

AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTEM

MUDr. Ksenia Budinskaya

409542@mail.muni.cz

REGULACE

1. lokální/autoregulace

- fyzikální nebo chemická povaha
- jsou do značné míry autonomní

2. metabolická

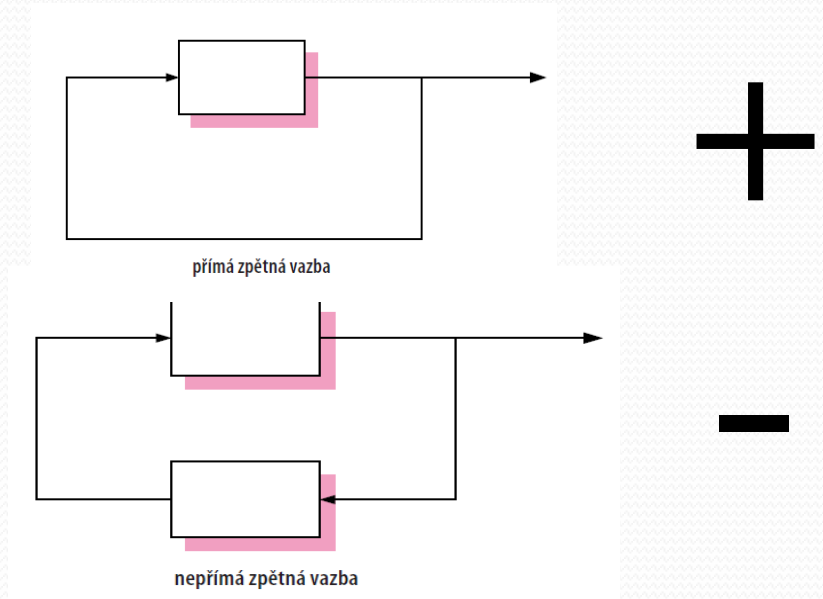
- regulace produkty metabolismu
- patří k lokální regulace

3. hormonální

- jsou látky chemické povahy, secernované specializovanými buňkami do krve nebo do mezibuněčné tekutiny, které působí na jiné tkáně prostřednictvím specifických receptorů a regulují řadu dějů v organismu
- slouží k pomalému a dlouhodobému přenášení signálů
 - endokrinní sekrece parakrinní sekrece autokrinní sekrece

4. nervová

- centrální nervový systém
- periferní nervový systém



AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

Autonomní nervový systém je součástí periferního nervového systému, jehož úlohou je udržovat optimální vnitřní podmínky organismu (homeostázu).

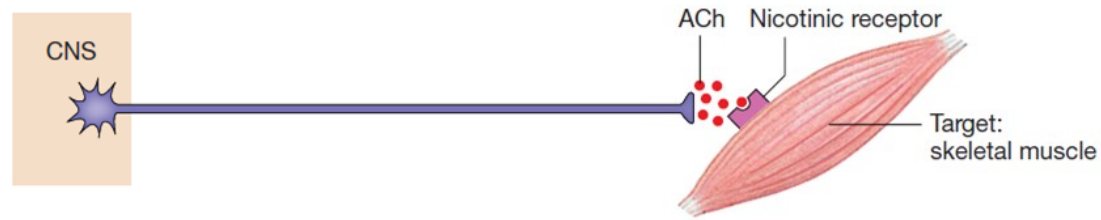
- Sympatický
 - Parasympetický
 - Enterický
- } nervový systém

Morfologie

- fokální lokalizace autonomních jader v CNS
- zhromaždění těl efektorových neuronů v podobě ganglií
- nervová dráha od vegetativního jádra do efektoru obsahuje dva neurony

ANS vs. SOMATICKÝ NS

SOMATIC MOTOR PATHWAY



AUTONOMIC PATHWAYS

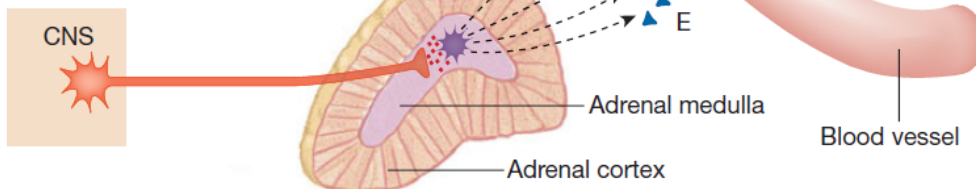
(a) Parasympathetic Pathway



(b) Sympathetic Pathway



(c) Adrenal Sympathetic Pathway



ANS vs. SOMATICKÝ NS

Comparison of Somatic Motor and Autonomic Divisions		
	SOMATIC MOTOR	AUTONOMIC
Number of neurons in efferent path	1	2
Neurotransmitter/receptor at neuron-target synapse	ACh/nicotinic	ACh/muscarinic or NE/ α - or β -adrenergic
Target tissue	Skeletal muscle	Smooth and cardiac muscle; some endocrine and exocrine glands; some adipose tissue
Neurotransmitter released from	Axon terminals	Varicosities and axon terminals
Effects on target tissue	Excitatory only: muscle contracts	Excitatory or inhibitory
Peripheral components found outside the CNS	Axons only	Preganglionic axons, ganglia, postganglionic neurons
Summary of function	Posture and movement	Visceral function, including movement in internal organs and secretion; control of metabolism

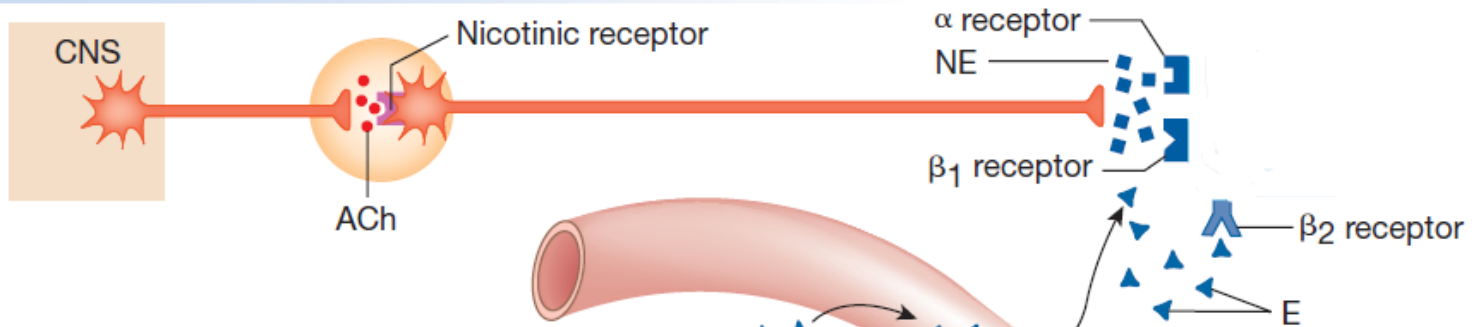
AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

AUTONOMIC PATHWAYS

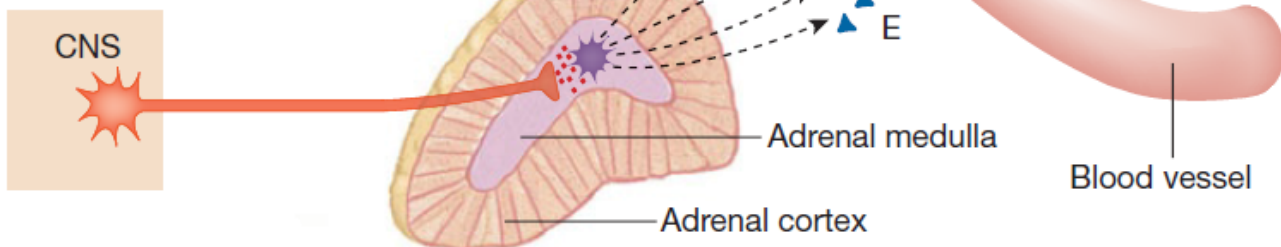
(a) Parasympathetic Pathway



(b) Sympathetic Pathway



(c) Adrenal Sympathetic Pathway



AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

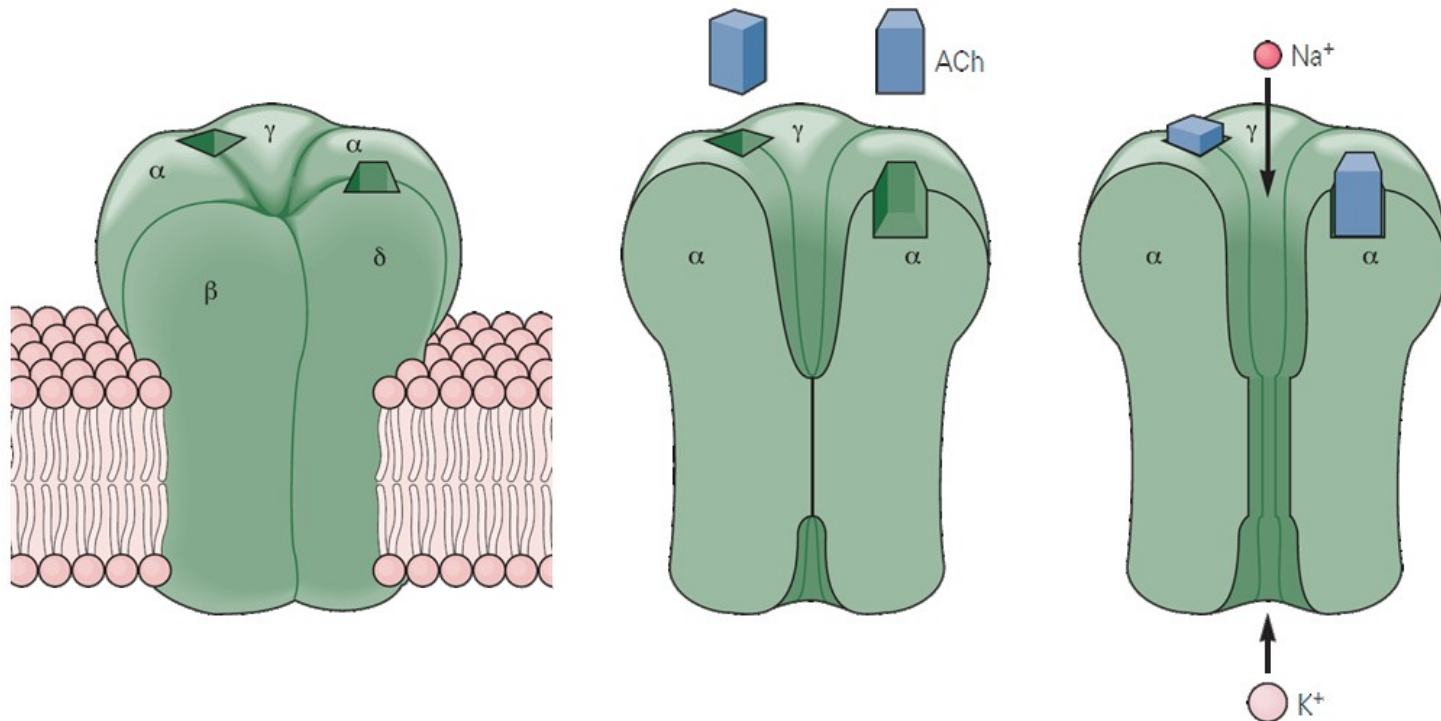
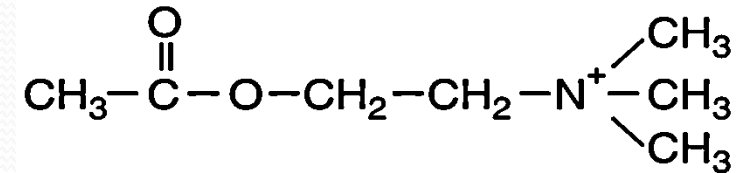
Pregangliová vlákna

- Sympatikus, Parasympatikus

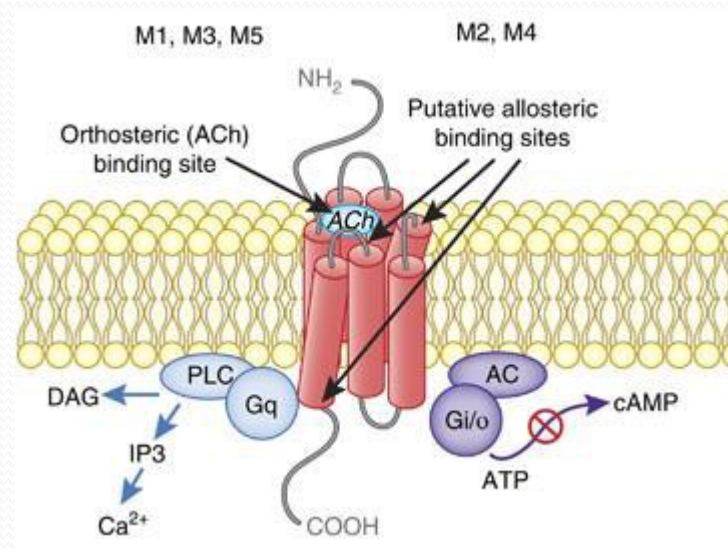
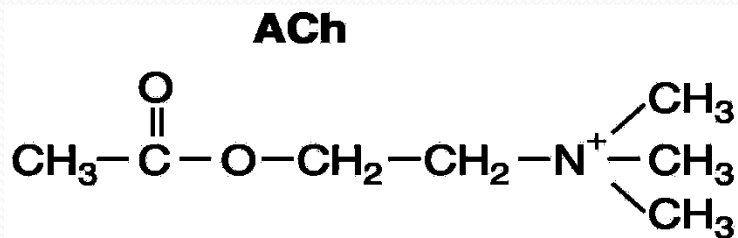
Nikotinový receptor (aktivovatelný nikotinem)

- Nervový (N_N) a svalový (N_M) typ
- rychlý krátký excitační účinek (zlomek sekundy) – rychlá inaktivace

ACh



AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM



Postgangliová vlákna

- Parasympatikus

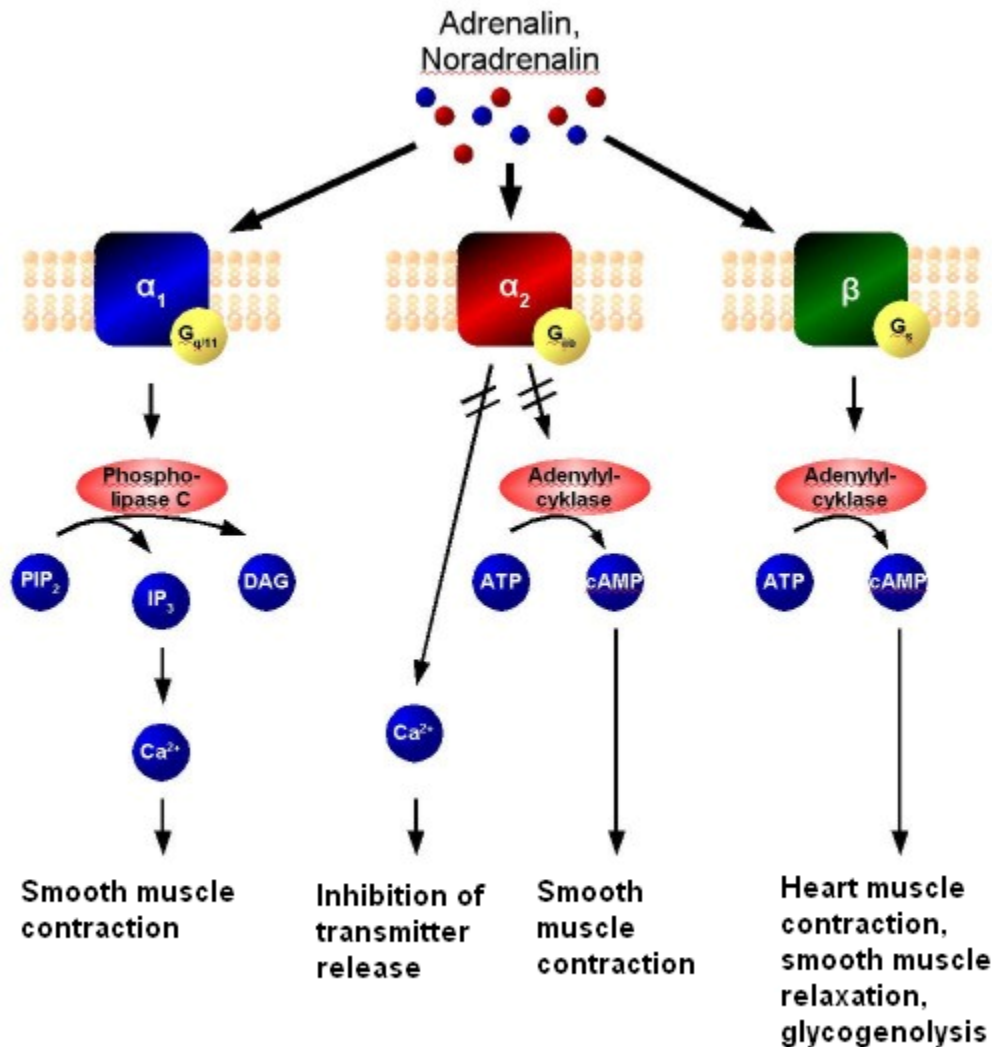
Muskarinový receptor

(aktivace muskarinem, jedem z muchomůrky červené)

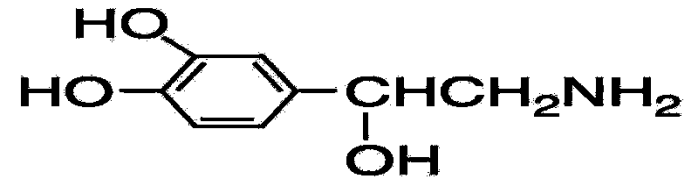
- pomalejší účinek

- Spřažený s G-proteinem
- Excitační (M₁, M₃, M₅)
- Inhibiční (M₂, M₄)

AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM



NE



Postgangliová vlákna sympatiku

energní receptor

přažený s G-proteinem

yp α – obecně excitační

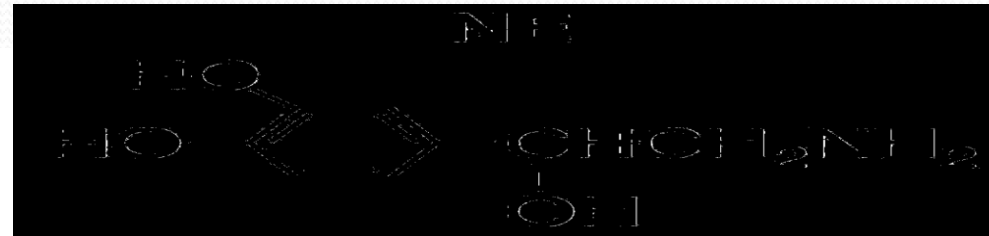
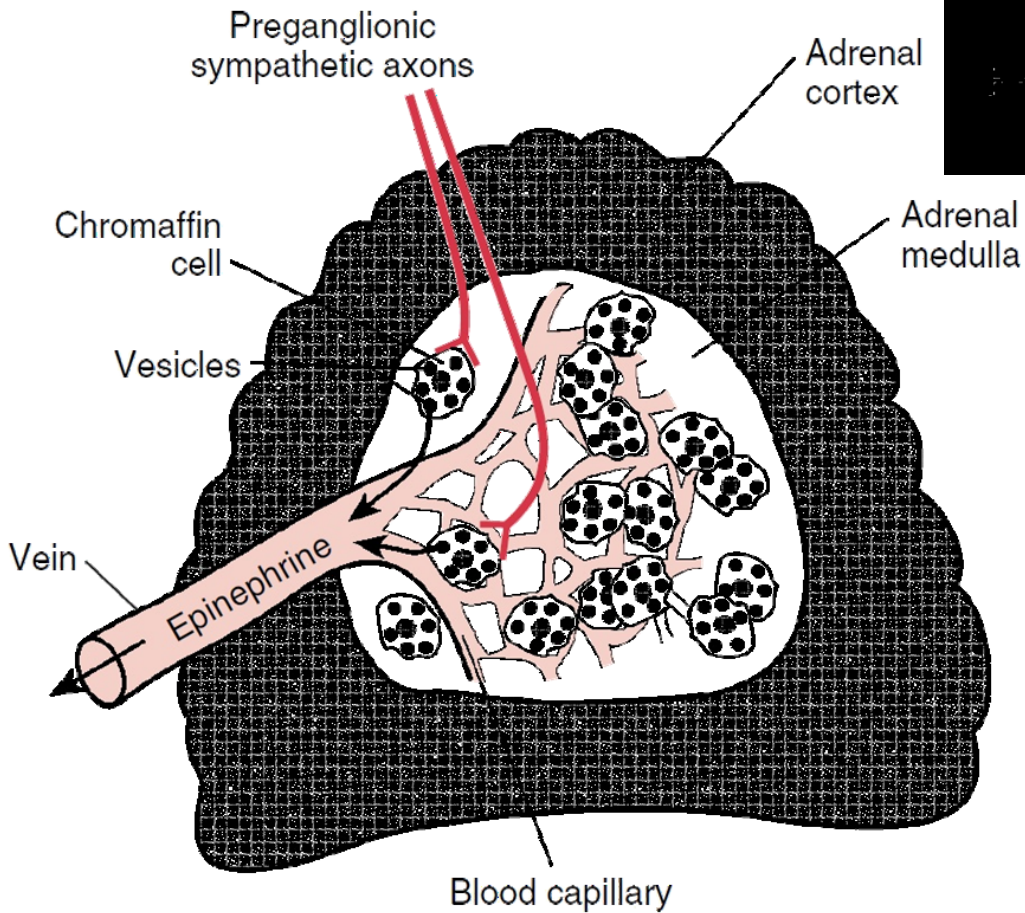
yp β – obecně inhibiční

Adrenalin má až 10x silnější účinek než nor-adrenalin

Cirkulující katecholaminy mají stejný účinek jako ty ze sympatických vláken (poločas rozpadu 2 minuty)

Sympatický efekt může trvat až 30 s, než jsou hormony inaktivovány (produkty rozpadu lze nalézt v moči)

AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM



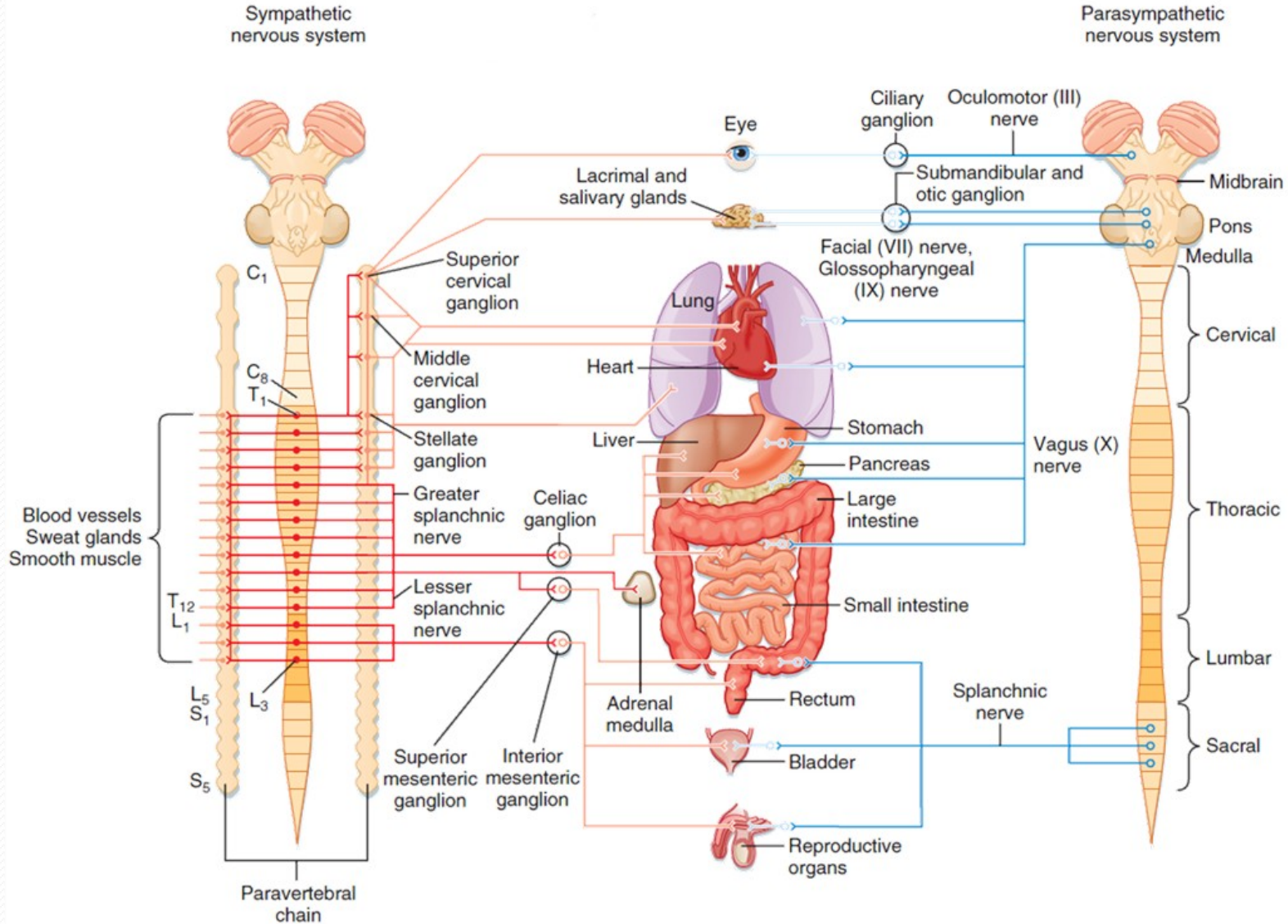
Dřeň nadledvin

- Modifikované sympatické ganglion
- Stresové hormony vylučuje do krve

AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

FIGHT OR FLIGHT

REST OR DIGEST



MOZKOVÁ CENTRA KONTROLUJÍCÍ ANS

Autonomic centers—brain stem and hypothalamus

1. Medulla

- Vasomotor center
- Respiratory center
- Swallowing, coughing, and vomiting centers

2. Pons

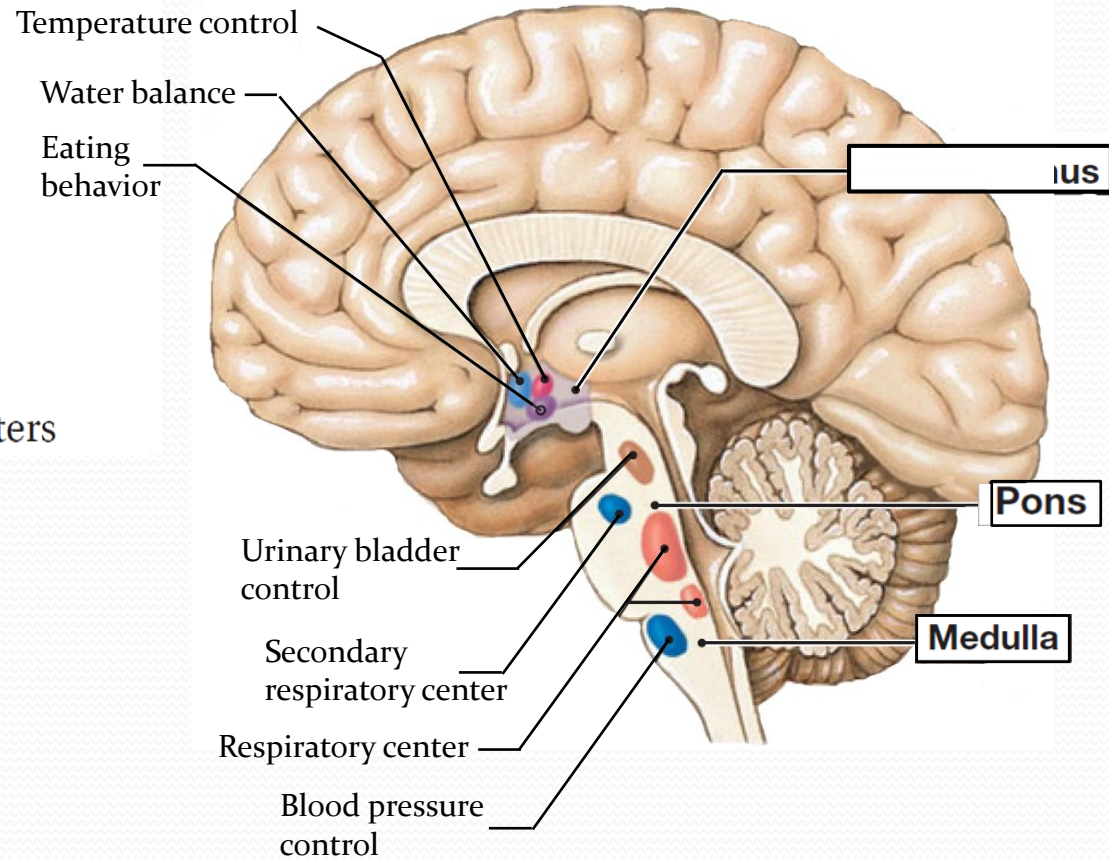
- Pneumotaxic center

3. Midbrain

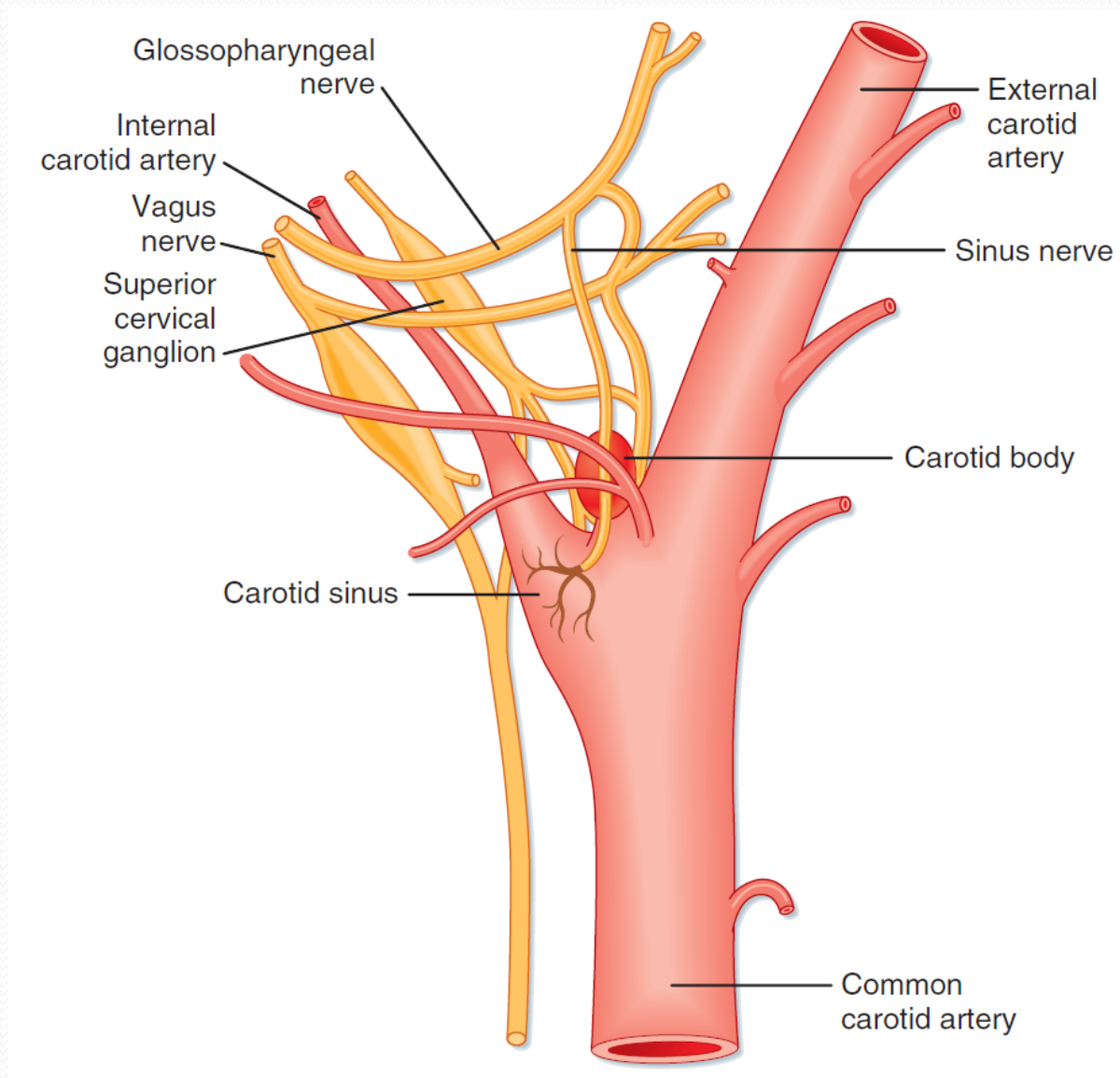
- Micturition center

4. Hypothalamus

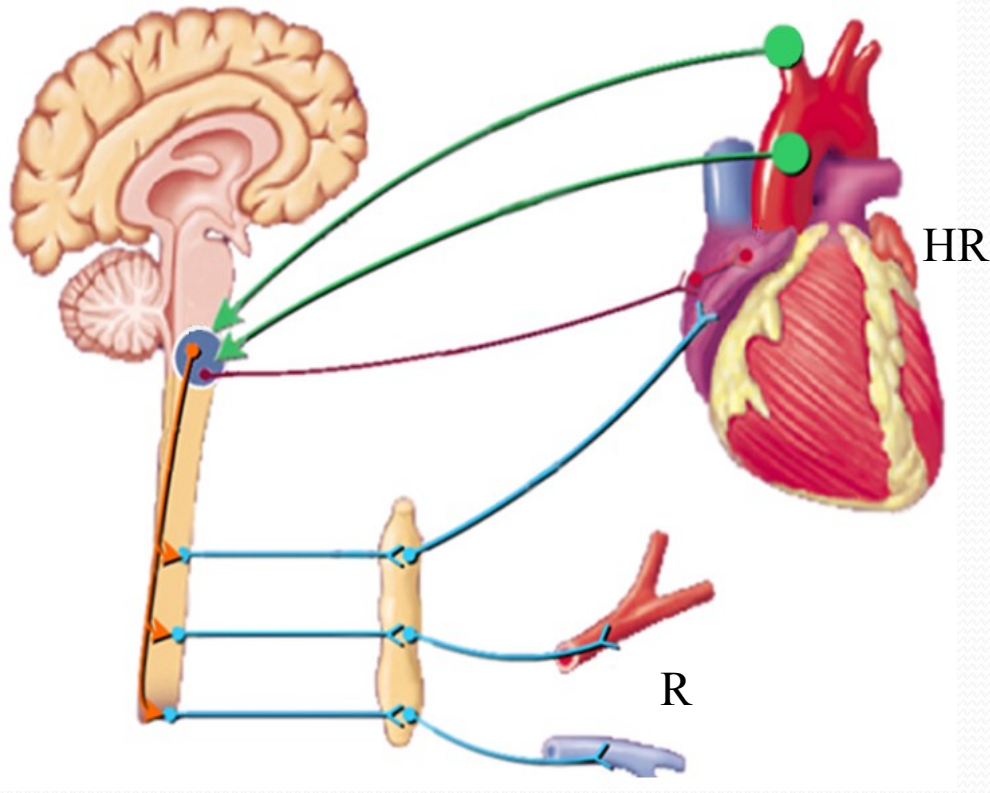
- Temperature regulation center
- Thirst and food intake regulatory centers



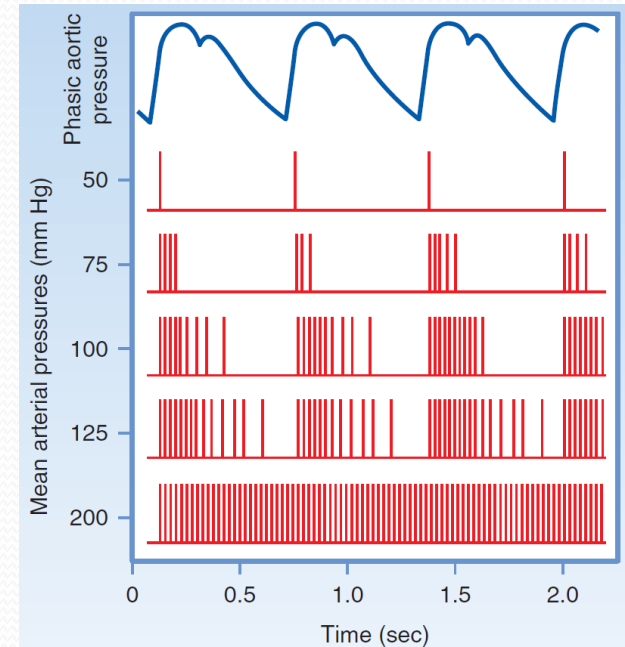
BARORECEPTORY VS. CHEMORECEPTORY



BAROREFLEX I



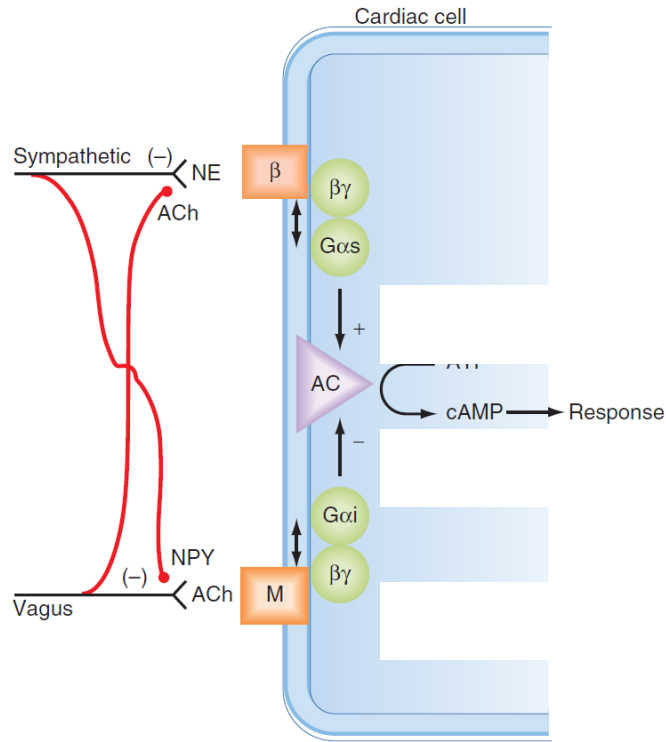
- aferentní vlákna
- parasympatická vlákna
- sympatická vlákna



- Inotropní
 - Chronotropní
 - Dromotropní
 - Batmotropní
- } efekt

$$BP = HR \times SV \times R$$

BAROREFLEX II



B ADRENORECEPTOR

↑ ADENYLÁTCYKLASA

↑ cAMP

↑ PROTEINKINAZA A

FOSFORYLACE Ca^{2+} KANÁLŮ

↑ Ca^{2+} INFLUX

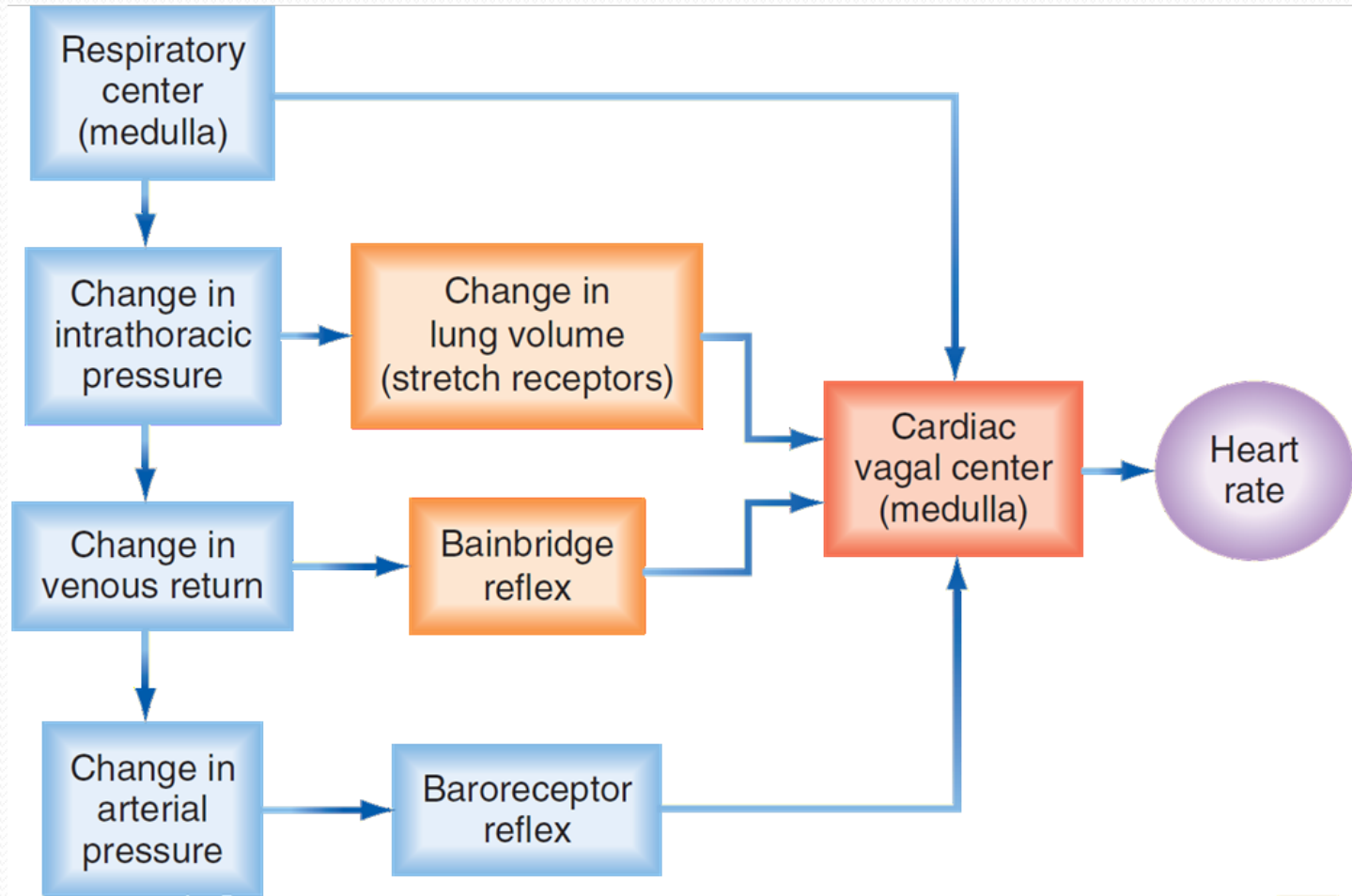
↑ KONTRAKTILITA

FOSFORYLACE TROPONINU I

↑ RYCHLOST RELAXACE
(LUSITROPNÍ EFEKT)

↓ DOBA KONTRAKCE

SINUSOVÁ ARYTMIE



Některé reflexy ANS

Okulokardiální reflex

- Tlak na oční bulby snižuje srdeční frekvenci (aktivace vagu)
- Používá se k potlačení nebo zastavení síňové tachykardie (snižuje vedení vzruchu v síních a převod na komory AV uzlem)

Nízkotlaký baroreflex

- větší rozepětí levé komory stimuluje baroreceptory – aferentace vagovými nervy do srdečních center v prodloužené míše - aktivace vagu a potlačení sympatické aktivity – vazodilatace, bradykardie- snížení TK
(třeba opravdu velké rozepjetí komory, takže není úplně jasné, k čemu reflex je)

Diving reflex (potápěcí reflex)

- Studená voda na obličeji vyvolá zástavu dechu, periferní vazokonstrikci a bradykardii

Somatosympatický reflex

- Bolest nebo svalová práce vyvolá vzestup arteriálního tlaku
- Aferentace somatickými (C1) nervy

chemoreflexy

Koronární chemoreflex (Bezoldov-Hirtov-Jarischov reflex)

- Látky aplikované do levé koronární tepny (veratridín, kapsaicin, některé kontrastní látky, látky produkované ischemickou tkání) vyvolají apnoi a pak hyperpnoi, hypotenzi, bradykardii (vagová aferentace)
(Možný zdroj hypotenze po IF. Neví se, k čemu je to dobré)

Chemoreflex

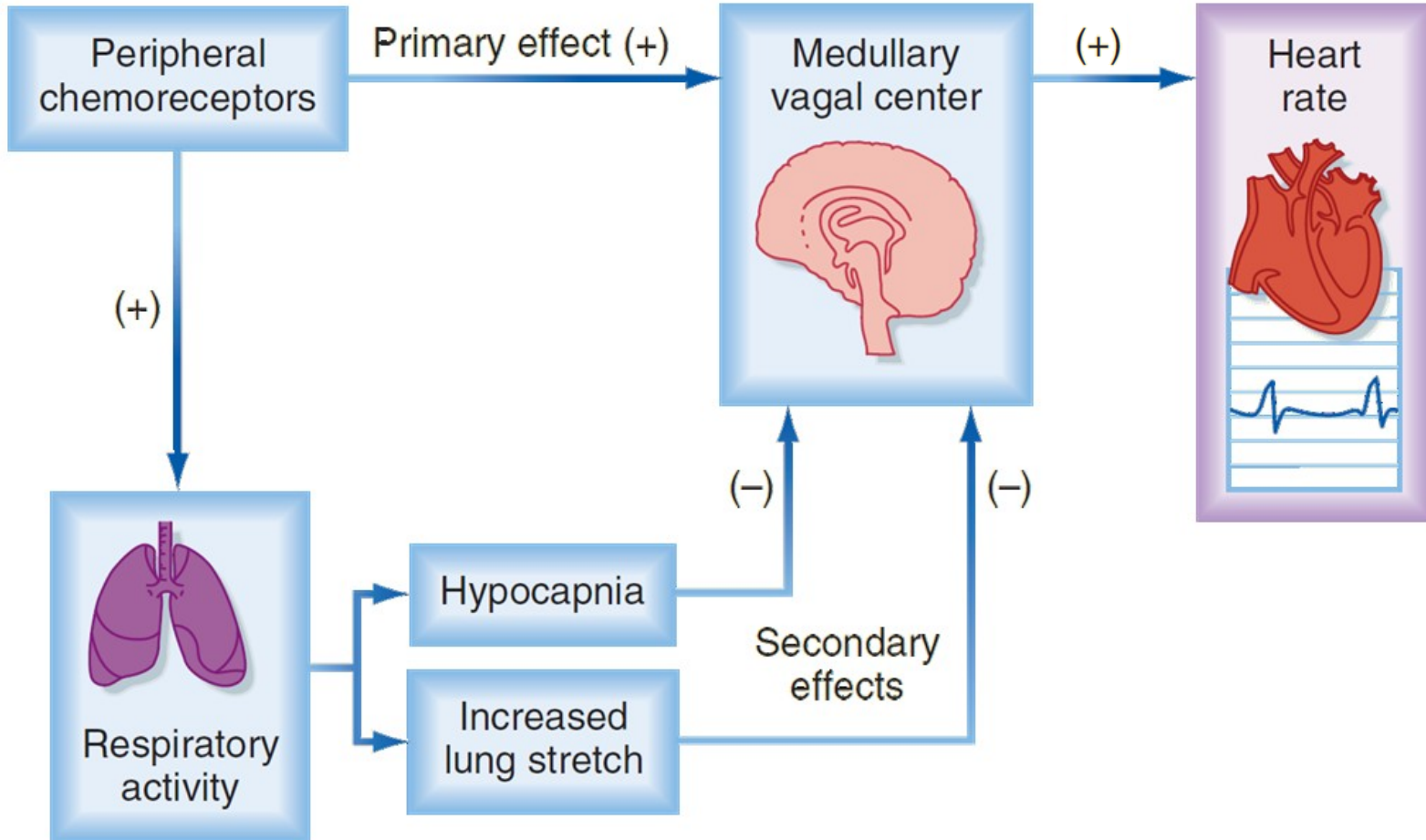
- Stimulace periferních chemoreceptorů hypoxií nebo hypoxií+hyperkapnií →aktivace sympatiku, vyplavení adrenalinu - vazokonstrikce, hyperpnoe – zvýšení TK a centralizace oběhu
- Prvotní odpověď chemoreflexu je tachykardie, ale vlivem baroreflexu dojde k bradykardii (bradykardie je důsledkem zvýšeného TK)
- Zdroj Mayerových vln při hypotenzi (vlny v krevním tlaku o periodě 10-20 s)
 - hypoxie při poklesu TK (průtoku krve) - stimulace chemoreceptorů - zvýší TK (stoupne průtok krve) – poklesne stimulace chemoreflexu – klesne TK – atd...

Cushingův reflex

- podnětem je centrální hypoxie způsobená zvýšených nitrolebním tlakem a utlačením cév zásobujícím mozkový kmen
 - vede k témuž – vazokonstrikce, bradykardie, hyperpnoe – cílem je zvýšit okysličení krve a zvýšit TK, aby „protlačil“ okysličenou krev do mozku

Baroreflex je silnější než chemoreflex

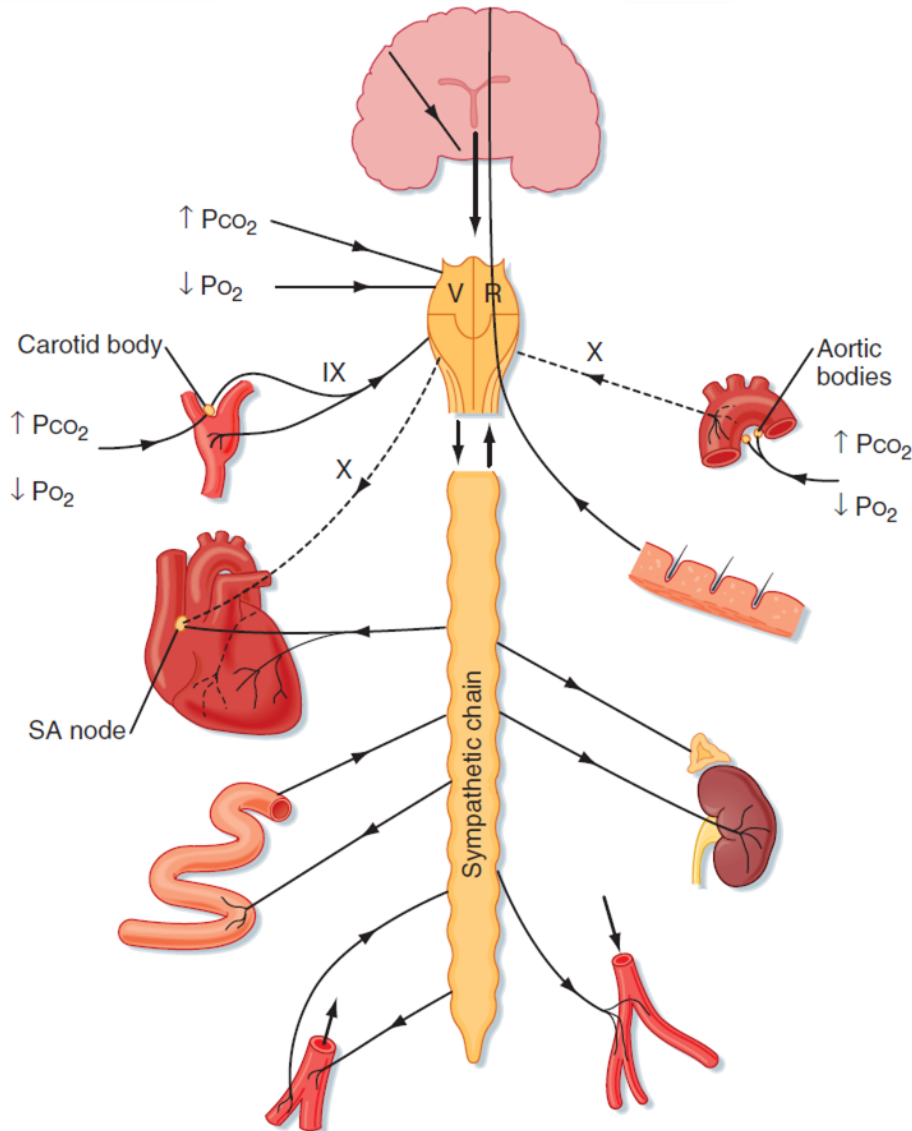
CHEMOREFLEX



Stimulace periferních chemoreceptorů → vazokonstrikce, bradykardie, hyperpnoe (bradykardie je důsledkem zvýšeného TK)

Cushingův reflex - centrální hypoxie vede k těmuž

VLIV ANS NA CÉVY

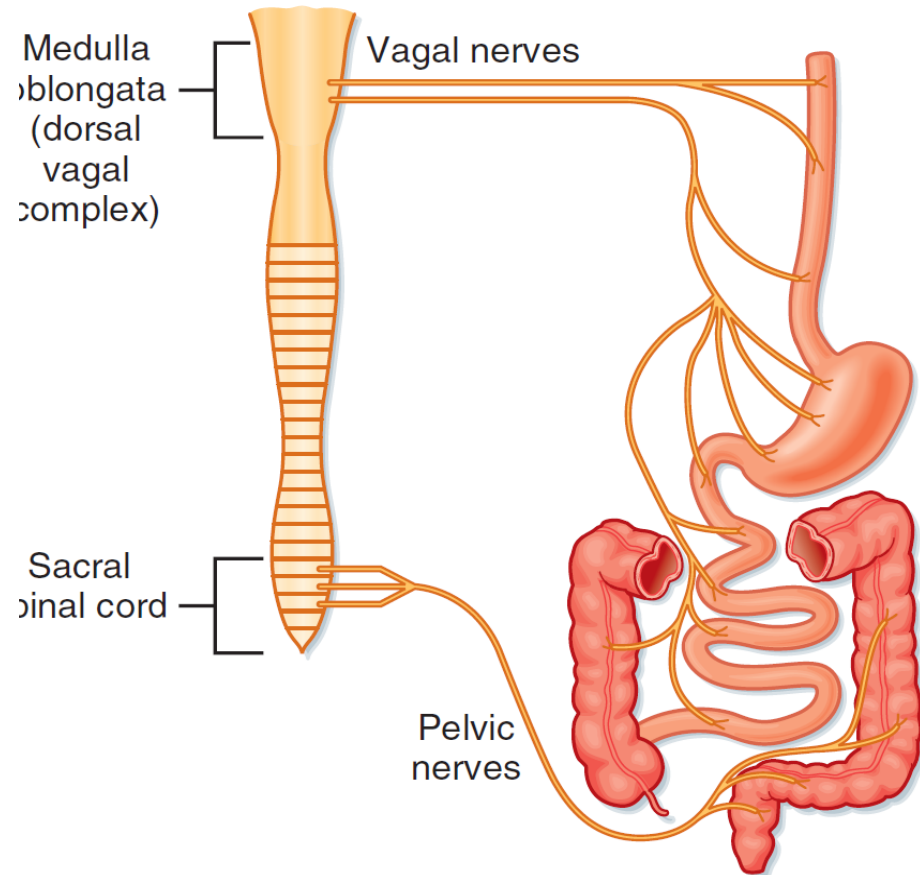
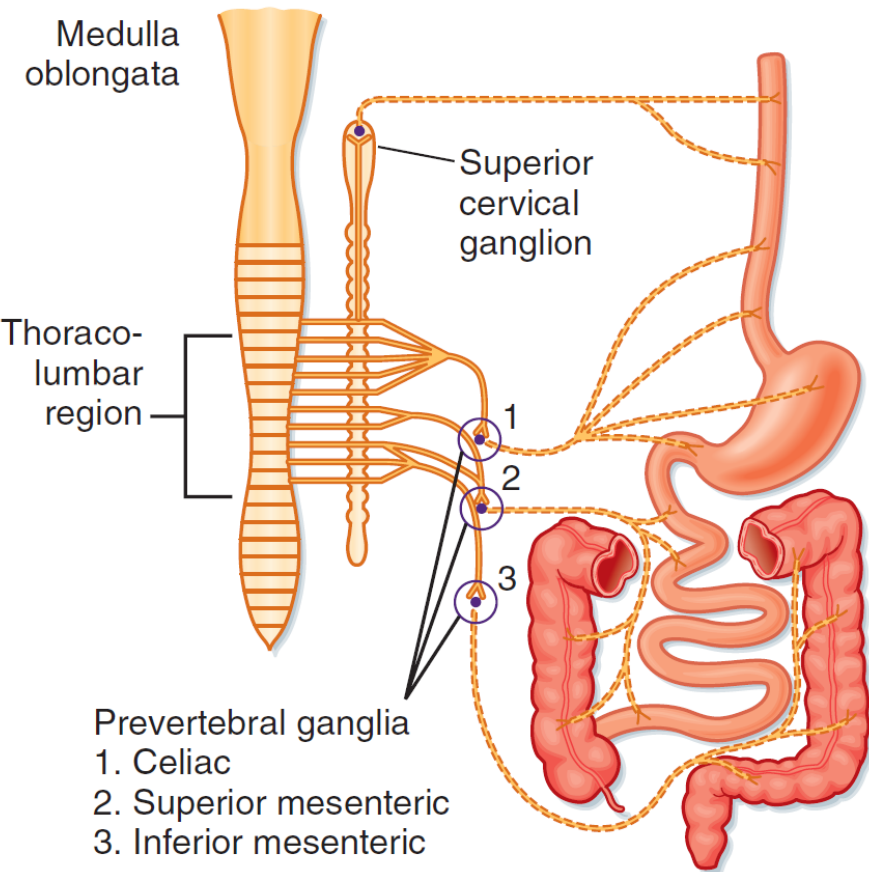


EFEKTORY	RECEPTORY	ADRENERGNI VZRUCH	CHOLINERGI VZRUCH
KORONÁRNÍ	α, β_2	K, D	D
KŮŽE A SLIZNICE	α	K	D
KOSTERNÍ SVÁL	α, β_2	K, D	D
MOZKOVÉ	α	K	D
PLICNÍ	α, β_2	K, D	D
ABDOMENÁLNÍ	α, β_2	K, D	-
ŽILY	α, β_2	K, D	-

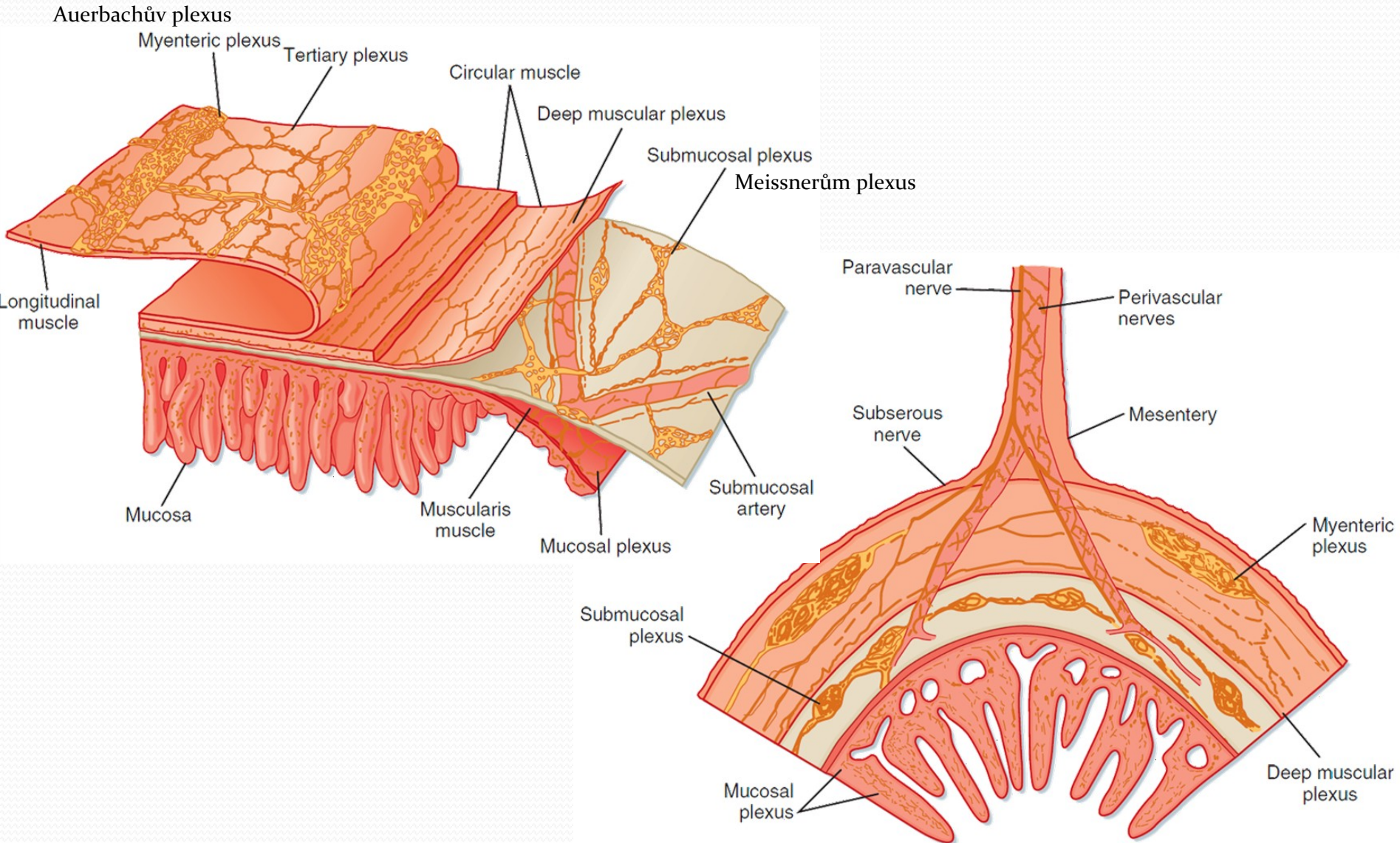
GIT. VLIV SNS A PNS

VLIV SNS

VLIV PNS



GIT. ENTERICKÝ NERVOVÝ SYSTÉM



GIT. ENTERICKÝ NERVOVÝ SYSTÉM

Inervovaný sympatikem a parasympatikem, ale dokáže pracovat autonomně

Myenterický (Auerbachův plexus)

- mezi longitudiální a cirkulární svalovou vrstvou – inervace těchto svalů
- Řízení motoriky GIT - peristaltika

Submukozní (Meissnerův plexus) – mezi střední cirkulární svalovou vrstvou a sliznicí

- Mezi střední cirkulární svalovou vrstvou a sliznicí
- Inervuje žlázový epitel, endokrinní buňky střeva, cévy v submukose (dilatace, NO, VIP) - řízení intestinální sekrece

Parasympatická inervace

- Pregangliová cholinergní vlákna inervují plexus, postgangliová vlákna jsou součástí plexů
- Zvyšují peristaltiku, relaxují svěrače, zvyšují tonus stěny

Sympatická inervace (postgangliová noradrenergní vlákna)

- Tlumení peristaltiku, relaxace stěny git, kontrakce svěračů, kontrakce cév
- Některá vlákna končí na postgangliových parasympatických neuronech a tlumí sekreci acetylcholinu

ANS A MOČOVÝ MĚCHÝŘ

Močení je míšní reflex modulovaný vyššími nervovými centry

Hladká svalovina má vlastní spontánní kontraktilitu (schopná kontrakce při velké náplni), ale stretch receptory ve stěně měchýře mají nižší práh citlivosti pro naplnění a vyvolají reflex dříve než by zareagoval samotný hladký sval

Reflexní kontrakce:

- Stimulace stretch receptorů při objemu moči cca 300-400 ml
- Aferentní vlákna (nn pelvici, parasympatické)
- Centrum reflexu v sakrální míše
- Parasympatická eferentace – kontrakce detrusoru a relaxace sfinkteru

Stimulace reflexu před kritickým naplněním měchýře – ovlivnění facilitačními a inhibičními centry v mozkovém kmeni

- Facilitační centra – v pontu a zadním hypotalamu
- Inhibiční – střední mozek
- Přetětí míchy na pontem – menší náplň měchýře vyvolá reflex
- Léze v gyrus frontalis – snížená potřeba močit

Měchýř se může stáhnout na volní popud facilitací míšního mikčního reflexu, i když je skoro prázdný

Přetětí míchy (plegie) – při prvotním spinálním šoku je měchýř ochablý a nereaguje, v chronické fázi měchýř podléhá pouze sakrálnímu reflexu (bez facilitace, inhibice, volní kontroly), někdy se stává mikční reflex hyperaktivní – kapacita se snižuje, stěna hypertrofuje (spastický neurogení měchýř)

ANS A MOČOVÝ MĚCHÝŘ

SYMPATIKUS

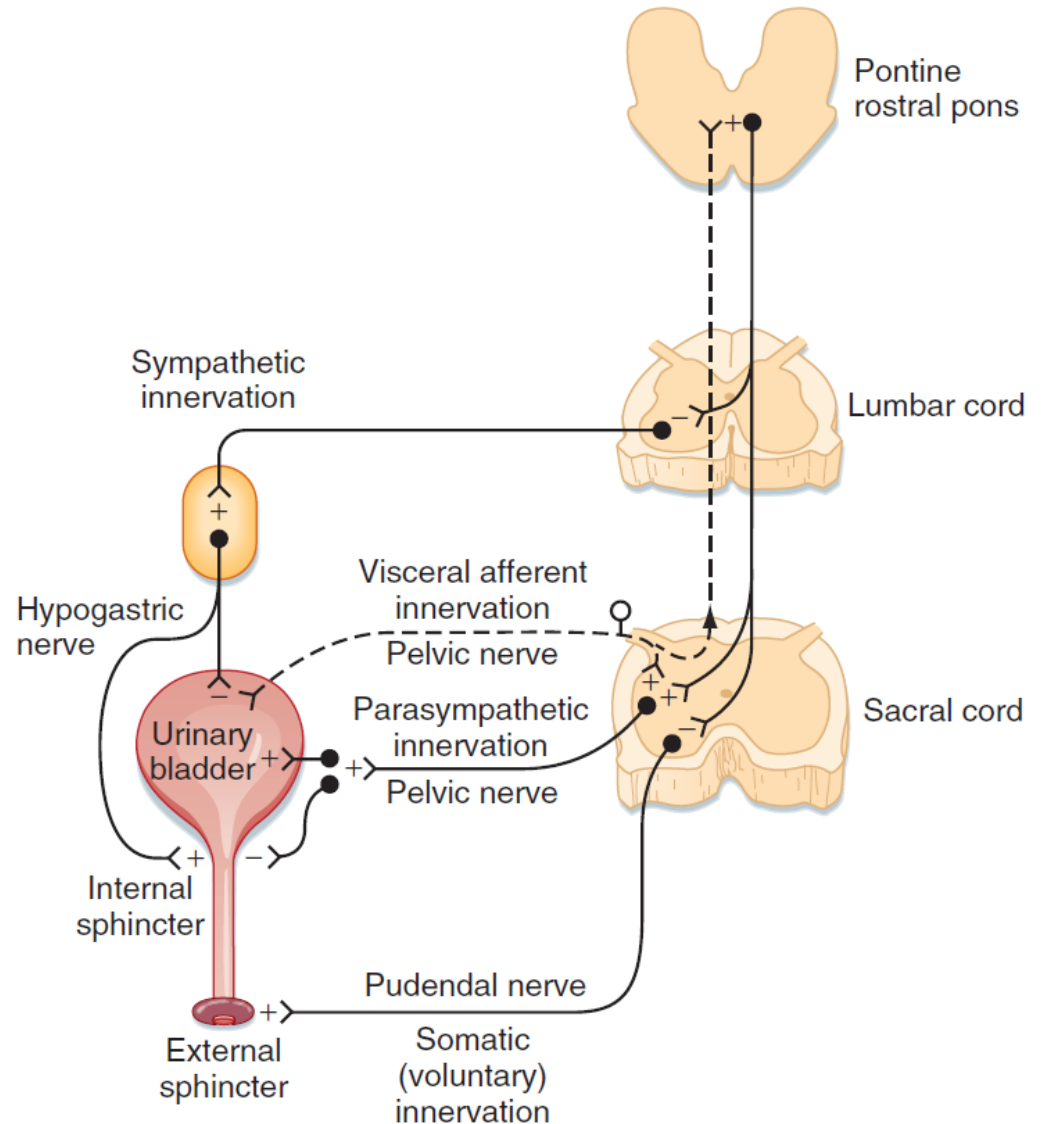
DETRUSOR	RELAXACE
----------	----------

SFINKTER	KONTRAKCE
----------	-----------

PARASYMPATIKUS

DETRUSOR	KONTRAKCE
----------	-----------

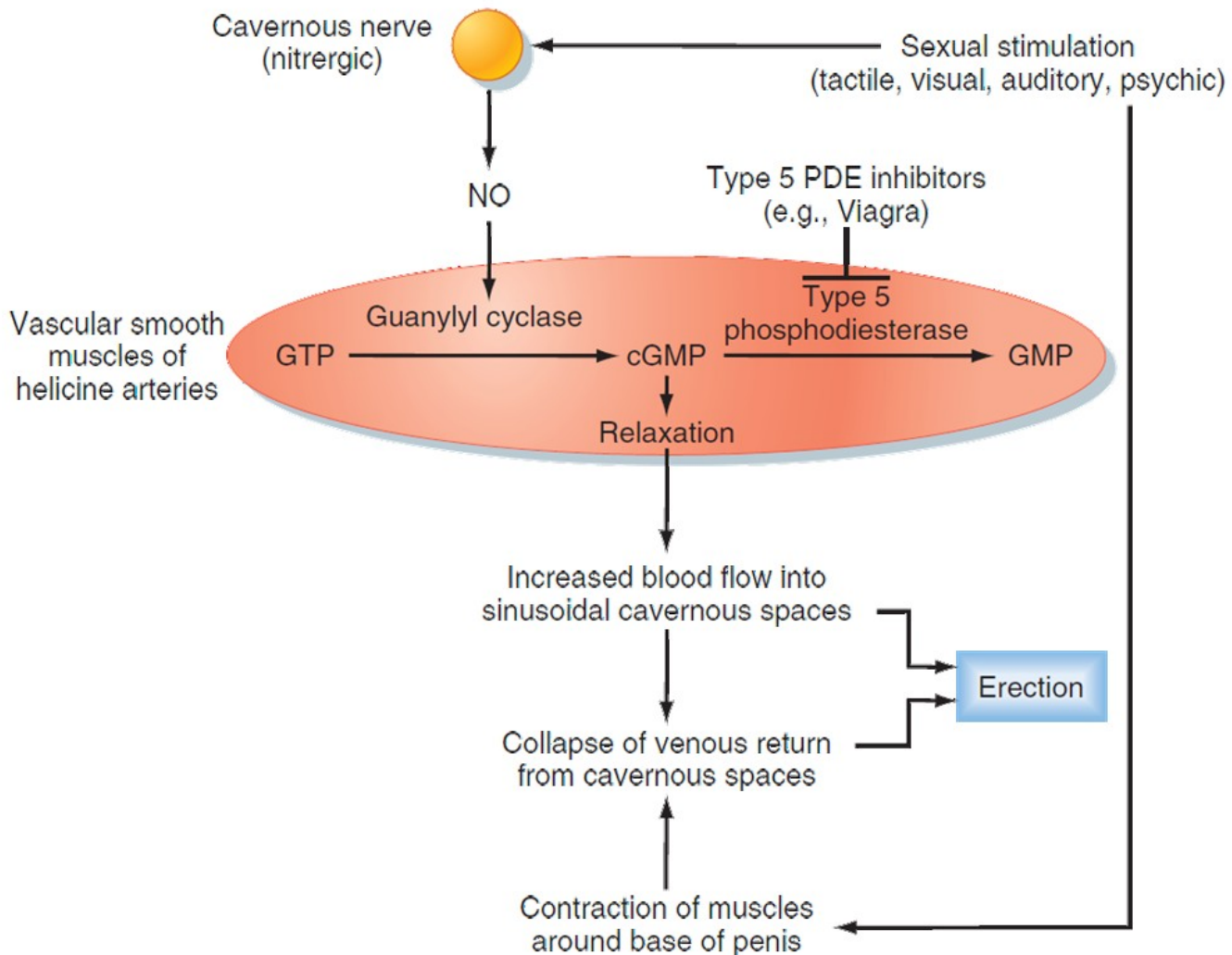
SFINKTER	RELAXACE
----------	----------



NEUROGENNÍ MOČOVÝ MĚCHÝŘ

NÁZEV	PŘÍZNAKY
Neinhibovaný neurogenní močový měchýř	Léze: nad pontinním centrem mikce Příznak: snížené uvědomění o plnosti močového měchýře může dojít k inkontinenci
Detruzoro-sfinkterová dyssynergie	Léze: mezi pontinním centrem mikce a sakrální míchou Příznak: detrusor je obvykle spastický; současná kontrakce detruzoru a močového svěrače zvyšují tlak v močovém měchýři; může vést k vezikoureterálnímu refluxu a poškození ledvin
Smíšený typ A	Léze: poškození sakrální míchy na jádře detruzoru s intaktním pudendálním jádrem Příznaky: detrusor sval je ochablý, močový měchýř je velký, vnější močový svěrač je spastický, inkontinence méně častá
Smíšený typ B	Léze: poškození sakrální míchy na pudendálním jádře s intaktním detrusorem Příznaky: močový měchýř je spastický a externí močový svěrač je ochablý; inkontinence je častá
Porucha níže uloženého motorického neuronu	Léze: sakrální mícha; hrudní sympatická inervace do dolních močových cest je zachována Příznak: močový měchýř je velký a hypotonický, méně častá inkontinence

REGULACE SEXUÁLNÍCH FUNKCÍ



SYMPATICKÝ NERVOVÝ SYSTÉM

PREGANGLIOVÁ CHOLINERGNÍ ZAKONČENÍ
nadledviny (aktivují sekreci katecholaminů - adrenalinu)

POSTGANGLIOVÁ CHOLINERGNÍ ZAKONČENÍ
aktivace potních žláz

**POSTGANGLIOVÁ
ADRENERGNÍ ZAKONČENÍ**

SRDCE

pozitivní chronotropní vliv
pozitivní dromotropní vliv
pozitivní inotropní vliv

KŮŽE

kontrakce napřimovačů (aerektorů) kožních chlupů
dilatace kožních (a svalových) cév

PLÍCE

dilatace bronchů (beta2)

SYMPATICKÝ NERVOVÝ SYSTÉM

MOČOVÝ SYSTÉM

v ledvinách aktivace sekrece reninu (beta1)

snižují napětí detruzoru (beta2) a kontrahují sfinkter močového měchýře

POHLAVNÍ ÚSTROJÍ

u muže způsobuje ejakulaci (alfa 1)

kontrakce dělohy u těhotných žen (alfa 1) a tokolýza (beta 2)

GIT

kontrakce žaludečního a střevních sfinkterů (alfa1)

snížení napětí svaloviny žaludku a střeva

snížení napětí žlučníku

inhibice sekrece inzulínu (alfa2)

aktivace sekrece inzulínu (beta2)

inhibice exokrinní sekrece

ovlivnění glukoneogeneze v játrech (beta2 a alfa1)

PARASYMPATICKÝ NERVOVÝ SYSTÉM

SRDCE

negativní chronotropní vliv
negativní dromotropní vliv
negativní inotropní vliv

PLÍCE

kontrakce svaloviny bronchů
zvýšení bronchiální sekrece

MOČOVÝ SYSTÉM

kontrakce močovodu
kontrakce detrusoru a snížené
napětí sfinkteru v močovém
měchýři

GIT

zvyšuje tonus v žaludku a střevech
snižuje napětí sfinkterů
aktivuje žaludeční a střevní sekreci
kontrakce žlučníku
aktivace glykogeneze v játrech
aktivace exokrinní sekrece

POHLAVNÍ ÚSTROJÍ

erekce způsobená vazodilatací (u obou pohlaví)