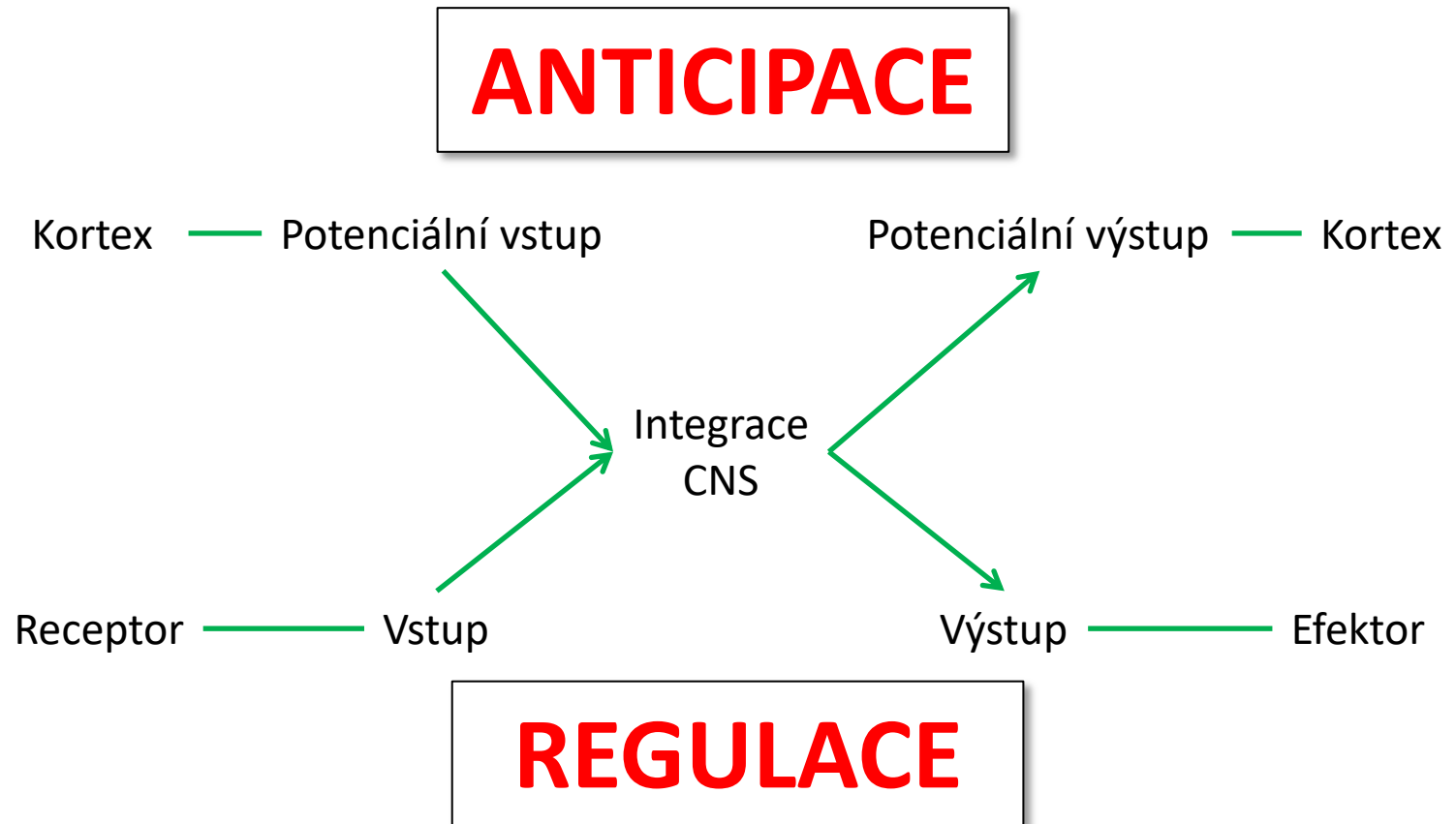


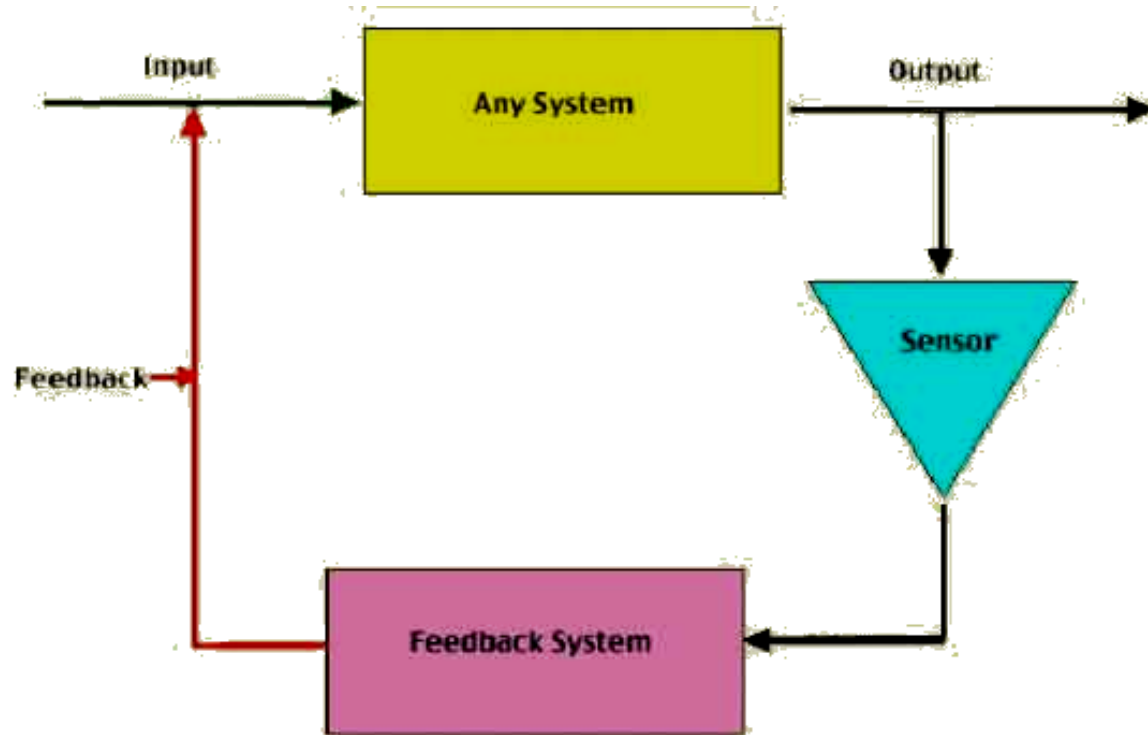
15

Autonomní nervový systém

Význam a regulační povaha nervového systému

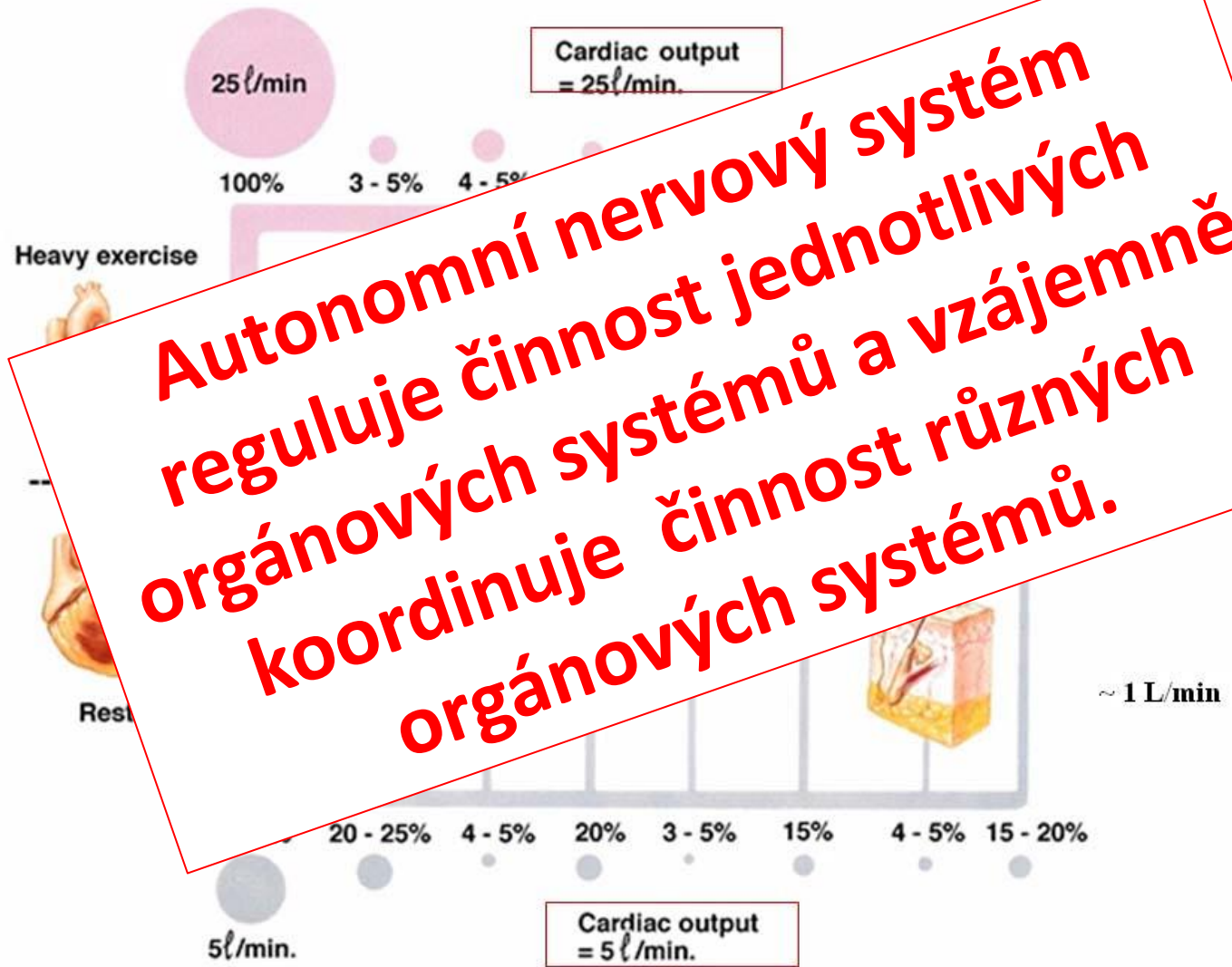


Zpětnovazebná regulace

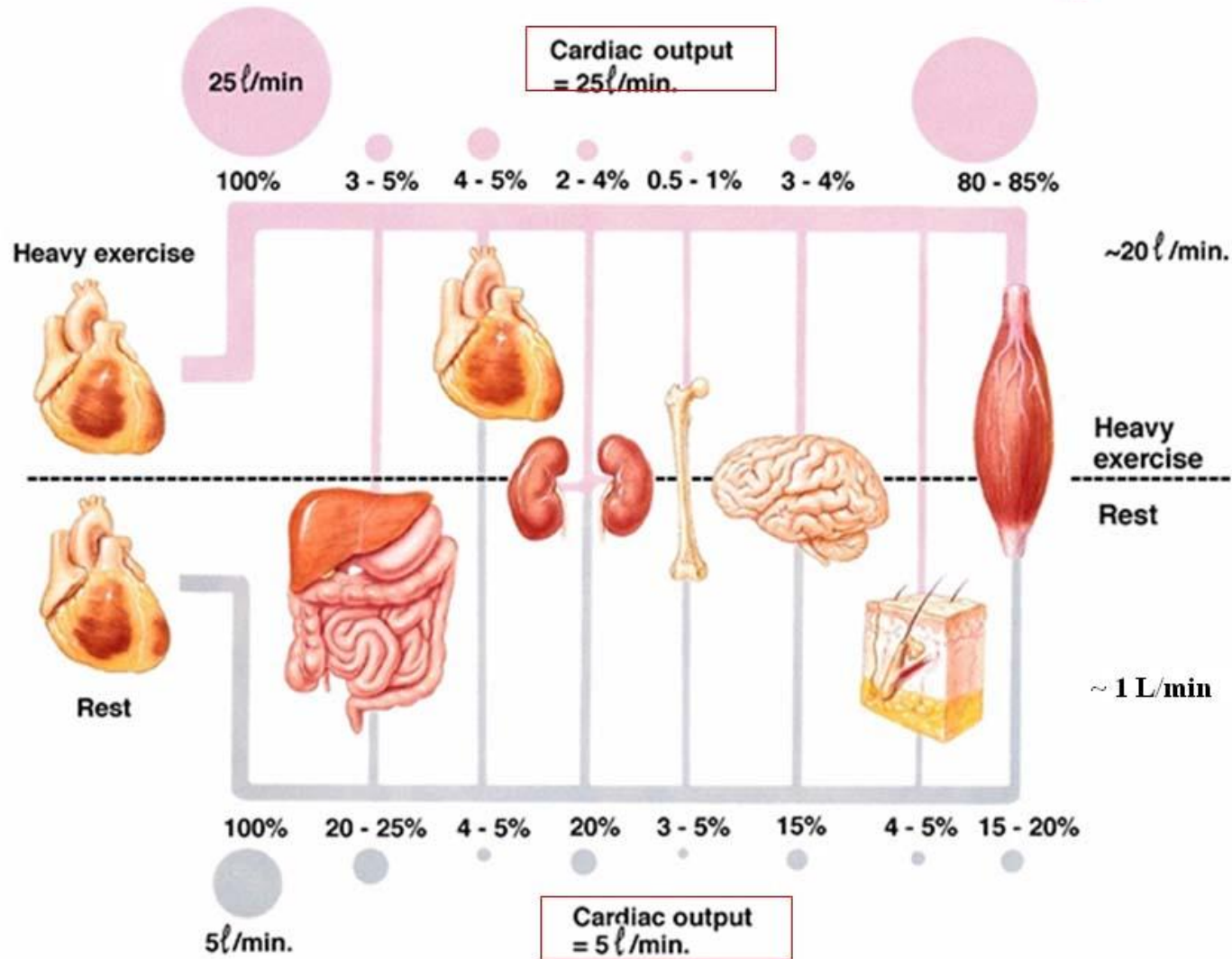


Simple Feedback Loop

Redistribution of Blood Flow During Exercise



Redistribution of Blood Flow During Exercise



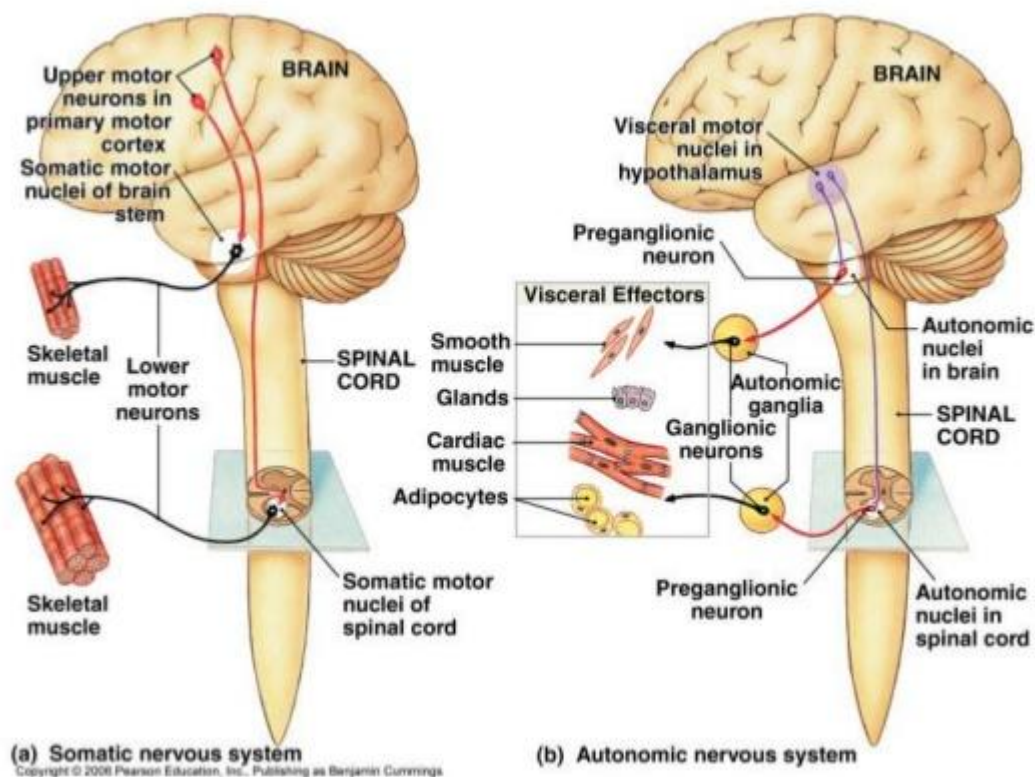
Somatický a autonomní nervový systém

➤ „Volní“

✓ Příčně pruhovaný sval

■ Informace jde z CNS přímo k efektoru

Somatic vs. Autonomic



➤ Mimovolní

✓ Kardiomyocyt
✓ Hladký sval
✓ Žláza

■ Informace se přepojuje v autonomním gangliu

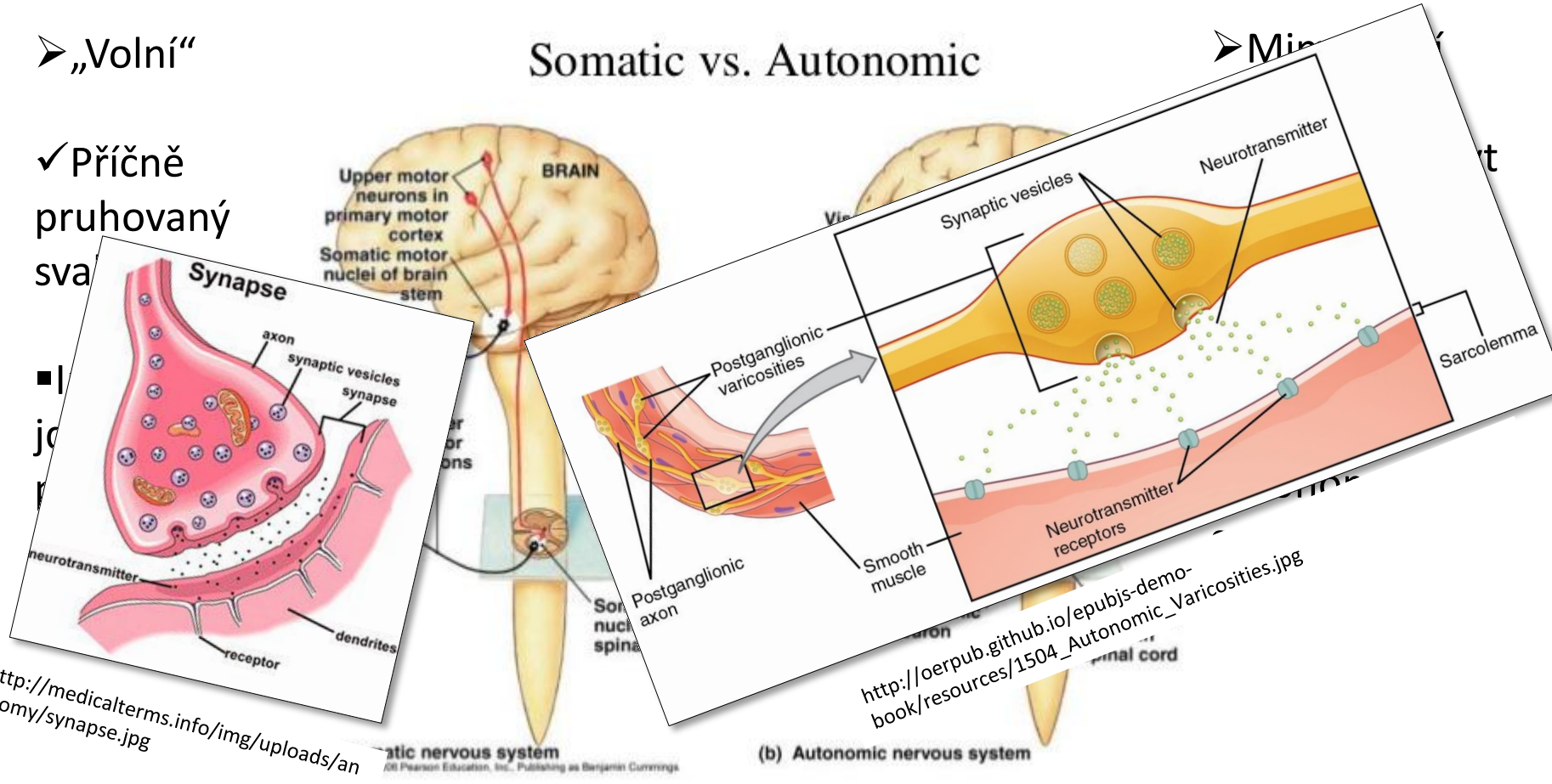
Somatický a autonomní nervový systém

➤ „Volní“

✓ Příčně pruhovaný sval

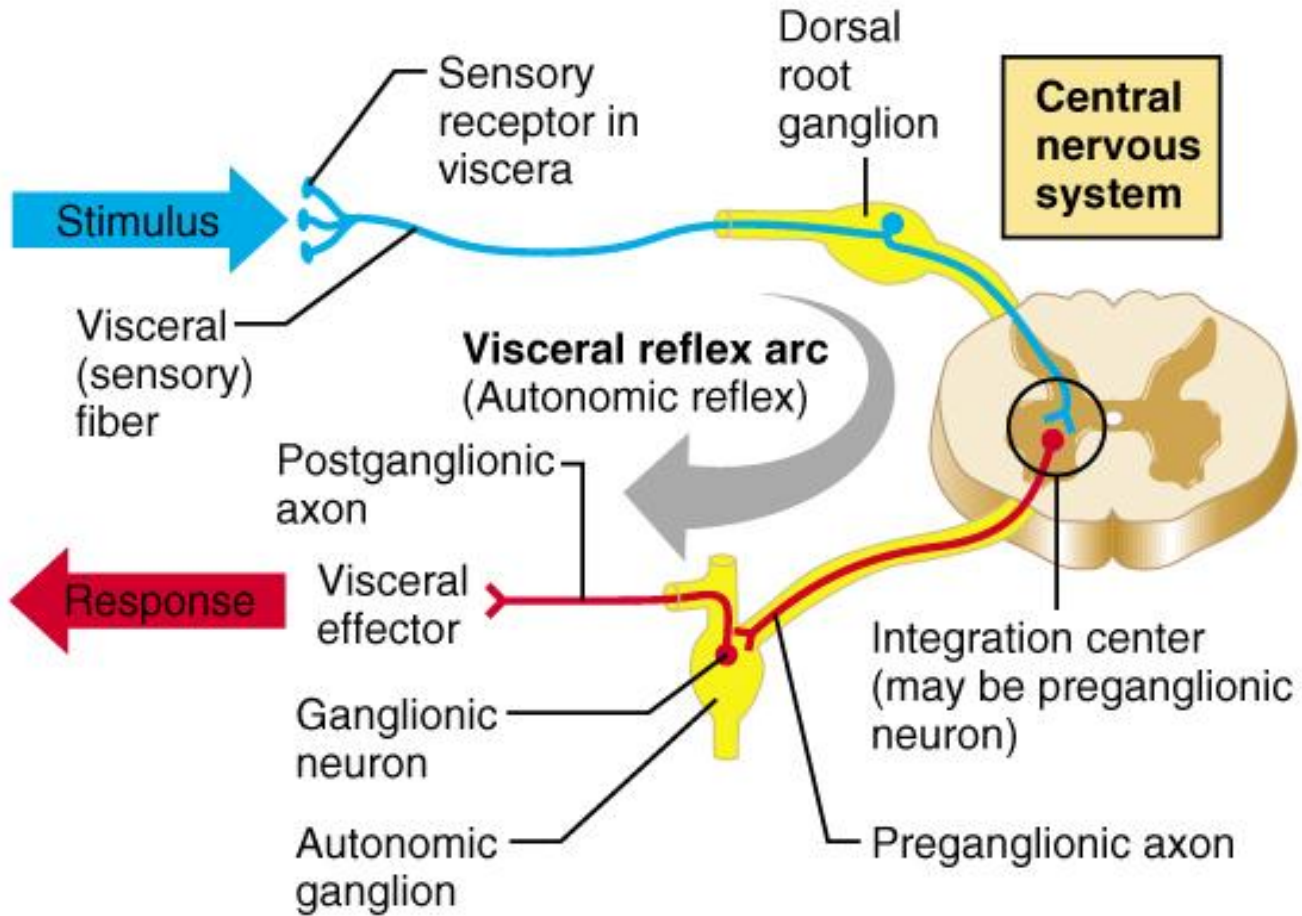
Somatic vs. Autonomic

➤ Mí



<http://medicalterms.info/img/uploads/anatomy/synapse.jpg>

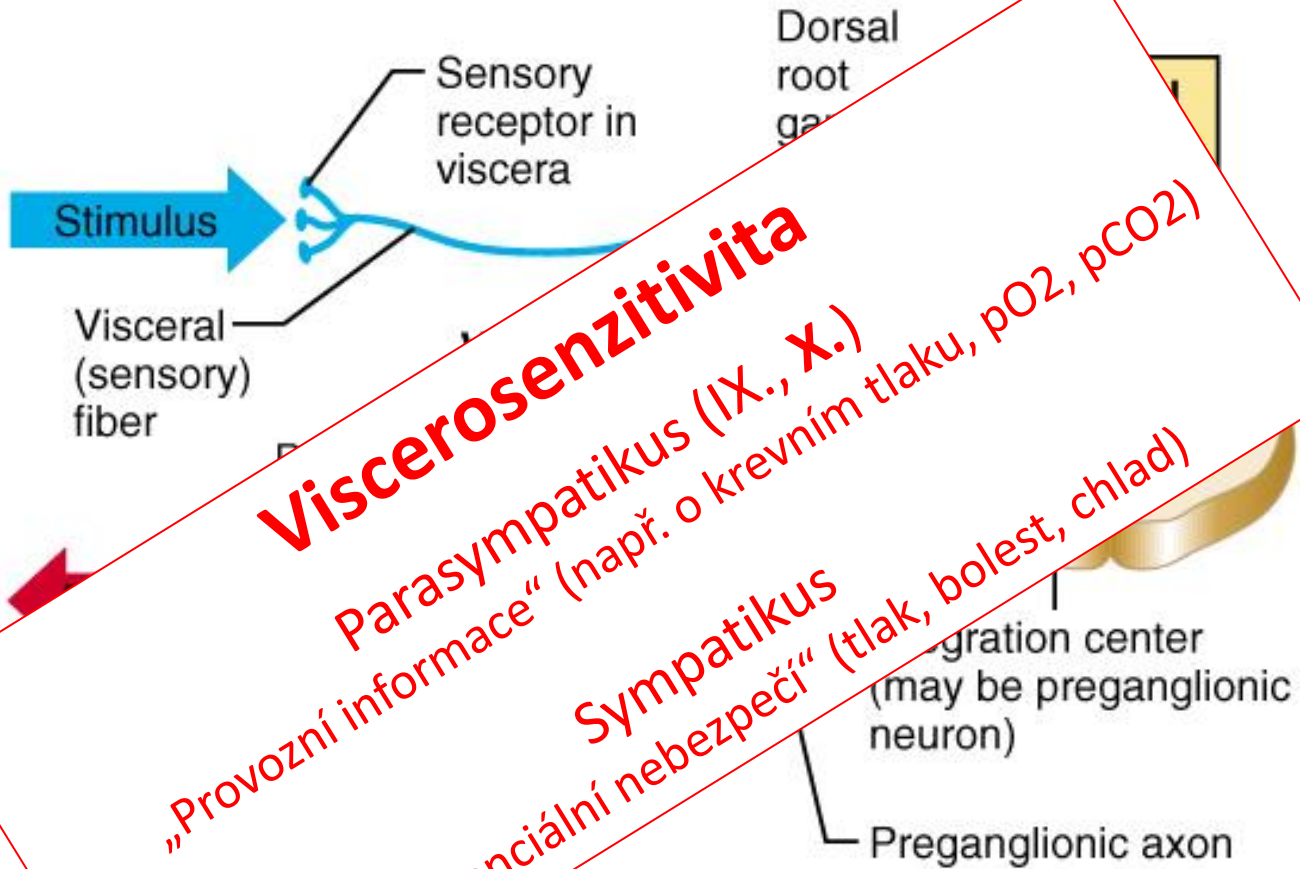
Viscerální reflex



Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

<http://slideplayer.com/slide/2810792/>

Viscerální reflex



Viscerosenzitivita

Parasympatikus (IX., X.)

„Provozní informace“ (např. o krevním tlaku, pO₂, pCO₂)

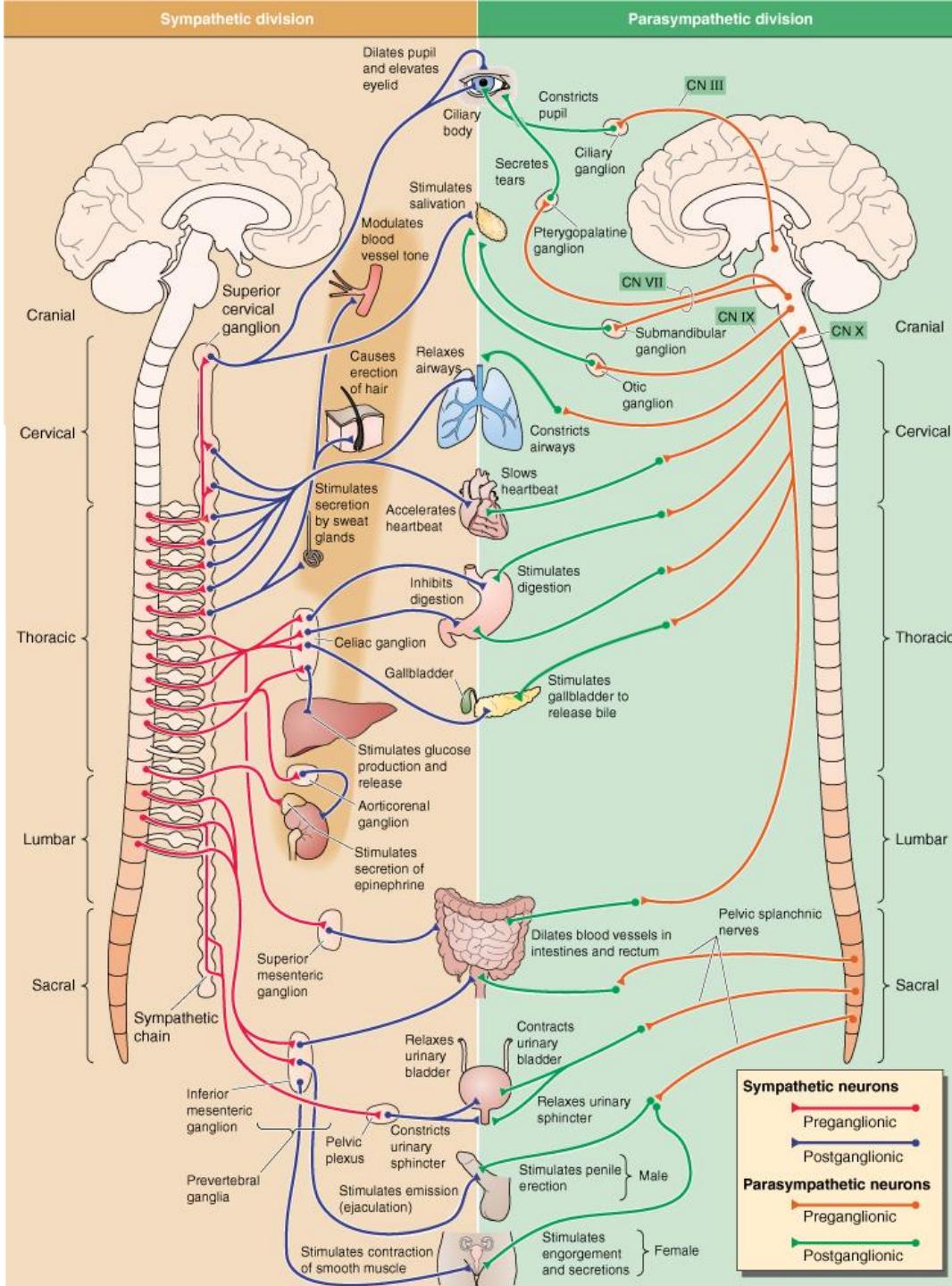
Sympatikus

„Potenciální nebezpečí“ (tlak, bolest, chlad)

Sympatikus

Fight or flight response

Spotřeba energie/
zásob



Parasympatikus

Rest and digest response

Šetření energie/
torba zásob

Sympatikus

Fight or flight response

Spotřeba energie/zásob

Pregangliový neuron – mícha

-Thorako-lumbární systém

Ganglia

Paravertebrální

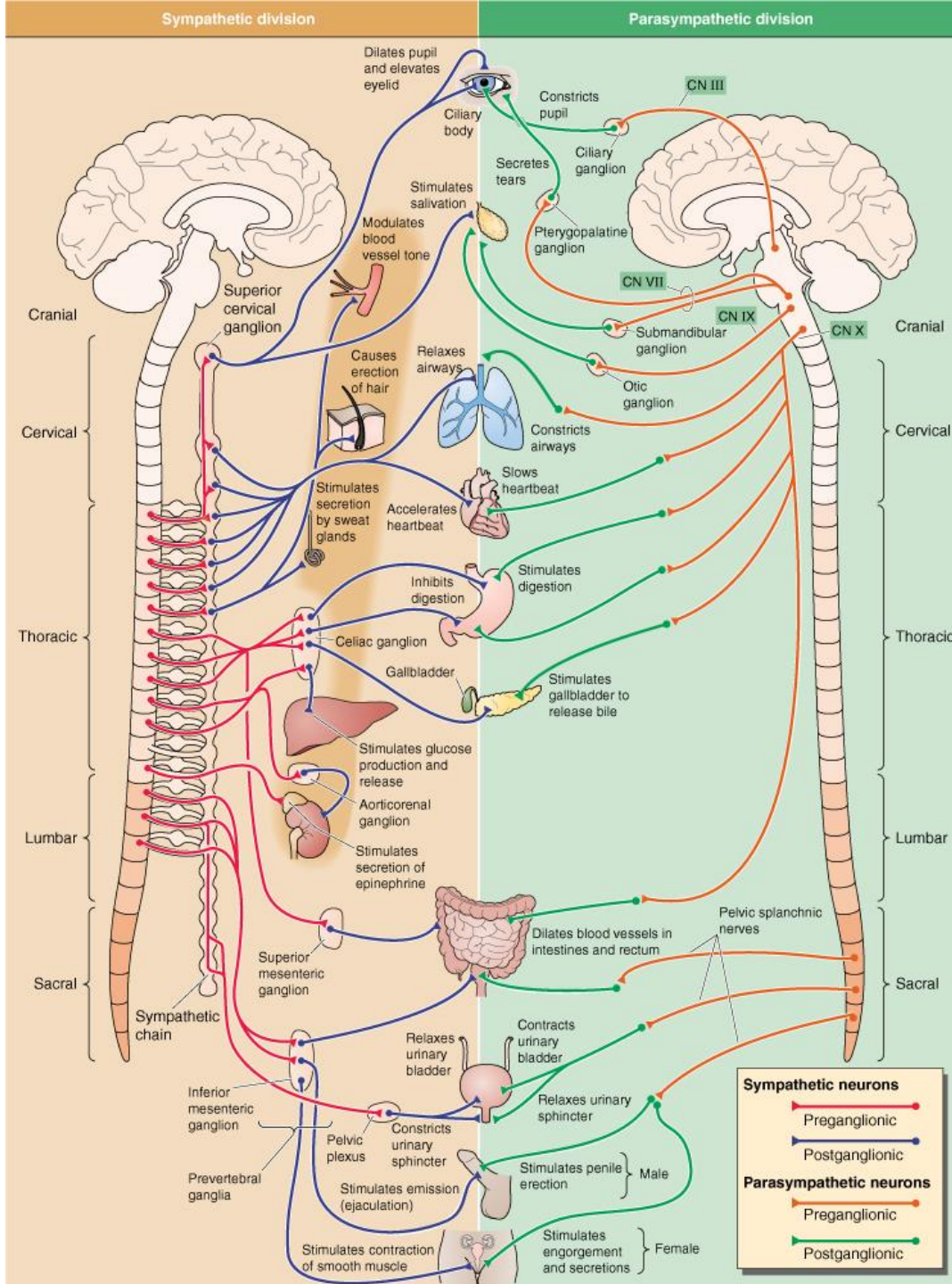
- Truncus sympathicus

-Většina

Prevertebrální

-Součást plexus aorticus

Efekt spíše difuzní



Parasympatikus

Rest and digest response

Šetření energie/torba zásob

Pregangliový neuron

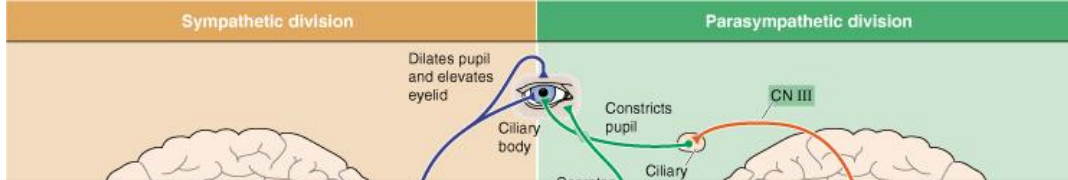
- mozkový kmen a mícha
- cranio-sakrální systém

Ganglia

- Blízko cílových orgánů nebo přímo v jejich stěně (intramurální g.)

Efekt spíše lokální

Sympatikus



Parasympatikus

Fight or flight

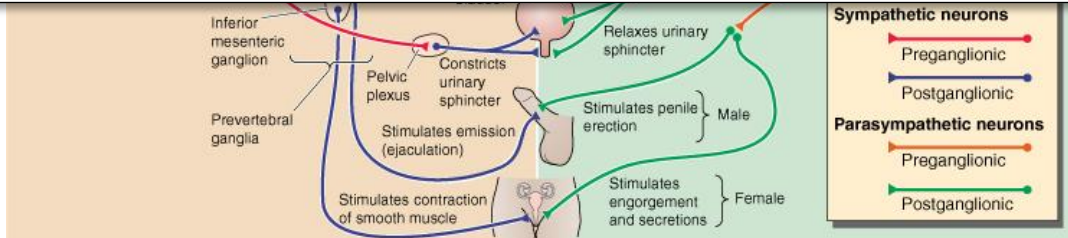
Rest and digest

resp
Spotřeba
zá
Prega
ne
- m
-Thorako
sys
Gar
Parave
- Tru
symp
-vě
Prever
-Součas
aorticus

| System/function | Parasympathetic | Sympathetic |
|--------------------------------|--|--|
| Cardiovascular | Decreased cardiac output and heart rate | Increased contraction and heart rate; increased cardiac output |
| Pulmonary | Bronchial constriction | Bronchial dilatation |
| Musculoskeletal | Muscular relaxation | Muscular contraction |
| Pupillary | Constriction | Dilatation |
| Urinary | Increased urinary output; sphincter relaxation | Decreased urinary output; sphincter contraction |
| Gastrointestinal | Increased motility of stomach and gastrointestinal tract; increased secretions | Decreased motility of stomach and gastrointestinal tract; decreased secretions |
| Glycogen to glucose conversion | No involvement | Increased |
| Adrenal gland | No involvement | Release epinephrine and norepinephrine |

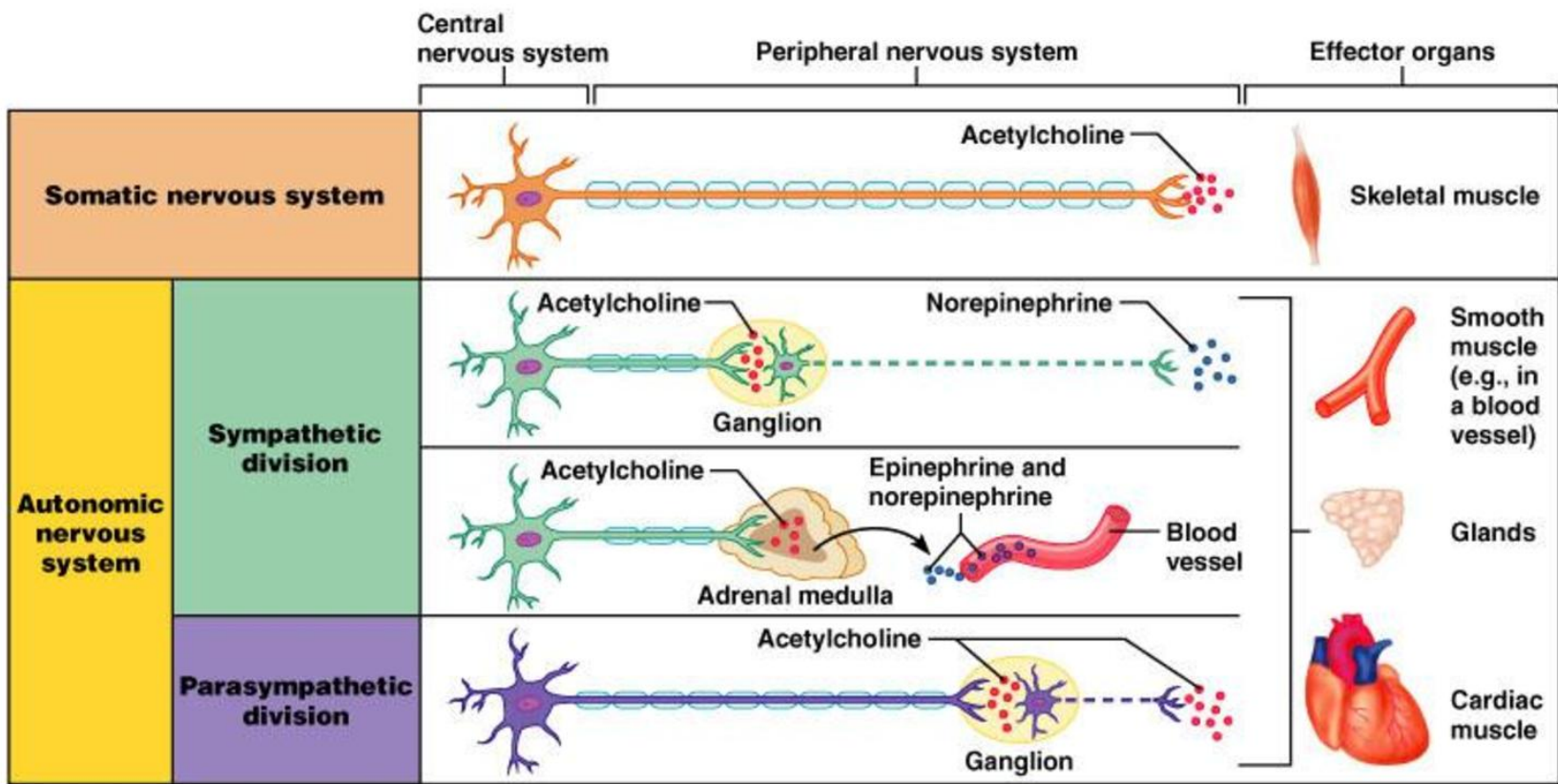
se
ní
orba
D
iový
n
kmen a
a
krální
n
ia
ových
přimo v
ěně
lní g.)

Efekt spíše difuzní



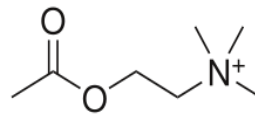
Efekt spíše lokální

Somatický a autonomní nervový systém – mediátorové systémy



Key:

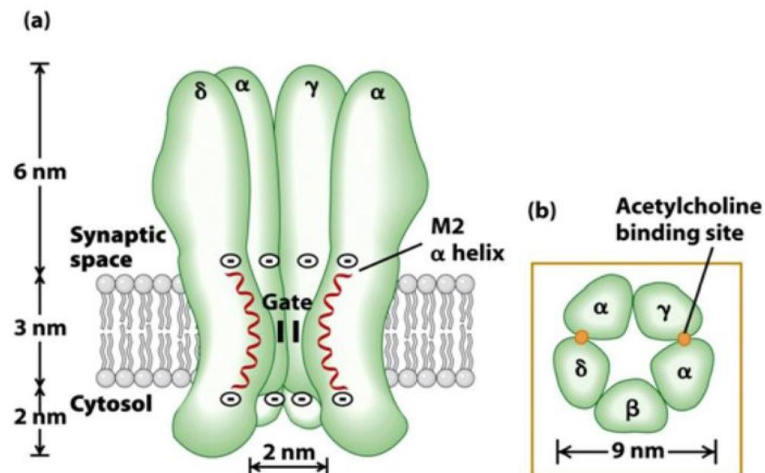
- = Preganglionic axons (sympathetic)
- - - = Postganglionic axons (sympathetic)
- = Myelination
- = Preganglionic axons (parasympathetic)
- - - = Postganglionic axons (parasympathetic)

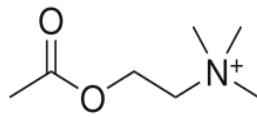


Acetylcholin

Pregangliová vlákna

- Sympatikus
- Parasympatikus
- ✓ Nikotinový receptor
 - Ligandem řízený iontový kanál
 - Na⁺, K⁺, Ca²⁺
 - Nervový (N_N) a svalový (N_M) typ
 - Excitace





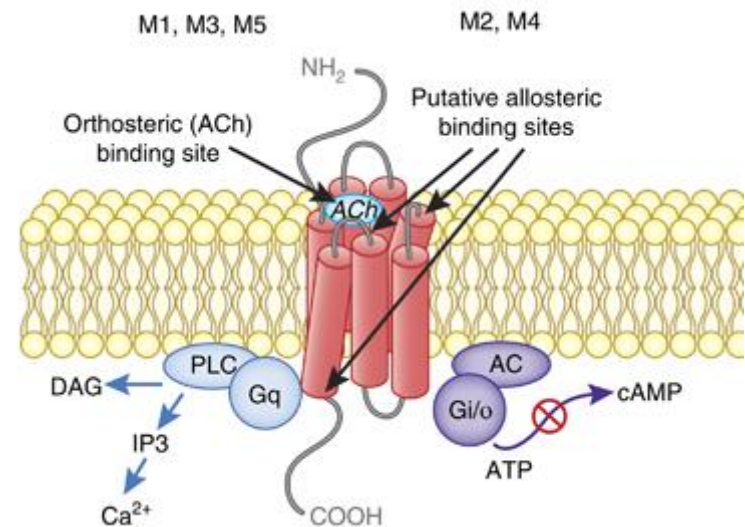
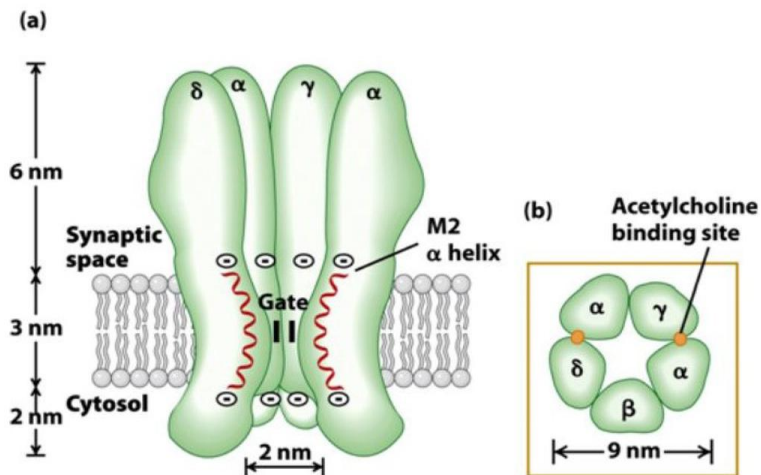
Acetylcholin

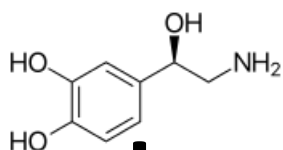
Pregangliová vlákna

- Sympatikus
- Parasympatikus
- ✓ Nikotinový receptor
 - Ligandem řízený iontový kanál
 - Na⁺, K⁺, Ca²⁺
 - Nervový (N_N) a svalový (N_M) typ
 - Excitace

Postgangliová vlákna

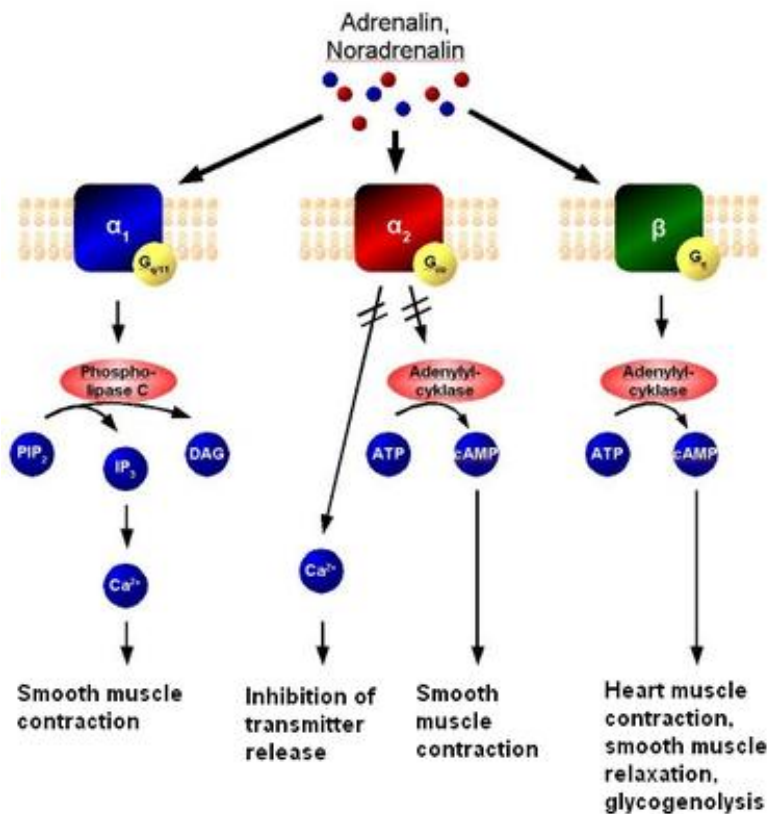
- Parasympatikus
- ✓ Muskarinový receptor
 - Spřažený s G-proteinem
 - Excitační
 - M1, M3, M5
 - Inhibiční
 - M2, M4

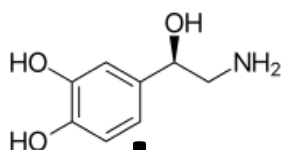




Noradrenalin

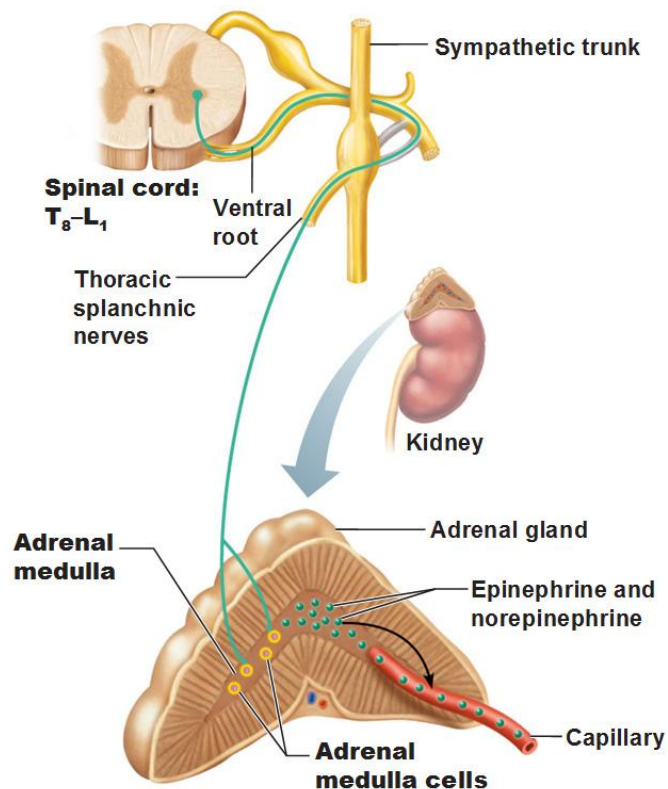
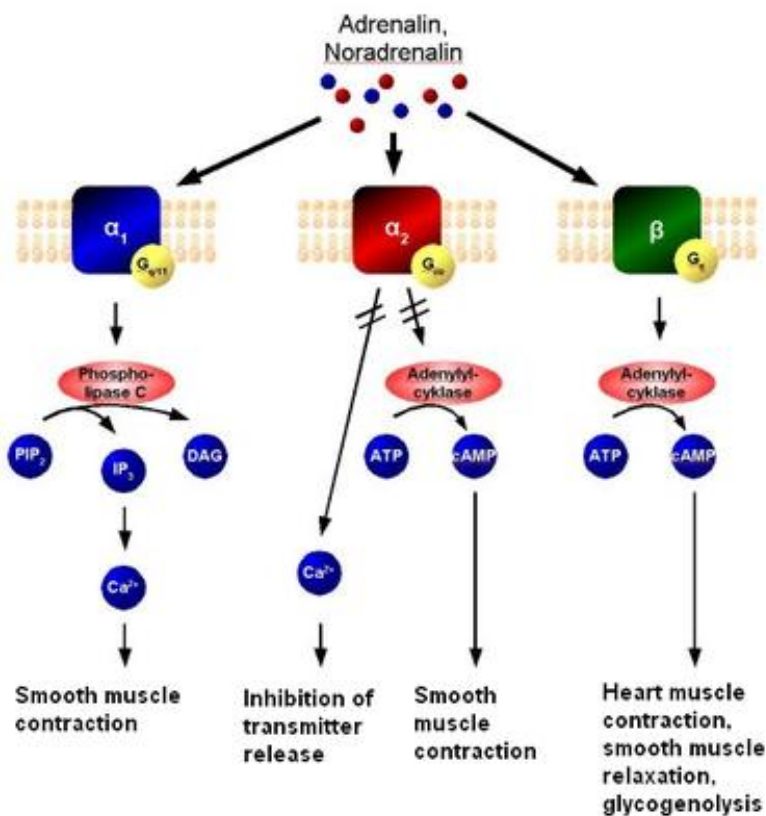
- Postgangliová vlákna sympatiku
- Adrenergní receptor
 - Spřažený s G-proteinem
 - Typ α – obecně excitační (kontrakce)
 - Typ β – obecně inhibiční (relaxace) s výjimkou !!! srdce !!!

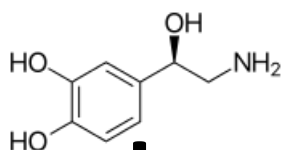




Noradrenalin

- Postgangliová vlákna sympatiku
- Adrenergní receptor
 - Spřažený s G-proteinem
 - Typ α – obecně excitační (kontrakce)
 - Typ β – obecně inhibiční (relaxace) s výjimkou !!! srdce !!!
- Dřeň nadledvin
 - Modifikované sympatické ganglion
 - „Transmitery“ (stresové hormony) vylučuje do krve
 - Noradrenalin
 - Adrenalin



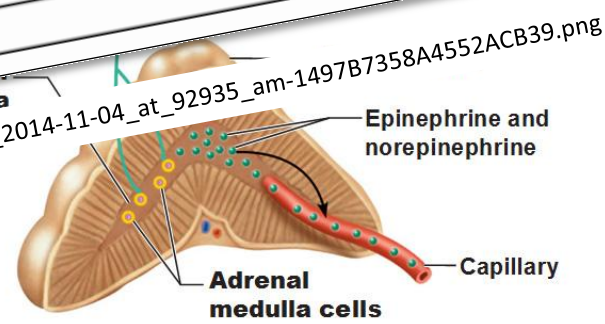


Noradrenalin

- Postgangliová vlákna sympatiku
- Dřeň nadledvin
- Adrenergní receptor
 - Spřažený s G-proteinem
 - Typ α – obecně excitační (kontrakce)
 - Typ β – obecně inhibiční

- Modifikované sympati...
- Tran...

| Receptor | G protein and effectors | Agonists | Tissue | Responses |
|--------------------|---|----------------------------------|---|--|
| Alpha ₁ | Gq ↑ phospholipase C, IP3 and DAG, intracellular Ca ²⁺ | Epi ≥ NE >> Iso Phenylephrine | Vascular, GU smooth muscle Liver Intestinal smooth muscle Heart | Contraction Glycogenolysis; gluconeogenesis Hyperpolarization and relaxation Increased contractile force; arrhythmias |
| Alpha ₂ | Gi, Go ↓ adenylyl cyclase ↓ cAMP | Epi ≥ NE >> Iso Clonidine | Pancreatic islets (β cells) Platelets Nerve terminals Vascular smooth muscle | Decreased insulin secretion Aggregation Decreased release of NE Contraction |
| Beta ₁ | Gs ↑ adenylyl cyclase, cAMP, L- type Ca ²⁺ channel opening | Iso > Epi = NE Dobutamine | Juxtaglomerular cells Heart | Increased renin secretion Increased force and rate of contraction and AV nodal conduction velocity |
| Beta ₂ | Gs ↑ adenylyl cyclase | Iso > Epi >> NE Terbutamine | Smooth muscle (vascular, bronchial, GI, GU) Skeletal muscle | Relaxation Glycogenolysis; uptake of K ⁺ |
| Beta ₃ | Gs ↑ adenylyl cyclase | Iso = NE > Epi | Adipose tissue | Lipolysis |



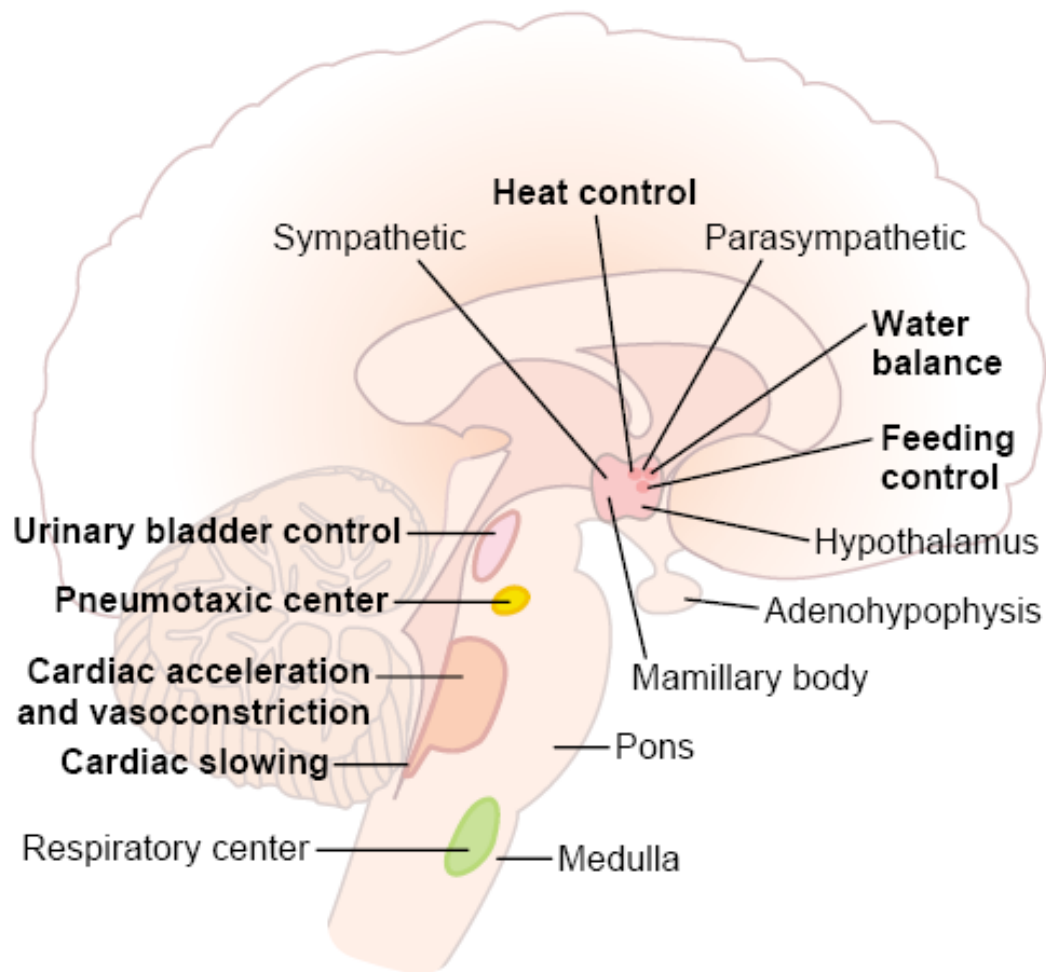
https://s3.amazonaws.com/classconnection/769/flashcards/5928769/png/screen_shot_2014-11-04_at_92935_am-1497B7358A4552ACB39.png

Smooth muscle contraction, smooth muscle relaxation, glycogenolysis

https://en.wikipedia.org/wiki/Adrenergic_receptor

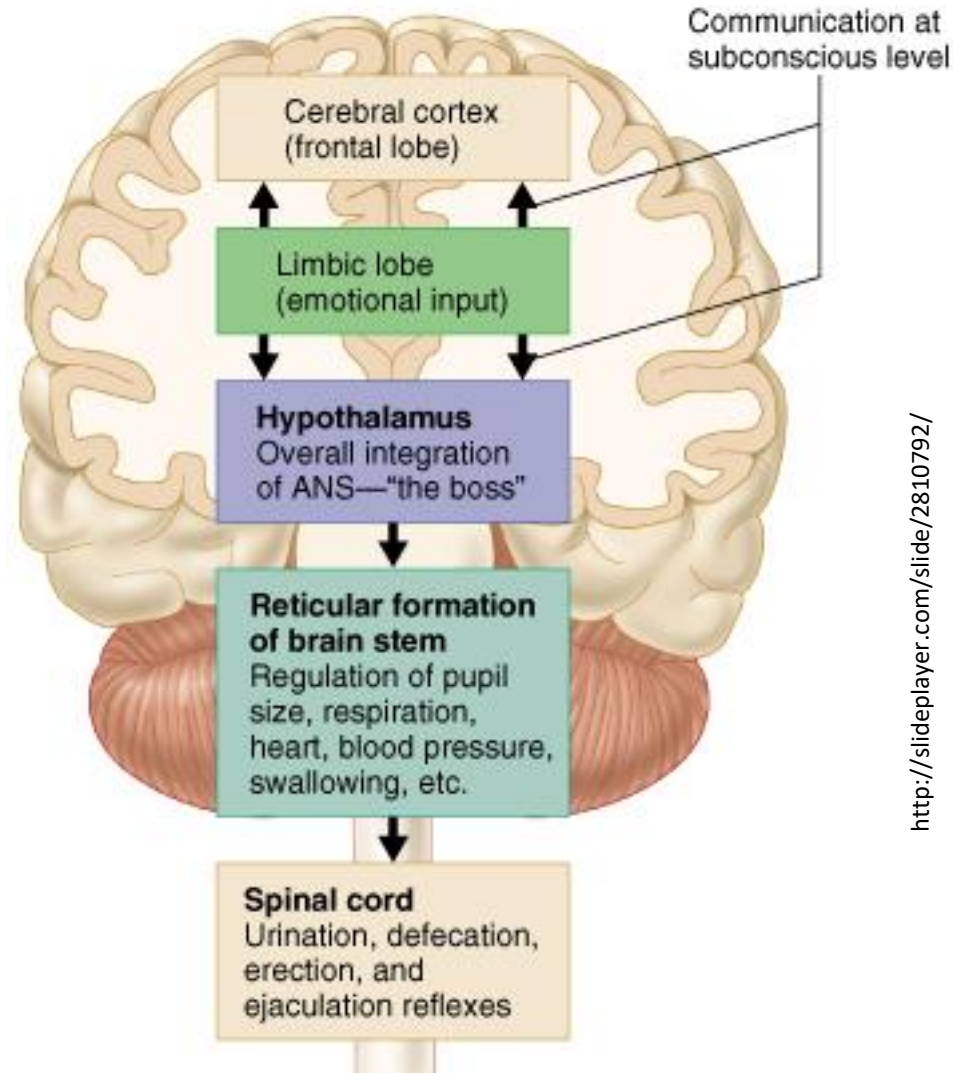
http://antranik.org/wp-content/uploads/2014/11/the-adrenal-gland-epinephrine-norepinephrine-splanchnic-nerves.jpg

Centra kontrolující autonomní nervový systém



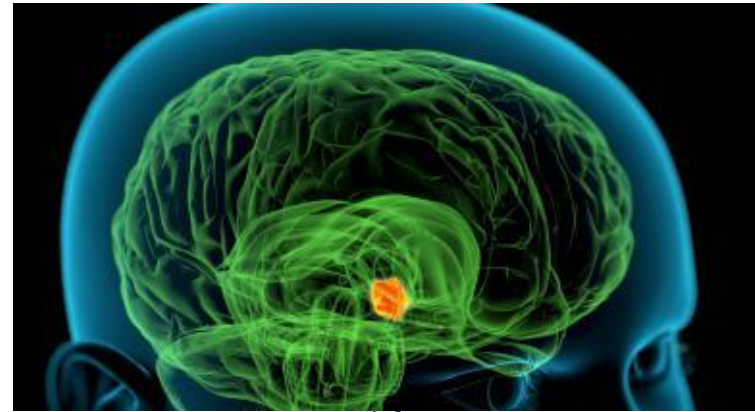
Centra kontrolující autonomní nervový systém

- Většina regulací probíhá automaticky (nevědomě) a tyto jsou na nejvyšší úrovni kontrolovány hypothalamem
- Silné emocionální zážitky, které přecházejí do vědomí (silné zážitky) nebo které z vědomí pocházejí (vzpomínky) mohou cestou hypothalamu spustit autonomní odpověď (většinou sympatickou)

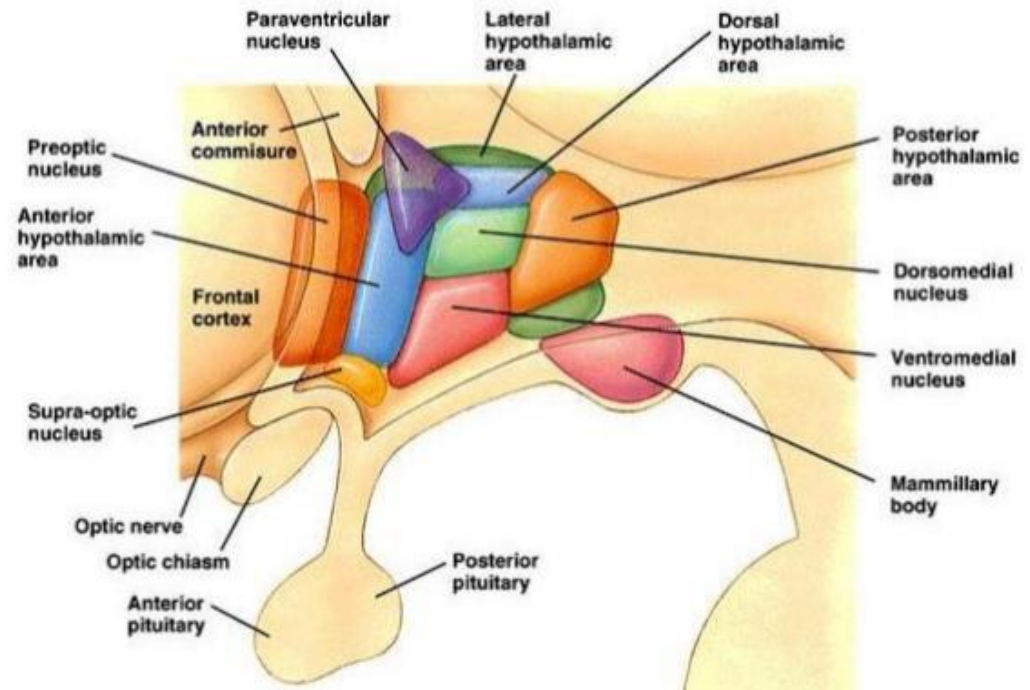


Hypothalamus

- Klíčové regulační a koordinační centrum
- Integrace informace ze zevního a vnitřního prostředí
- Modulace chování
- Koordinace a regulace autonomního nervového systému
- **Udržování homeostázy**



<http://biology.about.com/od/anatomy/p/Hypothalamus.htm>



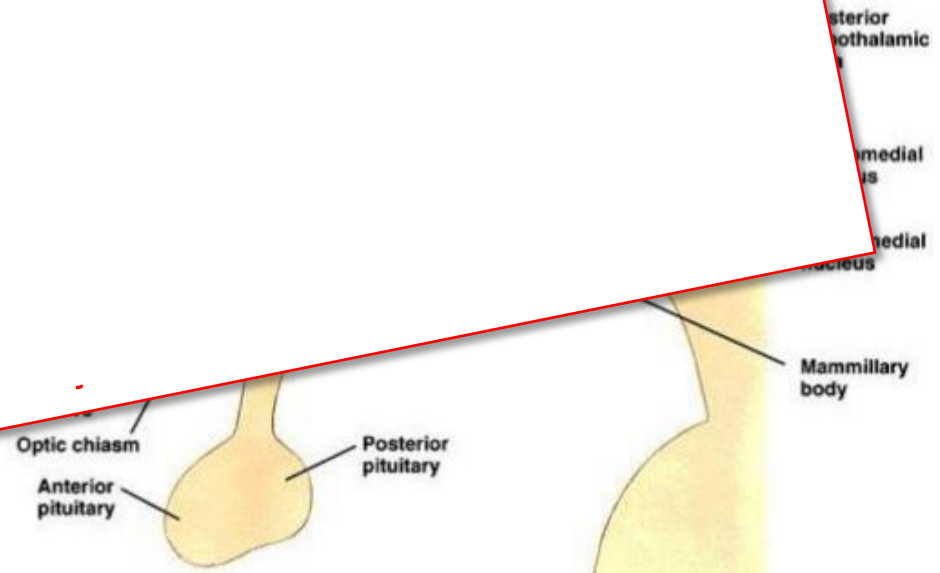
<http://www.slideshare.net/physiologymgmcri/hypothalamus-15-apr-2016>

Hypothalamus

- Klíčové regulační a koordinační centrum
- Integrační centrum

✓ **Biologické hodiny – cirkadiální /sezónní aktivita**

-
-
-
-
- **Uc**



<http://biology.about.com/od/anatomy/p/Hypothalamus.htm>

Hypothalamus

- Klíčové regulační a koordinační centrum
- Integrace...

✓ **Biologické hodiny – cirkadiální /sezónní aktivita**

✓ **Kontrola autonomního nervového systému**

✓ **Kontrola endokrinního systému**

✓ **Regulace příjmu vody a potravin**

✓ **Regulace tělesné teploty**

✓ **Vliv na „okamžité“ chování (např. nervozita při hladu)**

✓ **Vliv na „dlouhodobé“ chování (např. mateřské chování)**

✓ **Pudové chování (sexualita)**



Hypothalamus

Paraventricular and supraoptic nuclei

- regulate water balance
- produce ADH and oxytocin
- destruction causes diabetes insipidus
- paraventricular nucleus projects to autonomic nuclei of brainstem and spinal cord

Anterior nucleus

- thermal regulation (dissipation of heat)
- stimulates parasympathetic NS
- destruction results in hyperthermia

Preoptic area

- contains sexually dimorphic nucleus
- regulates release of gonadotropic hormones

Suprachiasmatic nucleus

- receives input from retina
- controls circadian rhythms

Dorsomedial nucleus

- stimulation results in obesity and savage behavior

Posterior nucleus

- thermal regulation (conservation of heat)
- destruction results in inability to thermoregulate
- stimulates the sympathetic NS

Lateral nucleus

- stimulation induces eating
- destruction results in starvation

Mammillary body

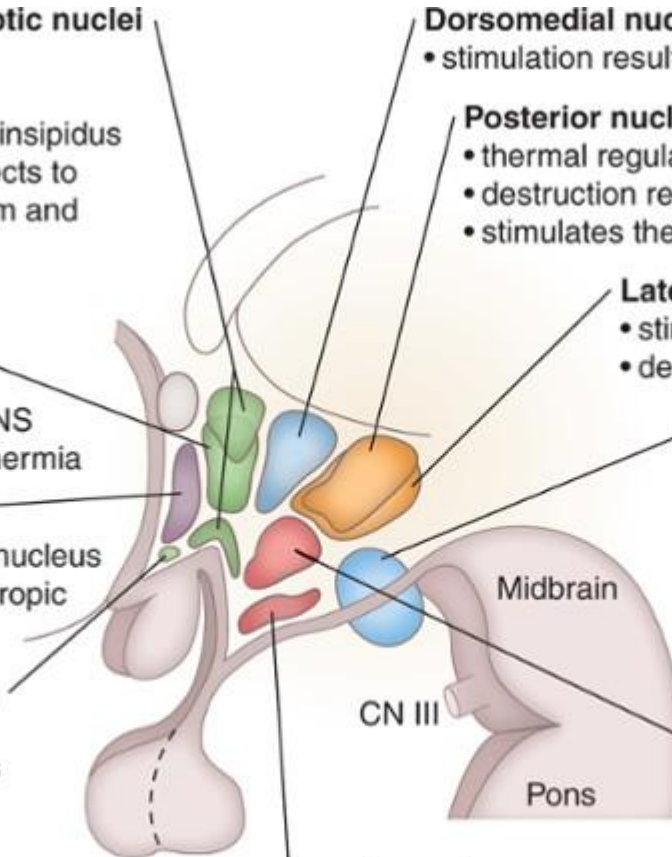
- receives input from hippocampal formation via fornix
- projects to anterior nucleus of thalamus
- contains hemorrhagic lesions in Wernicke's encephalopathy

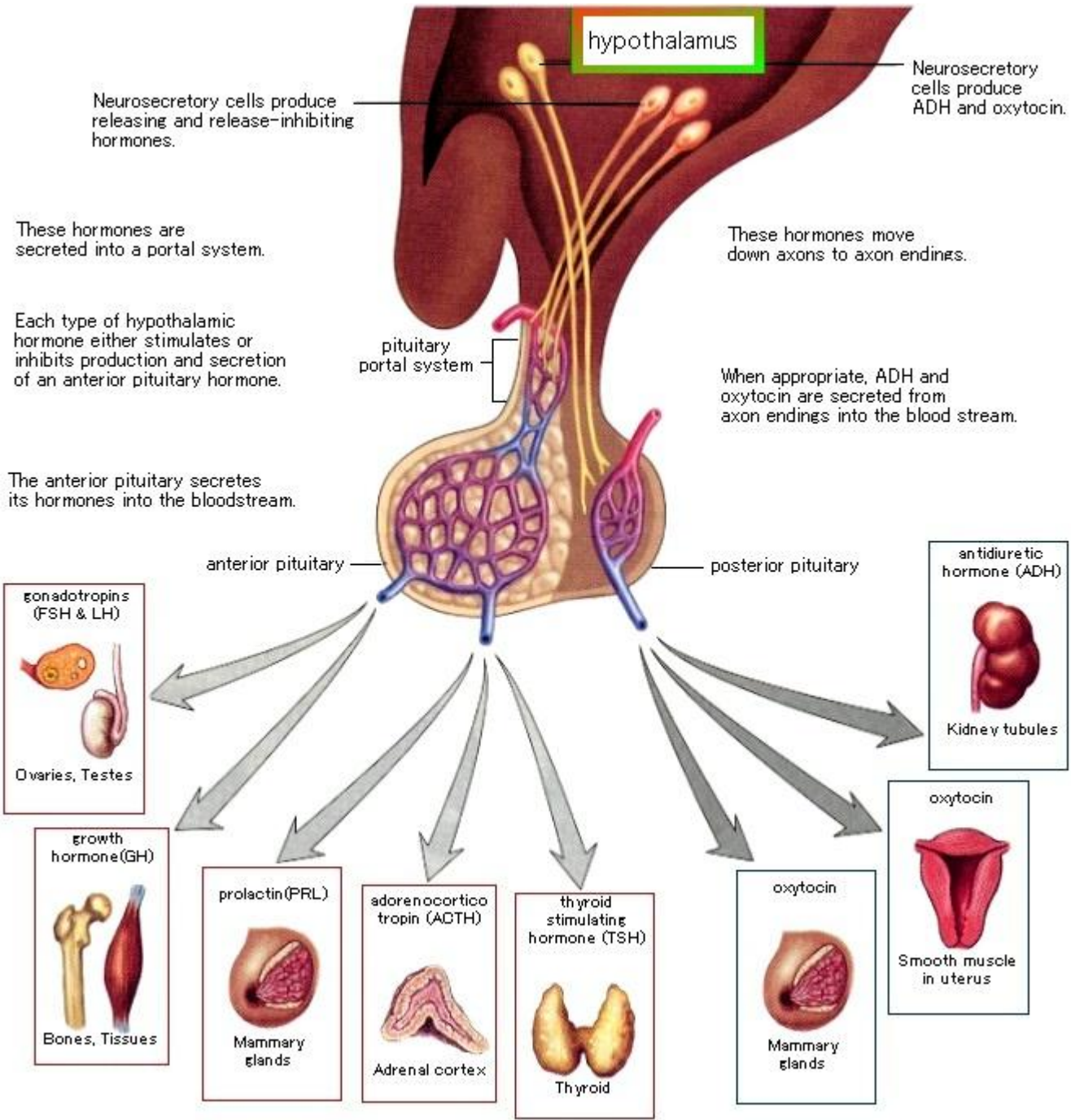
Ventromedial nucleus

- satiety center
- destruction results in obesity and savage behavior

Arcuate nucleus

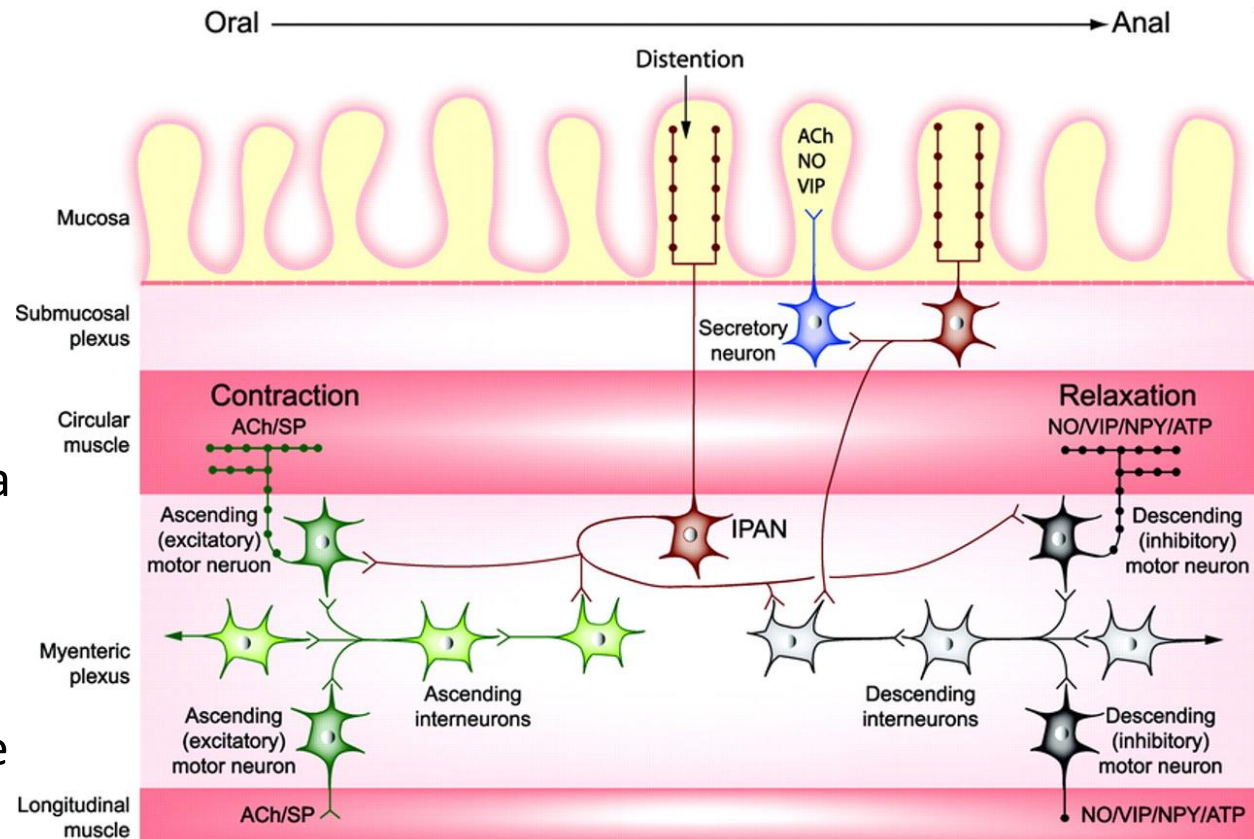
- produces hypothalamic releasing factors
- contains DOPA-ergic neurons that inhibit prolactin release





Enterický nervový systém

- cca. 500 mil. Neuronů
 - (mozek cca. 100 miliard)
 - (mícha cca. 100 milionů)
- Plexus myentericus
- Plexus submucosus
- Senzorická komponenta
- Exekutivní komponenta
- Interneurony
- Značná míra autonomie
 - „mozek ve střevě“



Furness JB (2006) The Enteric Nervous System. Blackwell, Oxford, pp 274

Enterický nervový systém

- Autonomie má lokální charakter
 - Kontrola motility
 - Kontrola sekrece
 - Lokální kontrola krevního zásobení

The Brain in Your Gut

The gut's brain, known as the enteric nervous system, is located in sheaths of tissue lining the esophagus, stomach, small intestine and colon.

SMALL INTESTINE CROSS SECTION

Submucosal plexus

Layer contains sensory cells that communicate with the myenteric plexus and motor fibers that stimulate the secretion of fluids into the lumen.

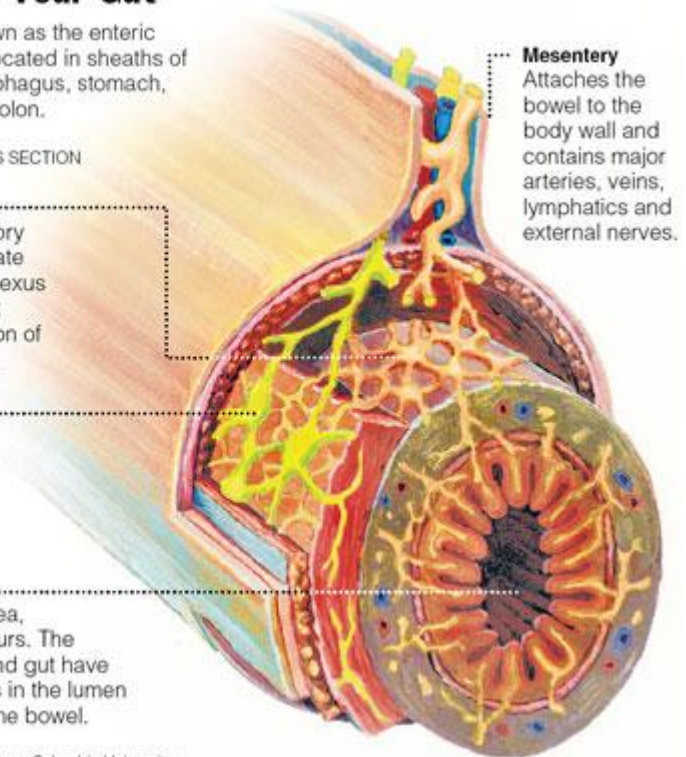
Myenteric plexus

Layer contains the neurons responsible for regulating the enzyme output of adjacent organs.

Lumen

No nerves actually enter this area, where digestion occurs. The brains in the head and gut have to monitor conditions in the lumen across the lining of the bowel.

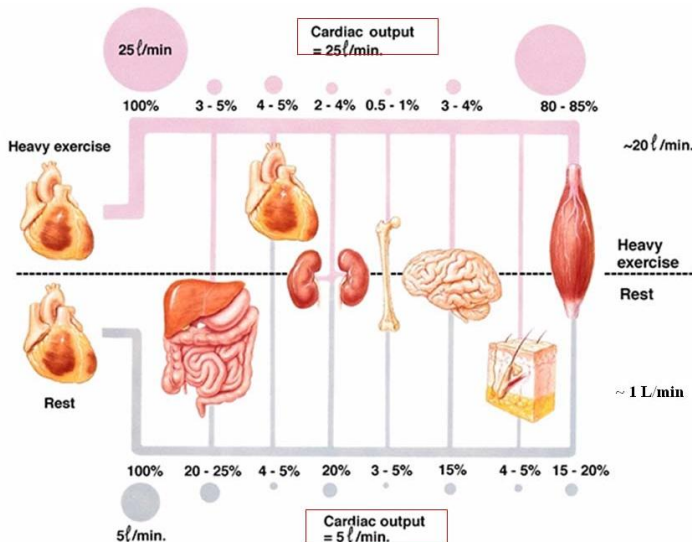
Source: Dr. Michael D. Gershon, Columbia University



<https://kin450-neurophysiology.wikispaces.com/file/view/gut.jpg/187924395/gut.jpg>

Enterický nervový systém

- Autonomie má lokální charakter
 - Kontrola motility
 - Kontrola sekrece
 - Lokální kontrola krevního zásobení
- Autonomní nervový systém
 - Řízení GIT jako celku
 - Vzájemná koordinace činnosti všech orgánových systémů



The Brain in Your Gut

The gut's brain, known as the enteric nervous system, is located in sheaths of tissue lining the esophagus, stomach, small intestine and colon.

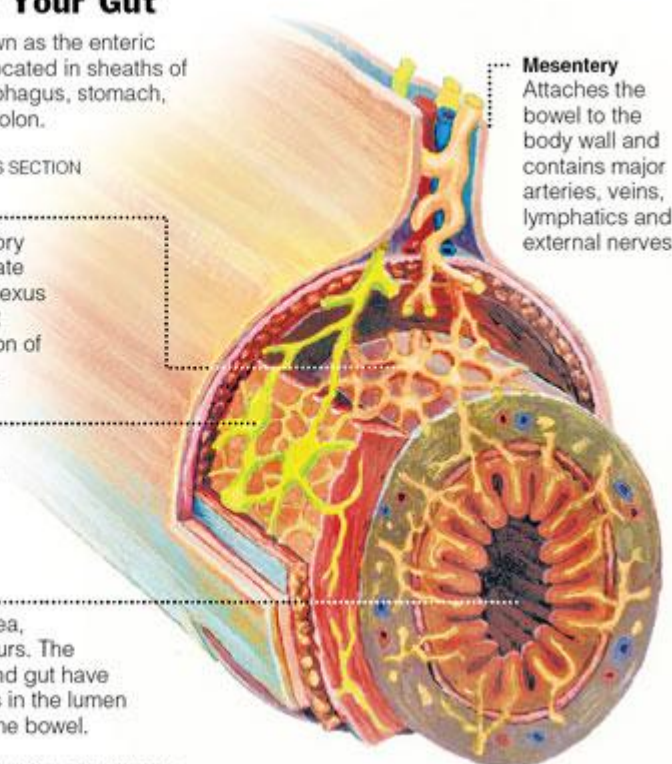
SMALL INTESTINE CROSS SECTION

Submucosal plexus
 Layer contains sensory cells that communicate with the myenteric plexus and motor fibers that stimulate the secretion of fluids into the lumen.

Myenteric plexus
 Layer contains the neurons responsible for regulating the enzyme output of adjacent organs.

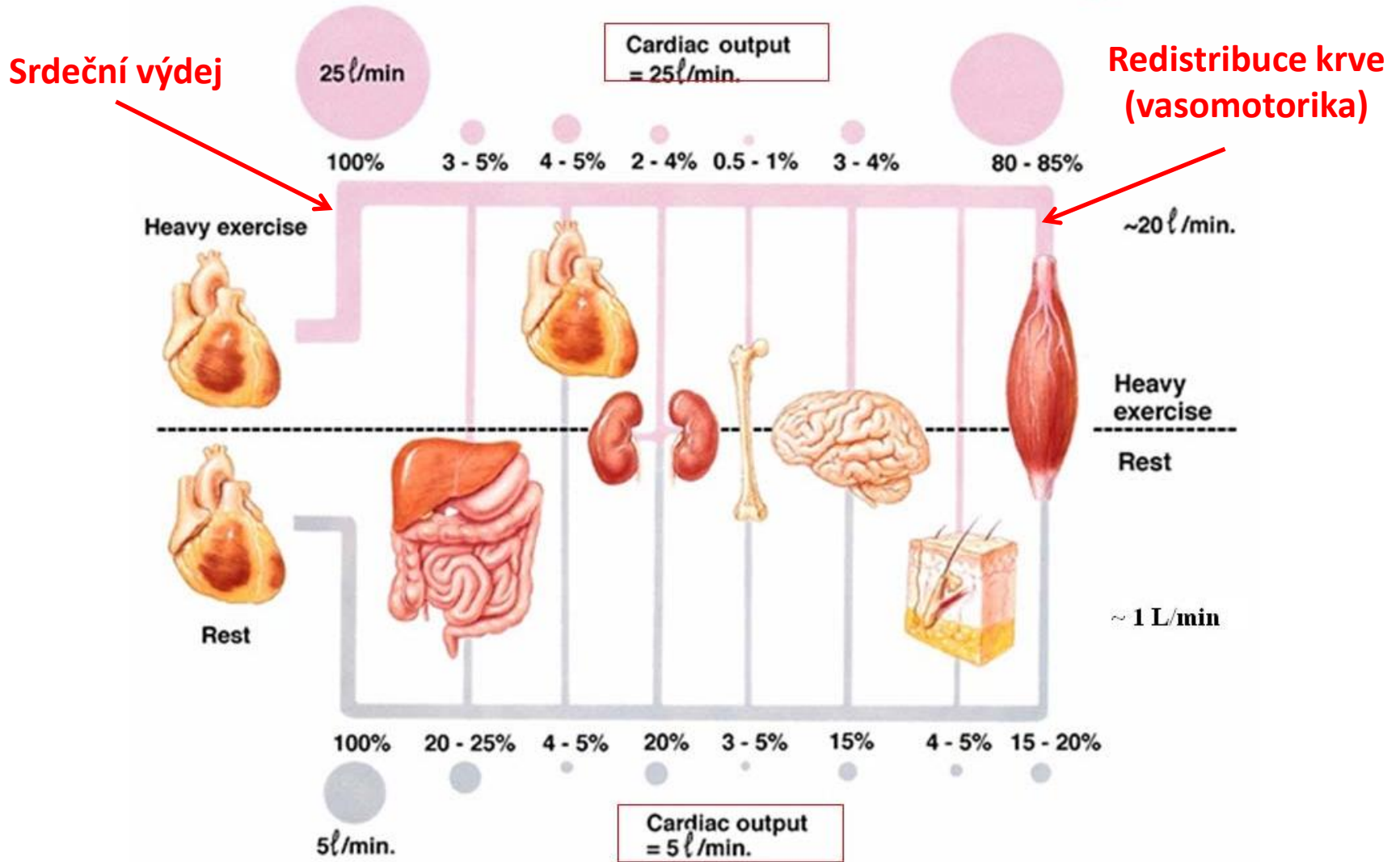
Lumen No nerves actually enter this area, where digestion occurs. The brains in the head and gut have to monitor conditions in the lumen across the lining of the bowel.

Source: Dr. Michael D. Gershon, Columbia University



<https://kin450-neurophysiology.wikispaces.com/file/view/gut.jpg/187924395/gut.jpg>

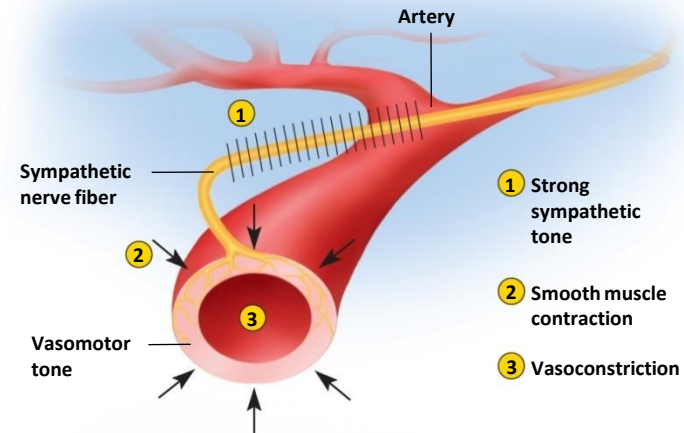
ANS a kardiovaskulární systém



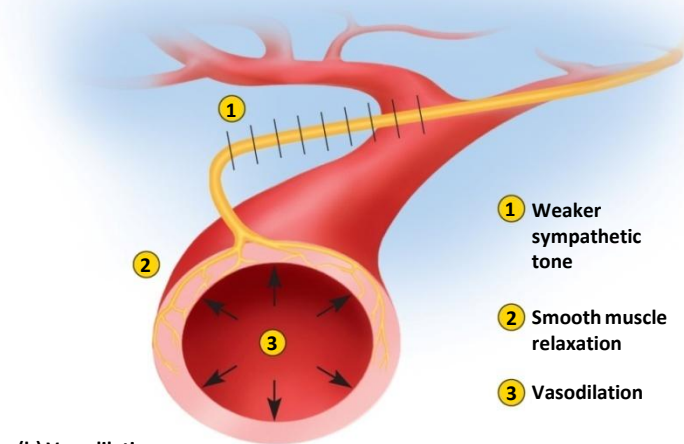
ANS a kardiovaskulární systém

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

- Ve vazomotorice hrají významnou roli lokální regulační mechanismy
- Sympatikus
 - Kontrakce cév v kůži
 - Dilatace ve svalech
- Parasympatikus
 - Dilatace cév v GIT



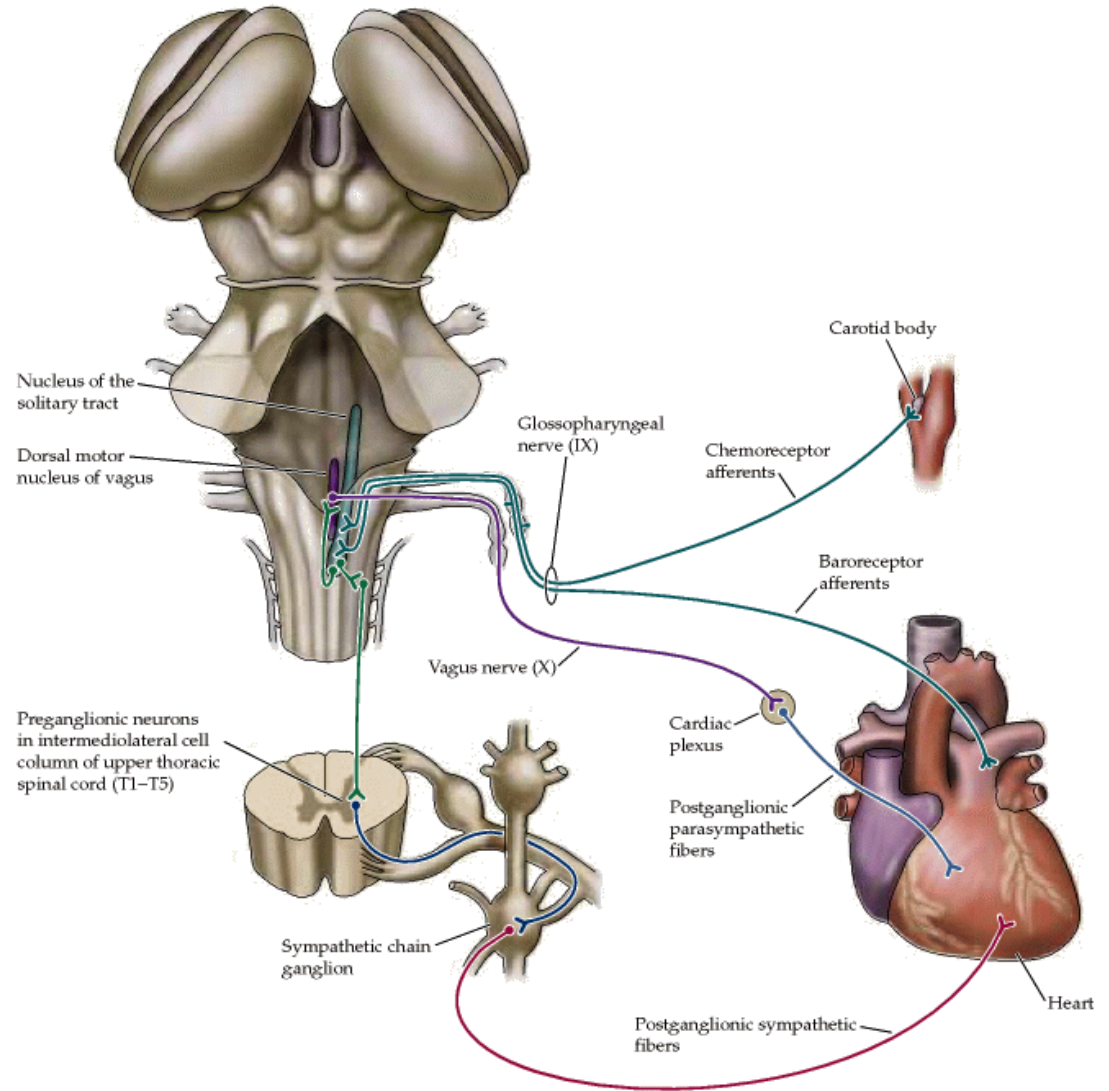
(a) Vasoconstriction



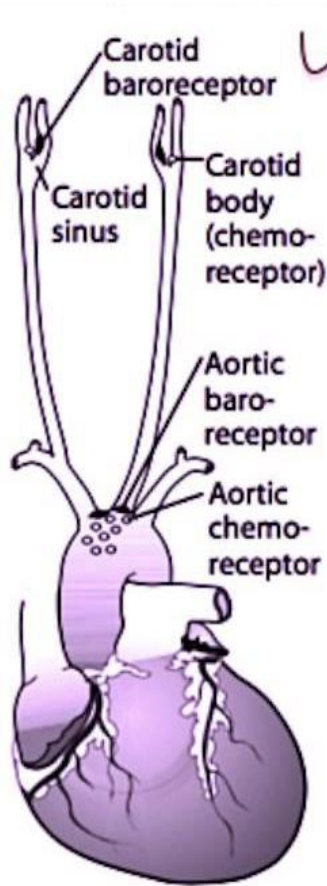
(b) Vasodilation

ANS a kardiovaskulární systém

- Sympatikus
 - Zvýšení srdeční frekvence
 - Zvýšení kontraktility
 - Zvýšení převodní rychlosti
- Parasympatikus
 - Snížení srdeční frekvence
 - Snížení kontraktility
 - Snížení převodní rychlosti



Baroreceptor a chemoreceptor



Receptors:

1. Aortic arch transmits via vagus nerve to medulla (responds only to \uparrow BP)
2. Carotid sinus transmits via glossopharyngeal nerve to solitary nucleus of medulla (responds to \downarrow and \uparrow in BP).

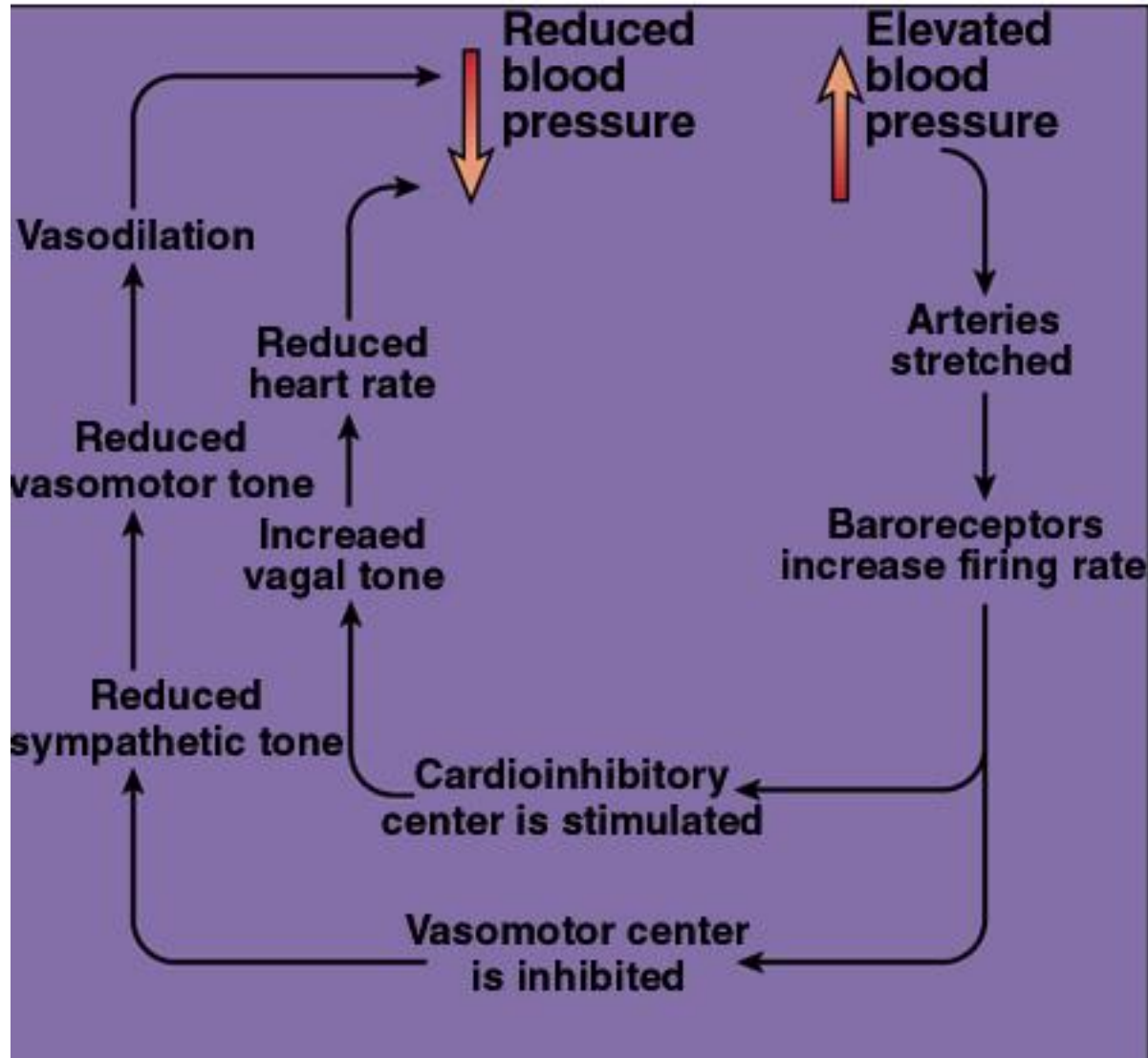
Baroreceptors:

1. Hypotension — \downarrow arterial pressure \rightarrow \downarrow stretch \rightarrow \downarrow afferent baroreceptor firing \rightarrow \uparrow efferent sympathetic firing and \downarrow efferent parasympathetic stimulation \rightarrow vasoconstriction, \uparrow HR, \uparrow contractility, \uparrow BP. Important in the response to severe hemorrhage.
2. Carotid massage — \uparrow pressure on carotid artery \rightarrow \uparrow stretch \rightarrow \uparrow afferent baroreceptor firing \rightarrow \downarrow HR.

Chemoreceptors:

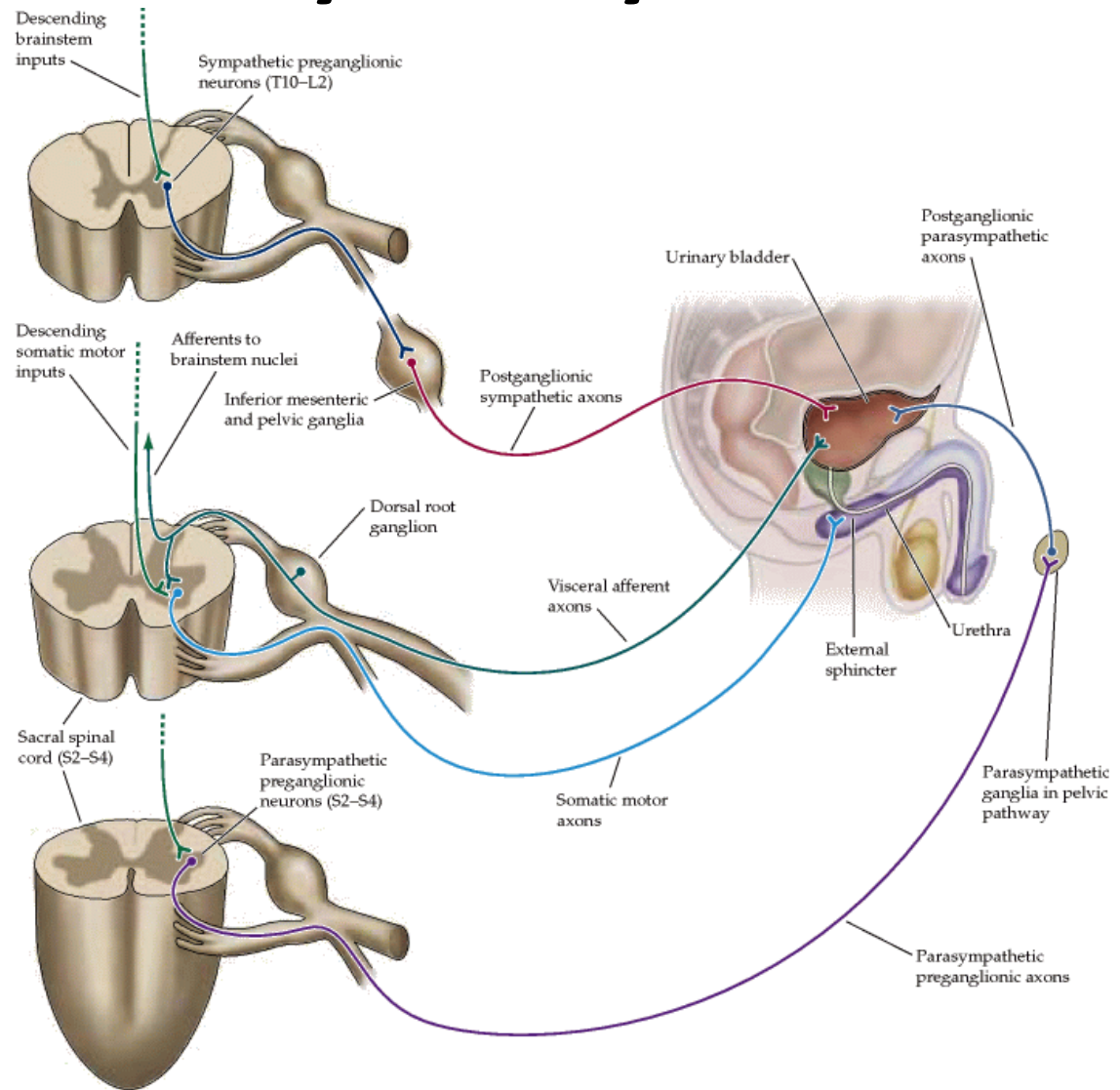
1. Peripheral — carotid and aortic bodies respond to \downarrow PO_2 (< 60 mmHg), \uparrow PCO_2 , and \downarrow pH of blood.
2. Central — respond to changes in pH and PCO_2 of brain interstitial fluid, which in turn are influenced by arterial CO_2 . Do not directly respond to PO_2 . Responsible for Cushing reaction — \uparrow intracranial pressure constricts arterioles \rightarrow cerebral ischemia \rightarrow hypertension (sympathetic response) \rightarrow reflex bradycardia. Note: Cushing triad = hypertension, bradycardia, respiratory depression.

Baroreflex



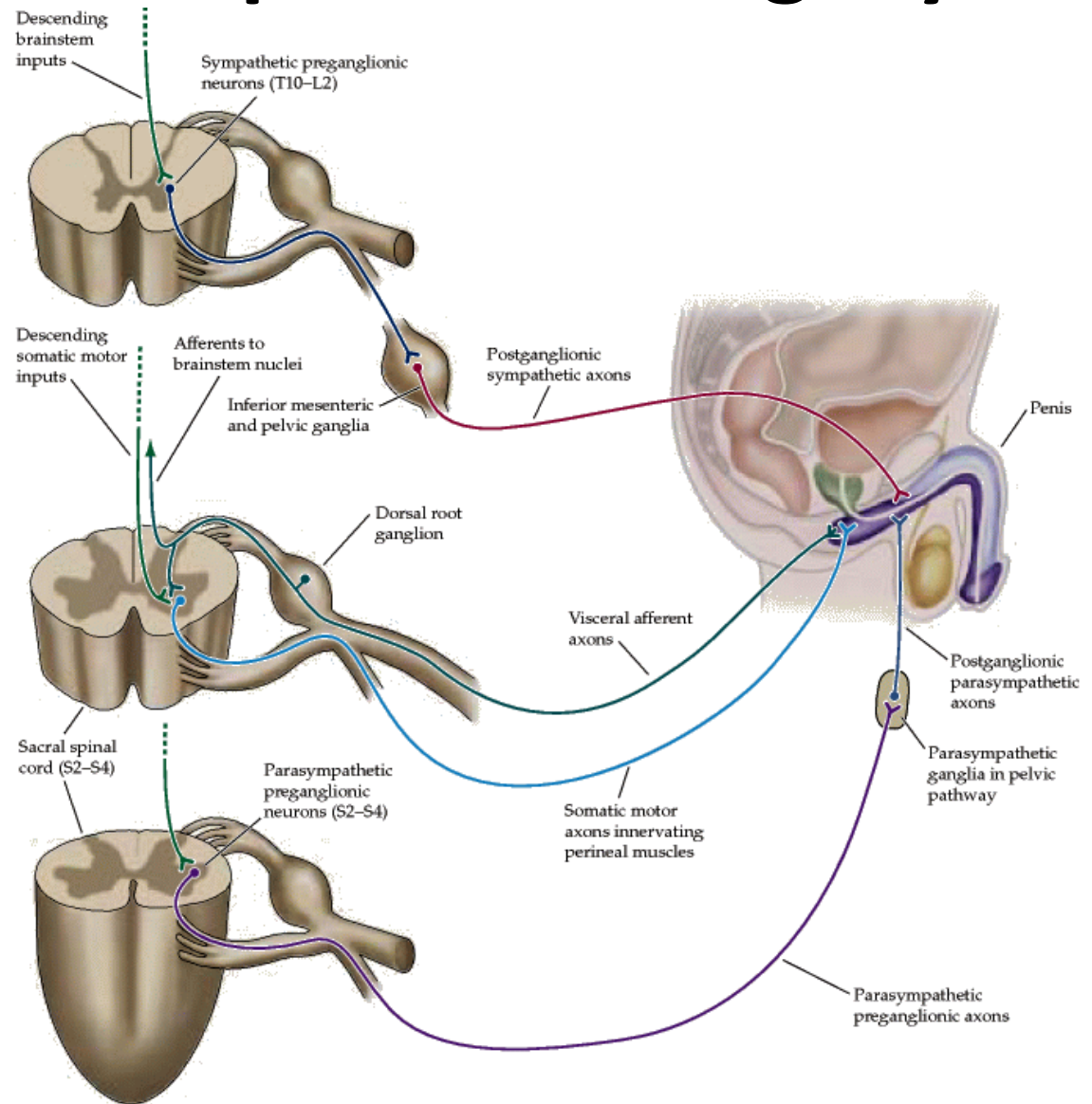
ANS a močový měchýř

- Sympatikus
 - Relaxace detrusoru
 - Kontrakce sfinkteru
- Parasympatikus
 - Kontrakce detrusoru
 - Relaxace sfinkteru

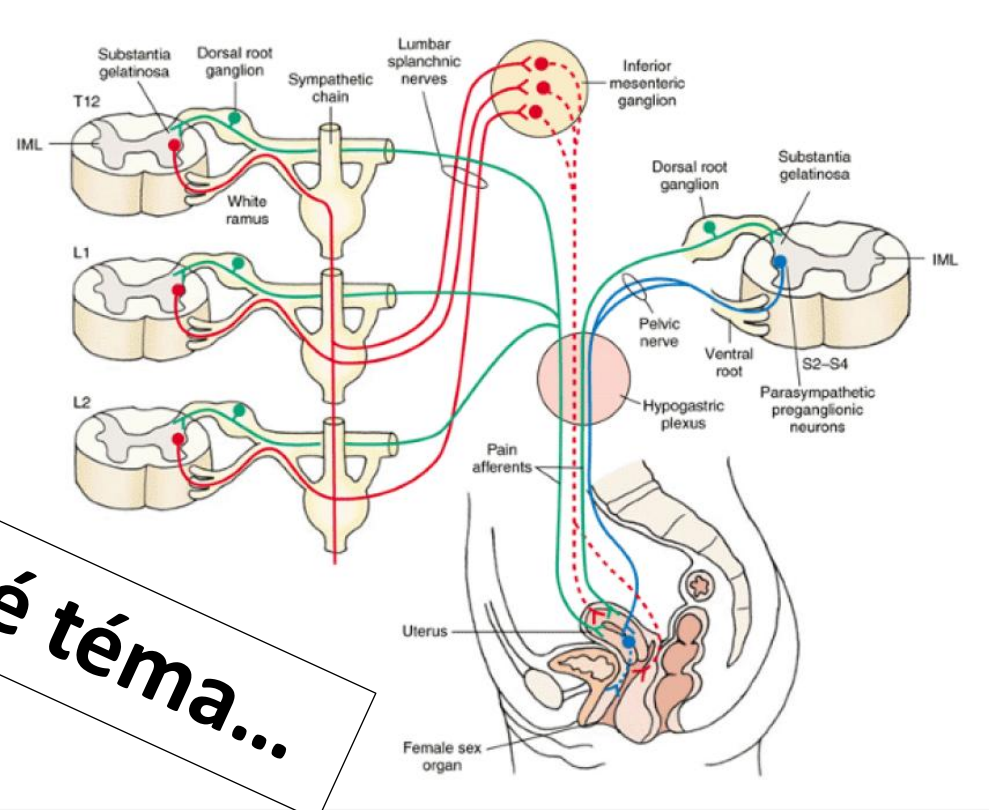


ANS a mužské pohlavní v orgány

- Parasympatikus
 - Erekcce
- Sympatikus
 - Ejakulace



ANS a ženské pohlavní orgány



Velmi komplikované téma...

Figure 22-10 Autonomic innervation of the female reproductive system (see text for details). Red = sympathetic nervous system, blue = parasympathetic nervous system. Solid lines = preganglionic fibers, dotted lines = postganglionic fibers. The green lines indicate pain afferents.