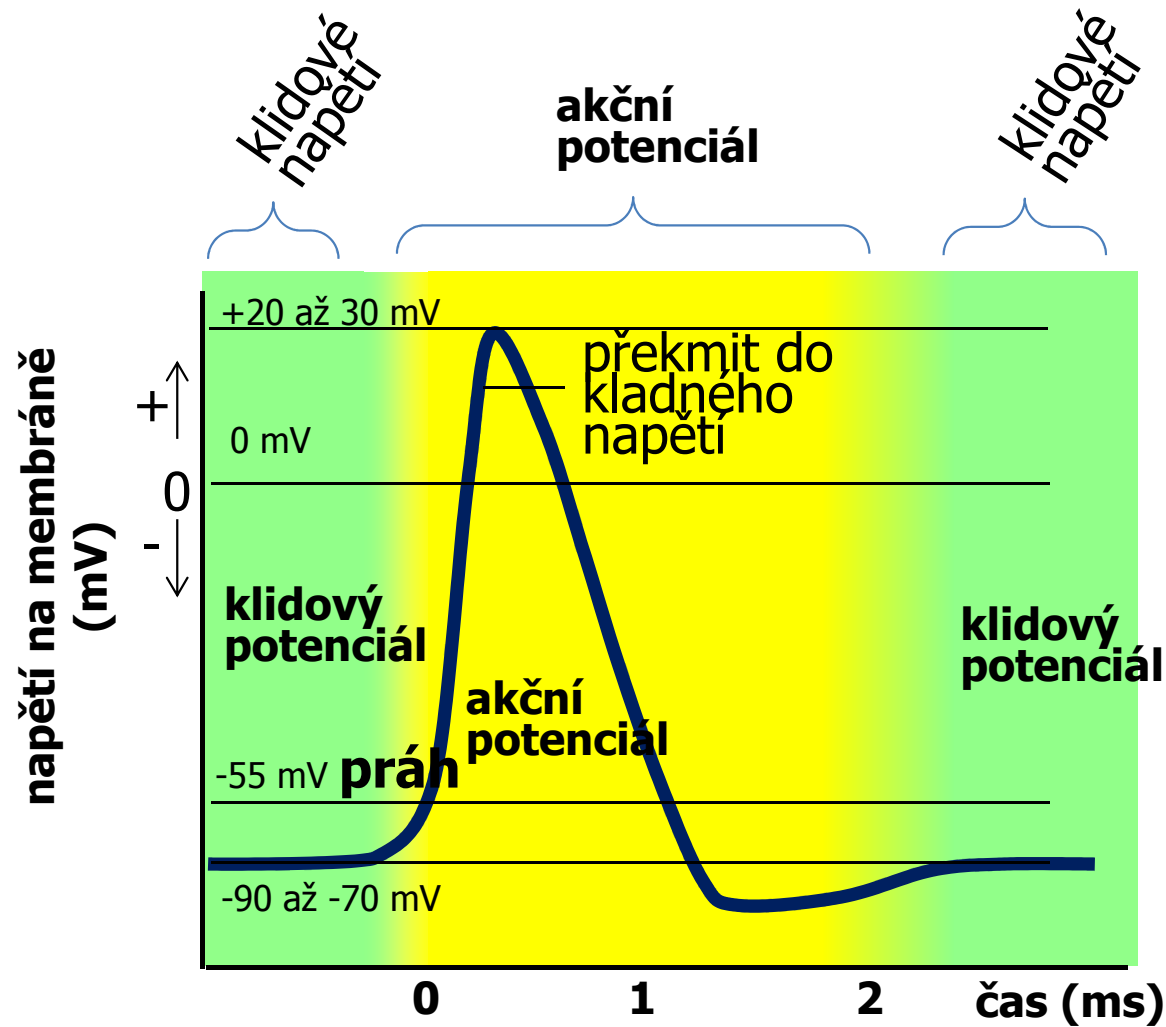


Fyziologický význam klidového membránového napětí

- Buňky jej užívají k regulaci svých fyziologických funkcí k nimž patří:
 - ✓ propustnost membrán svalových a nervových buněk pro ionty
 - ✓ intracelulární uvolňování vápníku pro svalovou kontrakci
 - ✓ uvolňování nervových přenašečů v nervovém systému

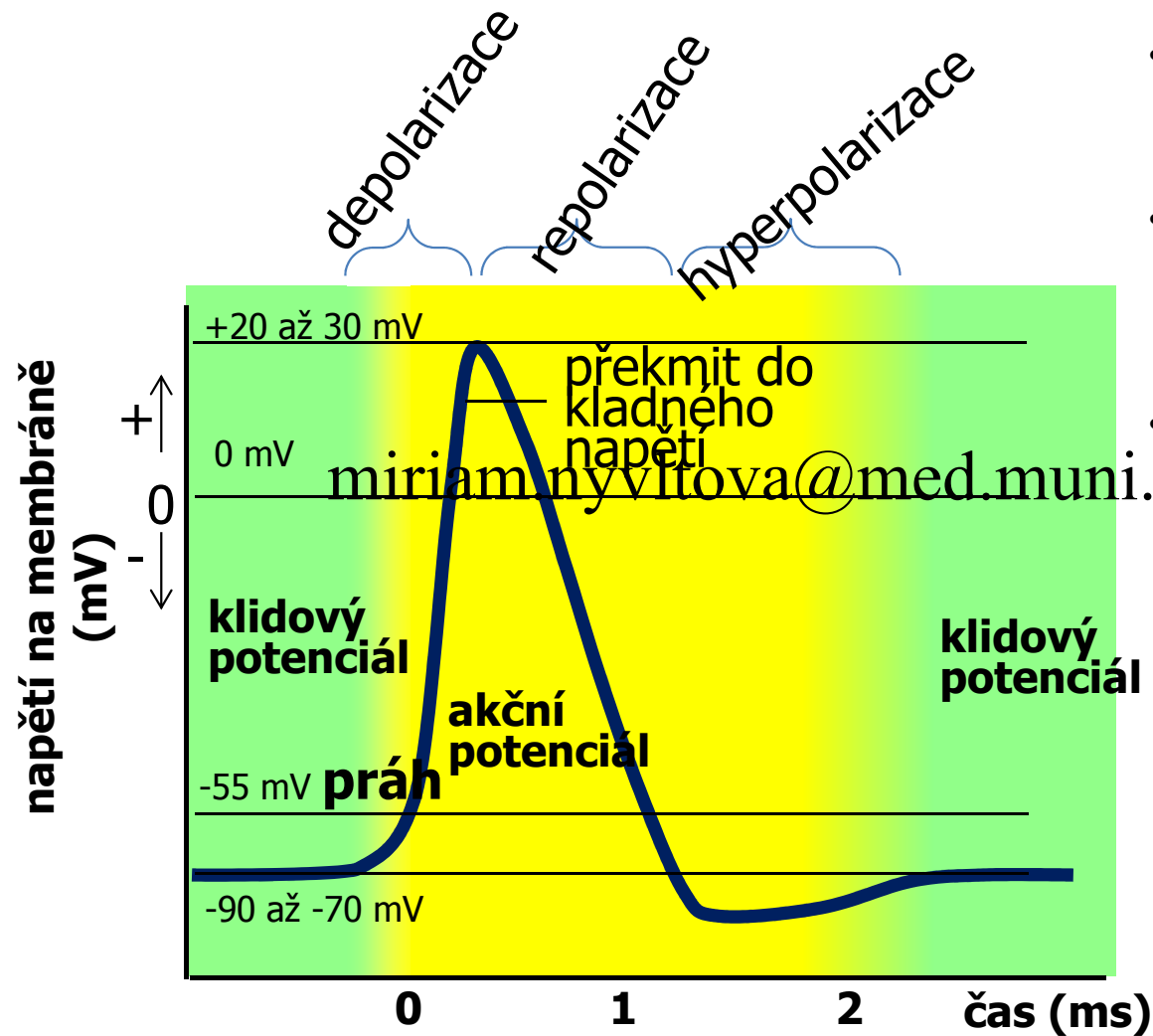
AKČNÍ POTENCIÁL (AP)

- Podrážděním vzrušivých buněk (svalových nebo nervových) se klidové membránové napětí může změnit v AKČNÍ napětí
- AP vzniká podle **zákona: „vše nebo nic“**
 - k jeho vzniku je potřeba dostatečně silného podnětu (tzv. **nadprahový** podnět)
 - jeho další **šíření** probíhá **bez ztráty** jeho velikosti



Klidové napětí:

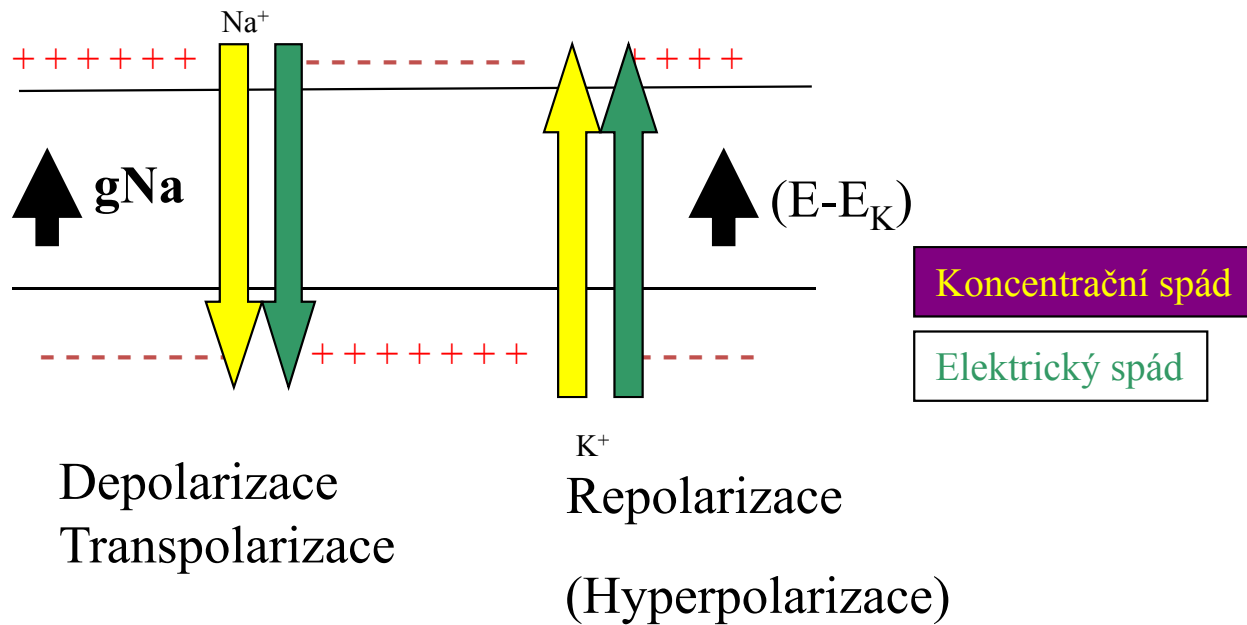
- na membráně buňky za klidových podmínek
- uvnitř buňky je záporný náboj, na povrchu buňky je kladný náboj
- buňka je nepropustná pro Na^+
- uvnitř buňky je větší koncentrace K^+ , mimo buňku je větší koncentrace Na^+
- koncentrace K^+ uvnitř je menší než koncentrace Na^+ vně
→ záporný náboj uvnitř buňky

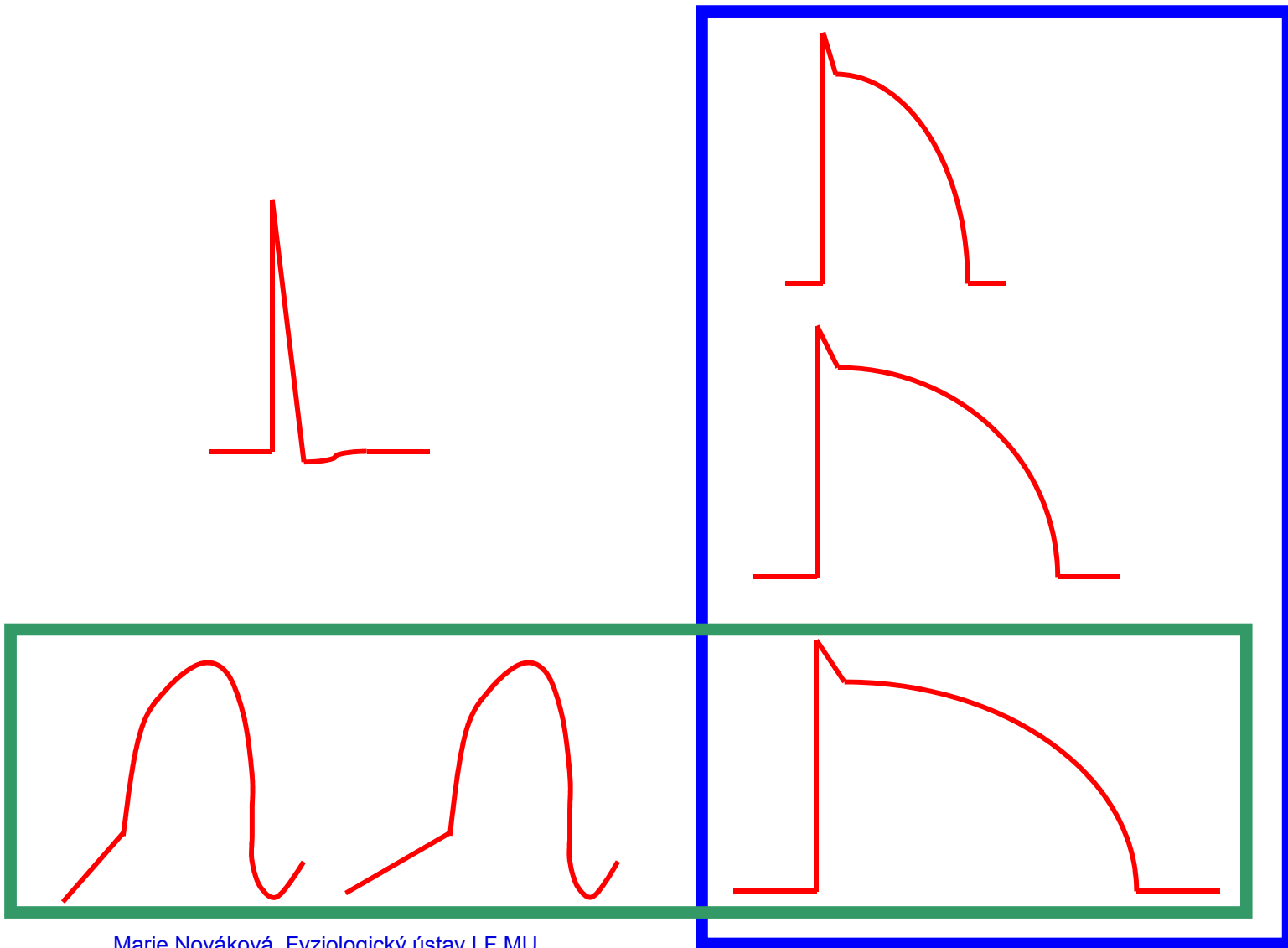


Akční potenciál (AP)

- Pokud je překročena prahová hodnota napětí (-55 mV), vzniká na membráně akční potenciál
- **Fáze depolarizace**
 - otevírají se napěťově řízené kanály pro Na⁺
 - Na⁺ velmi rychle vstupuje do buňky
- **Zákon vše nebo nic** – nepřekročí-li se práh, žádný AP, překročí-li se práh – vzniká AP
- **Fáze repolarizace**
 - kanály pro Na⁺ jsou znovu zavřeny (velmi rychle se inaktivují)
 - Otevírají se K⁺ kanály, K⁺ vystupuje z buňky
 - Na⁺/K⁺ pumpou je Na⁺ pumpován ven, K⁺ dovnitř
 - Napětí se dostává zpět ke klidovým hodnotám

AKČNÍ NAPĚTÍ





Marie Nováková, Fyziologický ústav LF MU

Fyziologický význam akčního potenciálu

- změnou klidového membránového potenciálu v akční potenciál se:
 - ✓ kódují a přenášejí informace v živých systémech (nervová soustava)
 - ✓ spouští se svalová kontrakce (svalstvo)

Nervový systém - hlavní funkce

- Přijímání, zpracování a ukládání informací, které přicházejí z vnitřního, ale i vnějšího prostředí
- Tyto informace využije pro řízení (regulaci) a vzájemnou koordinaci činnosti jednotlivých orgánových systémů
- Takto jsou zabezpečeny:
 - funkční jednota živého organismu jako celku
 - schopnost přizpůsobovat se změnám vnějšího prostředí

Stavba nervové soustavy

•Neurony

–Příjem, integrace a šíření informace

•Neuroglie (astrocyty, oligodendrocyty, mikroglie, ependymální buňky)

–Podpůrná činnost

•Počet neuronů cca. 100 miliard

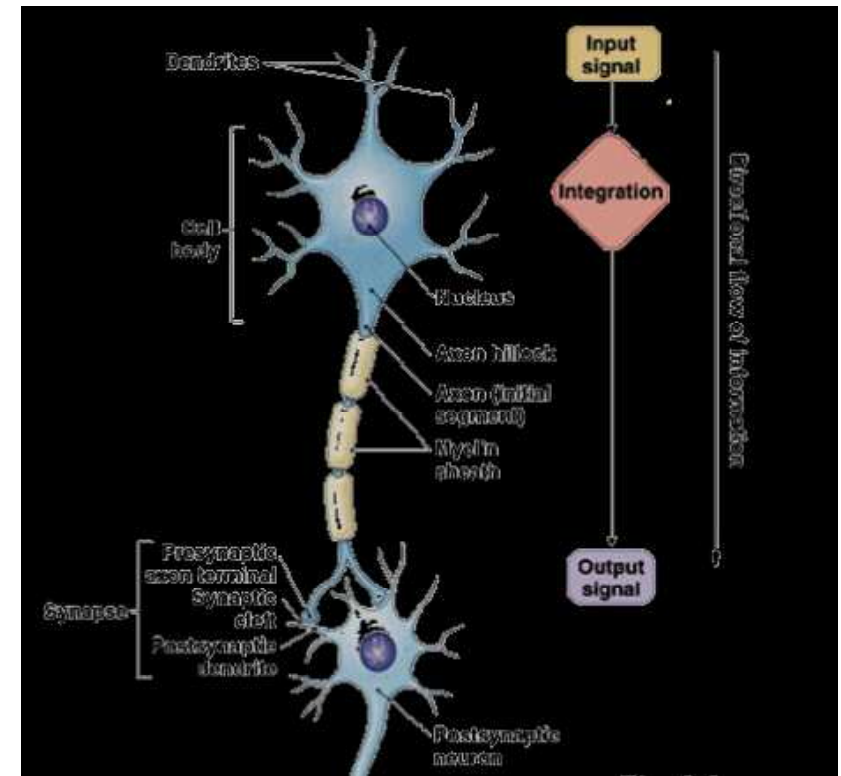
•Poměr neuron/glie

–1/10 - 50 (Principles of Neural Science, 4th ed., 2012)

–1/1 (Nolte s Human Brain, 7th ed., 2015)

Díky hematoencefalické bariéře a podpůrné činnosti neuroglie je udržována homeostáza ve velmi úzkém rozmezí

Vysoký stupeň organizace CNS a regulace umožňuje žít neuronům po celý život jedince!



Regulační povaha nervového systému

Regulace - ve fyziologii rozeznáváme
základní 2 typy regulací

– *Nervová*

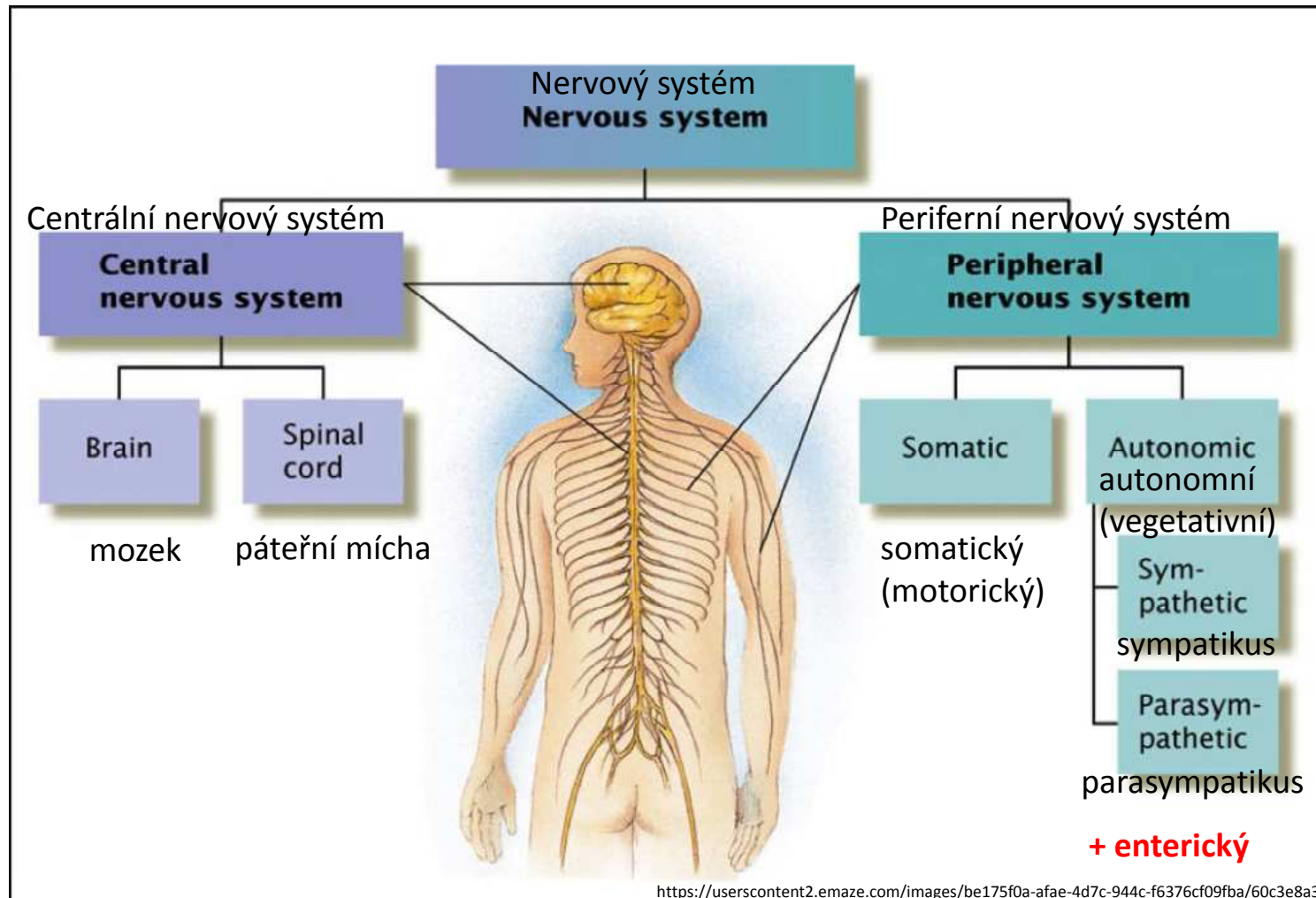
– *Humorální (hormonální)*

Centrální nervový systém je součástí nervové regulace
a významně ovlivňuje i regulaci hormonální



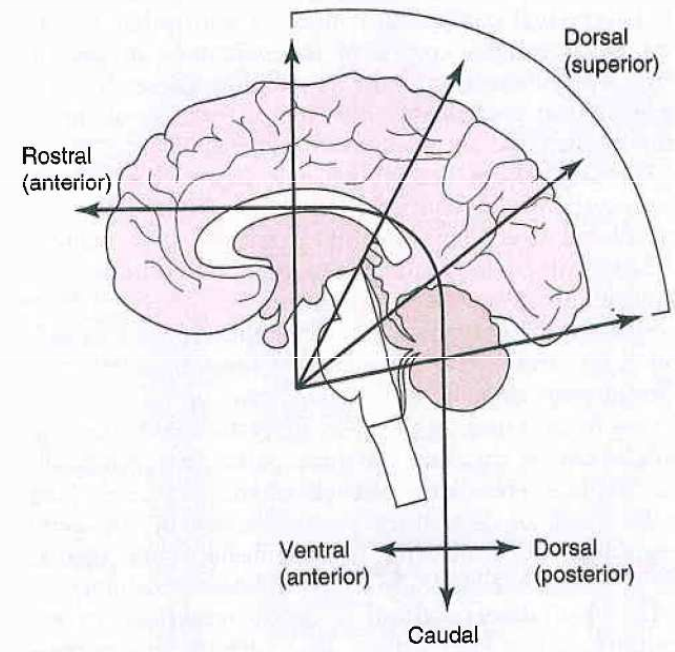
<http://biology.about.com/od/anatomy/p/Hypothalamus.htm>

Stavba nervové soustavy

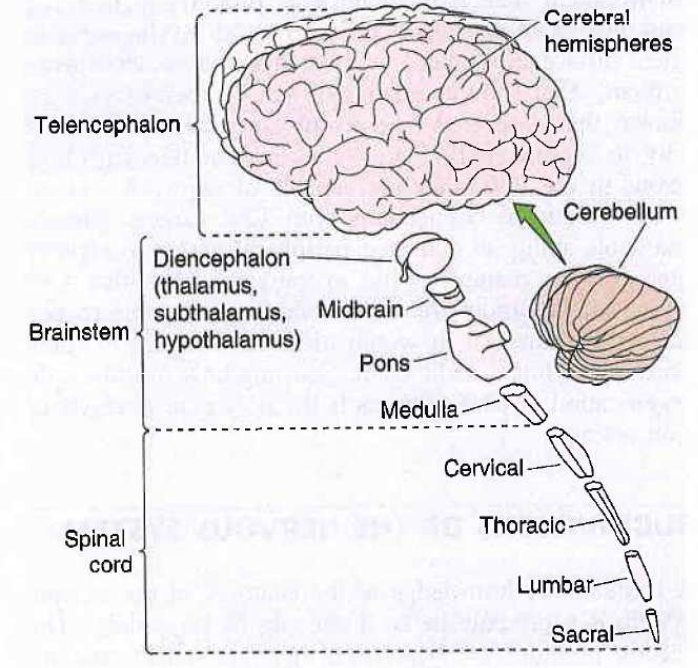


274 10 / Organization of the Nervous System

A AXES OF THE CNS



B MAJOR COMPONENTS OF THE CNS



C SURFACE ANATOMY OF THE CEREBRAL CORTEX

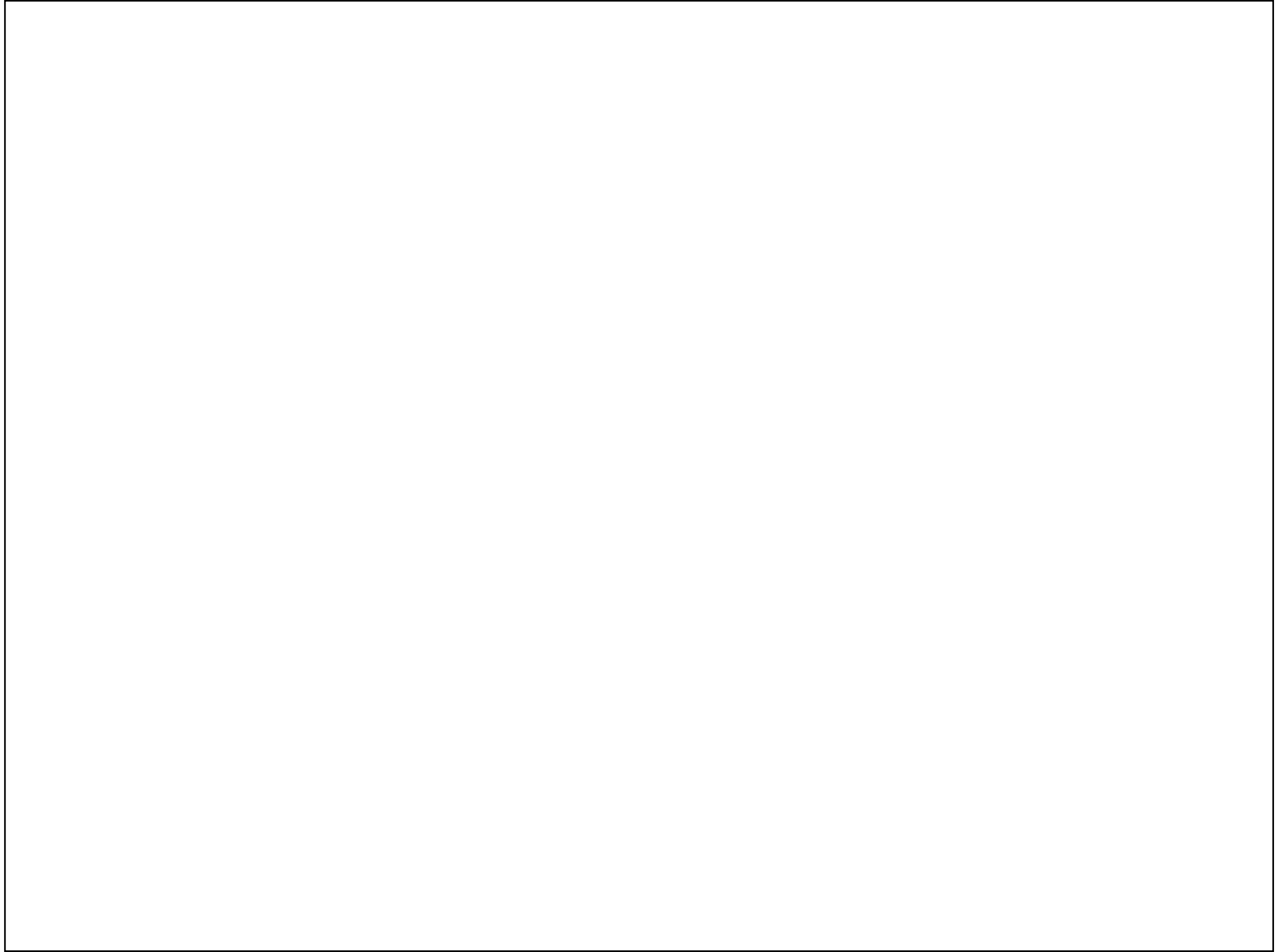


Exportovat PDF
Vytvořit PDF
Presto! Scan Buttons
Zkombinovat soubory

Adobe Acrobat Pro DC
Sloučit dva nebo více souborů do jednoho PDF
Další informace

Vyplnit a podepsat

Ukládejte a sdílejte soubory ve službě Document Cloud
Další informace



AUTONOMNÍ (VEGETATIVNÍ) NERVOVÝ SYSTÉM

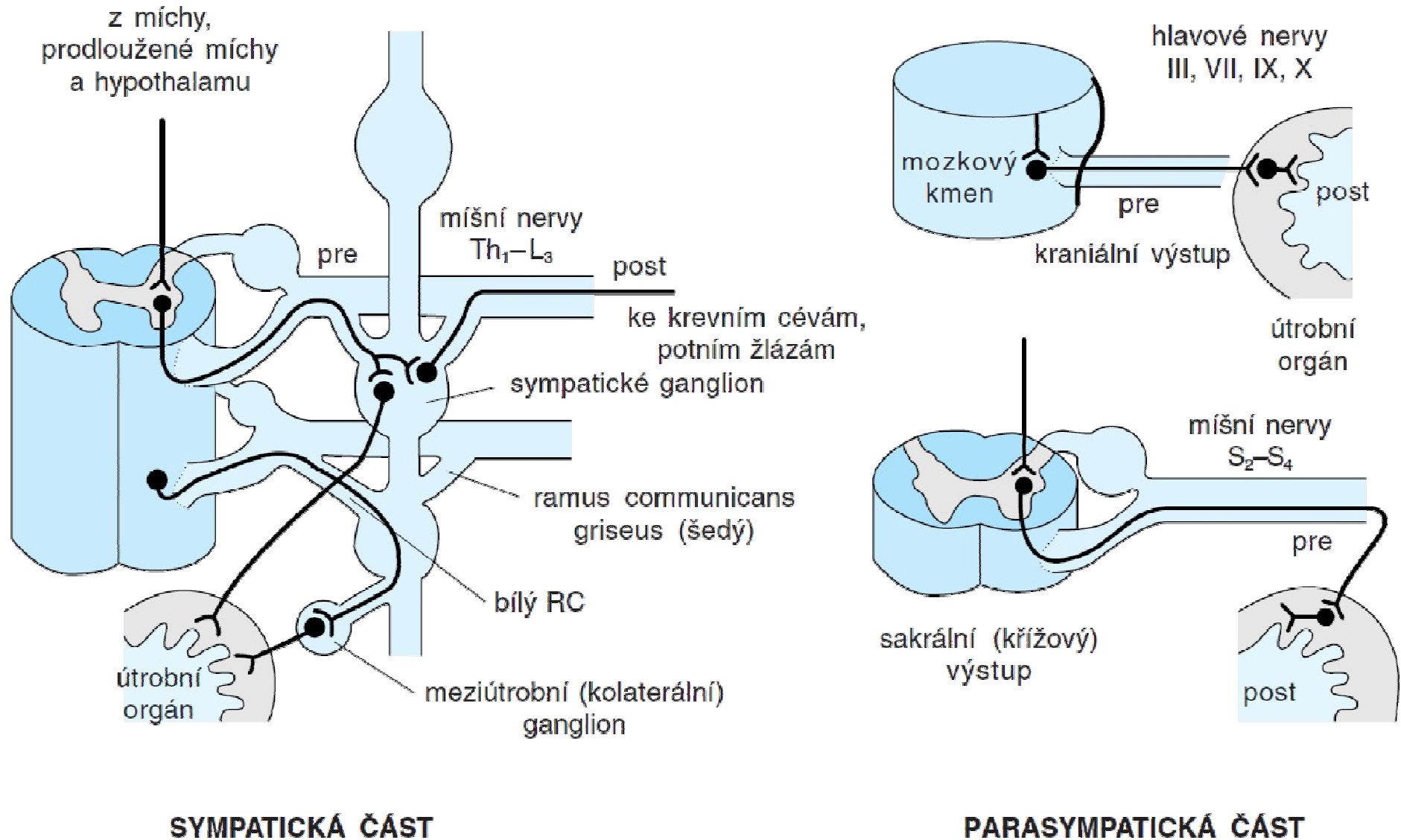
Autonomní nervový systém je součástí periferního nervového systému, jehož úlohou je udržovat optimální vnitřní podmínky organismu (homeostázu).

- Sympatický
 - Parasympatický
 - Enterický
- } nervový systém

Efektory tohoto systému jsou hladké svaly, srdeční sval, žlázy

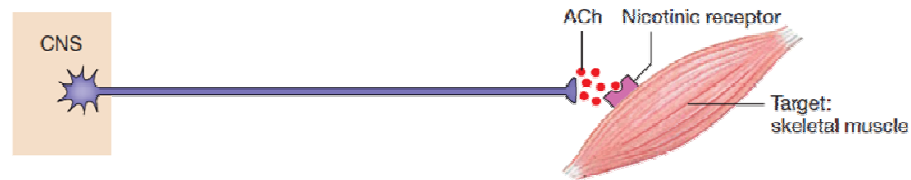
Eferentní část reflexního oblouky při vegetativních reflexech se rozděluje na část pregangliovou a postgangliovou

AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM



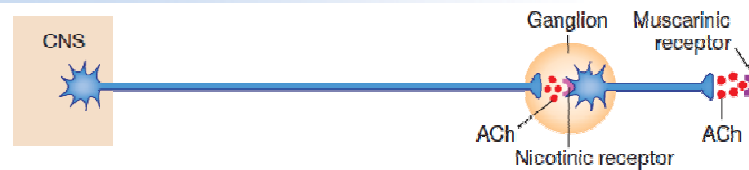
Autonomní NS versus SOMATICKÝ NS

SOMATIC MOTOR PATHWAY

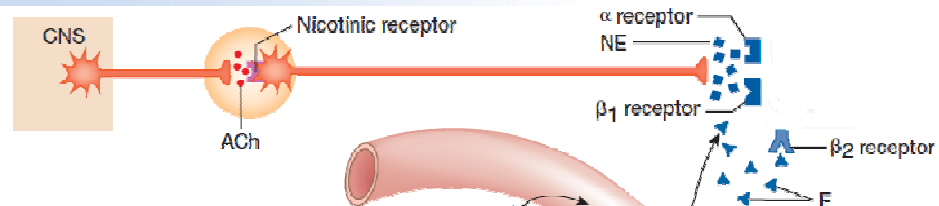


AUTONOMIC PATHWAYS

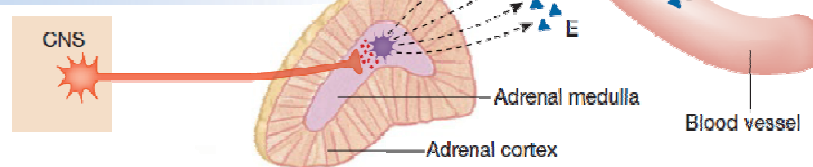
(a) Parasympathetic Pathway



(b) Sympathetic Pathway



(c) Adrenal Sympathetic Pathway



AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

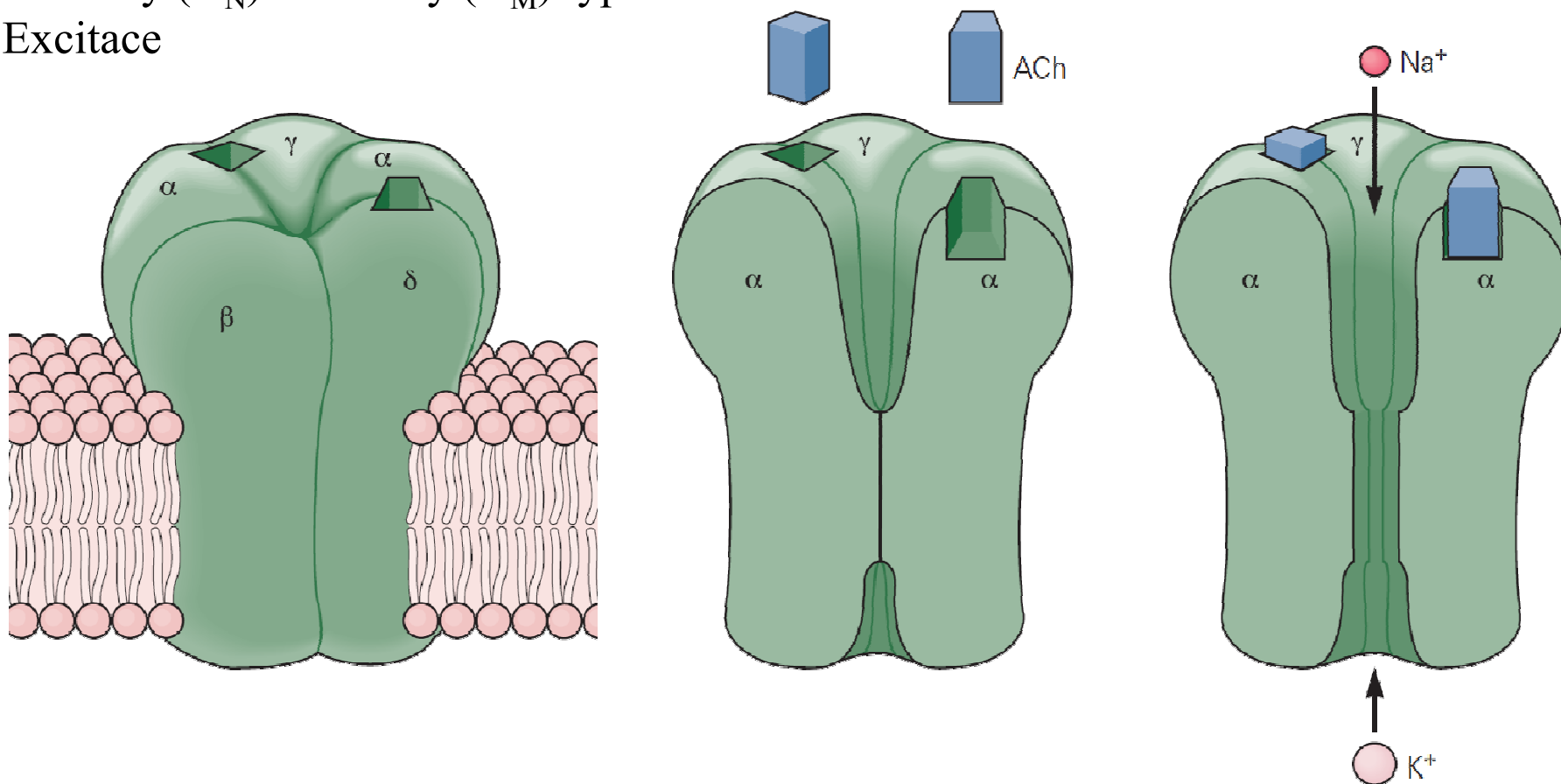
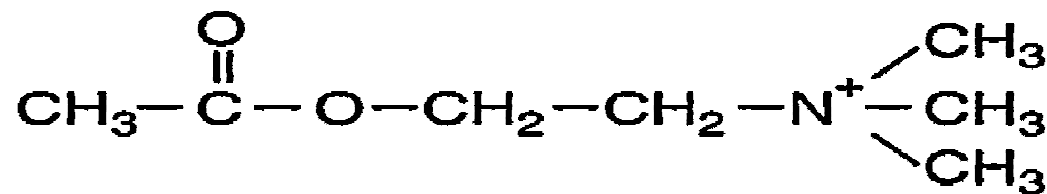
Preganglionová vlákna

- Sympatikus, Parasympatikus

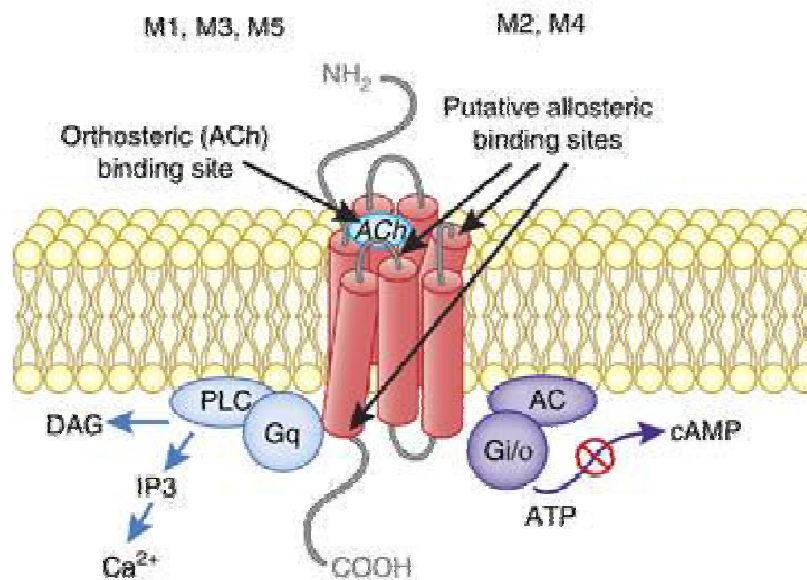
Nikotinový receptor

- Nervový (N_N) a svalový (N_M) typ
- Excitace

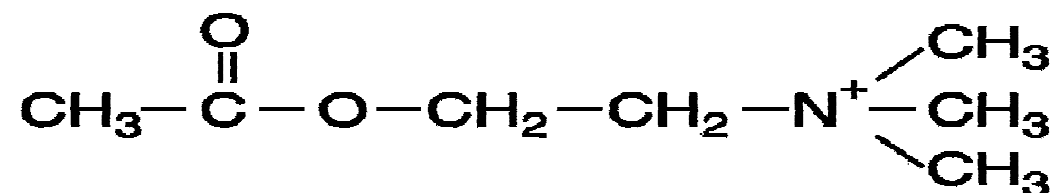
ACh



AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM



ACh



Postgangliová vlákna

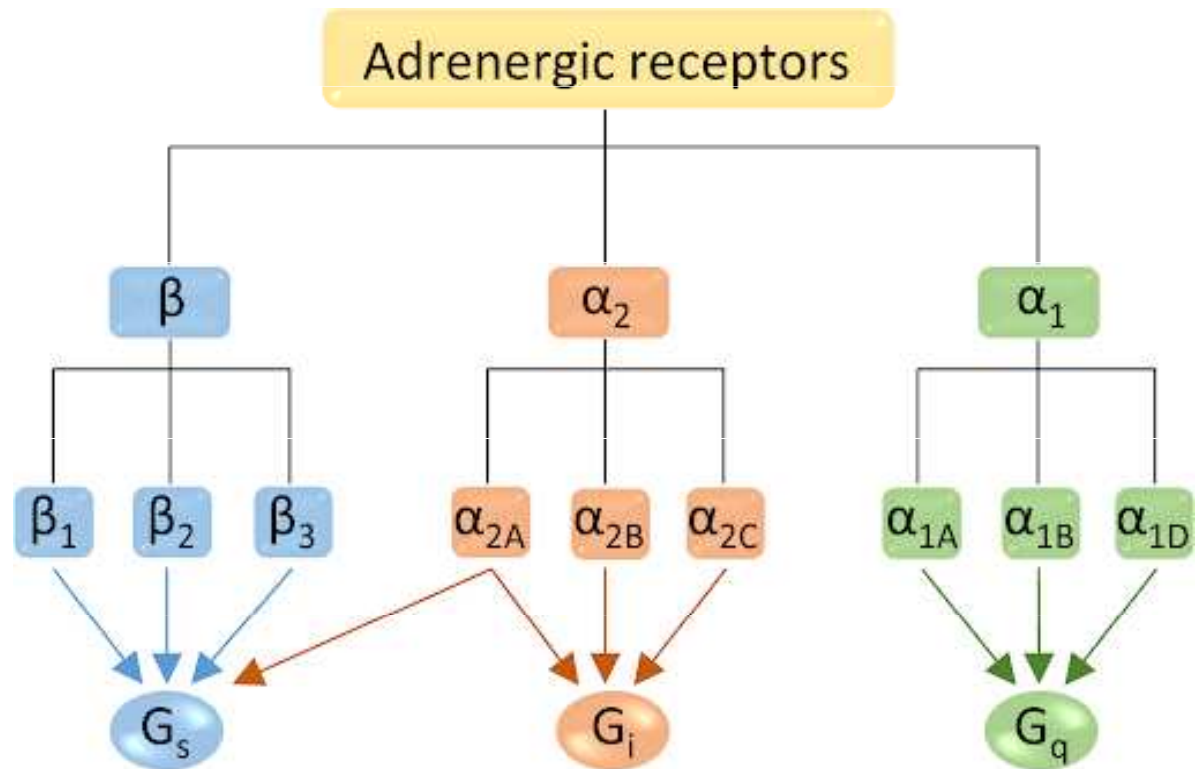
- Parasympatikus

Muskarinový receptor

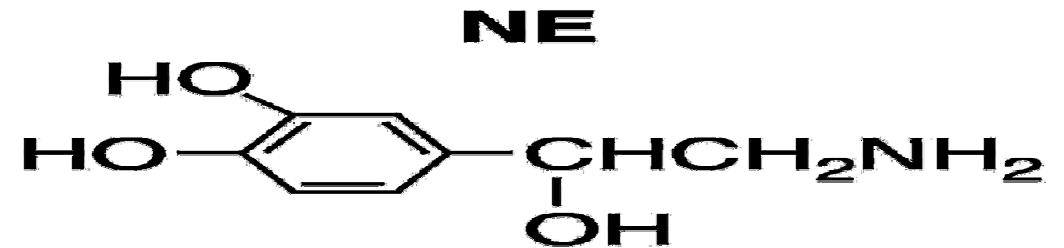
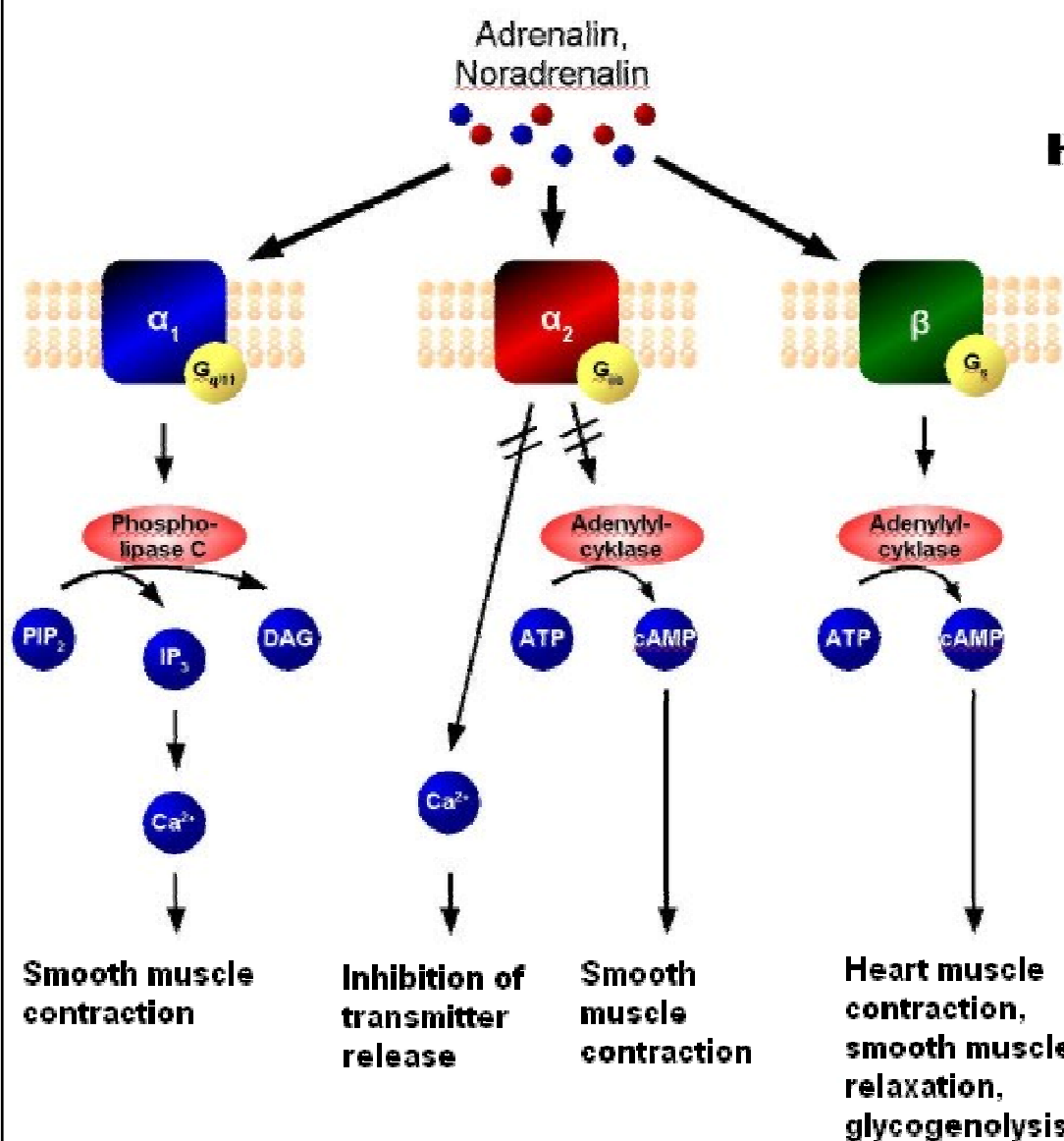
- Spřažený s G-proteinem
- Excitační (M₁, M₃, M₅)
- Inhibiční (M₂, M₄)

Autonomic nervous system

- Postganglionic fibers
- SNS
- *Adrenergic receptor*
 - G-protein coupled



AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM



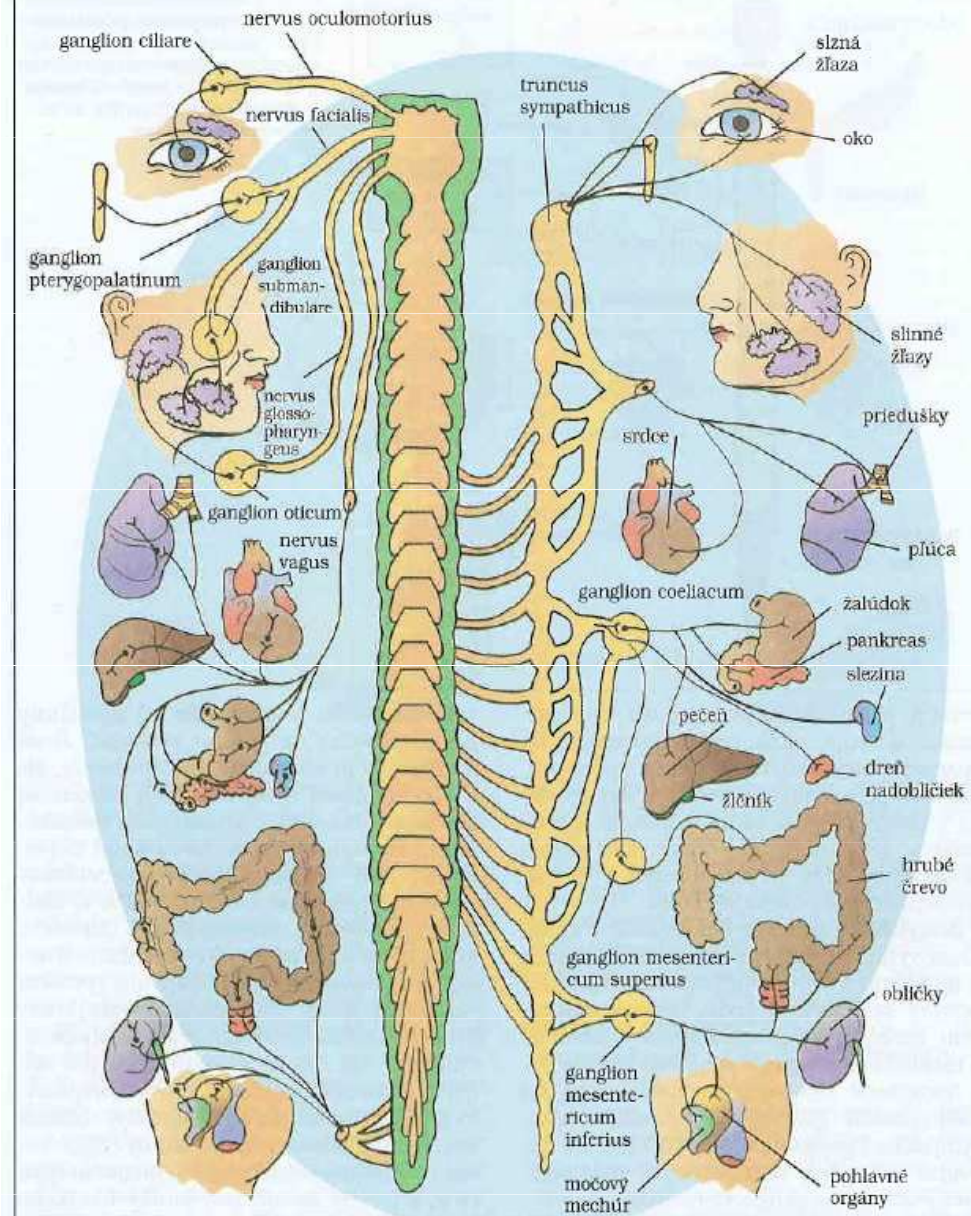
Postgandliová vlákna sympatiku

Adrenergní receptor

- Spřažený s G-proteinem
- Typ α – obecně excitační
- Typ β – obecně inhibiční

KRANIOSAKRÁLNY PARASYMPATIKOVÝ SYSTÉM

TORAKOLUMBÁLNY SYMPATIKOVÝ SYSTÉM



Sympathetic nervous system

Fight or flight response

Energy/store consumption

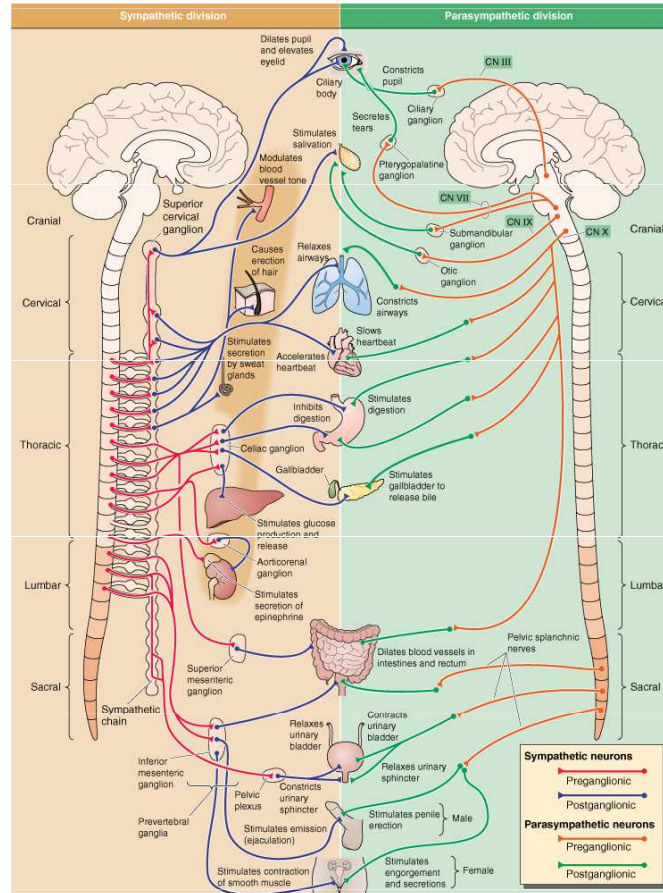
Preganglionic neuron

– Spinal cord
-Thoraco - lumbar system

Ganglia
Paravertebral
-Truncus sympathicus
- Majority

Prevertebral
-Plexus aorticus

Mostly diffuse effect



Parasympathetic nervous system

Rest and digest response

Energy conservation/en. store production

Preganglionic neuron
– Brain stem and spinal cord
– cranio-sacral system

Ganglia
Close to target organs or intramurally

Mostly local effect

Výkonný orgán	Sympatikové nervy	Parasympatikové nervy
<i>Obehový systém</i> Srdcový sval	Vyššia frekvencia systol, sila kontrakcií, rýchlosť šírenia vzruchu	Nižšia frekvencia systol a sila kontrakcií, najmä predsiení
Koronárne cievy	Dilatácia (β_2), konstrikcia (α)	Dilatácia
Krvné cievy	Najčastejšie vazokonstrikcia	Najčastejšie bez účinku
Arterioly v svaľe	Konstrikcia (adrenergické α), dilatácia (adrenergické β_2)	Bez účinku
Arterioly vo viscerálnych orgánoch	Konstrikcia	Bez účinku
Arterioly v koži	Konstrikcia	Bez účinku
<i>Tráviaci systém</i>	Pokles motility a tonusu, zvýšený tonus sfinktrov, relaxácia žlčníka	Zvýšená motilita a tonus, relaxácia sfinktrov, kontrakcia žlčníka
Pečeň	Uvoľňovanie glukózy	Mierna glykogenosyntéza
Slinné, žalúdočné a pankreatické žľazy	Mierna sekrécia	Intenzívna sekrécia
<i>Dýchací systém</i>	Dilatácia bronchiolov, mierna konstrikcia pľúcnych ciev	Konstrikcia bronchiolov
<i>Uropoetický systém</i> Močový mechúr	Mierne relaxovaný musculus detrusor, kontrakcia trigonum vesicae	Kontrakcia musculus detrusor, relaxácia trigonum vesicae
Močovody	Zvýšená motilita a tonus	?
Cievy penisu a klitoris	Bez účinku	Erekcia penisu a klitoris
Pohlavné orgány	Ejakulácia, ženský orgazmus	
<i>Žľazy</i>		
Nosové, slzné	Mierna sekrécia	Intenzívna sekrécia
Potné	Silné cholinergické potenie	Potenie rúk a dlaní
Epifýza	Zvýšená sekrécia a sekrécia melatonínu	
<i>Zmyslové orgány</i> Oko	Rozšírené zrenice, mierna relaxácia musculus ciliaris	Zúženie zrenice, kontrakcia musculus ciliaris
<i>Musculi arrectores pilorum</i>	Kontrakcia	Bez účinku
<i>Krv</i> Zrážanie krvi	Zvýšenie	Bez účinku
Koncentrácia glukózy	Zvýšenie	Bez účinku
Koncentrácia lipidov	Zvýšenie	Bez účinku

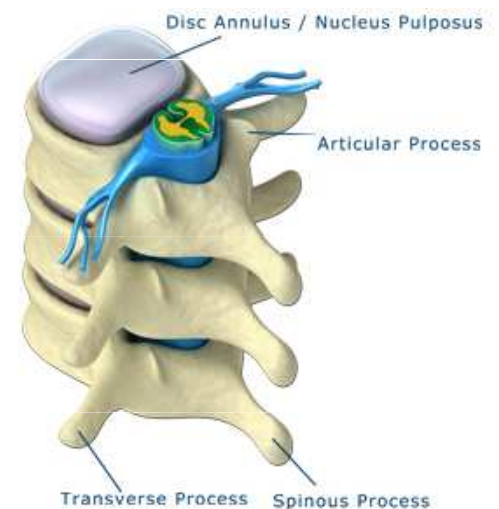
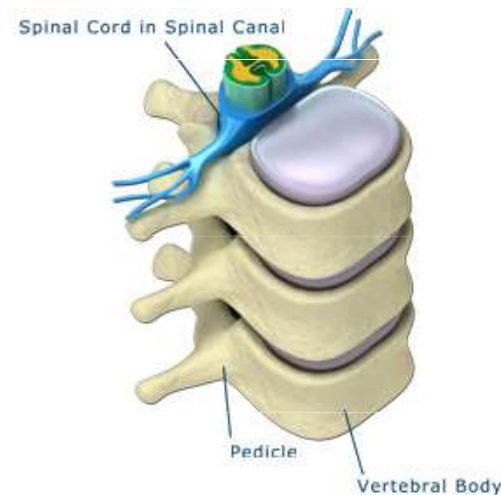
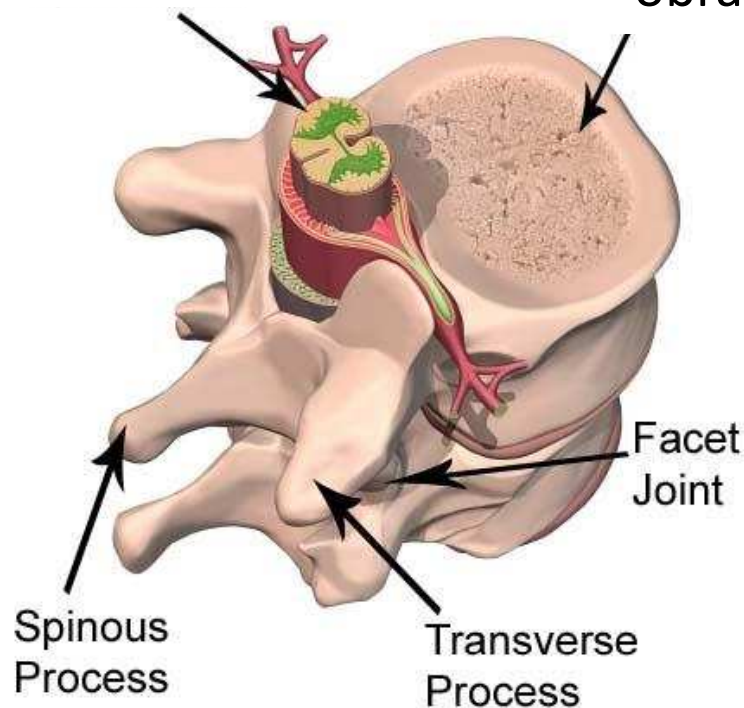
Funkce míchy a Reflexy

Funkce páteřní míchy

- fylogeneticky nejstarší
- funkce
 - „koridor“ pro přenos informací mezi mozkem a orgány
 - Nervové centrum pro zpracování míšních reflexů
- Reflexy zprostředkované páteřní míchou jsou regulované/modifikované nadřazenými (fylogeneticky mladšími) nervovými centry, aby lépe sloužily funkci organismu jako celku (páteřní mícha je podřízena mozku)

Páteřní mícha

Tělo
obratle



Segmenty páteří míchy

Z každého segmentu páteře vycházejí míšní nervy, které inervují příslušnou oblast těla

C – krční (cervikální) segmenty

Th – hrudní (thorakální) segmenty

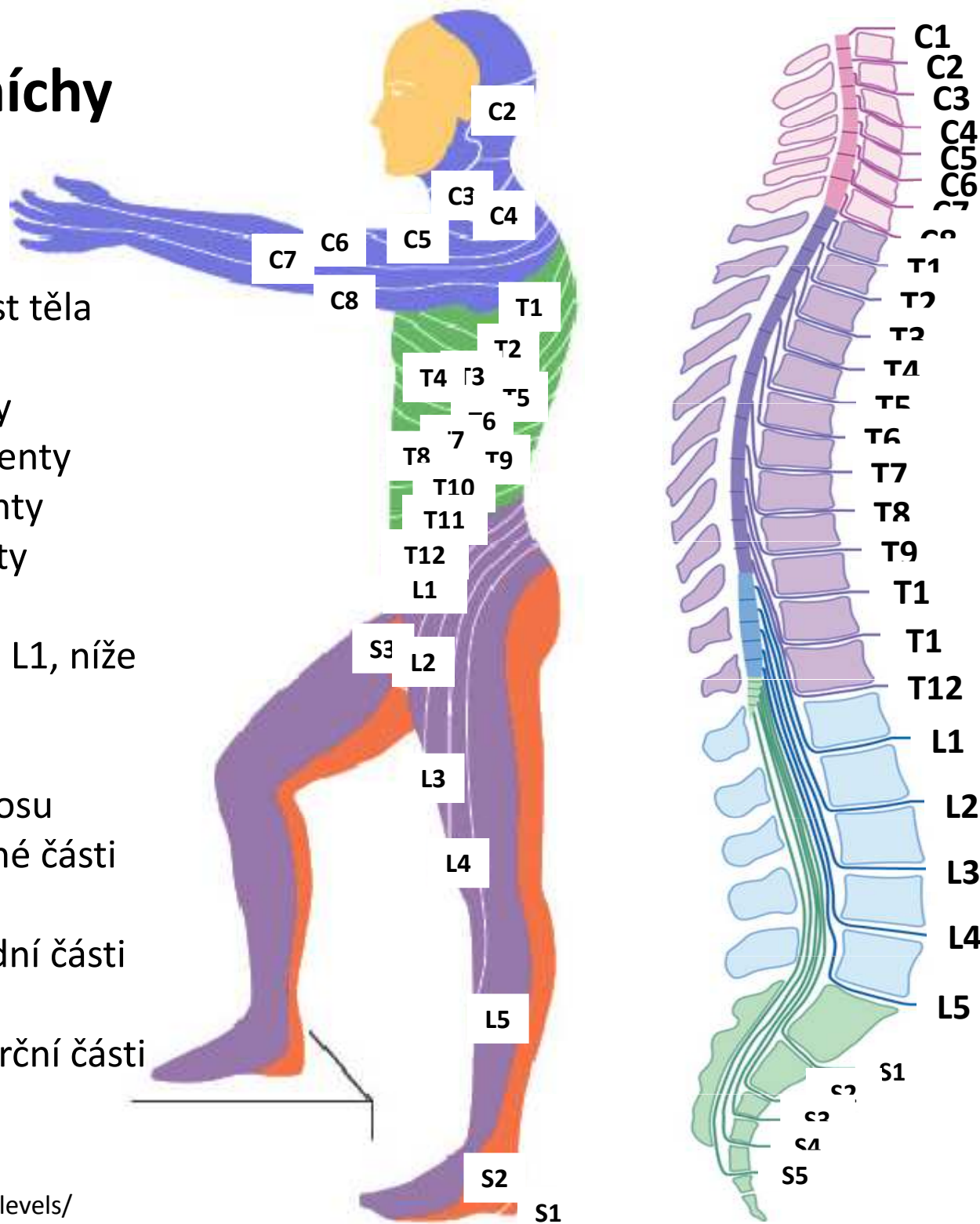
L – bederní (lumbální) segmenty

S – kostrční (sakrální) segmenty

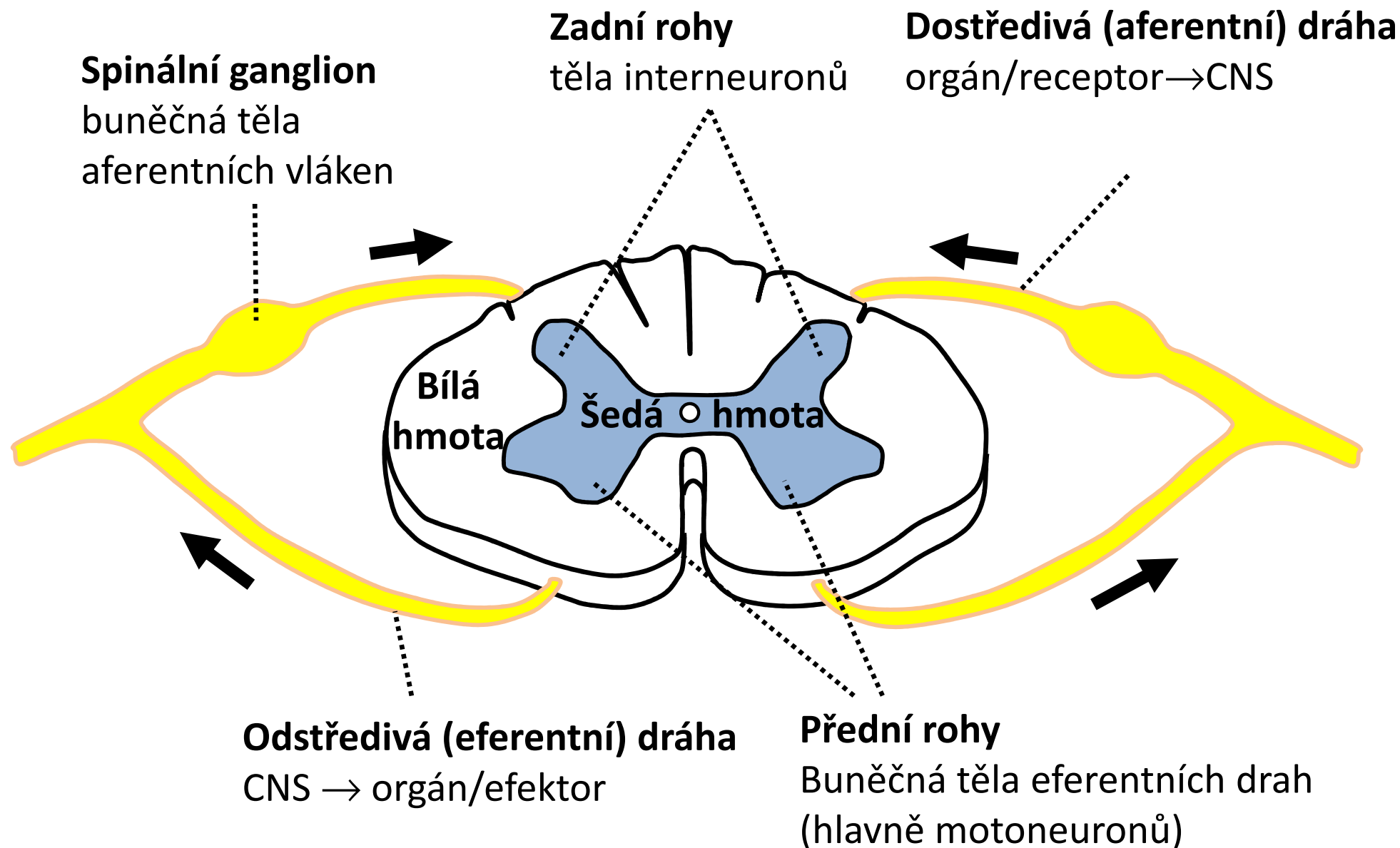
Páteřní mícha zasahuje jen do L1, níže pokračují pouze míšní nervy

Přerušení míchy – ztráta přenosu informace z mozku do příslušné části těla

- Paraplegie - přerušení hrudní části míchy
- Kvadruplegie – přerušení krční části míchy



Stavba segmentu páteřní míchy



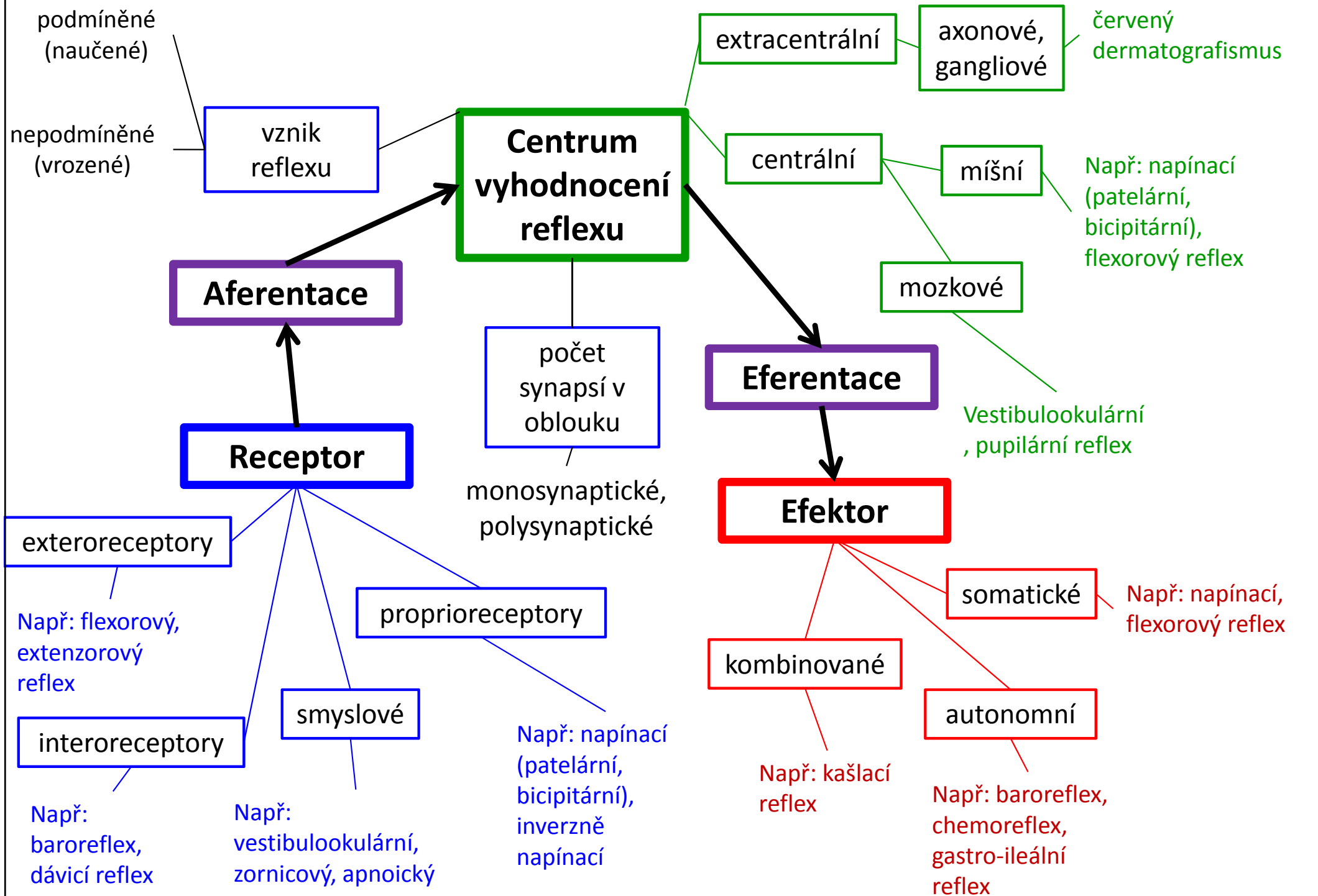
Reflex

- Základní funkční jednotka činnosti CNS
- **Mimovolní, rychlá, stereotypní odpověď organismu na periferní podnět**
- **Reflexní oblouk** – soubor struktur zapojených do realizace reflexu
 - Receptor
 - Aferentní (dostředivá) nervová dráha
 - Reflexní centrum
 - Eferentní (odstředivá) nervová dráha
 - Efektor (výkonný orgán)
- **Reflexní centrum** – integrační centrum – interneurony a eferentní neuron přijímá informace nejen z receptoru, ale i z nadřazených center CNS
- Čím více interneuronů, tím má CNS větší možnosti modifikovat reflexní odpověď
- Reflexní oblouk je přesně anatomicky určený → diagnostika neurologických poranění

Účel reflexů

- Ochrana - snížení intenzity podnětu, který představuje hrozící poškození tkáně (Např. reflexní odtažení ruky od rozpálených kamen vede ke snížení intenzity tepelného podnětu)
- Korekce na změnu (nechtěné protažení svalu vede k jeho zkrácení na žádanou délku)

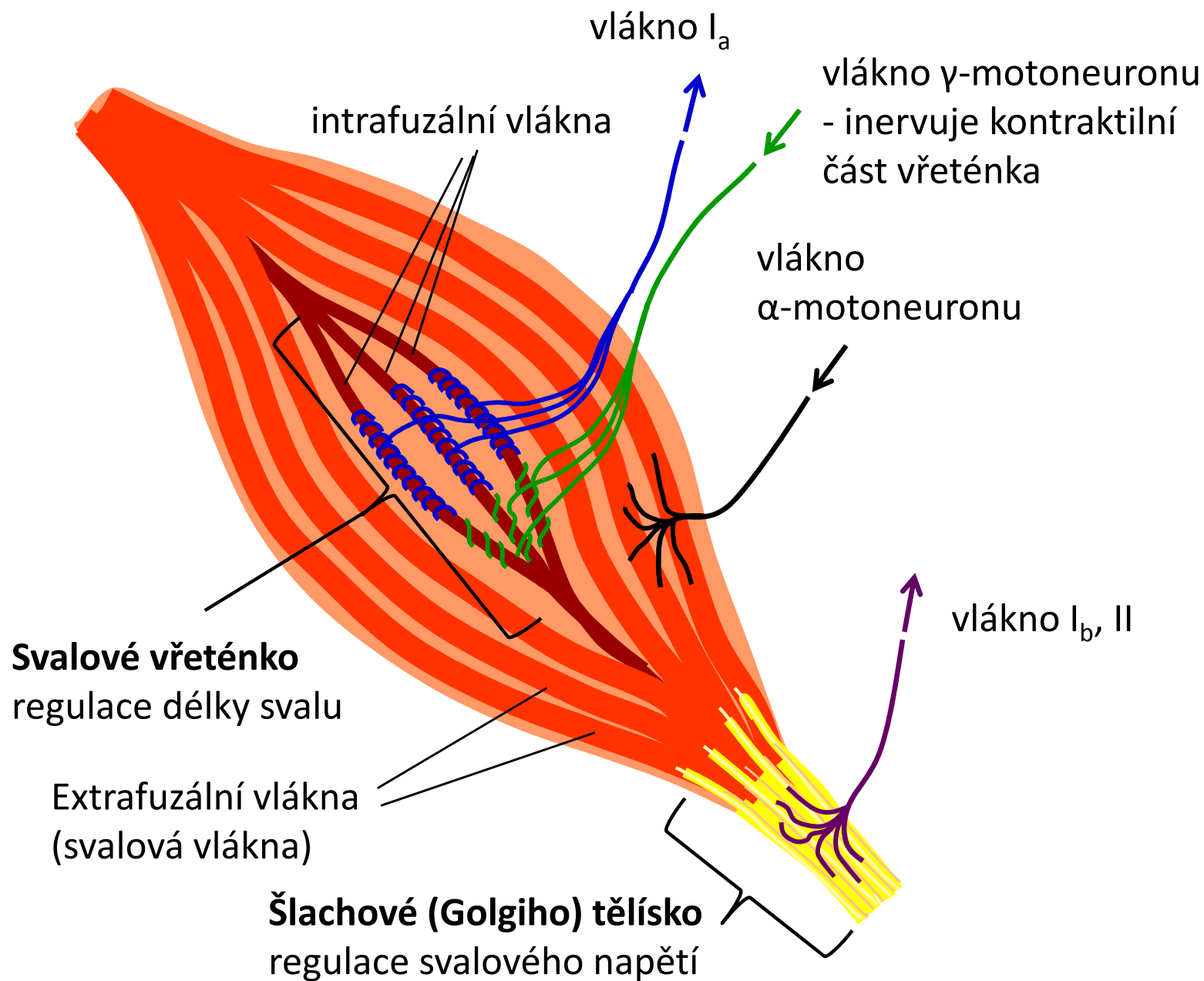
Zpětná vazba reflexního oblouku



Klasifikace reflexů

- **Podle receptorů**
 - Proprioreceptorový – receptor je součástí efektorového orgánu (proprioreceptor – šlachové tělísko, svalové vřeténko, receptory v kloubech)
 - Exteroreceptorový – efektorový orgán je jinde než receptor, může být více efektorových orgánů (exterorecepce tlaku, bolesti, tepla,...)
 - Interoreceptorový (viscerální)
- **Podle efektorů**
 - Somatické
 - Autonomní (vegetativní)
- **Podle získání reflexu**
 - Vrozené – nepodmíněné
 - Získané – podmíněné
- **Podle toho, kde je centrum reflexu**
 - Centrální – centrum v CNS (mozek, mícha)
 - Extracentrální – centrum mimo CNS (gangliový, axonový reflex)
- **Podle počtu neuronů (počtu synapsí mezi aferentním a eferentním neuronem)**
 - Monosynaptické
 - Polysynaptické – do reflexního oblouku je zařazen jeden a více interneuronů

Proprioreceptory - Svalové vřeténko a Golgiho tělísko



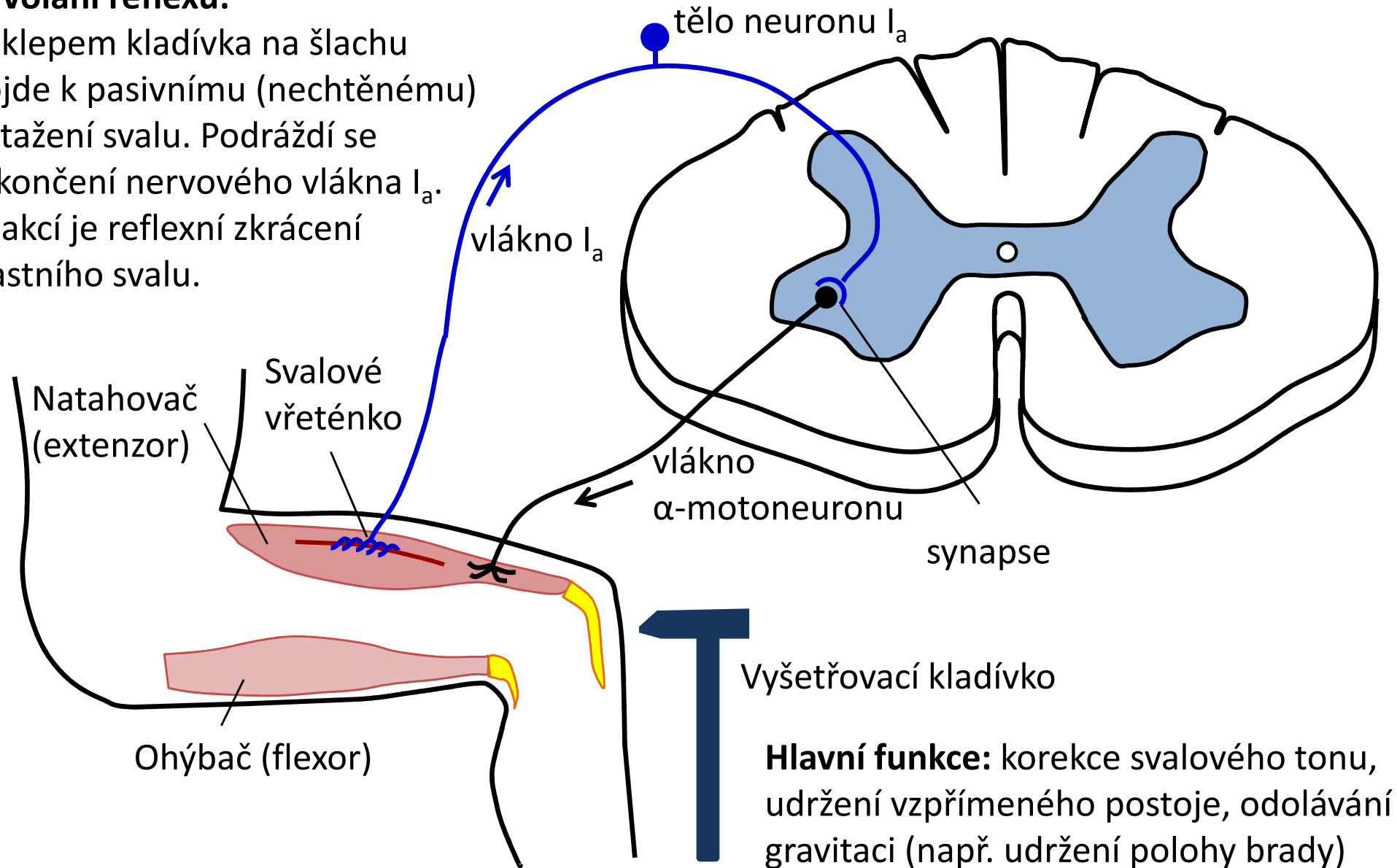
Napínací reflex

(monosynaptický, proprioreceptivní)

Regulace nechtěných změn délky svalu

Vyvolání reflexu:

Poklepem kladívka na šlachu dojde k pasivnímu (nechtěnému) natažení svalu. Podráždí se zakončení nervového vlákna I_a. Reakcí je reflexní zkrácení vlastního svalu.



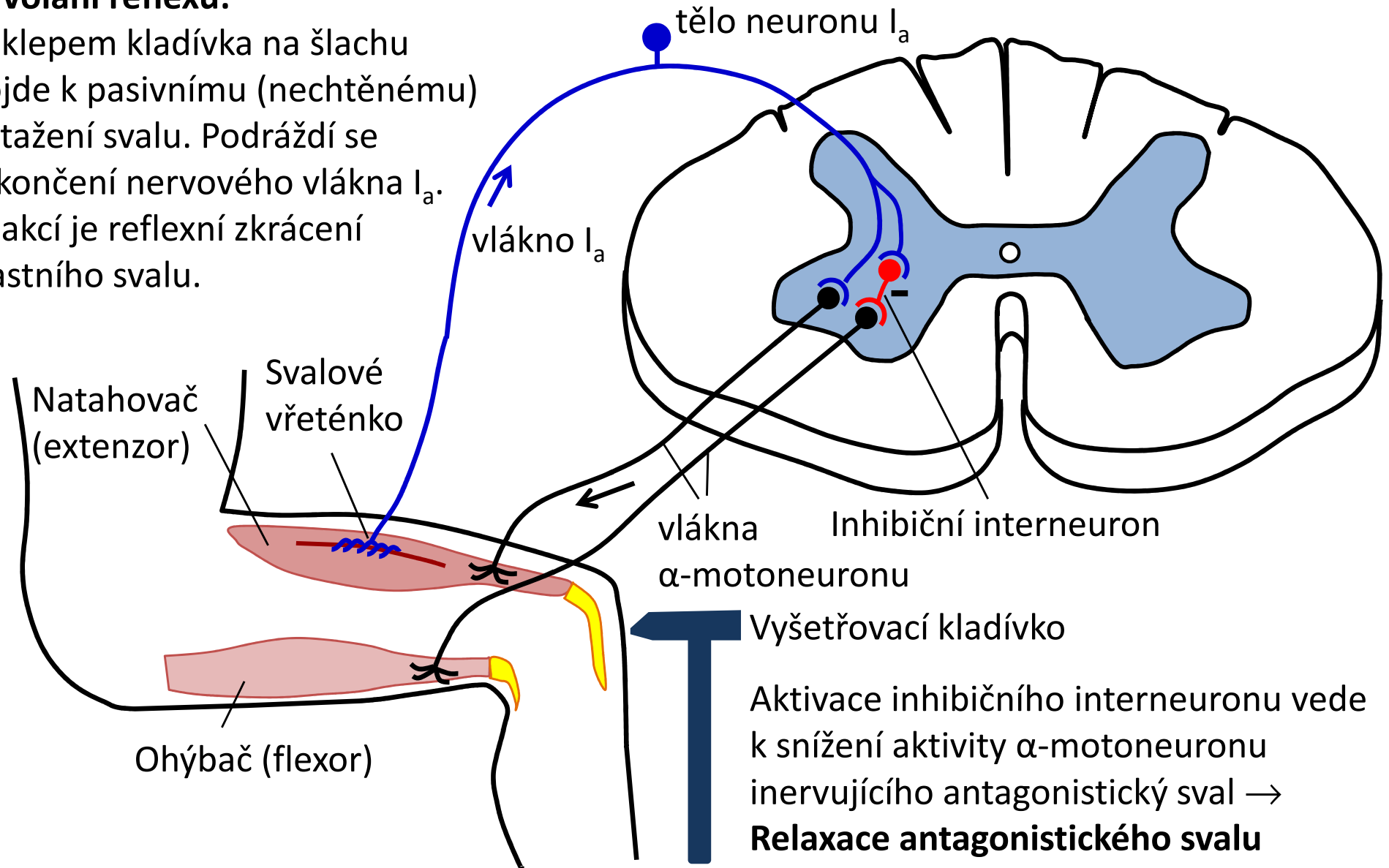
Hlavní funkce: korekce svalového tonu, udržení vzpřímeného postoje, odolávání gravitaci (např. udržení polohy brady)

Napínací reflex

Regulace nechtěných změn délky svalu

Vyvolání reflexu:

Poklepem kladívka na šlachu dojde k pasivnímu (nechtěnému) natažení svalu. Podráždí se zakončení nervového vlákna I_a . Reakcí je reflexní zkrácení vlastního svalu.

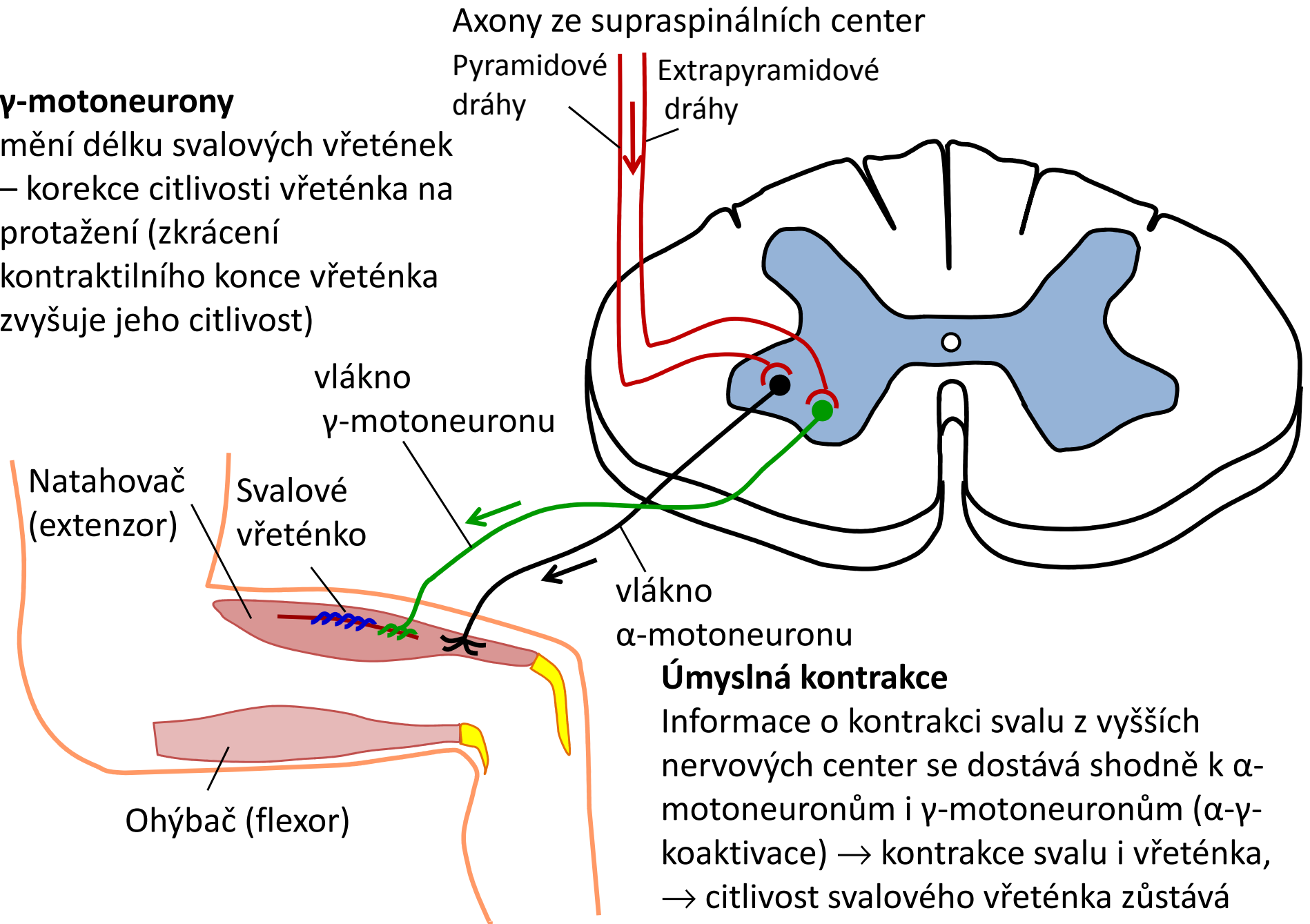


Aktivace inhibičního interneuronu vede k snížení aktivity α -motoneuronu inervujícího antagonistický sval → **Relaxace antagonistického svalu**

Napínací reflex – gama smyčka

γ -motoneurony

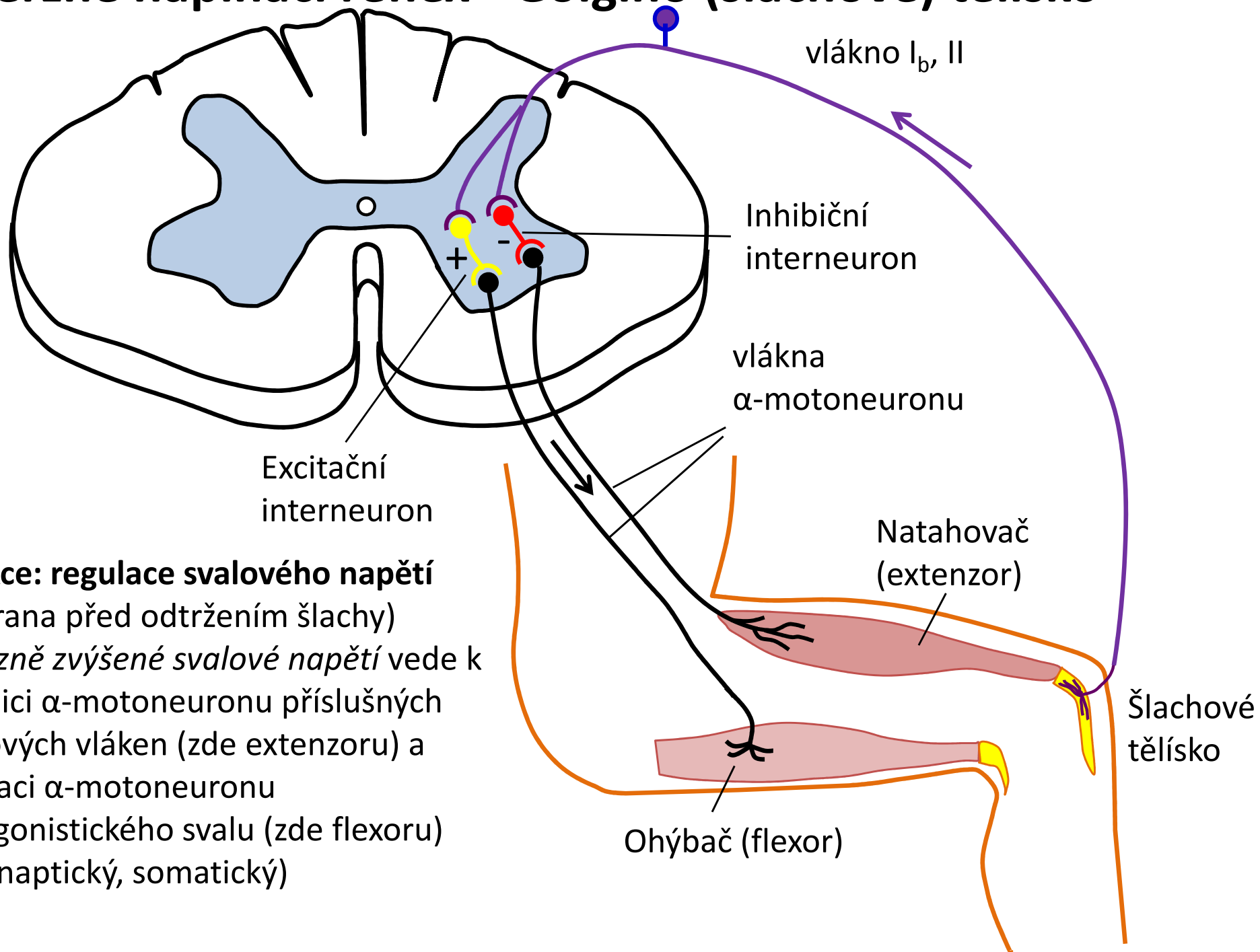
mění délku svalových vřetének – korekce citlivosti vřeténka na protažení (zkrácení kontraktálního konce vřeténka zvyšuje jeho citlivost)



Úmyslná kontrakce

Informace o kontrakci svalu z vyšších nervových center se dostává shodně k α -motoneuronům i γ -motoneuronům (α - γ -koaktivace) → kontrakce svalu i vřeténka, → citlivost svalového vřeténka zůstává konstantní

Inverzně napínací reflex - Golgiho (šlachové) tělísko



Funkce: regulace svalového napětí

(ochrana před odtržením šlachy)

Výrazně zvýšené svalové napětí vede k inhibici α -motoneuronu příslušných svalových vláken (zde extenzoru) a excitaci α -motoneuronu antagonistického svalu (zde flexoru) (bisynaptický, somatický)

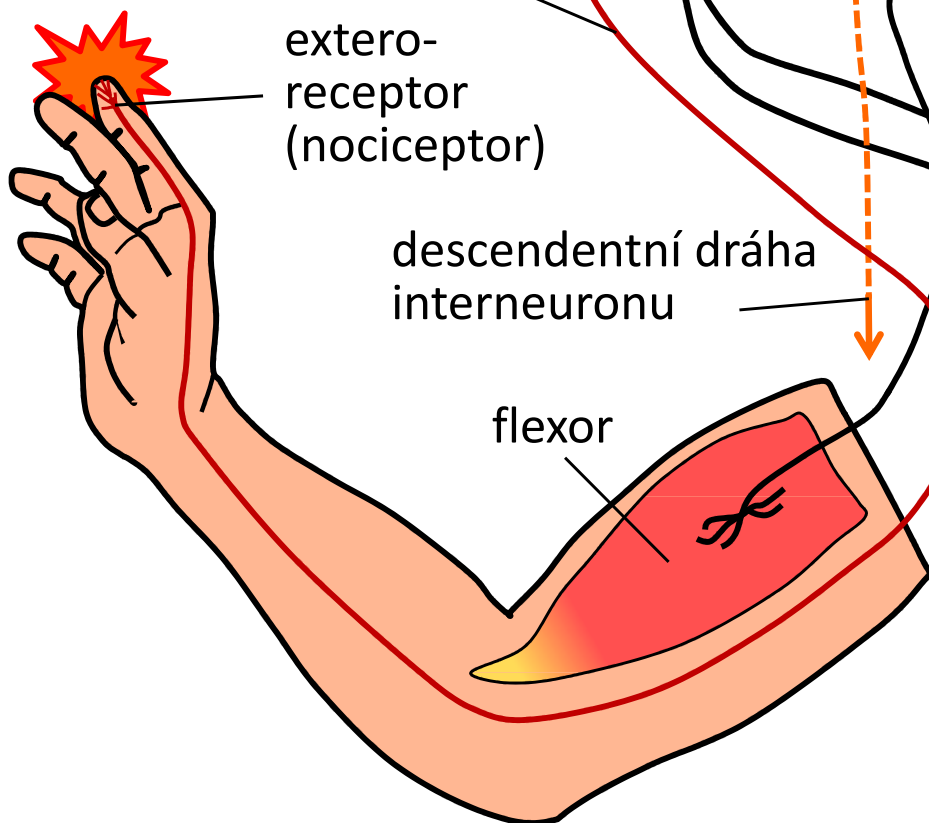
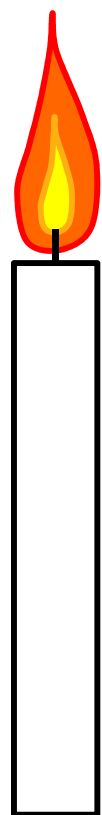
Flexorový (únikový) reflex

(exteroceptorový, polysynaptický)

Funkce: ochrana před vnějším poškozením

Informace z exteroceptoru je v míše přepojena přes několik interneuronů k α -motoneuronu příslušného flexoru

→ omezení dalšího poškození tkáně



A δ a C-vlákna
od nociceptoru

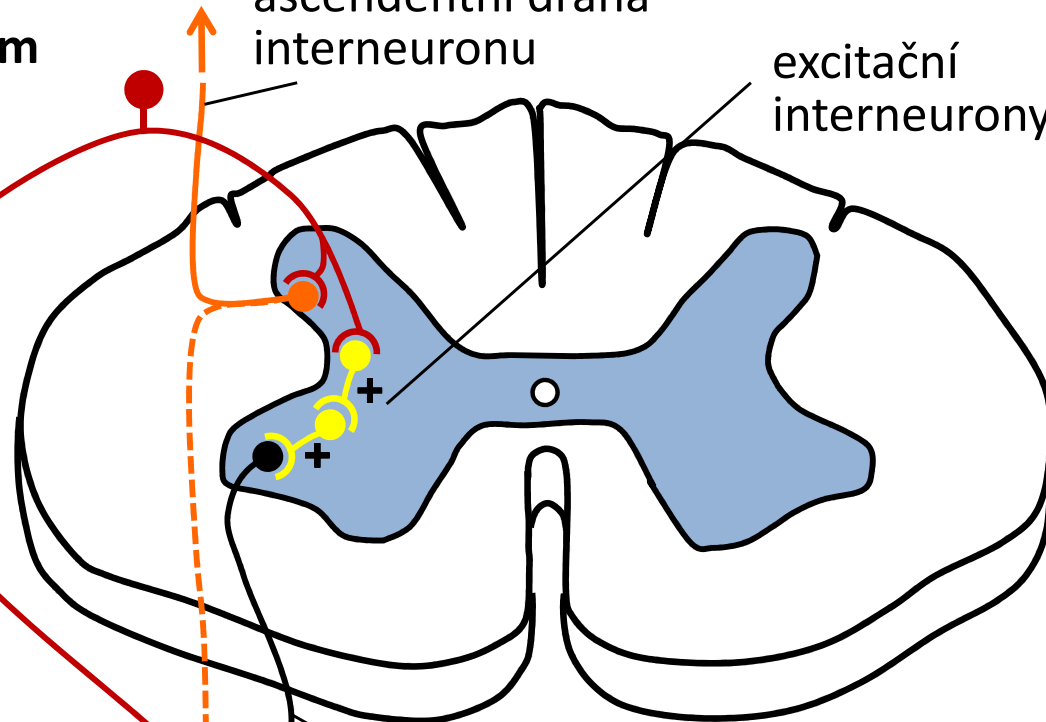
extero-
receptor
(nociceptor)

descendentní dráha
interneuronu

flexor

ascendentní dráha
interneuronu

excitační
interneurony

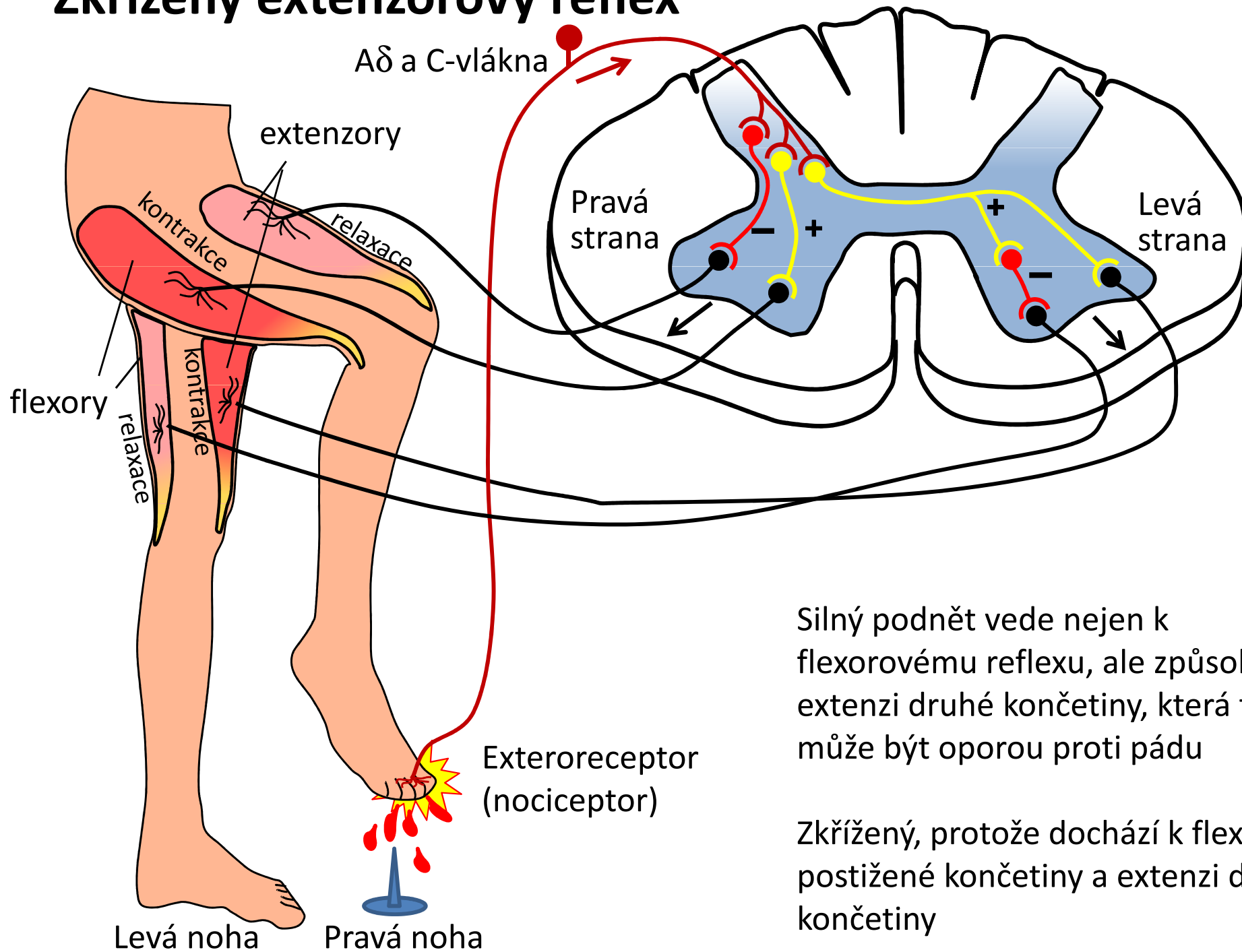


vlákno α -motoneuronu

Informace je ascendentními a
descendentními drahami vedena
k sousedním segmentům míchy

Díky většímu počtu interneuronů
lze reflex více modulovat vyššími
nervovými centry

Zkřížený extenzorový reflex



Silný podnět vede nejen k flexorovému reflexu, ale způsobí také extenzi druhé končetiny, která tak může být oporou proti pádu

Zkřížený, protože dochází k flexi postižené končetiny a extenzi druhé končetiny

Pravá strana

ascendentní dráhy interneuronu

Levá strana

Exteroceptor (nociceptor)



Zkřížený extenzorový reflex:
komplexnější, zahrnuje více sousedních míšních segmentů

Více interneuronů umožňuje větší regulaci síly odpovědi

Inhibice extenzoru

Aktivace flexoru

Aktivace extenzoru

descendentní dráhy interneuronu

Inhibice flexoru

inhibiční interneurony

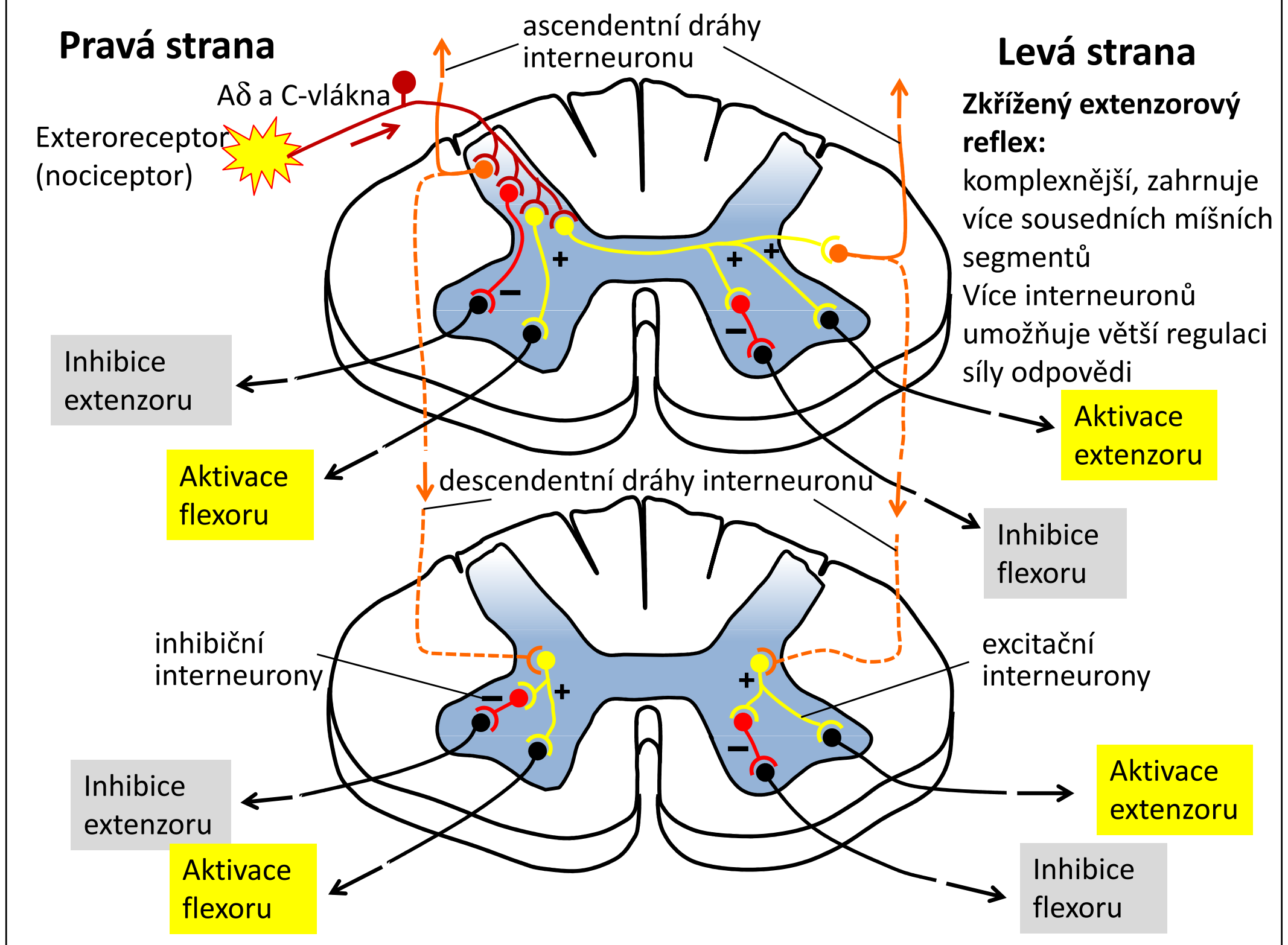
excitační interneurony

Inhibice extenzoru

Aktivace flexoru

Aktivace extenzoru

Inhibice flexoru



Shrnutí zmíněných míšních reflexů

- **Napínací reflex** – korekce nechtěných změn délky svalu (slabší rychlé natažení svalu)
 - Proprioreflex – proprioreceptor (svalové vřeténko) je součástí efektoru (kontrakce vlastního svalu)
 - Monosynaptický
 - Unilaterální (jednostranný), dostředivá dráha Ia
- **Inverzní napínací reflex** – ochrana před natržením šlachy (silné natažení svalu)
 - Proprioreflex – proprioreceptor (šlachové Golgiho tělísko) je součástí efektoru (relaxace vlastního svalu)
 - Bisynaptický, unilaterální
 - Dostředivá dráha Ib a II
- **Flexorový reflex** – ochranný reflex proti poškození povrchových tkání (únikový reflex)
 - Exteroreflex – exteroceptor (nociceptor)
 - Polysynaptický, unilaterální
 - Flexe poškozené končetiny
 - Aktivace sousedních míšních segmentů
- **Zkřížený extenzorový reflex** – únikový reflex vznikající při silnějším podnětu
 - Exteroreflex – exteroceptor (nociceptor)
 - Polysynaptický, **bilaterální**
 - Flexe poškozené končetiny, extenze druhé končetiny
 - Aktivace sousedních míšních segmentů

Příklady reflexů

- **Proprioceptivní reflexy (míšní reflexy)**
 - Patelární, Achilovy šlachy, bicipitární, tricipitární,....
- **Exteroceptivní reflexy**
 - korneální (podráždění rohovky vyvolá mrknutí)
 - Epi-, mezo- a hypogastrický (stah břišního svalstva po podráždění hrotem vyšetřovacího kladívka)
 - Plantární – podráždění plosky nohy vyvolá plantární flexi a abdukci prstů (pozůstatek po chápavé noze)

Babinského fenomén – vyvolávání plantárního reflexu vede k opačné odpovědi – dorzální flexe a roztažení prstů nohy – při poškození pyramidových drah



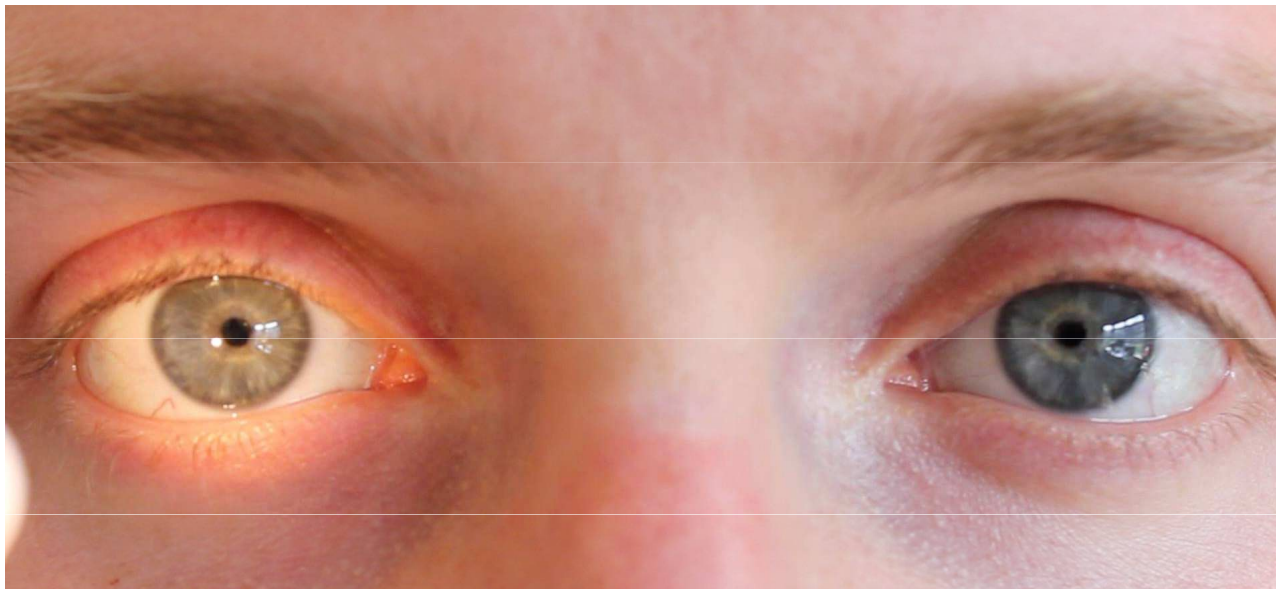
http://www.123rf.com/photo_9045586_the-neurologist-testing-knee-reflex-on-a-female-patient-using-a-hammer.html

http://www.wikiskripta.eu/index.php/Babinsk%C3%A9ho_reflex

Příklady reflexů

Některé smyslové reflexy

- Zornicové reakce
 - Reakce na světlo – zúžení (mióza) osvětlené zornice i zornice neosvětlené (symetricky)
 - Konvergence - přiblížení prstu k oku vede k zúžení zornice
 - Reakce na bolest – silná bolest vede k rozšíření zornice (mydriáza)
- Vestibulookulární reflex – při pohybu s hlavou dochází k rotaci očních bulbů v opačném směru



Vyšetřování reflexů

Důvod:

- Topologie poškození - reflexní dráha je přesně anatomicky daná. Porucha ve vybavitelnosti reflexu je známkou poškození nervových drah nebo integračních center.
- Snížená vybavitelnost může nastat i při hypofunkci štítné žlázy (pomalejší vedení vzruchu)
- Diagnostika mozkové smrti – např. zornice jsou dilatované a nereagují na osvit, chybí vestibuloookuální reflex, ...

Hodnotíme:

- Vybavitelnost reflexu – je-li reflex vybavitelný (může chybět v určitém procentu i u zdravých jedinců)
- Kvantitativní změny – jaká je síla odezvy (hypo-, hyper-reflexie)
- Kvalitativní změny – dostáváme-li očekávanou odpověď, případně dostáváme-li opakovaně jinou odpověď
- Symetrie reflexu – u oboustranných reflexů hodnotíme, jestli je odpověď na obou stranách těla stejná

Chybějící reflex je menší zlo, než kvalitativní změny reflexu

Zesilovací manévry – umožňují zlepšit vybavitelnost reflexu – zvýšení antagonistického svalu nebo odvedení pozornosti vyšetřovaného

Mono nebo bisynaptické reflexy

- Jsou rychlé a jejich odpověď je stále stejná
- Obvykle fungují na principu vše nebo nic

Polysynaptické reflexy

- Čím více nervových center se zapojuje do reflexu, tím větší jsou rozdíly v intenzitě a charakteru odpovědi
- Čím silnější je podnět, tím silnější je odpověď (slabé dráždění dýchacích cest vyvolá slabé pokašlávání, silné dráždění pak záchvat kašle)
- Čím silnější je podnět, tím rychlejší je odpověď (silný podnět vyvolá okamžité zakašlání)
- Síla a rychlost odpovědi reflexu vzniká díky časové i prostorové sumaci AP aferentních drah
- Iradiace do více efektorů v závislosti na síle podnětu (silné podráždění dýchacích cest vede k zapojení více efektorů – kromě mezižebních svalů ještě svaly bránice a břicha)

Vegetativní reflexy

- Zprostředkované autonomním nervovým systémem – sympatikus, parasympatikus
- Eferentní nervová dráha má jedno další přepojení v gangliu
- Často jsou kombinovány se somatickými reflexy

příklady

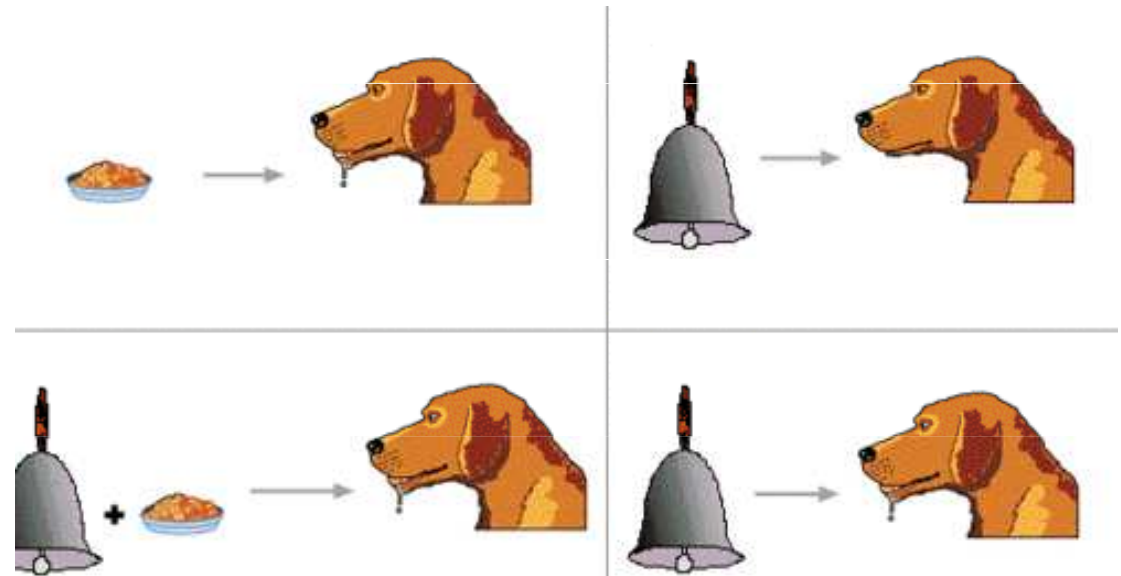
- Kašel (kombinace se somatickým reflexem)
- Dávivý reflex
- Baroreflex
- Okulokardiální reflex – zpomalení srdeční frekvence při stlačení očních bulbů
- Zornicové reflexy, atd...

Nepodmíněné reflexy

Jsou vrozené a stereotypní, neměnné v průběhu života

Podmíněné reflexy

- Naučené, složitější
- Pro zachování reflexu je třeba opakování



<https://scanlov14.wikispaces.com/Pavlov>

Odkazy

Napínací reflexy <https://www.youtube.com/watch?v=0sqClzuotWo>

Babinského a plantární reflex:

<https://www.youtube.com/watch?v=HnX4bH1WRHQ>

https://www.youtube.com/watch?v=iV_a2WSbdM8

Vyšetření mozkové smrti:

<https://www.youtube.com/watch?v=Nty6bICZlyA>

8:40 min <https://www.youtube.com/watch?v=qiZBGFwv4E&t=524s>

Vestibulookulární reflex

https://www.youtube.com/watch?v=j_R0LcPnZ_w

Pupilární reflex 3:25

<https://www.youtube.com/watch?v=aM0ipmW3ikc>