

**NEUROHUMORÁLNÍ**

**REGULACE**

# **NEUROENDOKRINOLOGIE**

Zabývá se anatomii a funkcí  
endokrinního systému  
a částí nervového systému,  
které regulují endokrinní funkce

# Hypotalamus

- je ústředím vegetativního systému
- aferentace z různých oblastí CNS → jeho činnost ovlivňována řadou funkčních systémů – od jednoduchých podnětů až po emoce
- takto ovlivněná jádra hypotalamu:
  1. produkují liberiny a statiny, které regulují uvolňování hormonů hypofýzy
  2. produkují ADH a oxytocin

# Vegetativní systém

- **sympatikus** aktivován při zátěži, obraně organismu (útěk, útok)  
převaha katabolických reakcí v těle
- **parasympatikus** aktivován při odpočinku,  
důležitý pro řízení regeneračních pochodů  
převaha anabolických reakcí

# Stres, stresor

- **stresor** – jakýkoli podnět z okolí nebo vnitřního prostředí, přímo ohrožující integritu jedince nebo nadměrně vychylující jednotlivé parametry vnitřního prostředí
- **stres** – odpověď organismu na stresory, charakterizována aktivací sympatoadrenálního systému

# PARASYMPATICKÝ ODDÍL

SRDCE - ↓ frekvence, ↓ kontraktility, ↓ převodu v A-V uzlu

ARTERIOLY – dilatace (*kůže, sliznice, mozek, plíce*)

PLÍCE – bronchokonstrikce, sekrece hlenu

SLINNÉ ŽLÁZY – aktivace sekrece (vodnaté sliny)

ŽALUDEK - ↑ motility, stimulace sekrece, uvolnění svěrače

STŘEVO - ↑ motility, stimulace sekrece, uvolnění svěrače

ŽLUČNÍK – kontrakce svaloviny a vyprázdnění

MOČOVÝ MĚCHÝŘ - kontrakce a vyprázdnění, uvolnění svěrače

JÁTRA – aktivace glykogeneze

PANKREAS – aktivace sekrece

MUŽSKÉ POHLAVNÍ ORGÁNY – vazodilatace (erekce)

OKO – stah pro vidění do blízka, zúžení zornice

# SYMPATICKÝ ODDÍL

SRDCE -  $\uparrow$  frekvence,  $\uparrow$  kontraktility,  $\uparrow$  převodu v A-V uzlu ( $\beta$ )

ARTERIOLOGY – vazokonstrikce ( $\alpha$ ), vazodilatace ( $\beta$ )

PLÍCE – bronchodilatace

SLINNÉ ŽLÁZY – aktivace sekrece (vazké sliny)

ŽALUDEK -  $\downarrow$  motility, inhibice sekrece ( $\beta$ ), kontrakce svěrače ( $\alpha$ )

STŘEVO -  $\downarrow$  motility, inhibice sekrece ( $\beta$ ), kontrakce svěrače ( $\alpha$ )

ŽLUČNÍK – relaxace svaloviny ( $\beta$ )

MOČOVÝ MĚCHÝŘ – relaxace svaloviny, kontrakce svěrače

KŮŽE – pocení

JÁTRA – aktivace glukoneogeneze

PANKREAS – aktivace sekrece inzulínu ( $\beta$ ), inhibice exokrinie

MUŽSKÉ POHLAVNÍ ORGÁNY – ejakulace

OKO – akomodace na dálku ( $\beta$ ), roztažení zornice ( $\alpha$ )

# ODPOVĚĎ NA ZÁTĚŽ ZPROSTŘEDKOVÁNA HORMONY

- energetický metabolismus
- mobilizace energetických zdrojů
- vodní a iontová rovnováha
- syntéza proteinů
- imunitní funkce
- cévní hemodynamika
- specifické účinky hormonů



# CHEMICKÁ KLASIFIKACE HORMONŮ

**AMINY** (odvozené od aminokyselin): *adrenalin, noradrenalin, tyroxin*

**BÍLKOVINY**: *insulin, glukagon, většina hormonů hypofýzy*

**STEROIDY**: *kortisol, aldosteron, testosteron, estrogen, progesteron*

Vazba na membránový receptor - odpověď do 1 minuty  
(*hormony bílkovinné a aminové povahy - mimo tyroxin*)

Vazba na receptor uvnitř buňky - odpověď za 45 minut  
(*steroidy a tyroxin*)

# **Odpověď na zátěž**

- zprostředkovaná sympatoadrenálním a hypotalamo-hypofyzárním systémem  
→ produkce katecholaminů a uvolňování tropních hormonů a ADH

Tropní hormony: ACTH, TSH, STH

# KATECHOLAMINY

*Zprostředkují vliv sympatiku na tkáň a na orgány  
Stoupají více při zatížení anaerobním než aerobním !*

**NORADRENALIN** – neurotransmitter (synapse sympatiku)  
jako cirkulující hormon se projevuje až při vyšší zátěži  
-intenzivní zátěž, hypoglykémie  
-při aerobní zátěži ↑ relativně více než A

**ADRENALIN** – hormon (dřeň nadledvin)  
stimulace bederním sympatikem při intenzivní zátěži, ale i  
při předstartovním očekávání  
při anaerobní zátěži ↑ relativně více než NA

- glykogenolýza během zátěže v játrech i ve svalech  
→ **ADRENALIN**
- lipolýza  
→ **ADRENALIN + NORADRENALIN**
- pozitivní chrono-, dromo- a ionotropie  
→ **ADRENALIN**
- distribuce krve v periférii
- (*vazokonstrikce kůže, útroh, žil*)  
→ **NORADRENALIN**
- vazodilatace ve svalovém řečišti  
→ **ADRENALIN**

# REAKCE

MÍRNÁ ZÁTĚŽ - reakce řízená poměrem aktivity sympatiku a parasimpatiku

(↑ aktivita sympatiku a ↓ aktivita parasimpatiku)

- odpověď zprostředkuje NORADRENALIN

INTENZIVNÍ ZÁTĚŽ - „poplachová reakce“

výrazné zvýšení plazmatických hladin většiny hypofyzárních a stresových hormonů

# ADAPTACE

Snížení stresového působení pravděpodobně díky

↓ katecholaminům

Zvýšení citlivosti některých tkání na katecholaminy

(↑ lipolýzy)

# HORMONY HYPOFÝZY

*↑ hladin „tropních“ hormonů*

**ACTH** - aktivace kůry nadledvin - ↑ glukokortikoidů

**somatotropin TSH**

**TSH** - aktivace štítné žlázy - ↑ tyroxinu

**prolaktin** – při ↑ zátěži inhibice ovariálního vývoje u mladších dívek, v dospělosti sekundární amenorhea

**FSH a LH** - ↑ hladiny pohlavních hormonů

**ADH** (vazopresin) - závisí na tom, zda došlo ke ztrátě tekutin pocením

# GLUKOKORTIKOIDY

- glukoneogeneze převážně z aminokyselin
- mobilizace aminokyselin z tkání do jater
- mobilizace mastných kyselin z tukových depot

↑ plazmatických hladin až při intenzivnější zátěži  
nejasný význam pro svalovou činnost - TLUMÍ  
zpracování glukózy v periferních tkáních kromě mozku a  
srdce

## ADAPTACE

hypertrofie kůry nadledvin

# TYROXIN

↑ oxidace živin, ↑ energetickou přeměnu  
a uvolnění energie pro syntézu ATP,  
zároveň tím i produkci tepla  
↑ aktivitu lipázy → ↑ lipolýza

↑ sekrece a citlivosti orgánů na tyroxin  
během zátěže (více u trénovaných osob)



# RŮSTOVÝ HORMON (somatotropin)

- růst organismu
- regulace metabolismu bílkovin (anabolismus)
- mobilizace mastných kyselin z tukových depot

Zvýšené hladiny hormonu v plazmě až při intenzivnější zátěži

Anaerobní metabolismus s produkcí laktátu stimuluje produkci STH

# OPIOIDNÍ PEPTIDY

Tvorba v CNS a v předním laloku hypofýzy z bílkoviny PROOPIOMELANOKORTIN - předchůdce jak ACTH tak opioidů.

Podnět měnící sekreci ACTH mění i sekreci opioidů

## ↑ hladiny opioidů

- zvýšení sebedůvěry
- snížení pocitu strachu
- úbytek depresí
- snížení vnímání únavy (díky snížení hladiny katecholaminů)
- snížení ventilace
- podpora imunity

# INZULÍN

antagonista adrenalinu

„zotavovací“ hormon – stimulace anabolických reakcí,  
ukládání do rezerv

↓ během zátěže

↓ sekrece (vliv ↑ sympatoadrenální aktivity)

↑ odbourávání

↑ vazební schopnost inzulínových receptorů v  
cílových orgánech

při anaerobním typu zátěže se vznikem laktátu se však  
uvolňování inzulínu ↑ → nevhodné pro hubnutí

# GLUKAGON

- ↑ při intenzivní zátěži  
aktivací sympatoadrenálního systému
- ↑ uvolnění glukózy v játrech a tuků v tukové tkáni

# **Další hormony**

**Aldosteron** - ↑ resorpce Na

**Parathormon** – stimulován katecholaminy

↑ kalcémií při těžké práci spojené s snížením pH

**Renin-angiotenzin-aldosteron** - ↓ GF

# MENTÁLNÍ STRES

**centrum emocí - LIMBICKÝ SYSTÉM (amygdala)**

**bazální amygdala** - reakce na „nepříjemné“ stimuly  
(*strach, tréma, obavy ...*)  
dominantní produkce ADRENALINU

**centrální amygdala** - reakce na „aktivní“ stimuly  
(*chut' něčeho dosáhnout, tendence k útoku, boji...*)  
dominantní produkce NORADRENALINU

NORADRENALIN - závisí na intenzitě zátěže

ADRENALIN - závisí na okolnostech vyvolávajících zátěž