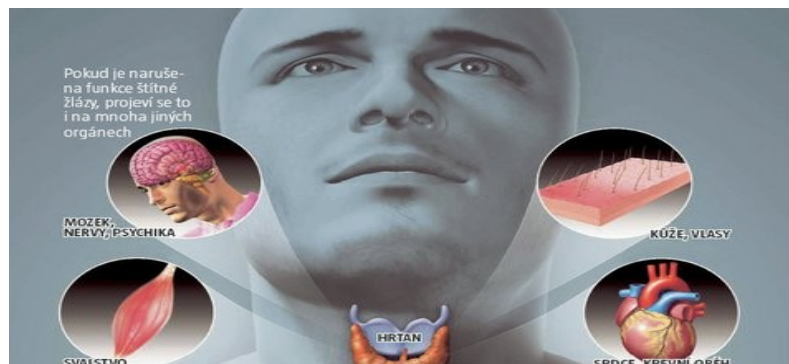
Účinky hormonů štítné žlázy

- **Stimulují oxidaci glukózy a MK** v tkáních (zvyšují bazální metabolismus), takže spotřeba kyslíku a živin v tkáních stoupá
- **Zvyšují produkci tepla** v tkáních (kalorigenní efekt) a přispívají tímto způsobem k udržování stálé tělesné teploty
- **Zvyšují srdeční frekvenci a sílu srdečního stahu**, což se projeví urychlením krevního oběhu, který zajistí rychlou dodávku potřebného množství kyslíku a živin pro vystupňované tkáňové oxidace



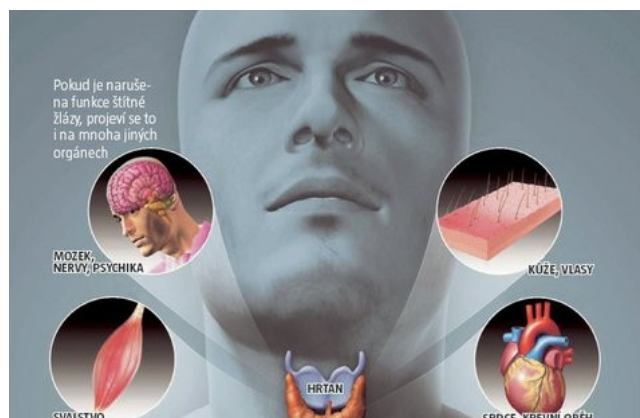
Účinky hormonů štítné žlázy

- Zvyšují uvolňování tuků(MK) z tukové tkáně
- Podporují proteosyntézu a urychlují růst
- Zvyšují ztráty vápníku a fosfátů do moči
- Zvyšují citlivost tkání k jiným hormonům – glukokortikoidům, inzulinu, glukagonu, STH, adrenalinu a noradrenalinu
- Snižují cholesterol v krvi
- Jsou nepostradatelné pro růst a zrání mozku(během nitroděložního vývoje i po narození), vývoj kostí a reprodukčních orgánů
- Zvyšují dráždivost nervové soustavy



Účinky hormonů štítné žlázy

- **V řízení sekrece T3 a T4 se uplatňuje složitá zpětná vazba.** Pokles množství hormonů štítné žlázy v krvi pod fyziologickou hodnotu a útlum buněčných oxidací je signálem pro výdej tyreoliberinu z hypotalamu. Odpovědí je zvýšená produkce TSH z adenohypofýzy, TSH stimuluje štítnou žlázu k vyššímu výdeji hormonů do krve. Jakmile množství hormonů štítné žlázy stoupne nad fyziologickou úroveň, klesá výdej tyreoliberinu i tyreotropinu a aktivita buněk štítné žlázy se snižuje na potřebnou úroveň



Zvýšená činnost štítné žlázy

- Se označuje jako **hypertyreóza**, jedním z prvních příznaků je výrazná redukce hmotnosti a projevy zvýšené aktivity srdce (srdeční frekvence stoupá až na 130 tepů/min), snížená tolerance horka, předrážděnost.
- **Snížená činnost** štítné žlázy se označuje jako **hypotyreóza**. Dochází k ní nejčastěji při nedostatečném příjmu jodu. Jestliže je činnost štítné žlázy snížena již od nitroděložního vývoje (vrozený kretenismus), přináší tento stav poruchy v mentálním vývoji jedince, vážné poruchy ve vývoji kostry (zpomalení vývoje a růstu kostí) a ve vývoji reprodukčních orgánů.



Snížená činnost štítné žlázy

- **Hypotyreóza dospělých** je ve většině případů důsledkem autoimunitních pochodů, při kterých imunitní systém jedince tvoří protilátky proti buňkám vlastní štítné žlázy a tak je poškozují. Výrazným projevem je snížení energetické přeměny organismu (vzniká nadváha až obezita), spavost, zimomřivost, snížená reaktivita CNS, prosáklá kůže a podkoží, tzv. **myxedém** – odtud název pro hypotyreózu dospělých.



Nedostatek jodu v pitné vodě

- Se často vyvíjí tzv. **hypofunkční struma** (zvětšení štítné žlázy – vole). V tomto případě je struma kompenzační reakcí, při níž zvětšení objemu sekreční tkáně přispívá ke zvýšení výdeje hormonů. Hypofunkce štítné žlázy bývala častá v horských oblastech (endemická struma, vázaná na určitou oblast), ve kterých byl nedostatek jodu ve vodě výrazný. Z těchto důvodů je jodidovaná kuchyňská sůl.



Struma

- Může být i **hyperfunkční**, spojená s nadměrnou tvorbou hormonů štítné žlázy, v žláze vznikají nakupeniny hyperfunkční tkáně.
- U každého novorozence se činnost štítné žlázy vyšetřuje – screening – už během nitroděložního života je plod závislý na vlastní produkci T3 a T4.
- V případě nedostatečnosti štítné žlázy se přistupuje k substituční terapii

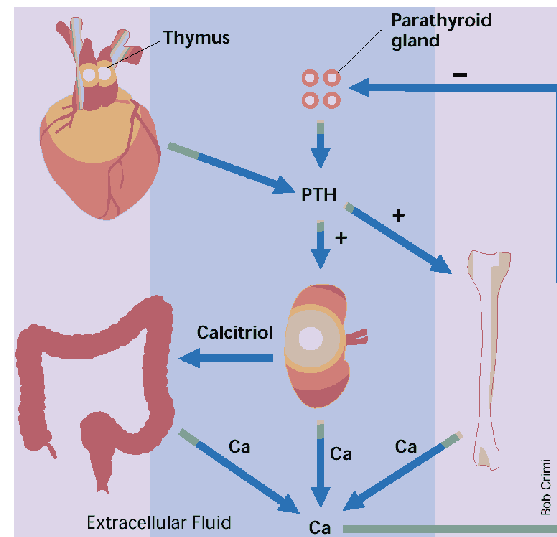
Kalcitotropní hormony

- Metabolismus vápníku a tím i metabolismus kostní tkáně je řízen třemi hormony.
- **Kalcitonin – patří mezi hormony řídící metabolismus minerálních látek.**
- Snižuje hladinu vápníku v krvi, jeho hlavní úlohou je ochrana kostní tkáně matky v těhotenství.
- Podporuje ukládání vápníku a fosfátů do kostí
- Zvyšuje výdej vápníku do moči
- Tlumí aktivitu osteoklastů, tj. buněk rozkládající kostní tkáň, a snižuje tak únik vápníku a fosfátu z kostí
- **Stimulem** pro tvorbu kalcitoninu je **hyperkalcémie**, řízení funguje na principu jednoduché zpětné vazby



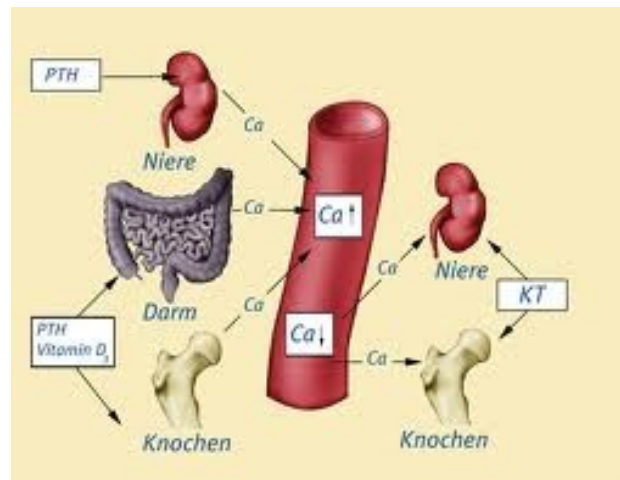
Parathormon

- Nejdůležitějším regulátorem kalcémie. Jeho výdej stoupá při poklesu kalcémie. Je tvořen ve čtyřech příštítných tělískách, která jsou uložena na zadní stěně štítné žlázy.
- Sekrece je řízena jednoduchou negativní zpětnou vazbou.



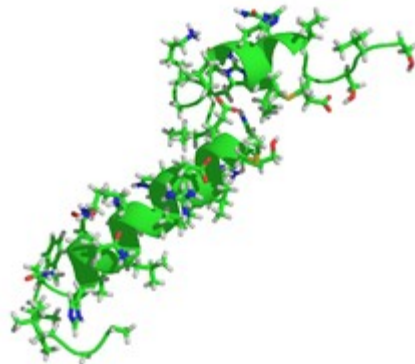
Účinky parathormonu

- Aktivuje kostní buňky schopné odbourávat kost a uvolňovat vápník, hořčík a fosfáty do krve
- Je-li tvořen v nadbytku, potom snižuje ztráty vápníku a hořčíku uvolněných při resorpci kosti, do moči, výdej fosfátů do moči zvyšuje
- Podporuje vstřebávání vápníku a hořčíku ve střevě prostřednictvím stimulace tvorby aktivní formy vitamínu D3 v ledvinách



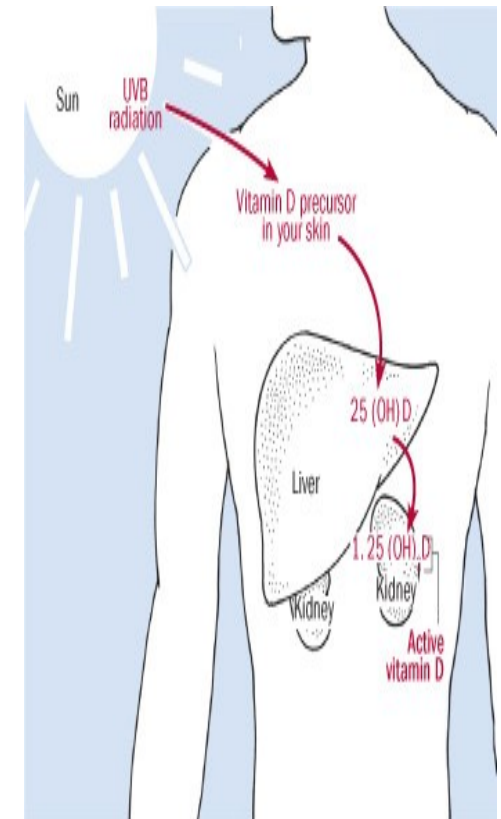
Nedostatek parathormonu

- Klesá kalcémie, což je příčinou nervosvalové dráždivosti, která se projevuje svalovými křečemi(tetanie).
- Při **nadbytku** PTH je hyperkalcémie, vápník se z krve přesouvá do měkkých tkání včetně cévní stěny, ve které přispívá k tvorbě sklerotických plátů, časté jsou poruchy srdečního rytmu



Vitamin D3 kalcitriol

- Vzniká v kůži vlivem slunečních UV paprsků (takto vzniklý vitamin D se nazývá cholekalciferol) nebo je získáván z potravy jako rozpustný vitamin ergokalciferol (rybí tuk, ryby).
- V játrech se metabolizuje na málo aktivní 25-OH-kalciferol a pak je za přítomnosti parathormonu v ledvinách metabolizován na velmi aktivní 1,25-dihydrokalciferol (kalcitriol)



Kalcitriol

- Zvyšuje hladinu kalcia v krvi
- Posiluje a doplňuje účinky parathormonu, proto je při nedostatku kalcia parathormonem v ledvinách aktivován.

Účinky vitaminu D

- Zvyšuje resorpci vápníku a fosfátů ve střevě
- Zvyšuje ukládání kalcia do novotvořených kostí a usnadňuje vstřebávání vápníku z kostí odbourávaných.

Nedostatek vit. D vyvolává v dětství křivici, v dospělosti osteomalacii



Metabolismus vápníku

- Koncentrace Ca v plazmě je 2,25 – 2,75mmol/l
- Regulace kalcia a jeho množství je svázána s regulací fosfátů a je zajišťována parathormonem, kalcitriolem a kalcitoninem.
- Podpůrný význam má tyroxin(zvyšuje dboourávání kostí a vylučování ledvinami) a kortizol(snižuje vstřebávání Ca střevem a snižuje metabolismus vitamínu D v játrech)

Metabolismus vápníku

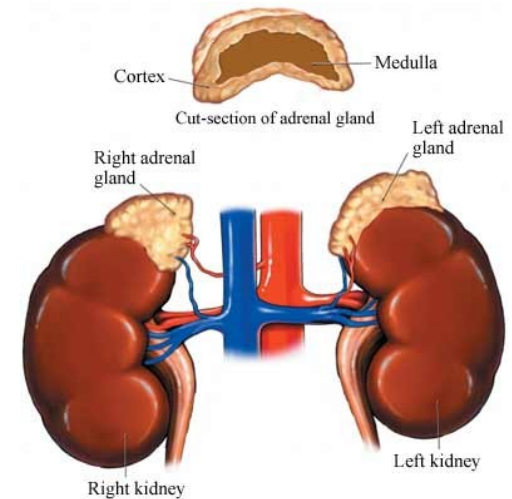
- Do těla se dostává Ca potravou
- Vstřebává se v duodenu a jejunu v přítomnosti tuků
- Vstřebávání ovlivňuje mléčný cukr laktóza
- Vylučování Ca probíhá ledvinami, do potu a v trávicím traktu.
- V těle 99% v kostech, 1% v ECT
- Denní potřeba 800-1000mg

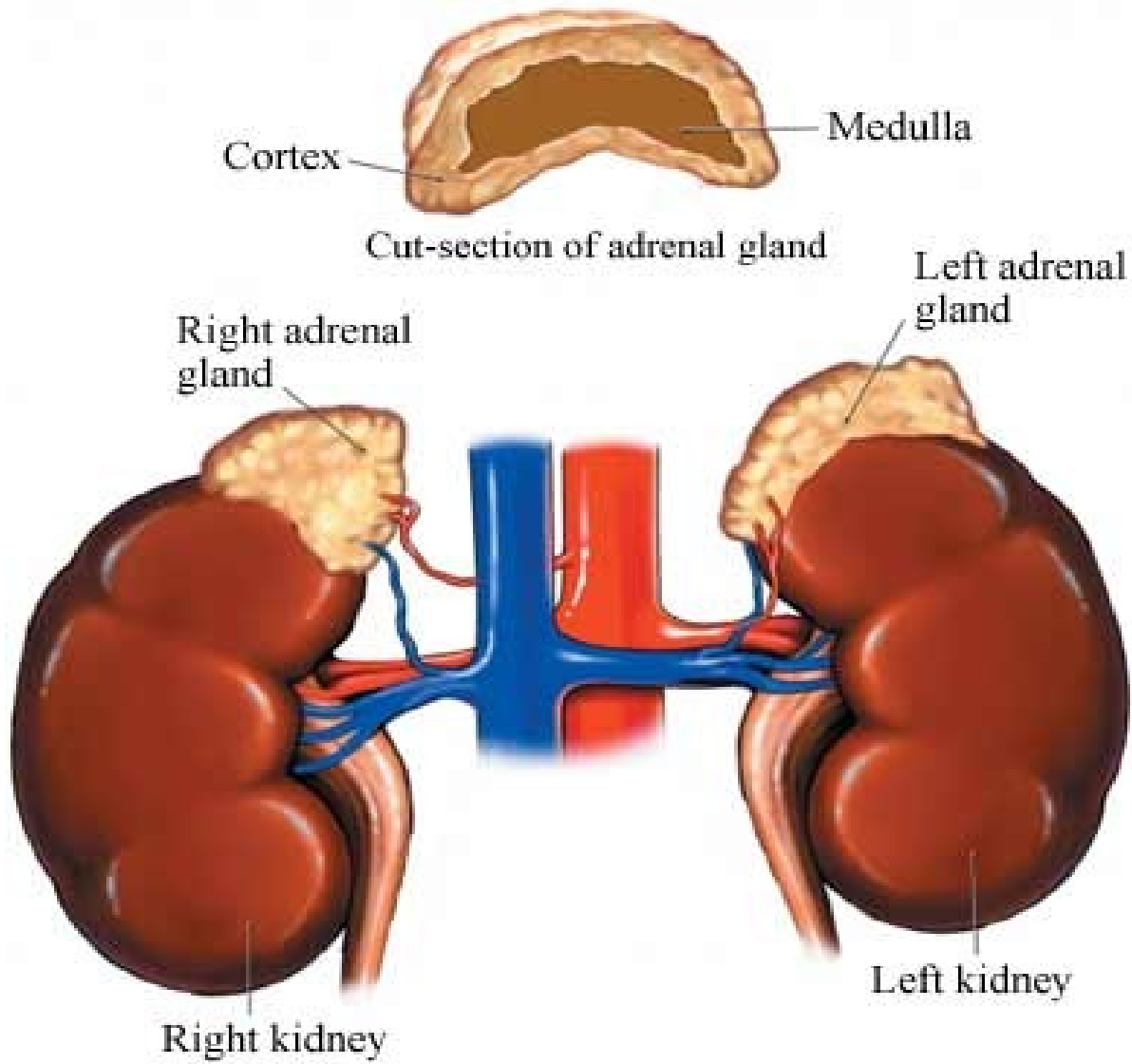


Nadledviny

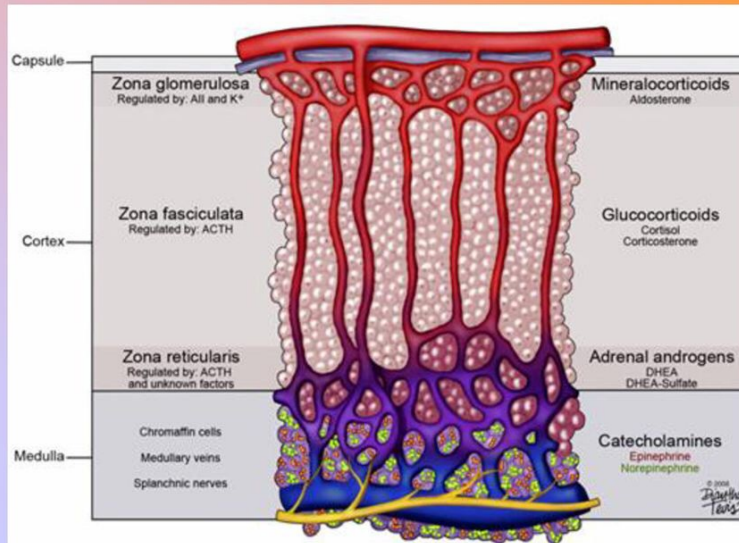
- Každá **nadledvina** leží na horním pólu ledviny, má pyramidový tvar, na povrchu ji kryje vazivové pouzdro. Na řezu je patrná kůra, která má tři zóny, z nichž každá obsahuje odlišný typ sekrečních buněk:
- **Zevní zóna** tvoří *mineralokortikoidy*
- **Střední zóna** tvoří *glukokortikoidy*
- **Vnitřní zóna** produkuje malé množství *androgenů*

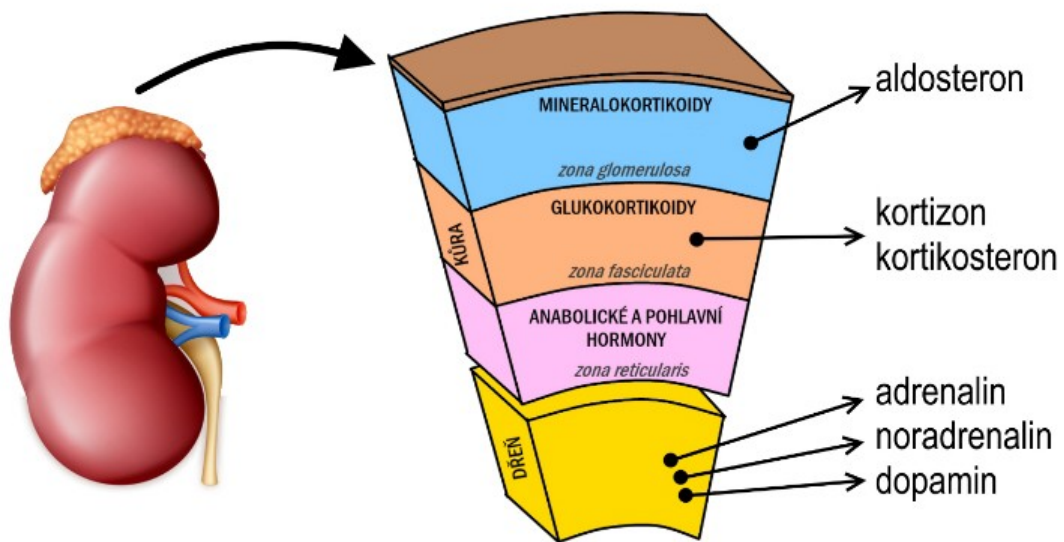
- Uvnitř nadledvin je relativně málo objemná **dřeň**, ve které vznikají **katecholaminy**, především **adrenalin**.
- Kůra a dřeň fungují jako dvě zcela nezávislé žlázy





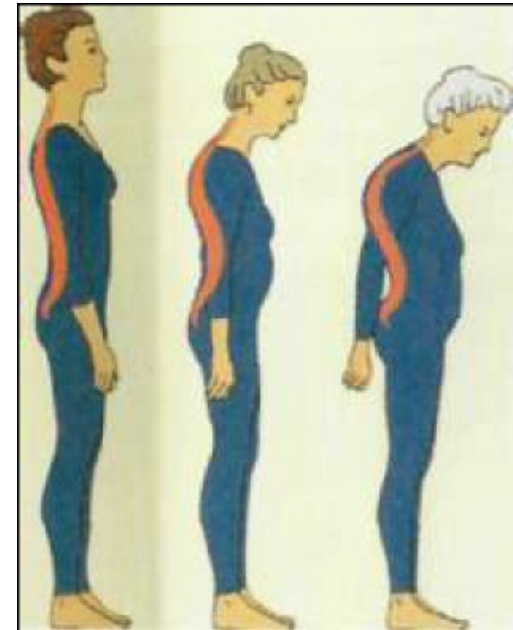
Kõra nadledvin





Hormony kůry nadledvin

- **Glukokortikoidy**
- Hlavním glukokortikoidem je **kortizol**
- **Kortizol** štěpí bílkoviny (proteokatabolismus), především svalové na AMK a snižuje proteosyntézu
- Důsledek proteokatabolického účinku při **zvýšené tvorbě glukokortikoidů**: útlum růstu, špatné hojení ran, rozpad buněk, nedostatečná tvorba kostních buněk, snížené vstřebávání Ca ve střevě.
- Při dlouhodobém podávání glukokortikoidů může dojít k úbytku kostní tkáně – osteoporesa.



Kortizol

- Ovlivňuje **významně metabolismus tuků** – snižuje tvorbu MK z glukózy, vede k přesunu(redistribuci) zásobních tuků na jiná, tzv. predilekční místa, takže při nadprodukcí glukokortikoidů se tuk hromadí na krku, v horních partiích zad(tukový hrb), v obličeji(měsíčkovitý obličej) a na břichu(převislé břicho)
- Glukokortikoidy **zvyšují glykémii** a dosahují toho stimulací glukoneogeneze a AMK v játrech,omezením přeměny glukózy na MK, snižováním spotřeby glukózy buňkami, do jisté míry i útlumem tvorby inzulinu



Kortizol

- Popsaný komplexní účinek glukokortikoidů na metabolismus glukózy způsobuje **hyperglykémii** a může nakonec vyústit až do vyčerpání B-buněk Langerhansových ostrůvků slinivky. Rozvíjí se porucha metabolismu, která se podobá DM.
- **Nedostatek** glukokortikoidů způsobuje **hypoglykémii**, jejíž hlavní příčinou je nedostatečná glukoneogeneze.

Glukokortikoidy

- **Malé dávky** působí **protizánětlivě** (aktivují imunitní systém a blokují tvorbu prozánětlivých prostaglandinů). **Vysoké dávky** glukokortikoidů naopak aktivitu imunitního **systemu tlumí** (imunopresivní účinek), což se prakticky využívá při potlačování odmítavé reakce imunitního systému příjemce vůči transplantátu.



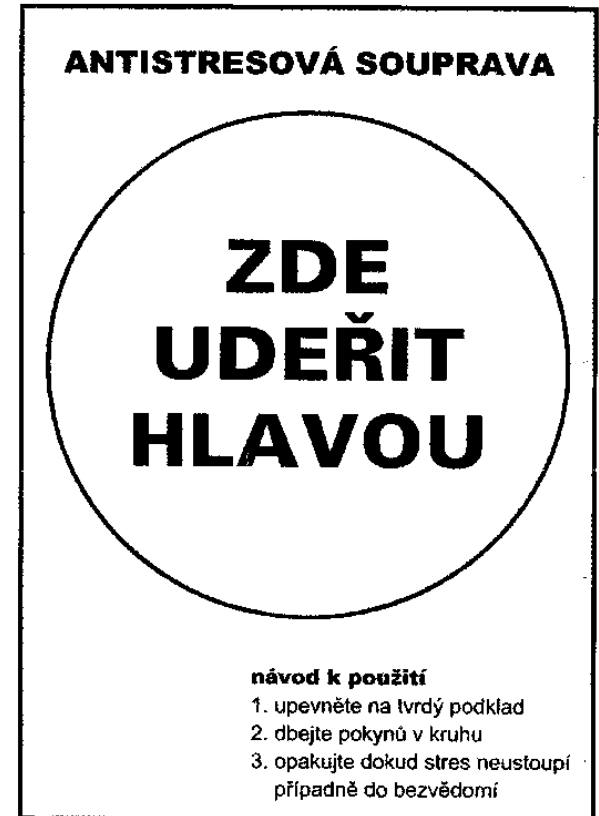
Glukokortikoidy

- Výdej se významně zvyšuje v **průběhu zátěže a stresu**. Stres je obecný typ reakce, jejímž prostřednictvím se organismus vyrovnává s nepříznivými vlivy (*stresory*), kterými může být **mimořádný tělesný stav**, např. poranění, operace, krvácení, těžký fyzický výkon... a rovněž **extrémní emoční stavy**, jako je úzkost, strach, agresivita, atd.



Glukokortikoidy

- **Stresory** působí na hypotalamus, jehož prostřednictvím aktivují **sympatikus** a spouštějí tvorbu **kortikoliberinu**, který zajistí potřebný výdej glukokortikoidů. Aktivace sympatiku je spojena se zvýšeným uvolňováním noradrenalinu na jeho zakončeních a současnou stimulací výdeje hormonů dřeně nadledvin, především adrenalinu.



Glukokortikoidy

- Při rozvoji stresové reakce **glukokortikoidy**:
 1. **Zvyšují glykémii** a zabezpečují tak dostatek glukózy pro nervové buňky, jejichž aktivita v průběhu stresu výrazně stoupá
 2. **Zesilují účinky katecholaminů**, které aktivují krevní oběh a uvolňují energetické zásoby – MK z tukové tkáně, glukózu z glykogenu



Glukokortikoidy

- Injekční aplikace glukokortikoidů je součástí odborně vedených resuscitačních, oživovacích postupů. Nedostatek glukokortikoidů oslabuje příznivou adaptační odpověď organismu na působení stresorů.

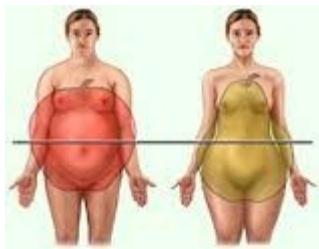


Řízení výdeje glukokortikoidů

Se uskutečňuje mechanismem **složitě zpětné vazby**

- Pokles kortizolu v krvi vyvolá **tvorbu kortikoliberinu** v hypotalamu
- **Kortikoliberin** spolu s nízkou koncentrací kortizolu v krvi stimuluje **výdej kortikotropinu (ACTH)** z adenohipofýzy
- Kortikotropin se krevní cestou dostává do kůry nadledvin a pod jeho vlivem **sekrece glukokortikoidů stoupá.**

Významným stimulem pro výdej kortikoliberinu jsou všechny typy zátěže. Za klidových fyziologických poměrů je výdej glukokortikoidů nejvyšší časně ráno.



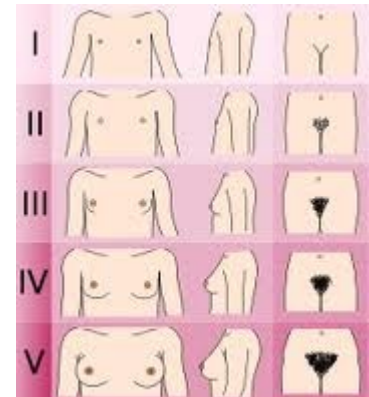
Mineralokortikoidy

- Hlavním mineralokortikoidem je **aldosteron**
- **Podporuje vstřebávání Na** z primární moči zpět do krve, Na se zadržuje v těle spolu s vodou, objem ECT roste a zvyšuje se TK
- **Zvyšuje ztráty K močí**, při nadbytku aldosteronu proto hrozí hypokálemie, která způsobuje poruchy srdečního rytmu
- **Zvyšuje výdej H** do moči, přispívá ke kompenzaci acidózy



Nadledvinové androgeny

- V kůře nadledvin mužů i žen se tvoří relativně malé množství androgenu **dehydroepiandrosteronu**. Ten je příčinou pubického a axilárního ochlupení u dívek a chlapců a podporuje růst jedinců v prepubertálním období. U žen posiluje libido a může se přeměňovat na estrogeny. Tato přeměna je významná v období menopauzy, probíhá především v buňkách tukové tkáně a vytvořené estrogeny se stávají významným faktorem v prevenci osteoporózy.



Hormony dřeň nadledvin

- Dřeň uvolňuje **katecholaminy**, naprostou většinu tvoří **adrenalin**, malé množství **noradrenalin** a **dopamin**.
- Výdej hormonů stimuluje sympatikus, tvorba se významně zvyšuje při každé zátěži a stresu.
- Účinek katecholaminů závisí na typu a počtu receptorů buněk efektorových tkání, jejichž prostřednictvím dřeňové hormony svůj efekt uplatňují.

Adrenalin

- **Zvyšuje energetickou přeměnu tkání**(buněčné oxidace), kterou provází zvýšená tvorba a výdej tepla
- **Uvolňuje MK z tukové tkáně** a zajišťuje tak pohotovou dodávku energie všem buňkám
- **Štěpí svalový glykogen na glukózu**, kterou sval využívá jako zdroj energie
- Štěpením jaterního glykogenu a útlumem produkce inzulínu **brání poklesu glykémie**, takže zajišťuje podmínky pro dostatečný průnik glukózy do nervových buněk, který je závislý na hodnotě glykémie



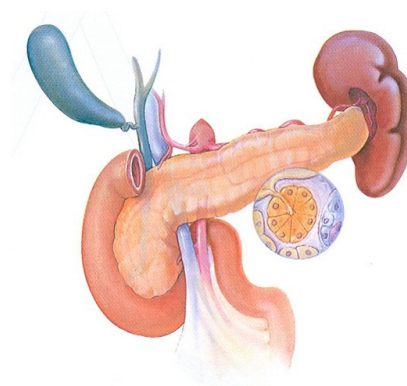
Vliv na činnost srdce a cév

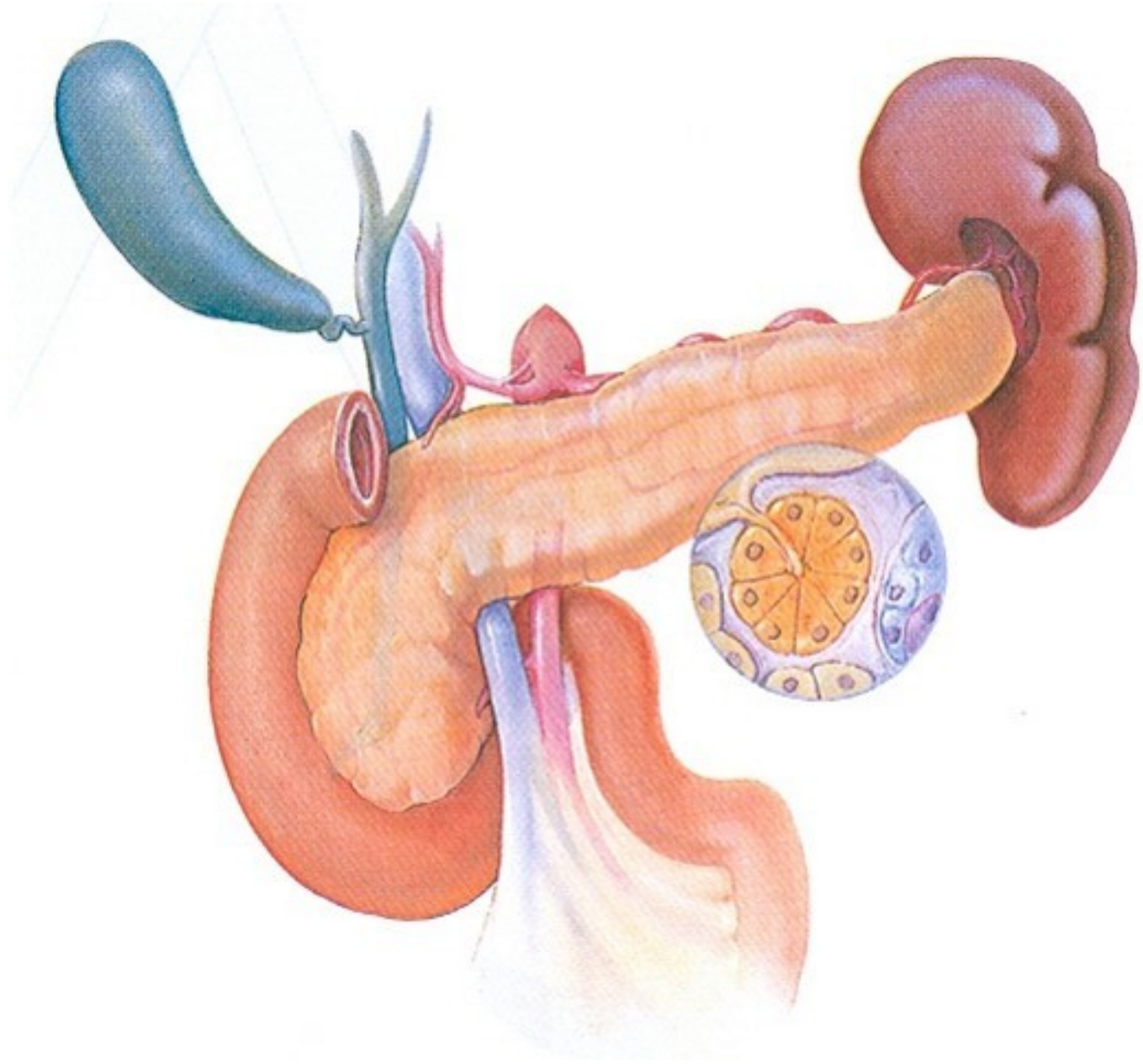
- **Adrenalin zvyšuje srdeční frekvenci a stažlivost srdeční svaloviny**, v důsledku toho roste srdeční výdej, takže stoupá TK, především systolický
- **Noradrenalin zužuje tepénky**, proto zvyšuje hodnotu diastolického tlaku



Hormony slinivky břišní

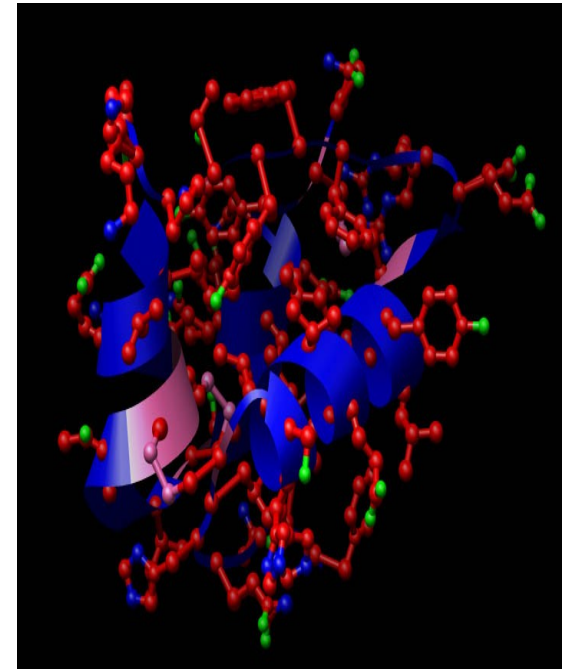
- Slinivka břišní(pankreas) je žláza smíšená. V tkáni se zevní sekrecí vzniká trávicí šťáva a tzv Langerhansovy ostrůvky, volně roztroušené v exokrinní tkáni, tvoří a uvolňují hormony do krve(endokrinní tkáň). Ostrůvky se skládají z několika typů sekrečních buněk – B,A a D.





Buňky B

- (buňky beta) vydávají hormon **inzulin**. Výdej inzulínu zvyšuje hyperglykémii, glukagon, STH, acetylcholin, některé AMK.
- Výdej inzulínu tlumí somatostatiny, adrenalin a noradrenalin
- Produkce inzulínu proto klesá v průběhu zátěžových reakcí
- Inzulín je hormon bílkovinné povahy.
- Jeho sekrece je řízena jednoduchou zpětnou vazbou: zvýšená hladina glukózy v plazmě (glykémie) zvyšuje sekreci inzulínu.



Účinky inzulínu

- Usnadňuje průnik glukózy do buněk, především do buněk kosterní svaloviny a tukové tkáně
- Podporuje přeměnu glukózy na zásobní buněčný škrob a glykogen
- Zvyšuje vychytávání AMK buňkami a stimuluje tak proteosyntézu
- Urychluje syntézu MK z glukózy, jejich uložení do tukové tkáně a současně tlumí výdej tuků z tukové tkáně, takže její objem roste, podporuje vychytávání MK buňkami



Účinky inzulínu

- Zpomaluje štěpení glykogenu na glukózu
- Tlumí novotvorbu glukózy z necukerných zdrojů, což rovněž přispívá k poklesu glykémie
- Stimuluje průnik K do buněk – při zvýšeném vyplavování inzulínu do krve nebo podání jeho většího množství u diabetiků může klesnout kalémie natolik, že dochází k poruchám srdečního rytmu



Účinky inzulínu

- **Chybí-li vliv inzulínu**, nemůže glukóza proniknout do buněk kosterní svaloviny a tukové tkáně (tzv. inzulín-dependentní tkáň), omezeně proniká i do buněk jiných tkání. Naopak neurony střevní výstelky, zárodečný epitel a buňky ledvinových kanálků přijímají glukózu i bez vazby inzulínu na receptory buněčné membrány



Inzulin

- **Při nedostatečném vlivu inzulínu na buňky vzniká cukrovka (diabetes mellitus) 1. typu**, kdy chybí inzulín, nebo **2. typu**, u kterého se jedná o nedostatečnou odpověď cílových buněk na inzulín, tj. membrány buněk nemají potřebný počet receptorů pro inzulín nebo je citlivost těchto receptorů k inzulínu snižena (časté u obézních osob)



Diabetes mellitus

- Laboratorním příznakem cukrovky je **hyperglykémie**, výskyt cukru v moči – **glykosurie**, zvýšené uvolňování zásobních tuků a jejich přednostní využití jako zdroje energie, což vyvolává vysokou **tvorbu ketolátek**, které způsobují ketoacidózu. Nemocný ztrácí velké množství moči (*polyurie*) a navzdory žízni je dehydratovaný.



Diabetes mellitus

- Je spojen s patologickými změnami tkání nervové soustavy (*diabetická polyneuropatie*) a postižení cévní stěny (*angiopatie*). Jedná se o sklerotizaci tepének, která omezuje prokrvení tkání, jejichž důsledkem je např. pokles filtrační schopnosti ledvin (*poškození klubiček nefronu*), poškození sítnice (*retinopatie*).
Vystupňovaná ateroskleróza (postihuje tepny) má za následek řadu poruch:



Diabetes mellitus

- Vysoký krevní tlak(hypertenze)
- Nedostatečné prokrvení srdečního svalu(ischemická choroba srdeční)
- Častý IM
- Infarkty mozku, krvácení do mozku, poruchy erekce a řada dalších



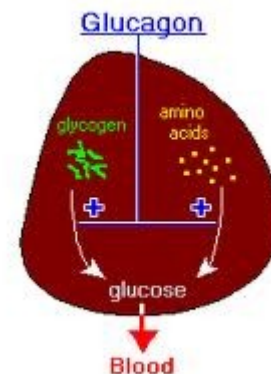
Buňky A

- Alfa – vydávají hormon **glukagon**.
- Výdej glukagonu stoupá při hypoglykémii, zvýšeném množství AMK v krvi, při poklesu frakce volných MK v plazmě, při aktivaci sympatiku. Výdej glukagonu tlumí somatostatin a inzulin.



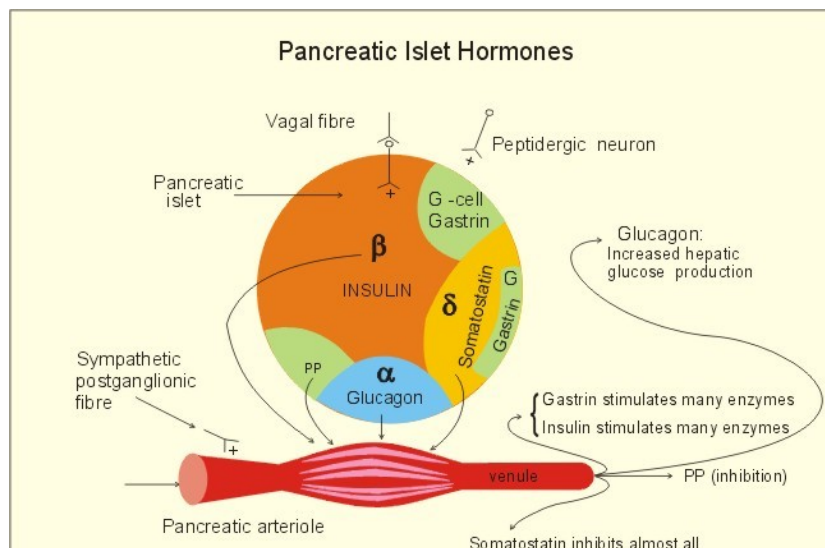
Účinky glukagonu

- Zvyšuje glykémii stimulací glykogenolýzy v játrech a glukoneogeneze z necukerných zdrojů (AMK)
- Podporuje uvolňování MK z tukové tkáně do krve
- Zesiluje sílu srdečního stahu

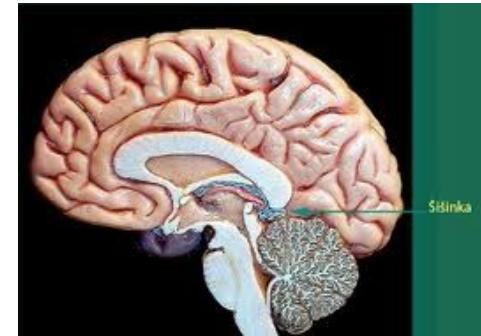


Buňky D

- Delta - vydávají hormon somatostatin. K výdeji dochází při zvýšení množství glukózy, AMK a MK v krvi.
- **Účinky somatostatinu:**
- Snižuje produkci inzulínu i glukagonu
- Zpomaluje zpracování a vstřebávání živin ve střevě, brání hromadění zásobních živin v organismu – označuje se jako antiobezitní hormon



Epifýza



- Produkuje hormon MELATONIN(vzniká ze serotoninu. Tma jeho tvorbu a uvolňování zvyšuje, světlo tvorbu snižuje.
- **Biologický význam melatoninu:**
- Nastavuje a synchronizuje biologické hodiny
- Zlepšuje kvalitu spánku u starších osob
- Podporuje imunitní systém
- Působí jako antioxidační činidlo
- Zpomaluje stárnutí
- Účinný proti rakovině



Další důležité hormony

- LEPTIN
- Tvořen v tukové tkáni
- Uvolňuje se do krve a účinkuje jako periferní signál, který reguluje zásoby tělesného tuku zpětnou vazbou přes hypotalamus.
- Při zvýšení hmotnosti se zvyšuje hladina leptinu v krvi a hypotalamu a sníží se chuť k jídlu.
- Jestliže se leptin netvoří, může to vést k extrémní obezitě



Tuková tkáň

- Aktivní peptidy – **adiponektin**, ochraňuje před ektopickým ukládáním tuků(aterosklerózou) a pomáhají chránit buňky před snížením citlivosti receptorů pro inzulin.
- Na druhou stranu produkují tukové buňky obézních pacientů **rezistin**, které vznik diabetu vyvolávají



Žaludek

- Hormon Ghrelin - proti hladovění
- Součástí signalizace nezbytné k vyvolání chuti k jídlu.
- Celkově působí proti hubnutí.



Hormony produkované endokrinními buňkami ležícími v jiných tkáních

- Hormony jsou vyplavovány do krve a jejím prostřednictvím se dopravují k cílovým orgánům a tkáním, které ovlivňují:
- Trávicí soustava:
- Gastrin, cholecystokinin, sekretin
- Ledviny:
- Renin, erythropoetin, kalcitriol
- Srdce:
- Atriální natriuretický hormon

Místní hormony

- (lokální) se tvoří ve všech buňkách těla z kyseliny arachidonové, která má v molekule 20 uhlíků a je hlavní mastnou kyselinou membránových fosfolipidů. Označují se také jako eikosanoidy (z řeckého eikosi – dvacet)
- Působí jako parakrinní a autokrinní hormony, stimulem pro jejich tvorbu jsou mechanické a chemické podněty.

Místní hormony

- K místním hormonům patří:
- **Prostaglandiny** – mají širokou škálu účinků, které se od sebe liší podle místa tvorby a podle typu prostaglandinu. Ovlivňují např. sekreci žláz, průměr tepének, reprodukční funkce, regulaci tělesné teploty, zesilují bolestivé vjemy, uplatňují se u porodu.
- **Leukotrieny** – angažují se v imunitních a alergických reakcích