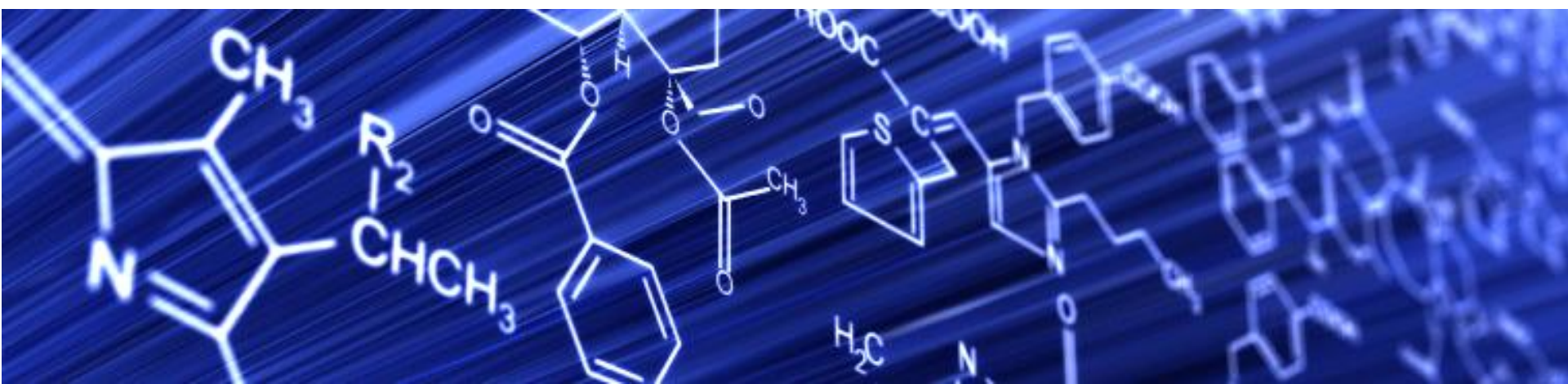


Hormony

Hormon je...

...chemická látka působící na buňky a následně vyvolávající různé odpovědi buněk na přítomnost tohoto hormonu (inhibiční /stimulační atd.)



Vlastnosti hormonů

Efekt

- cílený (předpokladem je, že cílová tkáň má pro příslušný hormon i receptory)
- celkový (působí na funkci celého organismu komplexně)

Specifičnost

- účinek hormonu je zaměřen jen na konkrétní cílovou tkáň (buňku)
- ideální stav: jeden hormon působící na jednu cílovou tkáň jedním účinkem
- skutečnost: hlavní efekt a často i vedlejší

Účinnost

- i malá dávka hormonu vyvolá požadovaný efekt

Způsoby hormonální regulace

Autokrinie – buňka produkuje hormon působící přímo na ni samotnou

- růstové hormony (TGF- α)

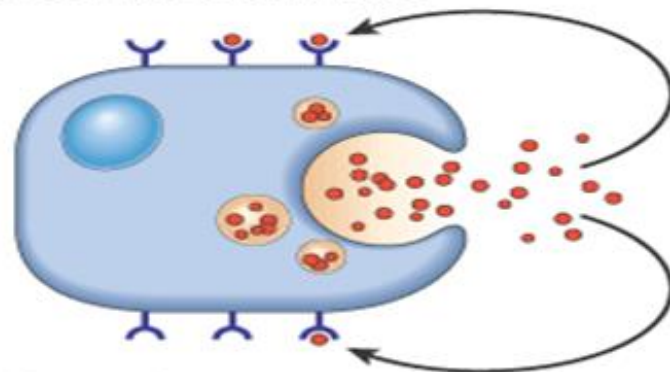
Parakrinie – hormon se dostává k cílové buňce difúzí přes intersticiium

- EDRF (endothel derived relaxing factor) = NO - vasodilatační látka
- GIT hormony (gastrin, somatostatin, pankreatický polypeptid)
- tkáňové hormony tvořící se mimo klasický endokrinní systém (angiotenzin, bradykinin, histamin, serotonin, prostaglandiny)

Endokrinie – hormon se dostává do cílové tkáně prostřednictvím krve

- insulin, glukagon, řídicí hormony hypofýzy...

AUTOCRINE SIGNALING

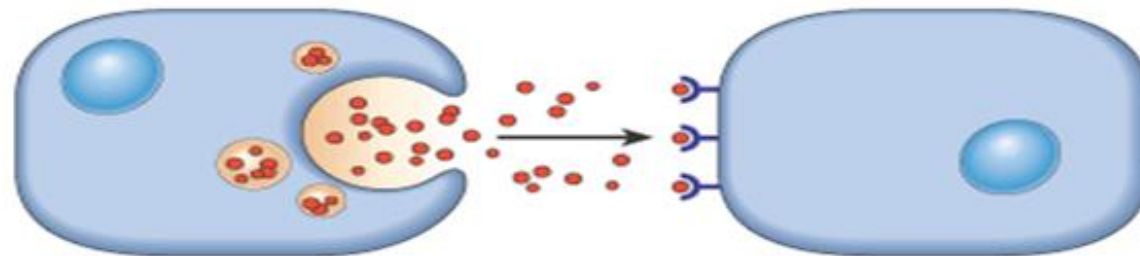


● Extracellular signal

Y Receptor

Target sites on same cell

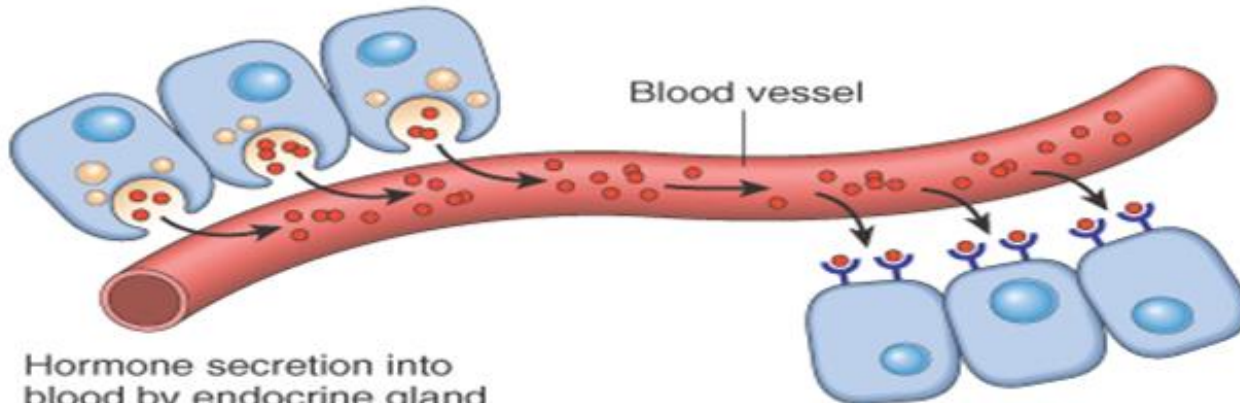
PARACRINE SIGNALING



Secretory cell

Adjacent target cell

ENDOCRINE SIGNALING



Hormone secretion into blood by endocrine gland

Distant target cells

Účinky hormonů

- **Stimulační** (většina, releasing hormone)
- **Inhibiční** (např. somatostatin)



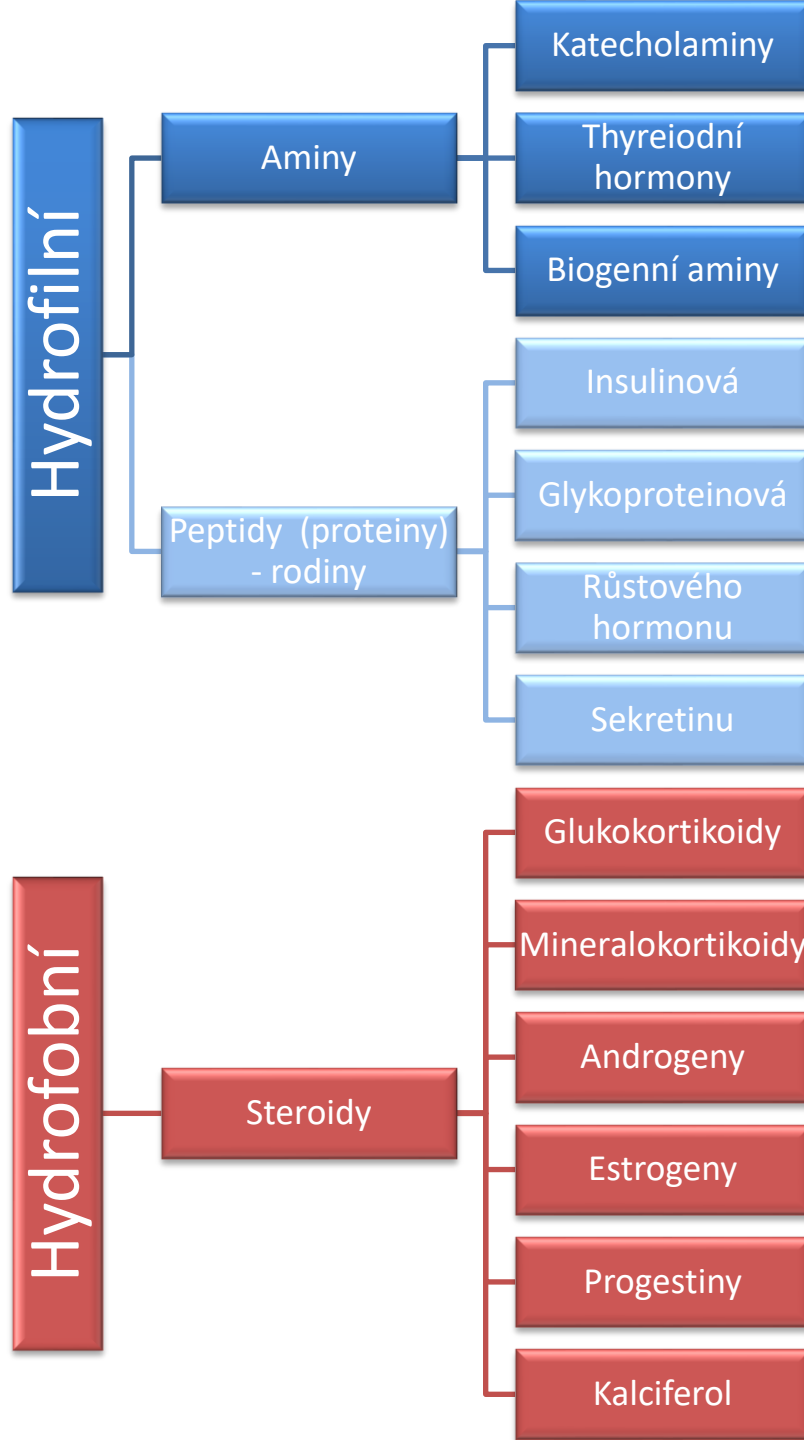
Receptory pro hormony

Aby mohlo dojít k působení hormonu na cílovou tkáň (buňku), musí pro ně být přítomny příslušné receptory:

- **Membránové** – integrovaná bílkovina v membráně, mající vazebné místo pro konkrétní hormon.
- **Intracelulární – cytosolové.** Vzniká aktivní komplex, v jádře buňky vazba na HRE – hormon responzivní element na DNA = zvýšení exprese příslušného genu.
- **Jaderné** – vázán přímo na jádro, navázáním hormonu (estrogeny, androgeny, thyroïdní hormony, kalcitrioly) se receptor aktivuje a naváže se opět na HRE.

Dělení hormonů podle chemické struktury

- v závislosti na chemické struktuře různé vlastnosti a různý mechanismus působení
- mnoho skupin



Dělení hormonů podle místa vzniku

Specializované buňky (specializovaná tkáň v jediném místě v těle)

- žlázy s vnitřní sekrecí

Disperzně rozmístěné v některém orgánu

- sliznice žaludku, střeva

Buňky, které nejsou specializované

- tukové buňky - leptin

Regulační mechanismy, zpětnovazebné okruhy

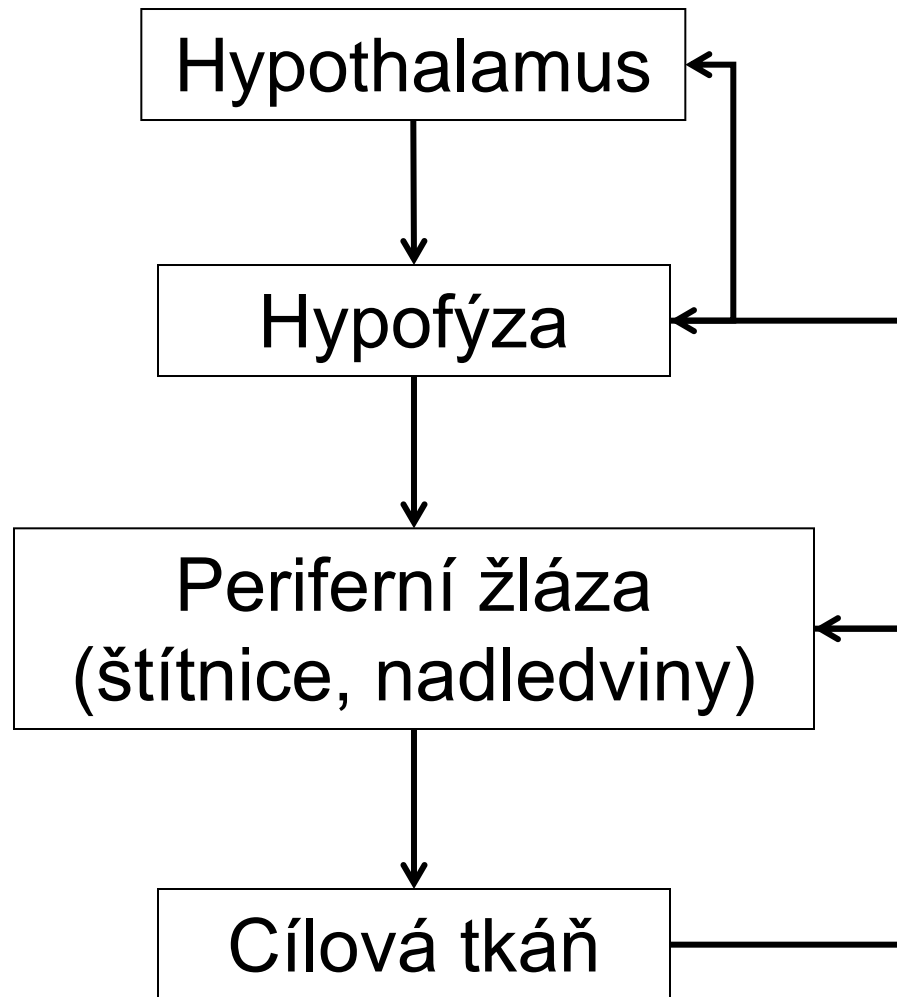
Negativní zpětná vazba - výchylka regulovaného parametru vyvolá reakci, která vrací hodnotu do původního stavu

- naprostá většina biologických regulací – např. uvolnění inzulínu při vzestupu glykemie

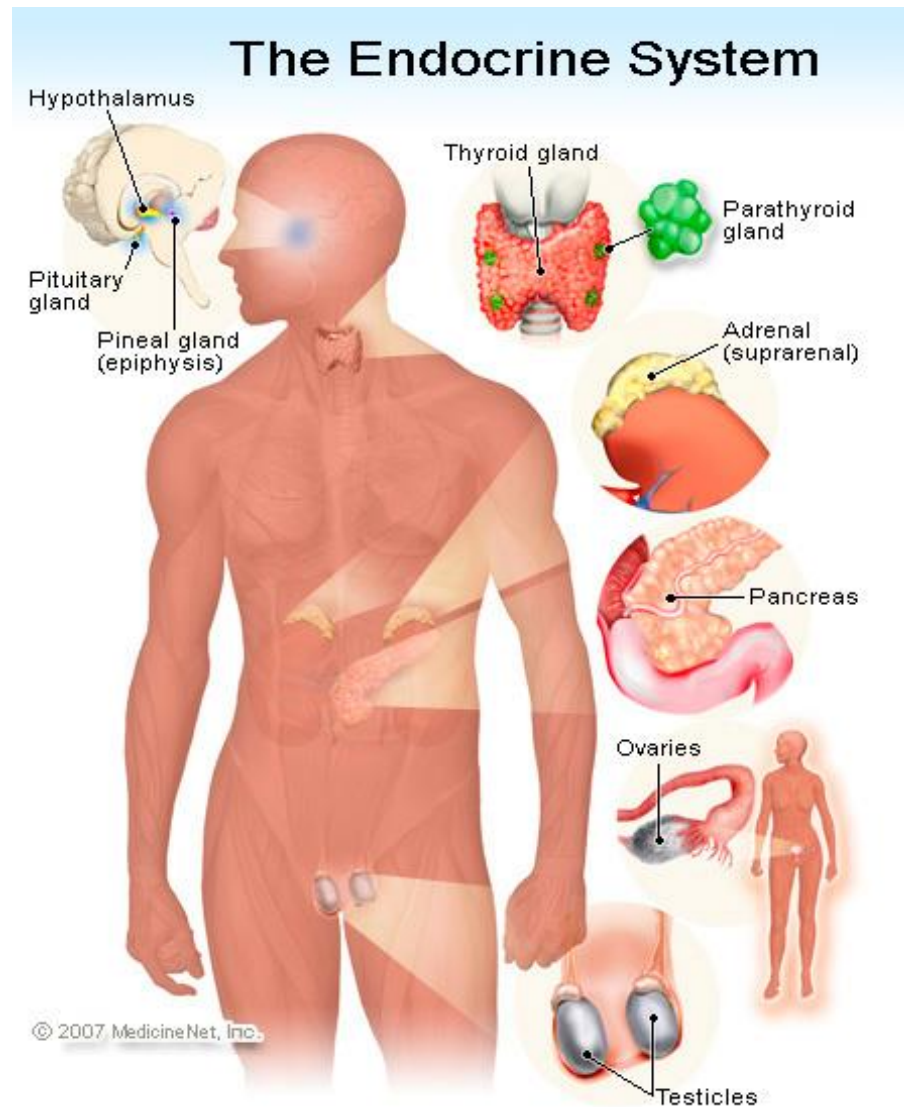
Pozitivní zpětná vazba (+ “bludný kruh”) - malá výchylka vyvolá ještě větší vzdálení od původního stavu

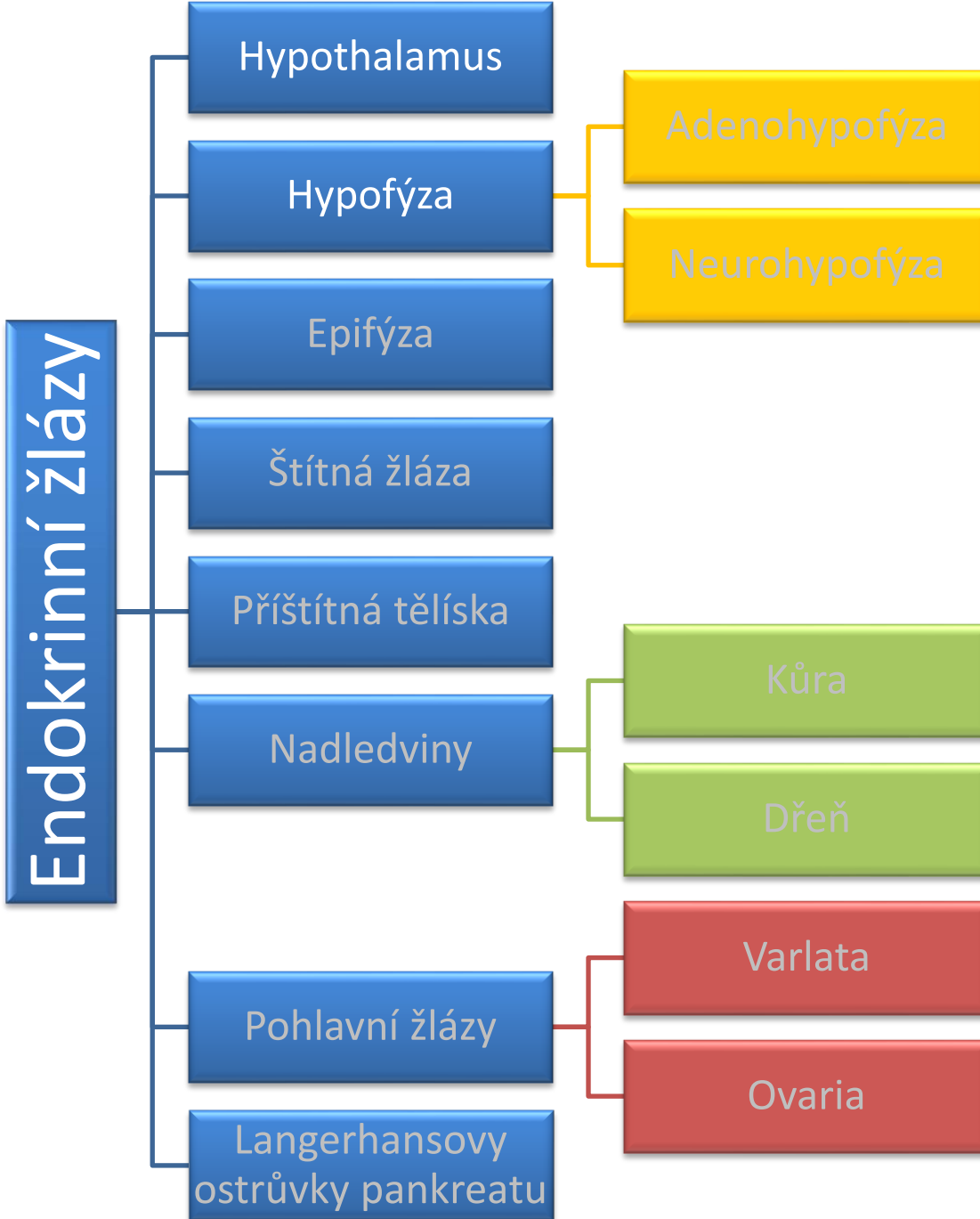
- srážení krve (koagulační kaskáda)
- aktivace komplementového systému
- porod (stahy dělohy způsobí další a další sekreci oxytocinu)

Regulace sekrece hormonů



Endokrinní žlázy



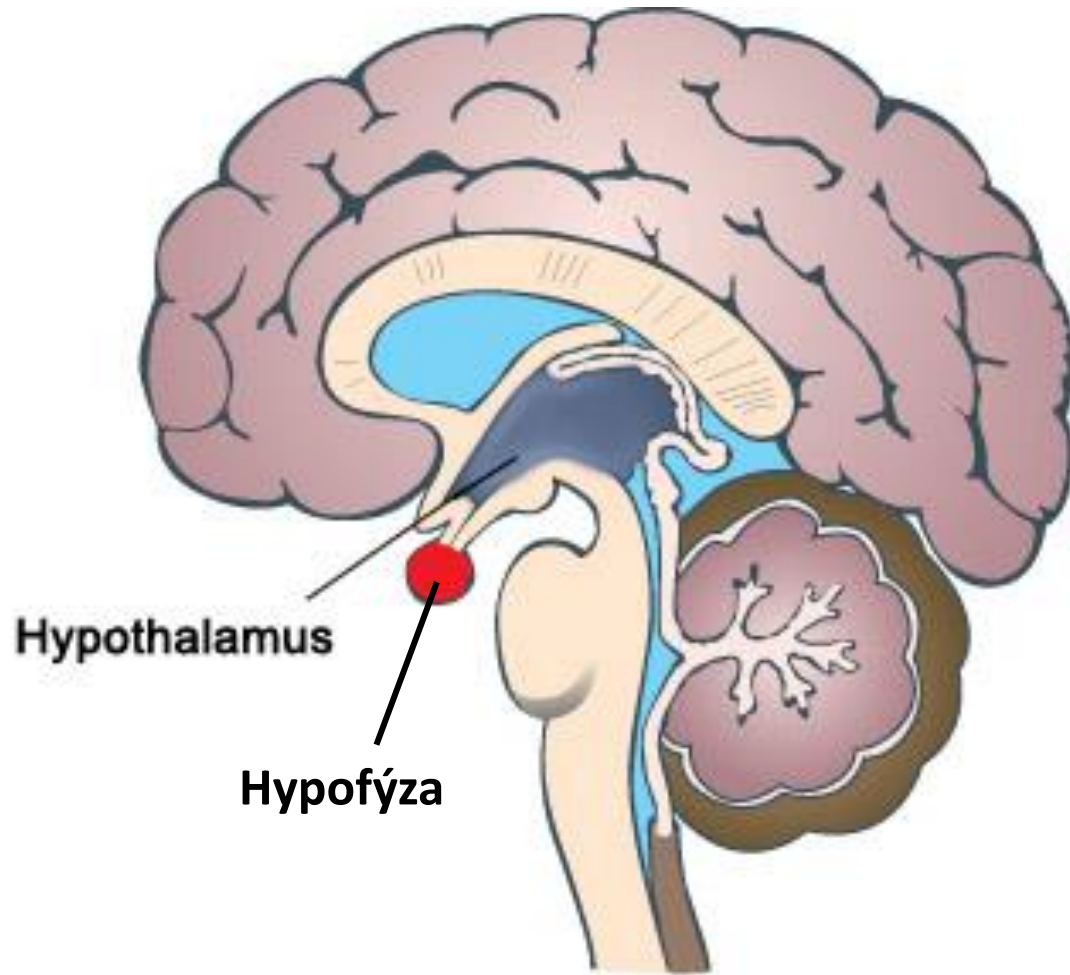


Hypothalamo – hypofyzární systém

Hypothalamus = část diencephala pod sulcus hypothalamicus.

Hypofýza = endokrinní žláza v sella turcica

Hypothalamo – hypofyzární systém



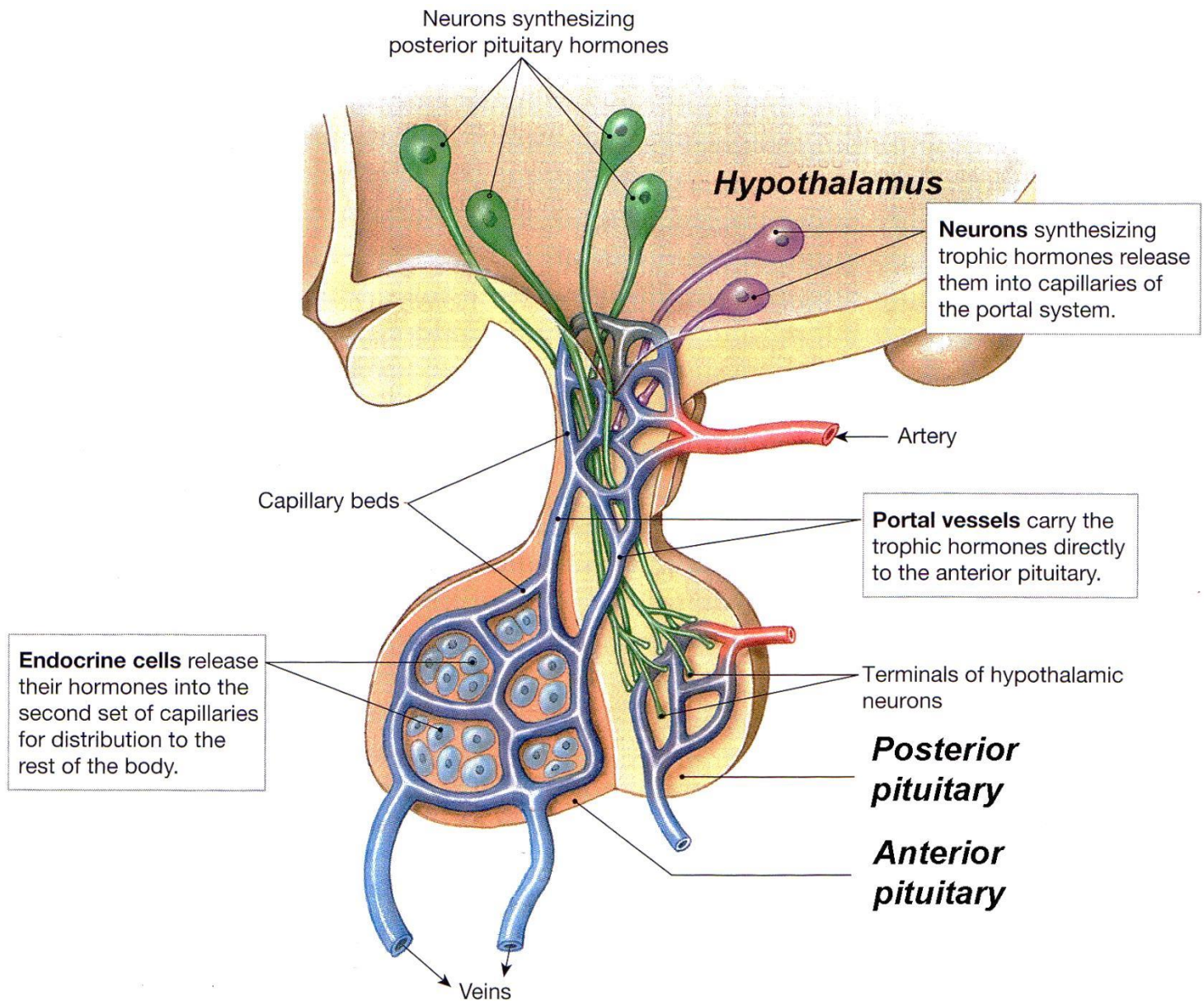
Hypofyzární portální oběh

Primární kapilární plexus

- kapiláry fenestrovaného typu
- spojují se a vytvářejí dlouhou portální věnu, ta se v adenohipofýze větví a tvoří

Sekundární kapilární plexus

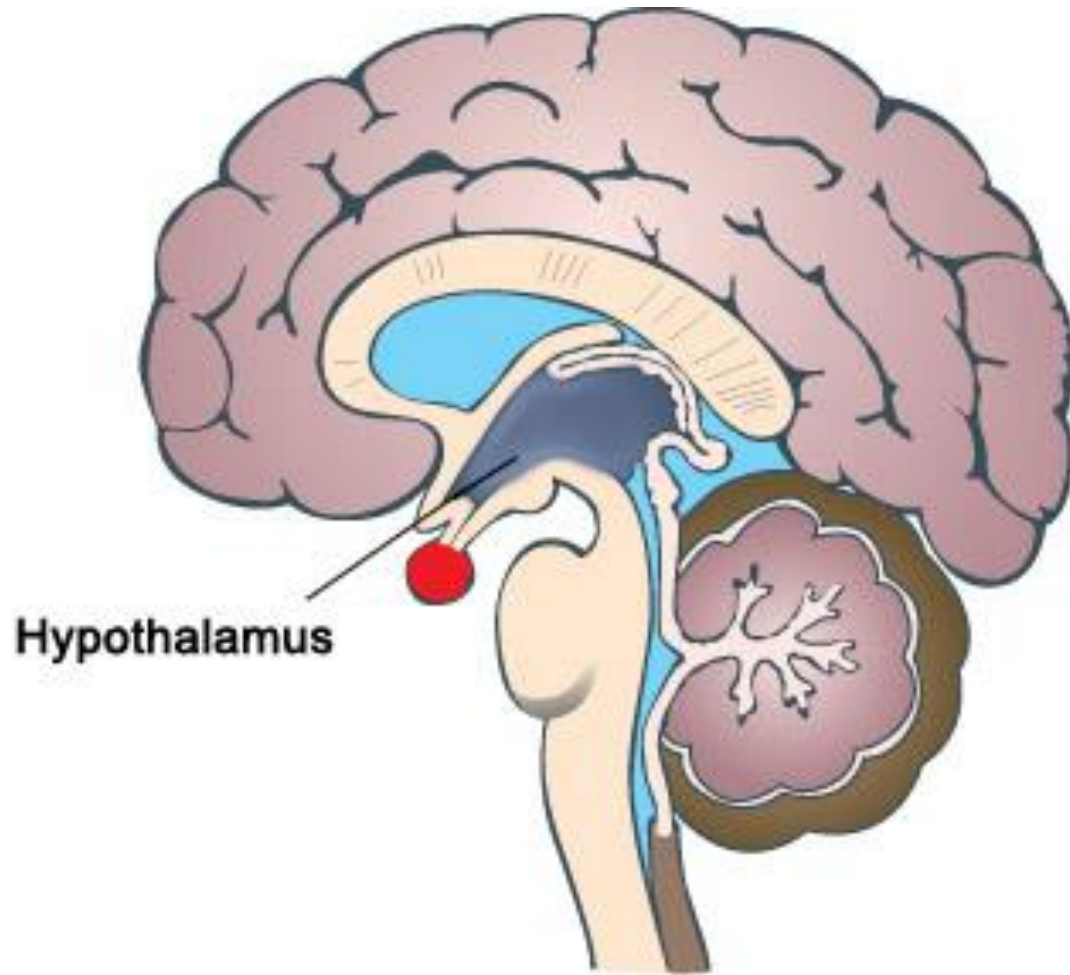
Krev z celé hypofýzy odváděna do sinus cavernosus.



Endokrinní žlázy



Hypothalamus



Hormony hypothalamu

Hypothalamus řídí:

- řadu hormonálních a útrobních funkcí organismu
- hypofýzu a jejím prostřednictvím pak další žlázy s vnitřní sekrecí (nadledviny, štítnou žlázu, pohlavní žlázy).

Tvoří se v něm hormony:

- **ADH a oxytocin**, které se do krve vylučují zadním lalokem hypofýzy.

Jsou v něm též centra řídící činnost vegetativního nervového systému.

Hypothalamické regulační hormony - releasing

- **CRH** - corticotropin releasing hormone (ACTH)
- **TRH** - thyrotropin releasing hormone (TSH)
- **GHRH** - growth hormone releasing hormone (uvolnění růstového hormonu - STH)
- **LHRH** – LH releasing hormone (sekrece LH)
- **GnRH** - gonadotropin releasing hormone (FSH)
- **PRH** - prolactin releasing hormone (PRL)

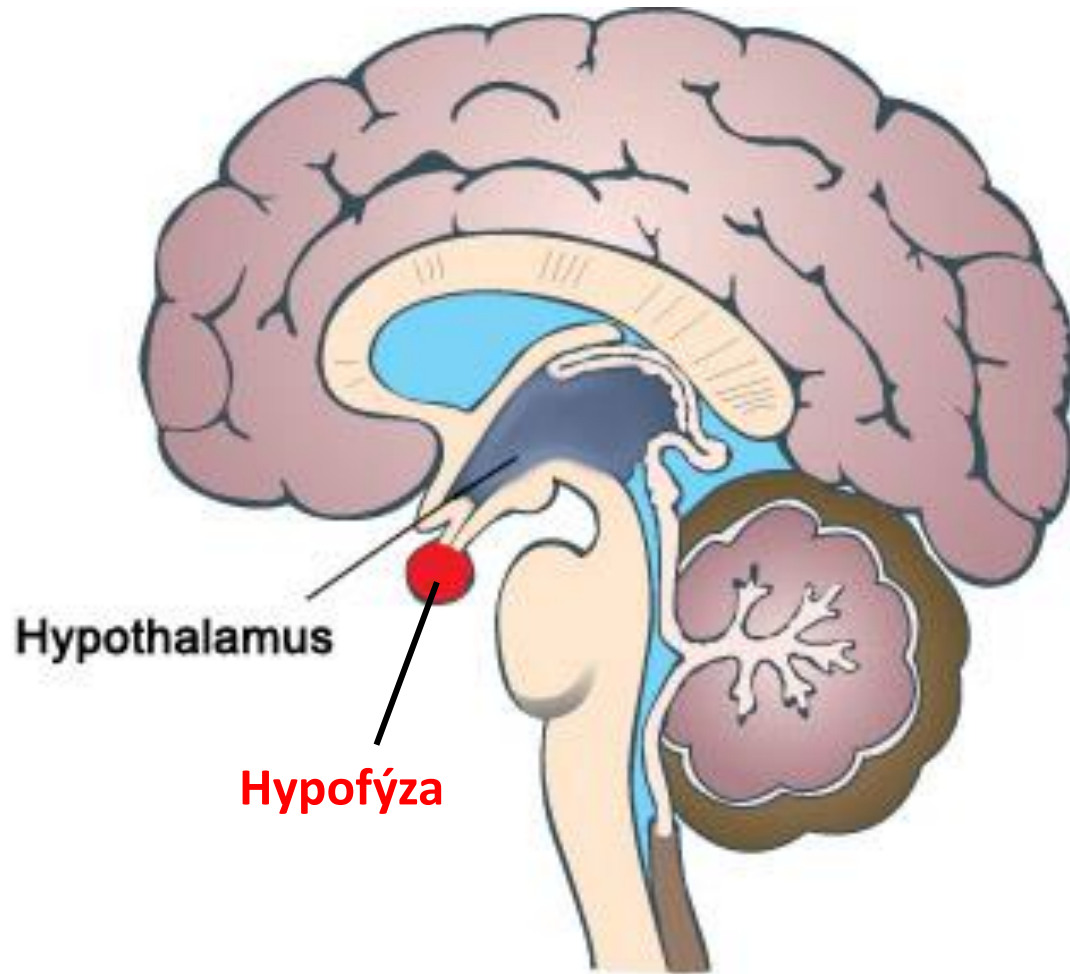
Hypothalamické regulační hormony - inhibiting

- **GIH** - growth inhibiting hormone (somatostatin) – tlumí sekreci růstového hormonu)
- **PIH** - prolaktin inhibující hormon

Endokrinní žlázy



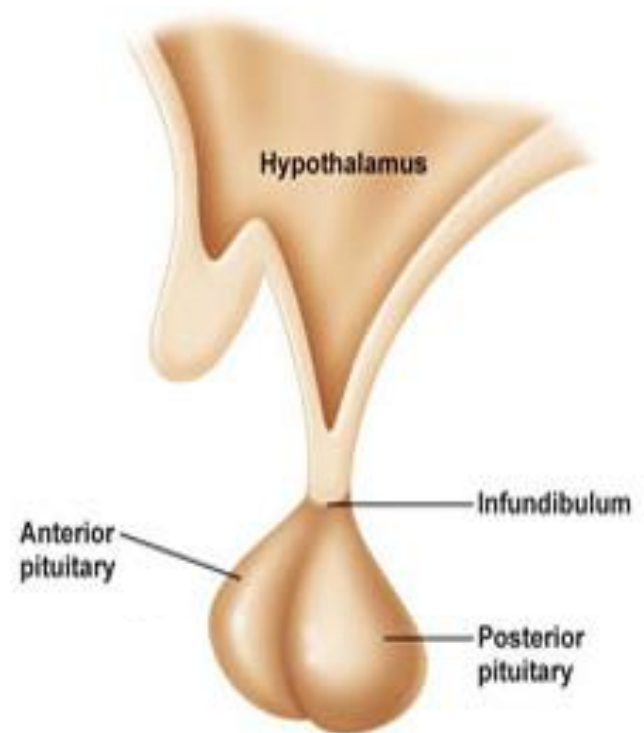
Hypofýza



Hypofýza

Rozlišujeme 2 části (laloky):

- **přední lalok** - adenohypofýza
- **zadní lalok** - neurohypofýza



Endokrinní žlázy



Adenohypofýza

Adenohypofýza (přední lalok)

- **STH** – somatotropin
- **PRL** – prolaktin
- **TSH** – thyreostimulační hormon
- **LH** – luteinizační hormon
- **FSH** – folikuly stimulační hormon
- **ACTH** – adrenokortikotropin
- **MSH** – melanocyty stimulující hormon

STH – somatotropin

Sekrece STH řízena pomocí GHRH – growth hormone releasing hormone

Účinky STH:

- stimulace proteosyntézy, chrupavka, růst organismu
- antagonist insulínu, lipolytický účinek
- **nadměrná sekrece** (tumory hypofýzy) = gigantismus / akromegalie (v závislosti na věku výskytu)
- **nedostatečná sekrece** = nanismus.

U novorozenců a v pubertě je hladina STH zvýšena (intenzivní růst)



PRL – prolaktin

Fyziologické zvýšení sekrece

- v těhotenství, v období laktace

Patologické zvýšení sekrece

(hyperprolaktinémie), např. u nádorů hypofýzy

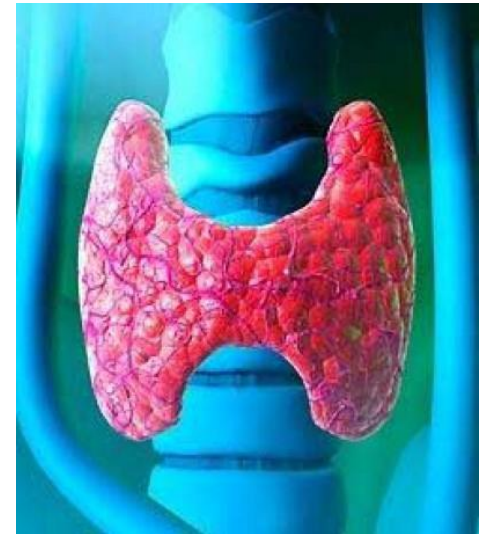
- muži: ztráta libida a potence
- ženy: porucha menstruačního cyklu, neplodnost, někdy galaktorhea

TSH – thyreostimulační hormon

Sekrece stimulována TRH (thyreotropin releasing hormone)

TSH

- podporuje činnost thyreocytů
- vychytávání jodu
- syntézu T3, T4



LH – luteinizační hormon

Vývoj a řízení funkce reprodukčního systému

- syntéza zvýšena od období puberty
- podpora syntézy steroidních hormonů
- rozvoj sekundárních pohlavních znaků

Muži: syntéza testosteronu

Ženy: sekrece v závislosti na menstruačním cyklu

FSH – folikuly stimulační hormon

Řízení normální funkce reprodukčního systému

- syntéza zvýšena od období puberty
- podpora syntézy steroidních hormonů
- rozvoj sekundárních pohlavních znaků

Muži: stimulace spermatogeneze

Ženy: zrání folikulů, konverze androgenů na estrogeny

ACTH – adrenokortikotropin

Prekurzor pro-opiomelanocortin (POMC), štěpen na:

ACTH (polypeptid):

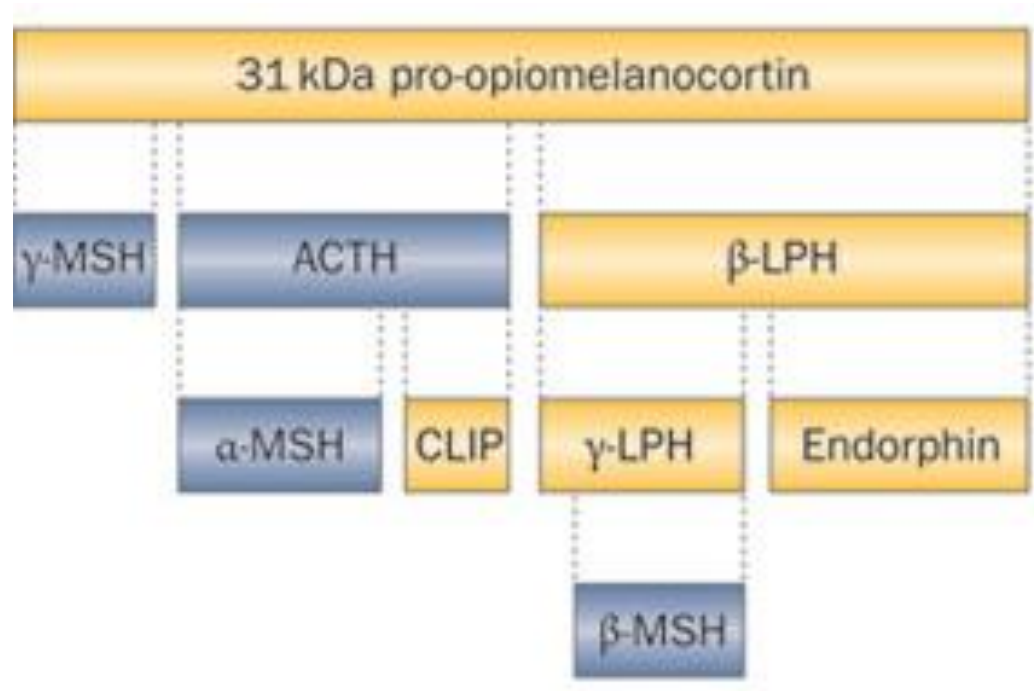
- zvyšuje sekreci glukokortikoidů - kortisolu (stimulace kůry nadledvin)
- maximum sekrece časně ráno, zvýšen při stresové reakci

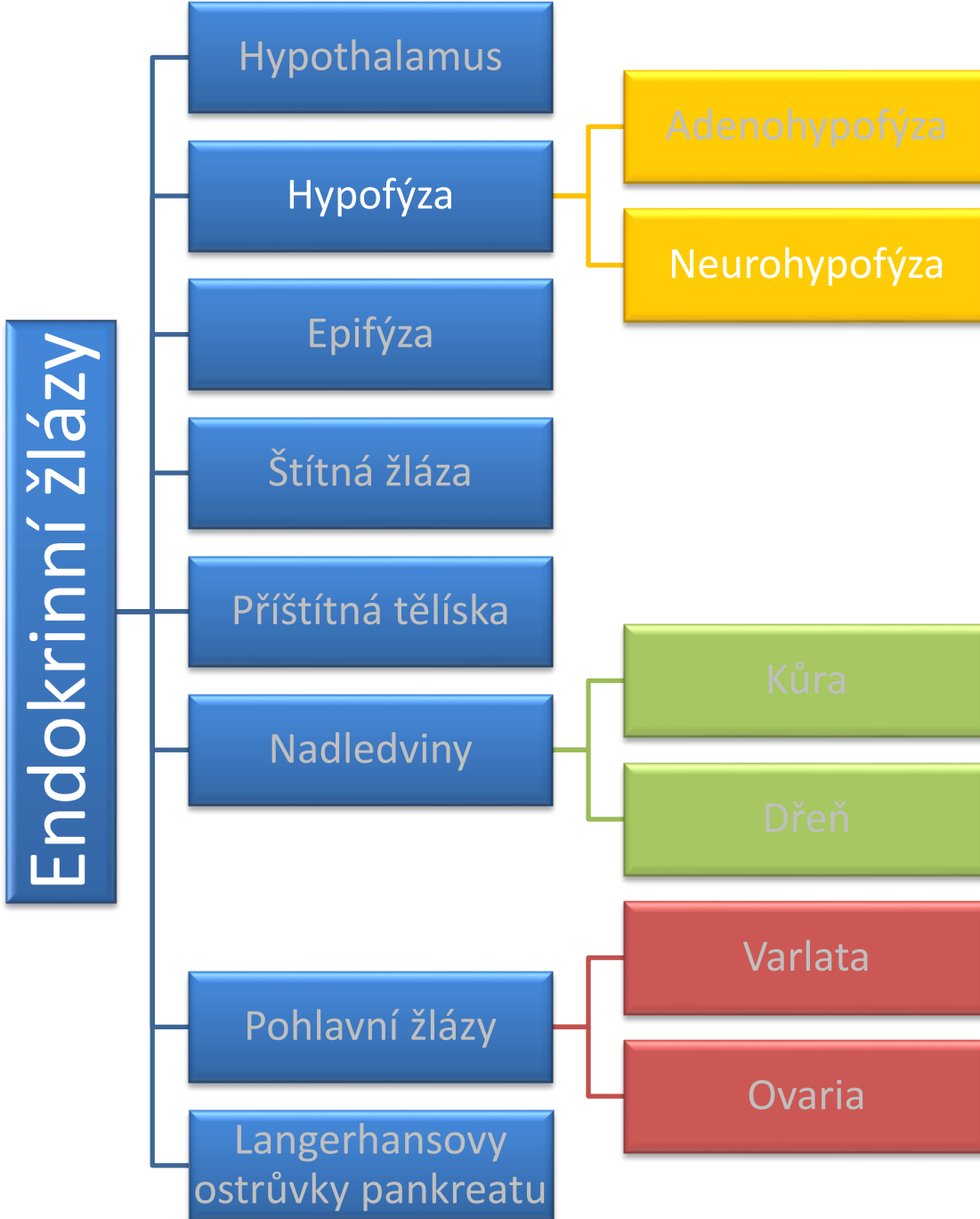
Vyšší hladina glukokortikoidů zpětně inhibuje sekreci ACTH.

β -lipotropin - štěpí se na endorfiny, uplatnění při stresu

MSH (štěpením ACTH) – melanocyty stimulační hormon - zvýšená pigmentace při nadprodukcí ACTH

Pro-opiomelanocortin (POMC)





Neurohypofýza

Neurohypofýza (zadní lalok)

- nemyelinizované sekreční neurony
- jejich těla uložena v hypothalamu v nucl. supraopticus (ADH) a nucl. paraventricularis (oxytocin)
- jejich axony tvoří **hypothalamo – hypofyzární dráhu** a končí u fenestrováných kapilár
- obsahují sekreční granula s hormony, jejich obsah se uvolňuje exocytózou

Hormony neurohypofýzy

Jedná se o cyklické peptidy (pouze několik AMK)

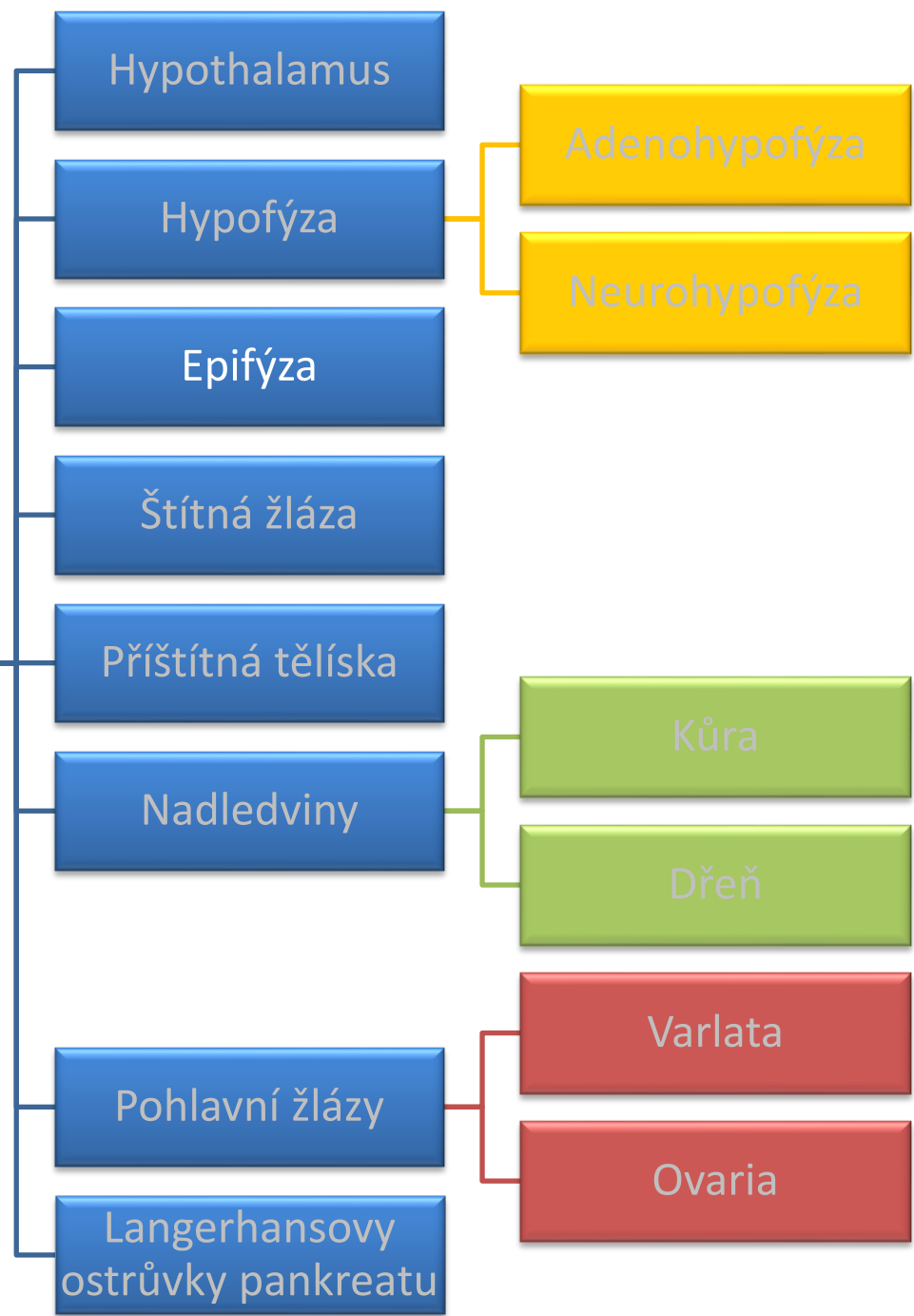
ADH (antidiuretický hormon, vasopresin)

- zadržuje vodu v těle
- zvyšuje tlak – díky retenci vody vyšší volum cévního řečiště
- sekrece ADH je podmíněna vzestupem osmotického tlaku plasmy
- nadměrná sekrece = sy. neadekvátní sekrece ADH (SIADH) – snížení osmolality séra a Na
- nedostatečná sekrece = diabetes insipidus (nadměrné vylučování moči a nadměrné pití) – zvýšení osmolality séra, Na.

Oxytocin

- stimuluje kontrakci hladké svaloviny (myoepitelových buněk) v průběhu porodu – porodní stahy
- podpora laktace

Endokrinní žlázy

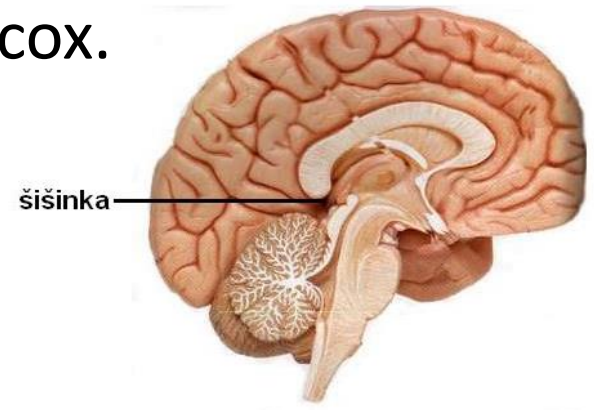


Epifýza (šišinka)

Melatonin

- během noci syntéza zvýšena, během dne se brzdí
- řízeno výboji sympatických nervů do epifýzy podle cyklu světlo – tma (= 24 hodinový cyklus – cirkadiánní)
- tlumí funkci gonád

Epifýza svoji funkcí normálně inhibuje začátek puberty, poškození může způsobit pubertas praecox.

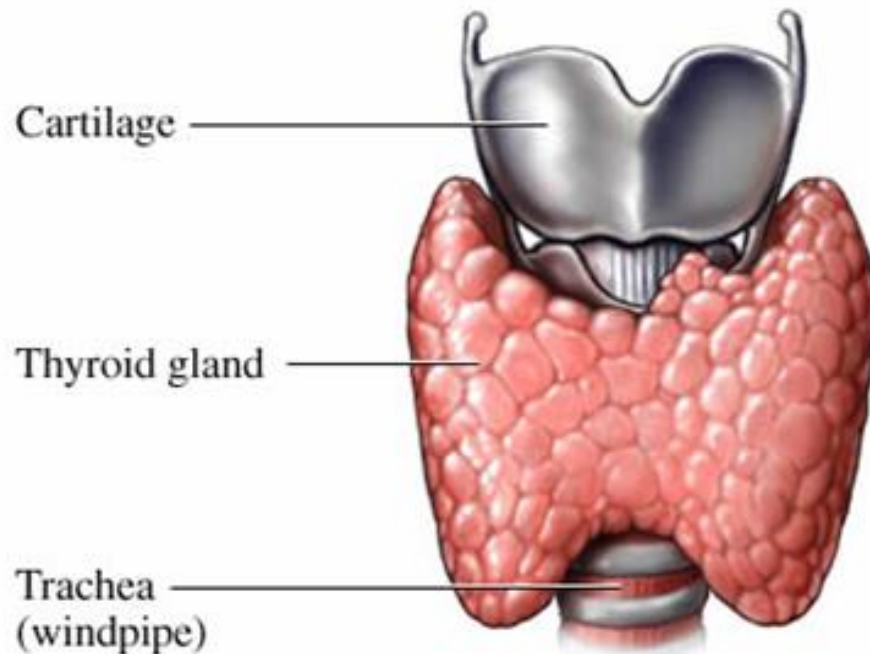


Endokrinní žlázy



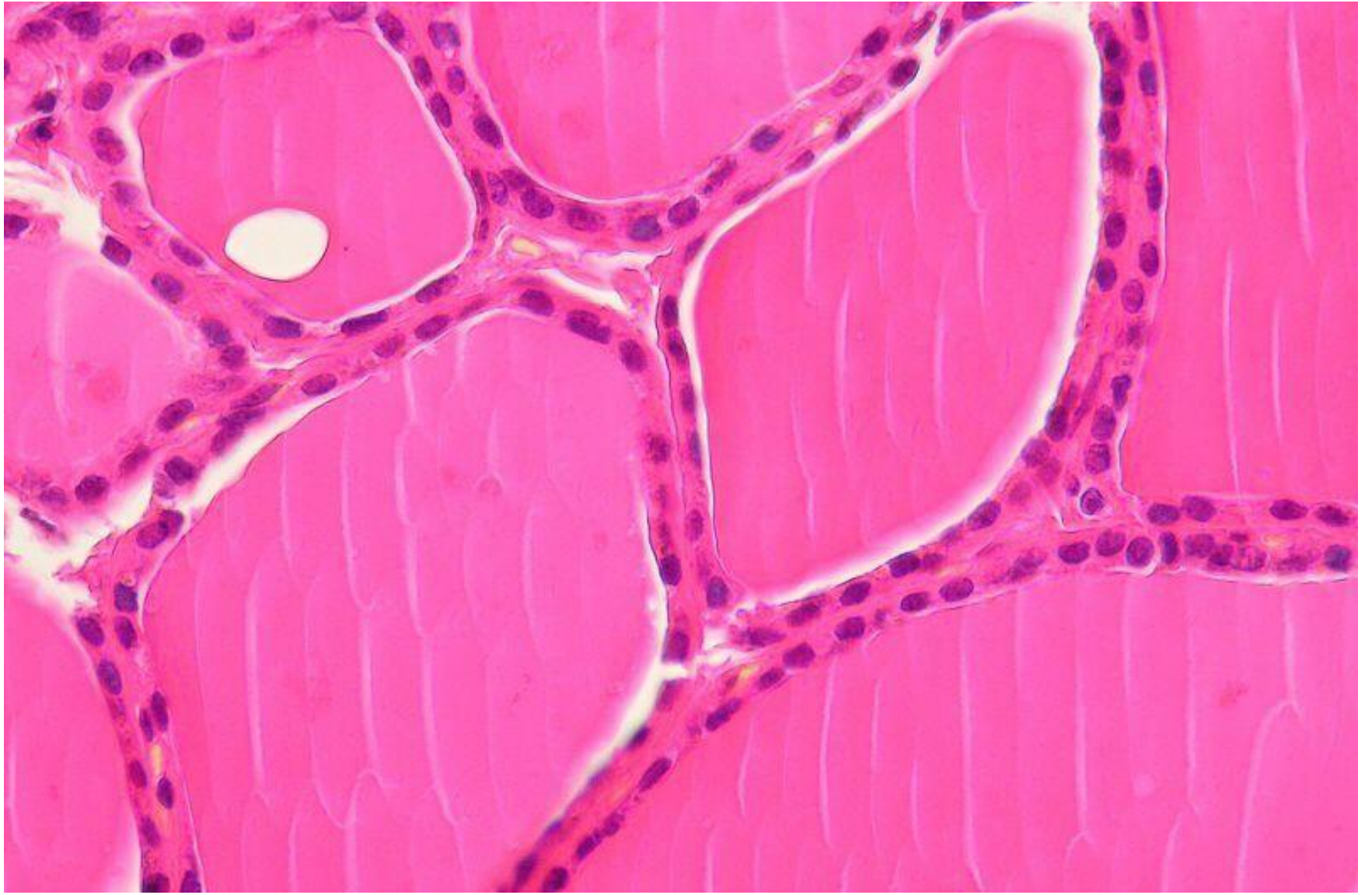
Štítná žláza

- po stranách štítné chrupavky laryngu
- 2 laloky + isthmus + lobus pyramidalis
- bohatá vaskularizace



Histologie štítné žlázy

- vazivová kapsula
- septa
- folikuly
- **folikulární buňky** (produkce **thyreoglobulinu**, potřeba jódu)
- **parafolikulární buňky** (produkce **kalcitoninu**)
- koloid (zásobárna T3, T4 ve vazbě na TG)



Metabolické děje ve štítné žláze

- produkce T4 – thyroxinu a T3- tri jod thyroninu
- thyreoglobulin syntetizován ve folikulárních buňkách a exocytózou granul vylučován do koloidu
- na thyreoglobulin jsou vázány hormony

Metabolismus jodu

- 150 mikrogramů potřebných denně na zachování správné fce štítné žlázy, DDD jodu: 200 - 300 μg
- jód aktivně vychytáván folikulárními buňkami štítné žlázy (jodidová pumpa na bazi folikulárních buněk)
- aktivní transport je stimulován díky TSH

Sledování příjmu jodu radioaktivními izotopy (vyšetření orgánu).

Syntéza hormonů štítné žlázy

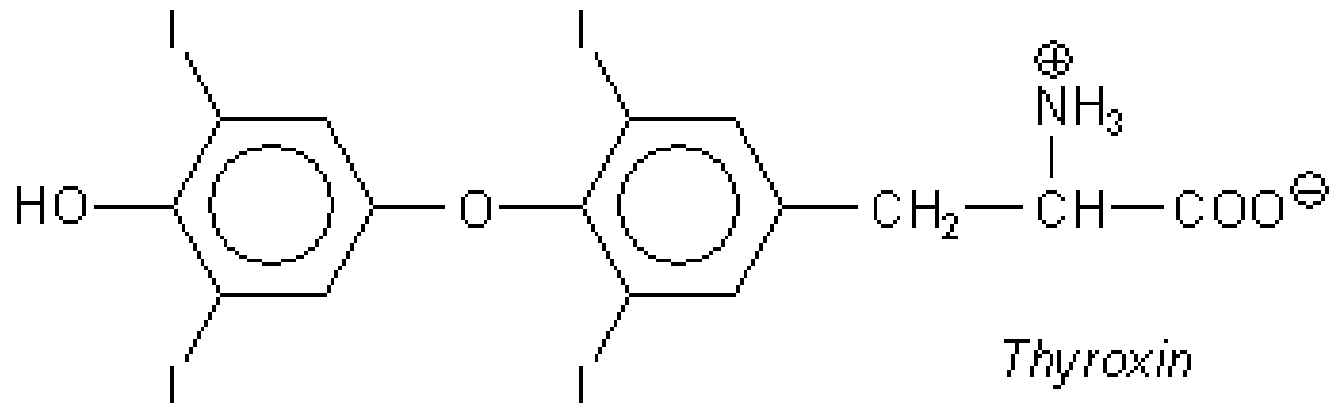
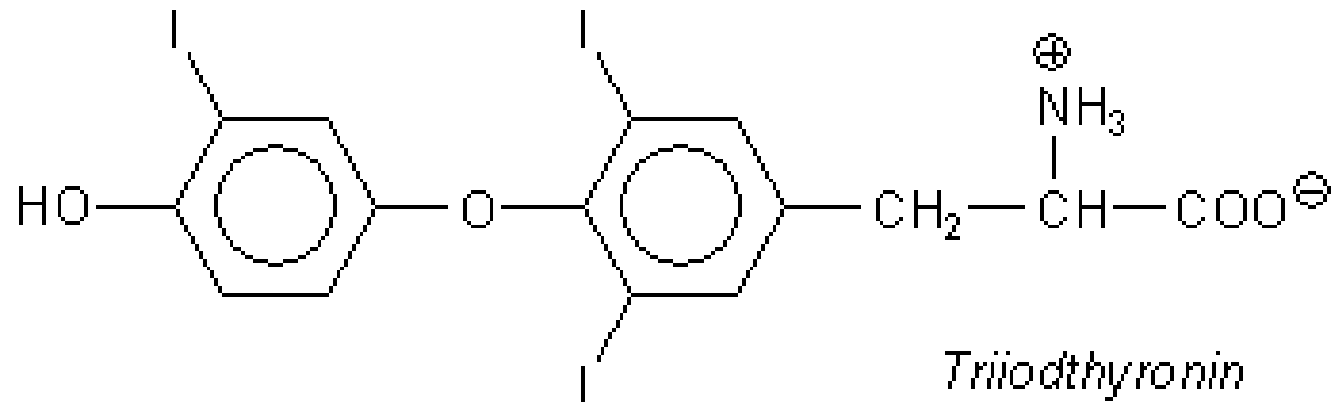
- oxidace jodidového aniontu I^- na neutrální atom jodu I^0 a jeho vazba na 3 pozice molekuly **thyreoglobulinu** díky **thyreoidální peroxidase**
- mono jod tyrosin (**MIT**) – di jod tyrosin (**DIT**) a sloučením 2 DIT vzniká **T4** (dejodací T4 za pomoci dejodázy vzniká T3 – aktivní forma).

Hormony v krvi vázány na plasmatické proteiny

- **TBPA** (thyroxin vážící prealbumin)
- **TBG** (thyroxin vážící globulin)

Volné hormony (aktivní) brzdí sekreci TSH a tlumí syntézu dalších molekul hormonu. T4 a T3 dejodovány v játrech, ledvinách a dalších tkáních

Hormony štítné žlázy



Zdroje jodu

- jodidovaná sůl (nikoliv potravinářská)
- mořské ryby
- některé minerální vody
- suplementace: KI, NaI

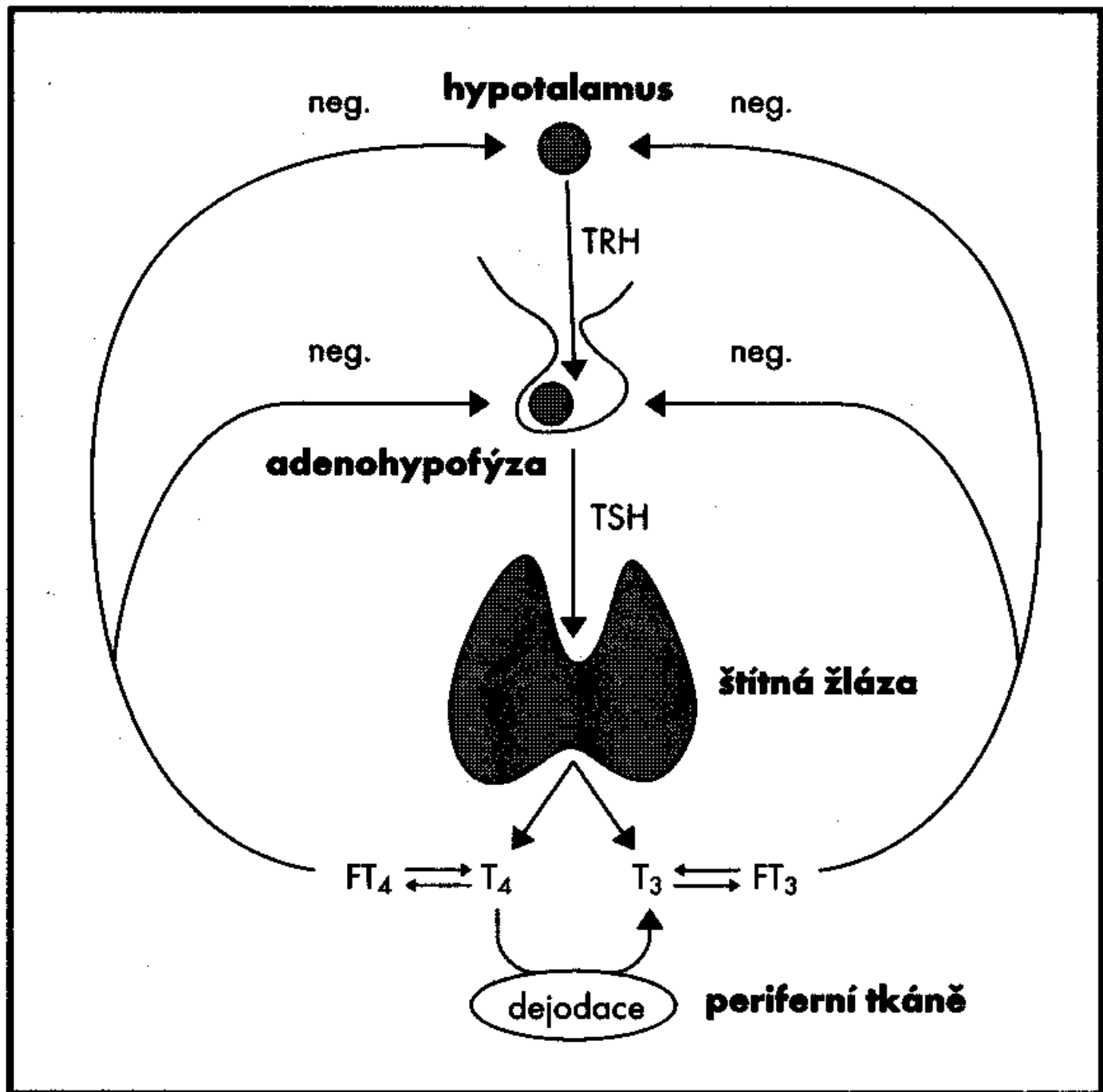


Obsah jodu v potravinách

Potravina	Obsah jodu (µg 100 g)	Potravina	Obsah jodu (µg 100 g)
Treska, makrela čerstvá, uzená	120 - 240	Zelí, brokolice	12 - 15
Sardinky v oleji, rybí filé mražené	20 - 30	Chléb	2 - 8
Treska n. rybí filé mražené	5 - 30	Brambory	0,5 - 4
Vepřová játra	14	Jablka	2
Vejce	10	Rohlík obyčejný	2
Mléko, sýry	5 - 15		

Regulace sekrece hormonů štítné žlázy

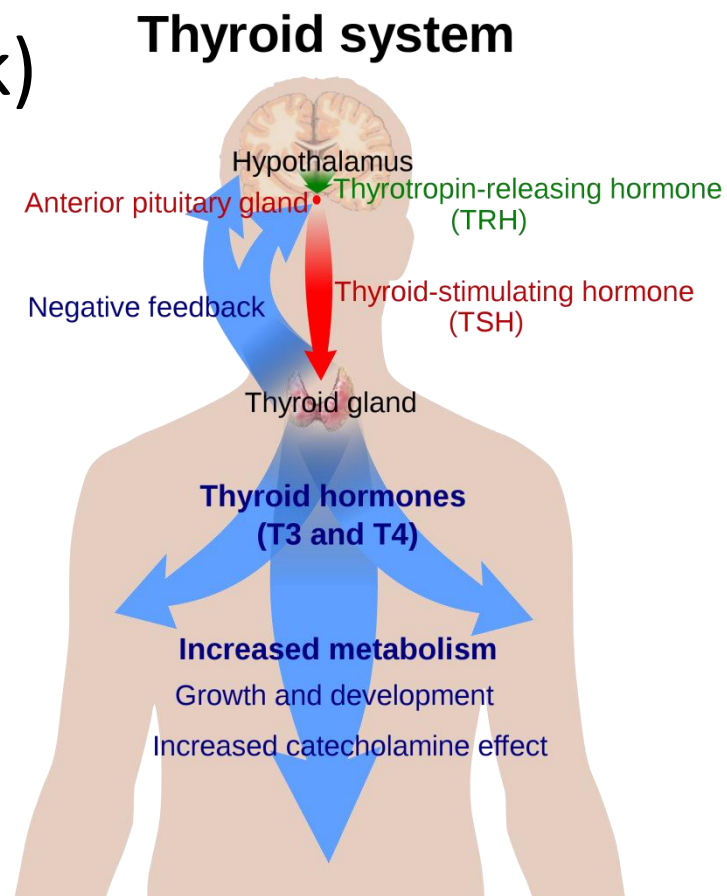
- vztah mezi hladinou fT3, fT4 a sekrecí TSH je logaritmicko-lineární:
- \downarrow fT4 na 1/2 vede k \uparrow TSH 160 x !!!



Účinky hormonů štítné žlázy

Zprostředkuje T3 (jádro buněk)

- CNS
- Bazální metabolismus
- Kardiovaskulární aparát
- Aktivita dýchacího centra
- Krvetvorba
- Kostní obrat



Hyperfunkce štítné žlázy

Hyperthyreosa

- zvýšený katabolismus, uvolňování tepla, tepelné ztráty
- zvýšení srdečního výdeje
- svalová slabost, myopatie
- nervozita, pokles tělesné váhy, hyperfagie
- struma (žláza je zvětšena)
- exoftalmus

Inhibitory sekrece hormonů

- přerušení vazby jodu na thyreoglobulin (blokuje propylthiouracil)
- zabránění transportu jodu do buňky (perchlorát)

Hyperfunkce štítné žlázy



Hypofunkce štítné žlázy

Hypothyreosa

- hromadění komplexů enzymů s cukry, hyaluronovou kyselinou v kůži, zadržuje se voda – edémy
- zpomaluje se cirkulace CSF v CNS a hromadí se proteiny, zpomalují se duševní pochody
- abnormální vývoj synapsí, porušená myelinizace, opožděný vývoj, nezvratné mentální změny
- opoždí se uzavírání hypofyzárních štěrbin a vývoj skeletu dětí, snižuje se sekrece růstového hormonu
- kretenismus – trpasličí vzrůst, psychicky labilní, velká břítška, vystupující jazyky

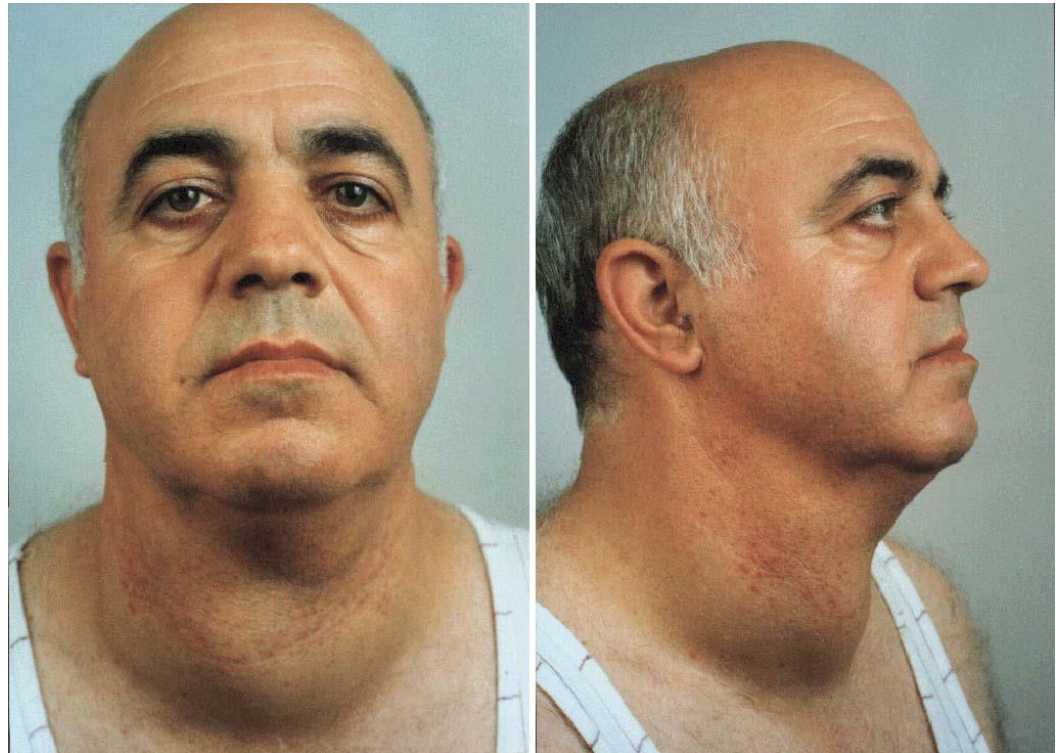
Hypofunkce štítné žlázy



Struma

Zvětšení štítné žlázy

- eufunkční
- hypofunkční
- hyperfunkční



Laboratorní diagnostika poruch štítné žlázy

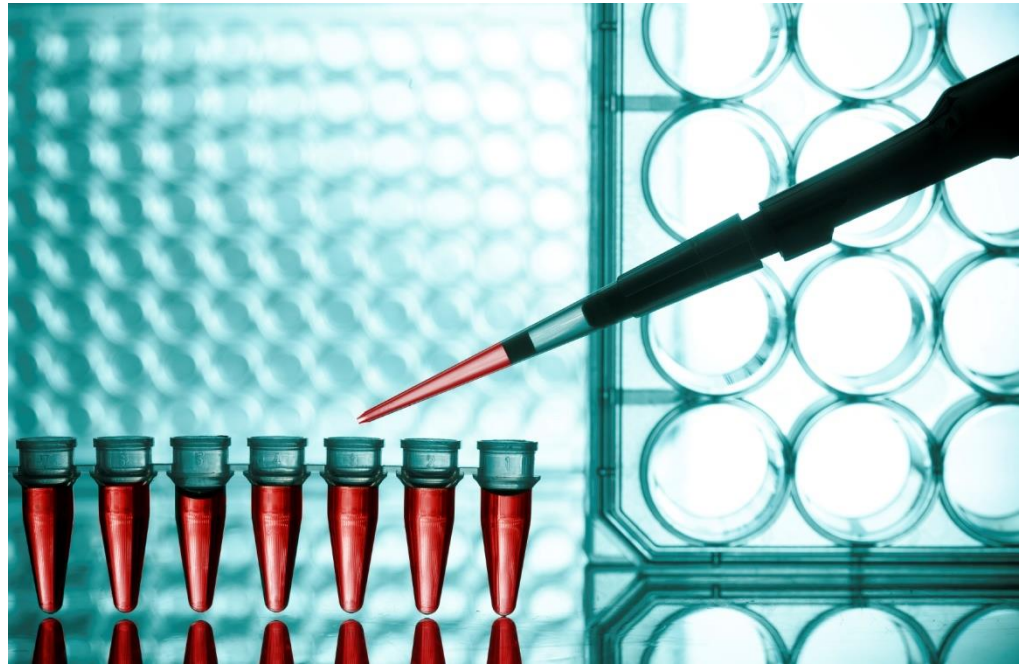
TSH = základní (první) vyšetření

Další posloupnost

- fT4
- T3, fT3

Další testy

- Protilátky
- Funkční testy



Autoimunitní onemocnění štítné žlázy – laboratorní diagnostika

Autoprotilátky

- proti TSH receptoru (TRAb) - stimulační / inhibiční
- anti TPO proti thyreoidální peroxidáze (TPOAb)
- TMAb proti mikrosomálním proteinům
- proti thyreoglobulinu
- TGI - thyreoid growth immunoglobulins (růst štítnice)

Jodurie

Vylučování jódu

- 67 % močí
- zbytek žlučí

Jodurie = stanovení koncentrace jódu v ranní moči (nebo sbírané moči)



Nádory štítné žlázy

- laboratorní diagnostika

Diferencovaný ca štítnice

- TG

Medulární ca štítnice

- vychází z parafolikulárních buněk štítné žlázy
- produkuje **kalcitonin** a neuromediátory

Štítná žláza a metabolismus kalcia

Hormony produkované ve štítné žláze:

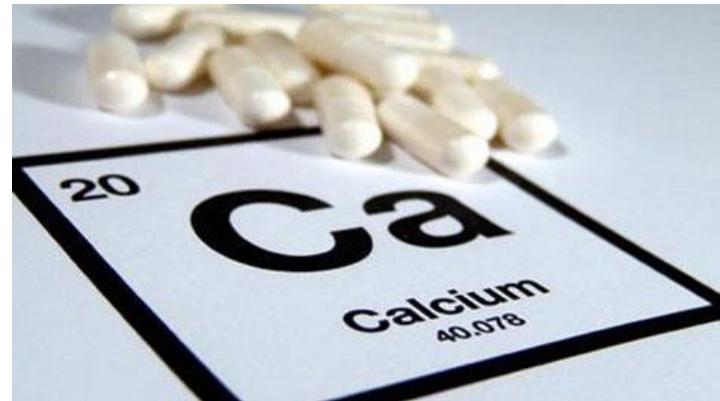
- Kalcitonin

Další hormony a látky zasahující do metabolismu kalcia (vznikají mimo štítnou žlázu):

- Parathormon
- Vitamin D

Kalcitonin

- produkován **parafolikulárními buňkami** štítné žlázy
- snižuje hladinu Ca^{2+} v krvi
- sekrece závislá na hladině Ca^{2+}
 - $\uparrow \text{Ca}^{2+}$ = zvýšení tvorby
 - $\downarrow \text{Ca}^{2+}$ = útlum tvorby



Cílové tkáně:

- kost (\uparrow ukládání Ca^{2+} do kostní hmoty)
- ledviny

Endokrinní žlázy



Příštítná tělíska

4 tělíska, vazivové pouzdro, vaskularizované, buňky **hlavní** a **oxyfilní**

PTH – parathyroidní hormon (polypeptid) nezbytný pro život

- působí v kostech, mobilizuje Ca ionty, zvyšuje jejich kostní resorpci
- zvyšuje plasmatickou hladinu Ca^{2+} (antagonista kalcitoninu)
- snižuje hladinu fosfátu v plasmě zvyšuje exkreci fosfátu močí = fosfaturický účinek

- $\downarrow \text{Ca} = \uparrow$ sekrece PTH
- $\uparrow \text{Ca} = \downarrow$ sekrece PTH

Hypo a hyper - PTH

Sekrece PTH regulována hladinou kalcia v plasmě.

Snížená sekrece PTH

- při vynětí nebo poškození příštítných tělísek (pozor při operacích štítné žlázy)
- pokles Ca v plasmě, hypokalcemická tetanie

Zvýšená sekrece PTH (např. adenom tělísek)

- hyperkalcemie, odvápnování kostí, demineralizace

Endokrinní žlázy



Kůra nadledvin – histologická stavba

V kůře nadledvin histologicky rozlišujeme:

- **zona glomerulosa** produkuje mineralokortikoidy (aldosteron)
- **zona fasciculata** produkuje glukokortikoidy (kortisol, kortikosteron)
- **zona reticularis** produkuje pohlavní hormony (dehydroepiandrosteron – DHEA, androstendion)



Hormony kůry nadledvin

Hormony kůry NL:

- deriváty cholesterolu (steroidy C21 – C19 – C18)
- všechny steroidy C21 mají i mineralokortikoidní i glukokortikoidní účinek

Glukokortikoidy - převažuje účinek na metabolismus glukózy a proteinů

Mineralokortikoidy - převažuje účinek na Na, K ionty

Glukokortikoidy

Glukokortikoidy:

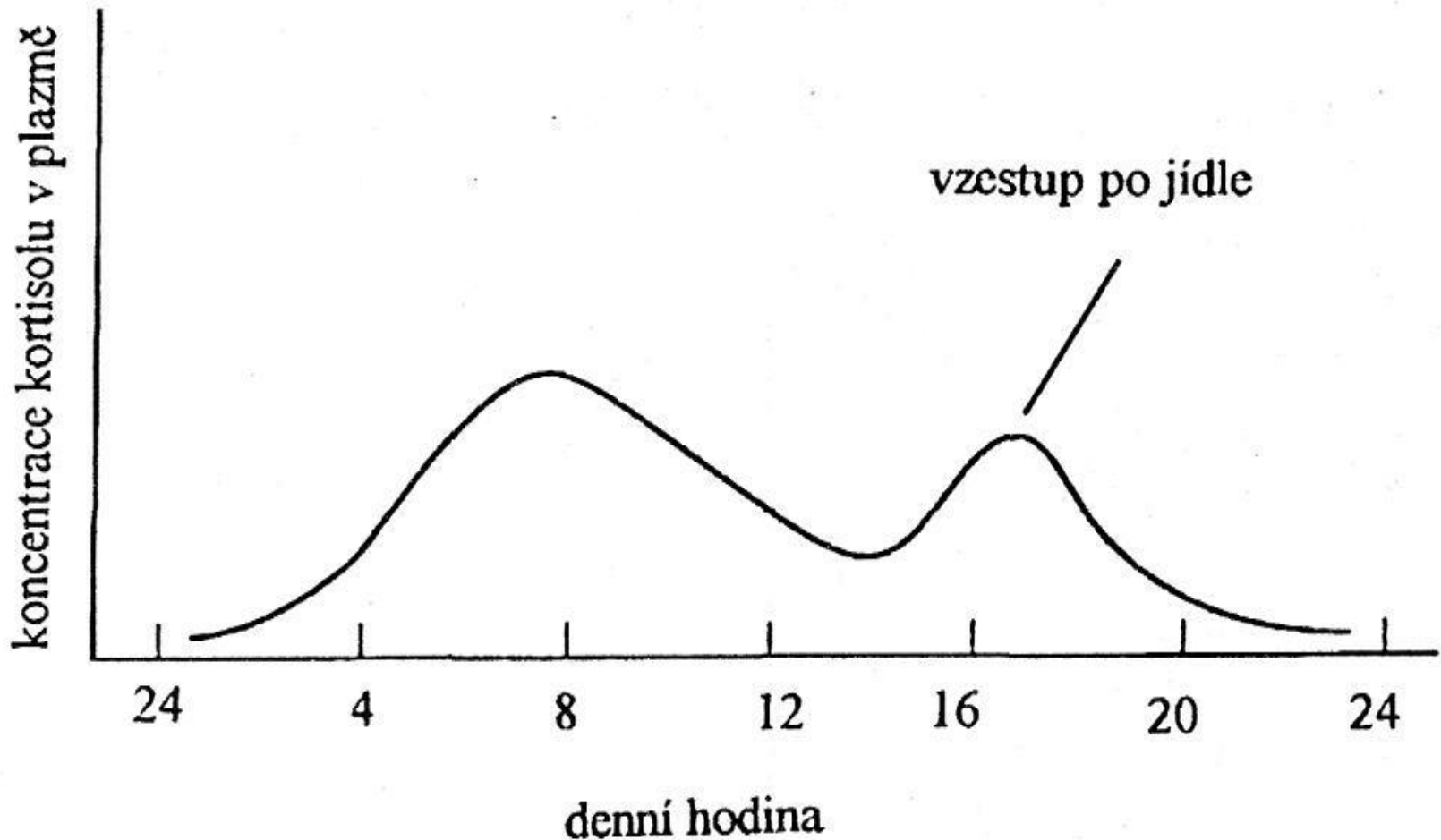
- vazba na specifické receptory, vyvolávající transkripci segmentů DNA
- sekrece regulována ACTH

Kortisol

- v krvi vázán na transkortin (=kortikosteroidy vážící globulin CBG)
- vázané steroidy jsou fyziologicky neaktivní

Kortikosteron

Diurnální rytmus sekrece kortisolu



Účinky glukokortikodů

- preteokatabolismus (zvýšení glykogenezy, glukoneogenezy, stoupá glykemie)
- u diabetiků zvýšení ketolátek
- snižují počet eozinofilů, zvyšují jejich destrukci ve slezině (imunosupresivní účinek, protizánětlivý)
- adaptace a stres, příprava organismu na „útok nebo útěk“



Mineralokortikoidy

Aldosteron

- vazba na mineralokortikoidní receptor, následuje exprese DNA pro Na/K ATPasu (aktivní transport Na)
- zvyšuje reabsorpci Na z moče, potu, slin
- retence vody v těle
- regulace sekrece: renin, angiotenzin I, II

Androgeny

- maskulinizační účinky
- podpora anabolismu bílkovin (neúčinnější je testosteron)
- sekrece řízena ACTH

Zvýšení sekrece

- muži: zdůraznění mužských znaků
- u chlapců před pubertou vzniká předčasná pseudopuberta
- ženy: virilizace

Adrenální insuficience

= adrenální nedostatečnost

- snížená tvorba výše uvedených hormonů

Deficit mineralokortikoidů (aldosteron)

- ztráty Na s oběhovým selháním, hypotenzí a šokem

Deficit glukokortikoidů (kortisol, kortikosteron)

- narušení metabolismu cukrů, proteinů i tuků

Hyperfunkce nadledvin

Zvýšení produkce glukokortikoidů (př. tumory NL)

Cushingův syndrom (způsobeno např. hypersekrecí ACTH)

- nadměrný katabolismus proteinů
- chabé svaly
- odřeniny a rány se špatně hojí
- AMK se konvertují na glukózu = hyperglykemie
- osteoporóza
- změny chování – nespavost, euforie, psychózy

Endokrinní žlázy



Dřeň nadledvin – histologická stavba



Dřeň nadledvin

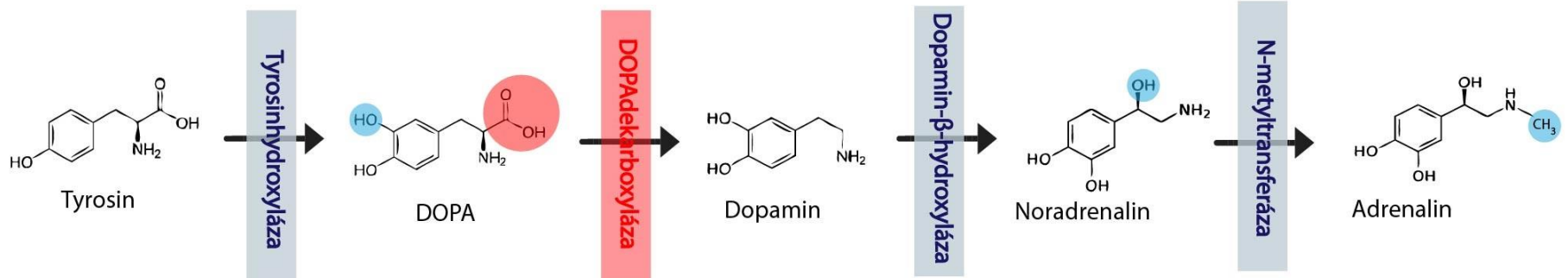
Ve dřeni syntéza katecholaminů

- poločas rozpadu katecholaminů je asi 2 min.
- degradovány na vanimandlovou kyselinu (VMA)
- zbytek v moči jako metanefrin a normetanefrin
- stimulem pro syntézu je aktivace „sympatiku“

Zástupci katecholaminů

- **adrenalin** (methylovaný noradrenalin)
- **noradrenalin**
- **dopamin**

Syntéza katecholaminů



Účinky katecholaminů

Adrenalin a noradrenalin:

- vyvolávají glykogenolýzy v játrech a ve svalech
- mobilizace MK, tukové tkáně, zvýšení obsahu laktátu v plasmě a stimulace metabolismu
- vyvolávají extrasystoly, zvyšují dráždivost myokardu

Dopamin

- pozitivně inotropní účinek na srdce přes β_1 - adrenergní receptory
- zvyšuje se systolický tlak

Feochromocytom

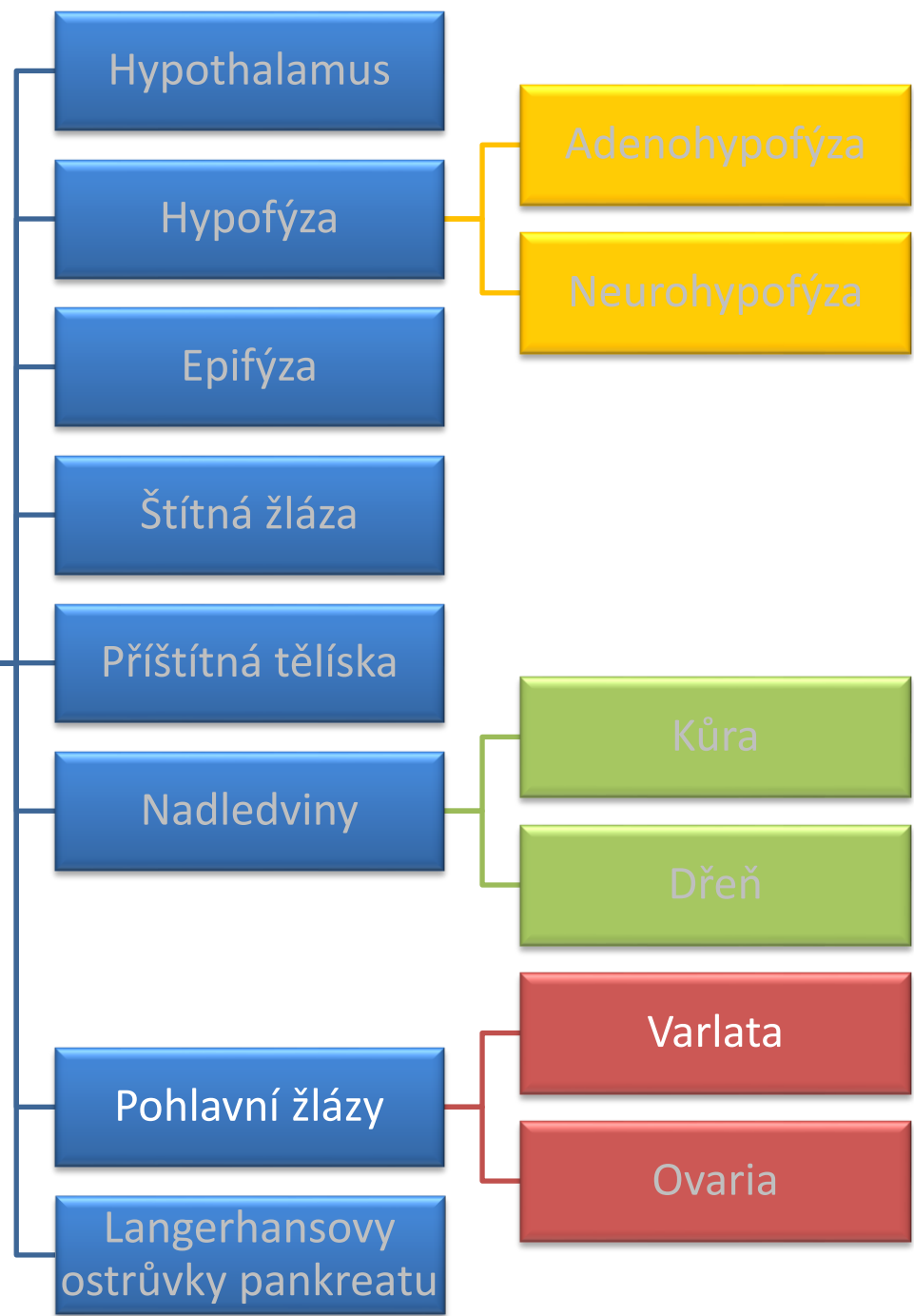
Feochromocytom je nádor dřeně nadledviny

- tachykardie, TK, palpitace
- flush syndrom

Laboratorní vyšetření

- **krev** (adrenalin, noradrenalin)
- **moč** (adrenalin, noradrenalin a metabolity - metanefriny, VMK)

Endokrinní žlázy



Pohlavní hormony – mužské (androgeny)

- Testosteron
- DHEA
- Androstendion

Syntéza

- základem je cholesterol (jsou to steroidy)
- krev - vazba na transportní proteiny (transkortin, albumin, SHBG)

Cílové tkáně přeměňují testosteron → dihydrotestosteron

Účinky androgenů

Testosteron

- nárůst kosterního svalstva, genitálu

Dihydrotestosteron

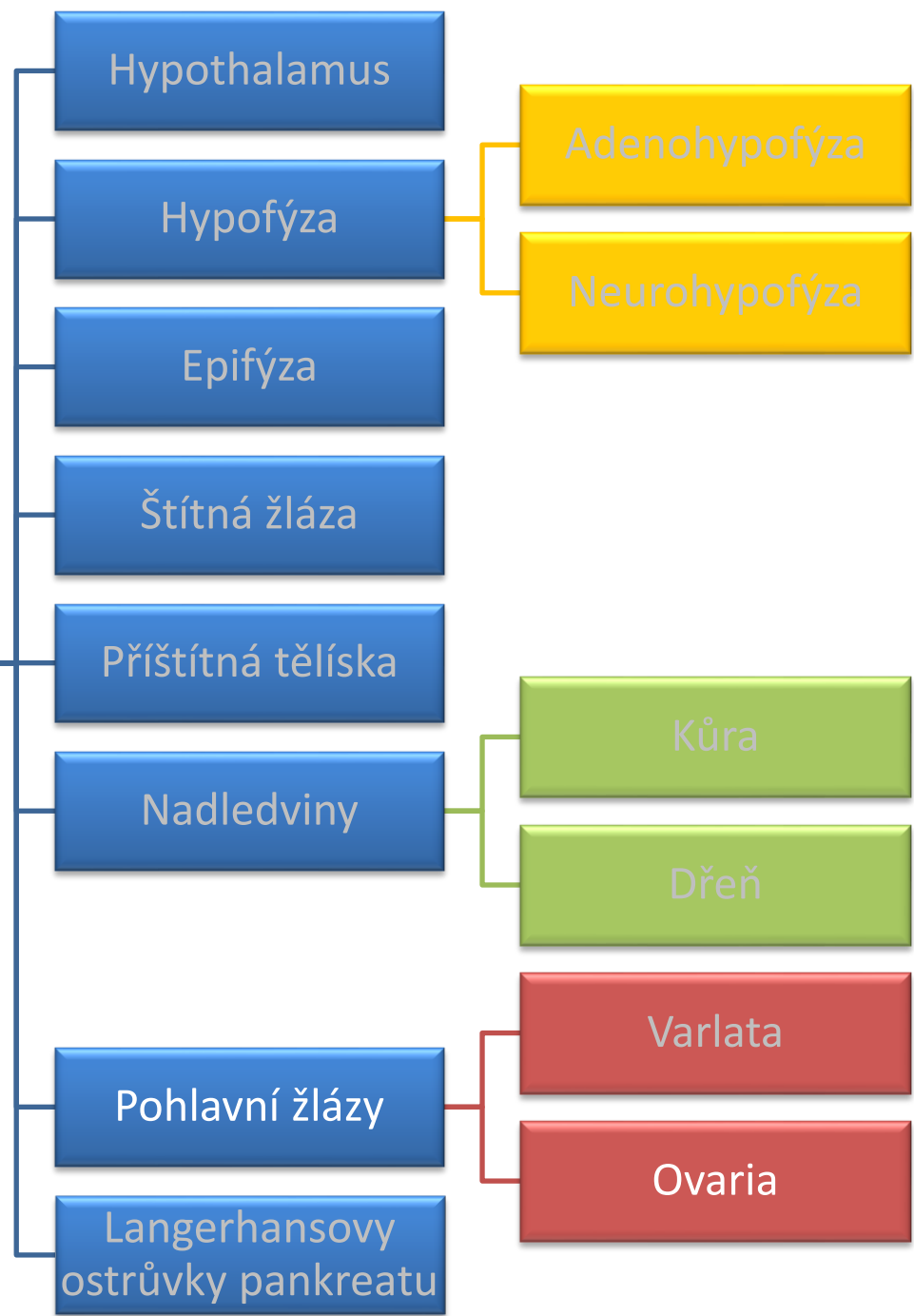
- vousy, ochlupení, prostata
- plešatost ?

U žen:

- hirsutismus, virilizace
- polycystická ovaria
- kongenitální adrenální hyperplasie
- nádory ovarií a nadledvin



Endokrinní žlázy



Pohlavní hormony – ženské

ESTROGENY

- Estradiol
- Estron

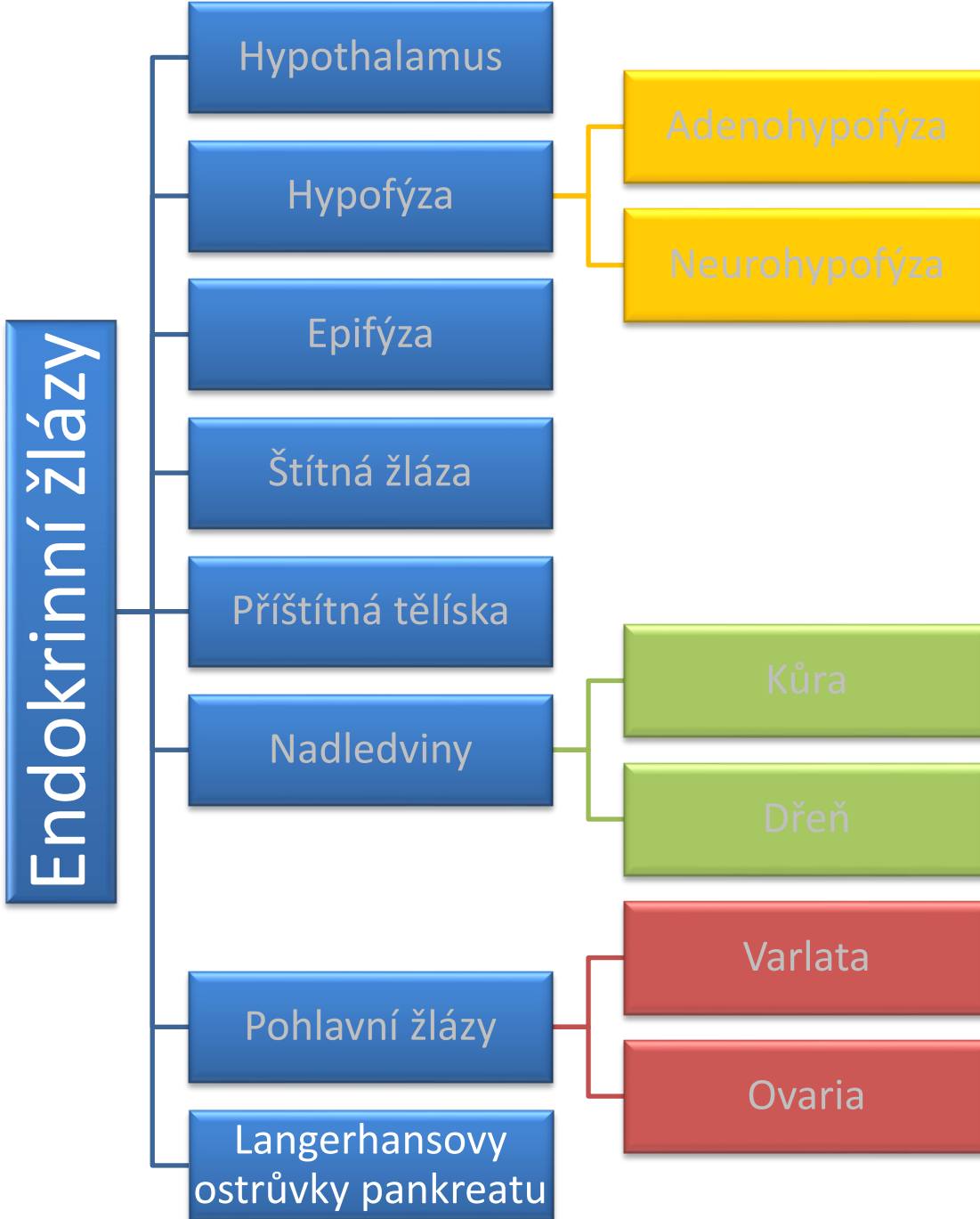
Krev - vazba na SHBG, albumin

Pohlavní hormony – ženské

GESTAGENY

- Progesteron
- 17-OH progesteron

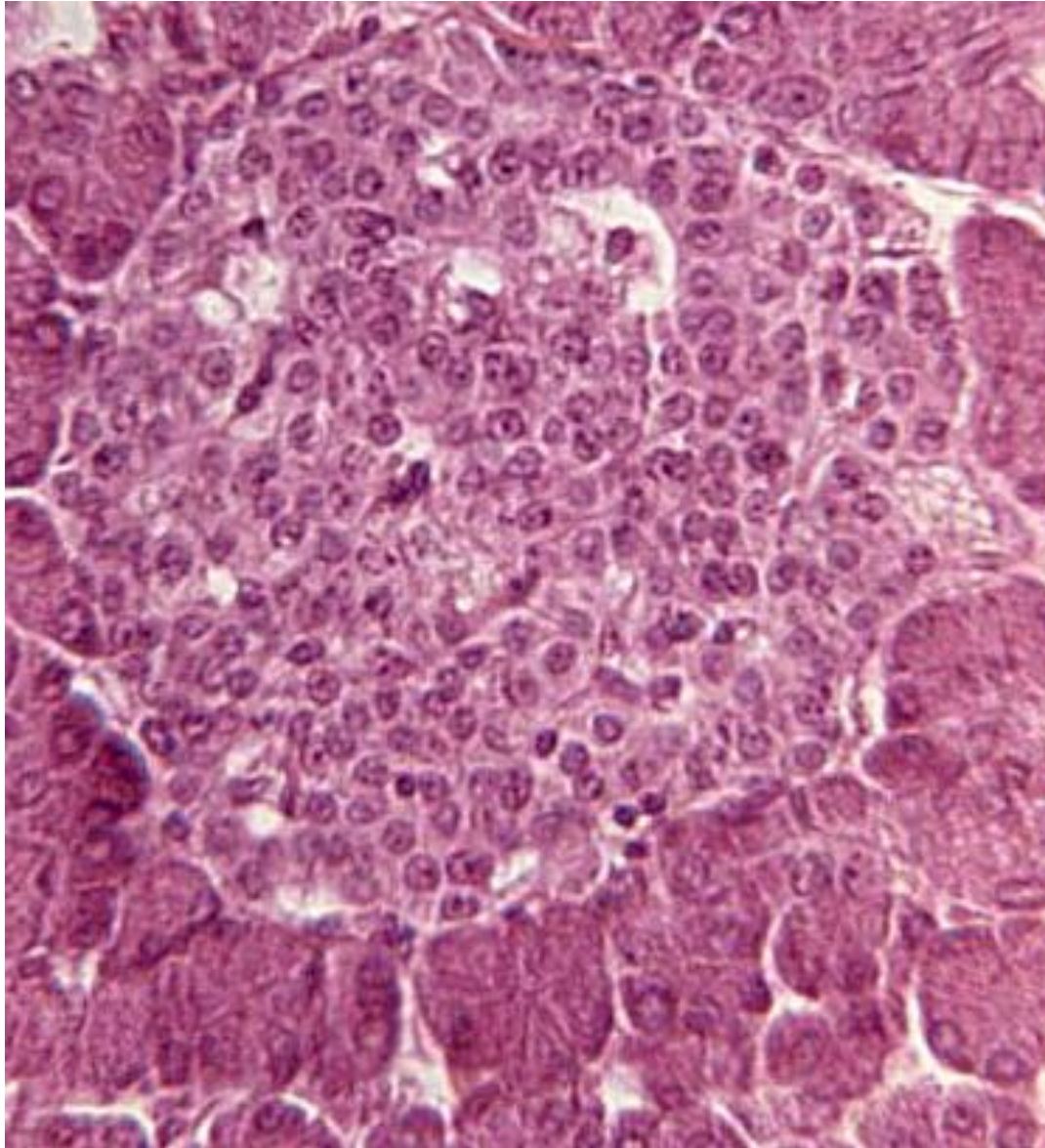
Krev - vazba na transkortin, albumin



Langerhansovy ostrůvky pankreatu

- 1-2mil Langerhansových ostrůvků ve slinivce břišní
- obsahují B buňky produkující insulin.

Pancreas - histologie

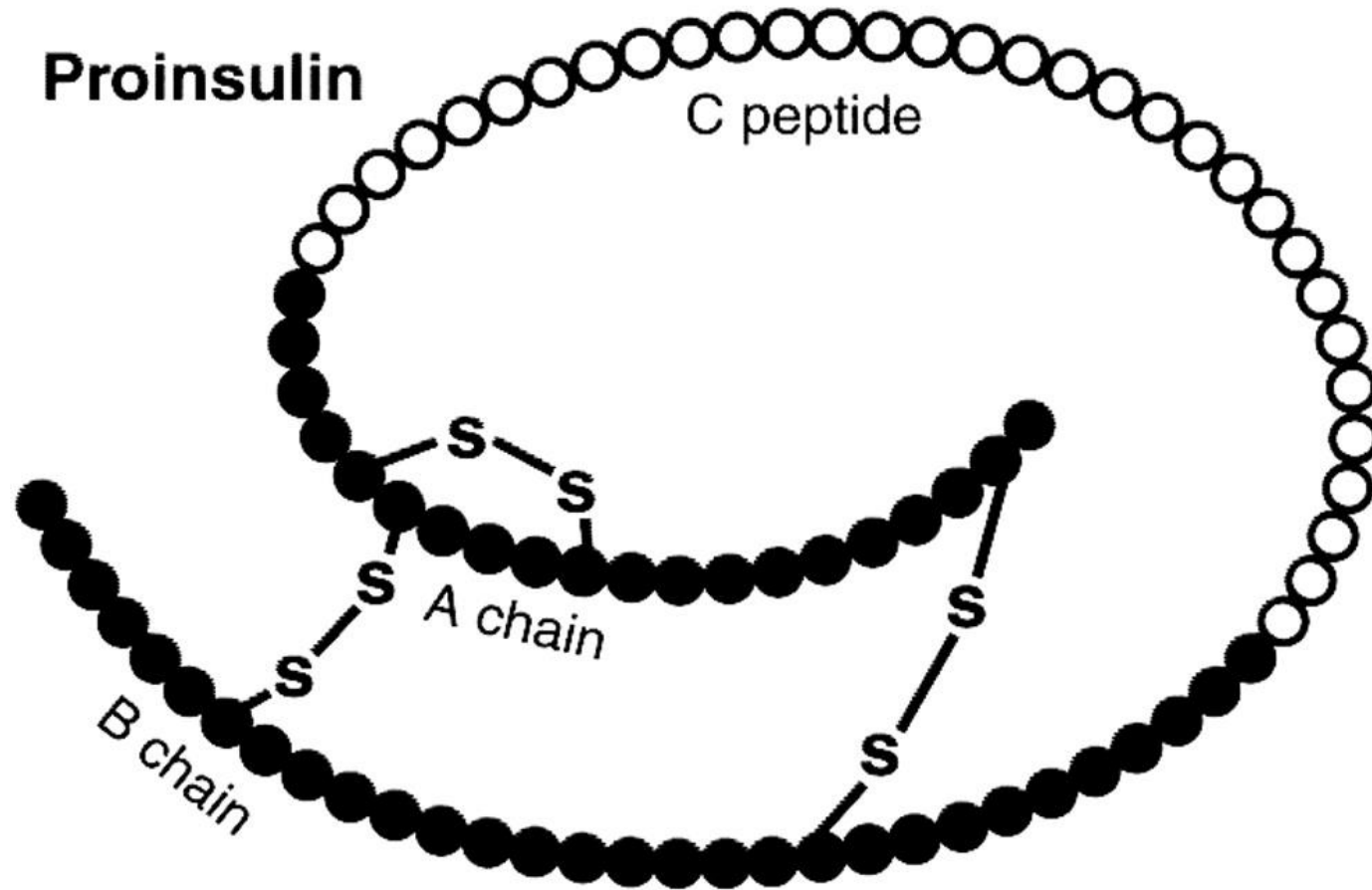


(Pro)insulin

Proinsulin

- obs. 2 disulfidové můstky
- v GA, vyzrává na aktivní insulin (odštěpí se C-peptid – connecting peptide)
- vyloučení přes fenestrované kapiláry

(Pro)insulin



Insulin

Zralý insulin

- řetězec A a B
- spojeno disulfidickými vazbami
- jakmile se tyto vazby naruší, není již hormonálně aktivní

Řízení sekrece insulinu a jeho metabolismus

Sekrece insulinu je řízena:

- hladinou glukózy v krvi – při malé hladině ustává sekrece insulinu
- AMK a Ca^{2+} stimulují sekreci
- sympatikus stimuluje a parasympatikus (n. vagus) inhibuje

Odbourání insulinu

- v játrech, velmi rychlé
- proteolýza, rozštěpení A a B řetězce (resp. disulfidových můstků-
insulinová proteasa

Jediný průtok játry sníží hladinu insulinu o 50%. Poločas rozpadu asi 5-10min, depotní forma déle.

Účinky insulinu

- vazba se na specifický glykoproteinový receptor na povrchu všech buněk v těle.
- umožňuje vstup glukózy do buňky a její utilizaci
- snižuje hladinu glukózy v krvi



Deficitní stavy insulinu

Diabetes mellitus – nedostatečná tvorba insulinu, defekty či chybění receptoru na membránách buněk citlivých na insulin.

- **DM 1. typu** – juvenilní (závislý na insulinu), poškození B buněk, insulin se netvoří. Hlavně děti. Ter.: insulin
- **DM 2. typu** – insulin se tvoří dostatečně, ale buňky na něj nereagují, mají snížený počet receptorů pro insulin = down regulation.
- **Další typy** (MODY - Maturity-Onset Diabetes of the Young, LADA - Latent Autoimmune Diabetes of Adults)

Diabetes mellitus

Příznaky

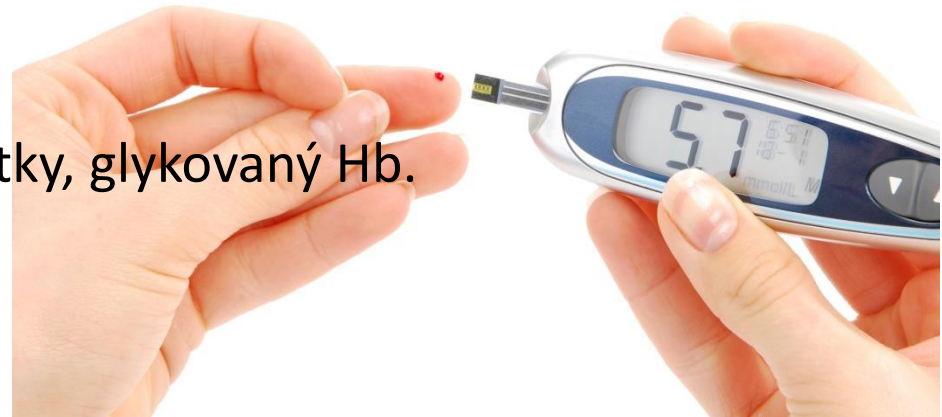
- glykosurie, polyurie, polydipsie, hyperglykemie, ketonurie, pokles tělesné hmotnosti
- zvýšené odbourávání MK z TAG (ketoacidóza, ketolátky: acetoacetát, β -hydroxybutyrát, aceton)

Komplikace

- akutní (metabolická acidóza, hyperglykemie, koma, změny ABR)
- chronické (poškození ledvin, sítnice, cév)

Dg DM.

- standard: OGTT
- doplňující: C peptid v krvi, protilátky, glykovaný Hb.



Glukagon

- antagonist insulínu
- produkován A buňkami Langerhansových ostrůvků

Sekreci zvyšuje hypoglykémie a katecholaminy produkované dřeni nadledvin

Sekreci snižuje insulin a somatostatin

Účinky glukagonu

- zvyšuje hladinu glukózy v krvi
- urychluje glykogenolýzu v játrech (ne ve svalu!)
- potlačuje glukoneogenezi z AMK a laktátu
- potlačuje syntézu MK, TAG, cholesterolu, urychluje lipolýzu

Dodatky

Jiná místa sekrece hormonů

Žaludek (gastrin)

- tvorba v buňkách žaludku, horní části tenkého střeva
- stimulace sekrece HCl, pepsinu

Srdce (natriuretické peptidy BNP)

Ledviny

- **erythropoetin** (produkován v ledvinách, regulace erytropoezy, zvýšená sekrece při hypoxii, anemii)
- **renin** (juxtaglomerulární buňky v ledvinách), udržení cévního tonu, vylučování Na ledvinami. Při poklesu TK sekrece reninu – angiotensinogen – angiotensin - vasokonstrikce

Vyšetření v endokrinologii - laboratorní

Stanovení hormonu v krvi (thyroidní hormony, prolaktin, kortisol atd), použije se sérum

- **EIA (enzymová imunoanalýza)** - vzorek séra + protilátka s navázaným enzymem. Vzniklý precipitát zvýrazníme přidáním substrátu, který enzym přemění na produkt - měříme absorbanci.
- **ELISA (enzyme linked immuno sorbent assay)** - vyhodnocení zákalu turbidimetricky (prošlé světlo) / nefelometricky (odražené světlo)
- **RIA (radio imunno assay)** - používá se radionuklid ^{125}I , ^3H , ^{14}C , kterým je hormon označen, vyš. štítné žlázy (příjem jodu) - změna radioaktivity se sleduje nad povrchem těla.
- **stanovení metabolitu v moči** (VMA, metanefrin)

Metody stanovení hormonů

Chromatografické metody (HPLC, GC, LC/MS/MS, ID-GC/MS, ID-LC/MS/MS, ID-HPLC/MS)

Metody často vyžadují před vlastní analýzou úpravy vzorku (enzymová hydrolýza, převedení na deriváty vhodné k analýze, extrakci z biologického materiálu, aj.). Do této skupiny patří i metody referenční.

Imunoanalytické metody

- s luminometrickou detekcí (LIA, ILMA, CMIA, ECLIA)
- s fluorometrickou detekcí (MEIA, FPIA)
- s fotometrickou detekcí (ELISA, EMIT)
- s detekcí radioaktivity (RIA, IRMA)

Vyšetření v endokrinologii – klinické a histologické

Klinické metody - dynamické funkční testy

- organismus vychýlen z normy podáním látky, na kterou reaguje sekrecí hormonu
- OGTT

Histologické metody

- excisí tkáně, obarvení a fixování
- sledování stavby (koloid ve folikulech štítné žlázy)