

**Autonomní
(samovolní)
nervová soustava**



Sympathicus

fight or flight



Parasympathicus

rest or digest



Hlavní funkce

mimovolní motorika (= visceromotorika)

- kontrakce a relaxace hladkých svalů
- funkce všech exokrinních a některých endokrinních žláz
- srdeční rytmus
- některé metabolické pochody

dříve označován jako „vegetativní systém“

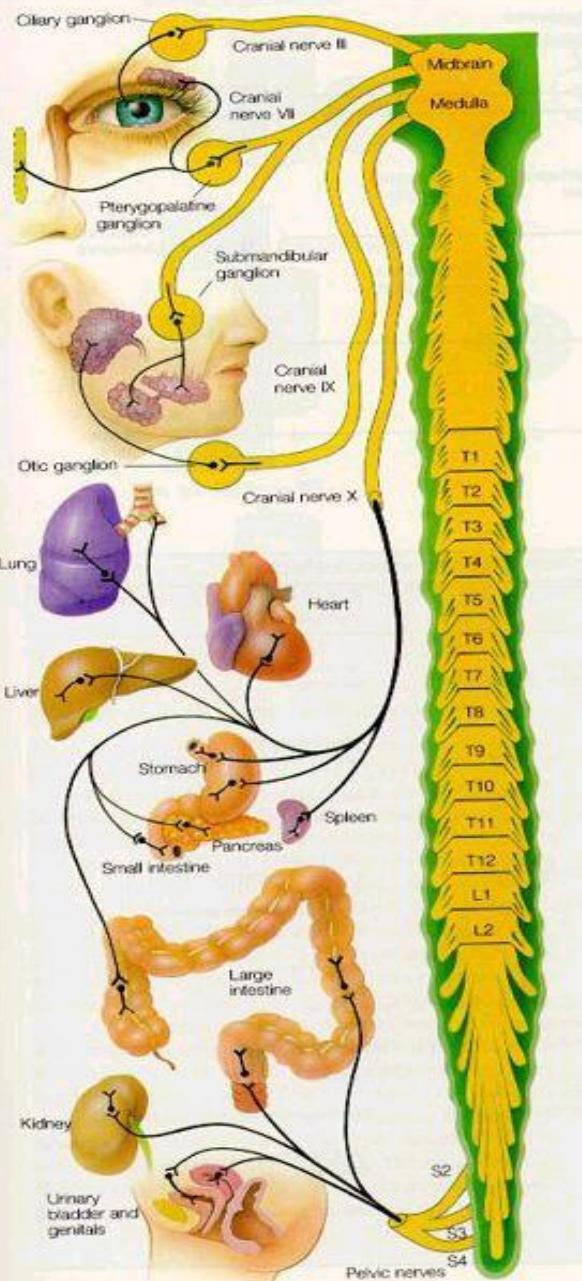
Dělení autonomní nervové soustavy

- sympathikus – *fight or flight*
- parasympatikus – *rest or digest*
- enterický systém

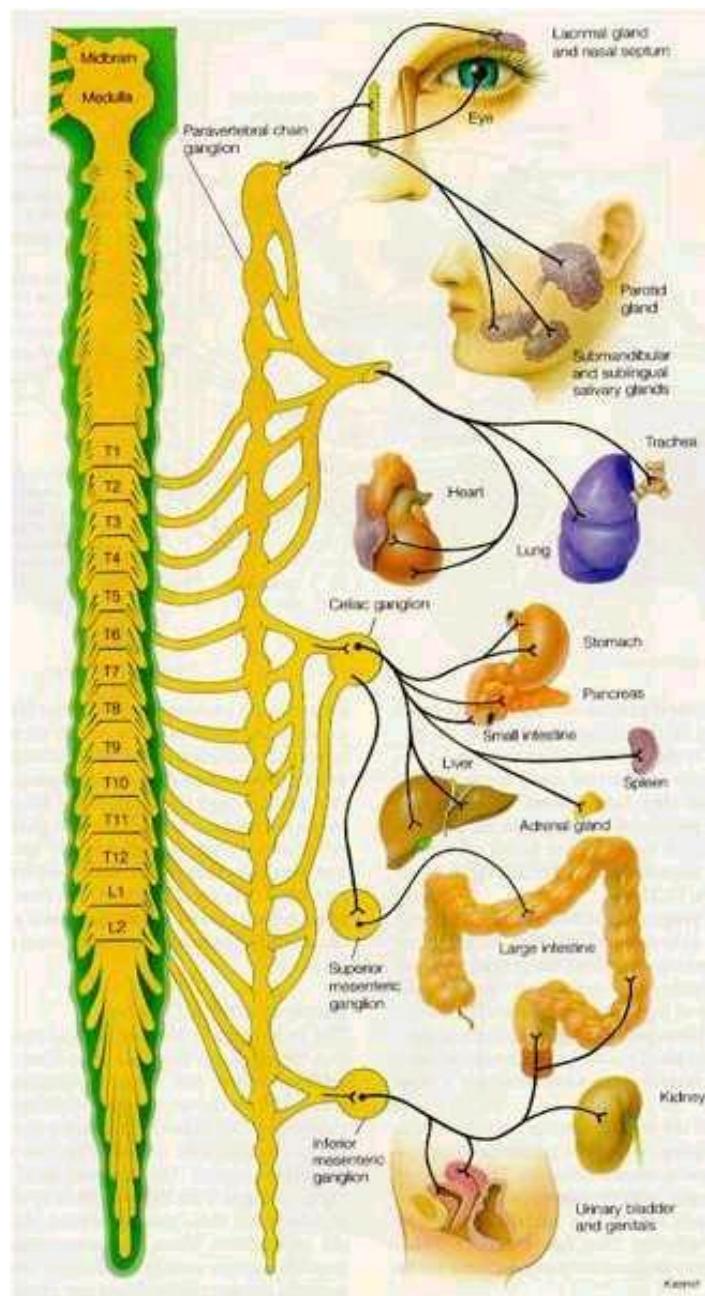
Druhy podnětů ve vláknech ANS

- jádra v CNS → **visceromotorická vlákna**
→ autonomní ganglia (integrační pochody informací z CNS a ANS)
- volná nervová zakončení →
viscerosenzitivní vlákna → ggl. spinale nebo ggl. n.VII, IX, X
 - *nejsou funkčně součástí ANS !!!*
 - mechanoreceptory, chemoreceptory
 - dostředivá vlákna reflexních drah (kašlací, vyprazdňovací, vazomotorické)
 - útrobní bolest (př. kolika, angína)

parasympatikus



sympatikus



Sympathetic

Structures in head and neck:
Eye
Blood vessels
Salivary glands etc.

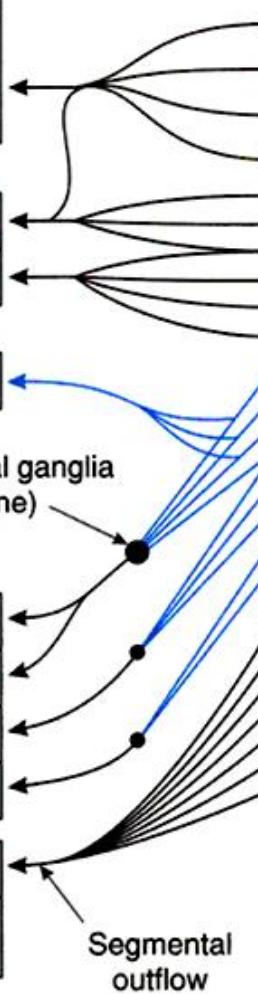
Heart
Lungs

Adrenal medulla

Prevertebral ganglia (midline)

Liver
GI tract
Bladder
Genitalia

Blood vessels
Sweat glands etc.



Parasympathetic

Eye

Lacrimal gland

Salivary glands

Heart
Lung
Upper GI tract

III

C

X

L

S

Paravertebral
sympathetic chain
(bilateral)

Nervi erigentes

Pelvic ganglia

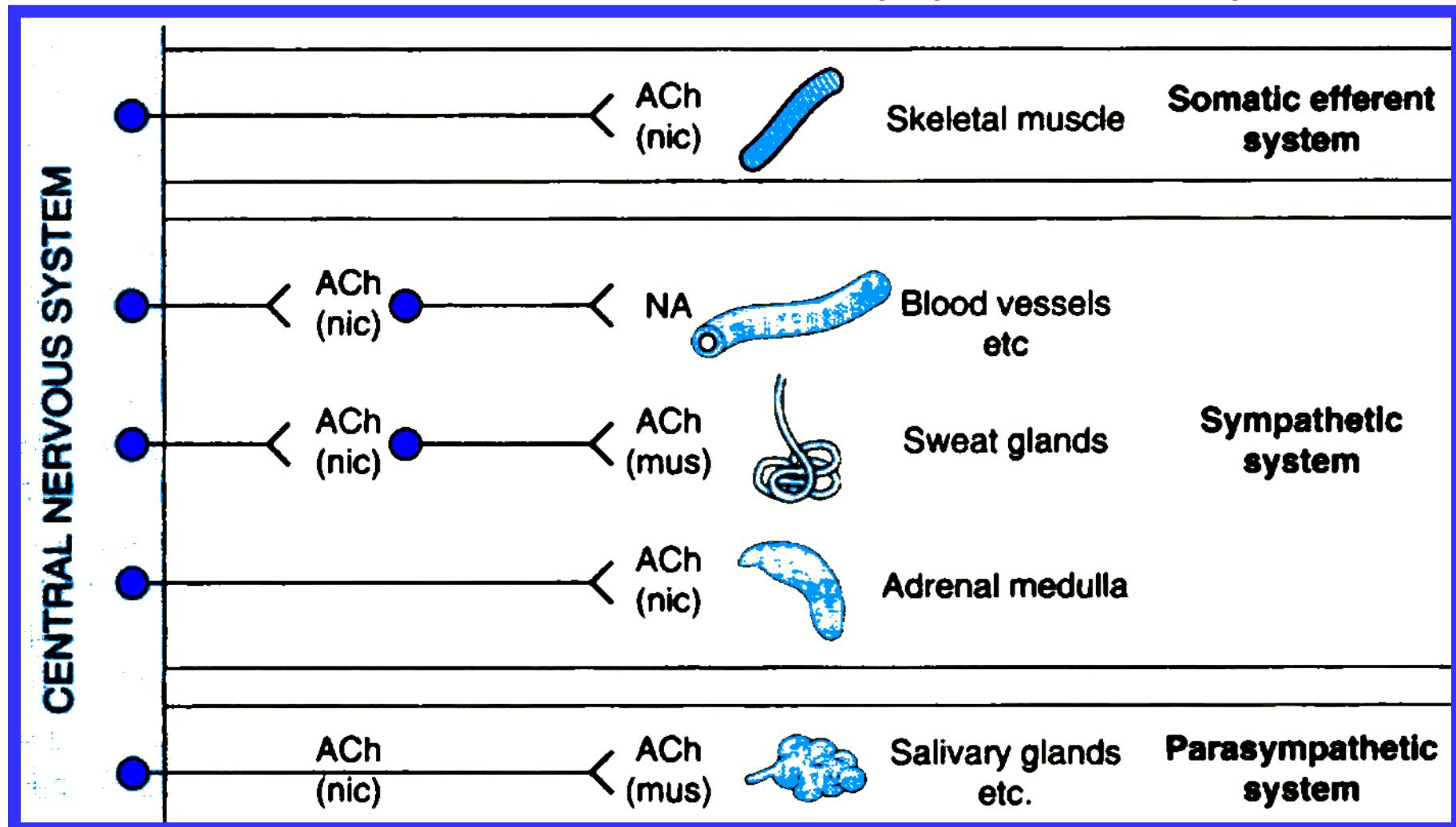
Lower GI tract
Bladder
Genitalia

Fig. 6.1 Basic plan of the mammalian autonomic nervous system. (M = medullary; C = cervical; T = thoracic; L = lumbar, S = sacral)

Nikotinový receptor („nic“)
ganglia, nervosvalová ploténka, CNS
– s ligandem spřažený iontový kanál



Muskarinový receptor („mus“): M1-M5
cílové tkáně parasympatiku, CNS
– spřažený s G-proteinem
(→ enzymy / iontové kanály)



Noradrenergní receptor („NA“): a₁, a₂, β₁, β₂
cílové tkáně sympatiku – spřažený s G-proteinem

Léčiva ovlivňující autonomní soustavu

+

- **Sympatomimetika**

- přímá: **adrenalin, noradrenalin, dopamin**, dobutamin, isoprenalin
- selektivní
- nepřímá

- **Parasympatomimetika**

- **acetylcholin**, pilocarpin, karbachol, fyzostigmin, **organofosfáty**

-

- **Sympatolytika:** alfa- a **betablokátory**

- α fentolamin, prazosin, yohimbin, (námel – *ergotamin*)
- β atenolol, propranolol, labetanol, pindolol, bopindolol

- **Parasympatolytika**

- **atropin, L-hyoscyamin, skopolamin**, ipratropium
- kontraindikace: glaukom (s uzavřeným úhlem), hyperplázie prostaty, paralytický ileus

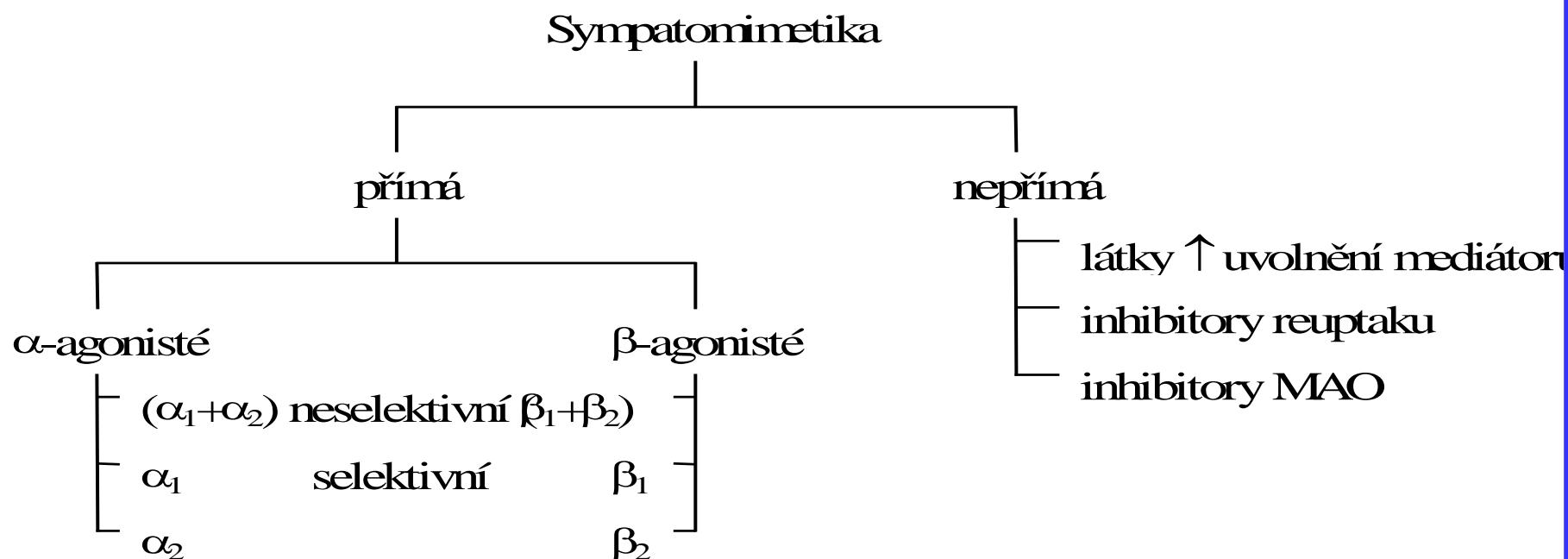


Rulík zlomocný (*Atropa bella-donna*)

Sympatikus – stimulace receptorů

<i>receptor</i>	<i>tkáň</i>	<i>účinek</i>
α_1	většina cévní hladké svaloviny	kontrakce (cévní rezistence)
	m. dilatator pupillae	kontrakce (mydriáza)
	děloha	kontrakce
	penis, glandulae vesiculosae	ejakulace
	GIT - svěrače	kontrakce
α_2	presynapticky na synapsích	inhibice uvolnění mediátoru
	krevní destičky	stimulace agregace
β_1	srdce	pozitivně chrono-, dromo- i inotropně
	juxtaglomerulární buňky ledvin	uvolnění reninu
	B-buňky slinivky	uvolnění inzulínu
β_2	průdušková, cévní, podélná střevní, děložní hladká svalovina	relaxace
	játra	stimulace glykogenolýzy
	kosterní svalovina	třes (vychytávání K^+)
β_3	lipocyty	lipolýza
D_1	hladké svaly	relaxace cév orgánů
D_2	nervová zakončení	modifikace uvolnění mediátorů

Rozdělení sympathomimetik



Stimulace receptoru α_1

- **vazokonstrikce**
 - zejména kožní, slizniční a orgánové (splanchnické) cévy
 - nepatrně ve věnčitém a mozkovém řečišti
 - zvýšení periferní cévní rezistence a tlaku → následná bradykardie (místní i periferní)
- **mydriáza**
 - stah m. dilatator pupillae
 - snížení nitroočního tlaku (zvýšení reabsorpce a snížení tvorby komorového moku vazokonstrikcí cév řasnatého tělesa)
- **kontrakce těhotné dělohy**
- **ejakulace**
- **kontrakce svěrače močového měchýře**

Stimulace receptoru α_2

- (presynaptické) **snížení vyplavování noradrenalinu** (zejména v CNS)
- stimulace **agregace trombocytů**
- **vazokonstrikce při lokálním podání**
- jinak vlivem stimulace centrálních receptorů snižují tonus sympatiku a krevní tlak = **hypotenzní účinek centrálním mechanizmem**

Stimulace receptoru β_1

srdce:

- ↑ srdeční frekvence (**chronotropie**) - SA uzel
- ↑ automaticita (**bathmotropie**) - AV uzel, komory
- ↑ stažlivost (**inotropie**)
- ↑ rychlosť vedení (**dromotropie**)
- ↑ spotřeba kyslíku

ledviny:

- ↑ sekrece reninu (zahajuje aktivaci RAS)

Stimulace receptoru β_2

- **vasodilatace v kosterním svalu**

"příprava na útěk nebo útok", ↓ diastolického krevního tlaku

- **bronchodilatace**
- **relaxace dělohy**

– indikace u hrozícího předčasného porodu

- **relaxace stěn střev (+ α_2)**
- **zpomalení střevní pasáže**
- **relaxace stěny močového měchýře**
- **glykogenolýza** → zvýšená glykémie, zvýšená sekrece inzulínu
- **třes kosterního svalstva**

Stimulace receptoru β_3

- lipolýza

Parasympatikus – cholinergní receptory

Muskarinové (M) a nikotinové (N) receptory

Receptor	Lokalizace	G protein	Děje aktivované stimulací receptoru (postreceptorové)
M ₁	Nervy	+	↑IP ₃ , kaskáda DAG
M ₂	Srdce, nervy, hladké svaly	+	↓ tvorby cAMP
M ₃	Žlázy, hladké svaly	+	↑IP ₃ , kaskáda DAG
M ₄	CNS?	+	↓ tvorby cAMP
M ₅	CNS?	+	↑IP ₃ , kaskáda DAG
N _M	Nervosvalová ploténka	-	Otevření Na ⁺ /K ⁺ kanálu a depolarizace
N _N	Receptory v gangliích	-	Otevření Na ⁺ /K ⁺ kanálu a depolarizace

Parasympatikus

Stimulace muskarinového receptoru (M)

<i>Orgán</i>	<i>Část orgánu</i>	<i>Účinek</i>
Oko	M. sphincter pupillae	Kontrakce – mióza
	M. ciliaris	Kontrakce – akomodace, vidění do blízka
Srdce	SA uzel	\downarrow frekvence (negativně chronotropní)
	Síně	\downarrow kontraktility (negativně inotropní)
	AV uzel	\downarrow rychlosť vedení (negativně dromotropní) prodloužení refrakterní fáze
	Komory	\downarrow kontraktility (negativně inotropní)
Cévy		Dilatace (EDRF=NO)
Dýchací cesty	Svaly průdušek	Bronchokonstrikce
	Žlázy	Stimulace
GIT	Motilita	\uparrow motility
	Svěrače	Uvolnění
	Žlázy	\uparrow sekrece
Močový měchýř	M. sphincter vesicae + m. trigoni vesicae	Uvolnění
	M. detrusor	Kontrakce
Žlázy	Potní, slinné, slzné, nosní, nosohltanové	\uparrow sekrece

Parasympatikus

Stimulace nikotinového receptoru (N)

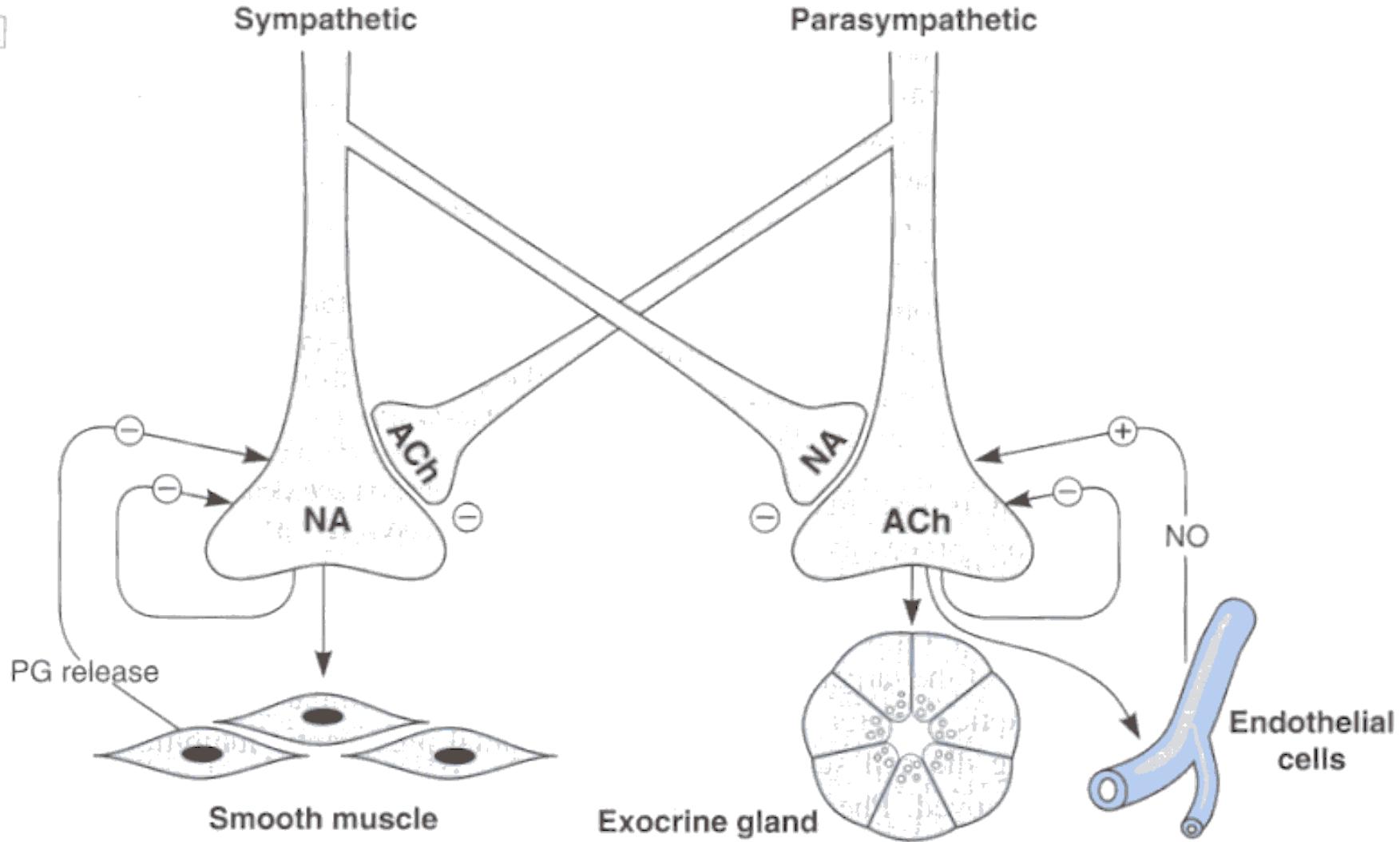
závisí na převládající inervaci daného orgánu

- **Cévy (arterioly)** jsou inervovány zejména sympatikem, proto stimulace N receptorů v gangliích má za následek zvýšení přenosu vzruchu postganglionovým neuronem sympatiku a následnou aktivaci sympatických receptorů (α_1) na příslušné efektorové buňce - **zvýšení krevního tlaku**
- **Srdce (síně) a GIT** - převládá tonus parasympatiku, proto dráždění N-receptorů ganglií má za následek zvýšení přenosu vzruchu postganglionovým neuronem parasympatiku a aktivaci M-receptorů - **zvýšená motilita GIT**
- **Stimulace nadledvin** - uvolnění adrenalinu a noradrenalinu - **záškuby až spasmus kosterních svalů**

Homotropní a heterotropní inhibice

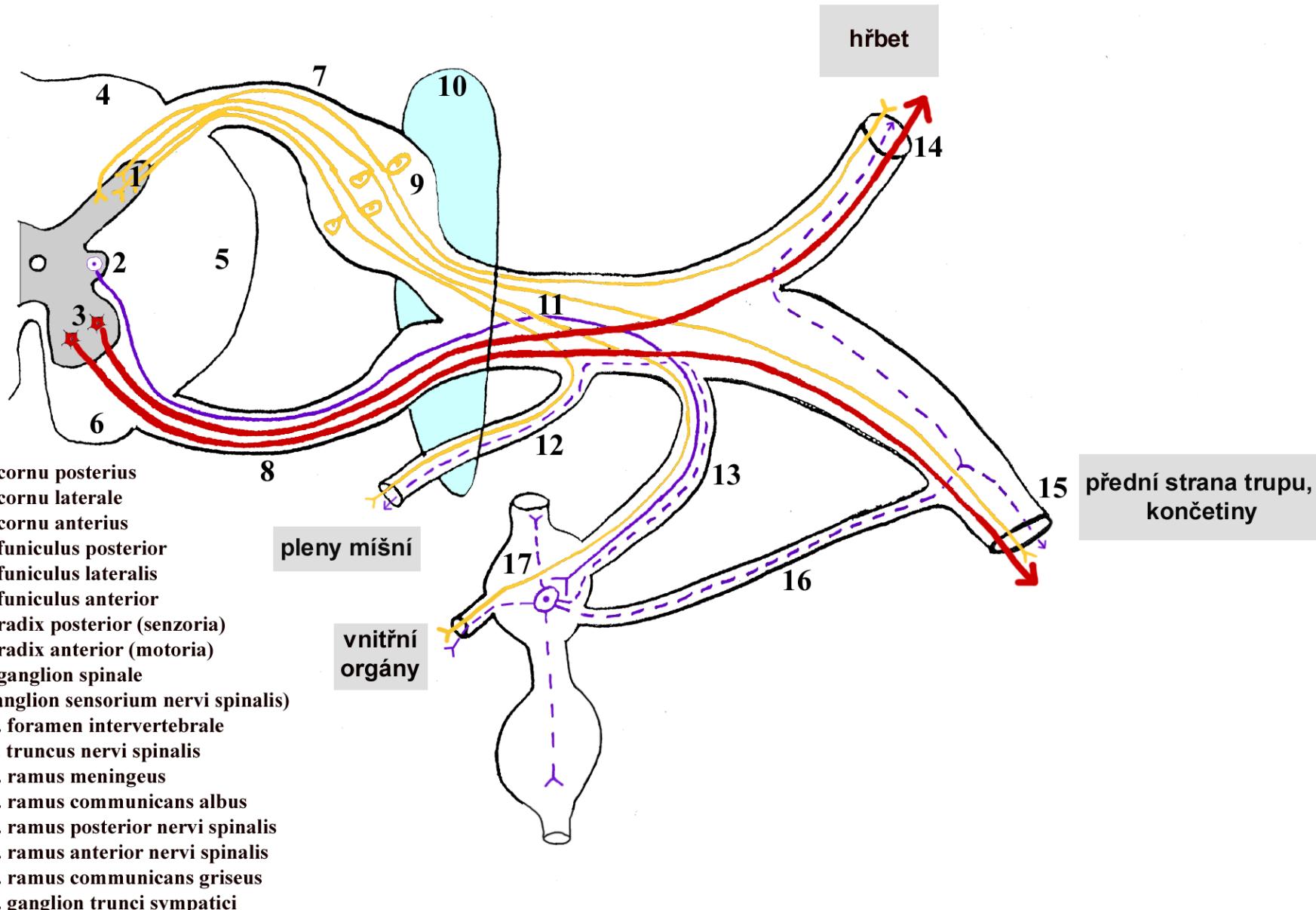
samostatná i vzájemná inhibice S a PS

A



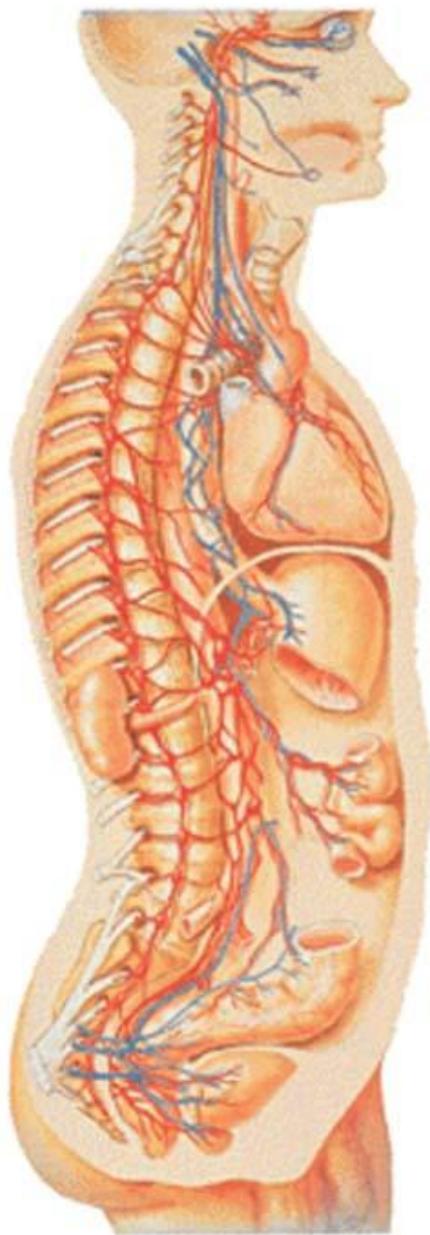
Děj nebo cílový orgán	Působení sympatiku	Působení parasympatiku
metabolismus	katabolické děje	anabolicke děje
teplota	zvýšení	snižení
srdeční tepny	zrychlení akce	zpomalení akce
krevní tlak	zvýšení	snižení
bronchy	rozšíření	zúžení
svalstvo trávicí trubice	útlum peristaltiky	zvýšení peristaltiky
žlázy trávící trubice	snižení sekrece	zvýšení sekrece
svěrače – hladké svaly	kontrakce	dilatace
žlučník – svalovina	kontrakce	relaxace
sekrece žluči	snižení	zvýšení
produkce moči	snižení	zvýšení
močový měchýř	kontrakce svěracího svalstva, relaxace m. detrusor	relaxace svěracího svalstva, kontrakce m. detrusor
pupila	mydriasa	miosa
oční víčka	široce otevřená (akce mm. tarsales)	přivřená
sekrece potu	zvýšení (řídký pot)	
sekrece slin	snižení (hustá slina)	zvýšení (řídká slina)
genitál	kontrakce cév, ejakulace, sekrece glandulae vestibulares majores, zvýšení kontrakcí dělohy, vejcovodu, ductus deferens, glandulae vesiculosae, prostaty	vasodilatace, náplň erektilních těles

SCHÉMA VĚTVENÍ MÍŠNÍHO NERVU

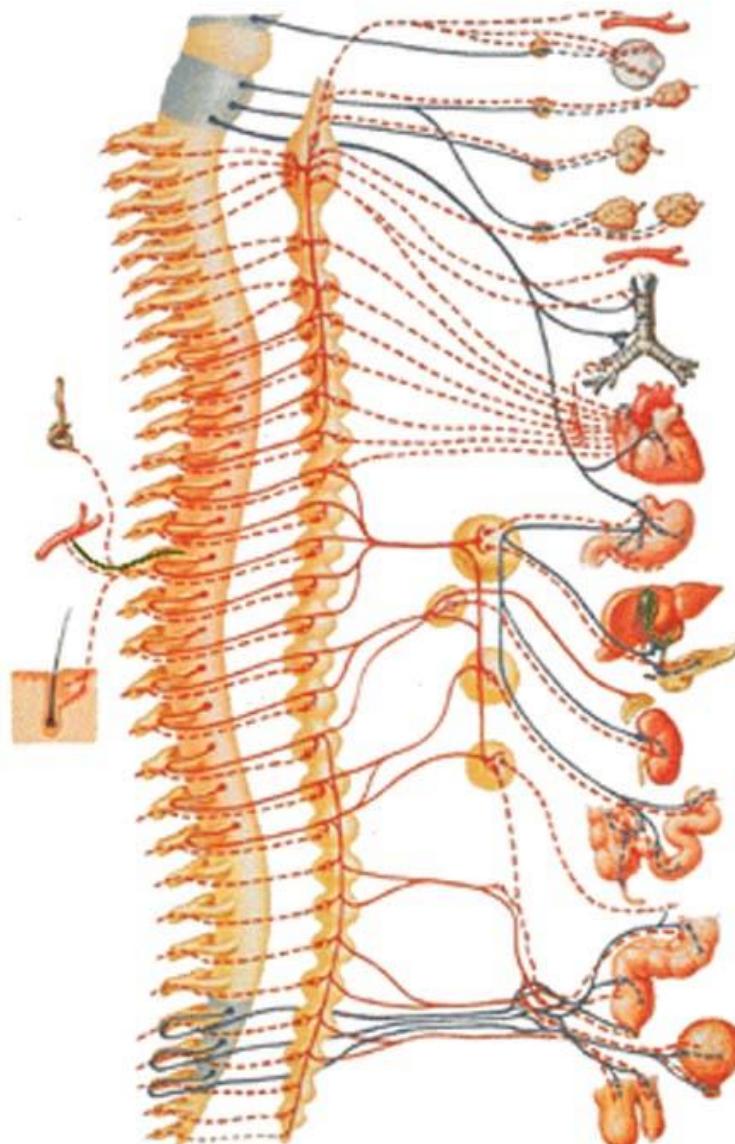


SYMPATHICUS

„torakolumbální systém“



— Sympathetic fibers
— Parasympathetic fibers

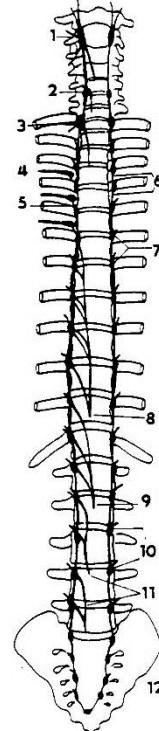


Sympathetic fibers Presynaptic —
 Postsynaptic -----

Parasympathetic fibers Presynaptic —
 Postsynaptic -----

Antidromic conduction —

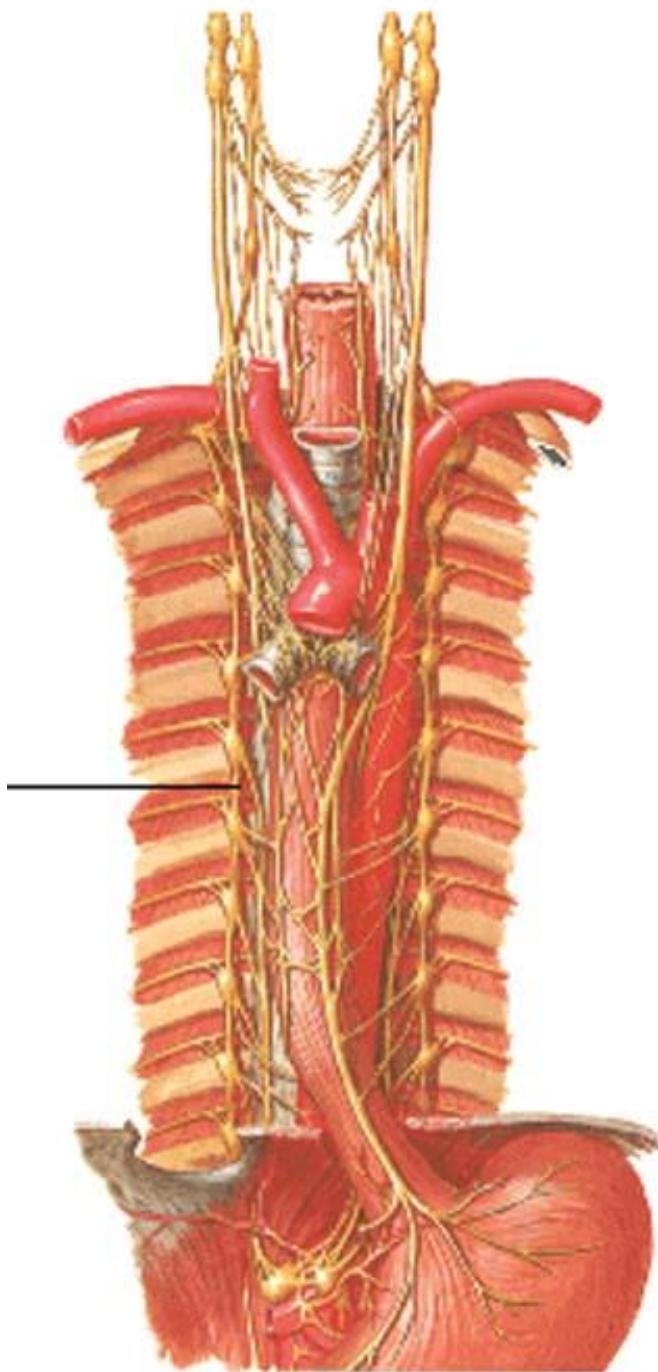
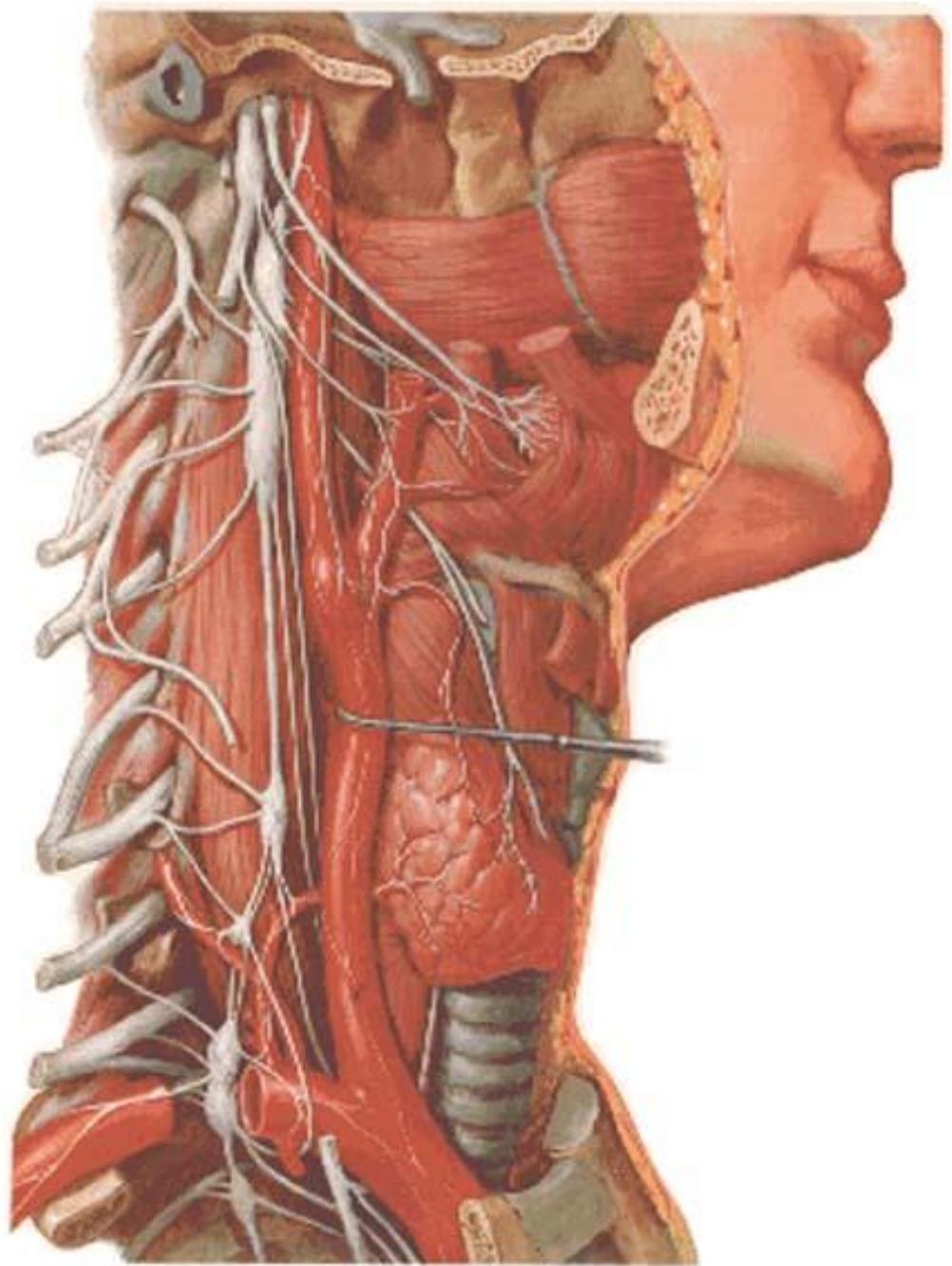
Truncus sympathetic



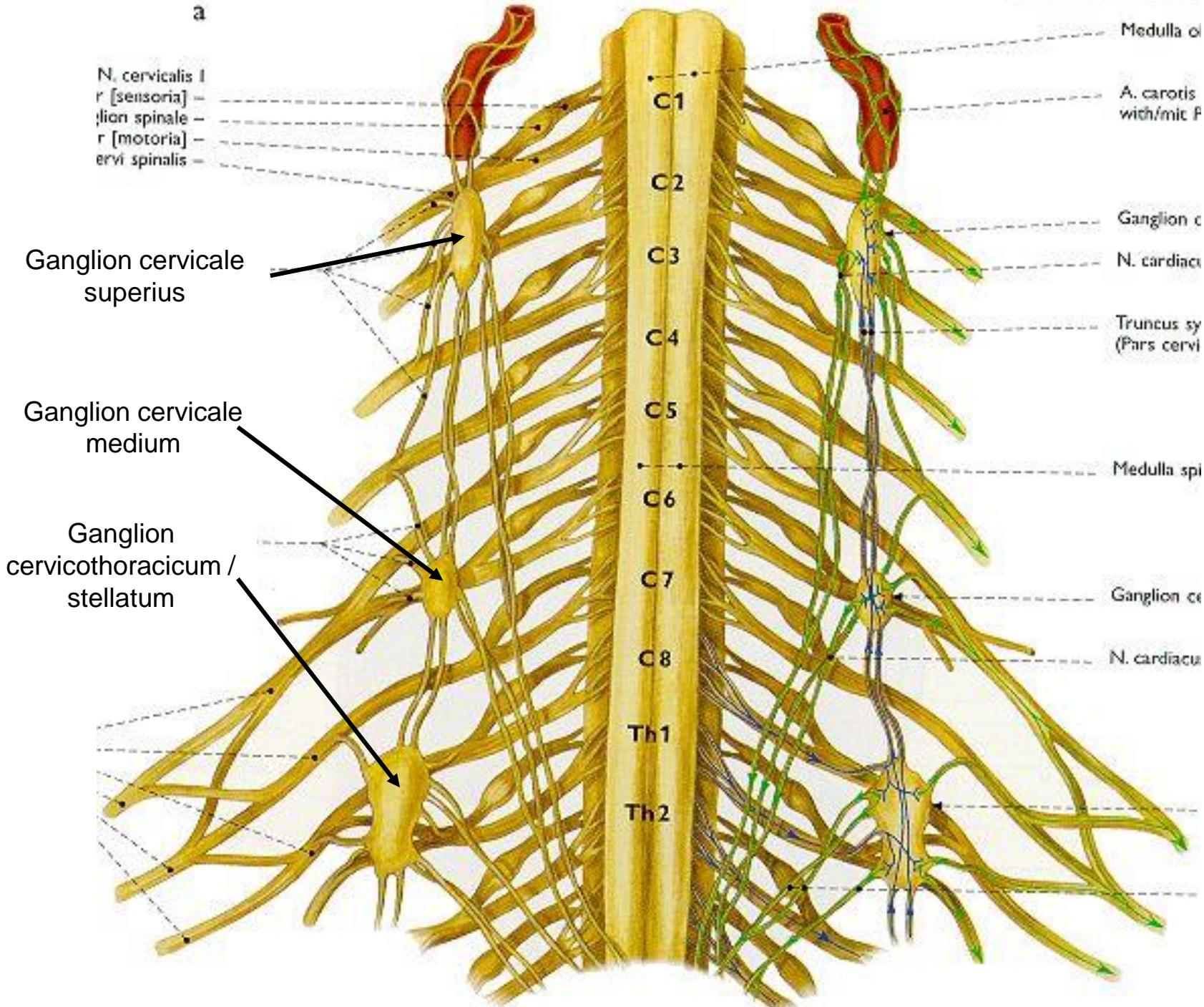
- ganglia trunci sympathici (21-25) = *paravertebrální ganglia*
- rr. interganglionares
- rr. communicantes: albus + griseus
- topografie: před obratli po stranách jejich těl v nástěnné fascii
 - spatium parapharyngeum (paraviscerale)
 - mediastinum superius, posterius inferius – před hlavičkami žeber
 - retroperitoneum – mediálně od m. psoas major a od foramina sacralia anteriora

Ganglion cervicale superius

- rr. comunicantes grisei do C1-4 (+ n. XII)
- n. jugularis do n. IX a n. X.
- n. caroticus internus → **plexus caroticus internus**
 - nn. caroticotympanici
 - n. petrosus profundus → (ggl. pterygopalatinum)
 - plexus ophthalmicus → (ggl. ciliare)
 - rr. orbitales → *m. orbitalis + mm. tarsales*
- n. caroticus externus → **plexus caroticus externus**
 - plexus a. meningeae mediae → (ggl. oticum)
 - plexus a. facialis → (ggl. submandibulare)
- nn. laryngopharyngei → plexus pharyngeus
- n. cardiacus cervicalis superior → plexus cardiacus

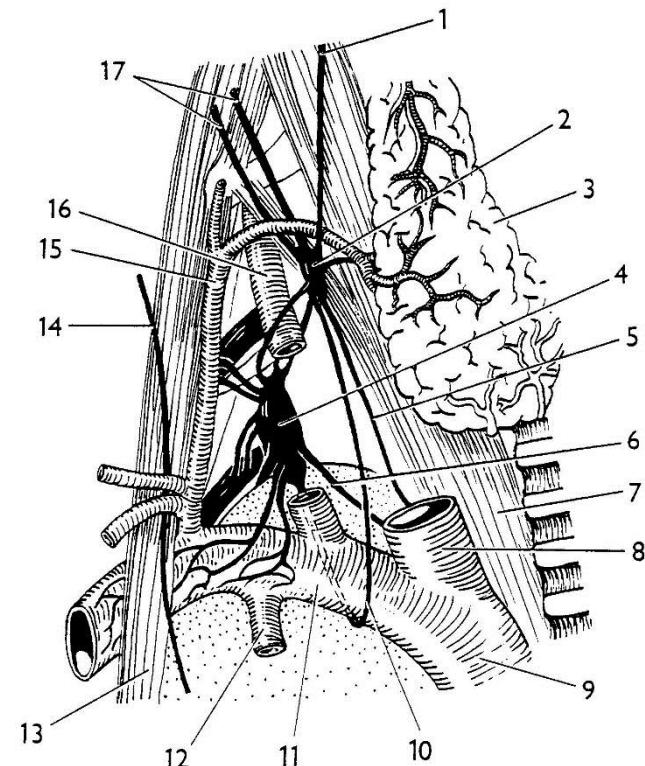


a



Ganglion cervicale medium

- rr. comunicantes grisei do C5-6
- větvičky do plexus thyroideus inferior
- n. cardiacus cervicalis medius → plexus cardiacus
- ansa subclavia (*Vieussensi*)
 - spojuje jej s ggl. cervicothoracicum / stellatum před arteria subclavia



Ganglion cervicothoracicum / stellatum

= ggl. cervicale inferius + thoracicum primum
(90 %)

← rr. communicantes albi z C8-T3

- rr. communicantes grisei do C7-T3
- plexus subclavius
- n. vertebralis → plexus vertebral
- n. cardiacus cervicalis inferius → plexus cardiacus

Claude Bernardův-Hornerův syndrom

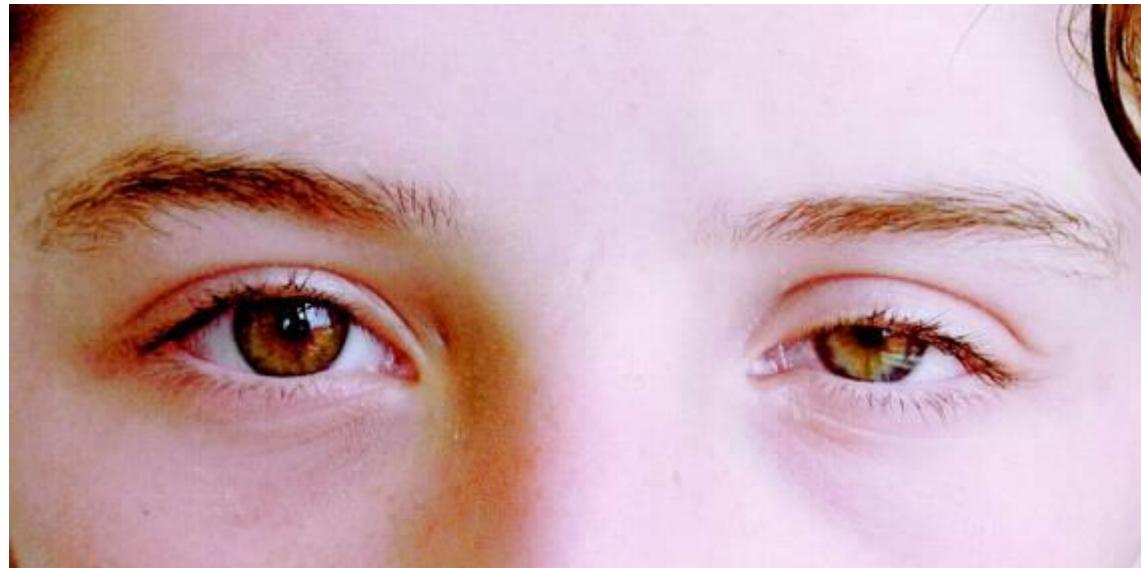
- **Johann Friedrich Horner (1831–1886)**
oční lékař, Švýcarsko
- **Claude Bernard (1813 –1878)**
fyziolog, Francie



Claude Bernardův-Hornerův syndrom

- miosis (→ anisocoria)
- ptosis
- anhidrosis
- enophthalmus

porucha krčního sympatiku

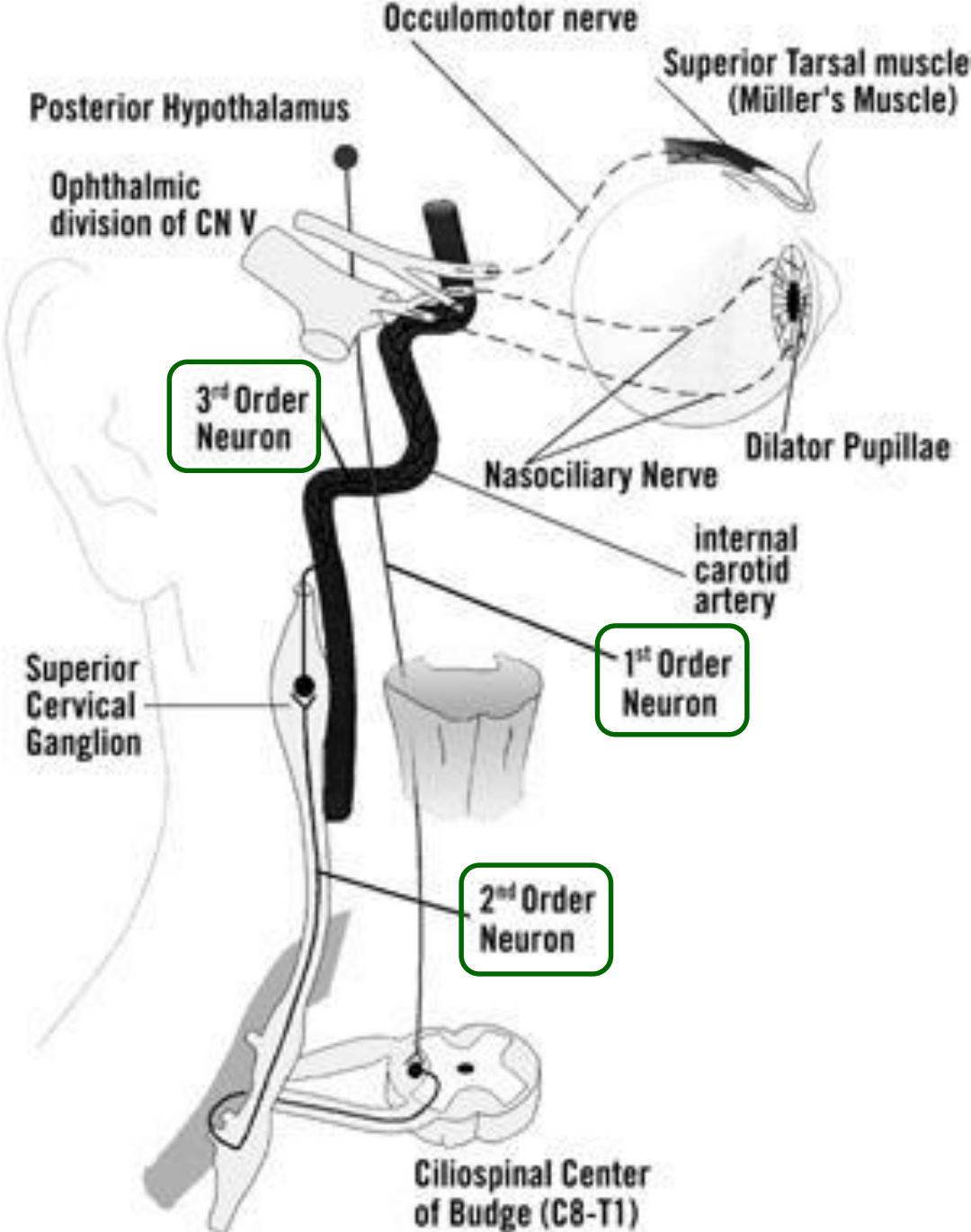


Claude Bernardův-Hornerův syndrom

- u dětí (vrozený Hornerův syndrom) někdy vede k rozdílné barvě očí = *heterochromia*
- mnemotechnická pomůcka „Horny **PAMELa**" „**P**tosis, **A**nhidrosis, **M**iosis, **E**nophthalmos a **L**oss of ciliospinal reflex“
- ciliospinální reflex = rozšíření stejnostranné zornice na bolestivý podnět na kůži krku

CBH sy

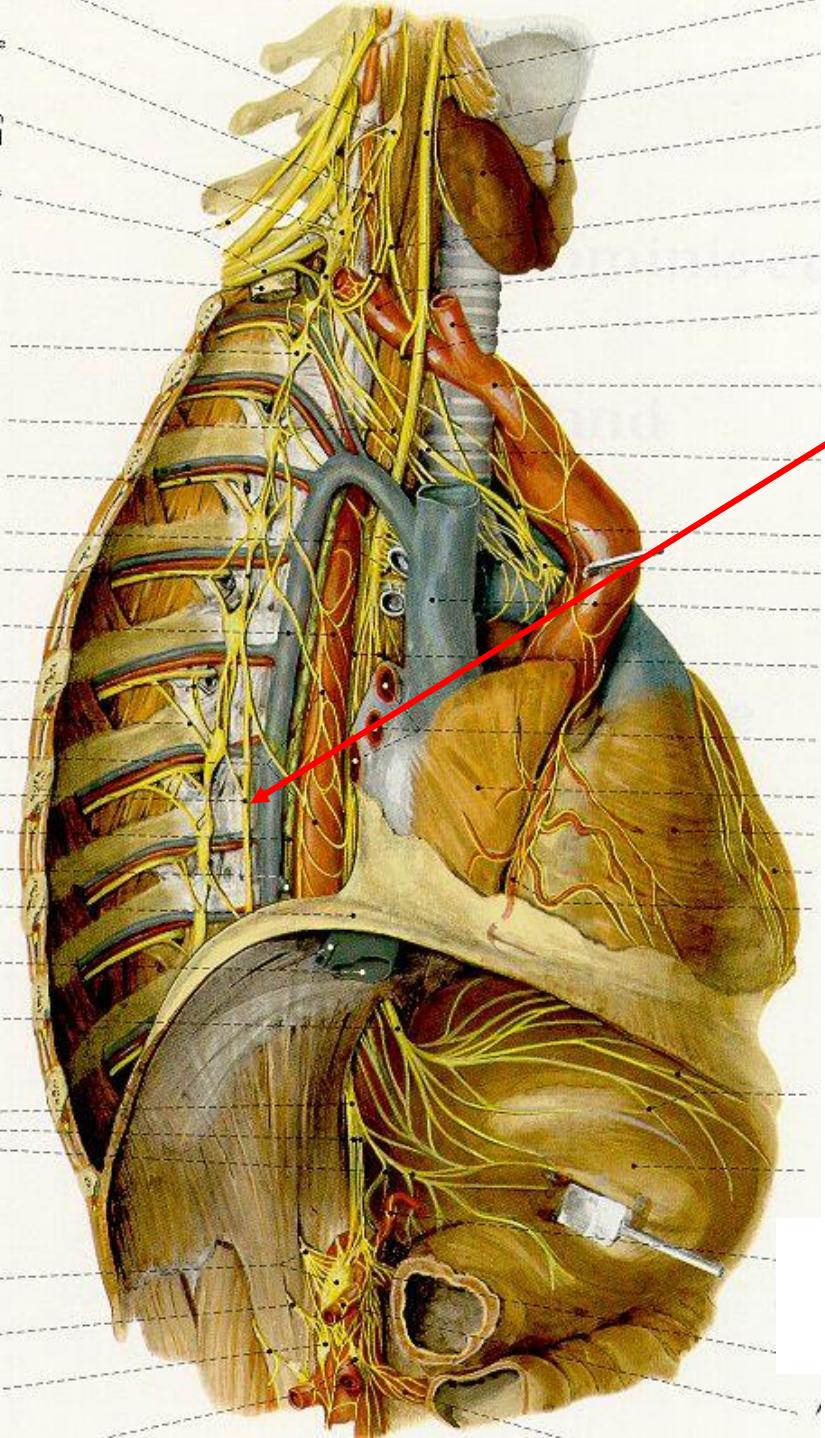
- *porucha 1. neuronu:* centrální léze postihující **tractus hypothalamospinalis** (např. přerušení krční míchy)
- *porucha 2. neuronu :* **pregangliová léze** (např. útlak truncus sympatheticus nádorem plic – *Pancoastův nádor*)
- *porucha 3. neuronu:* **postgangliová léze** v úrovni a. carotis interna (např. nádor v sinus cavernosus)



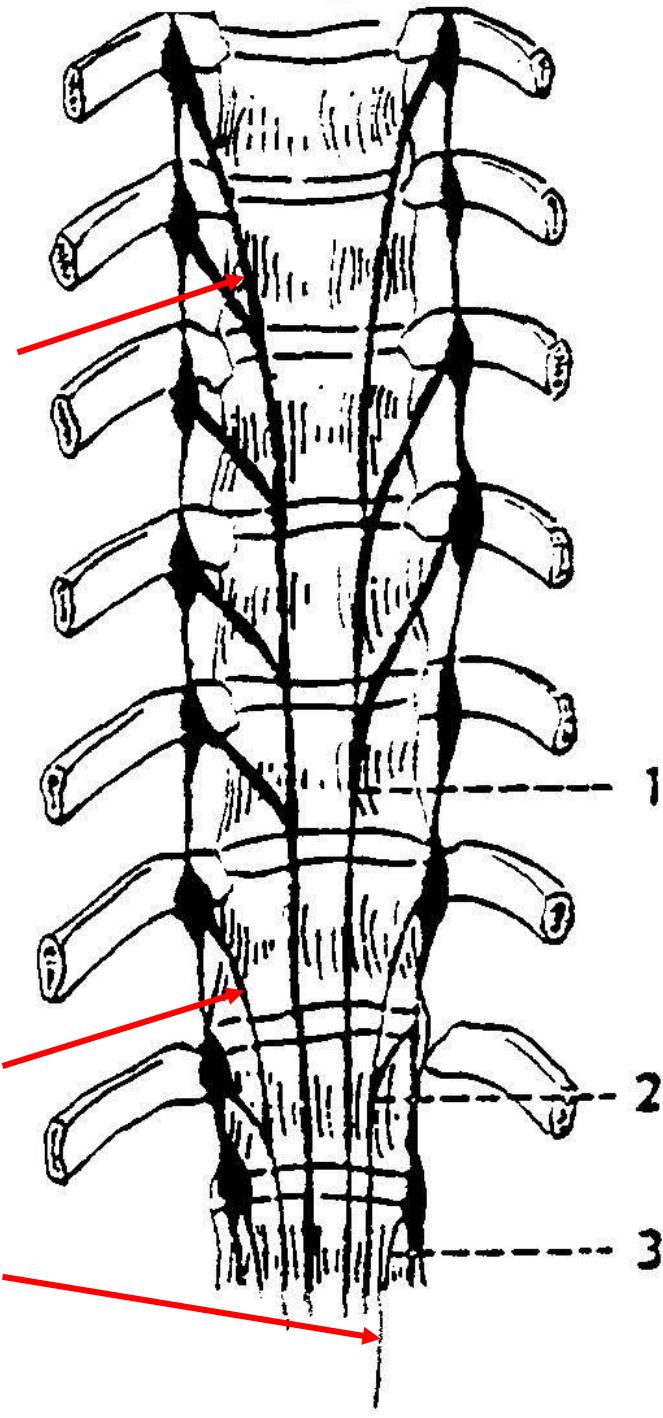
Ganglia thoracica

10 párů ganglií (90 %) ← rr. communicantes albi

- rr. communicantes grisei do nn. intercostales
- rr. vasculares → plexus aorticus thoracicus
- nn. cardiaci thoracici z T2-T4(5)
- rr. pulmonales thoracici z T2-4
- rr. oesophagei
- n. splanchnicus thoracicus major z T5(6)-9 → gll. coeliaca
- n. splanchnicus thoracicus minor z T10,11 → gll. coeliaca
- n. splanchnicus thoracicus imus z T12 → gll. aorticorenalia
v nn. splanchnici jsou vložena ganglia thoracica splanchnica

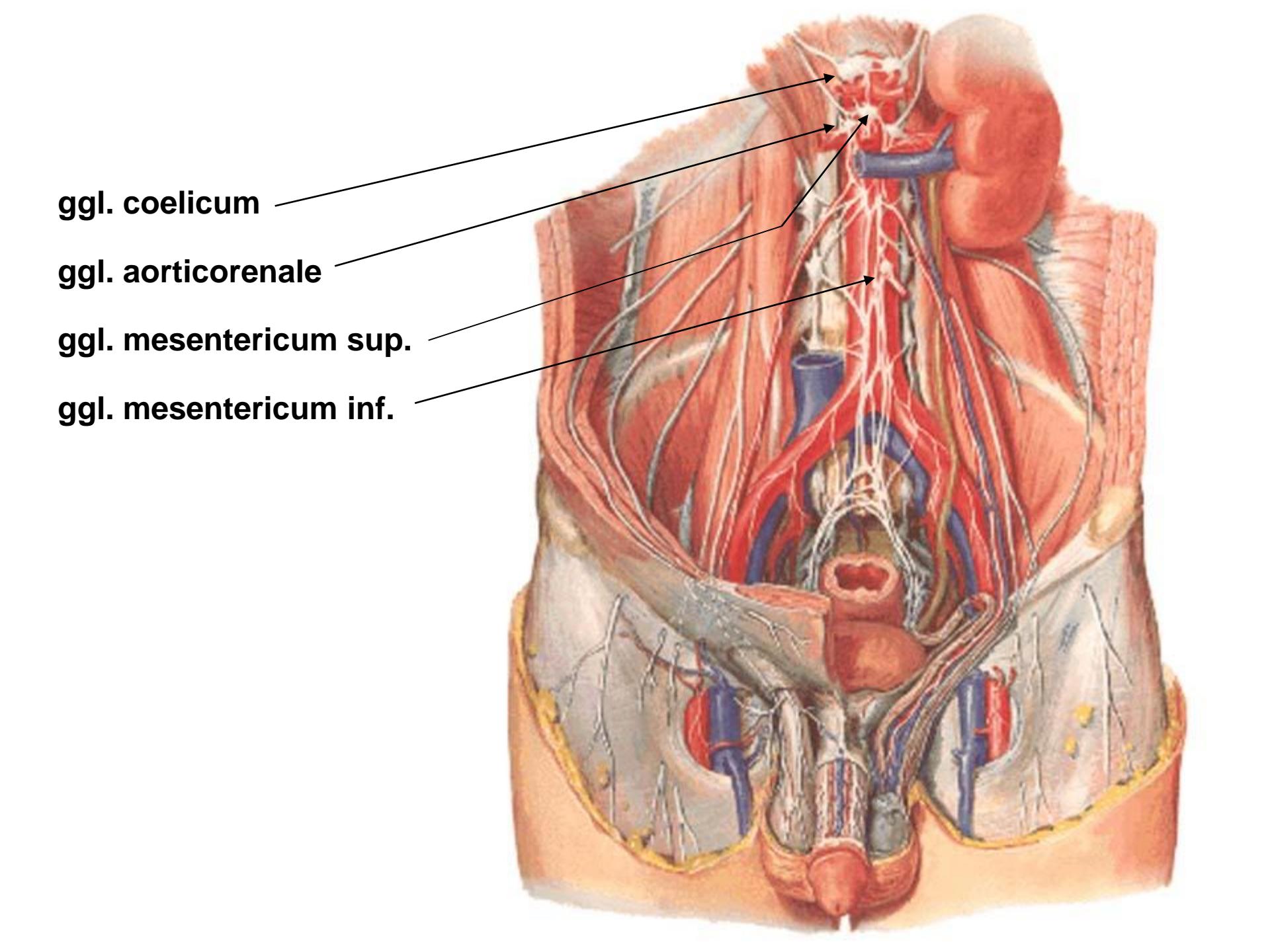


N. splanchnicus
thoracicus
major (T5/6-9)



N. splanchnicus
thoracicus
minor (T9-11)

N. splanchnicus
thoracicus **imus**
(T12)

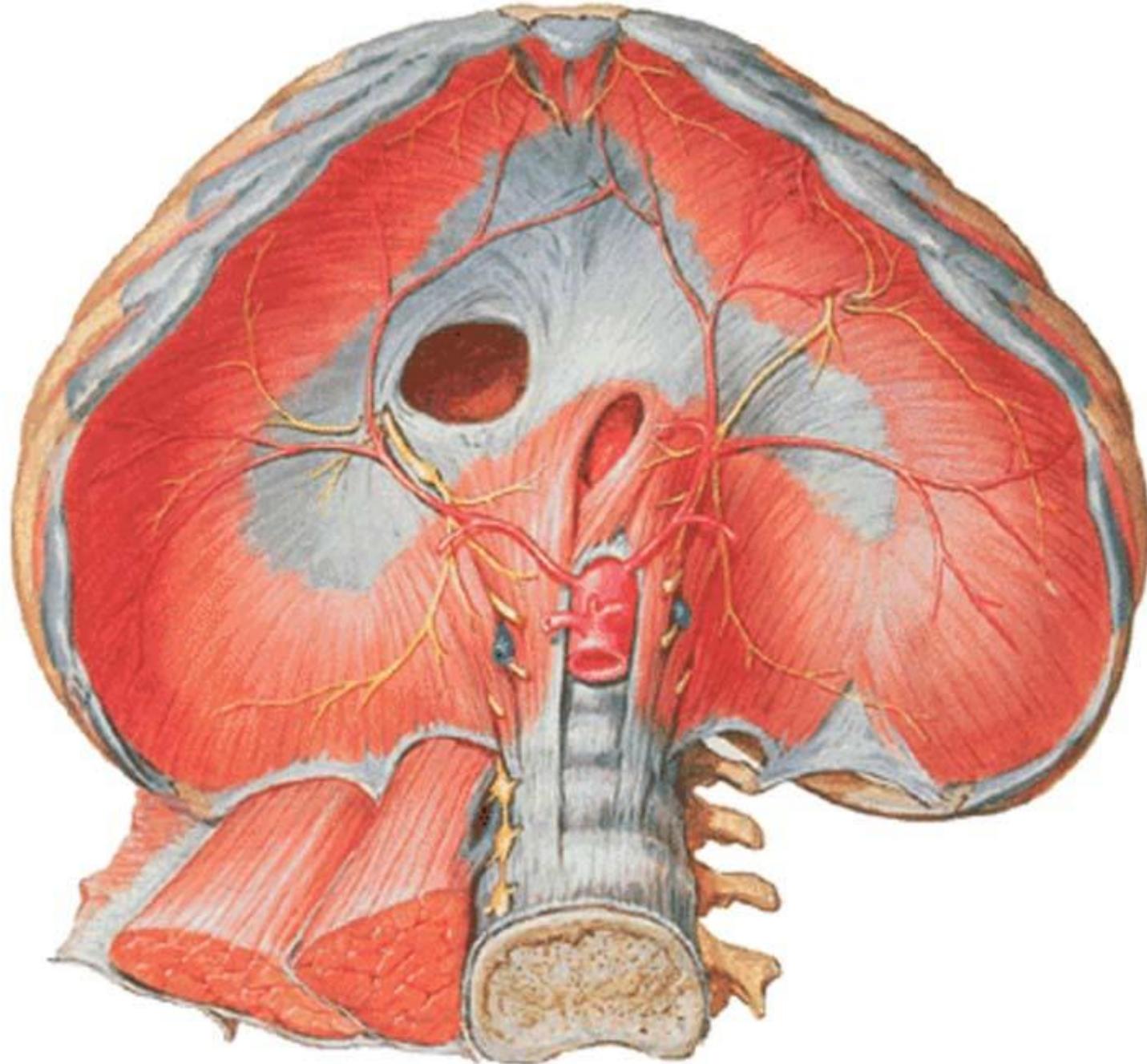


ggl. coeliacum

ggl. aorticorenale

ggl. mesentericum sup.

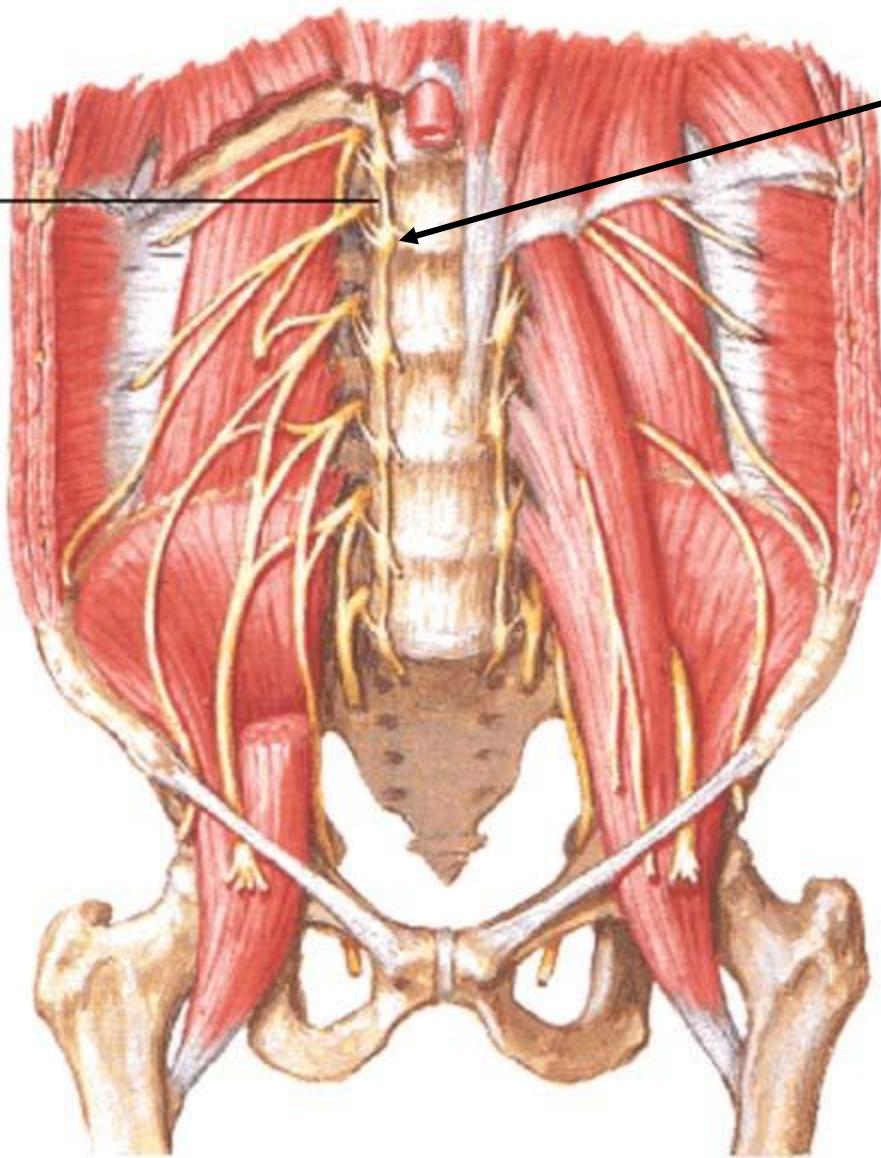
ggl. mesentericum inf.



Ganglia lumbalia

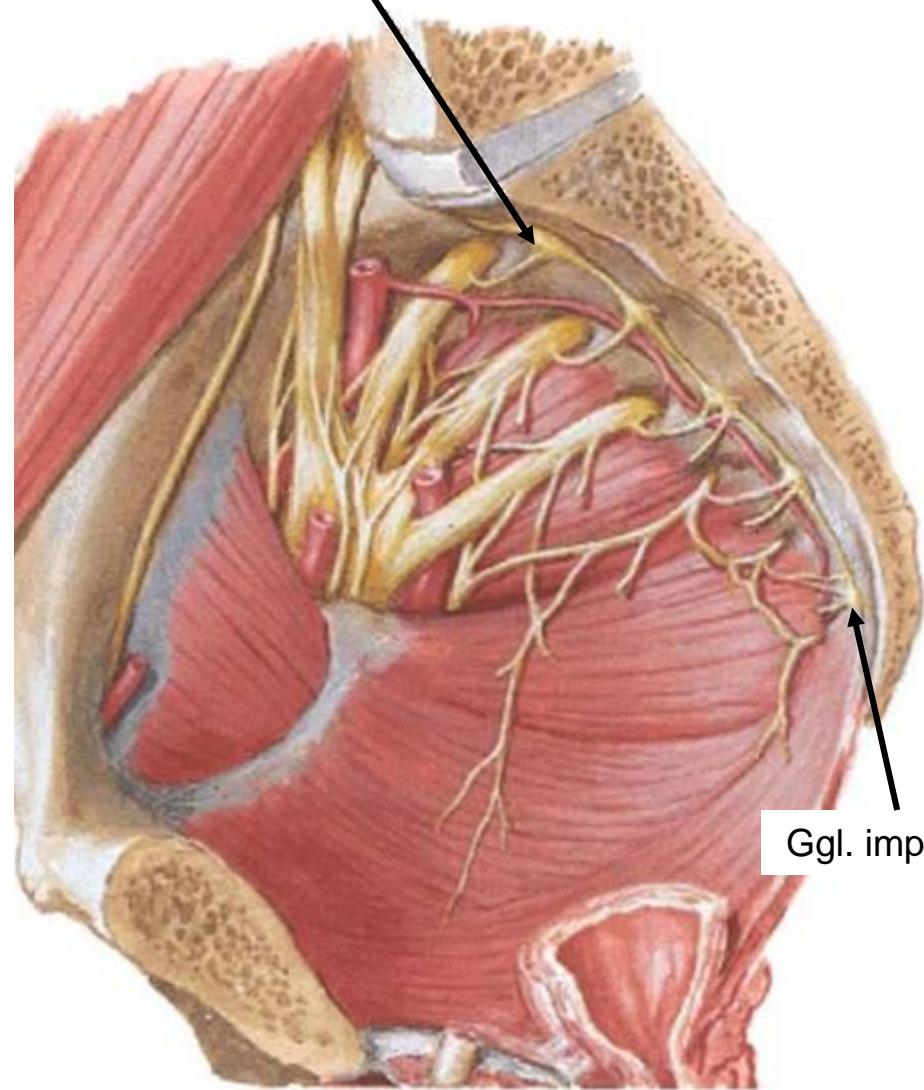
4-5 páry ganglií ← rr. communicantes albi z L1-3
jen do horních 3 ganglií

- rr. communicantes grisei → nn. spinales lumbales
- rr. vasculares → plexus aa. lumbalium
- n. splanchnici lumbales 1-3 → plexus aorticus abdominalis
- n. splanchnici lumbales 4-5 → plexus hypogastricus superior



Ggl. lumbale
primum

Ggl. sacrale
primum



Ggl. impar

Ganglia sacralia

4 páry ganglií + nepárové ganglion impar

- rr. communicantes grisei → nn. spinales sacrales
- rr. vasculares → pleteně parietálních větví a. iliaca interna
- n. splanchnici sacrales S1-4 → plexus hypogastricus inferior

ansa sacralis – propojení ganglia sacralia quarta s ganglion impar

Plexus aorticus abdominalis

- ← **sympatikus:** nn. splanchnici thoracici (major, minor, imus), lumbales 1-3
- ← **parasympatikus:** rr. coeliaci nn. vagorum

smíšená pleteň kolem celé břišní aorty +
prevertebrální ganglia

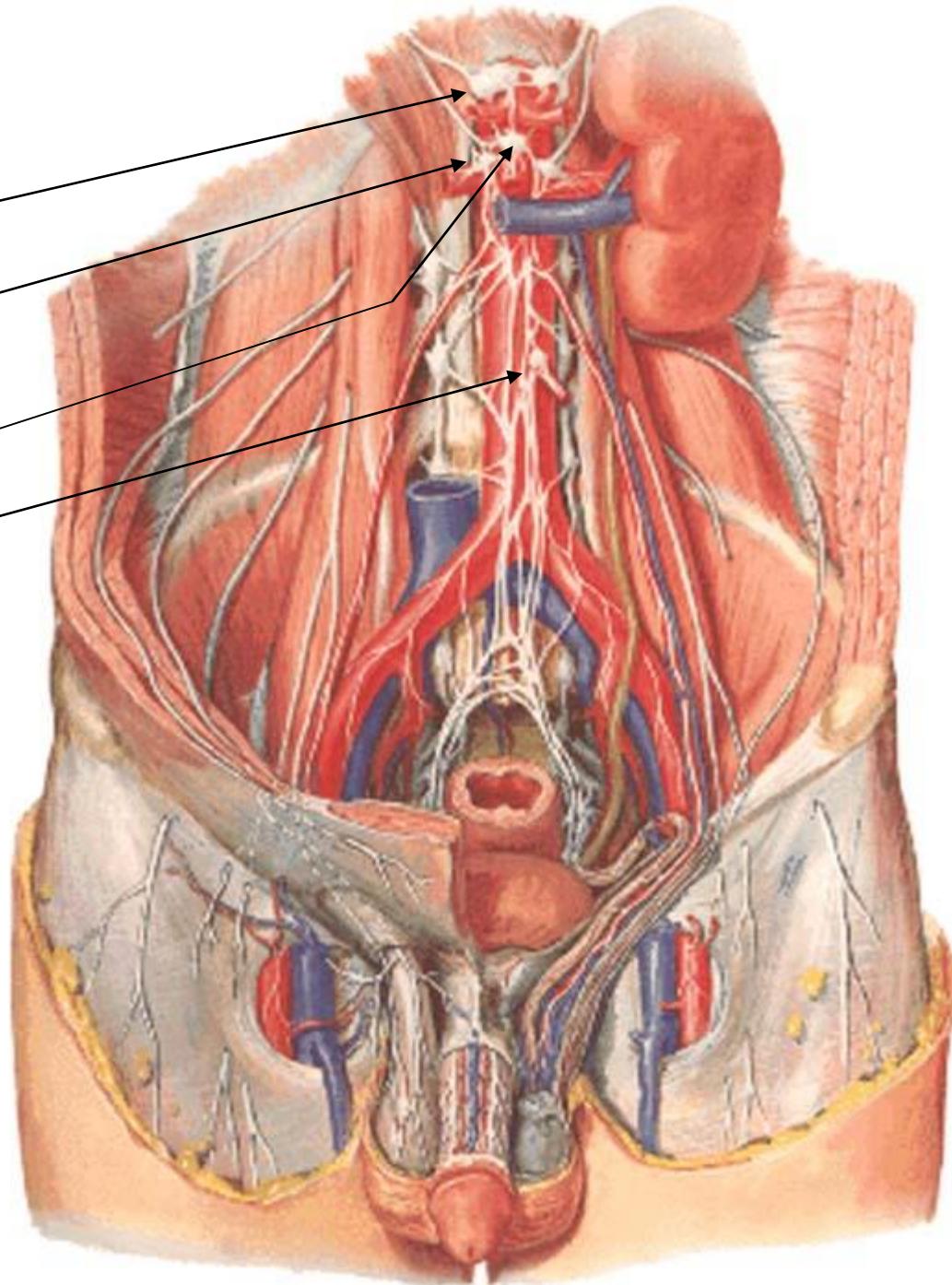
- párové **ggl. coeliacum + ggl. aorticorenale**
 - nepárové **ggl . mesentericum sup. + inf.**
- podél cév → pleteně stejných názvů
- žaludek → orální většina konečníku (**enterický systém**), slinivka, játra
 - slezina, nadledviny, ledviny, močovod, varle♂ / vaječník♀, $\frac{1}{2}$ vejcovodu♀

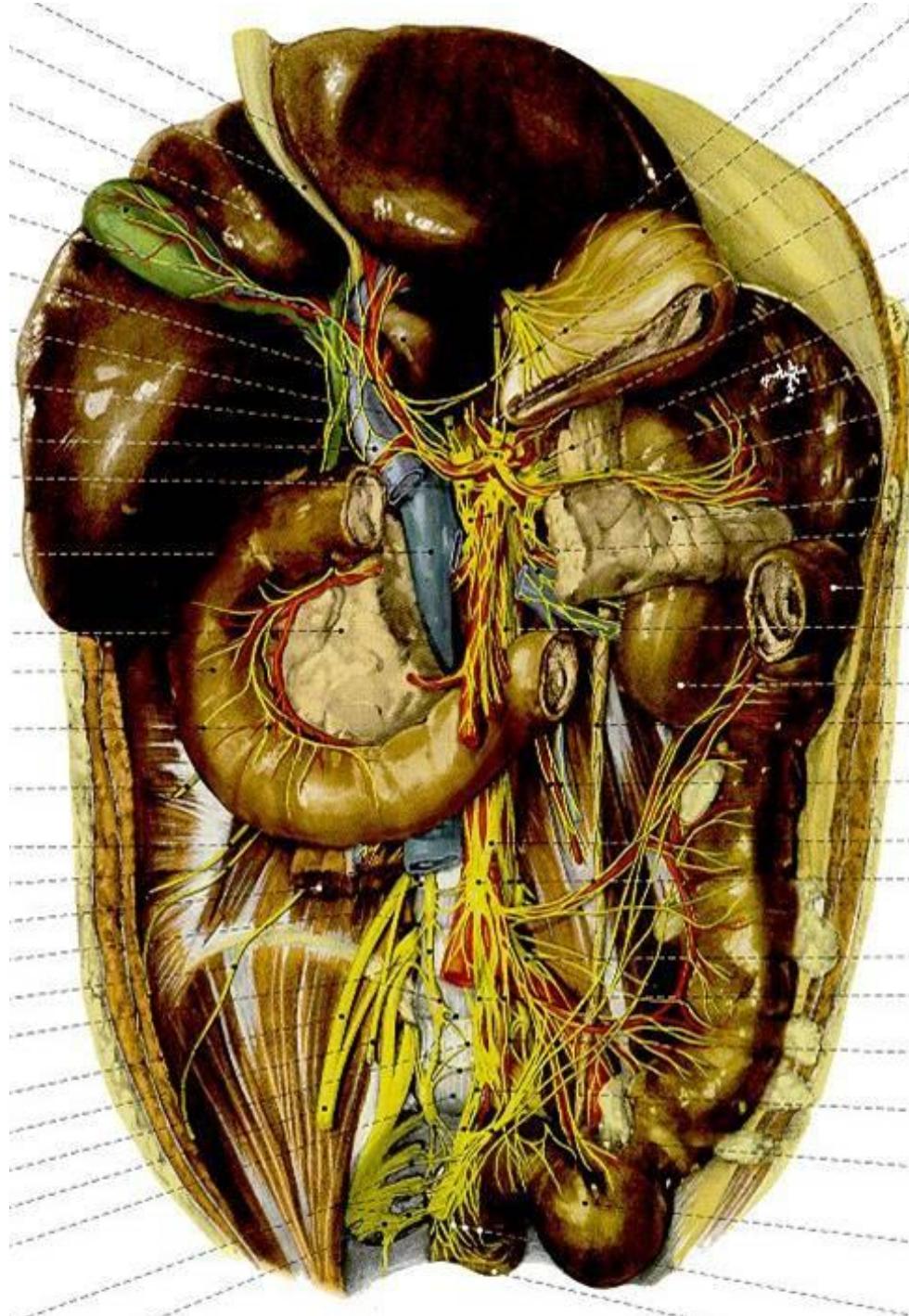
ggl. coeliacum

ggl. aorticorenale

ggl. mesentericum sup.

ggl. mesentericum inf.

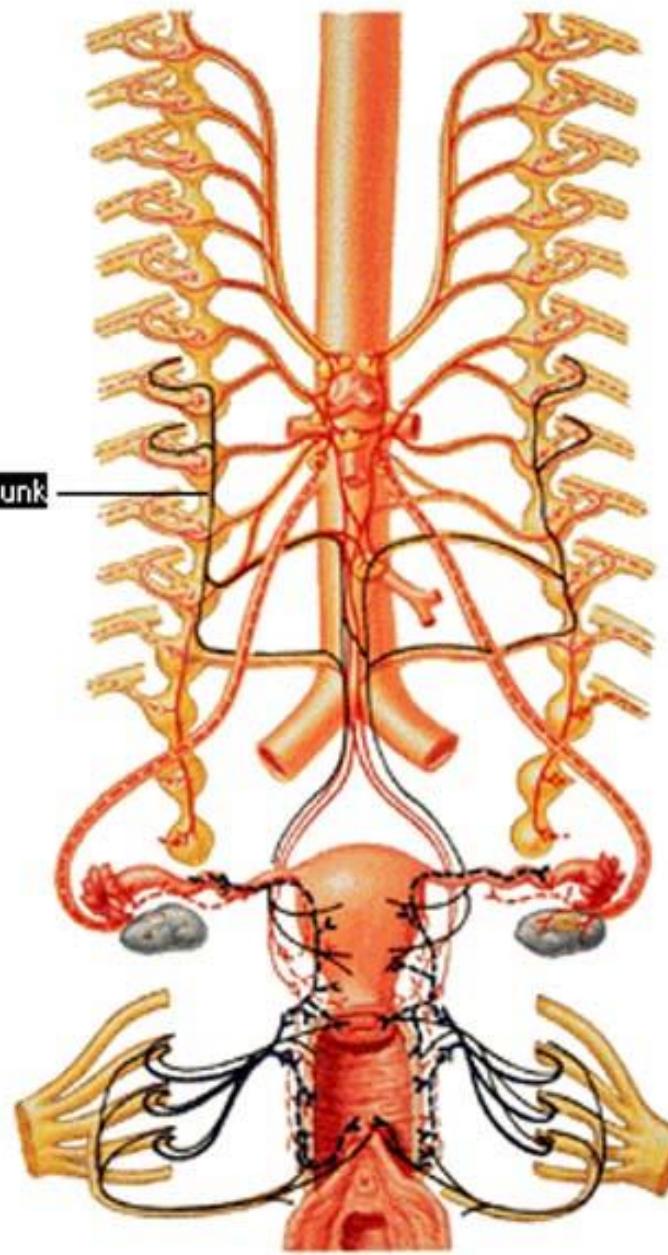




Plexus aorticus abdominalis pokračování

- **plexus hypogastricus superior** (**čistě sympatická**) (od bifurkace přes promontorium)
→ n. hypogastricus dx. + sin. → **plexus hypogastricus inferior s. pelvis** (**smíšená**)
→ pánevní orgány kromě vaječníku ♀, $\frac{1}{2}$ vejcovodu ♀ a fundů dělohy ♀ a močového měchýře
- **plexus iliacus** dx. + sin. (**čistě sympathetic**) → DK

Innervation of Female Reproductive Organs



Sympathetic fibers

Presynaptic _____

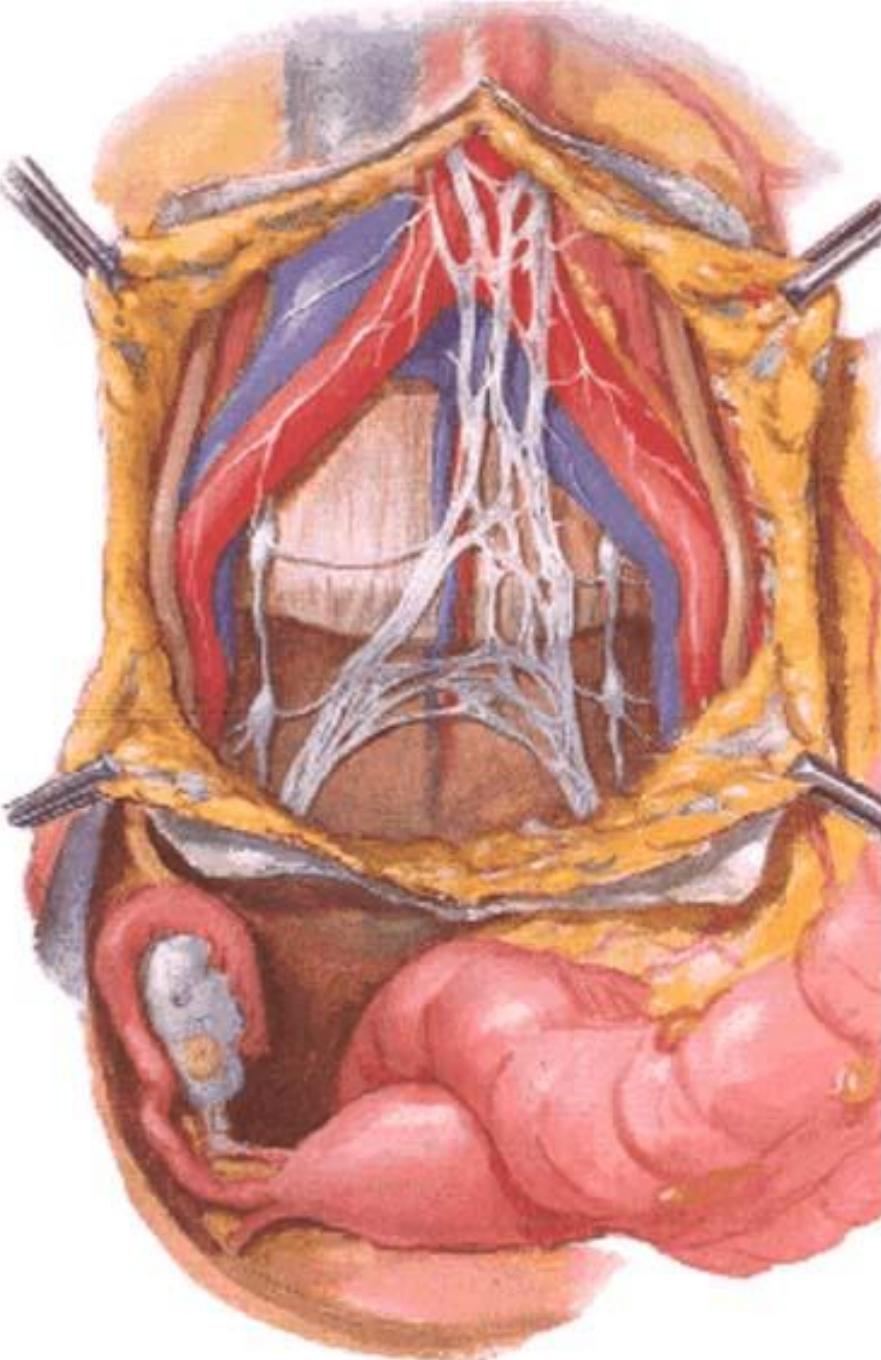
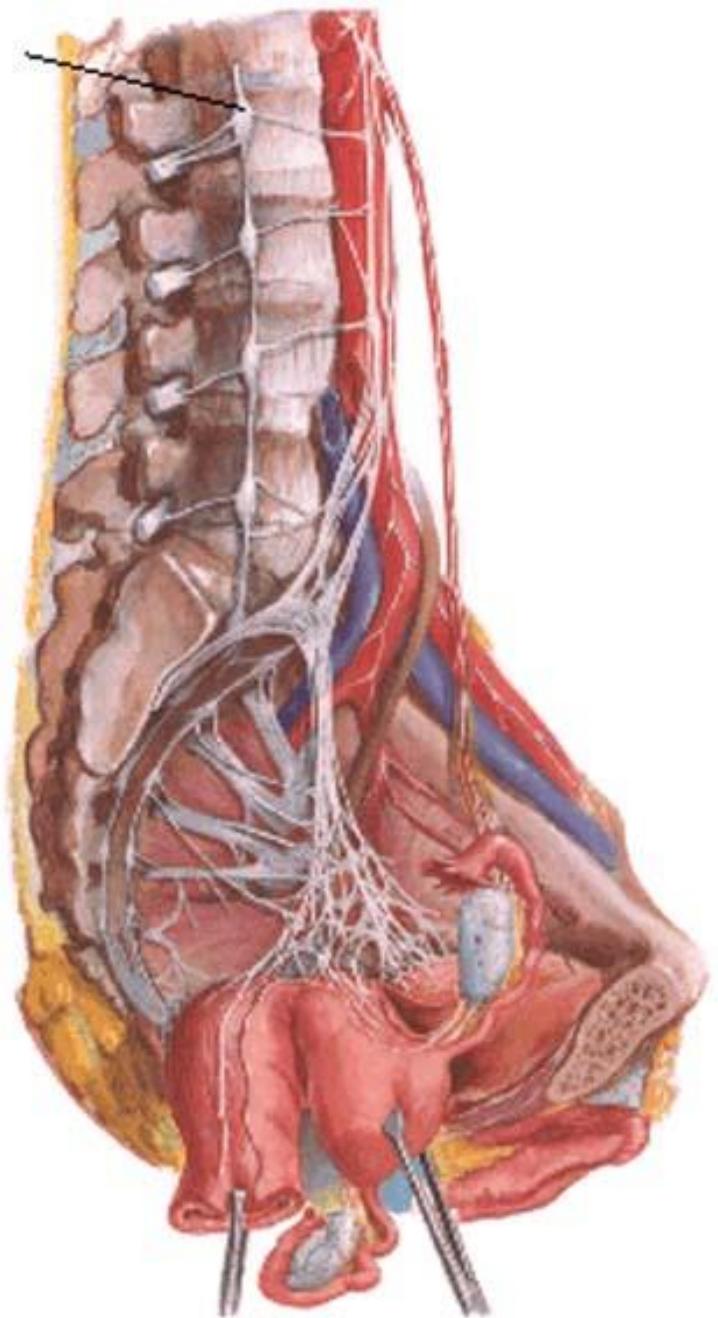
Postsynaptic -----

Parasympathetic fibers

Presynaptic _____

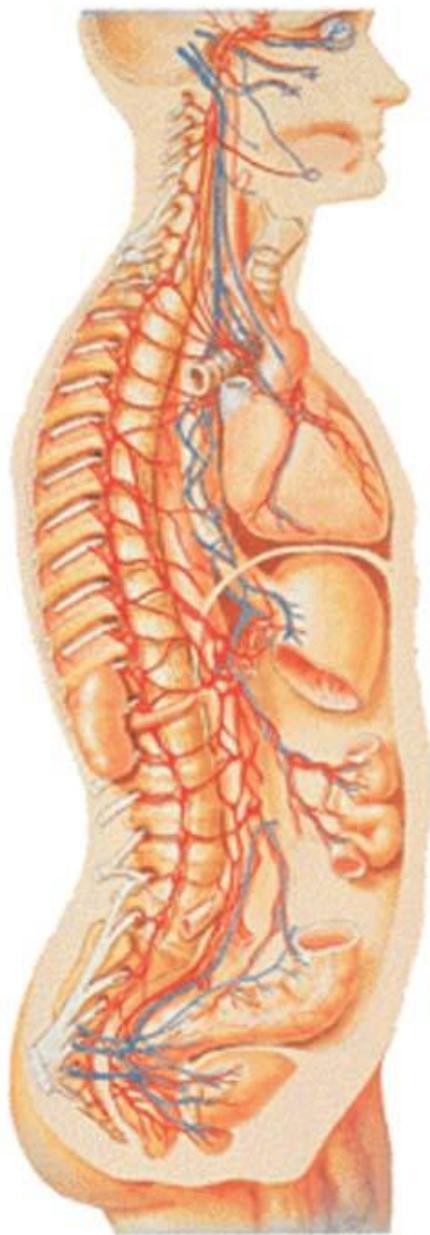
Postsynaptic -----

Afferent fibers _____

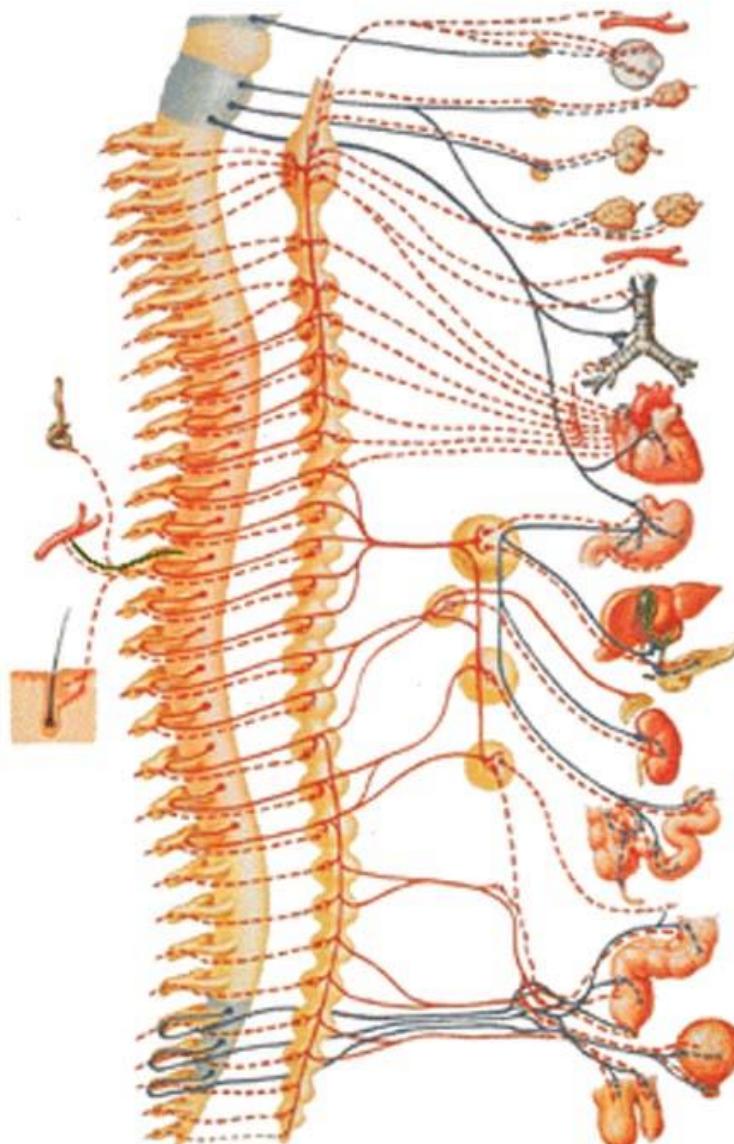


PARASYMPATHICUS

„kraniosakrální systém“



— Sympathetic fibers
— Parasympathetic fibers



Sympathetic fibers Presynaptic —
 Postsynaptic - - -
Parasympathetic fibers Presynaptic —
 Postsynaptic - - -
Antidromic conduction —

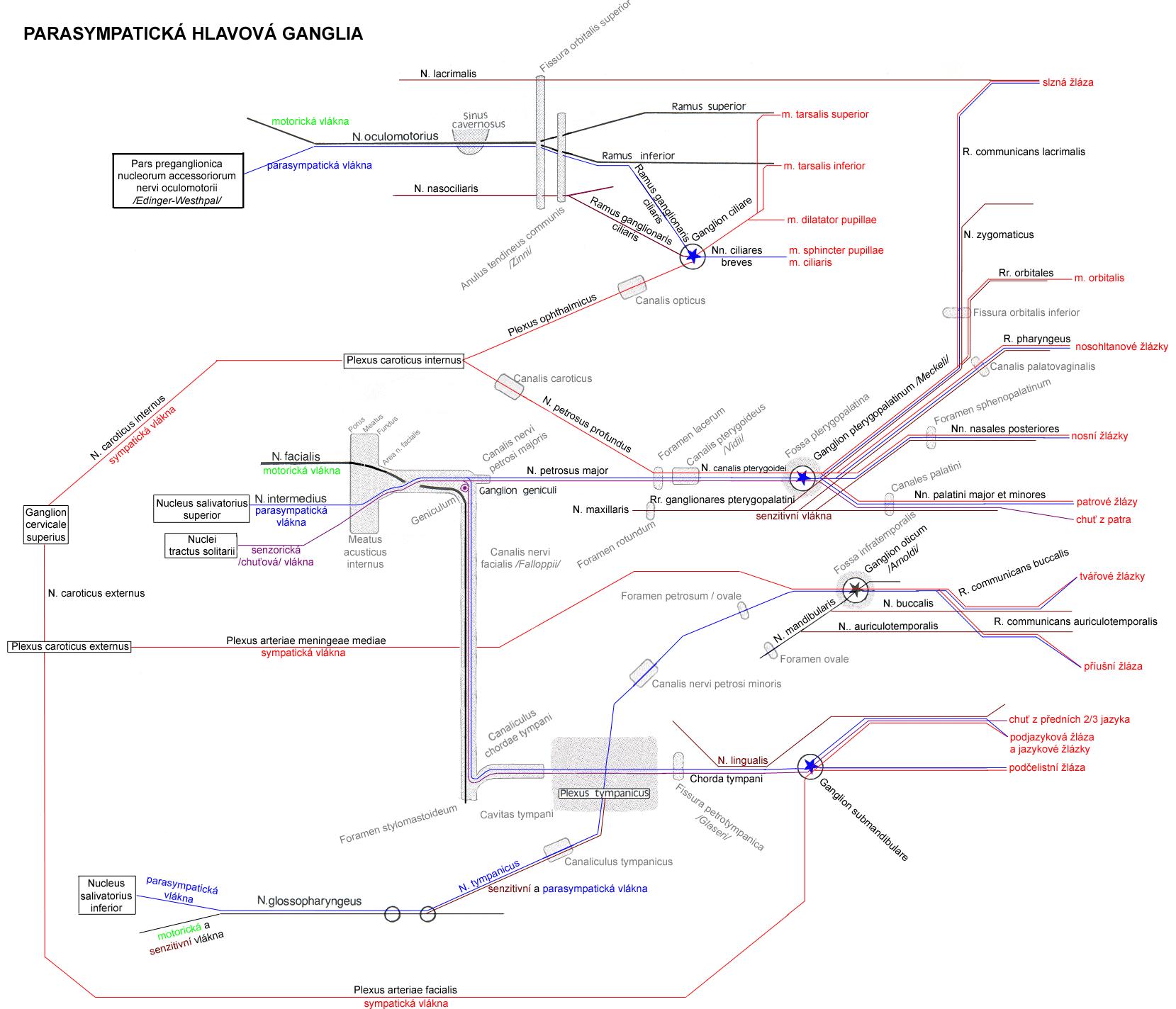
Parasympatikus

= kraniosakrální systém

- jádra hlavových nervů
 - pars preganglionica nucleorum accessoriorum nervi III. (*Edinger-Westphal*)
 - ncl. salivatorius superior (VII.)
 - ncl. salivatorius inferior (IX.)
 - ncl. posterior n. X
- ncl. intermediolateralis S2-4

ganglia uložena v lebce nebo ve stěnách orgánů
ganglia umístěna blízko k efektorovým orgánům

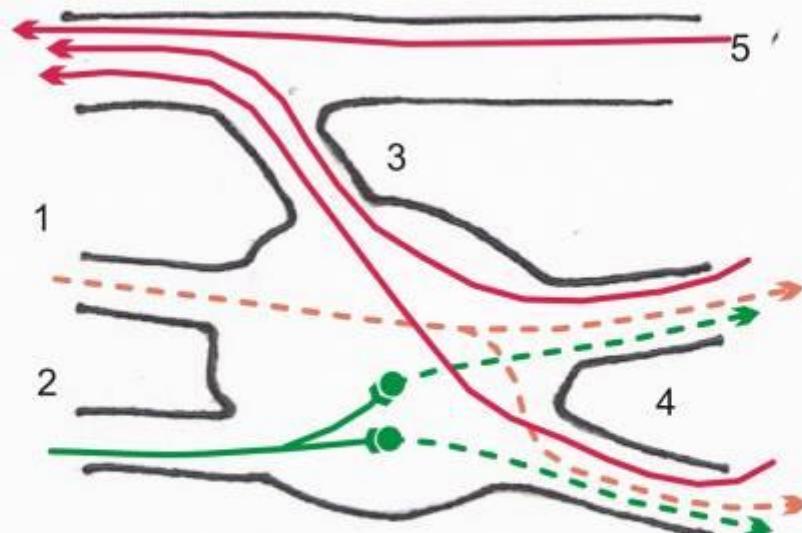
PARASYMPATICKÁ HLAVOVÁ GANGLIA



Obecné schéma parasympatického ganglia

- radix parasympatica
- radix sympathica
- radix sensoria

General schema of the cranial parasympathetic ganglion
(e.g. here [ciliary ganglion](#))



- 1 - sympathetic root ([here from plexus ophthalmicus](#))
- 2 - parasympathetic root ([here from n. oculomotorius](#))
- 3 - sensory root ([here to n. nasociliaris](#))
- 4 - efferent branches ([here nn. ciliares breves](#))
- 5 - branch from n. trigeminus ([here n. nasociliaris](#))

Ganglion ciliare Schacheri

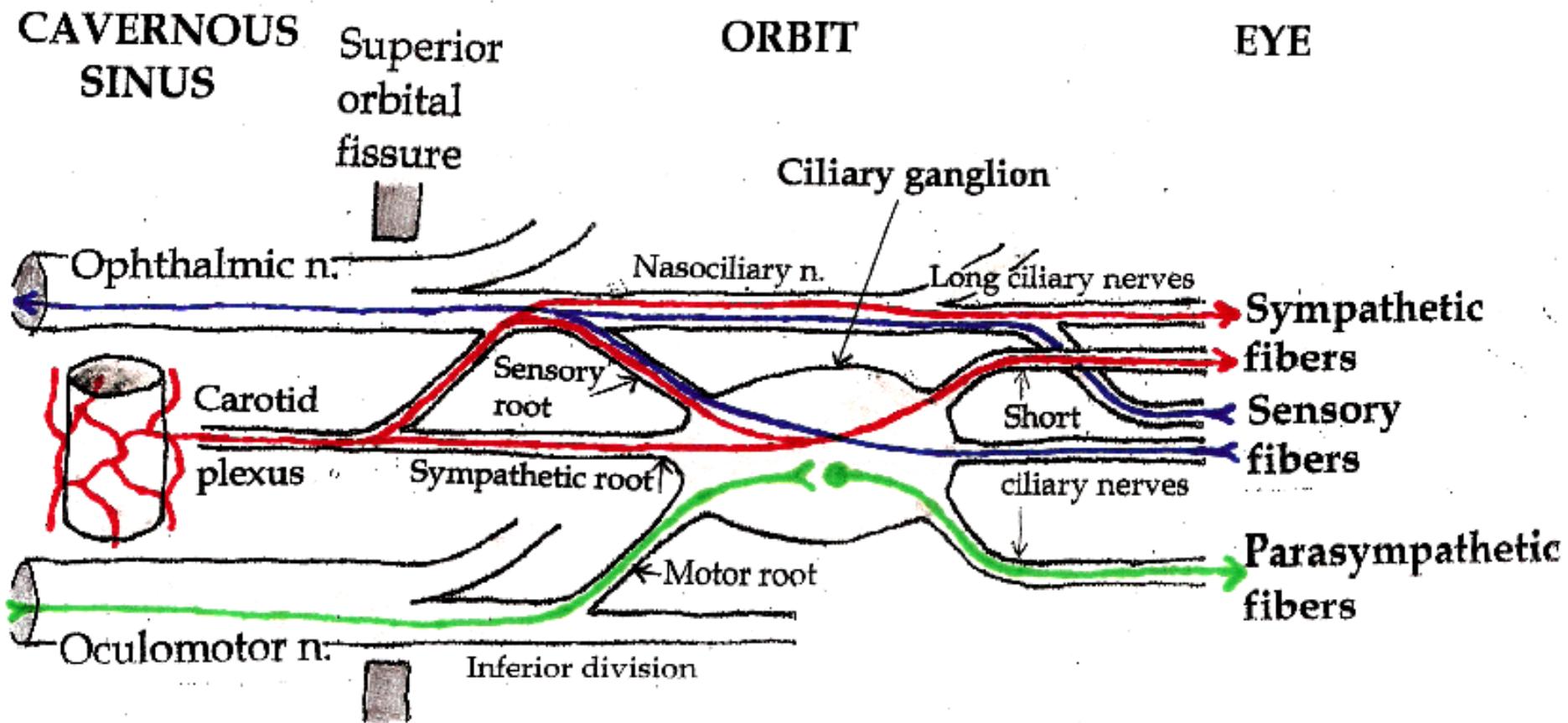
- očnice
- dorzálně od oční koule a laterálně od n. opticus

AF-PS: pars preganglionica nucleorum accessoriorum
n. III *Edinger-Westphal* → n. III → ramus ganglionaris
ciliaris

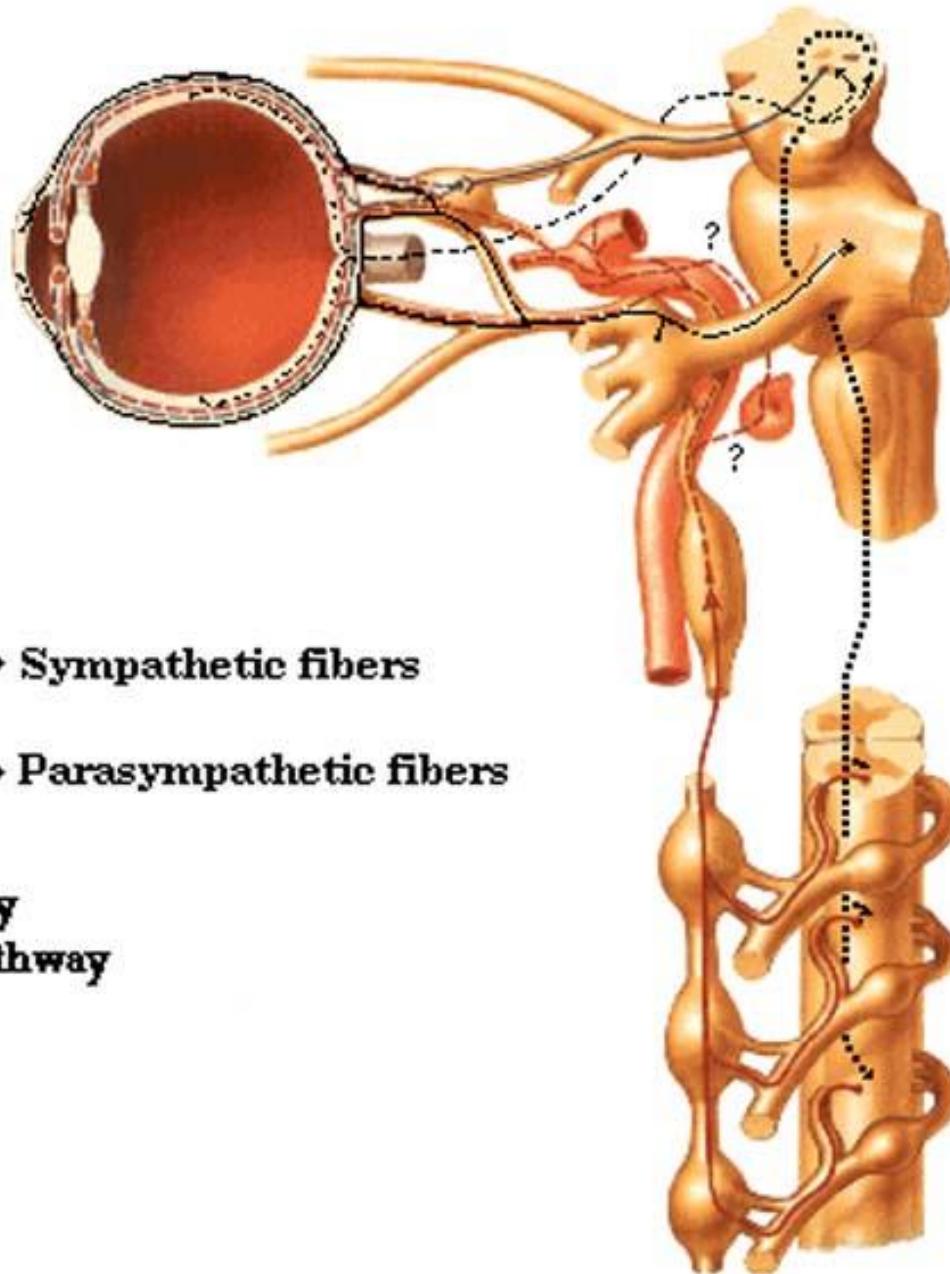
AF-S: ncl. intermediolateralis C8-T1 → ggl. cervicale
superius → n. et plexus caroticus internus → plexus
ophthalmicus (není zde přepojen)

EF: nn. ciliares breves (smíšené) → **m. ciliaris, m.**
sphincter pupillae, m. dilatator pupillae, m. tarsalis
sup. + inf. (m. orbitalis)

Ganglion ciliare Schacheri



Ciliary Ganglion



Ganglion pterygopalatinum Meckeli

- fossa pterygopalatina, pod n. maxillaris

AF-PS: ncl. salivatorius superior (VII.) → n. VII → n. intermedius → n. petrosus major → n. canalis pterygoidei *Vidii* (smíšený)

AF-S: ncl. intermediolateralis C8-T1 → ggl. cervicale superius → n. et plexus caroticus internus → n. petrosus profundus → n. canalis pterygoidei *Vidii* → (není zde přepojen)

EF: → n. zygomaticus → r. communicans lacrimalis
→ **gl. lacrimalis**

EF: → rr. nasales posteriores → **gll. nasales**

EF: → nn. palatini major + minores → **gll. palatinæ**

EF: → n. pharyngeus → **gll. nasopharyngeæ**

Ganglion submandibulare Langleyi

- trigonum submandibulare
- u křížení n. lingualis a ductus submandibularis

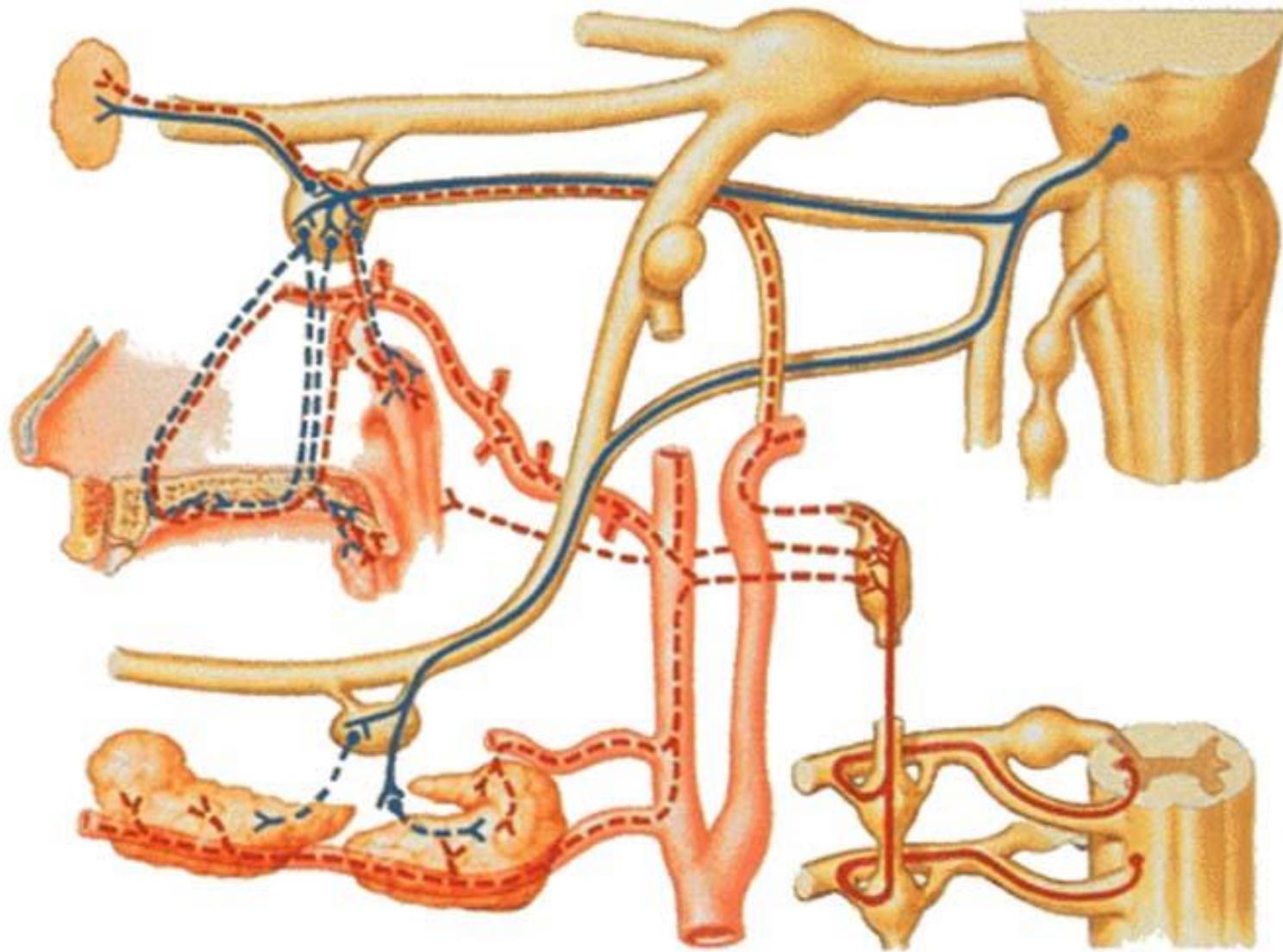
AF-PS: ncl. salivatorius superior (VII) → n. intermedius → n. VII → chorda tympani → n. lingualis (z n.V3) → r. communicans lingualis

AF-PS: ncl. intermediolateralis C8-T1 → ggl. cervicale superius → n. et plexus caroticus externus → plexus a. facialis (není zde přepojen)

EF: n. lingualis → gl. sublingualis + gll. linguales

EF: rr. glandulares → gl. submandibularis

Pterygopalatine and Submandibular Ganglia



— Sympathetic presynaptic fibers
- - - - Sympathetic postsynaptic fibers

— Parasympathetic presynaptic fibers
- - - - Parasympathetic postsynaptic fibers

Ganglion oticum Arnoldi

- fossa infratemporalis, mediálně od n. mandibularis

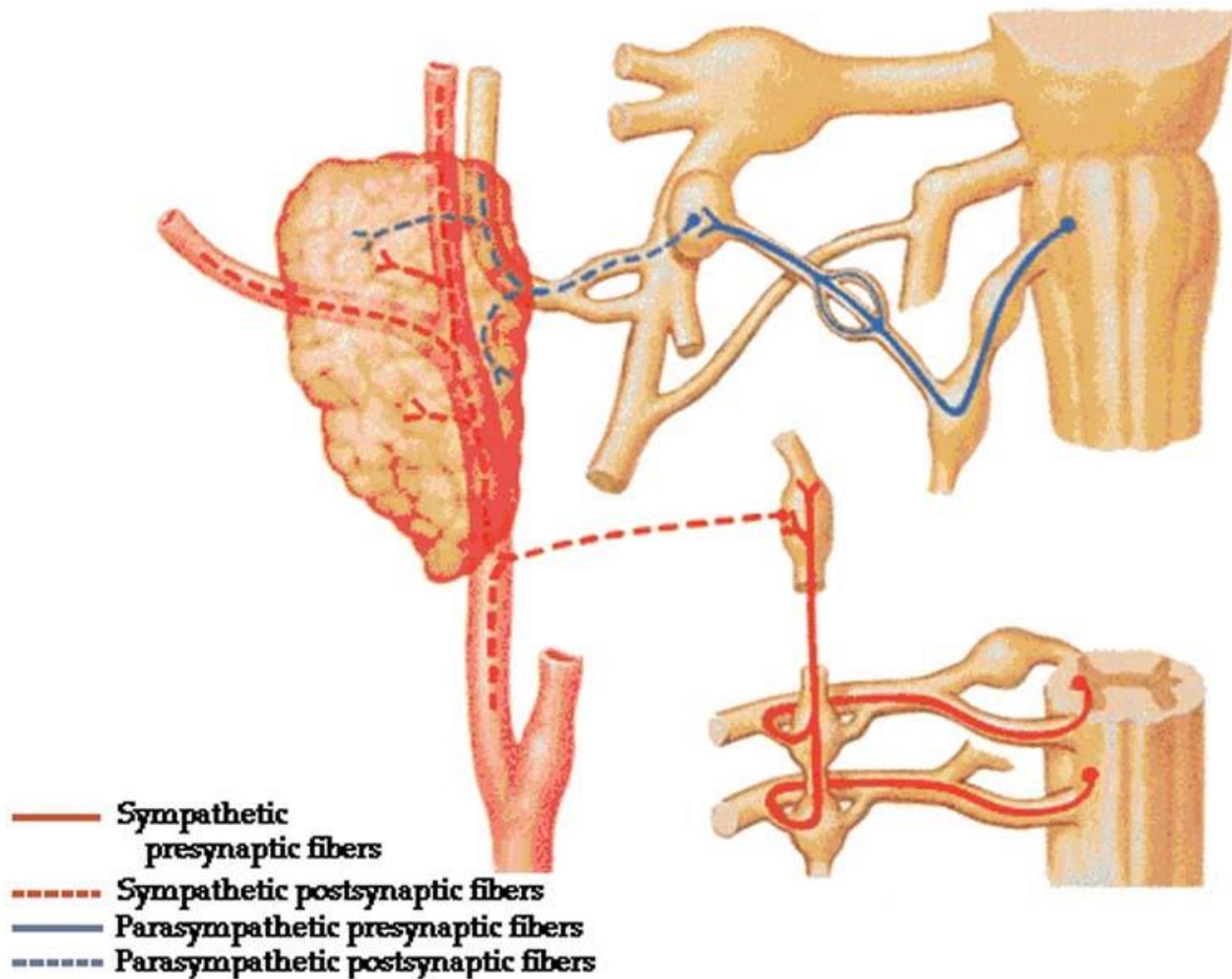
AF-PS: ncl. salivatorius inferior (IX.) → n. IX → n. tympanicus → plexus tympanicus → n. petrosus minor

AF-S: ncl. intermediolateralis C8-T1 → ggl. cervicale superius → n. et plexus caroticus externus → plexus a. meningeae mediae (není zde přepojen)

EF: r. communicans auriculotemporalis → n. auriculotemporalis → (věvičky n. facialis rozvádějí žlázou) → **gl. parotidea**

→ r. communicans buccalis → n. buccalis → **gII. buccales**

Otic Ganglion



Plexus hypogastricus inferior s. pelvicus

smíšená pleteň

AF-PS: nn. splanchnici pelvici S2-4 (*nesprávně nn. erigentes*)

AF-S: truncus sympatheticus → plexus aorticus abdominalis → plexus hypogastricus superior → nn. hypogastrici

AF-S: truncus sympatheticus → ganglia sacralia → nn. splanchnici sacrales

- pánevní orgány kromě vaječníku ♀, $\frac{1}{2}$ vejcovodu ♀ a fundů dělohy ♀ a močového měchýře

EF (smíšená): → plexus rectalis (aborální menšina konečníku)

→ parasympatikus běží ascendentně až po Cannonův-Bőhmův bod = zadní střevo

→ plexus prostaticus + deferentialis ♂ / uterovaginalis ♀

→ plexus vesicalis

- m. sphincter urethrae (nucleus n. pudendi Onufi v míše S2-4)

→ n. cavernosus penis ♂ / clitoridis ♀ (topořivá tělesa)

plexus hypogastricus superior
čistě sympatická pleteň

nervus hypogastricus
čistě sympatická pleteň

nervi splanchnic pelvici
parasympatické

plexus hypogastricus inferior =
plexus pelvis
smíšená pleteň

L4

L5

S1

S2

S3

S4

S5

Nn. splanchnic
pelvini

N. pudendus

Sk

Plexus hypogastric
superior

Rectum

Plexus (Nerv
hypogastricu

Ple:

Har

Ple:
inte

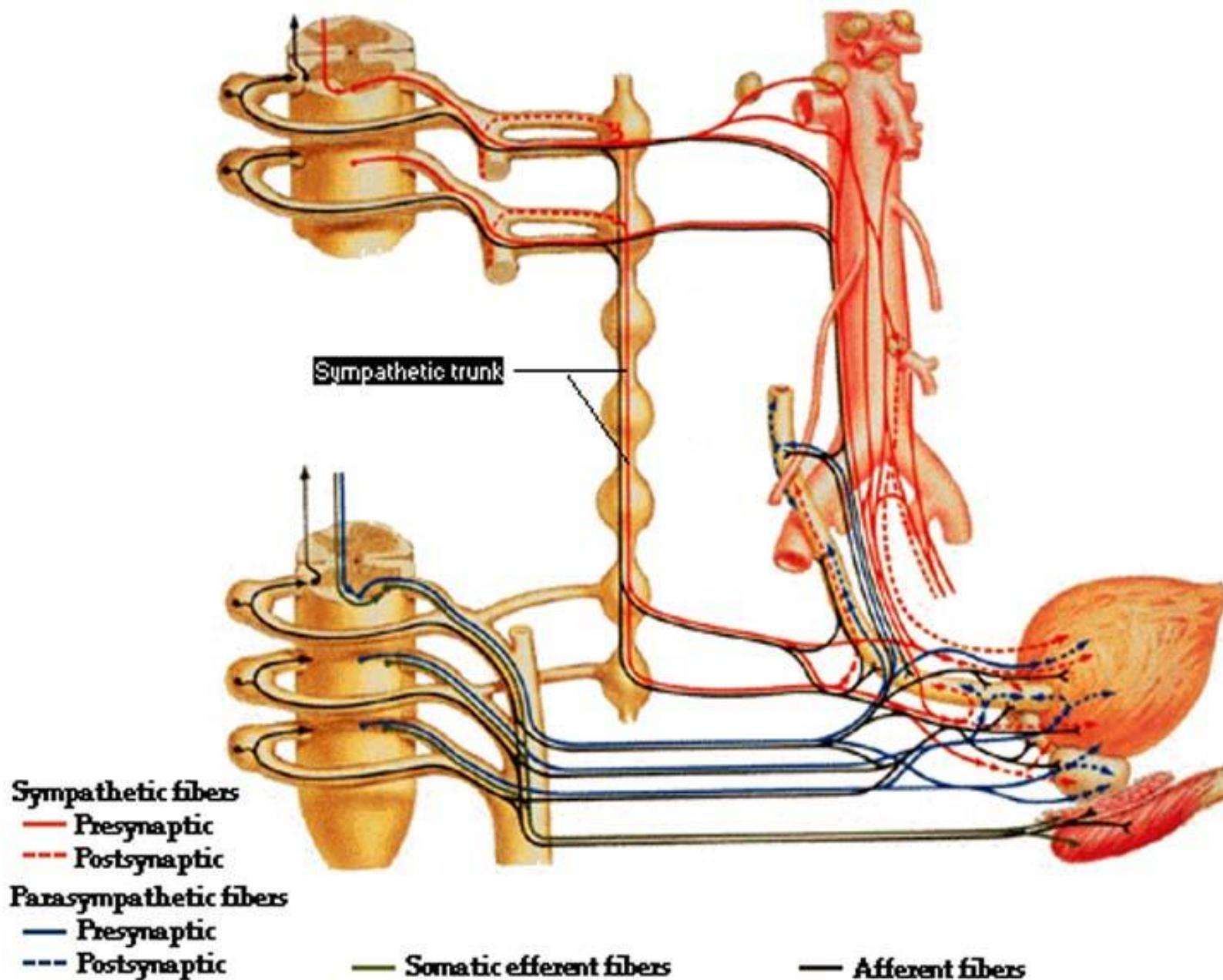
Prostata

Plexus p.v.

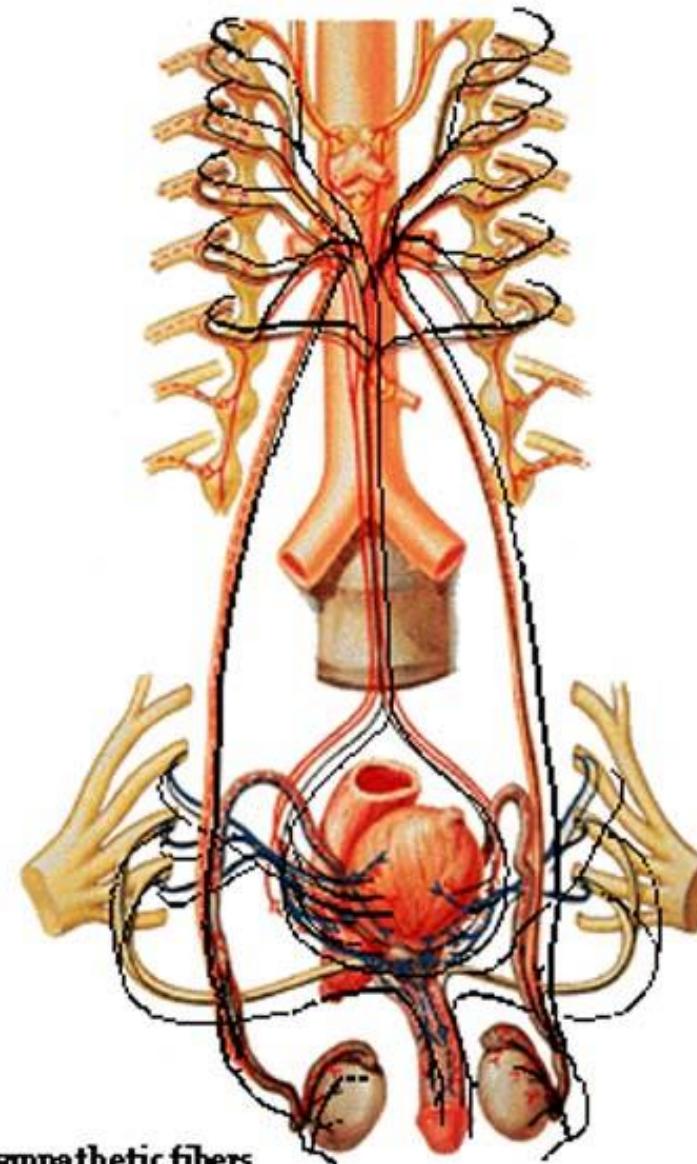
Nn. caveri

Penis

Innervation of Urinary Bladder



Innervation of Male Reproductive Organs



Sympathetic fibers
— Presynaptic
--- Postsynaptic

Parasympathetic fibers
— Presynaptic
--- Postsynaptic

— Afferent fibers

Paraganglia

- **chromaffinní (*paraganglia sympathica*)**
 - paraganglion aorticum abdominale *Zuckerkandli*
 - glomus coccygeum *Luschkae*
 - glomus jugulare, tympanicum...
- **bez chromaffinní reakce** (dříve *paraganglia parasympathica*)
 - baro- a chemoreceptory
 - glomus caroticum
 - glomera supracardiaca (aortica)

Enterický systém

kardie žaludku → horní okraj m. sphincter ani internus, žlučník a žlučovod, slinivka

- **plexus myentericus Auerbachi**
- **plexus submucosus Meissneri**
- ganglia ve stěně
- vlákna
 - visceromotorická sympatická + parasympatická
 - viscerosenzitivní do obou směrů + reflexní
- Cajalovy intersticiální buňky
 - pacemaker svalové vrstvy střeva

CNS

- nejvyšší autonomní ústředí = **hypothalamus**
- ovládáno limbickým systémem (např. insula)
- jádra ovlivňována z retikulární formace (reflexy)