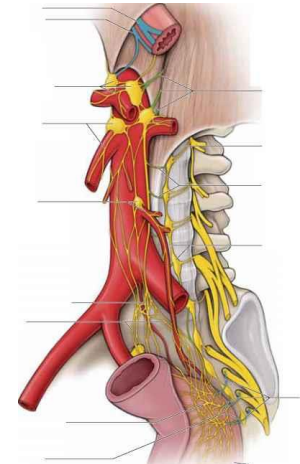


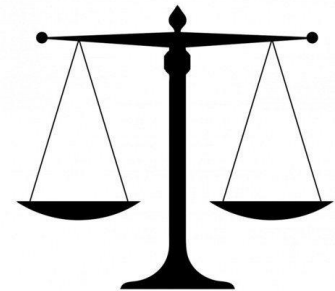
FIZIOLOGIJA AUTONOMNOG NERVNOG SISTEMA

Dr Ljubomir Jovanović, docent
Katedra za fiziologiju i biohemiju

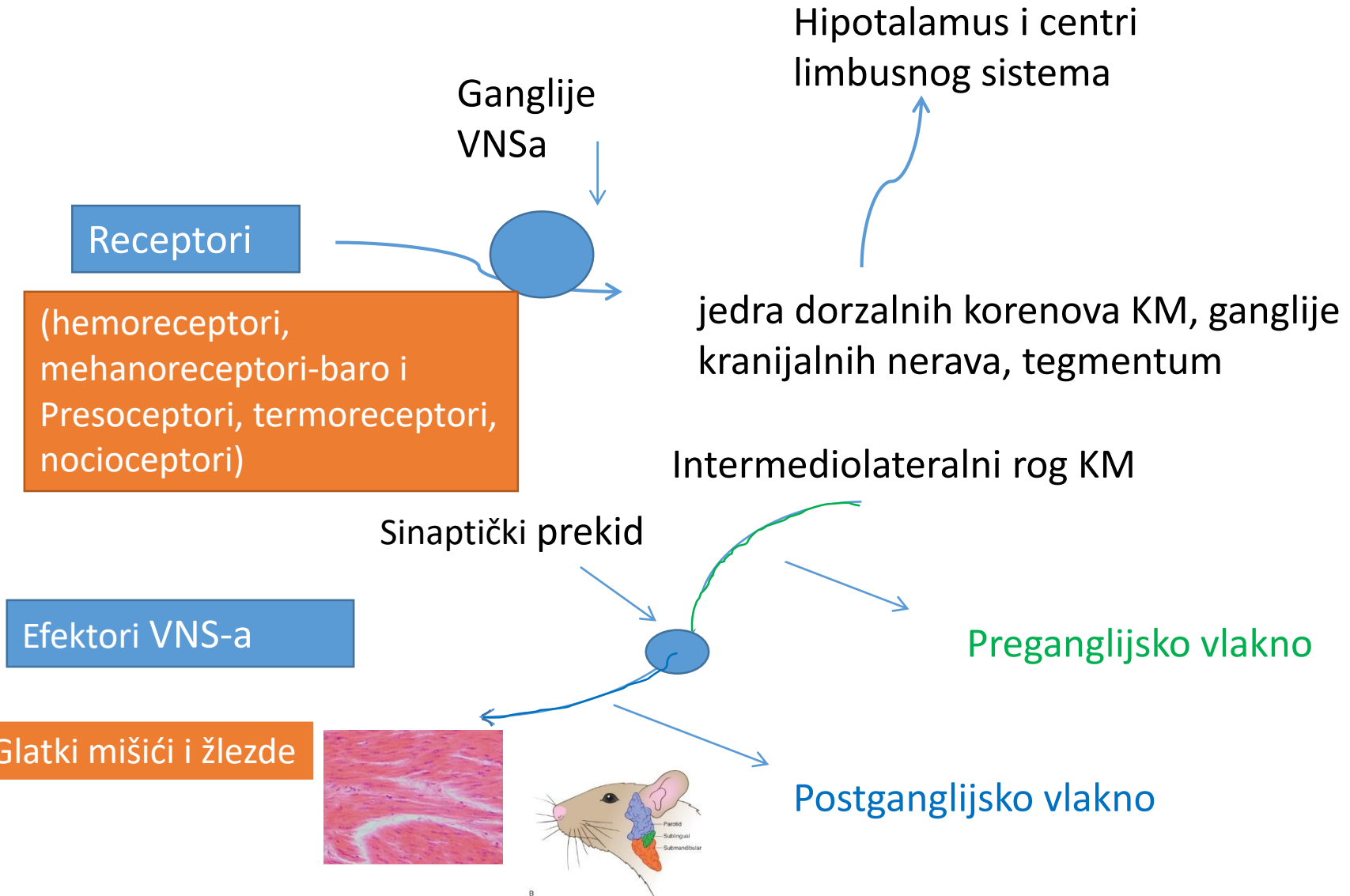


VEGETATIVNI – AUTONOMNI NERVNI SISTEM

- **Održavanju homeostaze** u odgovoru na normalne varijacije kontrolisanih varijabli (negativna povratna sprega regulacija krvnog pritiska)
- **Integracija odgovora na stres** (odgovor na klasično fizičko vežbanje ili odgovor bori se ili beži –fight or flight response)
- **Integracija visceralnih funkcija** (na primer koordinacija organa u digestivnom sistemu posle unosa hrane)
- **Ne nalazi** se pod kontrolom **volje**, tj. svesti



VISCERALNI REFLEKSNI LUK

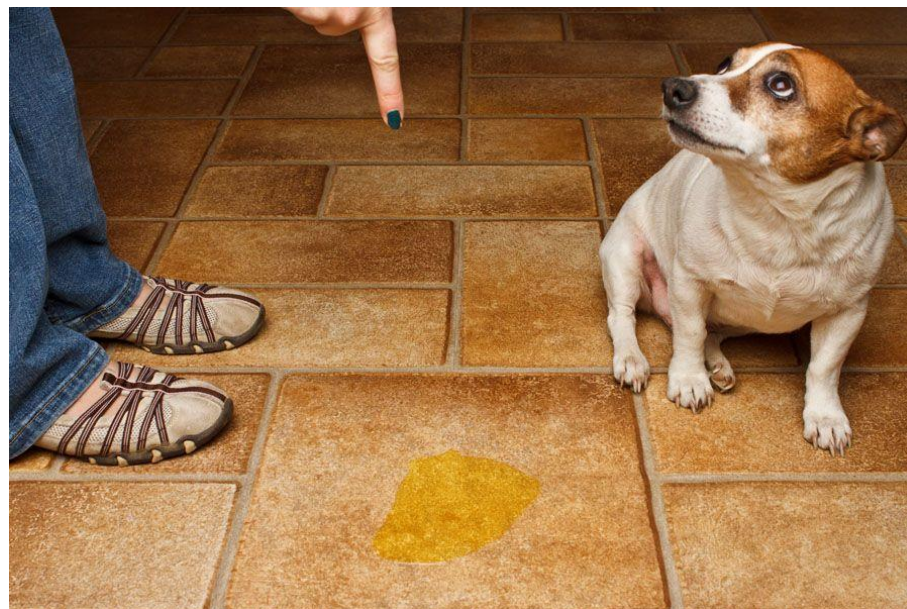


Da li su potpuno nesvesne reakcije?

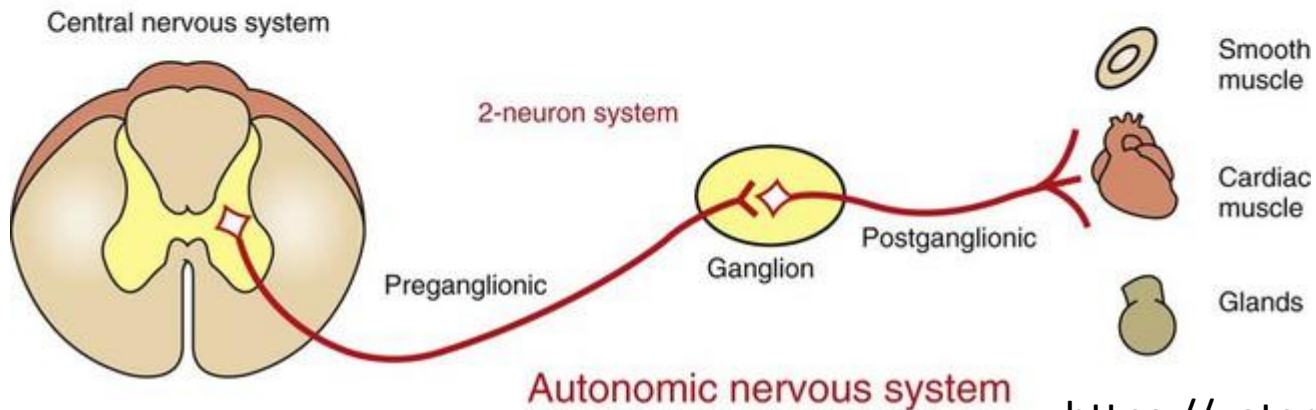
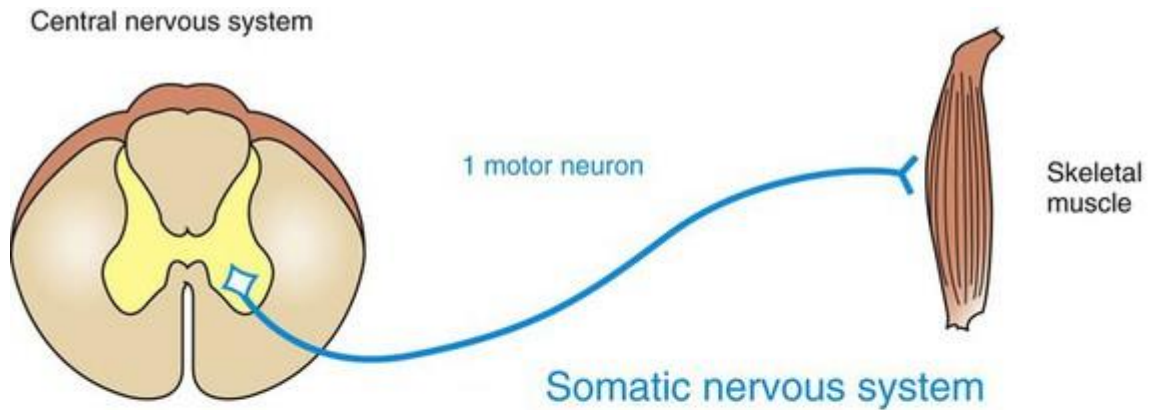
Mikcija



Povezanost sa emocijama-
Limbusni sistem



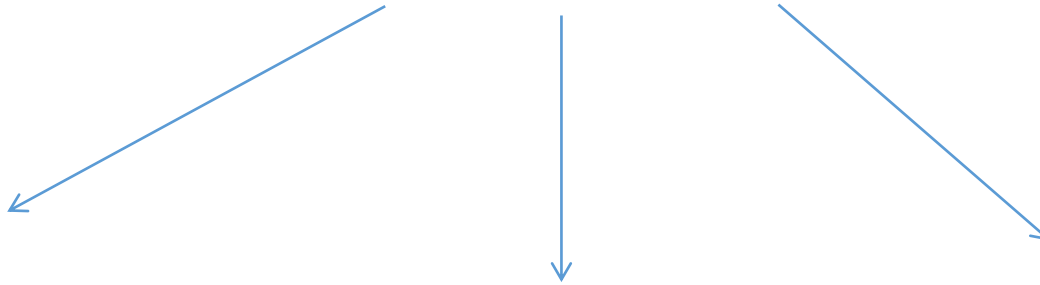
PERIFERNI NERVI VNS SE RAZLIKUJU OD SOMATSKIH.



<https://veteriankey.com/the-autonomic-nervous-system/>

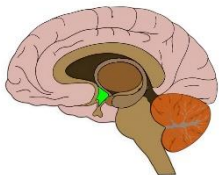
ORGANIZACIJA VNS-a

Simpatikus i parasimpatikus



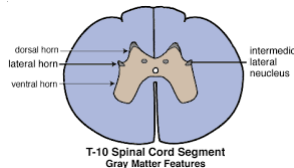
Centralni

Limbusna kora,
hipotalamus,
tegmentum i
moždano stablo



Spinalni

Retikulo-spinalni trakt i
intermediolateralni rogovi
sive mase KM

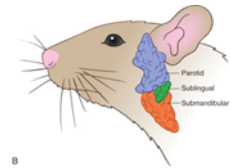


Periferni deo

Vegetativne
ganglije,
preganglijska i
postganglijska
vlakna

FUNKCIONALNA POVEZANOST SIMPATIKUSA I PARASIMPATIKUSA

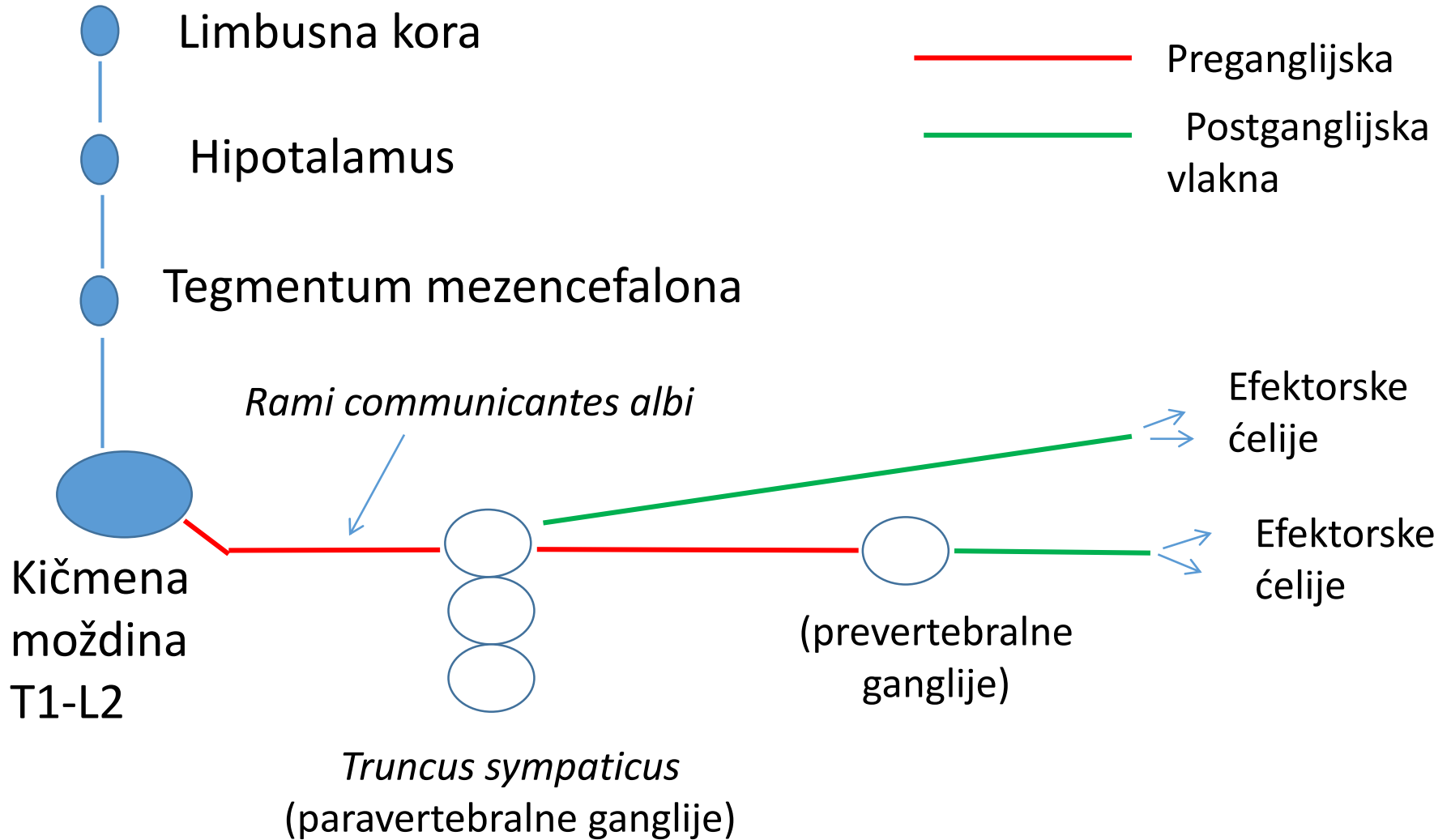
- Većina organa poseduje dvojnu **antagonističku** inervaciju sa dominacijom jednog dela VNS-a
- U nekim slučajevima simpatikus i parasimpatikus su **sinergisti (agonisti)** (npr. pljuvačne žlezde)
- Kontrolišu i procese koji se **nadovezuju** (npr. polni refleksi; parasimpatikus- erekcija, simpatikus- ejakulacija)
- Neka tkiva poseduju **samo simpatičku ili samo parasimpatičku inervaciju**



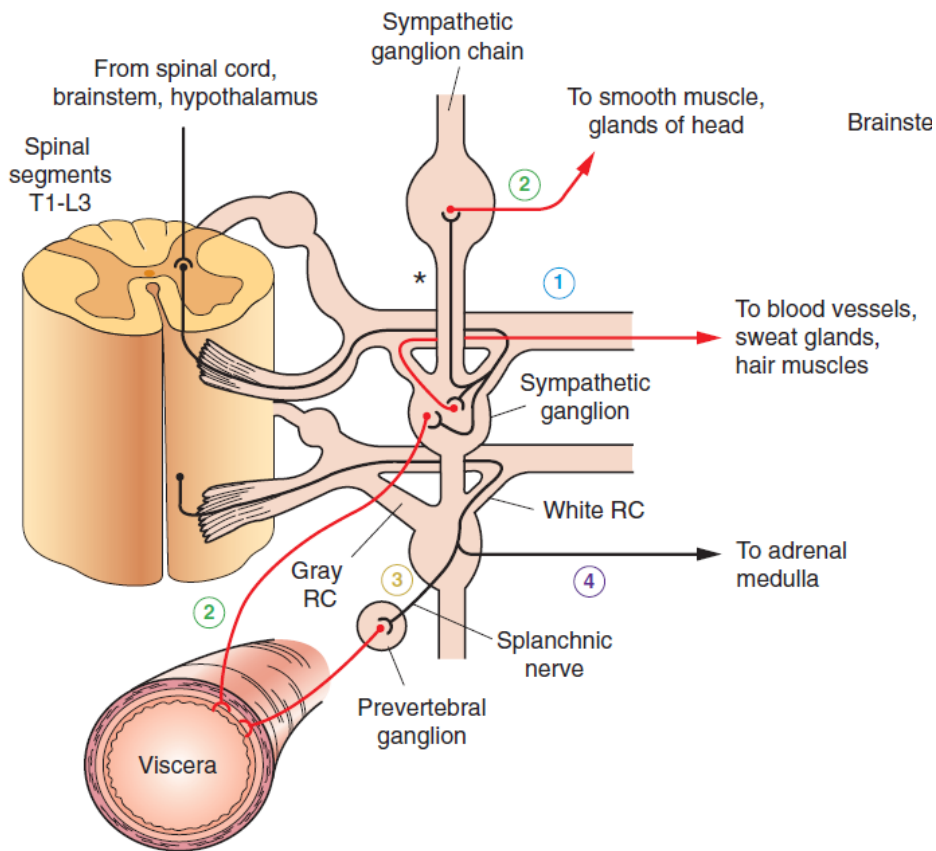
Parasimpatikus: sekrecija serozne parotidne pljuvačke, akomodacija oka, glatkomišićna vlakna u disajnim putevima

Simpatikus: jetra, bubreg, srž nadbubrega, znojne žlezde...

SIMPATIKUSNI NERVNI SISTEM

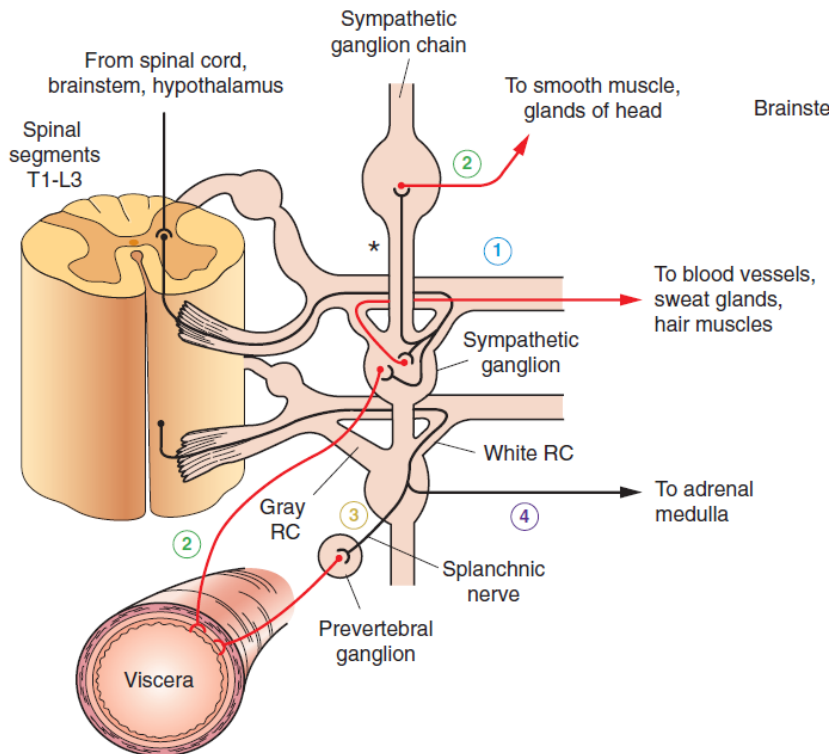


SIMPATIKUSNI NERVNI SISTEM



- ▶ Posle izlaska iz kičmenog kanala vlakna napuštaju spinalni nerv i kao *rami communicantes albi* ulaze u simpatikusnu vrpču- **truncus sympathicus-paravertebralne ganglije**.
- ▶ Neka vlakna se prekidaju i spajaju sa postganglijskim neuronima
- ▶ druga prolaze bez prekidanja i završavaju na udaljenim **prevertebralnim simpatičkim ganglijama** od kojih dalje idu aksoni postganglijskih neurona

SIMPATIKUSNI NERVNI SISTEM



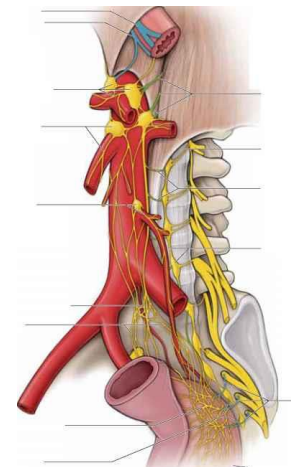
- ▶ Neka postganglijska vlakna vraćaju se iz simpatičkog lanca u spinalne nerve kao *rami communicantes grisei*
- ▶ spajaju se sa spinalnim nervima i odlaze do mišića i kože gde inervišu krvne sudove, znojne žlezde i piloerektorne mišiće

PREVERTEBRALNE GANGLIJE

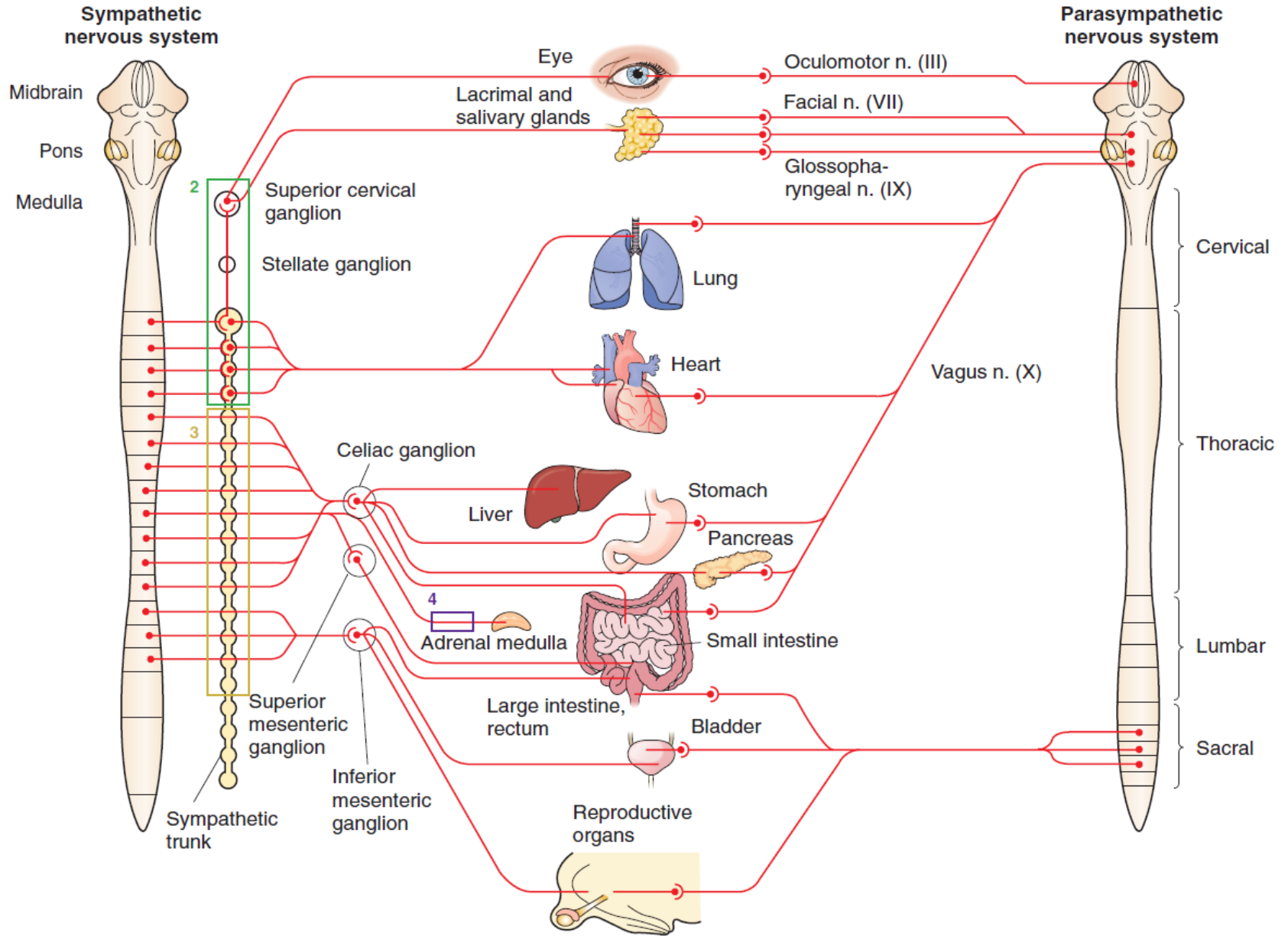
- ▶ postganglijska vlakna iz prednjih prevertebralnih ganglija (**ggl. cervicale i ggl. stellatum**) inervišu krvne sudove i organe glave i grudnog koša
- ▶ postganglijska vlakna iz **ggl. coeliacum** odlaze u organe trbušne duplje
- ▶ postganglijska nervna vlakna iz **gangliona mesentericum craniale i caudale** inervišu distalne delove kolona, rectum, mokraćnu bešiku
- ▶ U prevertebralne ganglije dolaze i **aferentna nervna vlakna iz unutrašnjih organa**, „niži vegetativni centri visceralnih refleksa“

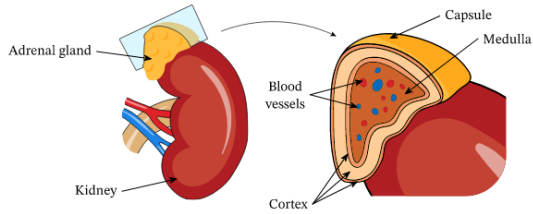
PARAVERTEBRALNE I PREVERTEBRALNE GANGLIJE

- ▶ predstavljaju „periferne centre“ VNS, odnosno mesta sinaptičkih spojeva
- ▶ u njima je zastupljena divergencija, na skoro svako preganglijsko dolazi desetak postganglijskih vlakana (proširuje se difuzni efekat simpatikusa)



Simpatikusni deo nervnog sistema-torako-lumbalni deo

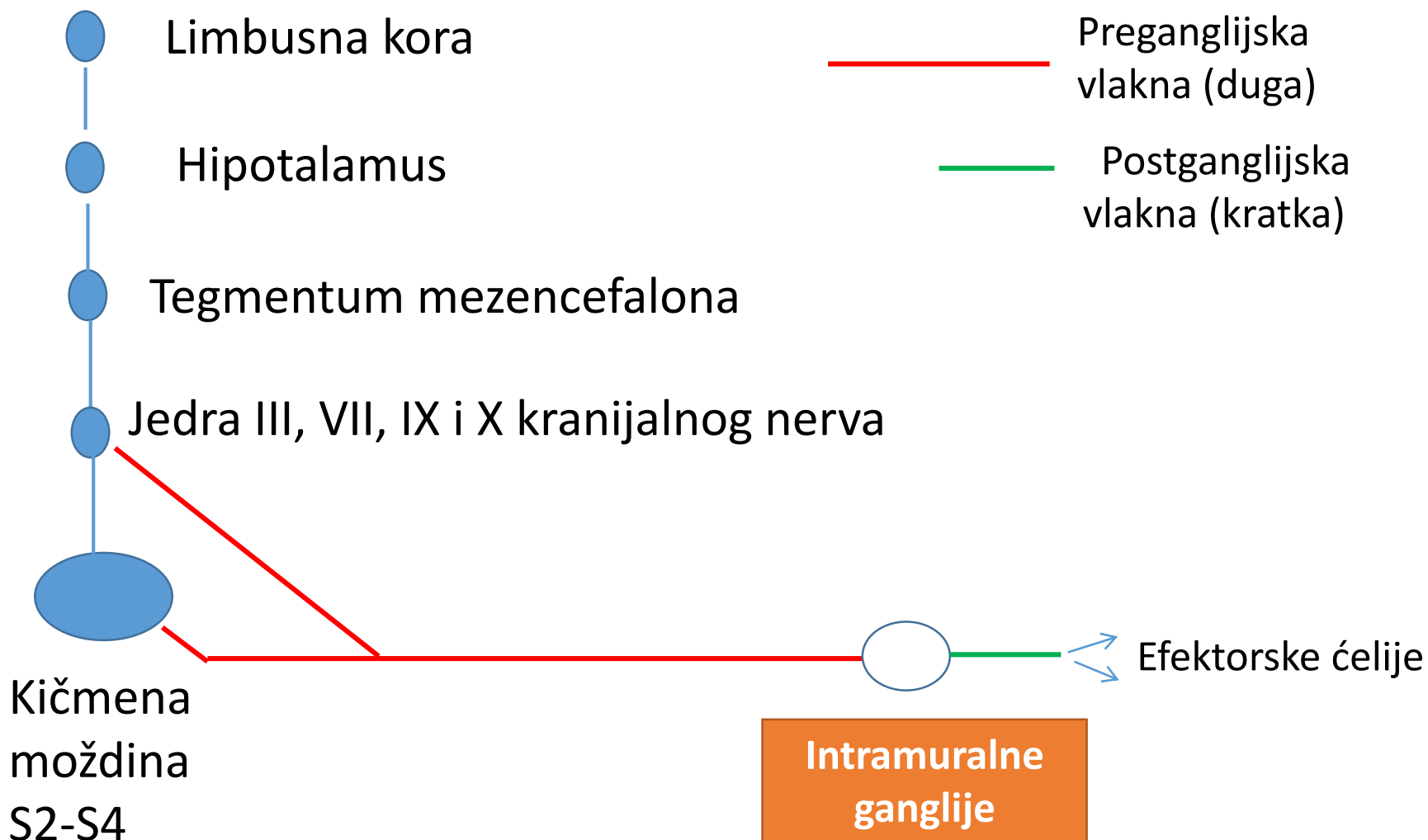




SRŽ NADBUBREŽNE ŽLEZDE SPECIJALNO INERVASANA

- ▶ preganglijska simpatička vlakna prolaze ne praveći sinapse čitav put od ćelija intermediolateralnog roga preko simpatičkih lanaca kroz splanhnične nerve do srži nadbubrežne žlezde
- ▶ završavaju se direktno na modifikovanim neuronskim ćelijama koje luče adrenalin i noradrenalin u cirkulaciju
- ▶ Ove ćelije analogne su postganglijskim neuronima

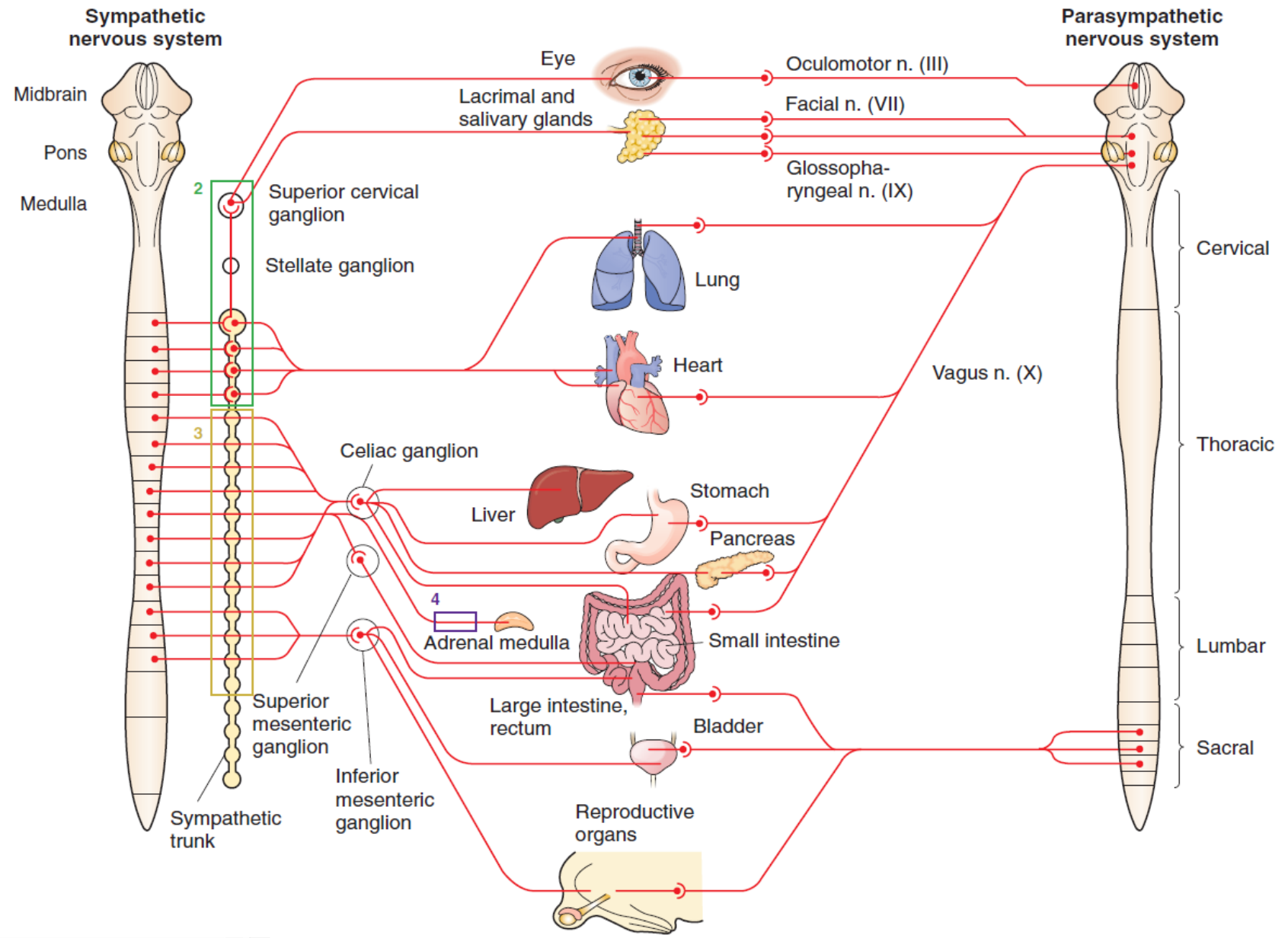
PARASIMPATIKUSNI NERVNI SISTEM



PARASIMPATIKUSNI NERVNI SISTEM

- **Nema izraženu divergenciju**, na svako preganglijsko dolazi jedno do najviše 3 postganglijskih vlakana
- **75% svih parasimpatikusnih nervnih vlakana** nalazi se u granama n. vagusa (X nerv) i prostire se kroz čitav grudni koš i abdomen

Parasimpatikusni deo nervnog sistema-Kranio-bulbo-sakralni sistem



SIMPATIKUS I PARASIMPATIKUS

NEUROTRANSMITERI VNS-a



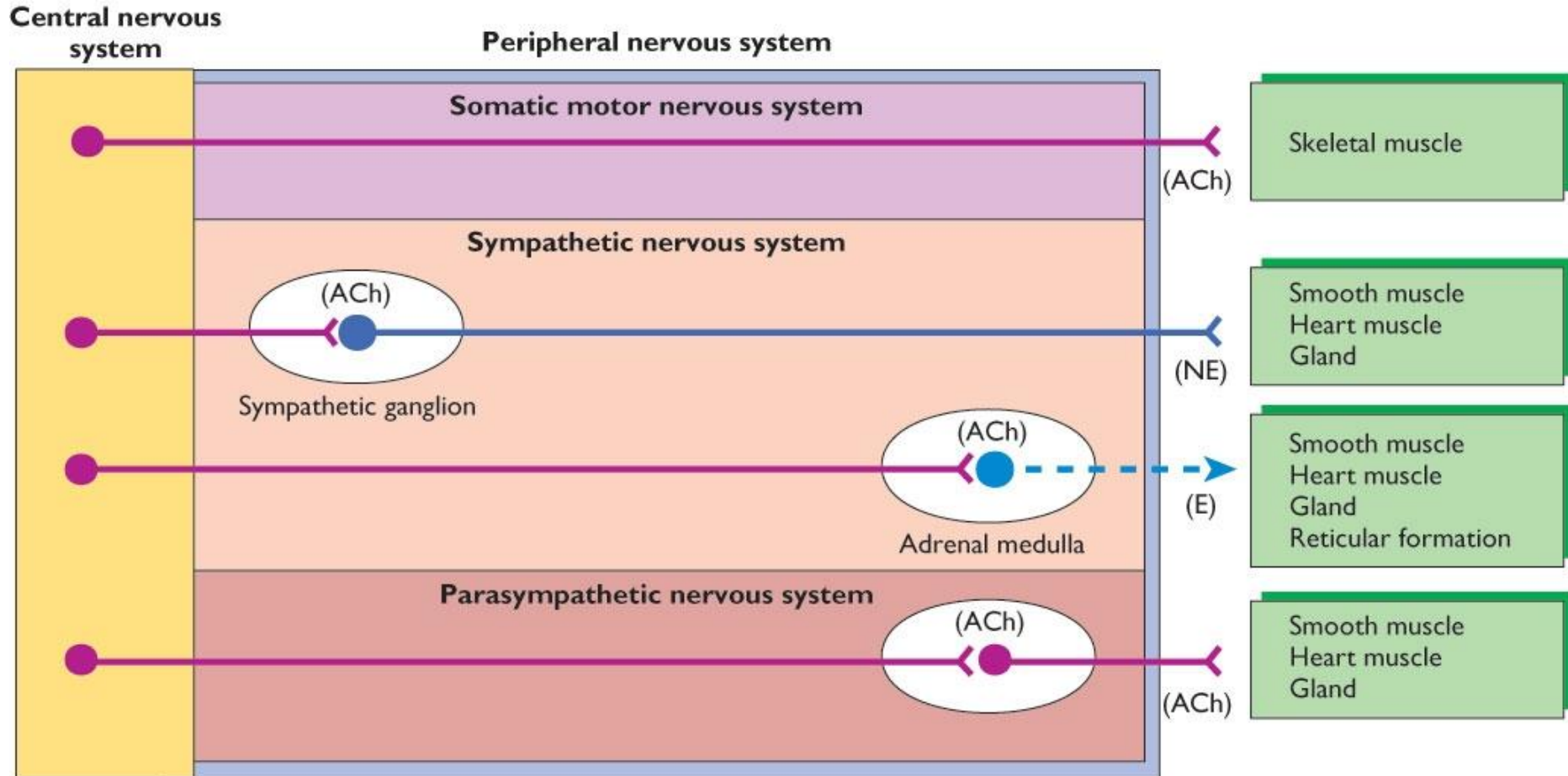
Holinergička vlakna
Acetil-holin (ACh)

Adrenergička vlakna
Noradrenalin (NOR)

sva preganglijska (i simpatikusna i
parasimpatikusna)
sva postganglijska **parasimpatikusna**
neka postganglijska simpatikusna
(znojne žlezde i mali broj krvnih sudova)

većina postganglijskih
simpatikusnih vlakana

NEUROTRANSMITTERI VNS-a



- Acetylcholine (ACh)
- Norepinephrine (Noradrenaline) (NE)
- - Epinephrine (Adrenaline) (E)

ACETIL HOLIN- ACh

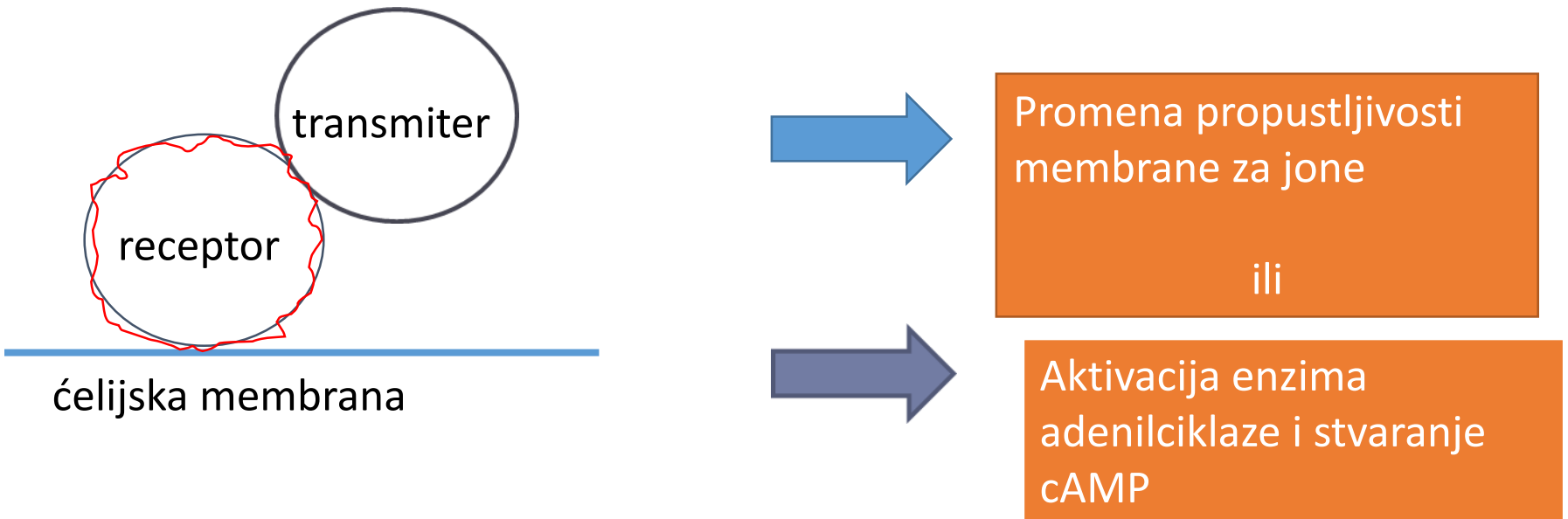
- Sintetiše se iz **holina i Acetil-CoA** uz enzim holinacetilazu
- Deponovan je u agranulisanim vezikulama nervnih završetaka
- Razlaže ga **AchE** (esteraza) na acetatni jon i holin, lokalno i u krvi
- Holin se posle ponovo koristi za sintezu

NORADRENALIN- NA

- ▶ Sintetiše se od fenilalanina i tirozina
- ▶ Deo izlučenog NA vraća se u nervne završetke a ostatak odlazi u cirkulaciju
- ▶ U nervnom završetku **monoaminooksidaza (MAO)** ga pretvara u neaktivnu formu
- ▶ U cirkulaciji NA podleže katabolizmu pod dejstvom **katehol-O-metiltransferaze (KOMT)**

RECEPTORI VNS-a

- Proteinski molekuli ili grupe molekula za koje se prema komplementarnoj strukturi vezuju neurotransmiteri



HOLINERGIČKI RECEPTORI

- Osetljivi na Ach i slična jedinjenja

Muskarinski receptori

Osetljivi na Ach i muskarin
Blokira ih atropin
Nalaze se u glatkim mišićima
unutrašnjih organa, egzokrinim
žlezdama i srcu

Nikotinski receptori

Osetljivi na Ach i nikotin
Blokira ih kurare
Nalaze se u postsinaptičkim
membranama vegetativnih
ganglija, srži nadbubrega i
neuro-mišićnim sinapsama

ADRENERGIČKI RECEPTORI

α receptori

NA i Adrenalin

KS bubrega, pluća, mozga,
kože i sluzokoža
Muskulatura sfinktera GIT,
pilomotori, pljuvačne i znojne
žlezde

β receptori (β_1 i β_2)

Adrenalin

SSSI, jetra, mišićna
vlakna bronhija,
želuca, m. detrusor
mokraćne bešike

$\alpha + \beta$ receptori

Krvni sudovi skeletnih mišića
Abdominalni organi
Koronarni krvni sudovi
Muskulatura creva, uterus, pankreas

ADRENERGIČKI RECEPTORI I NJIHOVE FUNKCIJE

Alfa receptor	Beta receptor
Vazokonstrikcija	Vazodilatacija (β_2)
Širenje zenica	Ubrzanje rada srca (β_1)
Relaksacija creva	Povećana snaga srčanog mišića (β_1)
Kontrakcija intestinalnih sfinktera	Relaksacija creva (β_2)
Kontrakcija pilomatora	Relaksacija materice (β_2)
Kontrakcija sfinktera bešike	Bronhodilatacija (β_2)
	Stvaranje toplote (β_2)
	Glikogenoliza (β_2)
	Lipoliza (β_1)
	Relaksacija zida bešike (β_2)

EFEKTI SIMPATIKUSA I PARASIMPATIKUSA

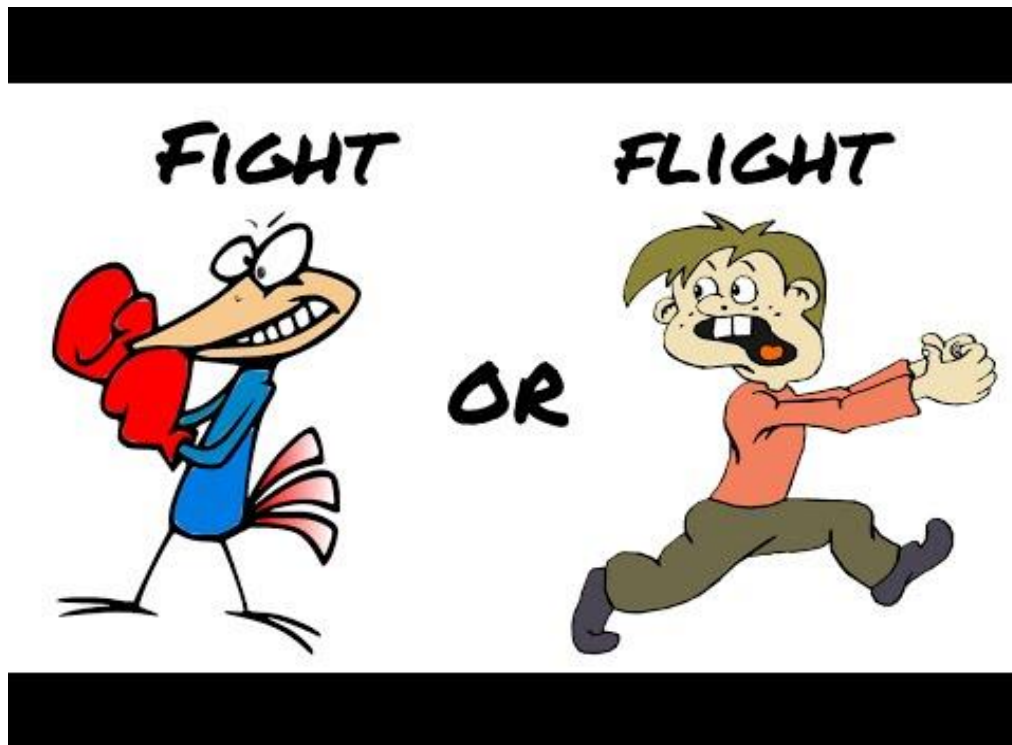
	SIMPATIKUS	PARASIMPATIKUS
Oko (zenica)	midrijaza	mioza
Oko (cilijarni mišić)	relaksacija (gledanje na daljinu)	kontrakcija (gledanje na blizinu)
Pljuvačne žlezde	male količine mukozne pljuvačka	velike količine serozne pljuvačke
Suzne žlezde	vazokonstrikcija	sekrecija
Srce	Povećava frekvencu, snagu, razdražljivost, provodljivost	Smanjuje frekvencu, snagu, razdražljivost, provodljivost
Koronarne arterije	Vazodilatacija (β_2) Vazokonstrikcija (α)	vazodilatacija
Pluća	Bronhodilatacija, produbljeno, frekventno disanje	bronhokonstrikcija

EFEKTI SIMPATIKUSA I PARASIMPATIKUSA

	SIMPATIKUS	PARASIMPATIKUS
Crevo (lumen)	Smanjena peristaltika i tonus	Povećana peristaltika i tonus
Crevo (sfinkter)	Kontrakcija	Relaksacija
Žučna kesa	relaksacija	kontrakcija
Mokraćna bežika	relaksacija	kontrakcija
Penis	ejakulacija	erekcija
Piloerekcijski mišići	kontrakcija	Nema uticaj
Masne ćelije	lipoliza	Nema uticaj
Bazalni metabolizam	Povećava i do 100%	Nema uticaj
Mentalna aktivnost	Povećava	Nema uticaj

„ALARMNA“ ILI STRESNA-REAKCIJA **SIMPATIČKOG** NERVNOG SISTEMA

„masovno pražnjenje“



**„Fight or flight“
„Bori se ili beži“**

„ALARMNA“ ILI STRESNA-REAKCIJA SIMPATIČKOG NERVNOG SISTEMA

- povišenje arterijskog pritiska
- povećanje dotoka krvi u aktivne mišiće uz istovremeno smanjenje dotoka u organe kao što su gastrointestinalni trakt i bubrezi
- porast intenziteta ćelijskog metabolizma u celom telu
- povišenje koncentracije glukoze u krvi
- povećanje glikolize u jetri i mišićima
- povećanje snage mišića

„ALARMNA“ ILI STRESNA-REAKCIJA **SIMPATIČKOG** NERVNOG SISTEMA

Ubrzano disanje



Ubrzan srčani rad
Porast TA



Raširene zenice

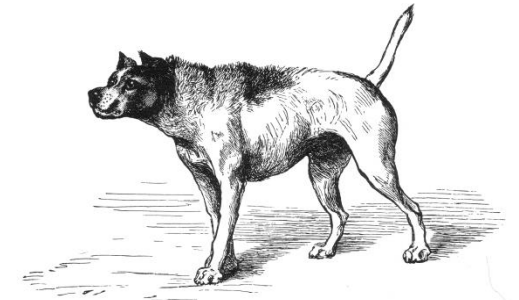


Pojačano znojenje



Povećana telesna temperatura

Nakostrešena dlaka



PARASIMPATIKUS



Nema masovnog pražnjenja

Mogu se samo neki pojedini efekti javiti istovremeno (mikcija i defekacija; lučenje pljuvačke i želudačnog soka)..

Literatura I izvori korišćenih šema i slika

Erickson HH, Goff JP, Uemura EE, 2015, Dukes' physiology of domestic animals, John Wiley & Sons, Iowa, USA

Frandsen RD, Wilke WL, Fails AD, 2009, Anatomy and physiology of farm animals, John Wiley & Sons, Iowa, USA

Junqueira LC, Carneiro J, 2005, Osnovi histologije, Data status, Beograd, Srbija

Sjastaad OV, Hove K, Sand O, 2003, **Physiology of domestic Animals**, Scandinavian Veterinary Press, Oslo, Norway

Stojić V, 2010, Veterinarska fiziologija, Naučna KMD, Beograd, Srbija

HVALA NA PAŽNJI

