

*ENDOKRINNÍ SYSTÉM*

=

*ŽLÁZY S VNITŘNÍ SEKRECÍ*

# *Opakování termínů:*

**Homeostáza**

**Žlázy s vnitřní sekrecí - žlázy s vnější sekrecí**

**Endokrinní - exokrinní**



**Endokrinní = humorální systém**

## Endokrinologie

- 1.Hormony, rozdělení, význam. Hormonální regulace, typy - příklady
- 2.Mechanismus účinku hormonů na cílové buňky, systém druhých posílů.
- 3.Hormony adenohipofýzy
- 4.Regulace glykémie a její poruchy
- 5.Hormony štítné žlázy, poruchy sekrece
- 6.Poplachová reakce organismu
- 7.Mineralokortikoidy a glukokortikoidy – přehled, funkce, regulace sekrece
- 8.Hormonální řízení metabolismu vápníku, význam vápníku v těle
- 9.Vznik, sekrece a funkce hormonů neurohypofýzy
10. Mužský reprodukční systém
11. Ženský reprodukční systém

# ***HORMONY***

- „Hormon“ - „budit k činnosti“
- působky žláz s vnitřní sekrecí
- látky, které jsou produkovány buňkami či tkáněmi endokrinního systému, jimi vylučovány do krve a krevní cestou putující do cílové tkáně, kde vyvolávají specifickou odpověď



# TYPY SEKRECE

## *1. dle vzdálenosti cílové tkáně od místa vzniku hormonu:*

- a) Endokrinní (endokrinie) – „klasická cesta“  
vyučování hormonu do krve, krevní cestou dorazí do místa určení (do cílové tkáně)
  
  - b) Parakrinní (parakrinie) – buňka vylučující hormon ovlivňuje jím pouze svoje okolí
  
  - c) Autokrinní (autokrinie) – buňka vylučující hormon ovlivňuje pouze zpětně sama sebe
- a) = „klasické“ hormony    b)+c) = „lokální“ hormony

# *Neplet' me si pojmy!*

- **Neurotransmitery** – látky vyvolávající v cílové tkáni elektrickou odpověď (typické pro nervový systém, uvolňují se v synapsích)
- **Enzymy** – katalyzátory působící jako pomocník při reakci přímo v místě vzniku

# TYPY SEKRECE

## 2. dle časového hlediska uvolňování hormonu:

- Stálá sekrece – hormony štítné žlázy
- Pulzní sekrece – GnRH (gonadoliberin)
- Sekrece dodržující cirkadiální rytmus (přibližně 24hodinový) – hormony z kůry nadledvin
- Sekrece s měsíčním kolísáním – ženské pohlavní hormony
- Sekrece „on dimand“ (dle potřeby) – např. inzulin: regulující hladinu glukózy v krvi

# *Hlavní charakteristiky hormonů*

- **Cílený efekt** – hormon působí na cílovou tkáň
- **Specifický účinek** – účinek hormonu nelze napodobit žádnou jinou endogenní látkou
- **Vysoká účinnost** – k vyvolání efektu jsou třeba velmi malé (pikomolární) koncentrace



# *Chemická struktura hormonů*

- Aminokyselinové hormony - adrenalin, noradrenalin
- Peptidové hormony (peptidy = krátké řetězce aminokyselin –3,4,8,10 C) - oxytocin
- Glykoproteiny (proteiny+glycidy) - hormony předního laloku hypofýzy
- Steroidy (odvozené od cholesterolu) - hormony kůry nadledvin, pohlavní hormony

- **Chemická struktura hormonů je velmi důležitá, protože na ní závisí mechanismus účinku**

# *Mechanismus účinku*

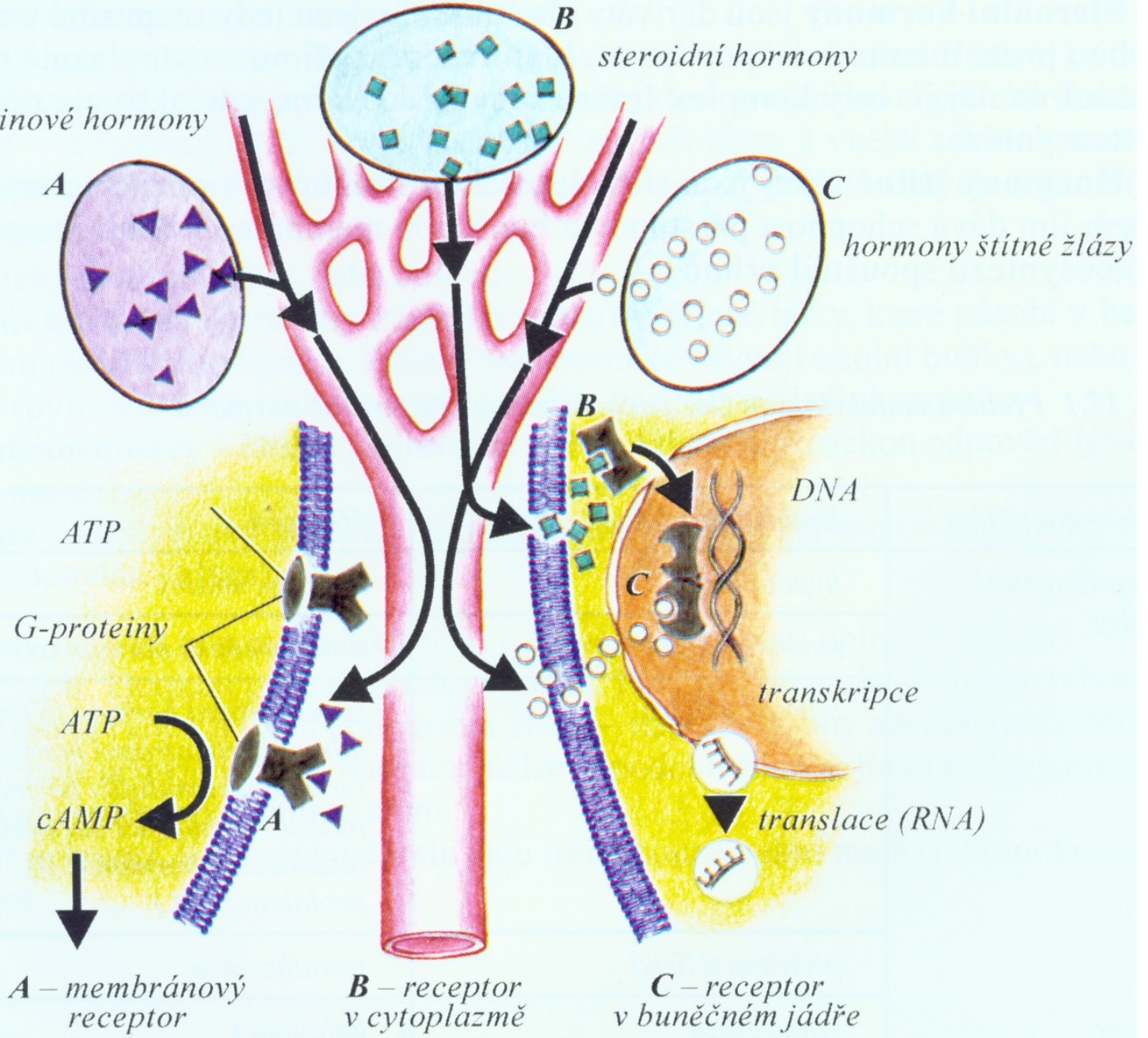
- Receptory - na povrchu buněk
- Receptory v cytoplazmě
- Receptory v jádře
- Hormon – jako první posel informace, po navázání na receptor dochází k aktivaci tzv. „druhých poslů“



proteinové hormony

steroidní hormony

hormony štítné žlázy



A - membránový receptor

B - receptor v cytoplasmě

C - receptor v buněčném jádře



# *System druhých poslů*

- Cyklický adenozinmonofosfát - **cAMP**
- Cyklický guanozinmonofosfát – **cGMP**
- Inozitoltrifosfát - **IP<sub>3</sub>**
- diacylglycerol - **DAG**
- **Ca<sup>2+</sup>** ionty

# *Regulace činnosti endokrinních žláz*

- Řízení a regulace v lidském organismu jsou nezbytné pro udržení homeostázy
- Máme dva specializované řídicí systémy: **nervový** a **humorální**
- Rozdíl v pojmech: **řízení a regulace** je dán termínem *zpětná vazba*

# *Zpětná vazba*

- Termín přejatý z techniky a znamená:  
Produkt nějaké činnosti ovlivňuje tuto činnost tak, aby byl (ten produkt) stálý
- V endokrinním systému to znamená:  
**hladina hormonu v krvi nebo změna, kterou vyvolal, mění intenzitu jeho další sekrece**

- většina biologických vztahů je regulována tzv. ***negativní zpětnou vazbou***:

*zvýšené množství produktu nad danou hranici vede k utlumení činnosti*

*anebo*

*snížené množství produktu vede k povzbuzení činnosti*



- existuje i ***pozitivní zpětná vazba:***

*Produkt ovlivňuje činnost pouze pozitivně  
(ve smyslu zvyšování hladiny hormonu a tím  
i vystupňování jeho účinku)*

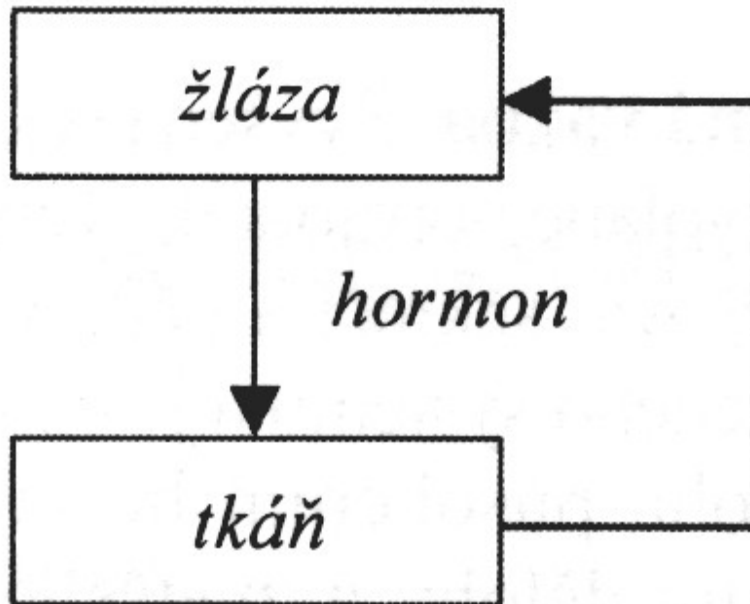
- ***Pozor: tato cesta vede k nestálosti systému  
až k jeho destrukci***

*Je podkladem vzniku nemocí*

**Výjimka: porod**

## Jednoduchá negativní zpětná vazba

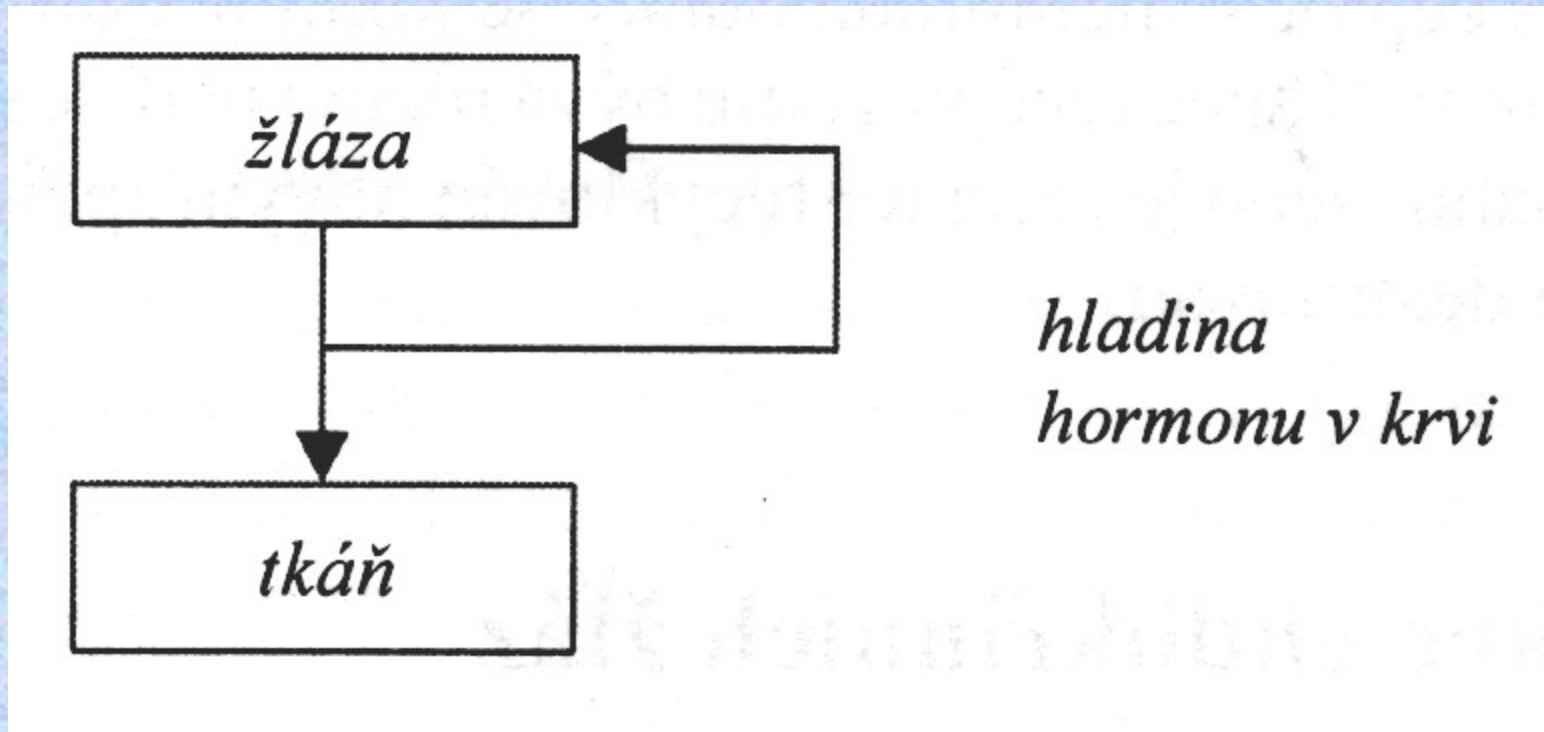
– produkce hormonu je regulována změnou (např. v chemickém složení krve) vyvolanou hormonem



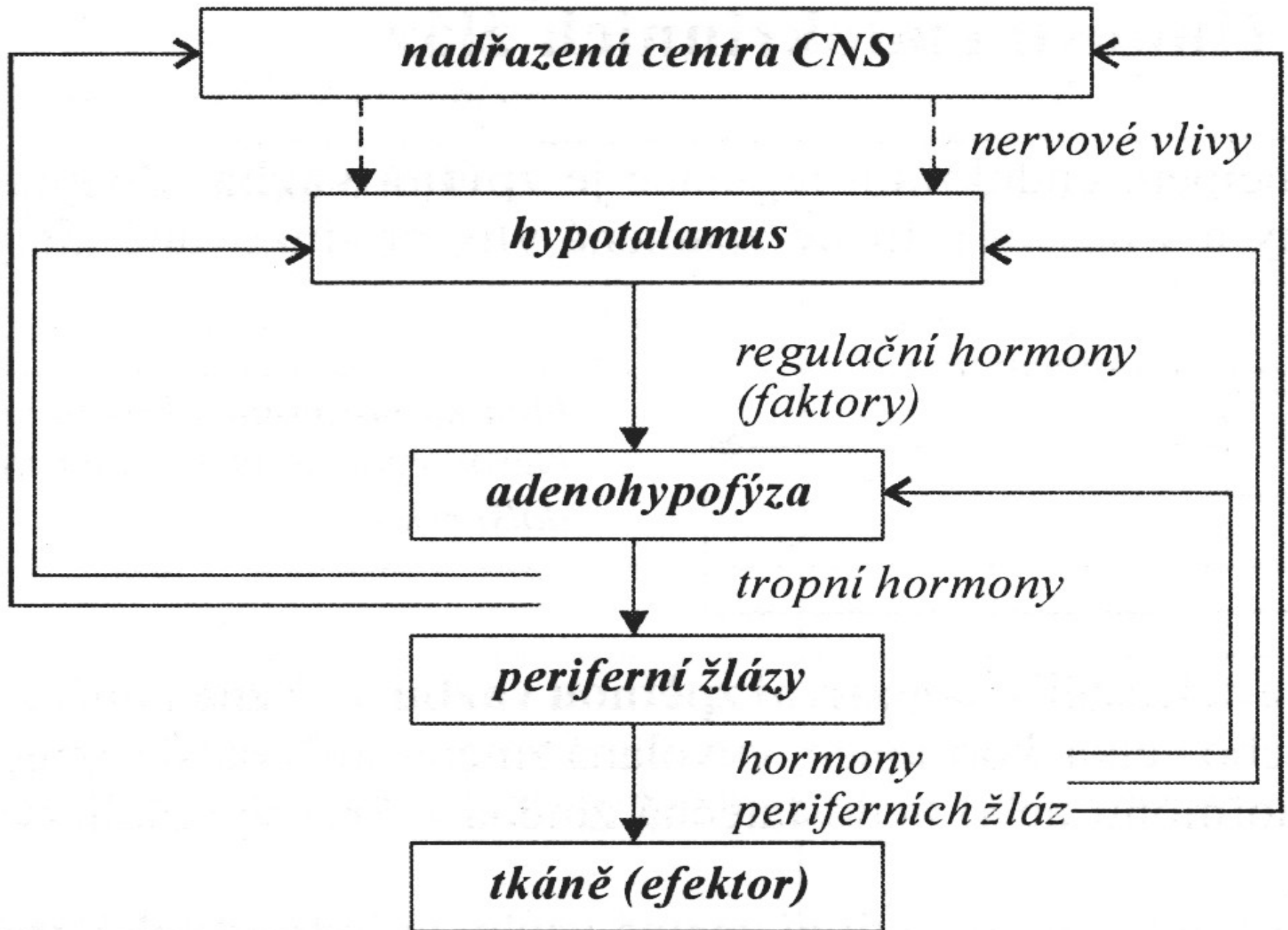
*vyvolaná metabolická změna*

Složitá negativní zpětná vazba - produkce hormonu je regulována koncentrací hormonu v periferní krvi.

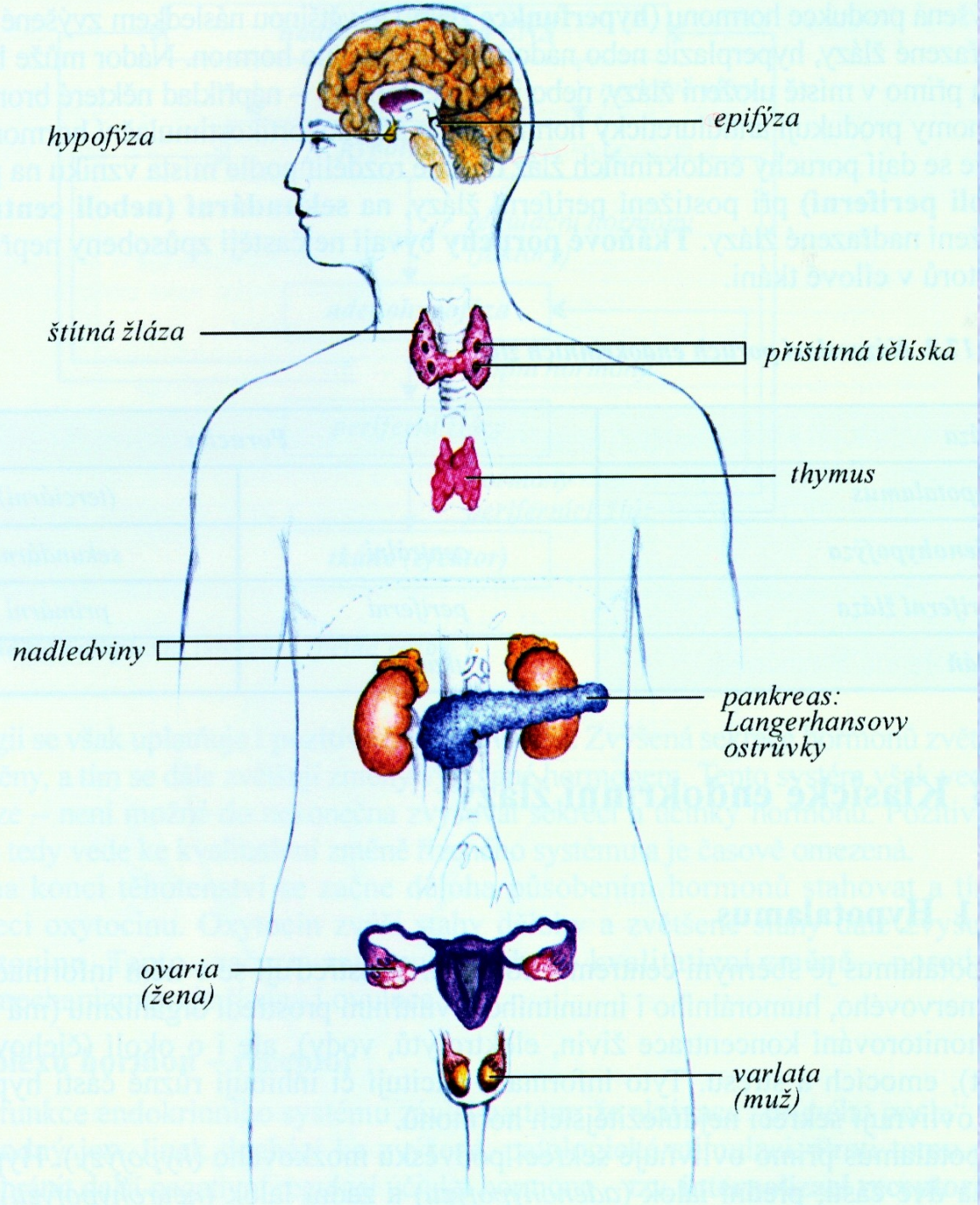
Uplatňuje se u hormonů, které jsou ovlivňovány nadřazenou endokrinní žlázou



# Komplexní zpětná vazba







hypofýza

epifýza

štítná žláza

příštítná tělíska

thymus

nadledviny

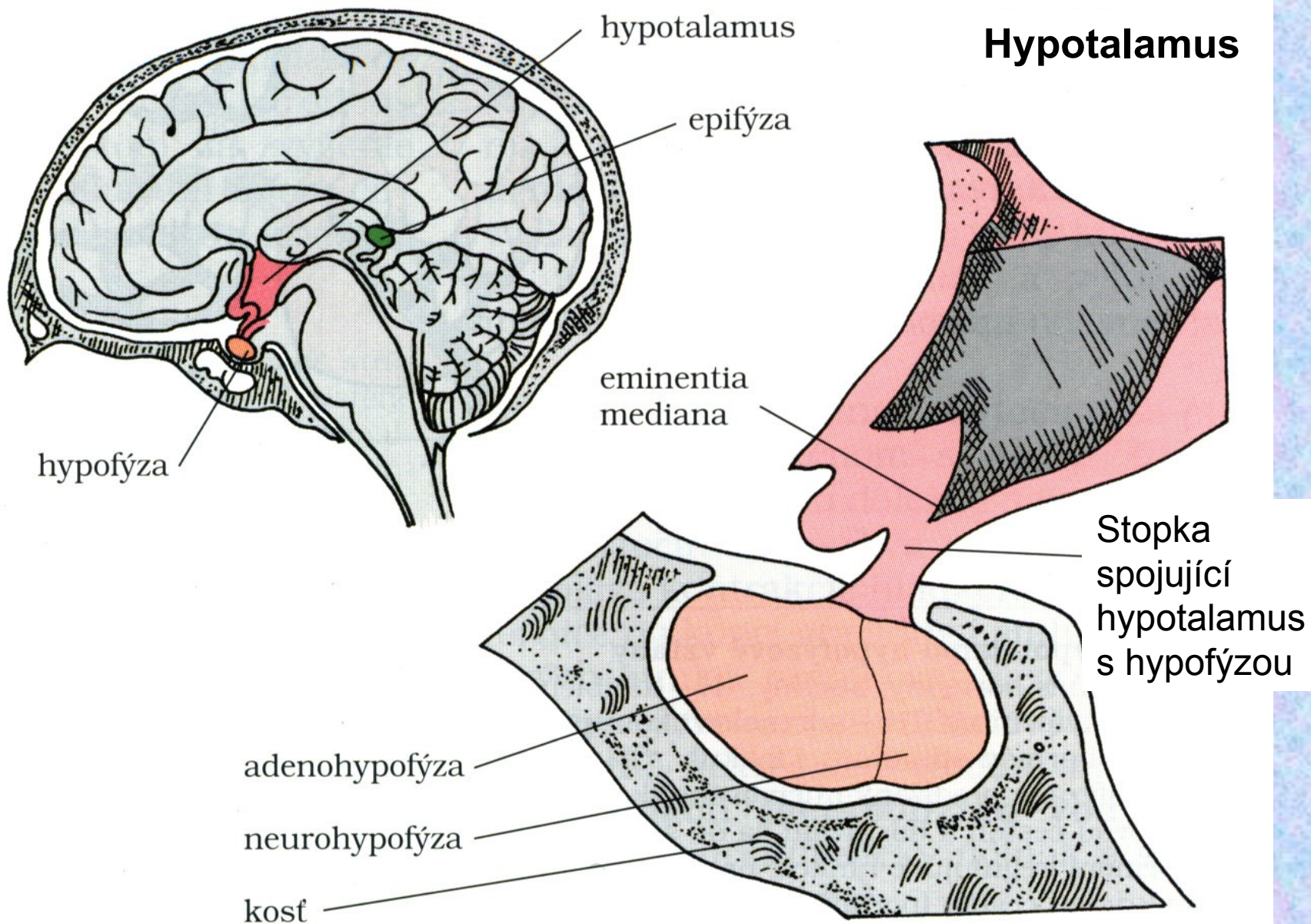
pankreas:  
Langerhansovy  
ostrůvky

ovaria  
(žena)

varlata  
(muž)



# Sagitální řez mozkem ve střední čáře







# ***HYPOTALAMUS***

- **TRH** – thyreotropin releasing hormone
- **CRH** – corticotropin releasing hormone
- **GHRH** – growth hormone releasing hormone
- **GHIH** – growth hormone inhibitory hormone
- **GnRH** – gonadotropin releasing hormon
- **PIF** – prolactin inhibitory factor



# *Přední lalok hypofýzy - adenohypofýza*

- **TSH** – thyreostimulační hormon
- **ACTH** – adrenokortikotropní hormon
- **STH** – růstový (somatotropní) hormon
- **FSH** – folikuly stimulující hormon
- **LH** – luteinizační hormon
- **PRL** - prolaktin

# *Zadní lalok hypofýzy - neurohypofýza*

- **ADH** – antidiuretický hormon (**vazopresin**)
- **Oxytocin**

# Rozdělení podle funkčního působení:

## Hormony zasahující do řízení:

- minerálního a vodního hospodářství
- energetického metabolismu
- proteosyntézy - růstu a vývoje
- reprodukce
- obranných reakcí organismu

# MINERÁLNÍ hospodářství

## 1. Vápník – jeho úloha v organismu

- působí jako druhý posel
- aktivuje některé enzymy
- nezbytná součást kaskády srážení krve
- umožňuje svalový stah
- upravuje nervovou vzrušivost
- je nezbytnou stavební složkou zubní a kostní tkáně
- velice významný pro činnost srdce



## 2. Fosfor – úloha v organismu

- Je součástí enzymů - fosforylace na aktivní formy
- součást struktury druhého posla -  $IP_3$
- podstata přenosu energie - ATP
- součást membrán - fosfatidylinozitol
- obsažen v kostře

Doprovází vápník, je mobilizován spolu s ním

Hladina vápníku v plazmě je nejstabilnější hodnotou udržovanou ve velmi úzkém rozmezí 2,25-2,75 mmol/l.

Je zajišťována souhrou hormonů:

- **Parathormon** – příštitná tělíska

Hlavní úkol: rychlé zvýšení hladiny  $\text{Ca}^{2+}$  v krvi (kalcémie) a její udržování

- **Kalcitonin** – parafolikulární buňky štítné žlázy

Jako jediný snižuje hladinu  $\text{Ca}^{2+}$  v krvi.

Hlavní úkol: ochrana kostní tkáně matky během těhotenství

- **Vitamin D<sub>3</sub> (kalcitriol)** — vzniká v kůži ze 7-dehydrocholesterolu vlivem slunečního UV záření: cholecalciferol nebo je získán z potravy: ergocalciferol. Dále je metabolizován v játrech a nakonec v ledvinách vzniká aktivní

**1,25-dihydroxykalciferol=kalcitriol**

Hlavní úkol: posiluje a doplňuje účinek parathormonu.

	<i>Parathormon</i>	<i>Kalcitriol</i>	<i>Kalcitonin</i>
<i>Kalcémie</i>	↑	↑	↓
<i>Kost</i>	↑ resorpci kosti	udržuje transport $Ca^{2+}$ a fosfátů	↓ resorpci kosti, podporuje ukládání $Ca^{2+}$ a fosfátů
<i>Ledviny</i>	↑ zpětné vstřebávání, (↓ vylučování $Ca^{2+}$ , ↑ vylučování fosfátů)	—	↓ zpětné vstřebávání
<i>Střevo</i>	—	↑ zpětné vstřebávání $Ca^{2+}$ a fosfátů	—
<i>Vzájemné interakce</i>	stimuluje tvorbu kalcitriolu		snižuje účinek parathormonu na kost



# Rozdělení podle funkčního působení:

## Hormony zasahující do řízení:

- minerálního a vodního hospodářství
- energetického metabolismu
- proteosyntézy - růstu a vývoje
- reprodukce
- obranných reakcí organismu



# MINERÁLNÍ hospodářství

## 1. Vápník – jeho úloha v organismu

- působí jako druhý posel
- aktivuje některé enzymy
- nezbytná součást kaskády srážení krve
- umožňuje svalový stah
- upravuje nervovou vzrušivost
- je nezbytnou stavební složkou zubní a kostní tkáně
- velice významný pro činnost srdce

## 2. Fosfor – úloha v organismu

- Je součástí enzymů - fosforylace na aktivní formy
- součást struktury druhého posla -  $IP_3$
- podstata přenosu energie - ATP
- součást membrán - fosfatidylinozitol
- obsažen v kostře

Doprovází vápník, je mobilizován spolu s ním

Hladina vápníku v plazmě je nejstabilnější hodnotou udržovanou ve velmi úzkém rozmezí 2,25-2,75 mmol/l.

Je zajišťována souhrou hormonů:

- **Parathormon** – příštitná tělíska

Hlavní úkol: rychlé zvýšení hladiny  $\text{Ca}^{2+}$  v krvi (kalcémie) a její udržování

- **Kalcitonin** – parafolikulární buňky štítné žlázy

Jako jediný snižuje hladinu  $\text{Ca}^{2+}$  v krvi.

Hlavní úkol: ochrana kostní tkáně matky během těhotenství

- **Vitamin D<sub>3</sub> (kalcitriol)** — vzniká v kůži ze 7-dehydrocholesterolu vlivem slunečního UV záření: cholecalciferol nebo je získán z potravy: ergocalciferol. Dále je metabolizován v játrech a nakonec v ledvinách vzniká aktivní

**1,25-dihydroxykalciferol=kalcitriol**

Hlavní úkol: posiluje a doplňuje účinek parathormonu.



	<i>Parathormon</i>	<i>Kalcitriol</i>	<i>Kalcitonin</i>
<i>Kalcémie</i>	↑	↑	↓
<i>Kost</i>	↑ resorpci kosti	udržuje transport $Ca^{2+}$ a fosfátů	↓ resorpci kosti, podporuje ukládání $Ca^{2+}$ a fosfátů
<i>Ledviny</i>	↑ zpětné vstřebávání, (↓ vylučování $Ca^{2+}$ , ↑ vylučování fosfátů)	—	↓ zpětné vstřebávání
<i>Střevo</i>	—	↑ zpětné vstřebávání $Ca^{2+}$ a fosfátů	—
<i>Vzájemné interakce</i>	stimuluje tvorbu kalcitriolu		snižuje účinek parathormonu na kost



# VESELÉHO MIKULÁŠE

