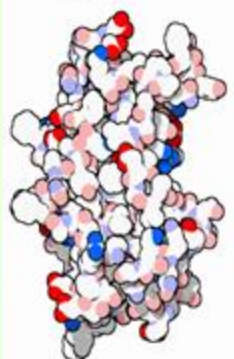
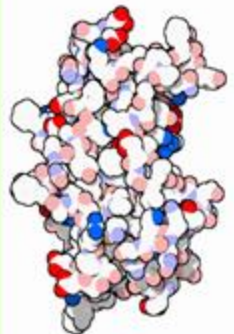
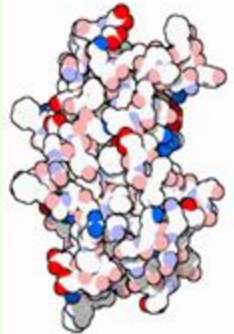
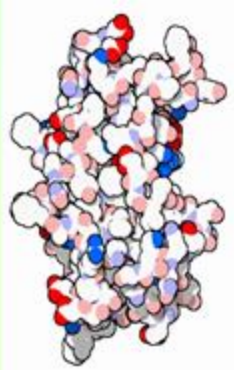
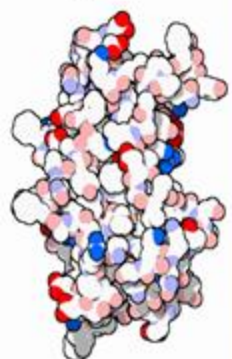
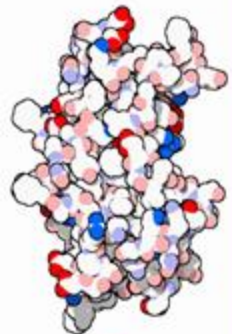
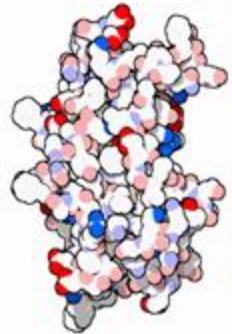
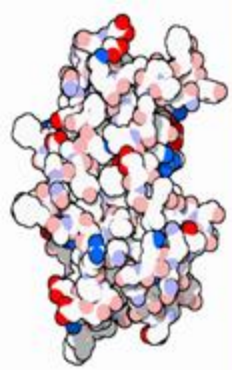


ENDOKRINNÍ SYSTEM



Endokrinologie



Lékařský obor zabývající se studiem žláz s vnitřní sekrecí, jejich produkty (hormony) a diagnózou i léčbou jejich poruch.

Hormony

- Látky, které v organismu slouží k **přenosu informací** při řízení funkcí orgánů a metabolických procesů.
- Tvoří se ve **žlázách s vnitřní sekrecí**, v difúzně rozestých **endokrinních buňkách** nebo ve specializovaných nervových buňkách.
- Jejich účinek je specifický.
- Jsou účinné ve velmi malém množství.

Endokrinní regulace

Komunikace mezi **endokrinní buňkou** a **buňkou cílovou**.

Produkce určitého hormonu.

Přijímá tento hormon, má pro něj příslušný receptor.

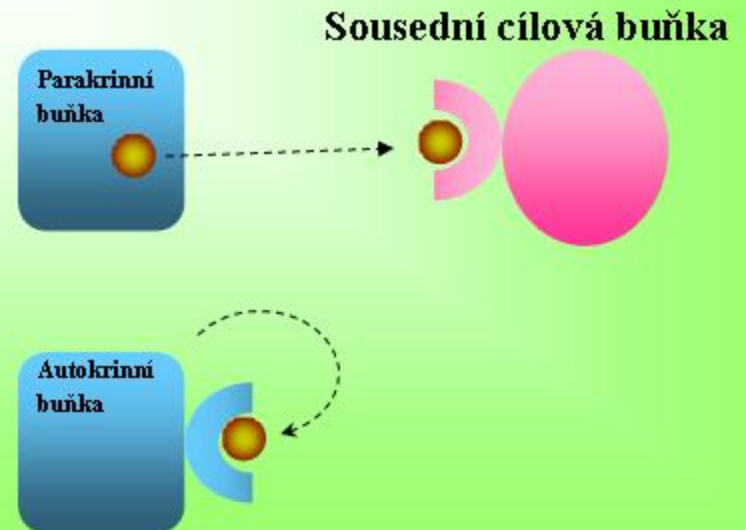
K překonání větších vzdáleností využívají **krevní oběh**.

Ale

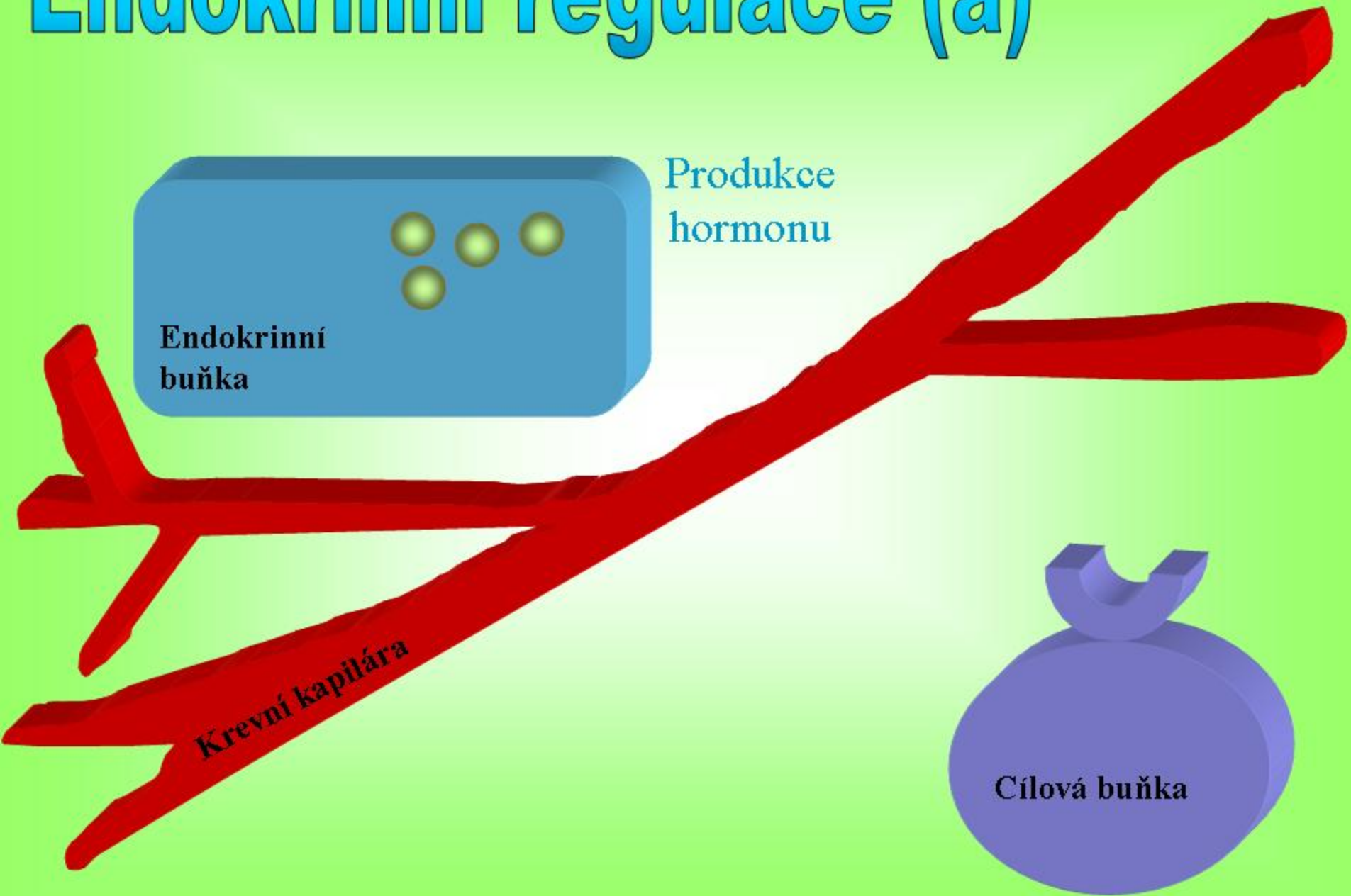
Některé hormony působí pouze na **sousední buňky**, jiné působí zpětně na **samotné buňky**, které je vyprodukovaly.

Parakrinní regulace

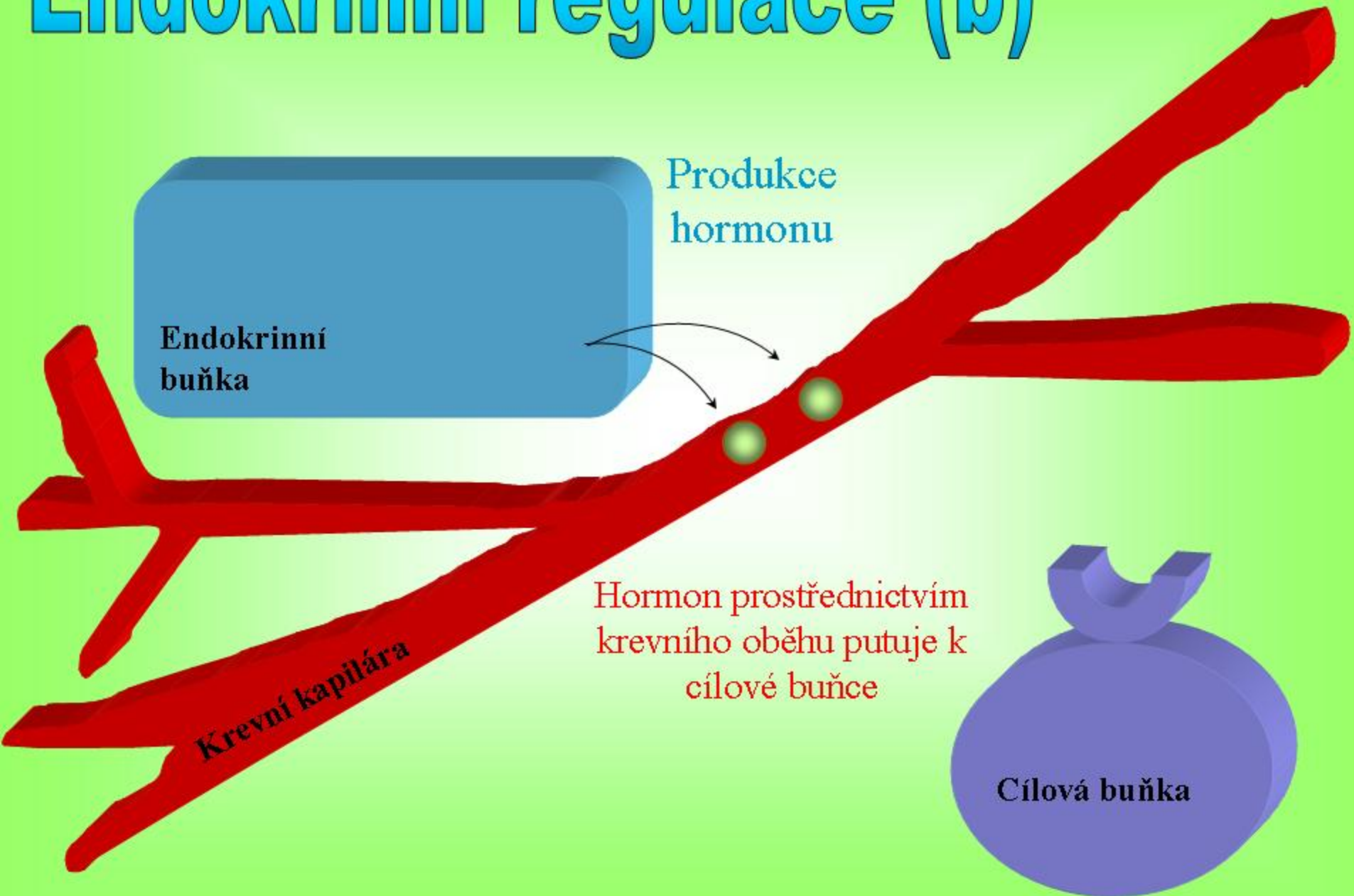
Autokrinní regulace



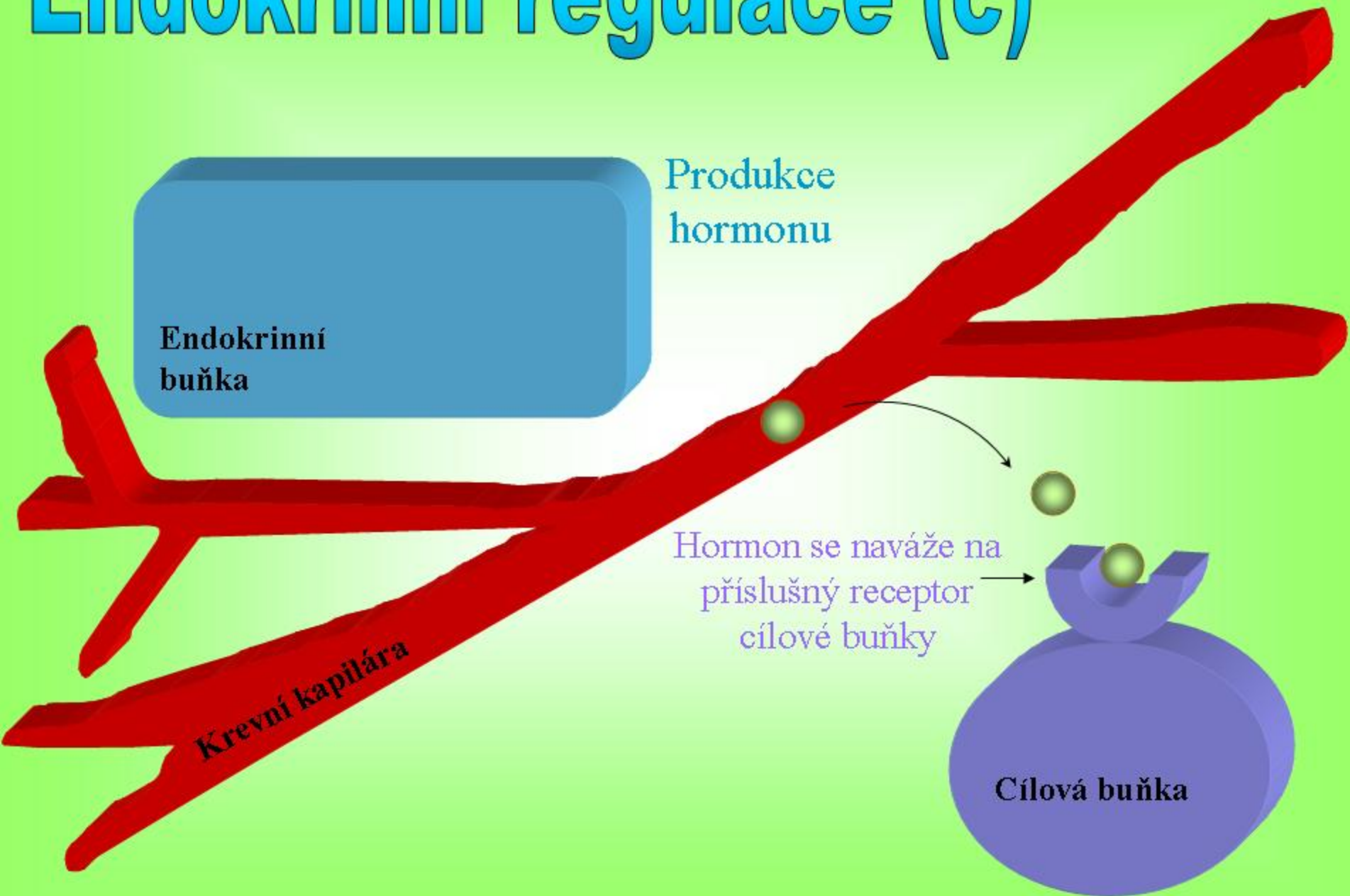
Endokrinní regulace (a)



Endokrinní regulace (b)



Endokrinní regulace (c)



MÍSTO SYNTÉZY HORMONU V TĚLE

VARLATA

VAJEČNÍKY,
PLODOVÉ LUŽKO

PANKREAS

ADENOHYPOFÝZA

ŽLÁZY S VNITŘNÍ SEKRECÍ

NADLEDVINY

PŘÍŠTITNÁ TĚLÍSKA

ŠTÍTNÁ ŽLÁZA

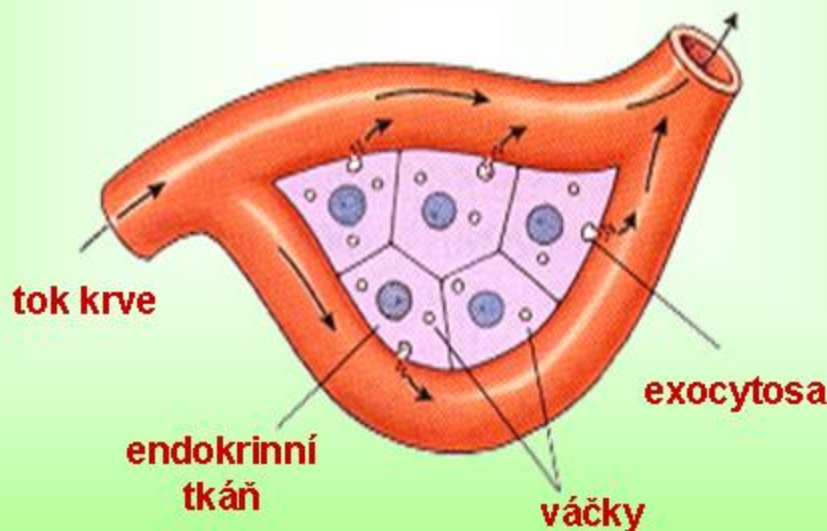
ŠÍŠINKA

Žlázové buňky jsou seskupené do orgánů a vytvářejí tak endokrinní tkáň.

Produkují HORMONY

Soustava žláz s vnitřní sekrecí je jednou ze dvou řídicích soustav. Ovlivňuje činnost organismu pomocí hormonů (inkretů), což je označováno jako humorální regulace.

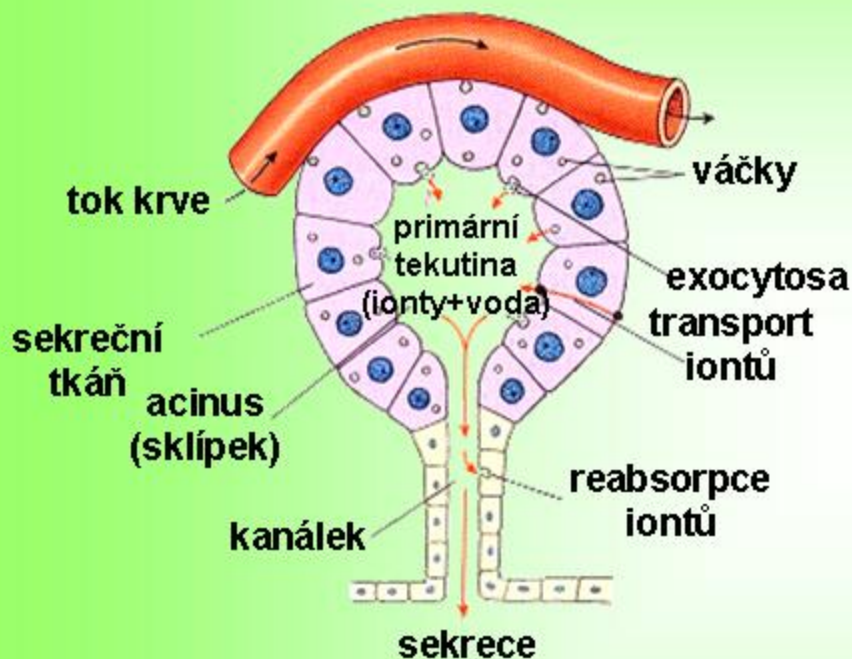
Spolu s nervovou soustavou, která provádí nervovou regulaci, řídí činnost jednotlivých orgánů, i celého těla.



Obě uvedené řídicí soustavy jsou na sobě závislé (neurohumorální korelace) a vzájemně se ovlivňují.

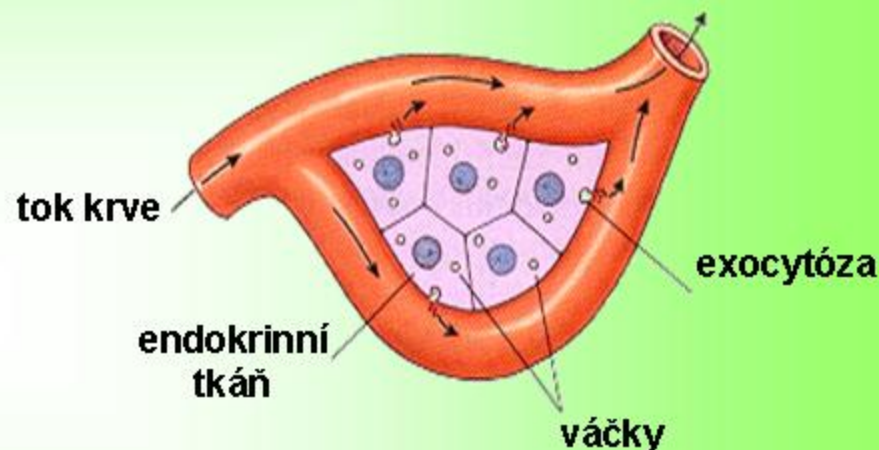
Místem nejúčinnějšího vzájemného ovlivnění obou systémů je hypofýza a nadledviny (neuroendokrinní regulace).

Exokrinní a endokrinní žlázy



EXOKRINNÍ ŽLÁZY

Sekret se dostává kanálkem na povrch epitelu.



ENDOKRINNÍ ŽLÁZY

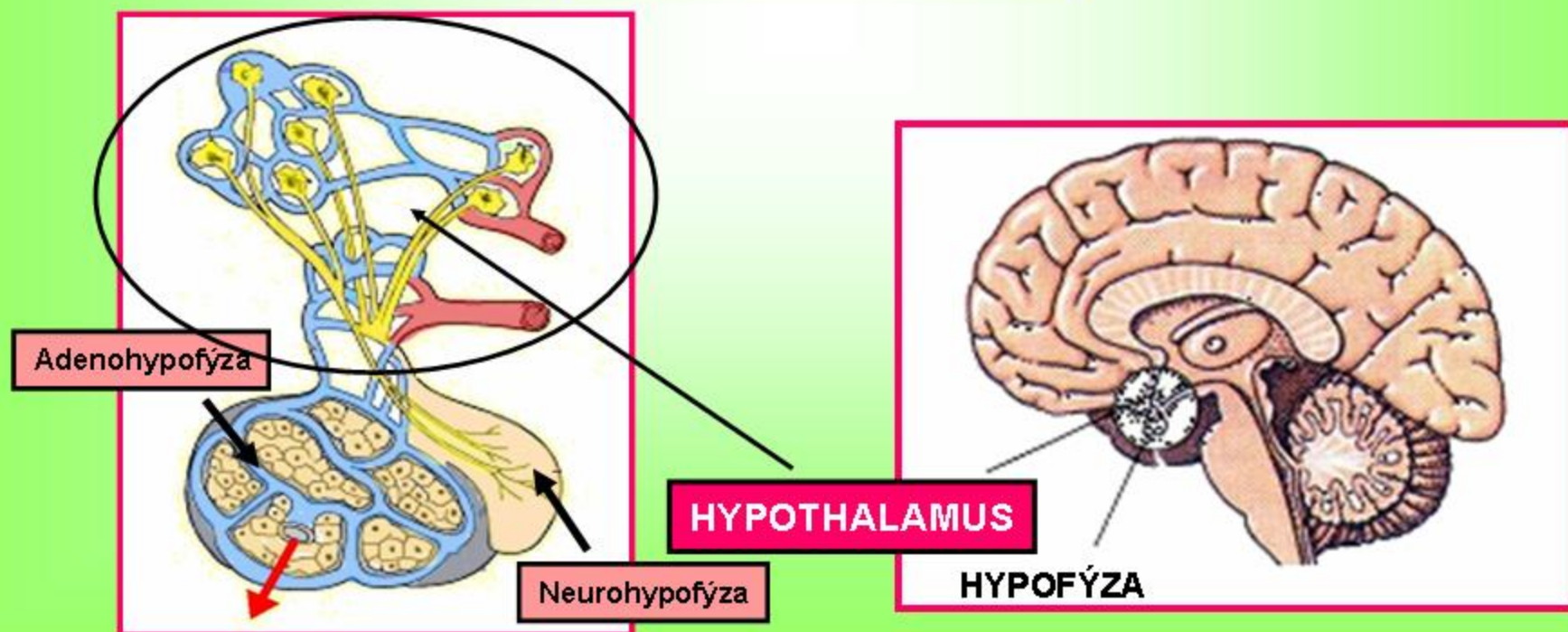
Sekret se dostává do krevního řečiště.

MÍSTO SYNTÉZY HORMONU V TĚLE

SPECIALIZOVANÉ NERVOVÉ BUŇKY

Specializované nervové buňky HYPOTHALAMU (část mezimozku), které syntetizují hormony na svých buněčných tělech a dopravují je na místa potřeby (ne vždy funguje hypothalamus také jako sekreční orgán).

tzv. NEUROHORMONY



MÍSTO SYNTÉZY HORMONU V TĚLE

TKÁNĚ

Žlázové buňky nejsou seskupeny do orgánu, ale jsou rozptýleny ve tkáních (tvoří tzv. **difuzní endokrinní systém**), které slouží primárně k jiným účelům.

Produkují tzv. **TKÁŇOVÉ HORMONY**

Některé mají specifické, jiné zcela všeobecné účinky.

Většinou mají rozsáhlejší okruh cílových tkání než hormony endokrinních žláz.

Vykazují účinek i na vzdálené buňky (endokrinní) i lokálně na buňky v bezprostředním okolí (parakrinní).

MOZEK

SRDCE

ŽALUDEK

JÁTRA

TENKÉ STŘEVO

TLUSTÉ STŘEVO

LEDVINY

Mechanismy transportu hormonů

Mechanismem transportu hormonů rozumíme způsob, jakým je hormon dopravován (transportován) ze sekreční buňky do buňky cílové.

Existují dvě hlavní cesty v těle, kterými jsou hormony transportovány směrem k cílovým buňkám:

Transport
tkáňovým mokem

Při lokálním kontaktu buněk
(autokrinní a parakrinní regulace).

Transport
v krevní plazmě

Při kontaktu buněk na větší vzdálenost
(endokrinní a neuroendokrinní regulace).

Transport hormonů krví se liší
v závislosti na jejich chemické struktuře:

rozpuštěné v plazmě

Peptidické hormony
Katecholaminy
Melatonin

ve vazbě na nosičové
proteiny

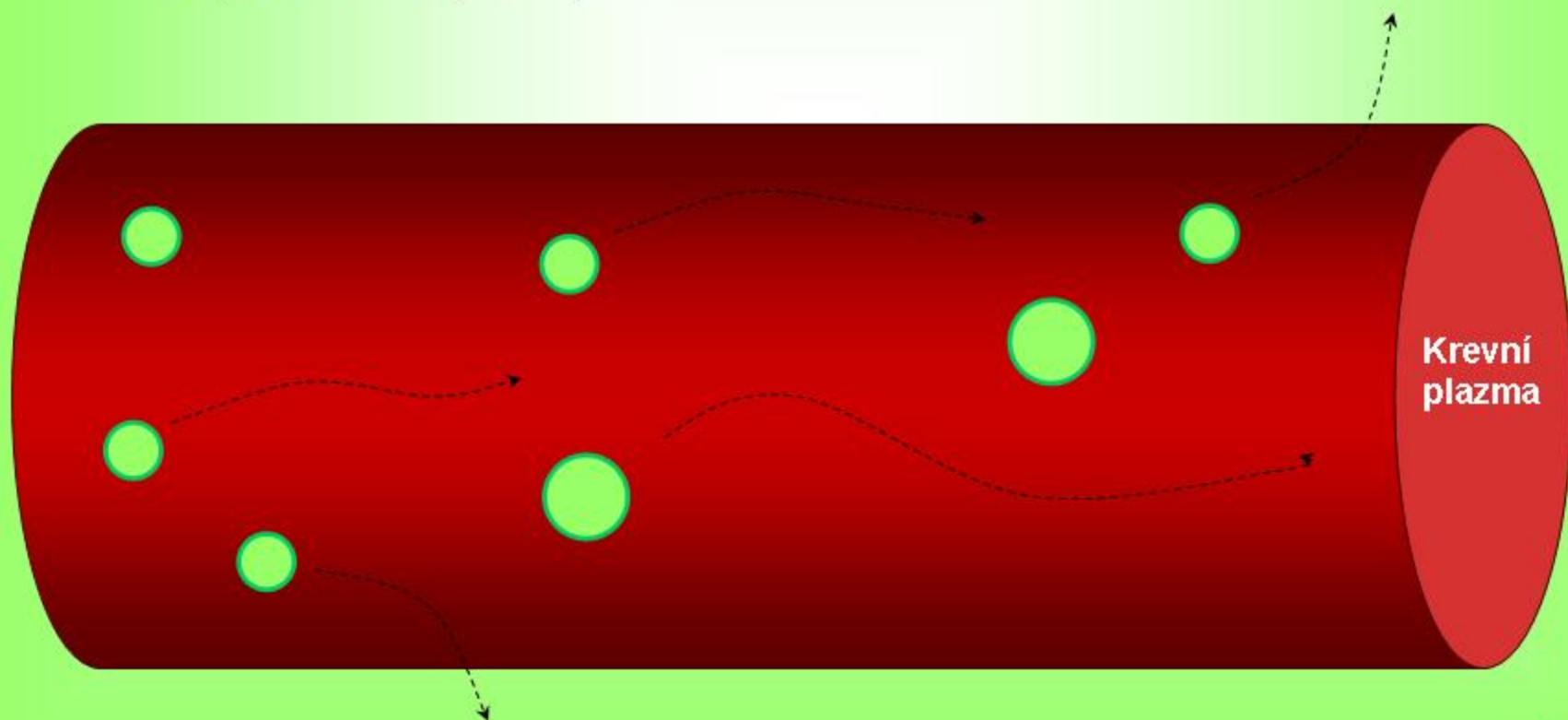
Steroidní hormony
Thyroidní hormony

Transport hormonů v krevní plazmě



PEPTIDICKÝ HORMON
KATECHOLAMINY, MELATONIN

Jsou rozpustné ve vodě a mohou tak být snadno transportovány krví bez nutnosti vazby na nosičové proteiny.

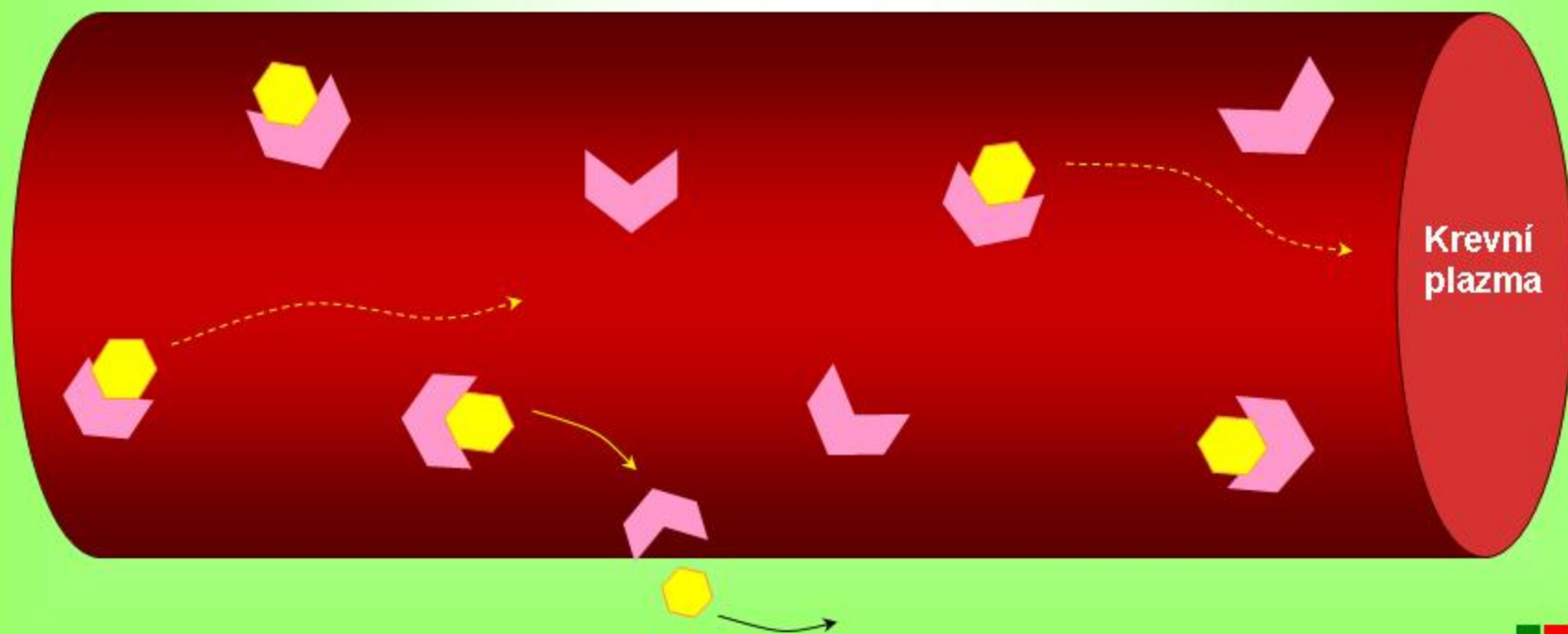


Transport hormonů v krevní plazmě



STEROIDNÍ HORMON
THYROIDNÍ HORMON

Nejsou rozpustné ve vodě, proto musí být (z převážné většiny) vázány v krvi na nosičové proteiny, které umožňují jejich transport.



Hormonální akce

Hormonální akcí rozumíme **procesy**, ke kterým dochází **v cílové buňce** po té, co přijme určitý hormon prostřednictvím svých receptorů a zareaguje na něj.

Nezbytným předpokladem reakce buňky na příslušný hormon, je přítomnost **bílkovinných receptorů**, které specificky vážou hormon a zahajují tak sled dějů vedoucích ke specifické buněčné odpovědi.

Reakce buňky na přijatý hormon závisí na specifických vlastnostech hormonu, ale také na specifických vlastnostech cílové buňky, tzn. že stejný hormon působí na různé buňky s různým účinkem.

Výsledkem procesu stimulace je
SPECIFICKÁ BUNĚČNÁ ODPOVĚĎ
cílové buňky vyvolaná účinkem hormonu !!!

Obecné účinky hormonů

Hormony mají tři základní, avšak nikoli absolutně platné charakteristiky:

1. CÍLENÝ EFEKT = hormon působí na více či méně ohraničené tkáně

- Významný u *adenohypofysárních tropinů a pohlavních hormonů*.
- Vyjimka: *hormony působící na metabolismus mají celkový účinek (thyroxin, inzulin)*.

2. SPECIFIČNOST ÚČINKU = specifickým účinkem rozumíme obvykle účinek hlavní, nejobtížněji napodobitelný jinými hormony

- *Peptidové hormony mají vyšší stupeň specifičnosti než steroidní hormony*.

3. VYSOKÁ ÚČINNOST = k vyvolání typických odpovědí je zapotřebí jen nepatrných kvant hormonů

- *Vyšší účinnost mají proteohormony než hormony steroidní a hormony štítné žlázy*.

Účinky hormonů na lidský organismus

Hormony ovlivňují všechny tkáně a orgánové systémy těla a jsou důležité od časného embryonálního vývoje i v dalším průběhu života.

| | |
|-----|--|
| 1. | Vývojové vlivy |
| 2. | Buněčný růst a nádory |
| 3. | Účinky na centrální nervový systém |
| 4. | Účinky na metabolismus |
| 5. | Účinky na kardiovaskulární a renální funkce |
| 6. | Účinky na minerální a vodní metabolismus |
| 7. | Účinky na funkce skeletu |
| 8. | Účinky na reprodukční funkce |
| 9. | Vliv na sekreci jiných hormonů |
| 10. | Účinky na imunologické funkce |

HORMONY A ZPĚTNÁ VAZBA

Hormony a ostatní látkové signály vykonávají regulační funkci, při níž odpověď na signál (hormon) zpětně ovlivňuje zdroj signálu (např. endokrinní žlázu).



ZPĚTNÁ VAZBA

Je základním mechanismem řízení a působení většiny hormonů

Je nezbytná pro udržení homeostázy

Princip zpětné vazby je dán tím, že buňka secernující hormon je regulována **hladinou tohoto hormonu** nebo **prostřednictvím změny ve složení krve**



Buněčná odpověď zároveň ovlivňuje stimulus, který tuto odpověď vyvolává (stimulus je buď zmenšován nebo zvětšován).

ZPĚTNÁ VAZBA

Podle způsobu reakce cílové buňky na hormon

POZITIVNÍ

Při pozitivní zpětné vazbě se reakce buněk žlázy zvyšuje



Stimulus je odpovědí zesilován

Na základě toho se rozvíjí *větší následná odpověď*, která zpětnovazebně vytváří právě tak větší stimulus

System pozitivní zpětné vazby se stále obnovuje a kdyby nebyl přerušen, je samodestruktivní

NEGATIVNÍ

Při negativní zpětné vazbě se reakce buněk žlázy zeslabuje



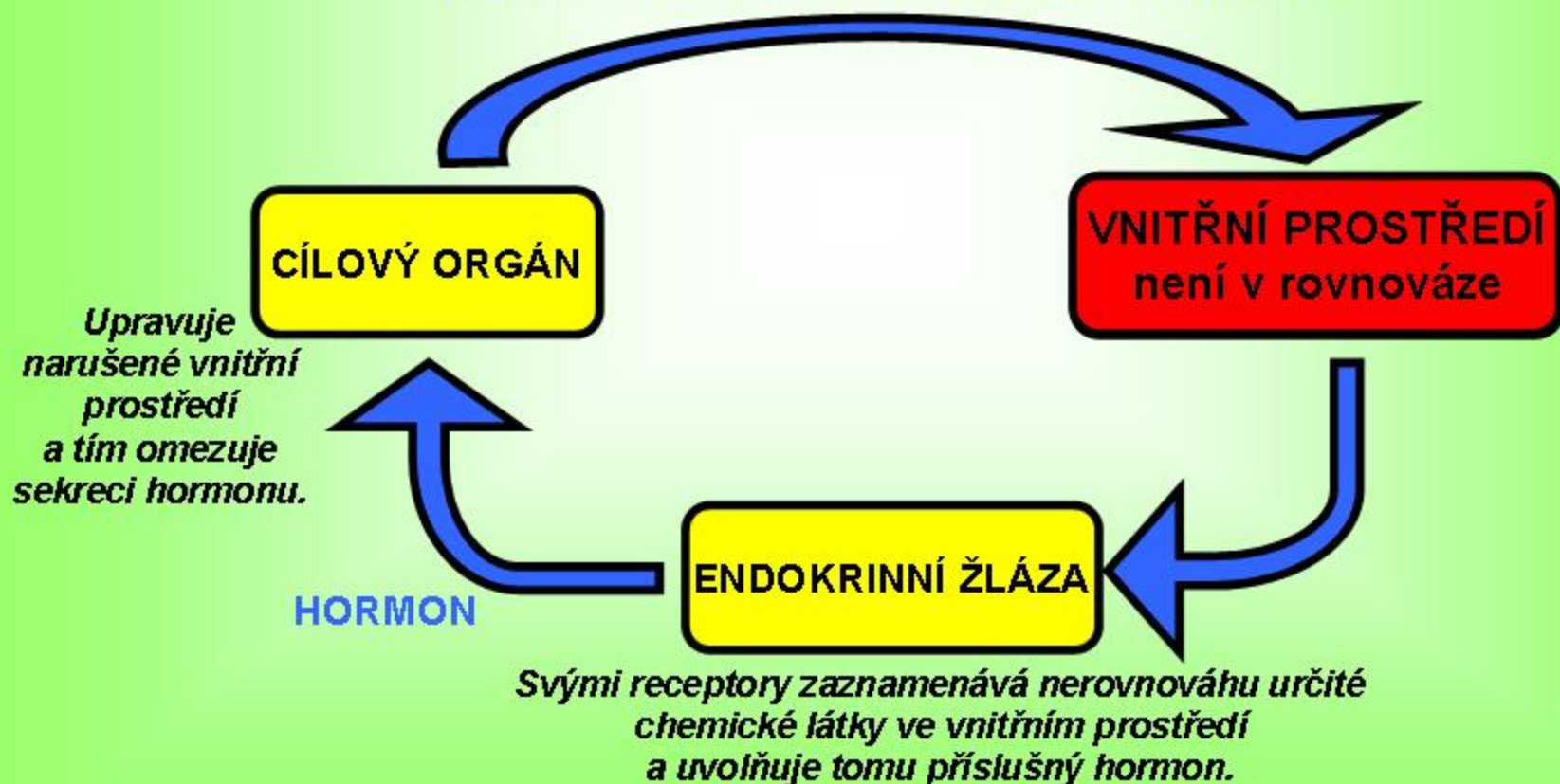
Stimulus je odpovědí zmenšován

Na základě toho se rozvíjí *menší následná odpověď*, která vrací stimulus k výchozí hodnotě → tímto způsobem je udržována HOMEOSTÁZA !!!

JEDNODUCHÁ ZPĚTNÁ VAZBA

Hormon endokrinní žlázy působí na cílové orgány, jejichž funkce pak vedou k omezení stimulů pro uvolňování hormonu a k následnému obnovení narušené homeostázy.

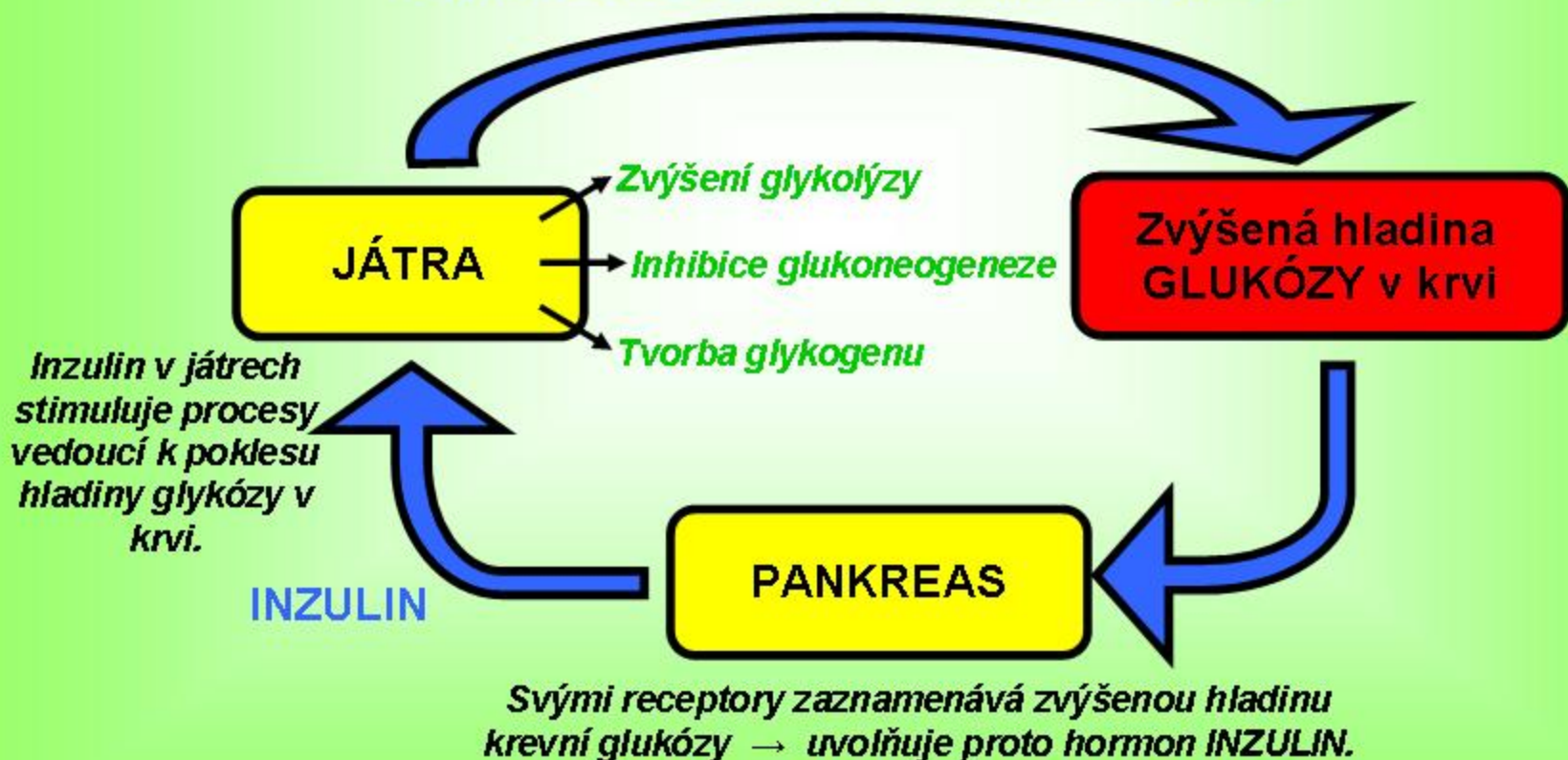
Regulační obvod se zápornou zpětnou vazbou



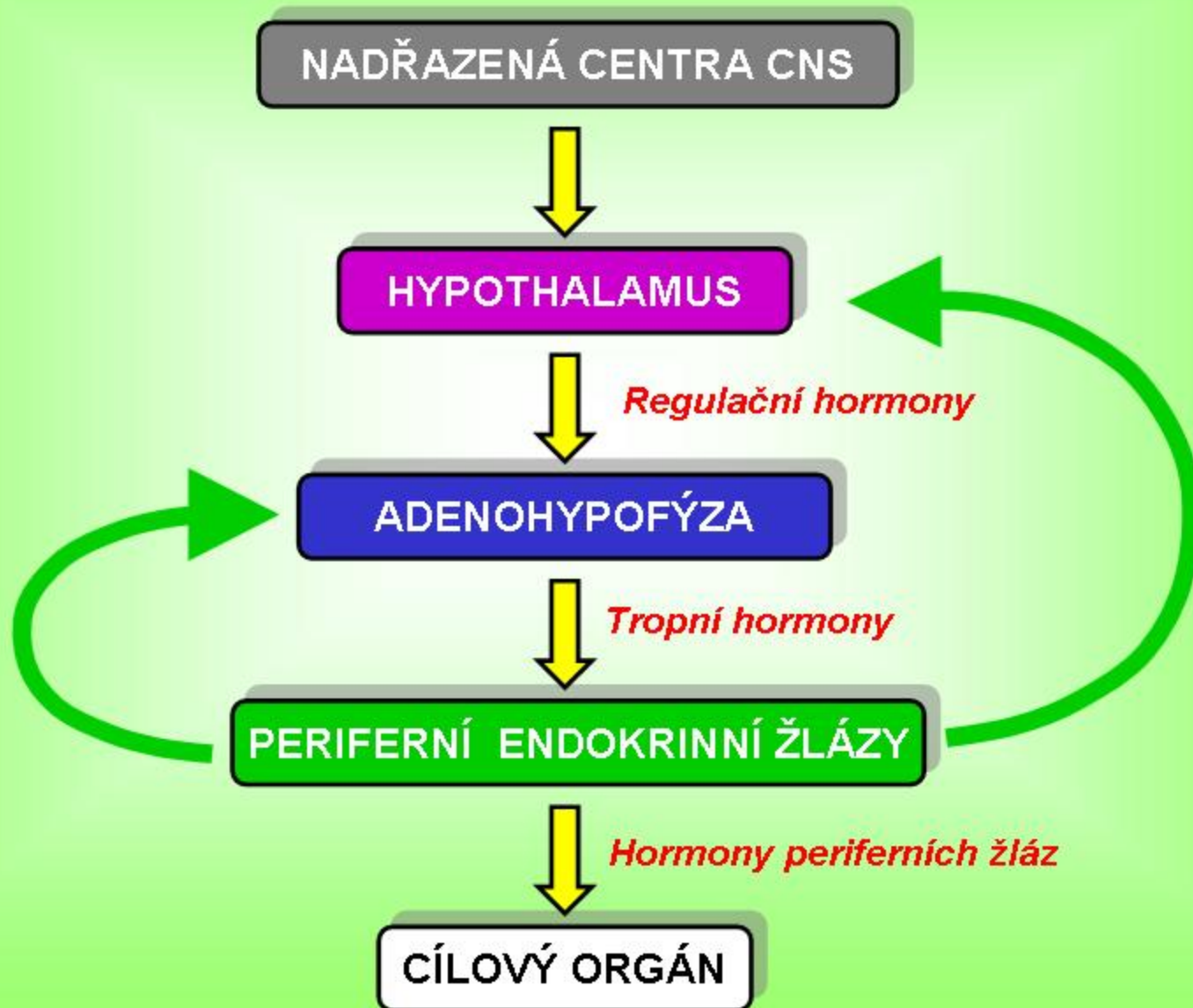
JEDNODUCHÁ ZPĚTNÁ VAZBA: příklad

Regulace hladiny glukózy v krvi

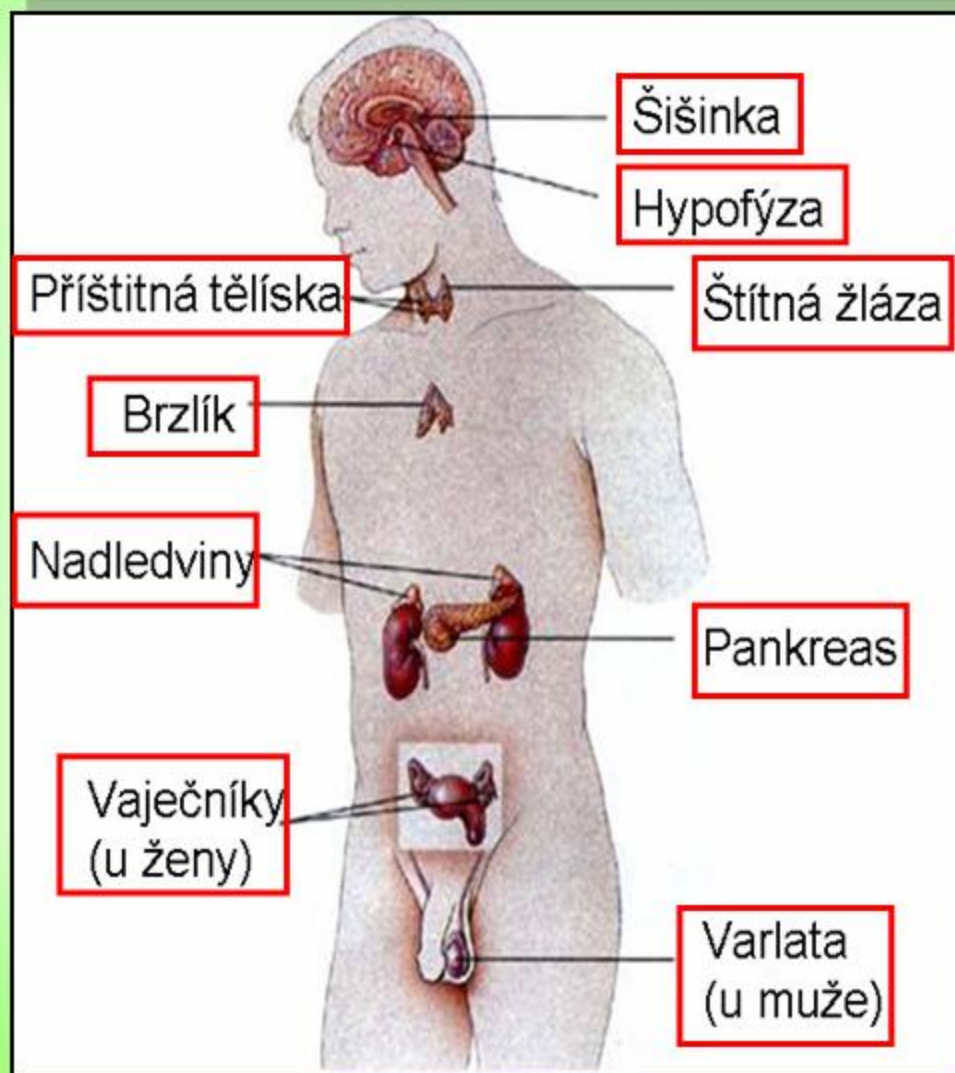
Regulační obvod se zápornou zpětnou vazbou



SLOŽITÁ ZPĚTNÁ VAZBA



Žlázy s vnitřní sekrecí

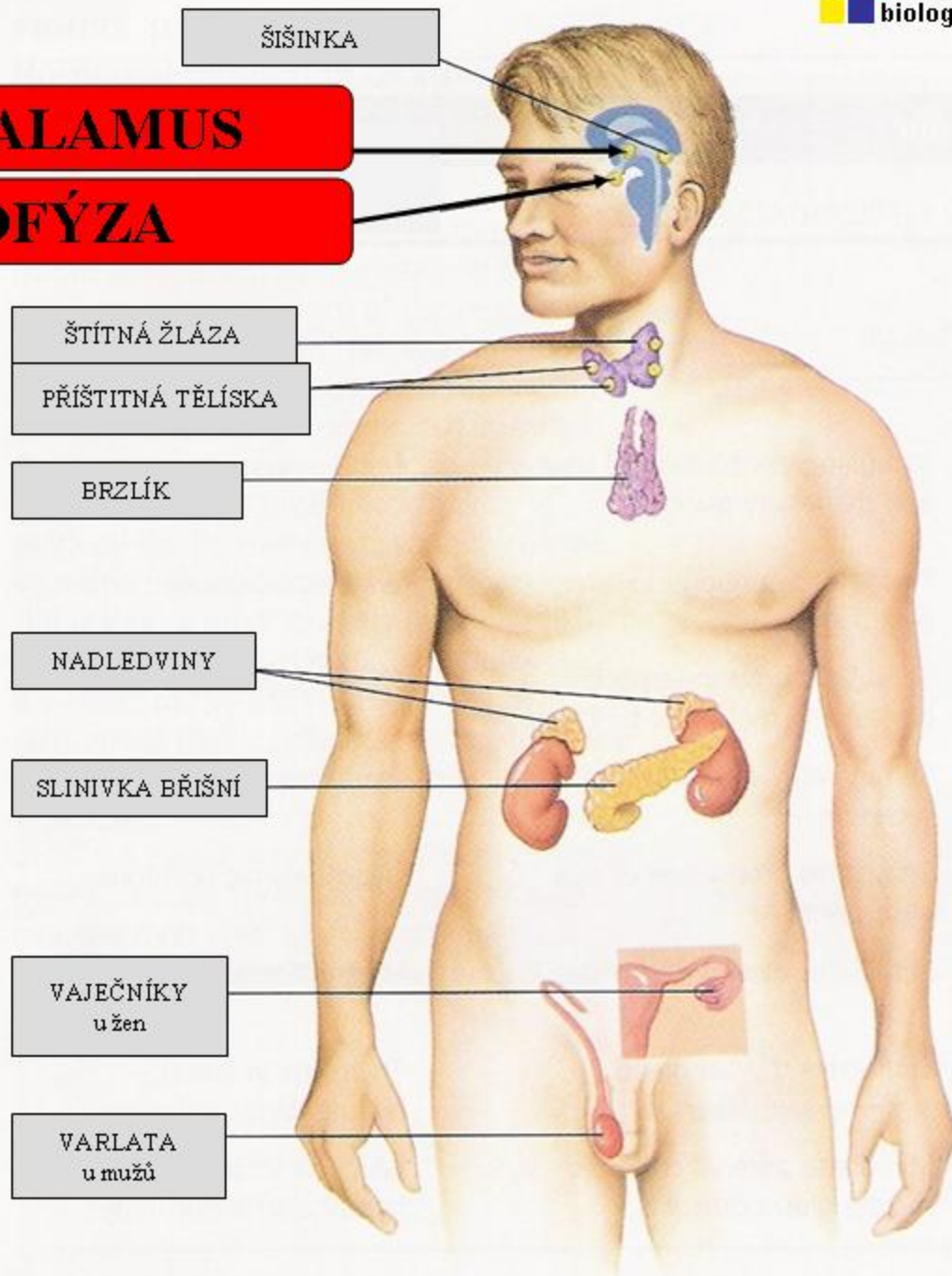


Hypotalamo - hypofyzární systém

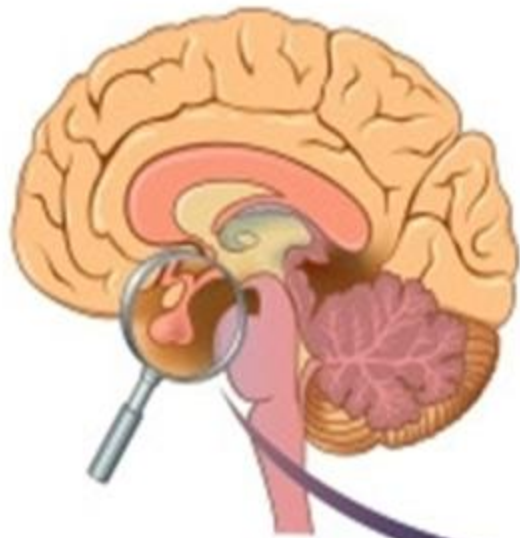
NEJVÝZNAMNĚJŠÍ
HIERARCHICKÝ
SYSTÉM
HORMONÁLNÍ
REGULACE ČLOVĚKA

spojení nervového a
endokrinního
systému u obratlovců

HYPOTALAMUS
HYPOFÝZA



Hypotalamo - hypofyzární systém



HYPOTALAMUS

- Oblast spodiny mozku.
- Přijímá informace z jiných částí mozku.
- Následně iniciuje endokrinní signály.

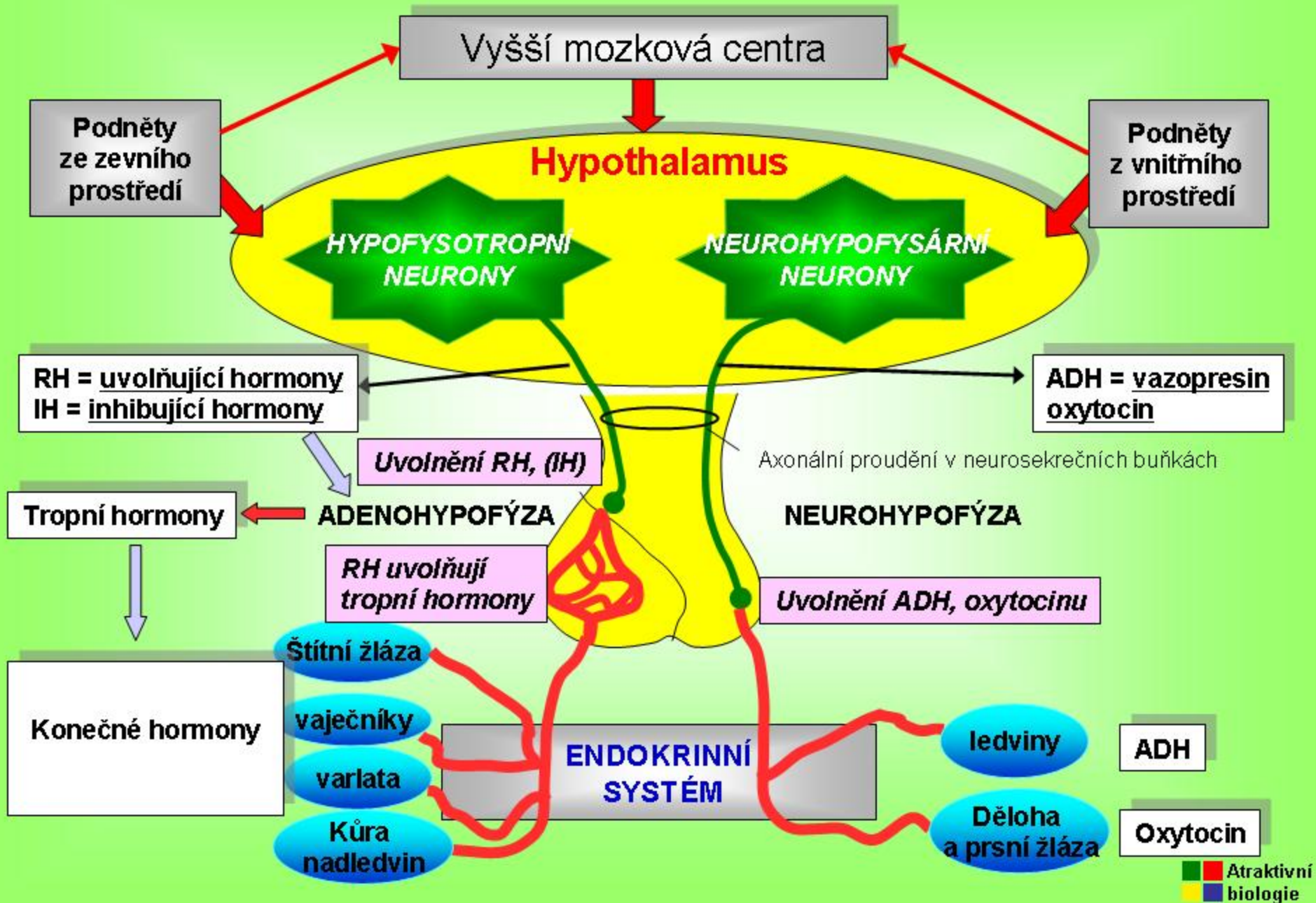
ADENOHYPOFÝZA

- Přední lalok hypofýzy.
- Obsahuje endokrinní buňky, vylučující hormony přímo do krve.

NEUROHYPOFÝZA

- Zadní lalok hypofýzy; prodloužení hypotalamu.
- Ukládá a uvolňuje hormony produkované neurosekrečními buňkami hypotalamu.

Hypotalamo - hypofyzární systém



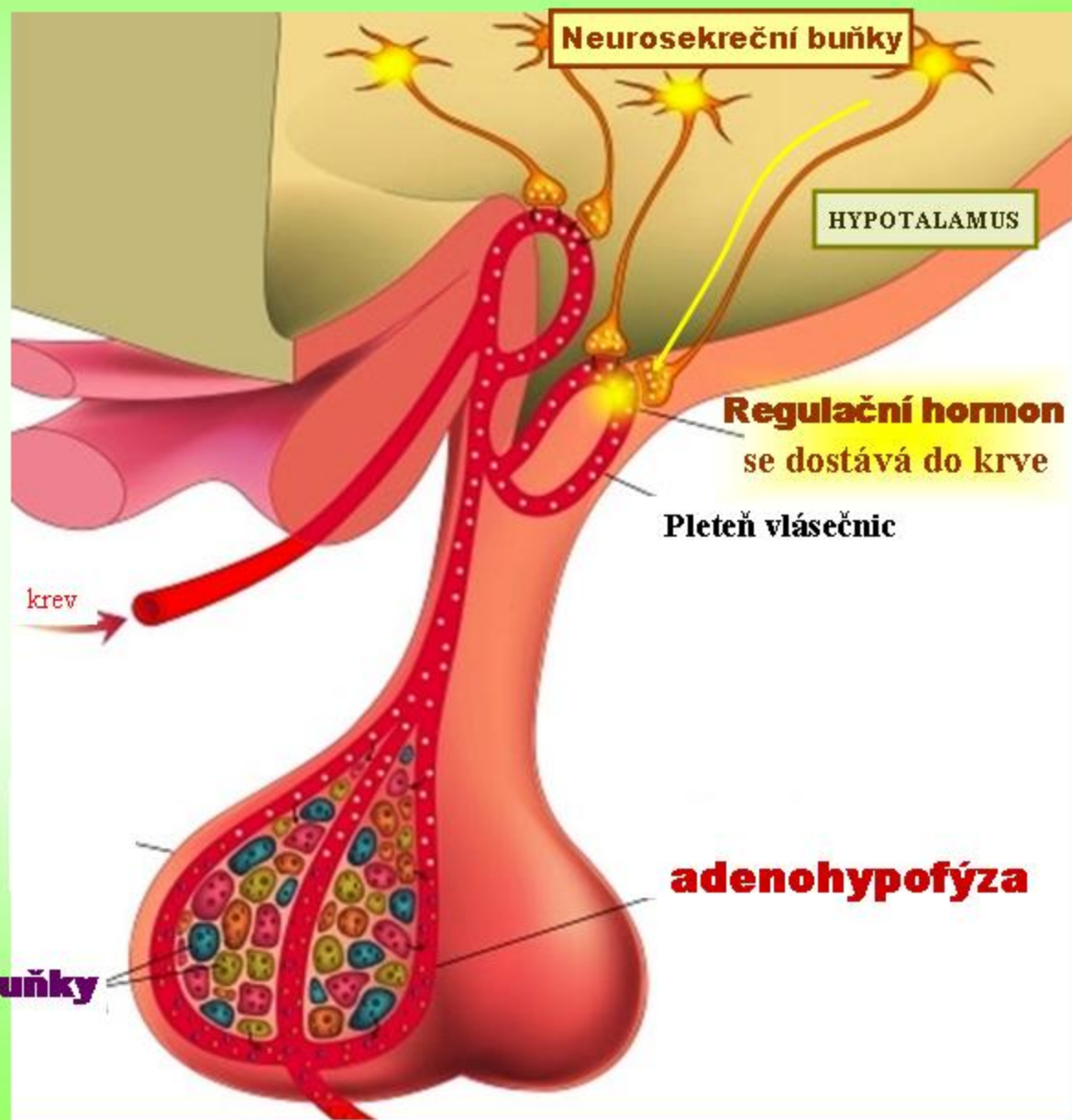
HYPOTALAMUS – REGULAČNÍ HORMONY

Neurosekreční buňky

hypotalamu, které mají
krátké axony

(končí ještě v hypotalamu)

**produkují
regulační hormony**



HYPOTALAMUS – REGULAČNÍ HORMONY

Neurosekreční buňky

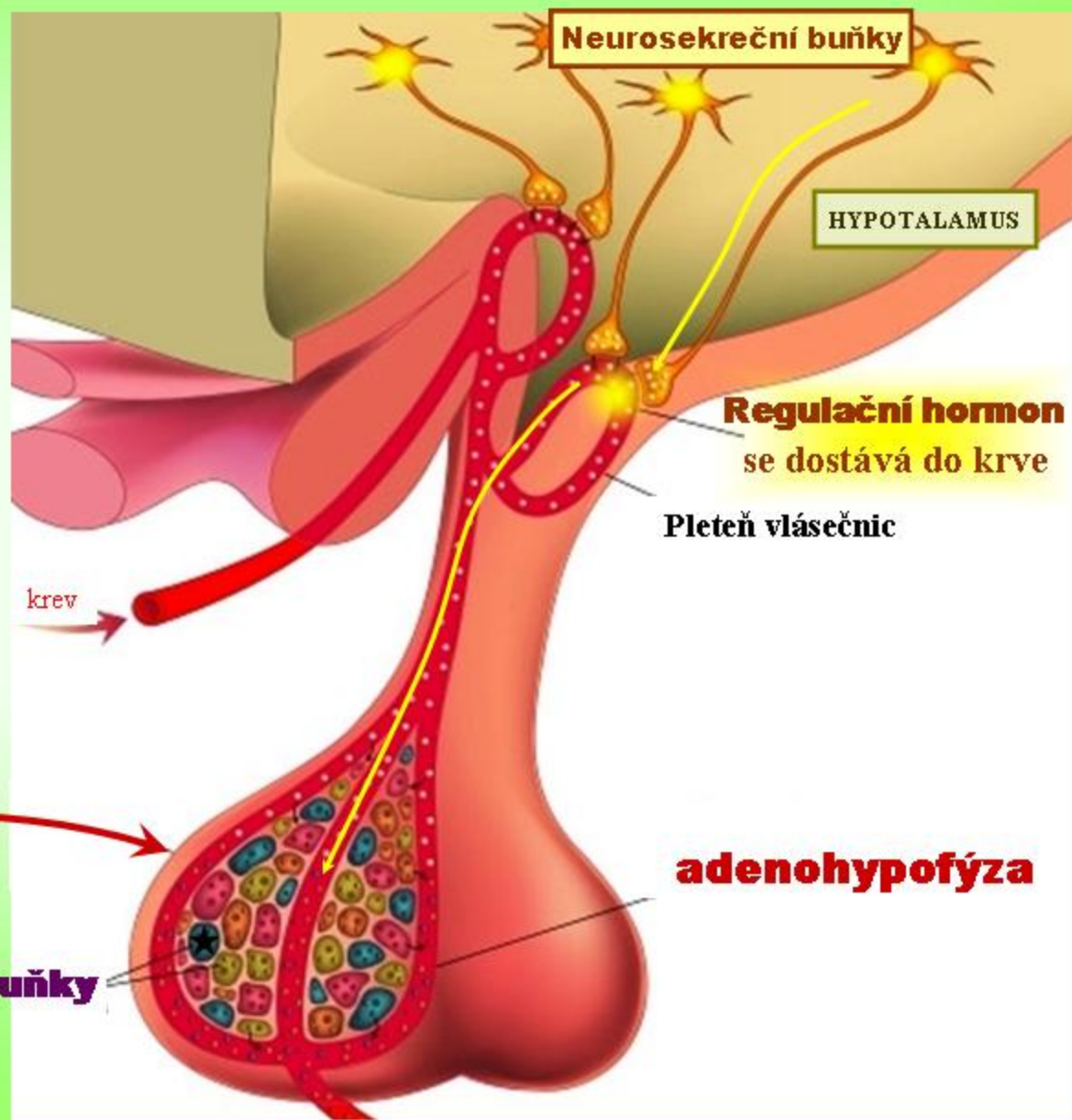
hypotalamu, které mají
krátké axony

(končí ještě v hypotalamu)

**produkují
regulační hormony**



Z axonu se
regulační hormon
dostává do krve
a krátkou cévní
spojkou je dopraven
k endokrinním buňkám
ADENOHYPOFÝZY



HYPOTALAMUS – REGULAČNÍ HORMONY

Neurosekreční buňky

hypotalamu, které mají
krátké axony

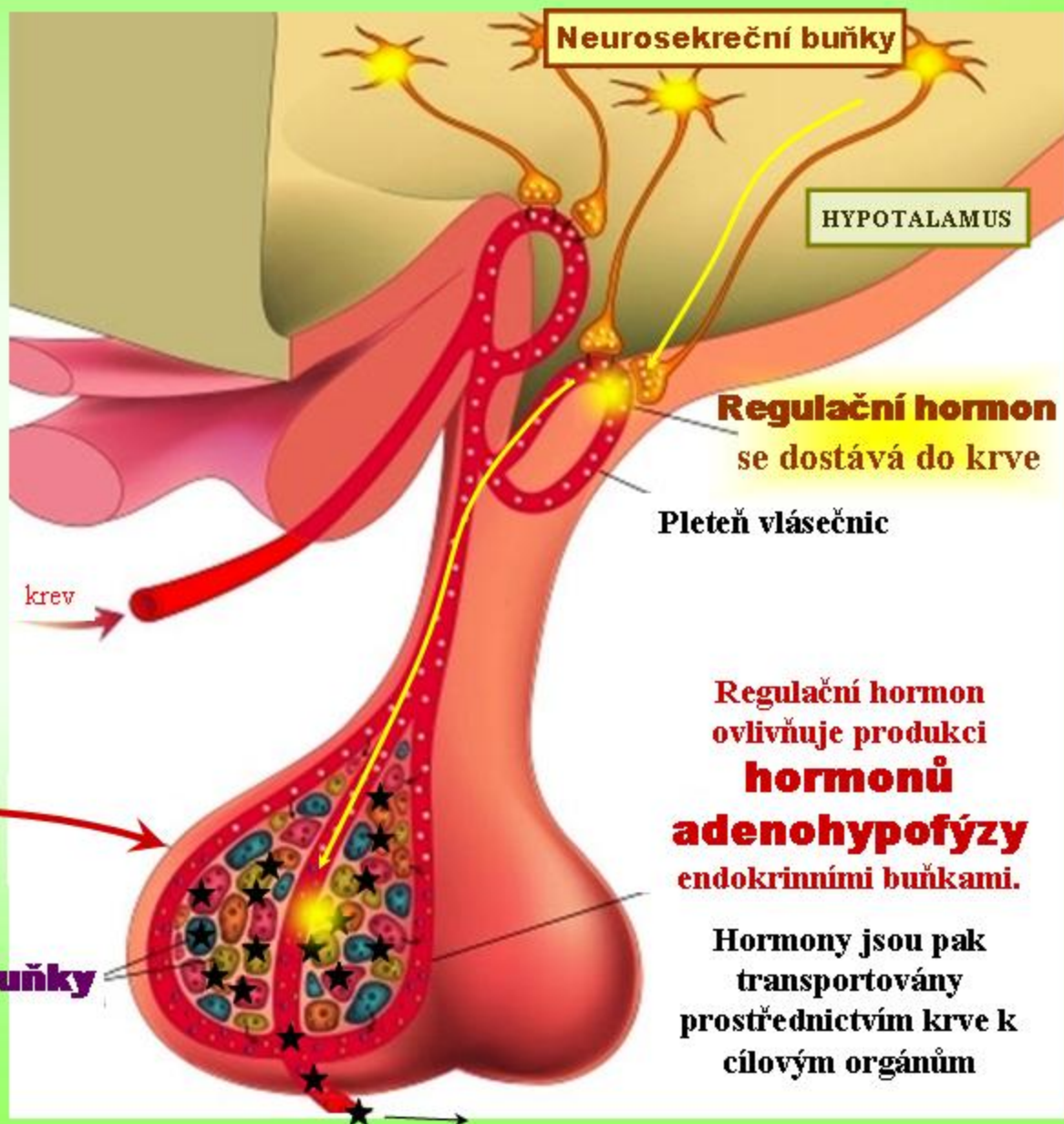
(končí ještě v hypotalamu)

**produkují
regulační hormony**



Z axonu se
regulační hormon
dostává do krve
a krátkou cévní
spojkou je dopraven
k endokrinním buňkám
ADENOHYPOFÝZY

Endokrinní buňky



REGULAČNÍ HORMONY

- Nepůsobí přímo na cílovou tkáň, ale ovlivňují sekreci jiných hormonů v ADENOHYPOFÝZE.
- Vznikají v neurosekrečních buňkách hypotalamu a krví jsou dopravovány do adenohipofýzy kde ovlivňují sekreci jejich hormonů.

LIBERINY

Stimulují sekreci hormonů
v adenohipofýze

- Adrenokortikotropin regulující hormon
- Somatostatin stimulující hormon
- Tyreotropin stimulující hormon
- Gonadotropiny stimulující hormon

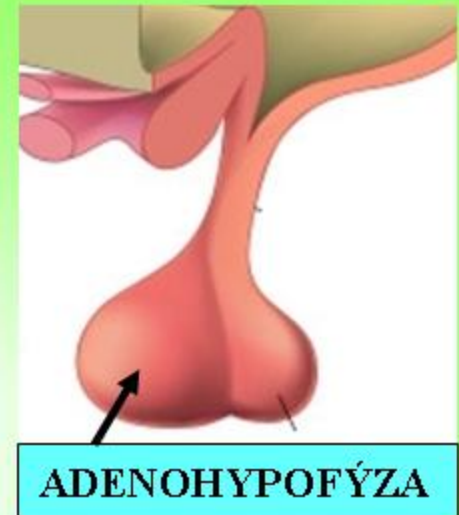
STATINY

Tlumí sekreci hormonů
v adenohipofýze

- Somatotropin inhibující hormon
- Prolaktin inhibující hormon

ADENOHYPOFÝZA

- Sekrece hormonů adenohipofýzy je regulována hypotalamem prostřednictvím regulačních hormonů.
- Produkuje dva typy hormonů:



Tropní hormony

Řídí činnost jiných žláz

- Adrenokortikotropní hormon
- Tyreotropní hormon
- Luteinizační hormon
- Folikuly stimulující hormon

Hormony s přímým účinkem na cílovou tkáň

Řídí cílovou tkáň

- Somatotropin
 - Stimulace růstu
- Prolaktin
 - Podporuje laktaci

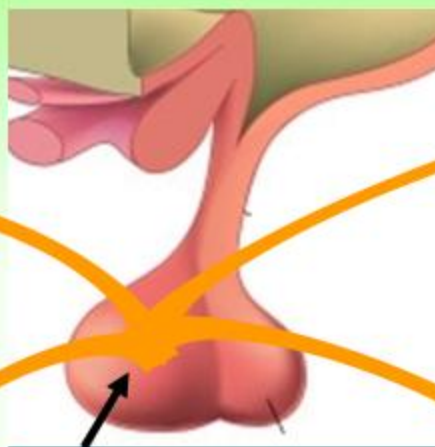
Tropní hormony

Adrenokortikotropní hormon

Nadledvina



Reguluje sekreci kortizolu a adosteronu v kůře nadledvin.



ADENOHYPOFÝZA

Folikuly stimulující hormon

U žen podporuje dozrávání folikulů ve vaječnicích a podporuje sekreci estrogenu, u mužů růst varlat a spermatogenezi.

Tyreotropní hormon

Štítná žláza



Reguluje tvorbu tyreohormonů ve štítné žláze.

Luteinizační hormon

Ovlivňuje sekreci estrogenů a vývoj žlutého tělíska, u mužů vyvolává sekreci testosteronu.



Varle



HYPOTALAMUS – CÍLOVÉ HORMONY

Cílové hormony

působí přímo na cílové tkáně

Vznikají v neurosekrečních

buňkách hypotalamu, které mají

dlouhé axony.

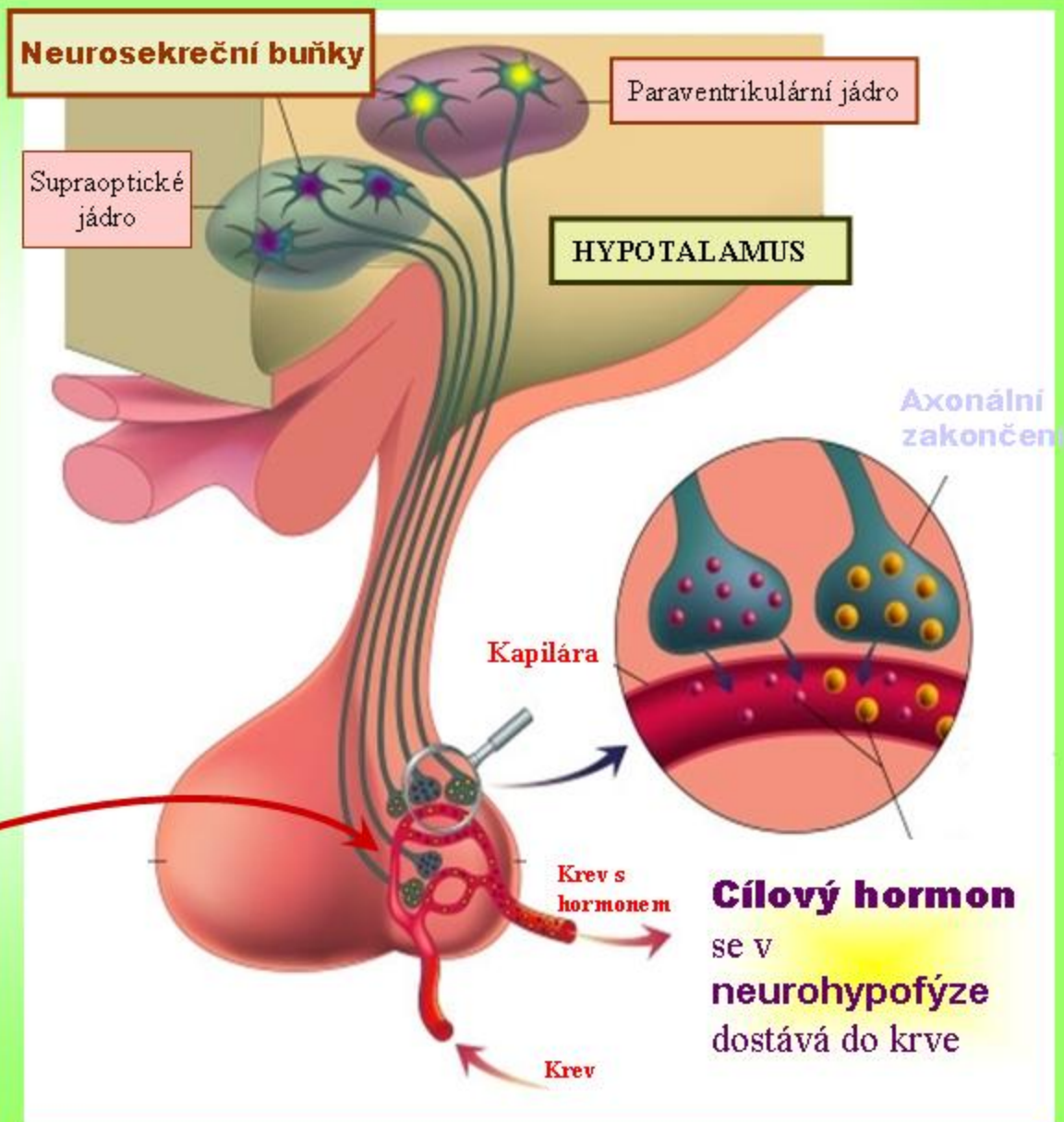


Dlouhým axonem se hormony

dostávají až do

neurohypofýzy,

která tyto hormony
vylučuje.



CÍLOVÉ HORMONY

Neurohypofýza žádný hormon neprodukuje, pouze dva hormony vylučuje.

Antidiuretický hormon
ADH

Účinek ADH:

- zvyšuje zpětnou resorpci vody v buňkách distálních tubulů a ve sběracích kanálcích ledvin

Oxytocin

Účinek oxytocinu:

- vyvolává kontrakce děložní svaloviny (důležitý při porodu)
- napomáhá při kojení

Štítná žláza

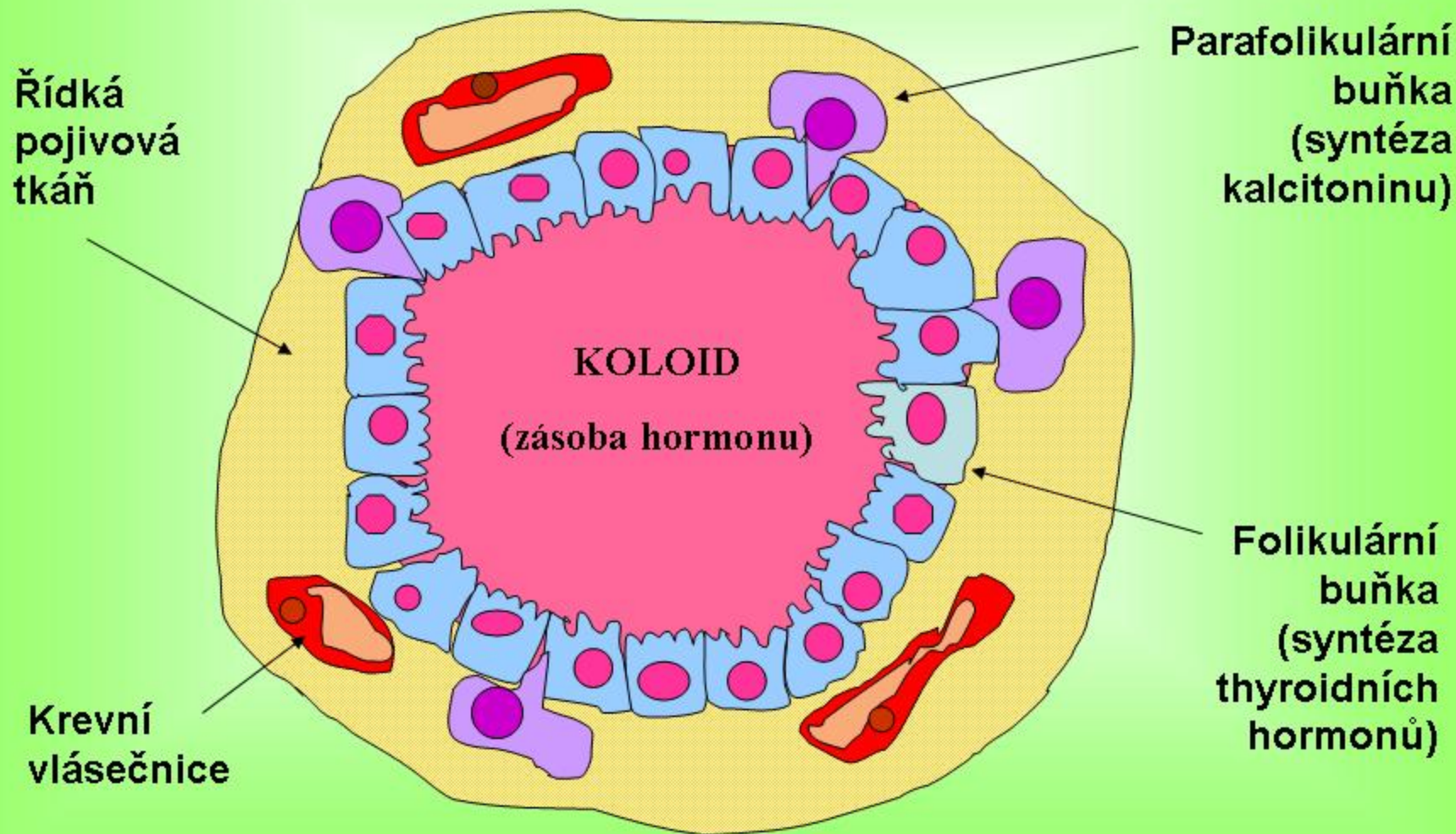
Glandula thyroidea

- Největší čistě endokrinní žláza v těle, u dospělého člověka váží 15-20 g.
- Uložena na přední straně chrupavky štítné.
- Tvoří ji dva laloky spojené isthmem.
- Je vyjímečná tím, že tvorba hormonu je závislá na přívodu jodu v potravě.



Štítná žláza

FOLIKUL - funkční jednotka štítné žlázy



Hormony štítné žlázy

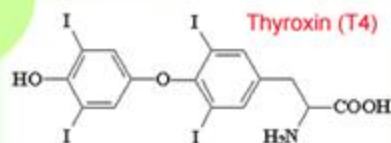
Thyroidní hormony

(dva strukturně velmi podobné hormony)

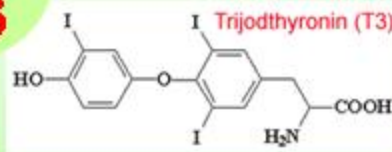
Tyroxin

Trijodtyronin

T₄



T₃



Kalcitonin

- ✓ snižuje hladinu Ca²⁺ a PO₄³⁻ iontů v krvi
- ✓ podporuje ukládání vápníku do kostí

Antagonista parathormonu z příštítných tělísek

- ✓ celkové zvýšení úrovně tkáňových oxidací
- ✓ stimulace proteosyntézy, zrání a růstu
- ✓ zvyšování bazálního metabolismu využíváním sacharidů a oxidací tuků ⇔ zvýšená produkce tepla, zvýšená spotřeba O₂

Význam jódu

Pro tvorbu hormonů štítné žlázy je rozhodující dostatečný přísun jódu v potravě.

Kolik jódu potřebujeme?

| | | | | |
|-------------------------|---------|----------|---------------|------------------|
| věková skupina | 0-5 let | 6-12 let | 12 a více let | těhotné a kojící |
| množství v mikrogramech | 90 | 120 | 150 | 200 |

Potraviny s vyšším obsahem jódu



Pokrmý z mořských živočichů



Jodidovaná sůl



Mléčné výrobky



Minerální vody a nápoje s jódem

Příštitná tělíska

Glandulae parathyreoideae

- dvě párová tělíska čočkovitého tvaru
- velikost žlázy asi 6 mm
- uložena na dorzální ploše laloků štítné žlázy a přirostlá k jejímu vazivovému pouzdru



Hormon příštítných tělísek



PARATHORMON

- Vzniká v hlavních buňkách příštítných tělísek.
- Patří mezi peptidové hormony.
 - ✓ uvolňování vápníku z kostí
 - ✓ absorpce vápníku a fosfátů ve střevě
 - ✓ vylučování vápníku a fosfátů ledvinami

Nadledviny

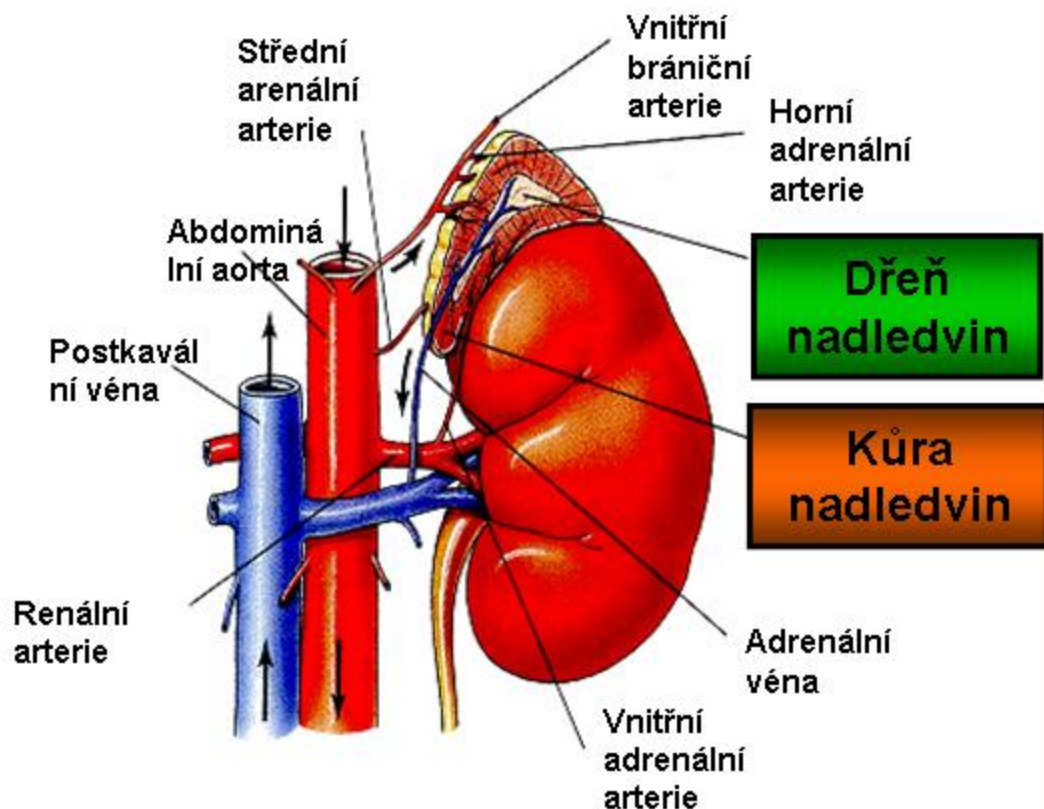
Glandulae suprarenales

- párový orgán, nasedá na horní póly ledvin
- levá nadledvina je půlměsíčitého tvaru, pravá je trojhranného tvaru (opírá se o dolní dutou žilu)

Složeny ze 2 vývojově i funkčně odlišných částí:

Kůra

Dřeň



Mineralokortikoidy

K
ů
r
a

Steroidní hormony produkované vnější vrstvou kůry nadledvin. Nejvýznamnějším je **aldosteron**.

Udržování hladiny sodíku a draslíku v krvi a udržování objemu tekutin.

Glukokortikoidy

Steroidní hormony produkované kůrou nadledvin. Nejvýznamnějším je **kortizol**.

V játrech zvyšuje glukoneogenezi.
Zvyšuje tvorbu glykogenu.
Snižuje vychytávání glukózy ve svalech a v tuku.
Zvyšuje lipolýzu.

V některých tkáních inhibuje tvorbu proteinů a zrychluje jejich rozpad (pojivová tkáň).
Protizánětlivé účinky.

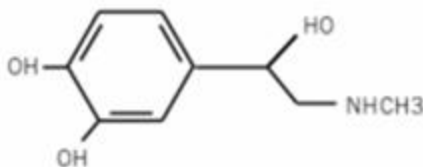
Hormony dřeně nadledvin

katecholaminy

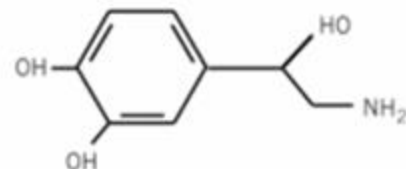
adrenalin

noradrenalin

ADRENALIN



NORADRENALIN



Hormony dřeně nadledvin

Účinky

Vylučují se zejména při fyzické a psychické zátěži.

kardiovaskulární

Zvyšují srdeční frekvenci

Zvyšují srdeční výdej

Vyvolávají periferní vazokonstrikci

↑ TK

na hladké svaly

Působí relaxaci i kontrakci svalů některých orgánů (relaxace svalů střeva)

metabolické

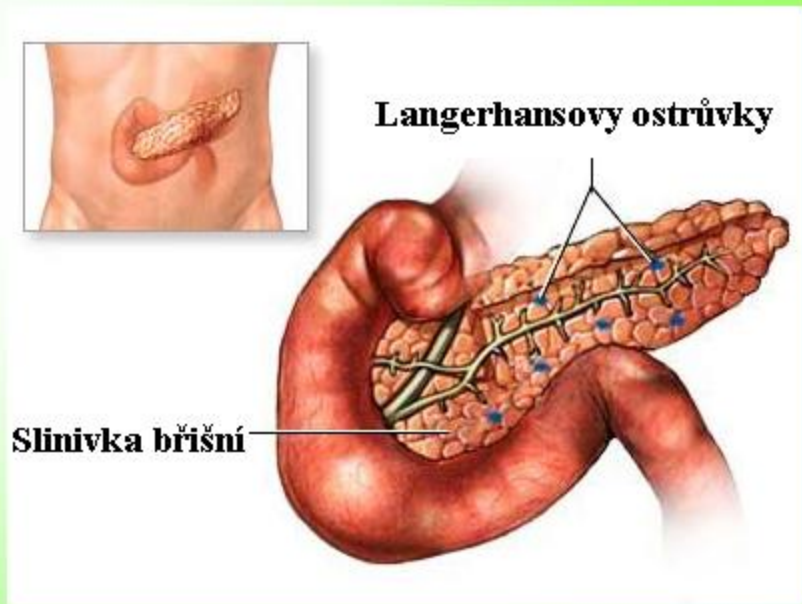
Mobilizují energetické rezervy organismu

Slinivka břišní

Pankreas

Je smíšenou žlázou- žlázou exokrinní (vylučuje pankreatickou šťávu do dvanáctníku) a také žlázou endokrinní.

Endokrinní funkci zabezpečují ostrůvky slinivky břišní, rozptýlené po celém pankreatu.



Langerhansovy ostrůvky

Objev inzulínu



+



1923

**Frederick Grant
BANTING**
(1891-1941)

Nobelova cena
za fyziologii a
lékařství.

**John James Richard
MACLEOD**
(1876-1935)

<http://www.quido.cz/objevy/inzulin.htm>

Historie objevu inzulínu, v češtině.

Účinky inzulínu

Usnadňuje vstup glukózy do buněk.

Zvyšuje vstup aminokyselin a draslíku do buněk.

Stimuluje proteosyntézu a inhibuje rozpad proteinů.

Zesiluje tvorbu glykogenu.

Stimuluje tvorbu tuku.

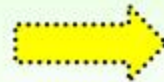
první fáze účinku
(nastává v sekundách)

druhá fáze účinku
(nastává v minutách)

poslední fáze účinku
(nastává v hodinách)

Glukagon

Účinky



Obecně působí
proti inzulínu.

Glykogenolytický

Stimuluje štěpení glykogenu v játrech a následné uvolnění glukózy.

Glukoneogenetický

Vyvolává tvorbu glukózy z aminokyselin.

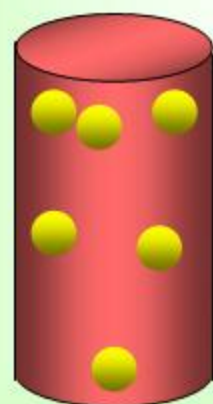
Lipolytický

Uvolňuje mastné kyseliny z tukové tkáně.

Ketogenní

Zvyšuje tvorbu ketolátů z mastných kyselin v játrech.

ÚČINKY GLUKAGONU A INZULINU (NA REGULACI GLYKEMIE) I.



Nízká

Hladina
glukózy v krvi

Langerhansovy
ostrůvky

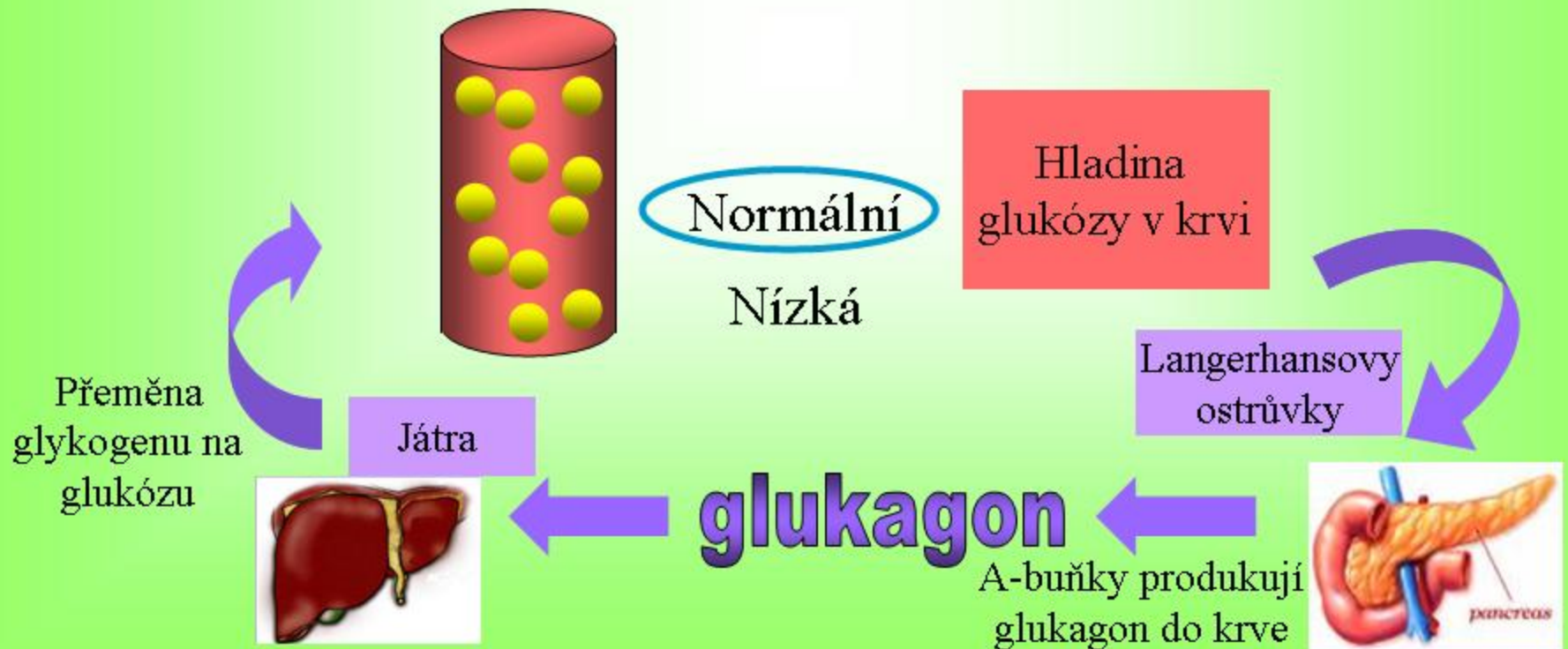
glukagon

A-buňky produkují
glukagon do krve



ÚČINKY GLUKAGONU A INZULINU (NA REGULACI GLYKEMIE) II.

Atraktivní
biologie



ÚČINKY GLUKAGONU A INZULINU (NA REGULACI GLYKEMIE) III.

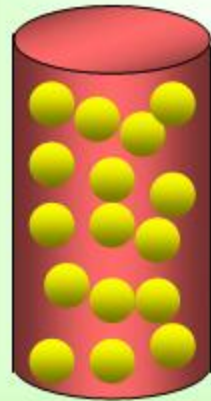
Atraktivní
biologie



Langerhansovy
ostrůvky

inzulin

B-buňky
produkují inzulín
do krve



Vysoká

Normální

Nízká

Hladina
glukózy v krvi

Langerhansovy
ostrůvky

Přeměna
glykogenu na
glukózu

Játra



glukagon

A-buňky produkují
glukagon do krve



ÚČINKY GLUKAGONU A INZULINU (NA REGULACI GLYKEMIE) IV.

Atraktivní
biologie



VAJEČNÍKY

- ovaria

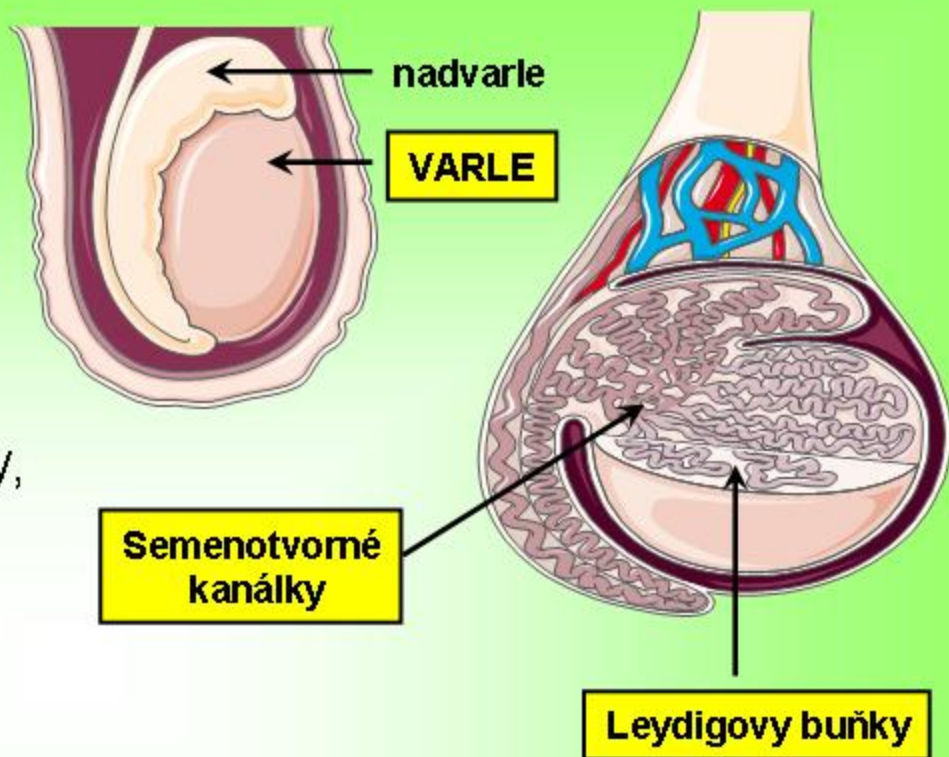


- tvořeny Graffovými folikuly, jejichž stěny tvoří buňky produkující ženské pohlavní hormony
- hormon **ESTRADIOL** (estrogeny)
 - řídí menstruační cyklus a podmiňují vývoj ženských sekundárních pohlavních znaků
 - produkován buňkami Graafova folikulu
- hormon **PROGESTERON** (ze skupiny gestagenů)
 - působí na děložní sliznici, brání zrání dalších Graafových folikulů (došlo – li k oplození vajíčka) a působí na buňky mléčných žláz
 - produkován žlutým tělískem (vzniká přeměnou Graafova folikulu)

VARLATA

- testes

- tvořeny semenotvornými kanálky, kolem nichž se nacházejí **Leydigovy buňky** produkující mužské pohlavní hormony
- hormon **TESTOSTERON**
 - ovlivňuje růst a vývoj mužských pohlavních znaků
 - podporuje též tvorbu bílkovin, a tím nárůst svalové hmoty (má anabolický účinek)
 - urychluje zánik růstových chrupavek



Onemocnění štítné žlázy

struma

Zvětšení štítné
žlázy

Častý
projev
poruchy
sekrece
hormonů
 T_3 a T_4



Hypertyreóza →

Nadprodukce hormonu
štítné žlázy.

Hypotyreóza →

Nedostatečná produkce
hormonu štítné žlázy.

Onemocnění slinivky břišní

Diabetes mellitus

Onemocnění způsobené nedostatkem inzulínu nebo jeho malou účinností. Dochází při něm k špatnému využití glukózy, která se pak hromadí v krvi a dostává se do moči (glykosurie).

Existují 2 základní typy:

I. typ

II. typ

Diabetes mellitus I. typ

autoimunitní poškození B-buněk Langerhansových ostrůvků

➔ nedostatek nebo deficit inzulínu v cirkulaci

➔ **Hyperglykémie**

nejčastěji se objevuje v dětství

Terapie

Inzulín



Inzulínová pumpa

Příznaky

žízeň, nechutenství,
ztráta hmotnosti,
slabost, pomalost

Diabetes mellitus II. typ

Inzulínová rezistence v cílové tkáni

- ➔ ↓ účinek inzulínu na buňky
- ➔ později vyčerpání sekrece
- ➔ **Hyperglykémie**

Objevuje se v **dospělosti**, pacient často obézní.

Terapie

Dieta, cvičení,
antidiabetika.

Příznaky

Infekce močových cest, mykózy,
poruchy vidění, slabost, pomalost
žízeň, nechutenství, ztráta hmotnosti.