

# Autonomní nervový systém

# Autonomní nervový systém

- ANS, vegetativní nervová soustava, vegetativní nervový systém
- Vegetativní nervový systém (VNS, neboli autonomní nervový systém – ANS)
- Neovladatelný vůlí
- Řídí aktivitu orgánů a tkání s hladkou svalovinou (stěna cév, bronchy, sekrece žláz, funkce GIT a močových vývodných cest atd).
- Udržuje krevní tlak a průtok krve mozkem (baroreceptorový a ortostatický reflex), koordinuje funkce vnitřních orgánů v souladu s potřebami organismu (např. GIT motilitu a sekreci), podílí se na termoregulaci a pomáhá udržet homeostázu za ztížených podmínek (zvýšená zátěž, nemoc, změny homeostázy, které není schopen organismus zvládnout zpětnými vazbami – hypoxémie, hypoglykémie, hypovolémie).
- Dvě základní části vegetativního nervového systému sympatikus a parasympatikus.
- Reakce okamžité a dlouhodobé aktivace na stres
- Vegetativní nervový systém je ovlivňován informacemi z vnitřního i vnějšího prostředí.
- Většinou se uplatňuje prostřednictvím vegetativních reflexů.

# Sympatikus a parasympatikus

## **Sympatikus**

- Převažuje během dne.
- Zajišťuje správnou úroveň kardiovaskulárních funkcí.
- Zajišťuje dostatek živin při zátěži (katabolické funkce).
- Anatomickým podkladem jsou krátká pregangliová vlákna vystupující z hrudní a bederní míchy (thorakolumbální systém).
- Aktivace sympatiku je základem stresové odpovědi organismu, zodpovídá za přípravu těla na „boj nebo útěk“ („fight or flight“).

## **Parasympatikus**

- Aktivnější po jídle a v noci,
- Funkce „rest and digest“ – umožňuje tvorbu a ukládání zásob (anabolické funkce).
- Řídí činnost jednotlivých orgánů

**Systém enterální**, tvořený submukózním a myenterálním plexem. Enterální systém funguje naprosto autonomně a sympatikus s parasympatikem jeho činnost koordinují podle potřeb organismu.

# Centra a jádra

## Centrum ANS

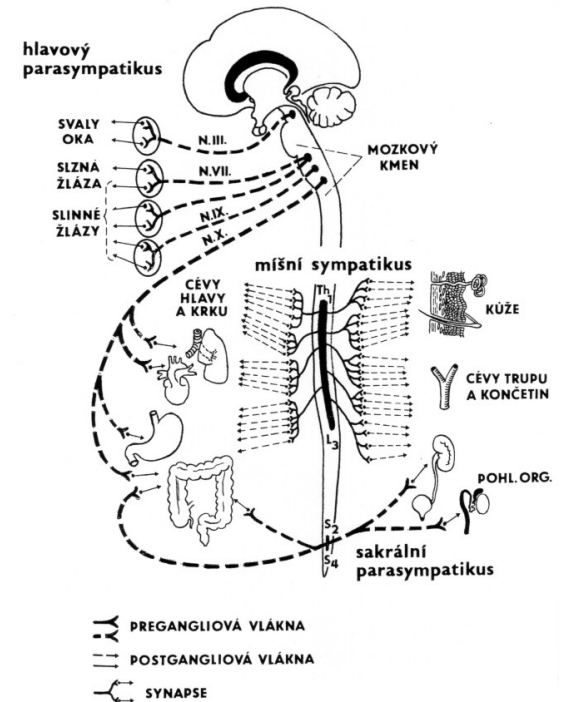
- Hypothalamus
- Formatio reticularis
- Limbický systém

## Parasympatikus

- Jádra mozkového kmene – III, VII, IX, X
- Nuclei intermediolaterales S2 – S4

## Sympatikus

- Nuclei intermediolaterales C8 – L3



Hypothalamus řídí řadu funkcí spojených s homeostázou (např. termoregulace, příjem potravy) a jeho aktivita je zpětně ovlivňována teplotou krve, glykemií, koncentrací mastných kyselin a dalšími, dále také některými hormony, mozkovou kůrou a limbickým systémem. Tyto informace jsou tak dostupné i vegetativním centrům.

V mozkovém kmeni jsou centra VNS - kardioexcitační, kardioinhibiční, respirační, pro zvracení. Centra řídí úroveň aktivity sympatiku a parasympatiku a základních vegetativních reflexů.

Periferní části sympatiku vystupují z hrudní (T1 – T5) a bederní (L1-2) míchy (**torakolumbální systém**), parasympatikus vystupuje s některými hlavovými nervy (oculomotorius, facialis, glossopharyngeus a vagus) a ze sakrální míchy (proto **kraniosakrální systém**).

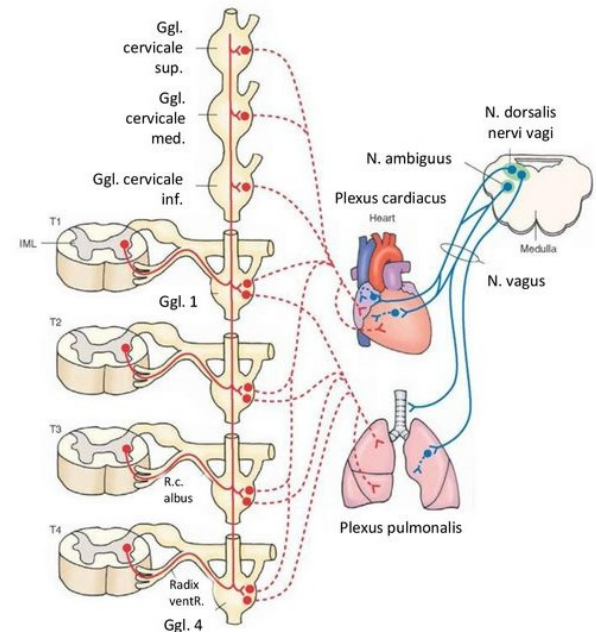
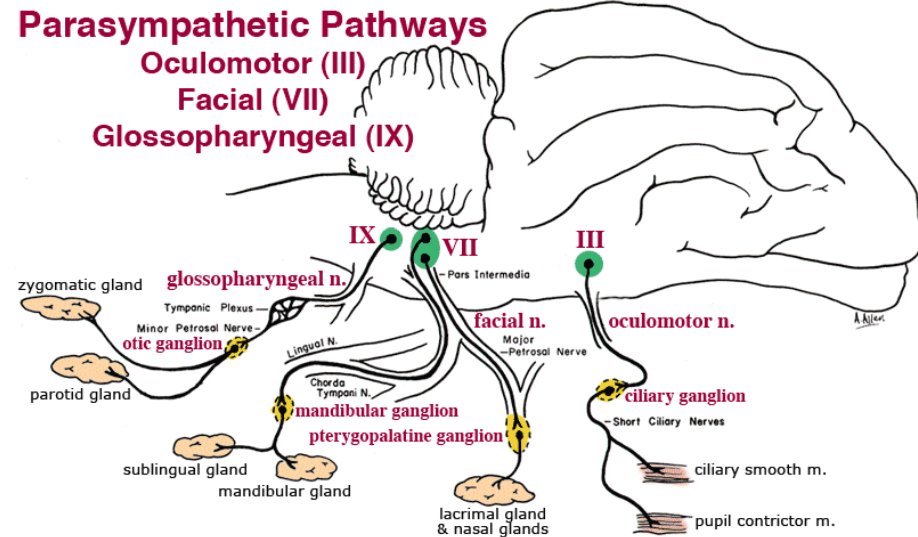
# Nervy, ganglia a pleteně

**Parasympaticus** – čistě pasasympatická jsou pouze jádra hlavových nervů:

- Nervus oculomotorius – ganglion ciliare
- Nervus facialis – ganglion pterygopalatinum, submandibulare
- Nervus glossopharyngeus – ganglion oticum
- Nervus vagus
- Nervi splanchnici sacrales

## Sympaticus

- Truncus sympaticus + ganglia cervicales superius, medium, inferius + ganglia thoracica + ganglia lumbalia + ganglia sacralia + ganglion impar
- Plexus hypogasticus superior



# Smíšené pleteně

- Plexus cardiacus
- Plexus pulmonalis
- Plexus oesophagus
- Plexus aorticus abdominalis
- Plexus coeliacus
- Plexus renalis a suprarenalis
- Plexus testicularis et ovaricus
- Plexus uretericus
- Plexus mesentericus superior et inferior
- Plexus hypogastricus inferior

# Sympatikus – zapojení vláken

- Rozlišujeme tedy **pregangliová vlákna** vystupující z neuronů v jádře a **postgangliová vlákna** z neuronů v gangliu. Pregangliová vlákna jsou myelinizovaná, postgangliová myelinovou pochvu postrádají.
- Nuclei intermediolaterals v bočních rozích míšních segmentů (C8 – L3)
- Truncus sympticus + ganglia trunci sympatici + rami interganglionares

## Zapojení vláken

### 1) Pregangliová vlákna

Rami comunicantes albi

Rami interganglionares

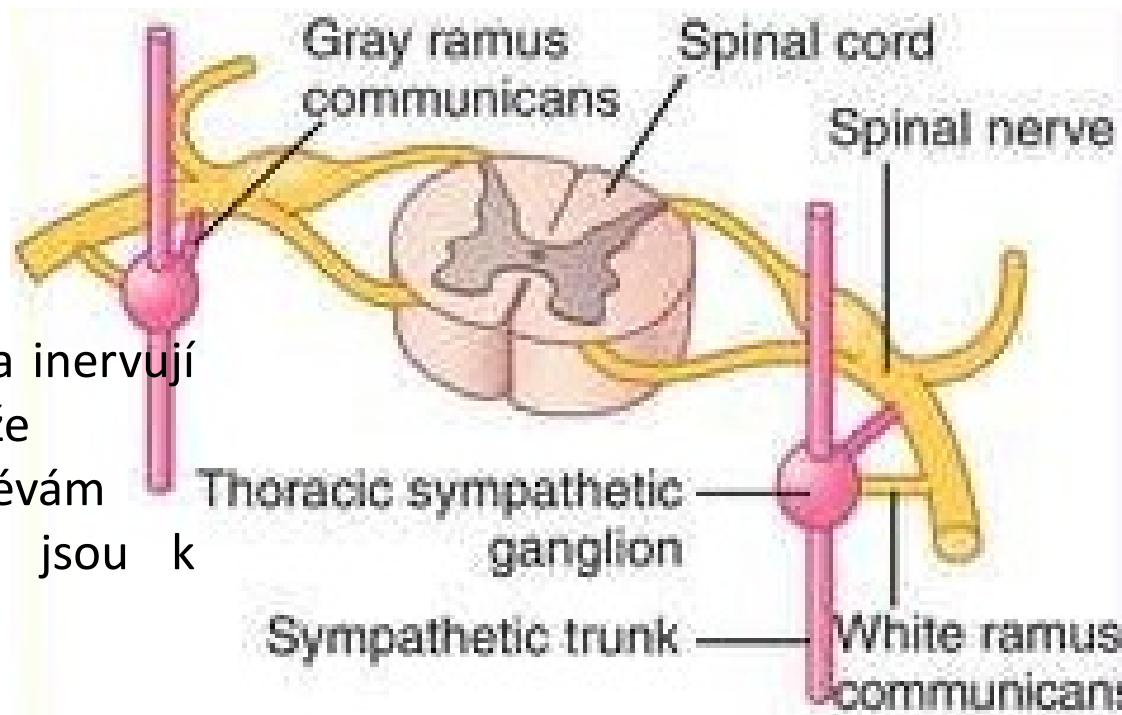
### 2) Postgangliová

Rami communicantes grisei

– přidávají se k míšním nervům a inervují kožní žlázy a hladké svaly kůže

Rami vasculares - přidávají se k cévám

Rami viscelares – samostatně jsou k orgánům



# Mediátory ANS

- **Mediátory - acetylcholin (Ach) a noradrenalin (NA).**
- **Acetylcholin** je přítomen ve všech vegetativních gangliích (sympatiku i parasympatiku).
- Receptory jsou vždy nikotinové a vazbou mediátoru na receptor se aktivují iontové kanály, reakce je proto velmi rychlá.
- Ve tkáních se mediátory liší podle toho, zda jde o sympatikus (**noradrenalin**) nebo parasympatikus (acetylcholin, muskarinové receptory).
- Acetylcholin se v gangliích i synaptické štěrbině odbourává **acetylcholinesterázou**, která ukončuje působení mediátoru po jeho vyplavení a navázání na receptory. Odbourávání může být zablokováno některými látkami: jako inhibitory acetylcholinesterázy účinkují organofosfáty (insekticidy). Noradrenalin je ze synaptické štěrbině zpětně vychytávaný presynaptickou částí a kromě toho je odbouráván enzymem **monoaminoxidázou (MAO)**.
- Adrenalin a noradrenalin produkované dřením nadledvin jsou odbourávány až v játrech, a to enzymem katechol-O-metyl transferázou (**COMT**). Jejich účinek je proto o něco delší.



# Funkce vegetativního nervového systému

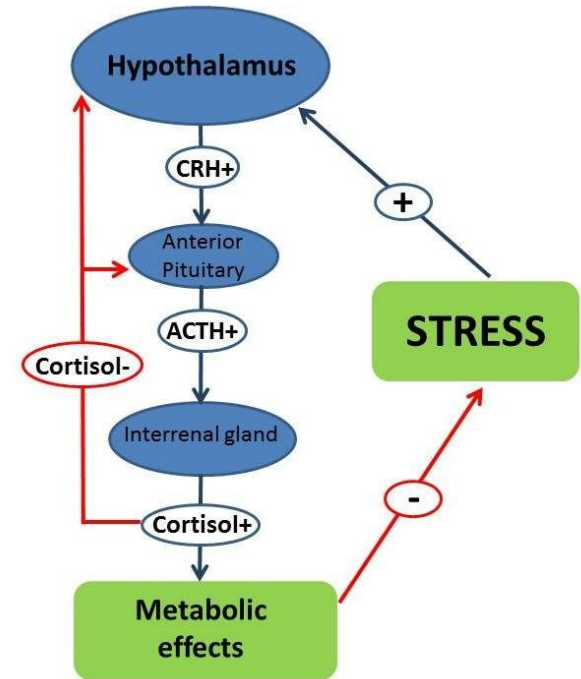
- **Sympatikus a parasympatikus** pracují v souladu: jestliže se zvýší tonus sympatiku, automaticky se sníží tonus parasympatiku a opačně.
- Například v srdci převaha sympatiku způsobí zvýšení frekvence, parasympatikus frekvenci snižuje.
- Některé tkáně jsou však inervovány jen jedním ze zmíněných, jako například potní žlázy (sympatikus).
- V jiných tkáních má každá složka vlastní úkol, v mužském pohlavním systému zodpovídá sympatikus za ejakulaci a parasympatikus za erekci.
- Při potápěcím („diving“) reflexu, vyvolaném chladnou vodou působící na obličej, se pak aktivuje sympatikus i parasympatikus nezávisle na sobě, sympatikus zvýší vazokonstrikcí krevní tlak a parasympatikus sníží srdeční frekvenci, všechny tkáně se dobře prokrví, ale přitom se zbytečně nespotebovává kyslík a živiny, mluvíme tedy o fyziologické disociaci vegetativního nervového systému.

Tabulka 1 – Hlavní funkce VNS

Organ	Sympatikus		Parasympatikus	
	Odpověď	Receptor	Odpověď	Receptor
<b>Srdce</b>				
SA uzel	zrychlení	$\beta_1$	zpomalení	$M_2$
svalovina síň	↑ kontraktilita	$\beta_1$	↓ kontraktilita	$M_2$
AV uzel	↑ automaticita	$\beta_1$	↓ rychlost vedení	$M_2$
svalovina komor	↑ automaticita ↑ kontraktilita	$\beta_1$	↓ automaticita ↓ kontraktilita	$M_2$
<b>HLADKÉ SVALSTVO CÉV</b>				
kůže, mukózy, vnitřní orgány	konstrikce	$\alpha_1, \alpha_2$	vazodilatace ?	nejsou inervovány
kosterní svalstvo	dilatace	$\beta_2$		
<b>PLÍCE</b>				
svaly trachey a bronchů	relaxace	$\beta_2$	kontrakce	
sekrece žláz bronchů	inhibice		stimulace	$M_2$
<b>GIT</b>				
svalovina	relaxace, ↓ motility	$\alpha_2, \beta_2$	↑ tonu, motility	$M_2$
svěrače	kontrakce relaxace	$\alpha_1$ $\beta_2$	relaxace	$M_2$
<b>UROGENITÁLNÍ TRAKT</b>				
m. detrusor	relaxace	$\beta_2$	kontrakce	$M_2$
sfinkter	kontrakce	$\alpha_1$	relaxace	$M_2$
<b>OKO</b>				
nitrooční tlak	zvýšení		snížení	
m. dilatator pupillae	mydriasa	$\alpha_1$	—	
m. sfinkter pupillae	—		miosa	$M_2$
m. ciliaris	akomodace na dálku	$\beta_2$	akomodace na blízko	$M_2$
<b>ŽLÁZY</b>				
slinné	slabá stimulace sekrece	$\alpha_1$	slinná generalizovaná sekrece	$M_2$
slyzné	slabá stimulace sekrece	$\alpha_1$	slinná sekrece	
<b>ostatní</b>				
Děloha	relaxace	$\beta_2$	variabilní	
Muž. pohl. org.	ejakulace	$\alpha_1$	erekce	
Játra	glykogenolýza, glukoneogeneze	$\beta_2$		
Tukové bb	lipolýza	$\beta_2, \beta_3$		

# Stresová odpověď

- Stresor aktivuje hypotalamus - vyplaví se kortikotropní stimulační hormon - Corticotropin Releasing Hormone (CRH) a aktivuje sympatikus.
- Sympatikus působí na dřeň nadledvin a tak se kromě noradrenalin (mediátor sympatiku) do krevního oběhu v cílových tkáních vylévá adrenalin (hormon dřeně nadledvin).
- Současně s aktivací sympatiku se CRH dostává do předního lalok hypofýzy a spustí produkci ACTH (Adrenokortikální hormon). ACT aktivuje tvorbu a sekreci hlavního metabolického stresového hormonu kortizolu. Sekrece kortizolu do krve má zpoždění pro adrenalinu (30 – 40 minut), protože steroidní hormony nejsou skladovány a musí se na podnět syntetizovat de novo.
- Po spuštění stresové reakce se tedy aktivují dvě osy:
- **1) Osa sympatiko – adrenální** (sympatikus – dřeň nadledvin), která okamžitě spouští také sekreci ADH a má velký význam pro krátkodobou aktivaci metabolismu, udržení cirkulujícího objemu a posílení kardiovaskulárních funkcí.
- **2) osa hypotalamus – hypofýza – nadledviny**, jejíž funkce je především v udržení dlouhodobě zvýšeného metabolismu působením glukokortikoidů.
- Aktivace retikulární formace zvýší svalový tonus a umožní rychlejší a přesnější svalovou činnost („útek nebo boj“). Retikulární formace aktivuje také mozkovou kůru, ve které se působením CRH zvyšuje sekrece některých mediátorů a zvyšuje se tak pozornost, rychlost rozhodování a podobně.



# Stresové hormony

- Noradrenalin
- Adrenalin
- Kortizol
- Růstový hormon (somatotropní hormon, STH)
- Prolaktin
- Aldosteron
- Hormony štítné žlázy

V mozku se vyplavením CRH zvýší sekrece některých **neuromediátorů**. **Acetylcholin** působí v mozku většinou jako excitační neuromediátor, který zvyšuje schopnost se soustředit, **dopamin** zrychluje schopnost se rozhodovat, čímž nemíníme, že dobře, a **serotonin** (tzv. hormon komfortu) zbavuje strachu.