

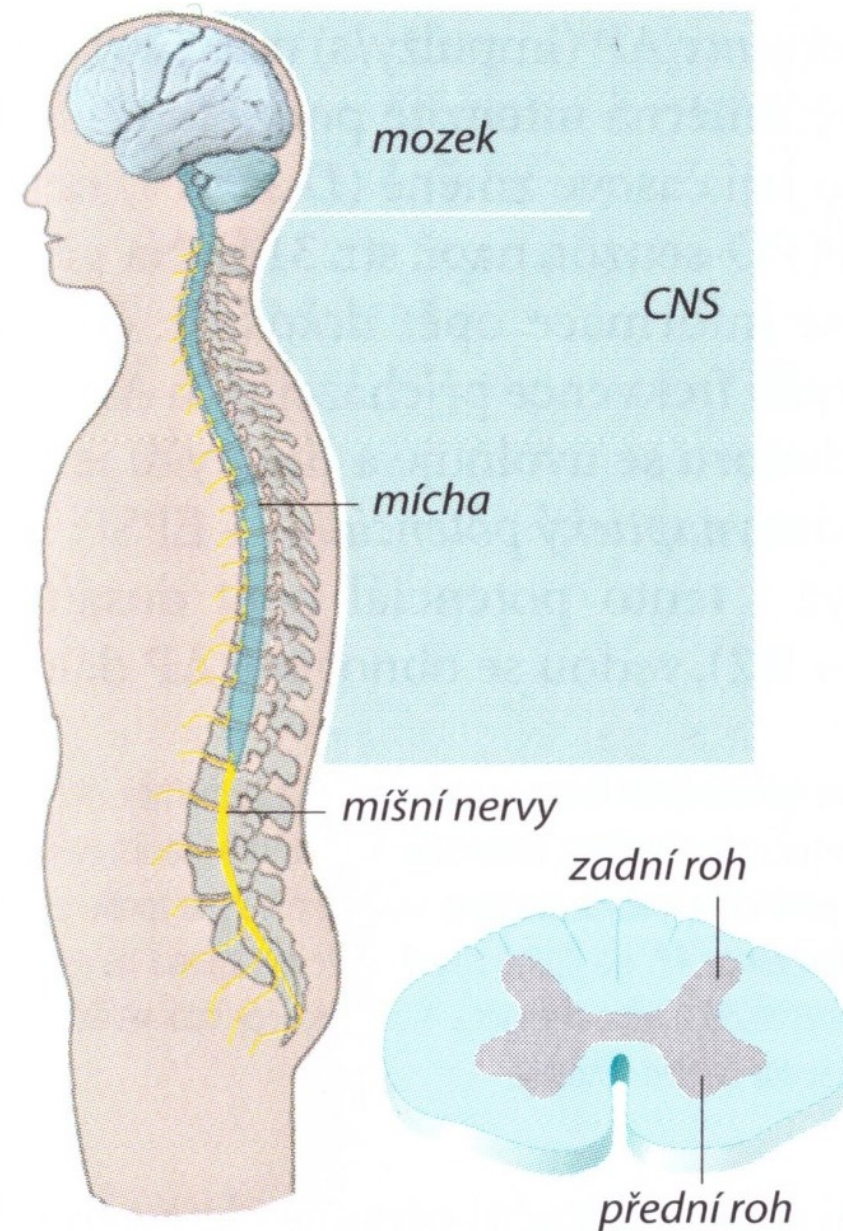
Neuron

Fyziologie pro bakalářské obory
(podzim 2024)



Nervový systém

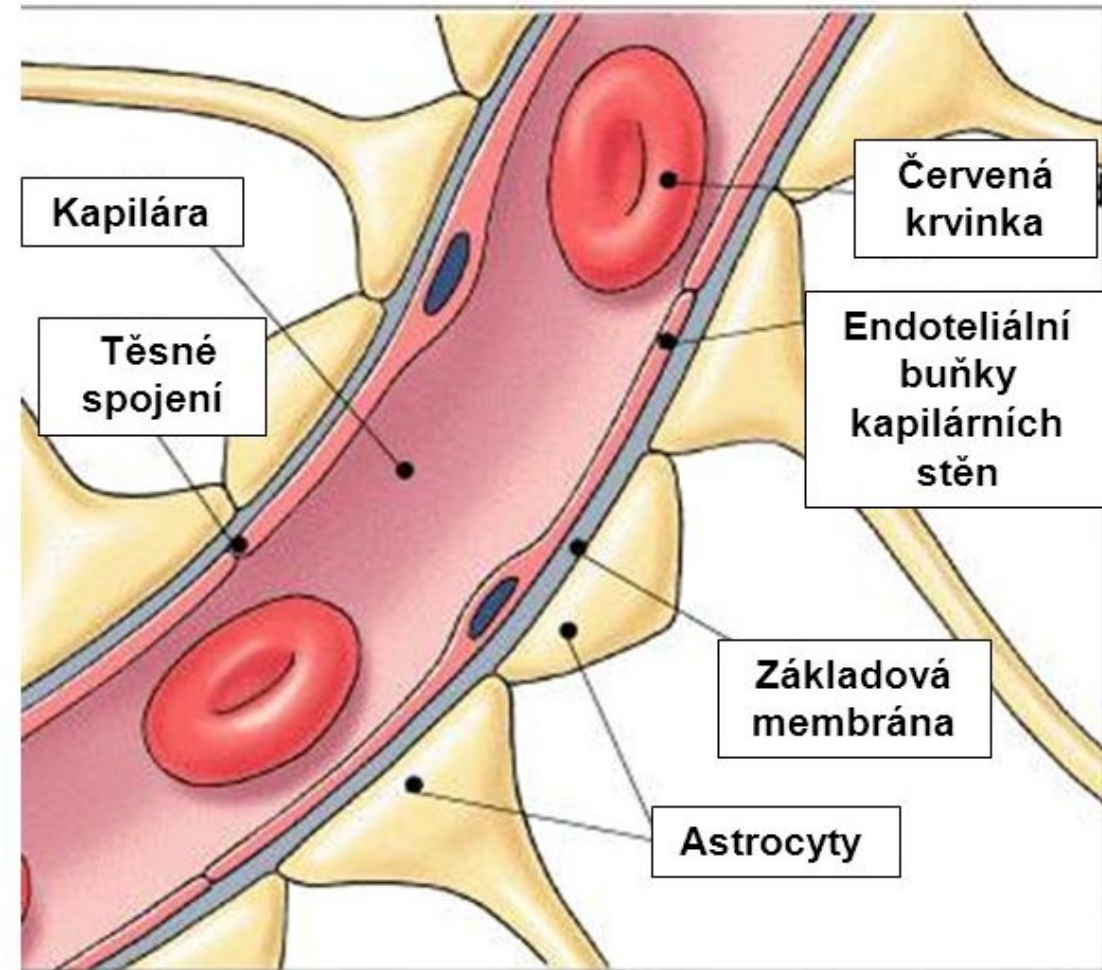
- Nervová soustava
 - Centrální nervový systém (CNS)
 - mozek
 - mícha
 - Periferní nervový systém (nervy)
- Základní stavební jednotky
 - Neuron – přenos a zpracování informací
 - Gliové buňky – péče o neurony



Převzato z: Atlas fyziologie člověka, S. Silbernagl

Hematoencefalická bariéra

- Bariéra mezi krví a nervovou tkání CNS
 - Velice těsné spojení mezi buňkami kapilár, bez fenestrací („děr“), s velmi omezenou možností transportu látek stěnou kapiláry prostou difuzí a endocytózou
 - Cévy jsou obalené výběžky astrocytů (neuroglie), které zprostředkovávají kontakt mezi kapilárou a neuronem
 - **Omezuje průchod většiny látek** stěnou cévy – **ochrana CNS** před patogeny
 - Buňky cév obsahují hodně enzymů rozkládajících xenobiotika (jedy i léky) – **špatně prochází jedy (ochrana), ale i léky (omezené možnosti terapie)**
- Prostup látek
 - Volně prochází
 - Plyny - **O₂**, **CO₂**, N₂O
 - Malé molekuly rozpustné v tucích – **alkohol**, kofein, nikotin
 - Prochází jen pomocí specifických přenašečů
 - Glukóza**, aminokyseliny
 - Neprochází – velké molekuly (bílkoviny, lipidy) – jediným **zdrojem energie pro mozkové buňky je glukóza** (během hladovění také ketolátky), lipidy neprojdou

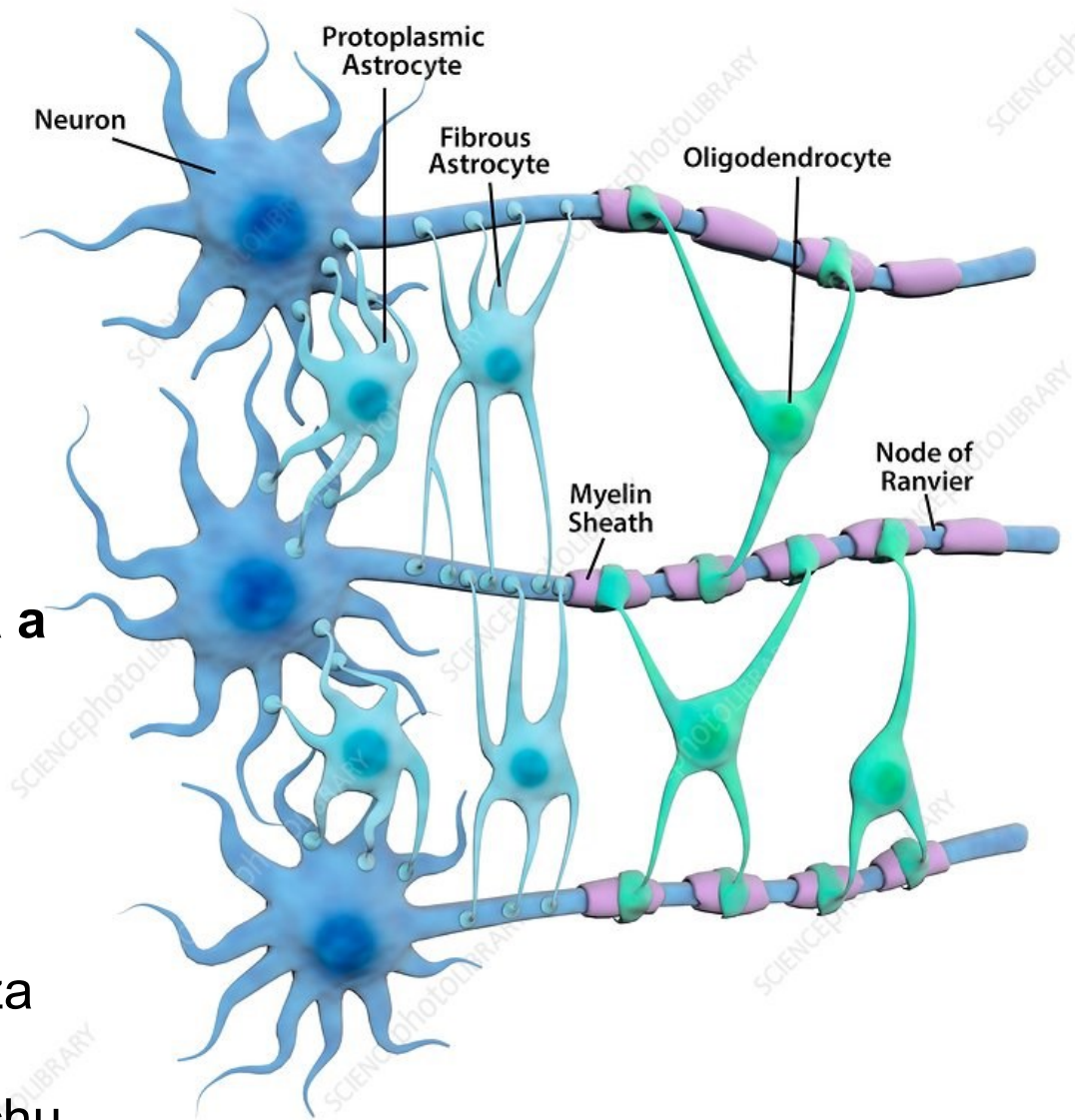


http://images.slideplayer.cz/8/2020577/slides/slide_12.jpg

Při patologických stavech (zánět, úrazy) je bariéra **propustnější** – prochází buňky imunitního systému, ale taky je větší prostup bílkovin a vody → **riziko otoku** mozku

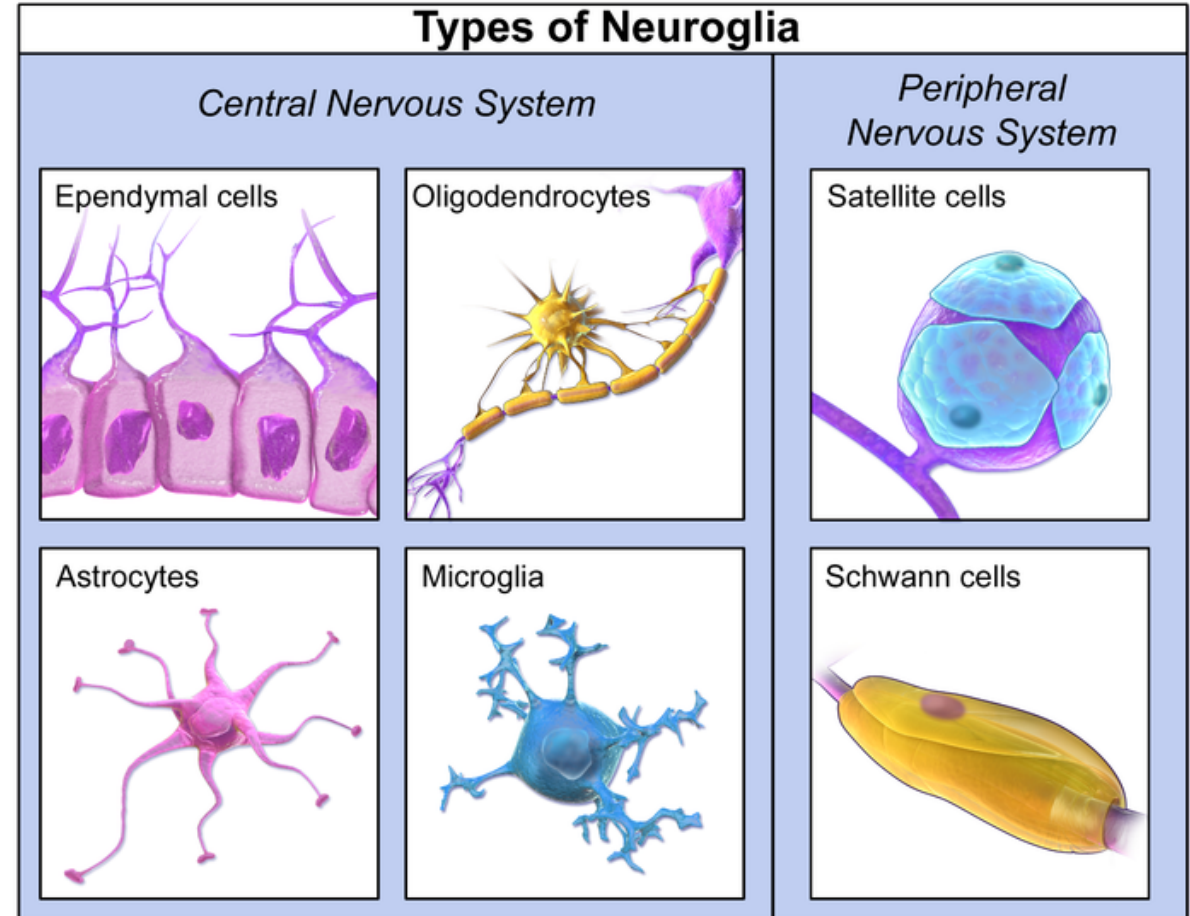
Neurogliové buňky

- Neurony jsou citlivé na výkyvy ve stálosti vnitřního prostředí (hladiny iontů, pH, O₂, CO₂, glukózy...)
- **Péče o neurony** – neuroglie jsou „chůvy a ošetřovatelky“ neuronů
 - **metabolická, ochranná, imunitní, homeostatická a oporná funkce** (CNS nemá pojivové tkáně)
 - zajištění co nejpríznivějšího prostředí
 - Výživa a odvádění metabolitů (neurony mají vysokou energetickou spotřebu, vyžadují hodně ATP – vysoká spotřeba O₂ a glukózy)
 - Ochrana před choroboplodnými látkami – fagocytóza
 - Tvorba myelinové pochvy
 - Odstranění neuromediátoru – podíl na vedení vzruchu

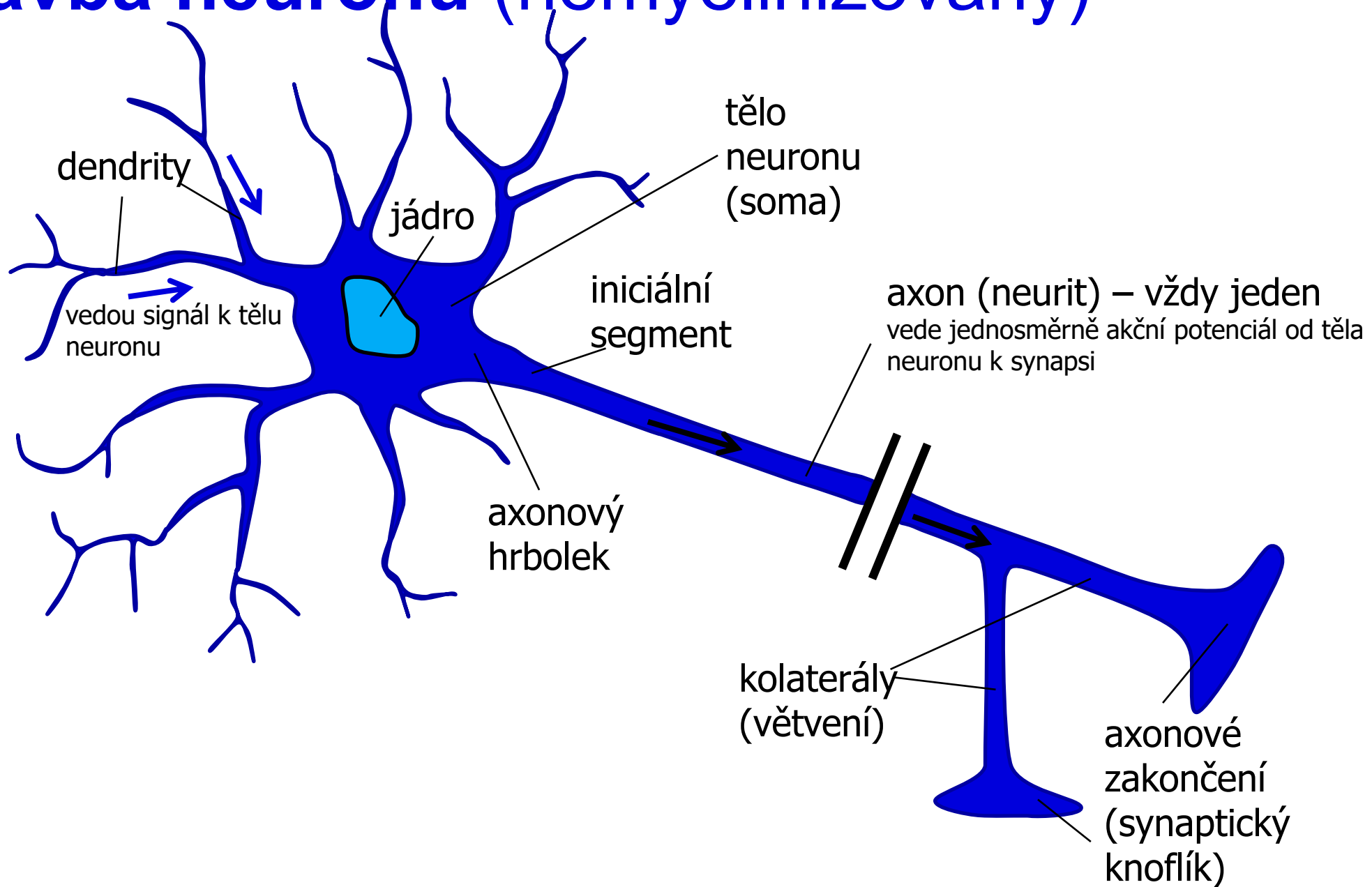


Neurogliové buňky

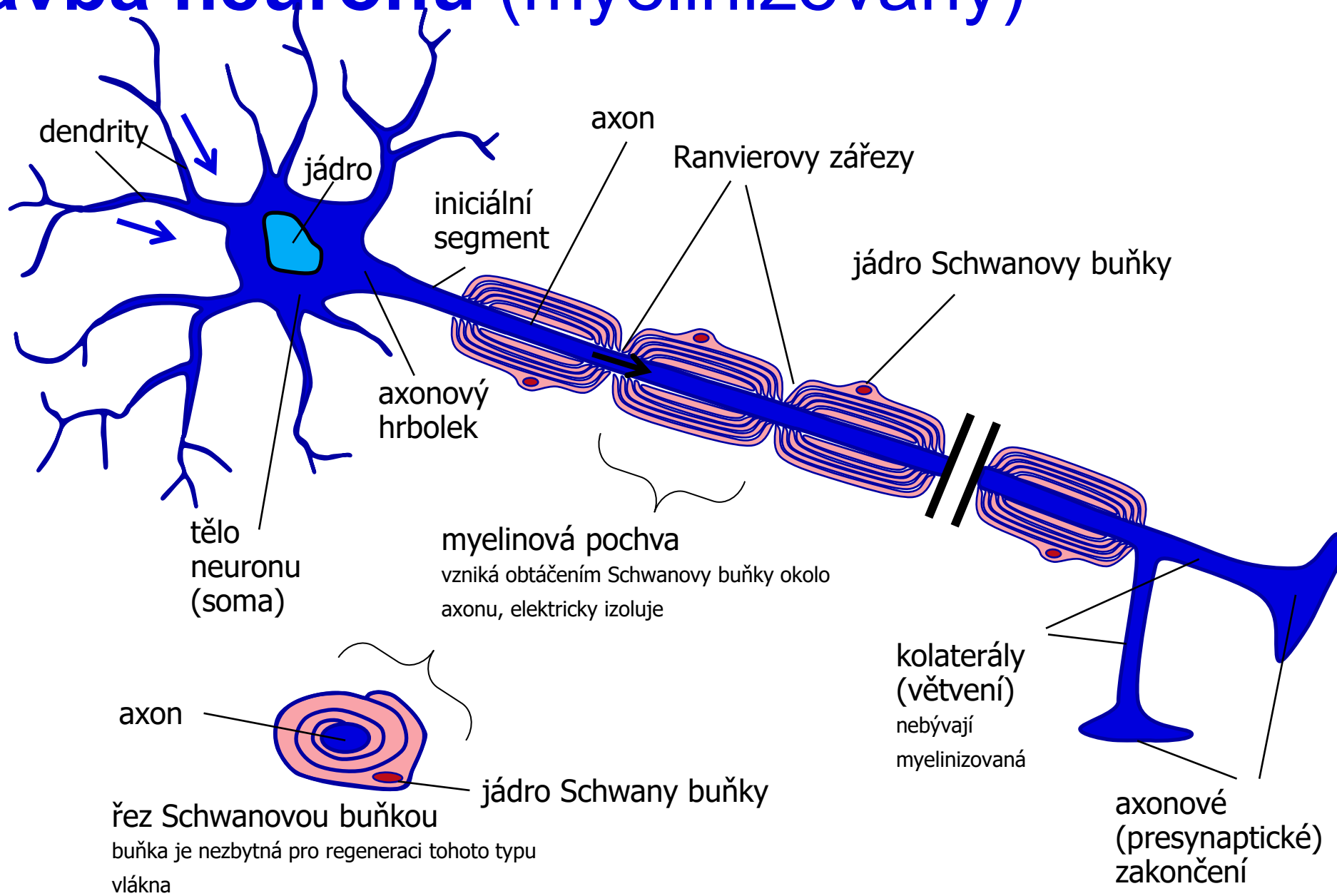
- **Astrocyty:** přesun látek z krve, opora neuronu, podpora met glukózy, udržují kalcémii, metabolismus mediátorů
- **Oligodendrocyty:** tvorba myelinu v mozku a míše
- **Schwanova bunka** – tvorba myelinu na periferních nervech
- **Mikroglie:** fagocytoza bakterií a odpadu
- **Bunky ependymu:** kubický/cilindrický tvar, často řasinky, výstelka mozkových dutin



Stavba neuronu (nemyelinizovaný)

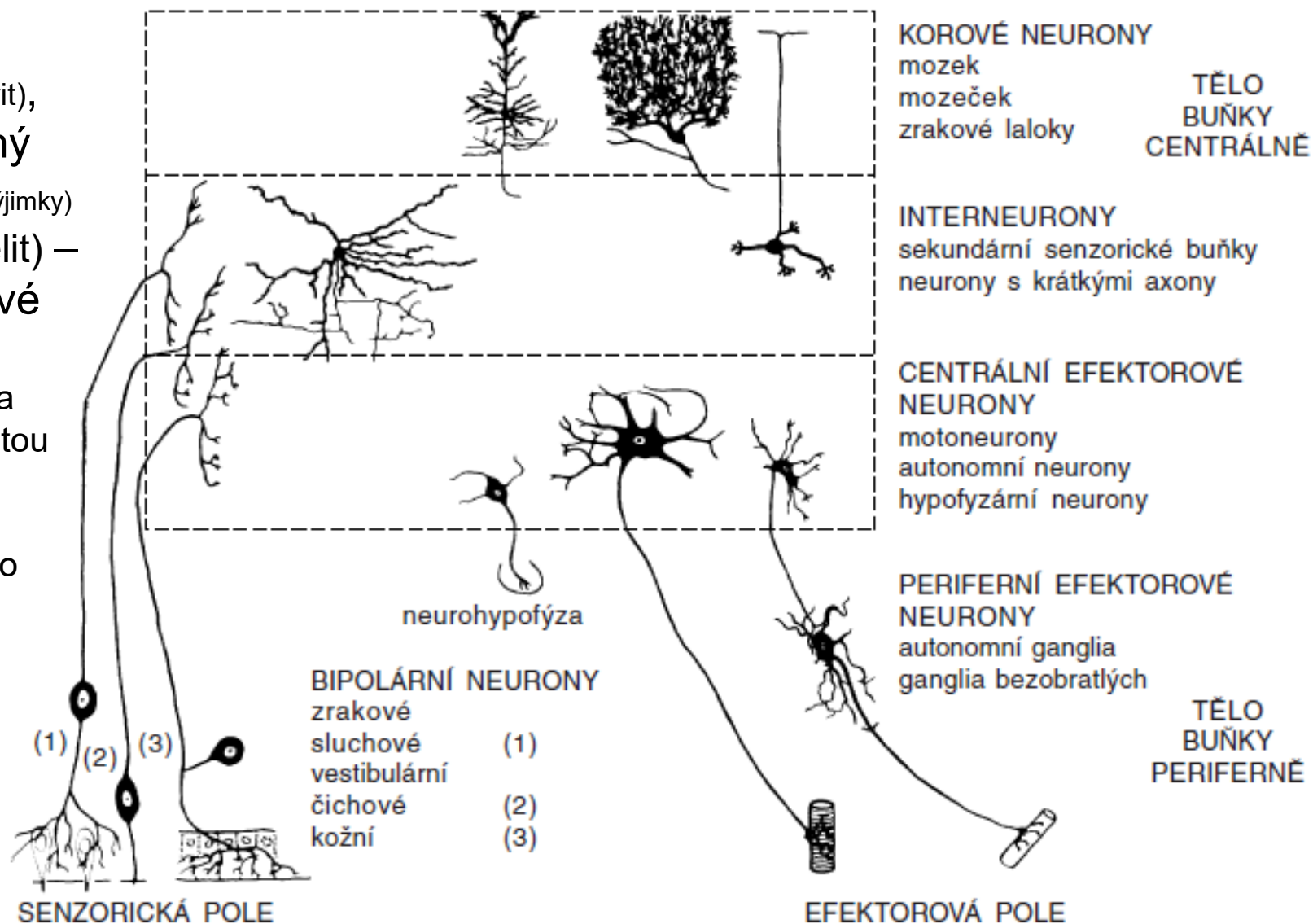


Stavba neuronu (myelinizovaný)



Vlastnosti a typy neuronů

- Stavba neuronu je dána jeho funkcí (neurony mozkové kůry jsou bohatě větvené, sensorické neurony mohou být bez dendritů)
- Axon je vždy jeden (ale může se větvit), počet dendritů může být libovolný
- Neurony se (až na velmi vzácné specifické výjimky) neobnovují (nejsou schopny se dělit) – mohou však regenerovat axonové výběžky
 - dorůstání nervových výběžků a tvorba nových spojů mezi neurony je podstatou nervové plasticity – schopnosti učení
 - nebo můžeme postupně získat zpět schopnost pohybu končetiny přišité po amputaci

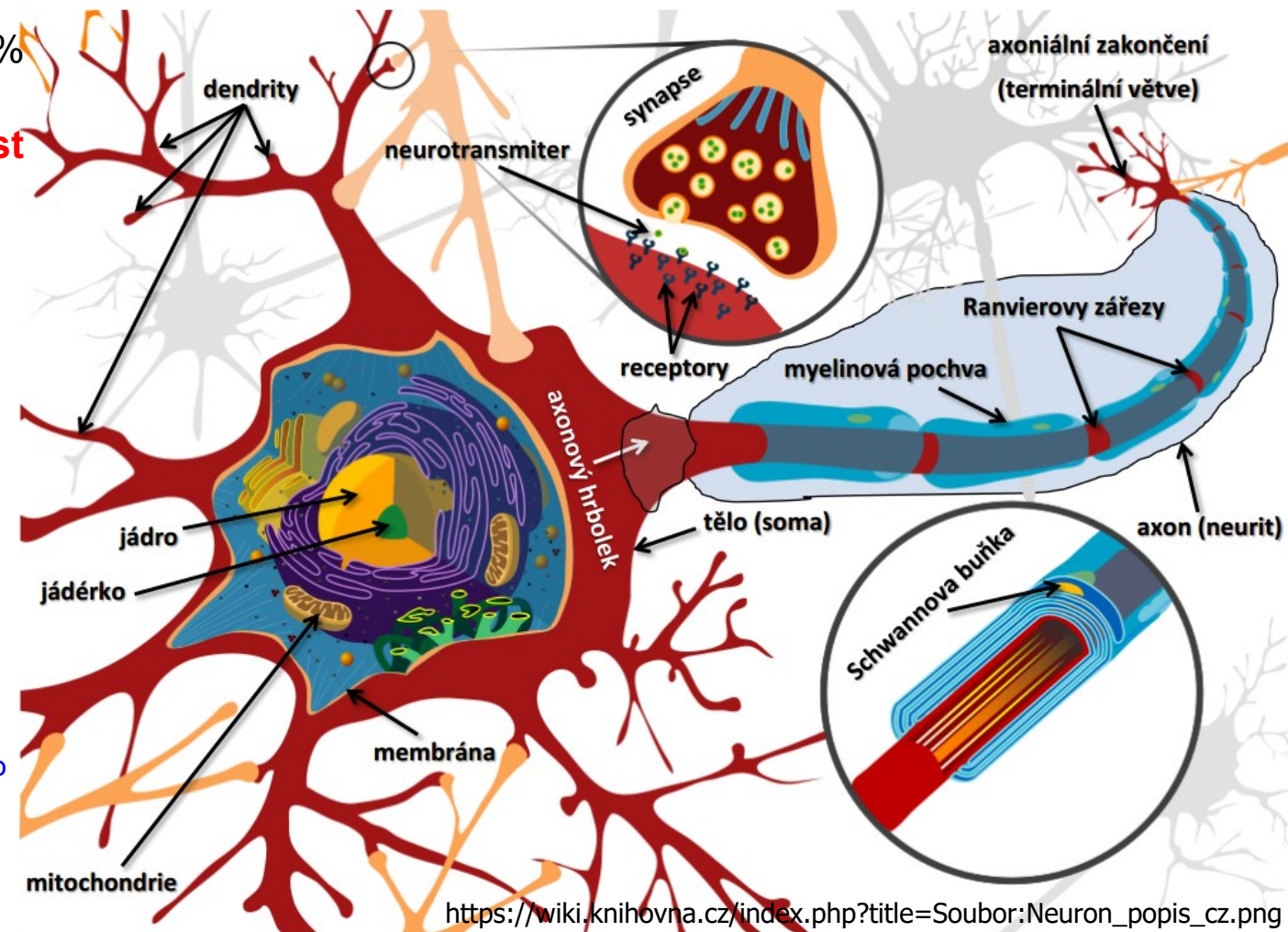


Vlastnosti neuronu

Neurony mají obrovskou spotřebu energie (pro tvorbu akčního napětí, syntézu látek a jejich transport)

- Obsahují mnoho mitochondrií pro tvorbu ATP
- I mírný pokles ve zdroji kyslíku a glukózy vede ke ztrátě funkčnosti neuronů
 - **Nedostatek kyslíku vede k odumírání neuronu už za 3-5 minut** (mozek v klidu spotřebuje cca 25% kyslíku z celkové spotřeb těla)
 - **Pokles hladiny cukru pod 3,3 mmol/l začíná vést k poruše vědomí**
- Neuron obsahuje velké množství mitochondrií pro tvorbu ATP
 - obrovská spotřeba energie pro tvorbu akčního napětí, syntézu látek a jejich transport
- má velké jádro
 - velká proteosyntéza
- a velký Golgiho aparát
 - úprava látek (včetně neuromediátorů)

Zajímavost: Na hypoxii jsou víc citlivější buňky mozkové kůry (evolučně mladší), než buňky mozkového kmene (evolučně starší a odolnější). Proto po hypoxii způsobené například zástavou oběhu utrpí nejdřív kognitivní funkce.



Elektrické jevy na neuronu

- Neuron je excitabilní buňka – díky specifickým napěťově vrátkovaným iontovým kanálům je schopna generovat a vést akční napětí
- Elektrické jevy na neuronu
 - Klidové membránové napětí
 - Místní odpověď membránového napětí – postsynaptický a ploténkový potenciál
 - Akční napětí

Klidové membránové napětí

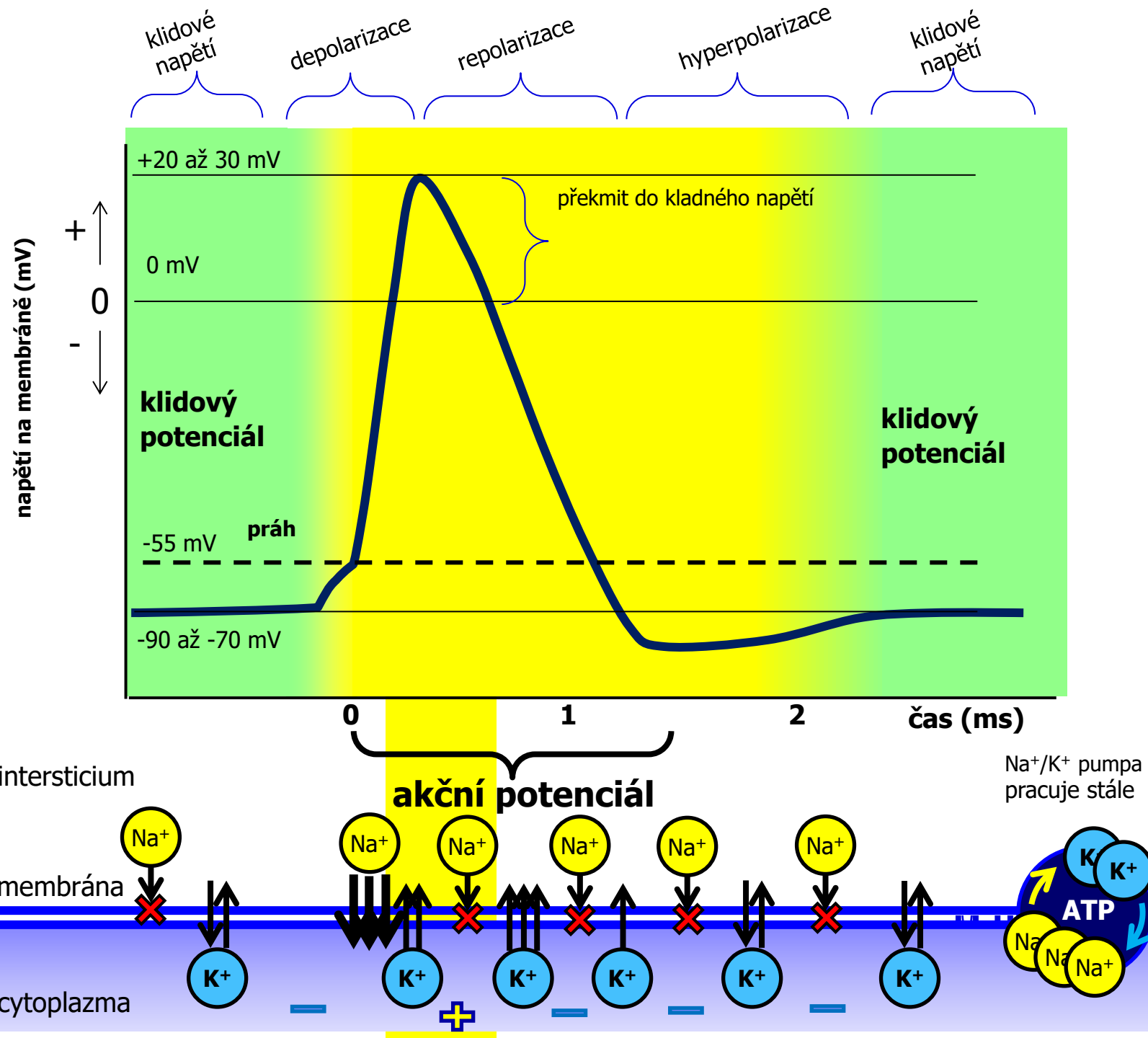
- na membráně buňky za klidových podmínek - uvnitř buňky je záporný náboj, na povrchu buňky je kladný náboj
- **mimo buňku** (extracelulárně) je **větší koncentrace Na⁺**, membrána je **pro Na⁺ nepropustná**
 - Na⁺ „chce“ vstoupit do buňky na základě elektrického i chemického (koncentračního) gradientu
- **v buňce je větší koncentrace K⁺** (intracelulární iont), kanály pro K⁺ v membráně jsou otevřené, **pohyb K⁺ je dán elektrochemickou rovnahou** (K⁺ je elektricky tažen do buňky, ale koncentračním gradientem z buňky)
- po celý čas pracuje **Na/K-ATPáza**, který za spotřeby ATP vyhazuje 3 Na⁺ z buňky a 2 K⁺ do buňky – klíčová pro udržení klidového napětí

Akční napětí

- dojde k dostatečné kladné výchylce napětí na membráně
- je překročena **prahová hodnota** membránového napětí (cca -55 mV)
- **Otevřou se** napětově vrátkované **sodíkové kanály**
- *Zákon vše nebo nic*

Depolarizace:

- **Na⁺ vstupuje** velice rychle do **buňky** na základě svého elektrochemického gradientu napětí membrány se překmitne do kladných hodnot (uvnitř +, venku -)
- Konec depolarizace: Na⁺ kanály se inaktivují kladným napětím na membráně



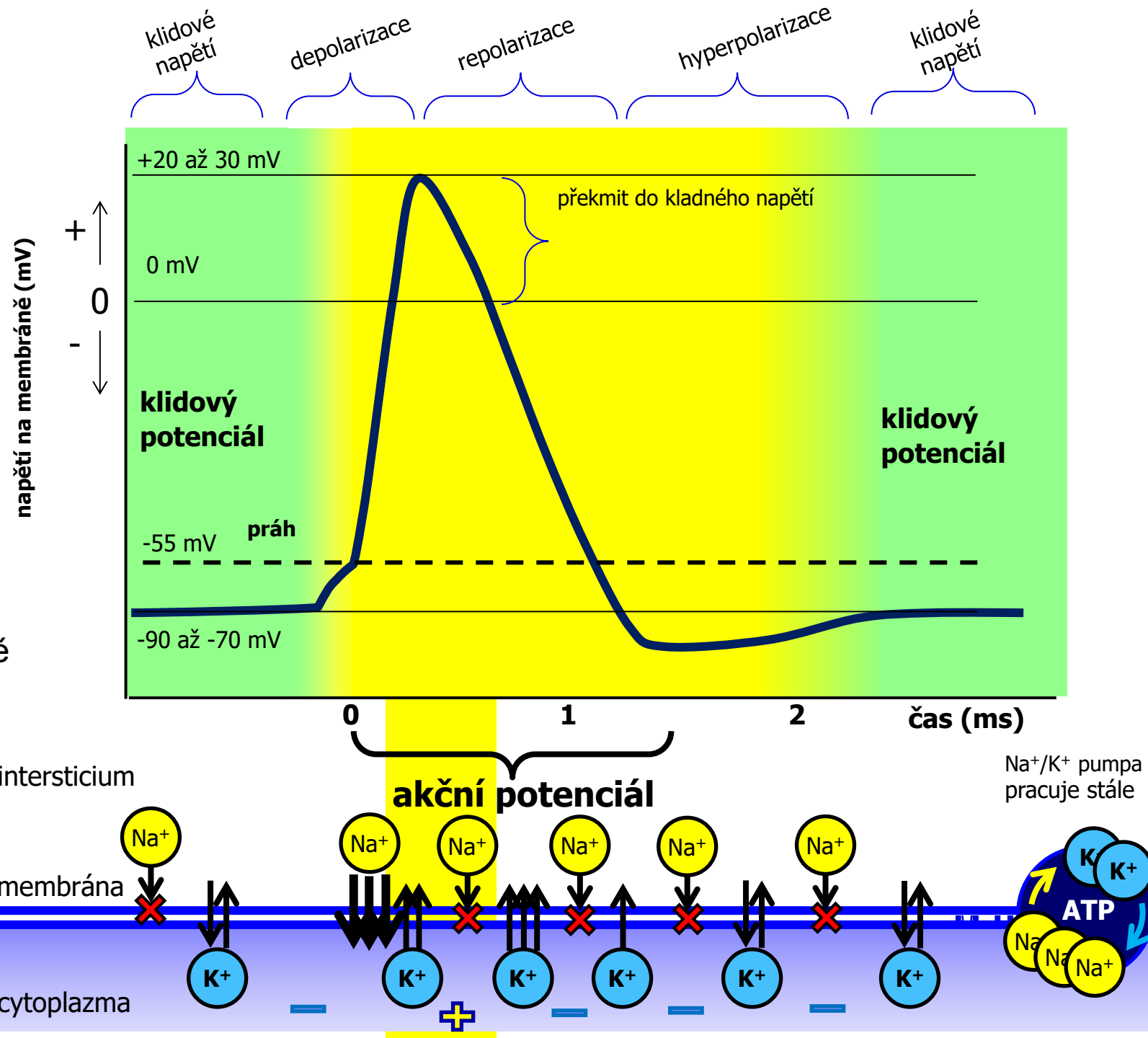
Akční napětí

Repolarizace:

- Na⁺ kanály jsou inaktivované, kladný náboj v buňce vyžene **K⁺ z buňky ven** po elektrochemickém gradientu
- Napětí buňky se vrací zpět k záporným hodnotám
- Zároveň **Na/K-ATPáza** navrácí rozložení iontů do původní rovnováhy

Hyperpolarizace – napětí na membráně přechodně klesne k zápornějším hodnotám

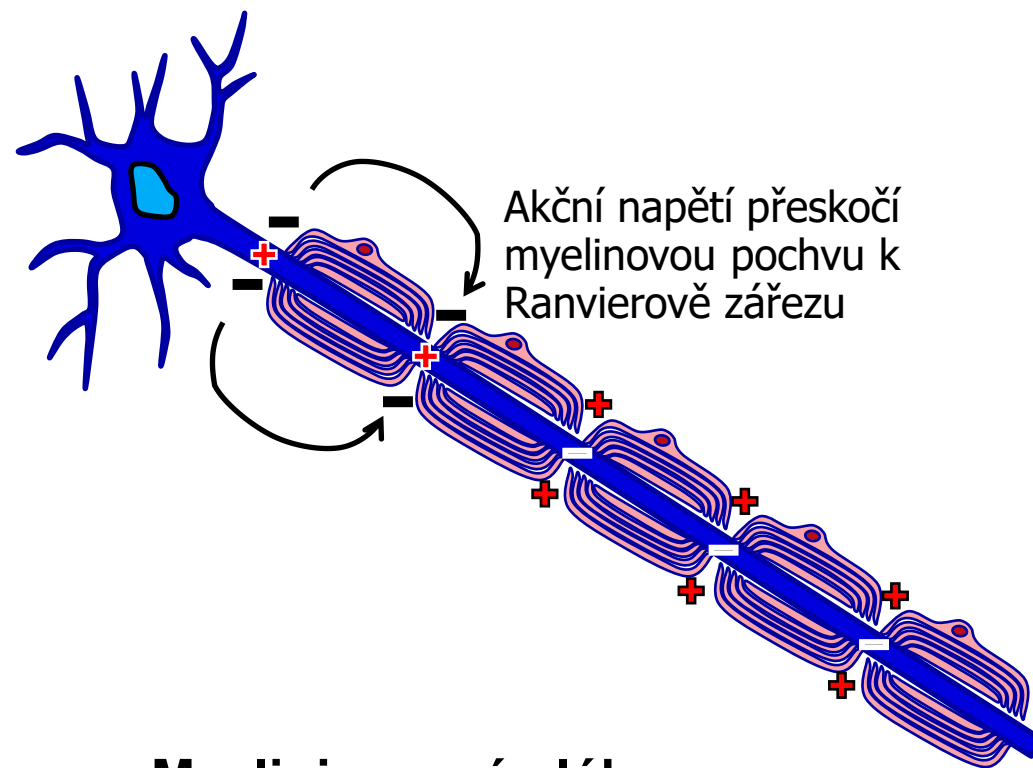
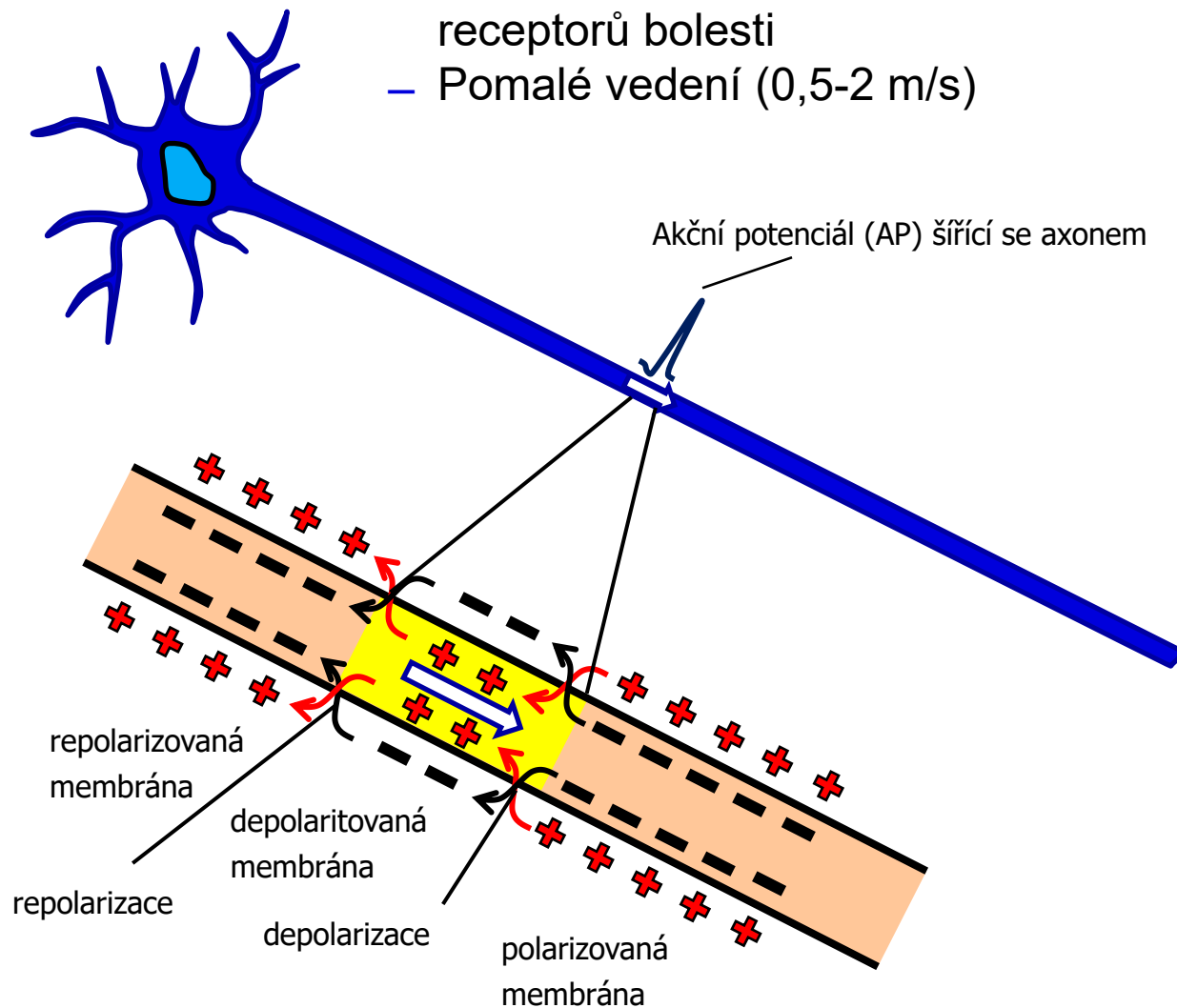
Svodná a lokální anestezie – blokátory sodíkových kanálů (např. bupivacain u epiduralu nebo mezokain při lokální anestezii) Nedochozí k přenosu vzruchu nervovým vláknem. Lze tak např. operovat končetinu jen po vpíchnutí anestetika do nervu bez nutnosti použít celkovou anestezii.



Vedení akčního napětí

Nemyelinizované vlákno

- Například nervová vlákna C z receptorů bolesti
- Pomalé vedení (0,5-2 m/s)



Myelinizované vlákno

- Saltatorní vedení vzruchu
- Například nervová vlákna Ia a II z proprioreceptorů
- Rychlé vedení (80-120 m/s)

Nerve impulse

unmyelinated
neuron

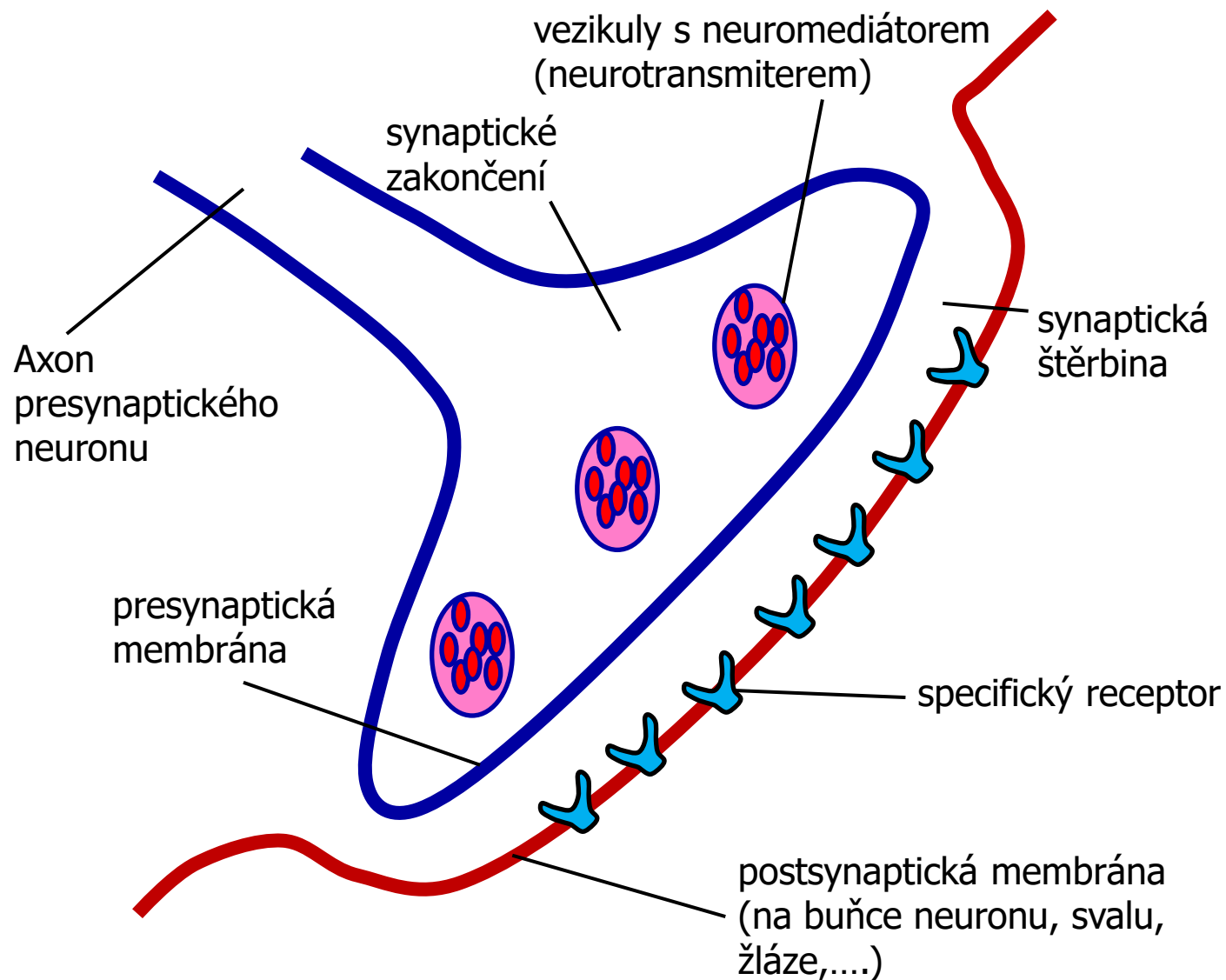


myelinated
neuron

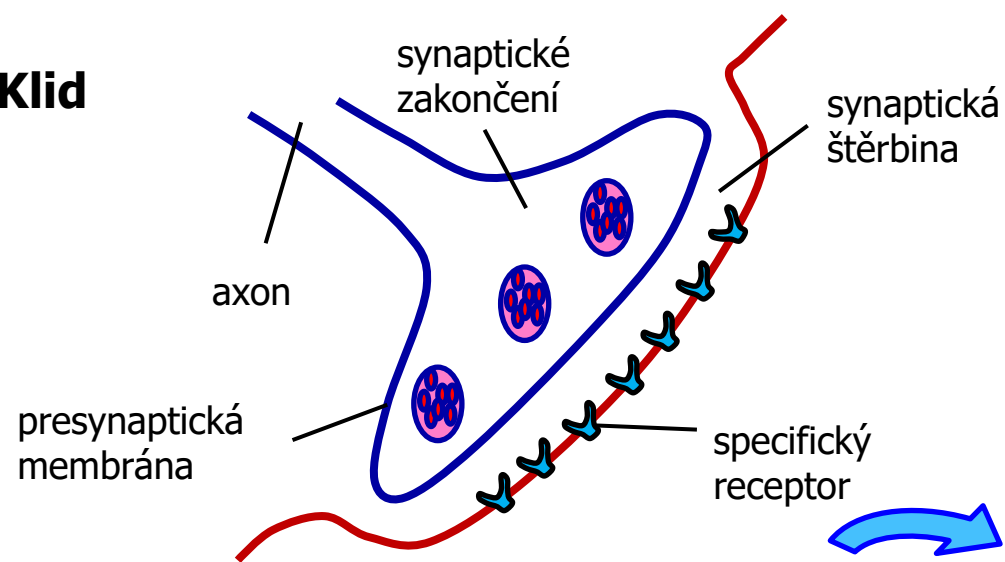


Synapse

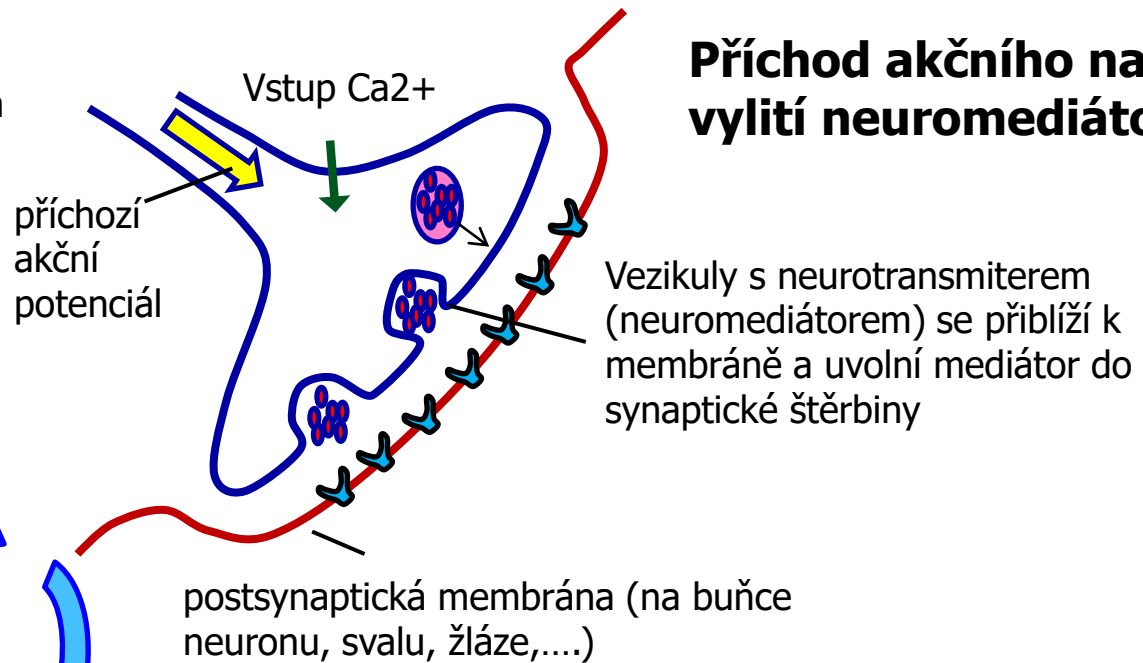
- Spojení mezi neurony nebo neuronem a kosterním svalem (nervosvalová ploténka)
- Elektrická synapse – neurony jsou přímo spojené kanály a vzruch rovnou přejde z jednoho na druhý – je jich málo, evolučně starší
- **Chemická synapse** (na obrázku) – vzruch je přenášen ze synaptického zakončení jednoho neuronu na další pomocí neuromediátoru (neurotransmiteru) evolučně mladší, častější



Klid



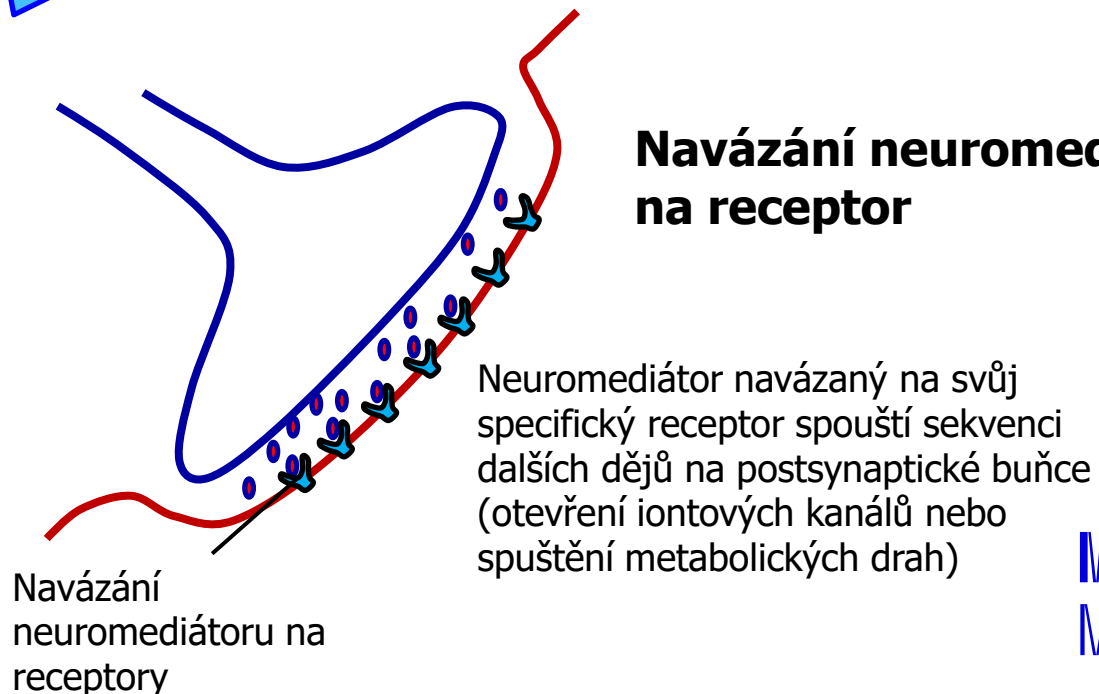
Příchod akčního napětí a vylití neuromediátoru



Vezikuly s neurotransmiterem (neuromediátorem) se přiblíží k membráně a uvolní mediátor do synaptické štěrby

postsynaptická membrána (na buňce neuronu, svalu, žláze,...)

Navázání neuromediátoru na receptor



Neuromediátor navázaný na svůj specifický receptor spouští sekvenci dalších dějů na postsynaptické buňce (otevření iontových kanálů nebo spuštění metabolických drah)

Navázání neuromediátoru na receptory

vyklízení mediátoru zpět do synaptického zakončení

Neuromediátor je následně po svém vylití velice rychle „uklizen“ ze synaptické štěrby různými způsoby (štěpení nebo zpětné vstřebání)

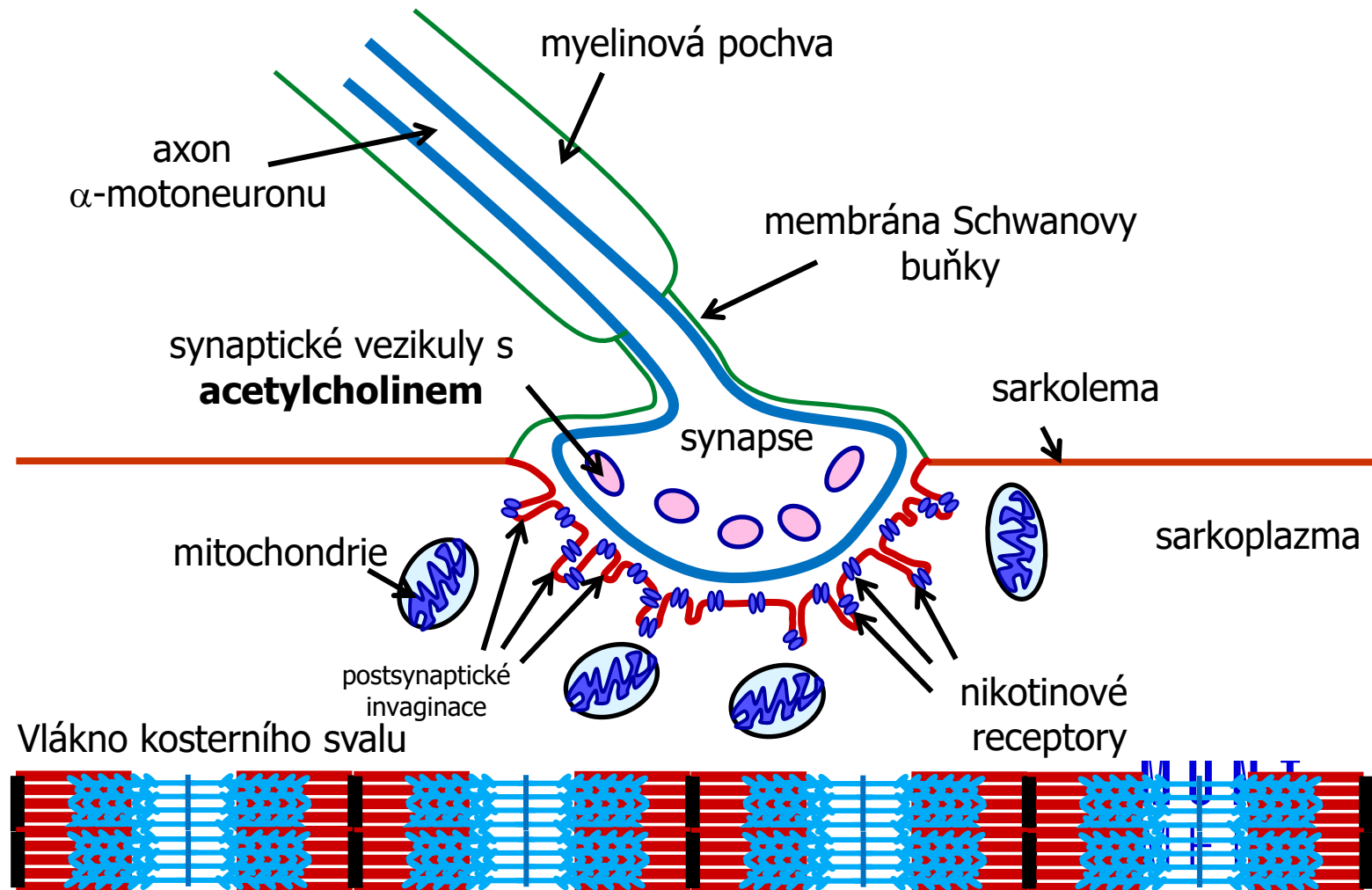
Vyklízení neuromediátoru – ukončení přenosu

deaktivace mediátoru a jeho rozklad enzymy

Nervosvalová ploténka

- Akční napětí přijde alfa-motoneuronem na synapsi
- Dojde k vylití **acetylcholinu** do synaptické štěrbiny
- Acetylcholin (**Ach**) se naváže na **nikotinové receptory**
- Receptory jsou spojené s iontovým kanálem pro Na⁺ (ligandem vrátkované kanály)
- Na⁺ vstoupí do buňky a vytvoří **ploténkový potenciál** (lehká podprahová depolarizace)
- Potenciály se sčítají a doputují k sarkolemě – překročí prahovou hodnotu pro napěťově vrátkované Na⁺ kanály
- Na⁺ vstupuje do buňky a vzniká **akční napětí**, které se rozšíří po svalovém vláknu a spustí kontrakci

Acetylcholin je deaktivován **acetylcholinesterázou (AChE)** a štěpen na acetyl a cholin



Drogy/jedy/léky a receptory

- Mno se m nebc
- Velk pojrn (opic
- Znal



files/duc
002013/cincbuchpeck7/0/p/11.html

r:Amanita_muscaria_3_vliegenzwammen_op_riz.jpg



katiduis-retuiri-unluk-perubatan-pakar

Drogy/jedy/léky a receptory

- Mnohé látky mající podobný tvar molekuly jako naše přirozené neuromediátory se mohou vázat na jejich specifické receptory... a buď je stimulovat (agonista) nebo blokovat (antagonista)
- Velká část receptorů a jejich účinků na organismus byla popsána a pojmenována díky drogám (opioidní, nikotinové, kanabinoidní, muskarinové receptory)
- Znalost receptorů a jejich účinků je důležitou součástí farmakodynamiky



https://www.gymberoun.cz/uploads/web_files/dud/dud2013/cincibuchpecka/Opium.html



<https://en-academic.com/dic.nsf/enwiki/46948>



<https://www.hmetro.com.my/rencana/2021/11/781332/dah-tiba-masa-halalkan-kanabis-ketum-untuk-perubatan-pakar>

https://cs.m.wikipedia.org/wiki/Soubor:Amanita_muscaria_3_vliegenzwammen_op_rij.jpg



Drogy/jedy/léky a receptory

– Opioidní receptory (*Papaver somniferum*)

- Vnitřní opioidy (neuromediátory) – endorfiny, enkefaliny... modulace přenosu vzruchu
- Látky vázající se na receptory – morfin, heroin, sufentanyl, fentanyl,....
- Rychle se adaptující receptory – snižuje se počet receptorů na synaptické membráně a citlivost receptoru k mediátoru/droze
 - k dosažení stejného účinku je třeba vyšší dávka – podstata rychlého vzniku závislosti

– Muskarinové receptory (muchomůrka *Amanita muscaria*)

- Receptory parasymptického nervového systému

– Nikotin (*Nicotiana tabakum*)

- Váže se na nikotinové receptory v mozku v sympatických i parasymptických gangliích, stimuluje sympatickou i parasymptickou aktivitu

– Atropin (*Atropa belladonna*)

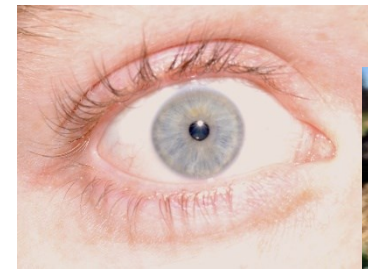
- Blokuje muskarinové receptory – inhibice aktivity parasymptického systému
- Léčba bradykardie, rozkapání zornic v oftalmologii, útlum slinění (při endoskopii)
- Antiditum muskarinu, neostigminu, organofosfátů

– Ketamin

- Antagonista NMDA receptorů – analgetikum, anestetikum, halucinogen

– Kyselina lysergová a ergometrin (*Paličkovice nachová* - námel)

- LSD se váže na serotoninové receptory (ale je to složitější) - halucinogen
- Metylergometrin – kontrakce hladké svaloviny dělohy
 - zástava poporodního krvácení, vyšší dávky mají neurologické důsledky



<https://studmed.uio.no/journalwiki/index.php?title=Fil:Mioseandreas.jpg>



<https://www.diastyl.cz/rulik-jako-lek-i-obavana-droga-pravdy/>



<https://www.monacoonatureencyclopedia.com/atropa-belladonna/?lang=en>



<https://www.cojeco.cz/palickovice>



Nervosvalová aktivita a drogy/jedy/léky

aneb co vás nezabije, to dostane šanci příště

– Botulotoxin (*Clostridium botulinum*, klobásový jed)

- inhibice vylíčení acetylcholinu na nervosvalové ploténce – nedochází ke kontrakci svalů – ochablost, udušení

– Tetrodotoxin –

- blokátor Na⁺ kanálů
- kompletní paralýza všech svalů, udušení (ryba fugu – adrenalinová gastronomie)

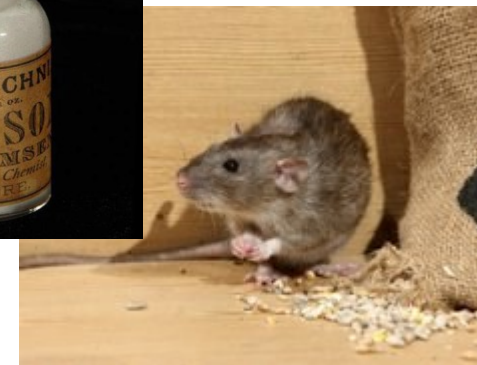
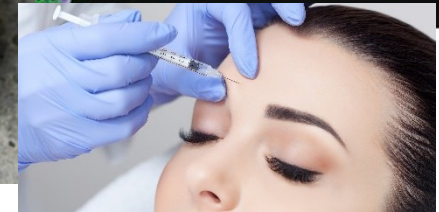
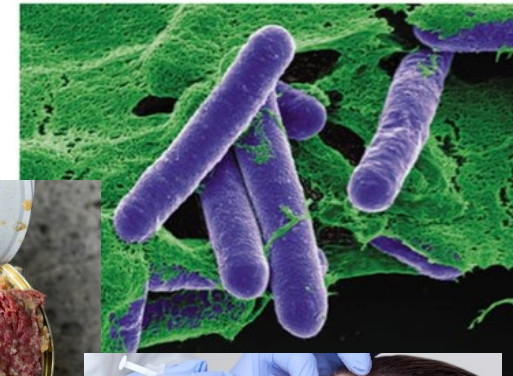
– Kurare (*Strychnos toxifera*, šípový jed)

- blokuje nikotinové receptory na nervosvalové ploténce – svalová ochablost
- Léčba tetanu a otravy strychninem
- Deriváty – **rocuronium**, **cisatracúrium**besilát (nimbex) nedepolarizující myorelaxancia, dlouhodobě působící, při řízené ventilaci

Nedepolarizující neuromuskulární blokátor – antidotum neostigmin

– Strychnin (*Strychnos nux vomica*, křečový jed)

- Jako inhibitor glycinového receptoru blokuje retardéry synaptického přenosu zadních kořenů míšního kmenu, umožňuje rozsáhlé rozšíření podráždění, používá se na otravy a podpory chuti k jídlu



https://www.agstepanska.cz/cs/site/n_predmety/ag_bi_ch_ze/biche_studentske_prace/ch_prace_bartova.pdf

<https://www.alamy.de/das-bundel-von-volle-pralle-alte-blechdosen-krankte-essen-garbage-image228392850.html?imageid=91D019EA-94C6-4566-B356-4950AE7521F7&p=184586&pn=1&searchId=f19203ac310c358a460375a8ec4af14c&searchtype=0>

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Kurare>

<https://www.priznaky-projevy.cz/otravy/672-tetrodotoxin-otrava-tetrodotoxinem-rybou-fuga-piznaky-projevy-symptomy>

<https://www.slevomat.cz/akce/1477562-botox-pro-vyhylzeni-vrasek-na-cele-i-okolo-oci>

https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Clostridium_botulinum_Neurotoxins

Nervosvalová aktivita a drogy/jedy/léky

aneb co vás nezabije, to dostane šanci příště

– Inhibitory acetylcholinesterázy (AChE) -

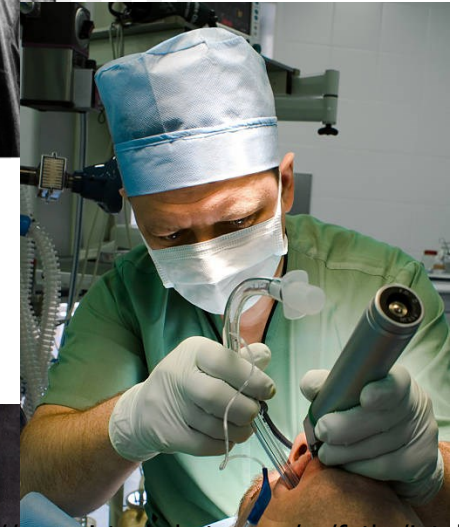
- Organofosfáty – bojové látky (sarin, novičok), pesticidy - akumulace acetylcholinu v nervosvalové ploténce vede k trvalé kontrakci svalů - udušení
- Terapie myastenia gravis - onemocnění, kdy jsou autoimunitně ničené receptory v nervosvalové ploténce (lek piridostigmin, neostigmin)
- Terapie onemocnění, kdy se tvoří málo Ach (různé druhy demence) – rivastigmin
- Ukončení účinku nedepolarizujících myorelaxancií (rocuronia) – např. ukončení řízené ventilace na konci operace
- Terapie otravy atropinem – a atropin je terapií otravy AChE

– Depolarizující myorelaxancia (sukcinylcholin) – krátkodobě působící

- Váže se na Ach receptor, ale není rozkládán AChE. Vyvolávají dlouhodobější depolarizaci membrány, po které následuje opožděná repolarizace, která brání kontrakčním účinkům Ach. Výsledkem jejich působení je přechodná aktivace svalu, po které následuje svalová paralýza.

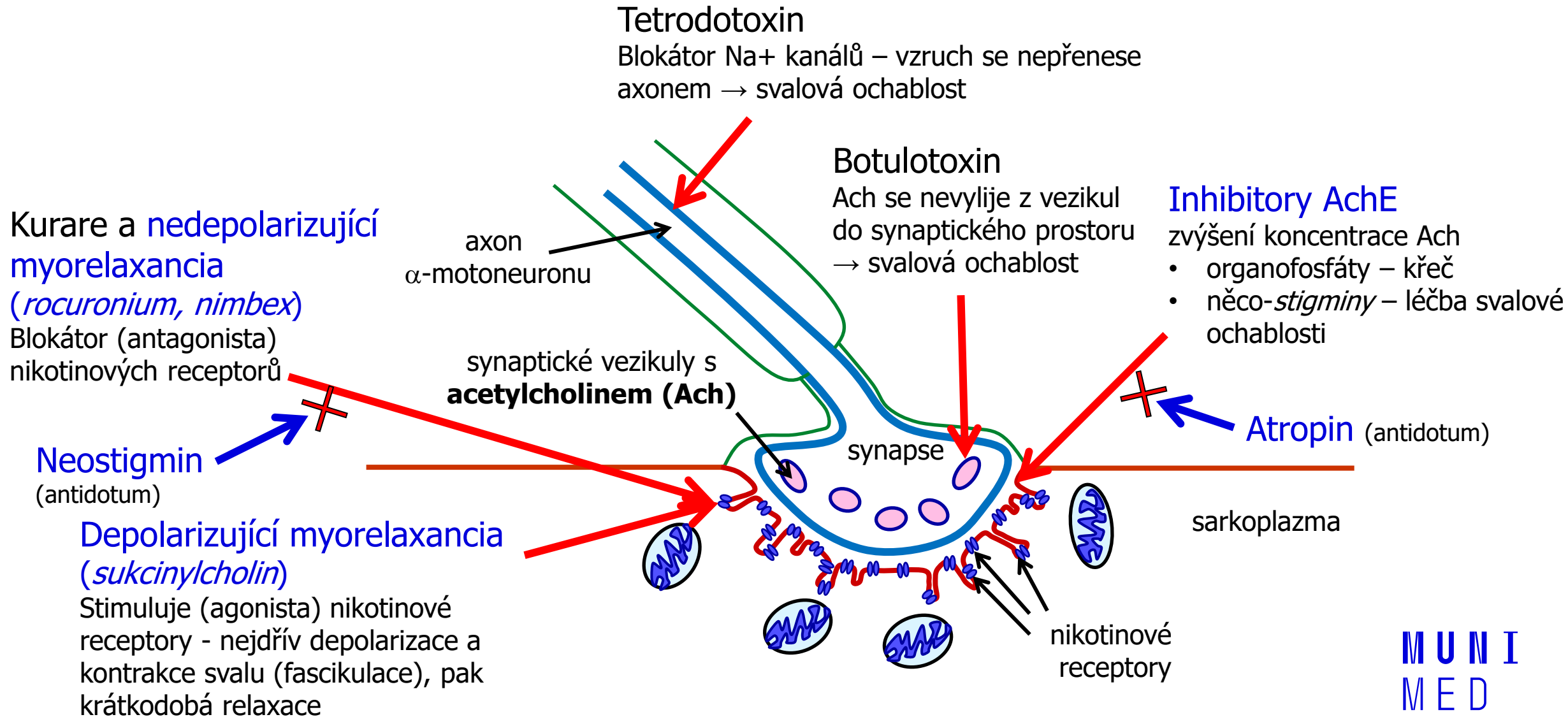
– Tetanus (Clostridium tetani) – inhibice uvolňování inhibičních neurotransmiterů (GABA, glycin) na neuronu

- selhání inhibice motorických reflexů na stimulaci senzorů – hyperreaktivita svalů, tetanické kontrakce



<https://www.istockphoto.com/cs/fotky/intubace>

Drogy/jedy/léky a místa účinku na nervosvalové ploténce



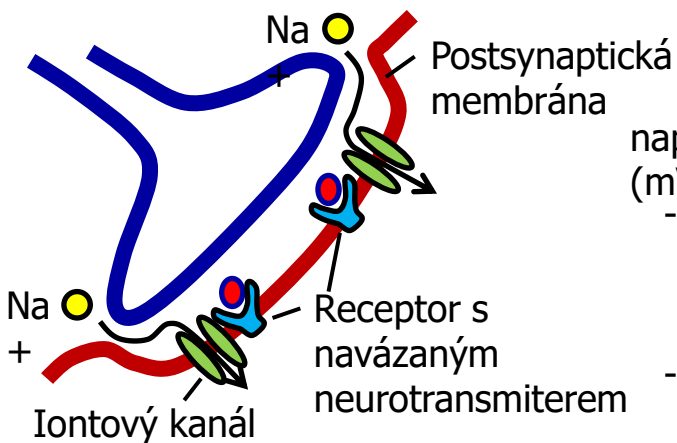
Postsynaptický potenciál (PSP)

- Neurotransmitery navázané na určité typy receptorů postsynaptické membrány způsobí k otevření iontových kanálů a přesun iontů z/do buňky
- změna napětí na postsynaptické membráně - postsynaptický potenciál

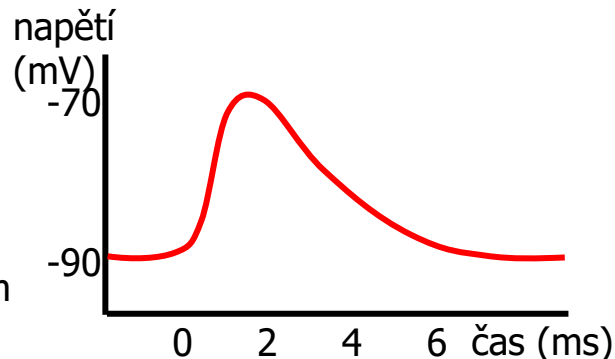
Postsynaptický potenciál

- je slabý (mnohem slabší než akční napětí)
- šíří se od synapse s dekrementem (úbytkem) – zmenšuje se, když se vzdaluje od synapse (postupně zaniká)
- Může se sčítat – informace je kódována do amplitudy

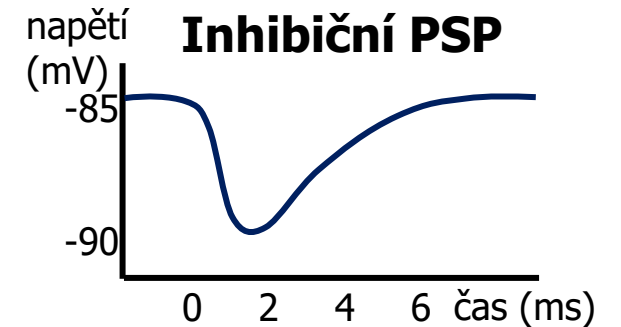
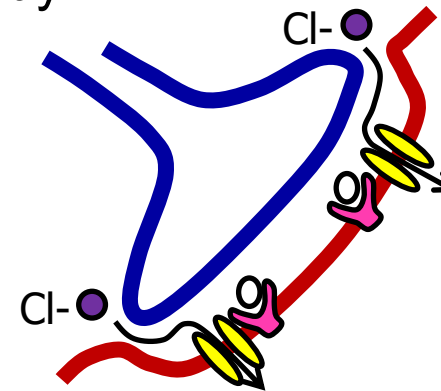
Závisí na typu receptoru, zda se bude jednat o IPSP nebo EPSP



Excitační PSP



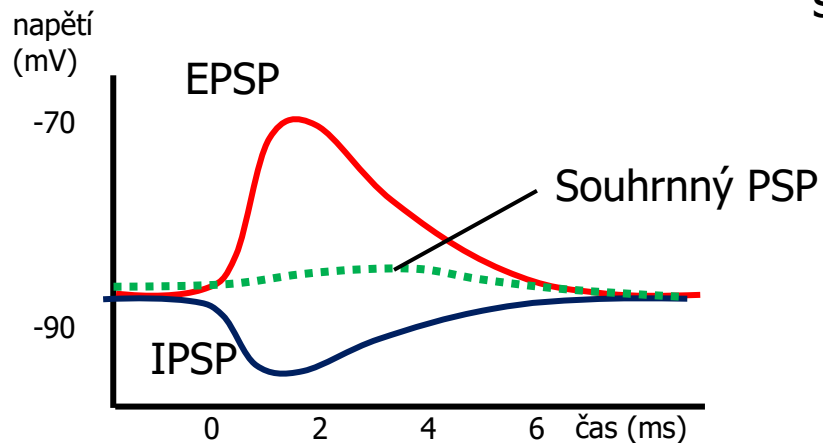
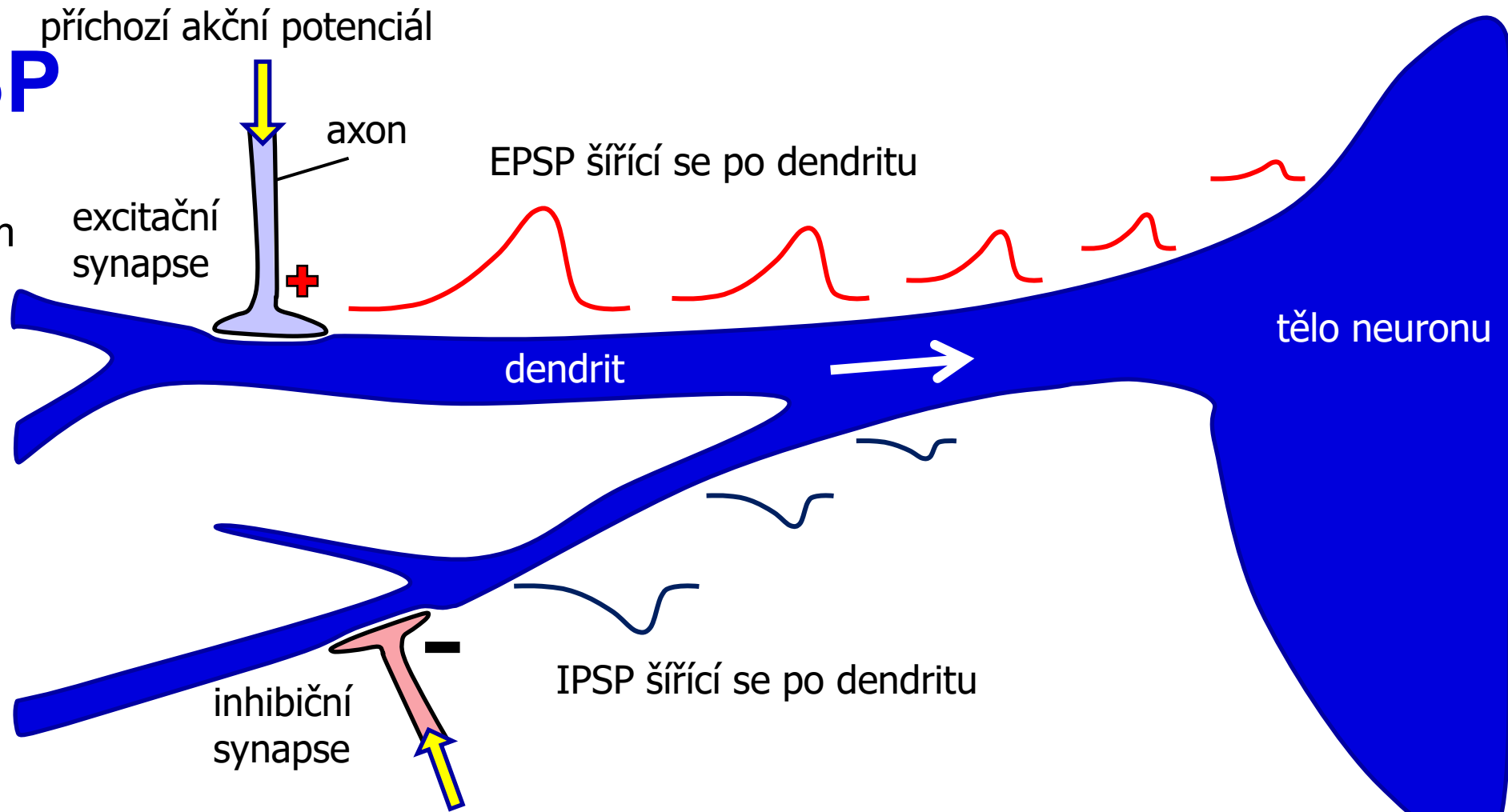
Např. acetylcholin navázaný na **nikotinový receptor** způsobí otevření kanálu pro Na⁺ a vstup Na⁺ do buňky – slabá depolarizace membrány.



Např. GABA navázaná na GABA_A způsobí otevření kanálu pro Cl⁻ a vstup Cl⁻ do buňky. Nebo acetylcholin navázaný na muskarinový M2 receptor otevírá K⁺ kanál a K⁺ vystupuje z buňky. Vzniká slabá hyperpolarizace membrány.

IPSP a EPSP

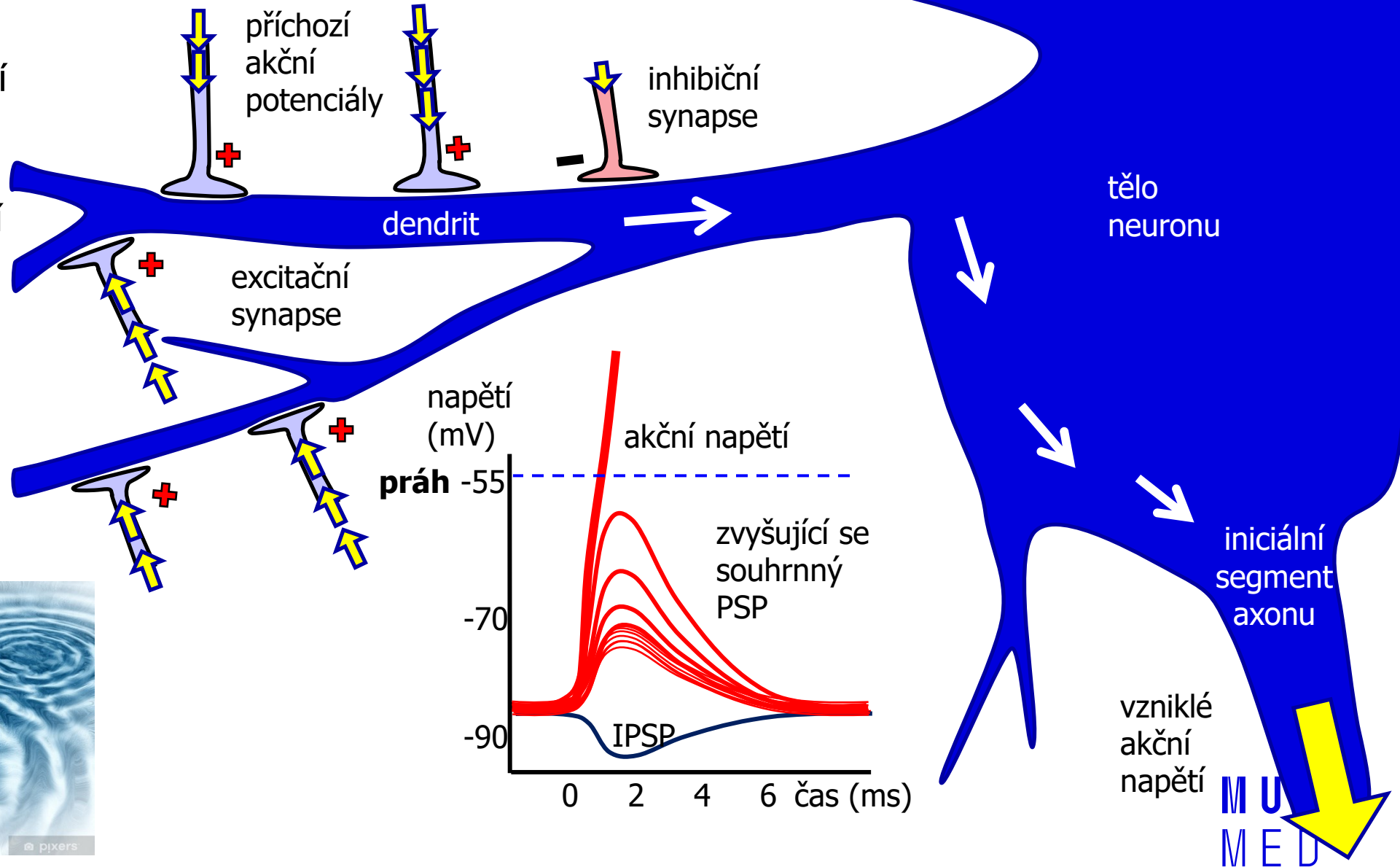
- je slabý, šíří se od synapse s dekrementem (úbytkem) – zmenšuje se, když se vzdaluje od synapse (postupně zaniká)
- EPSP a IPSP se sčítají – souhrnné PSP



Pokud výsledný PSP doputuje až na iniciální segment axonu a překročí prahovou hodnotu, vzniká akční napětí. Větší počet EPSP přicházející ve stejný čas vedou k rychlejšímu vzniku akčního napětí. IPSP blokují přenos a vznik akčního napětí.

Součet a přenos PSP

Pokud výsledný PSP doputuje až na iniciální segment axonu a překročí **prahovou hodnotu**, vzniká akční napětí. Větší počet EPSP přicházející ve stejný čas vedou k rychlejšímu vzniku akčního napětí. IPSP blokuji přenos a vznik akčního napětí.



Akční napětí vs. postsynaptický potenciál

– Akční napětí

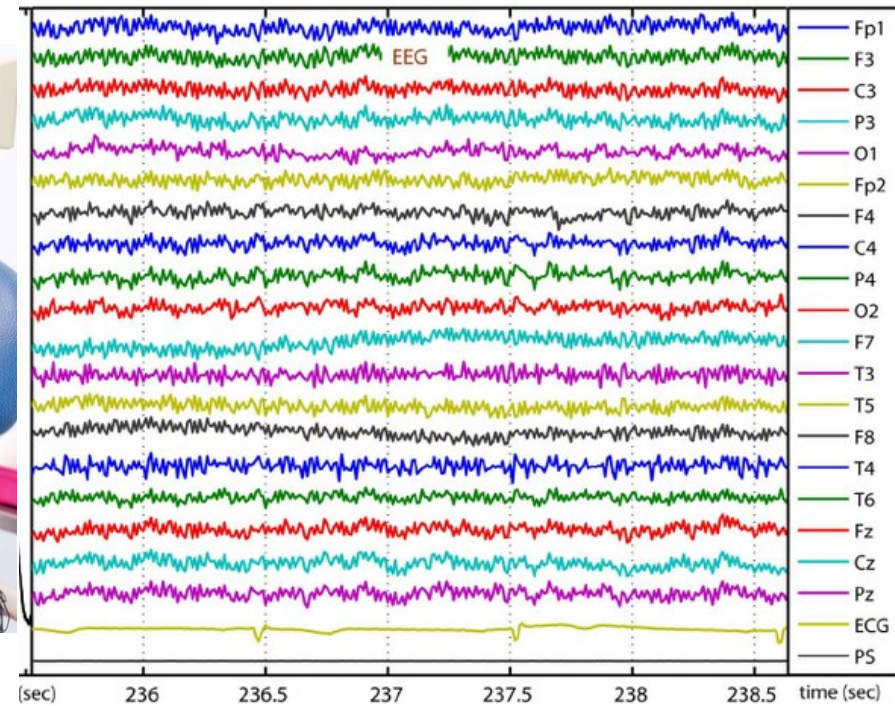
- Konstantní amplituda
- Šíří se bez dekrementu
- Zákon vše nebo nic
- nemůže se sčítat
- Informace je kódovaná do frekvence potenciálů

– Postsynaptický potenciál

- Amplituda slabší a různá, závisí na počtu kanálů aktivovaných receptory
- šíří se s dekrementem
- Může se sčítat
- Informace je kódovaná do amplitudy
- Z PSP se stává akční napětí, jen pokud je překročena prahová hodnota pro otevření napěťově vrátkovaných sodíkových kanálů

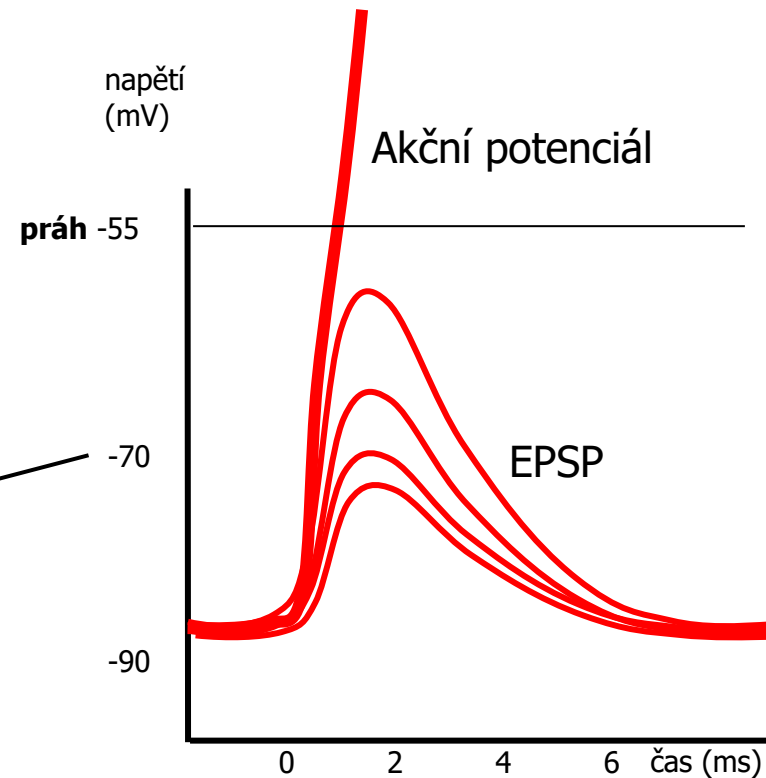
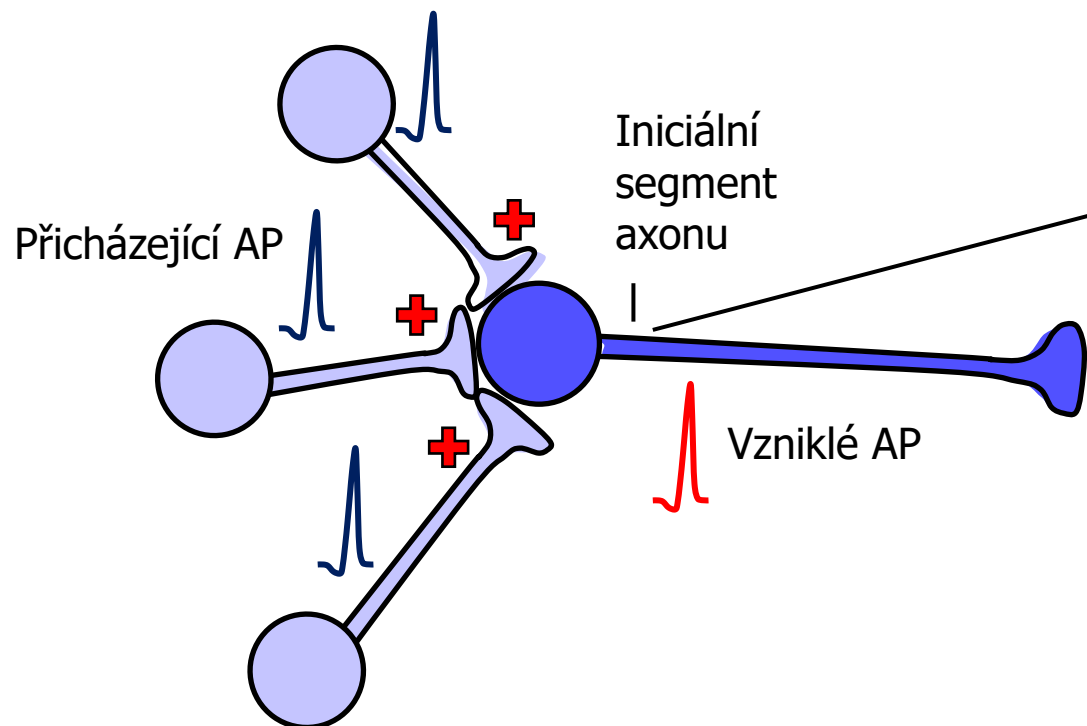
EEG

- Vzniká součtem Excitačních postsynaptických potenciálů



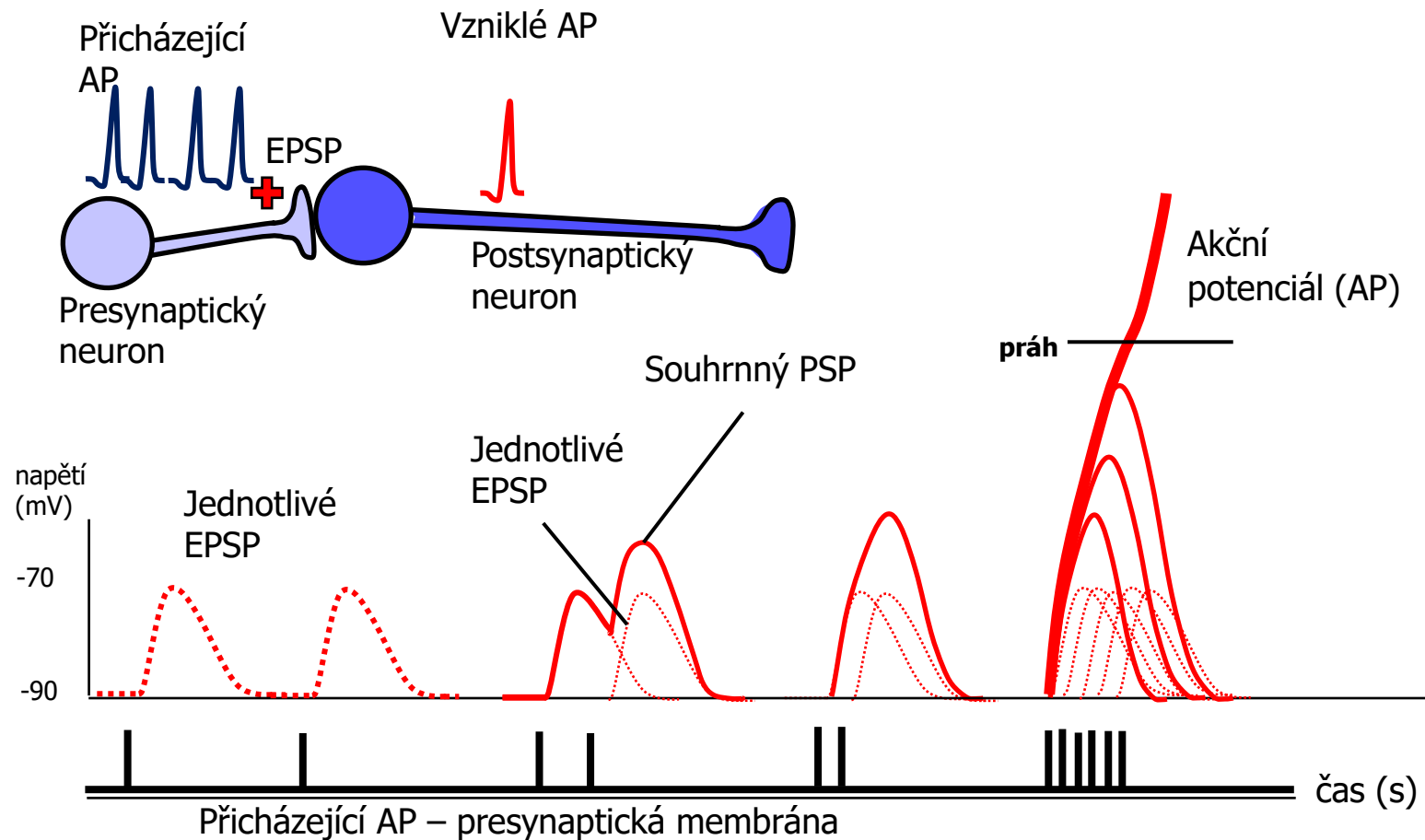
Prostorová sumace

Čím více je na neuronu excitačních synapsí, na které ve stejný čas přišel AP, tím více vzniklo EPSP a tím snadněji je dosaženo prahu pro vznik AP na postsynaptickém neuronu



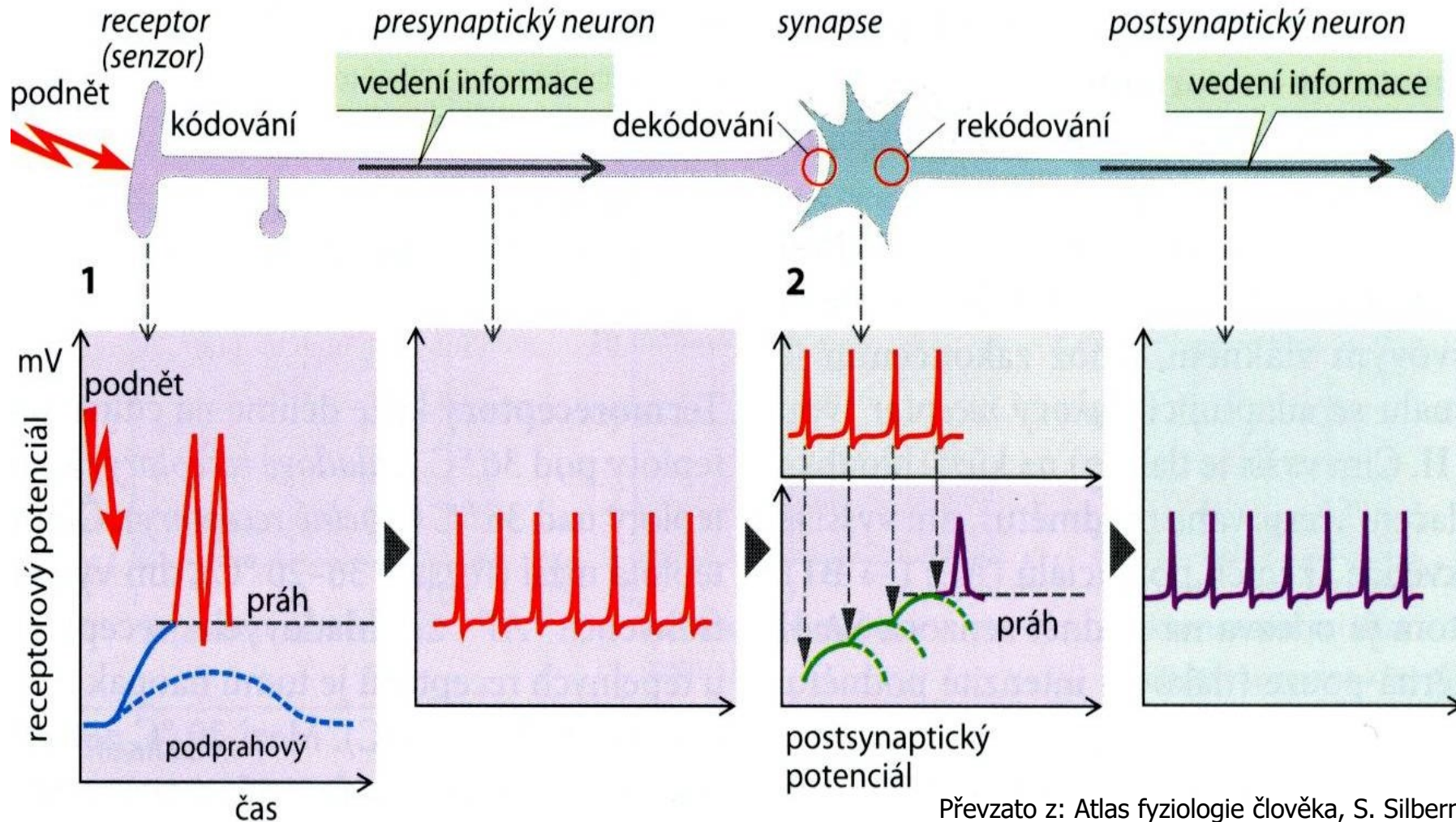
Časová sumace

Čím vyšší je frekvence AP přicházejících na synapsi, tím větší je souhrnný PSP a tím dříve je dosaženo prahové hodnoty pro vznik AP na postsynaptickém neuronu



Kódování informace

- Kódování - intenzita podnětu zaznamenaná receptorem je překódovaná do frekvence AP
- Dekódování - na synapsi je frekvence AP převedena do PSP
- Rekódování - pokud součet všech PSP překročí práh, vzniká AP



Mícha a reflexy

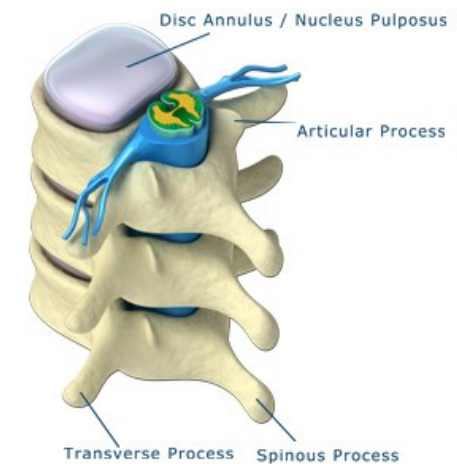
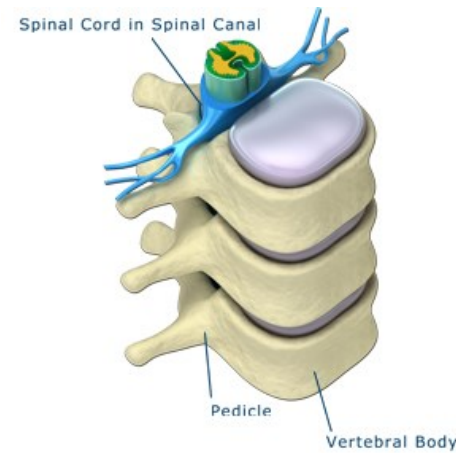
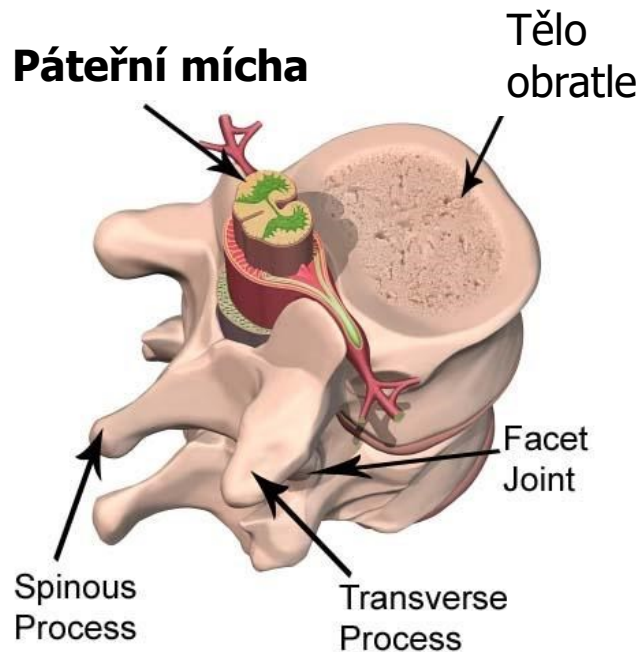
Fyziologie pro bakalářské obory



Funkce páteřní míchy

- fylogeneticky nejstarší část CNS
- 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 sloužil funkci organismu jako celku (páteřní mícha je podřízena mozku)



Segmenty páteří míchy

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

C – krční (cervikální) segmenty

Th – hrudní (thorakální) segmenty

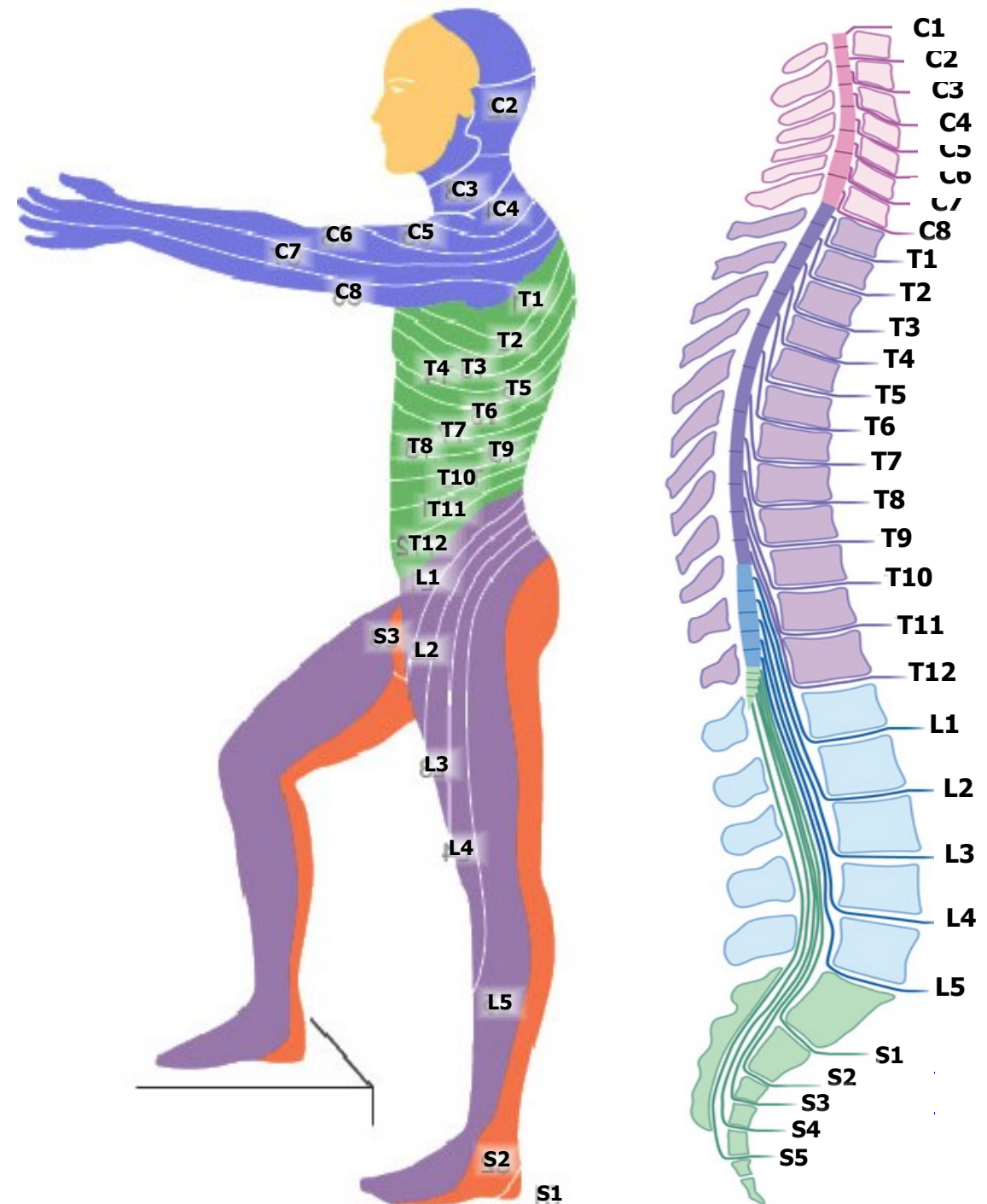
L – bederní (lumbální) segmenty

S – kostrční (sakrální) segmenty

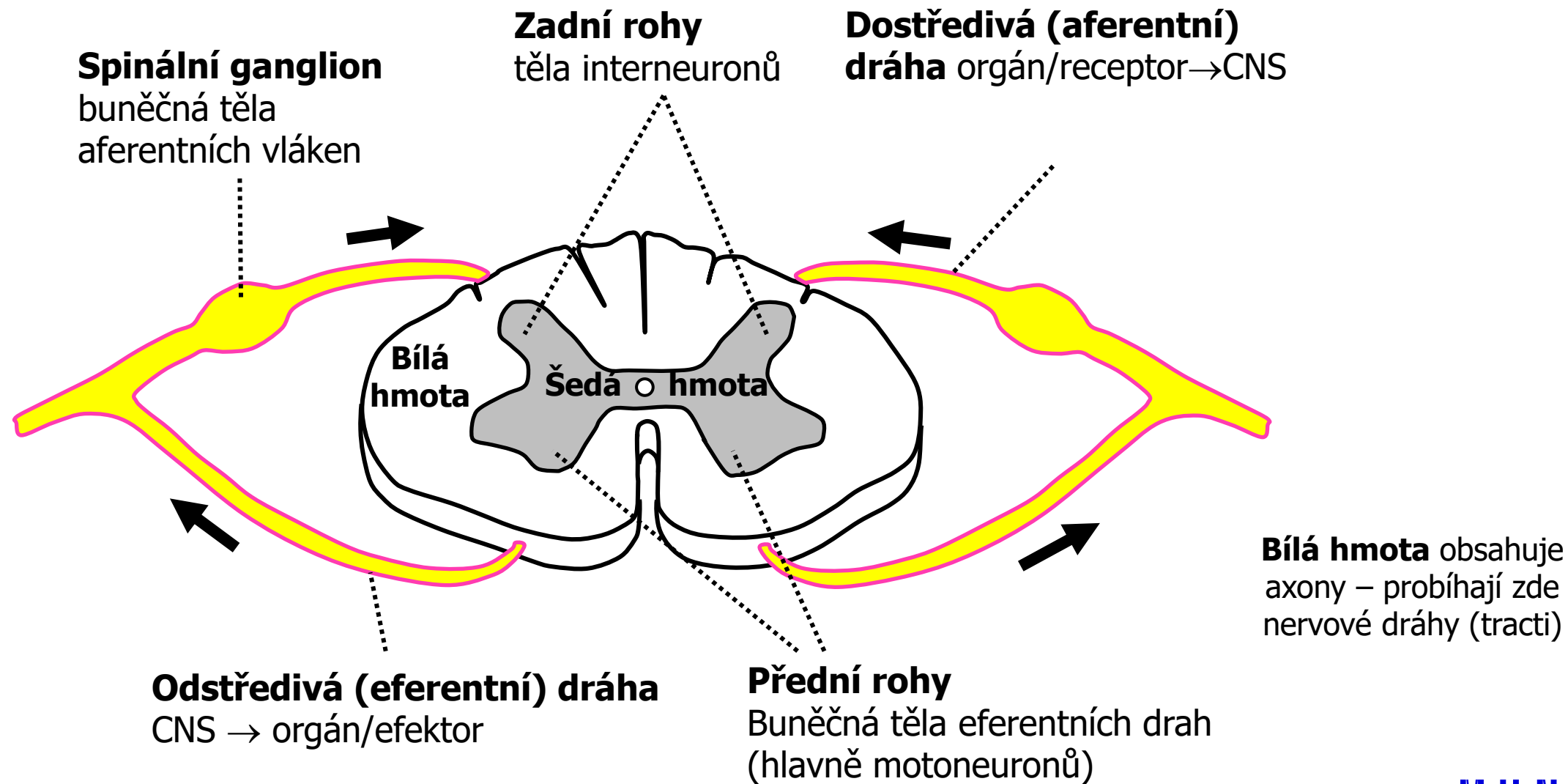
Páteřní mícha zasahuje jen do L1, níže pokračují pouze míšní nervy

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

- Paraplegie - přerušeni hrudní části míchy
- Kvadruplegie – přerušeni krční části míchy
- Hlavové nervy nejsou postižené



Stavba segmentu páteřní míchy



Reflex

Základní funkční jednotka činnosti CNS

- Mimovolní, rychlá, stereotypní odpověď organismu na podnět
- **Reflexní oblouk** – soubor struktur zapojených do realizace reflexu

Receptor

Aferentní (dostředivá) nervová dráha

Reflexní centrum

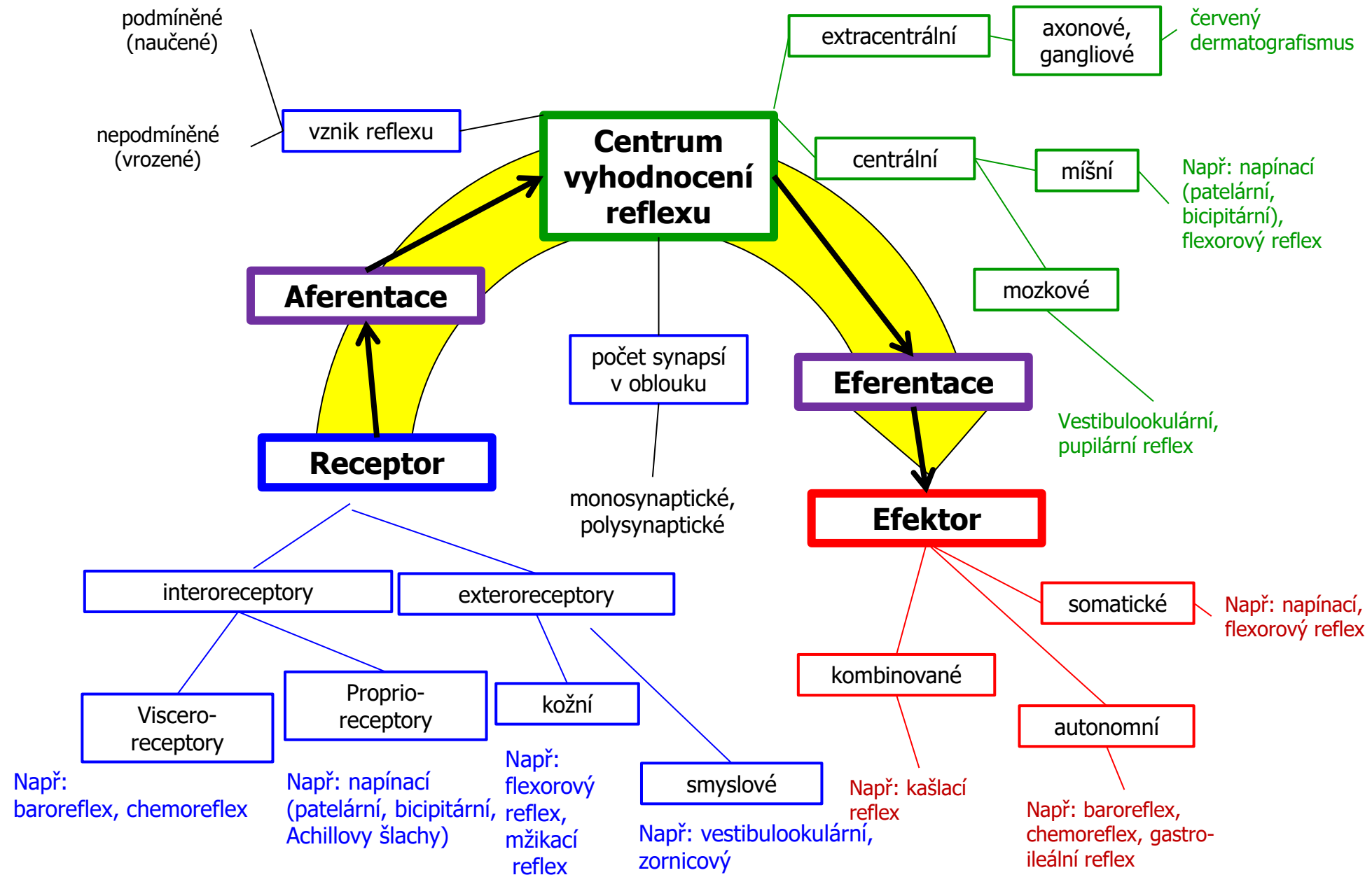
Eferentní (odstředivá) nervová dráha

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

funkce reflexů

- **Korekce výchylek** (udržování a stabilizace dané hodnoty parametru, např krevního tlaku, délky svalu)
 - Zpětná vazba reflexního oblouku (například baroreflex, napínací reflex)
- **Ochrana** - snížení intenzity podnětu, který představuje hrozící poškození tkáně
 - (Např. reflexní odtažení ruky od rozpálených kamen vede ke snížení intenzity tepelného podnětu)



Klasifikace reflexů

– Podle receptorů (použijte toto rozdělení)

– Exteroreceptorový

Kožní (tepla, dotyku, bolesti,...)

Smyslové (zrak, čich, chuť,....)

– Interoreceptorový

Proprioreceptorový – receptor v pohybovém aparátu (šlachové tělíčko, svalové vřetenko, receptory v kloubech)

Viscerální – receptor v orgánech (baroreceptor v aortě, chemoreceptor v CNS, osmoreceptor v CNS, receptory v GIT)

– Podle efektorů

– Somatické

– Autonomní (vegetativní)

– Podle získání reflexu

– Vrozené (nepodmíněné)

– Získané (podmíněné)

– Podle toho, kde je centrum reflexu

– Centrální – centrum v CNS (mozek, mícha)

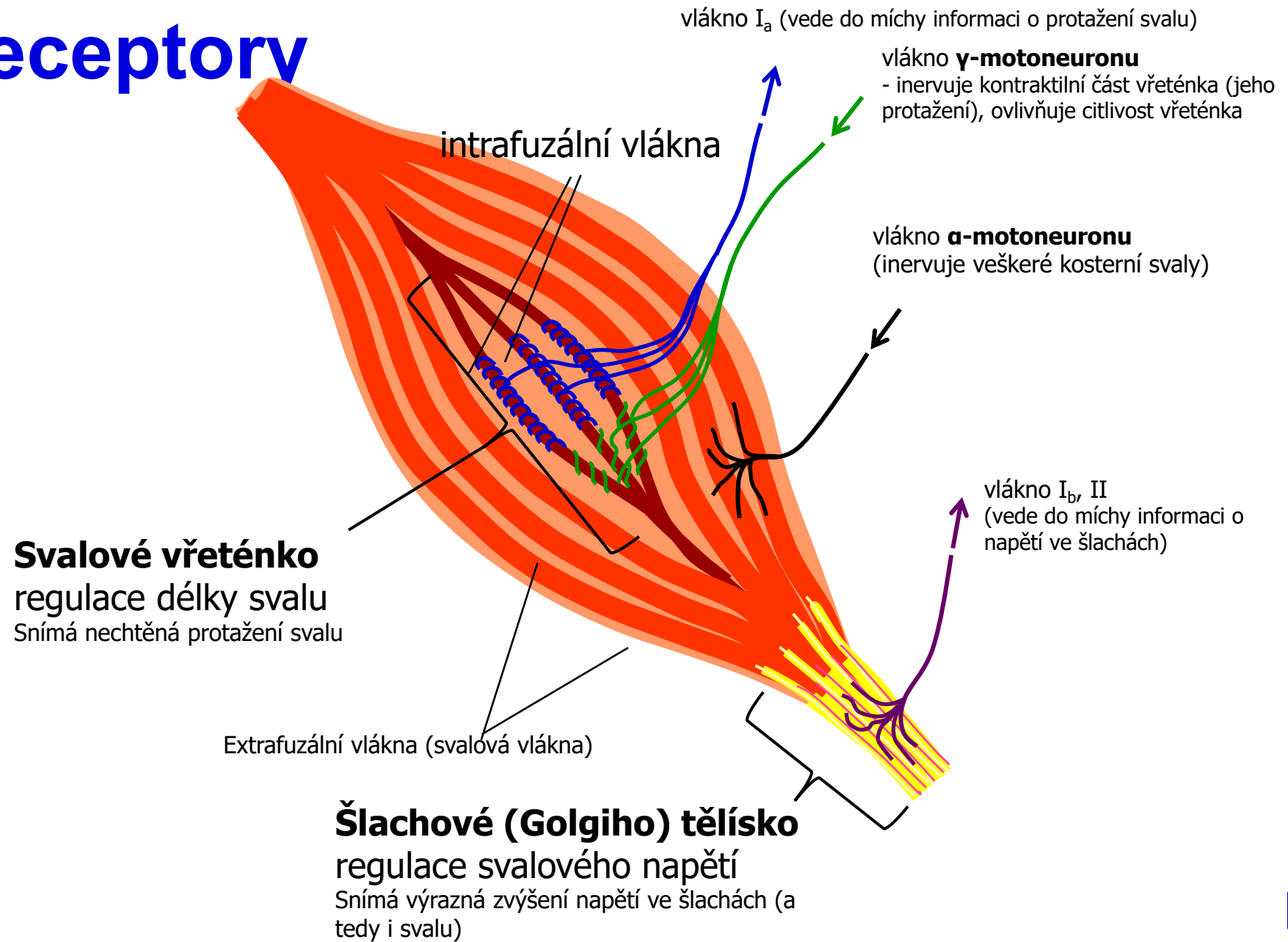
– Extracentrální – centrum mimo CNS (gangliový, axonový reflex)

– Podle počtu neuronů (počtu synapsí mezi aferentním a eferentním neuronem)

– Monosynaptické

– Polysynaptické

Proprioreceptory

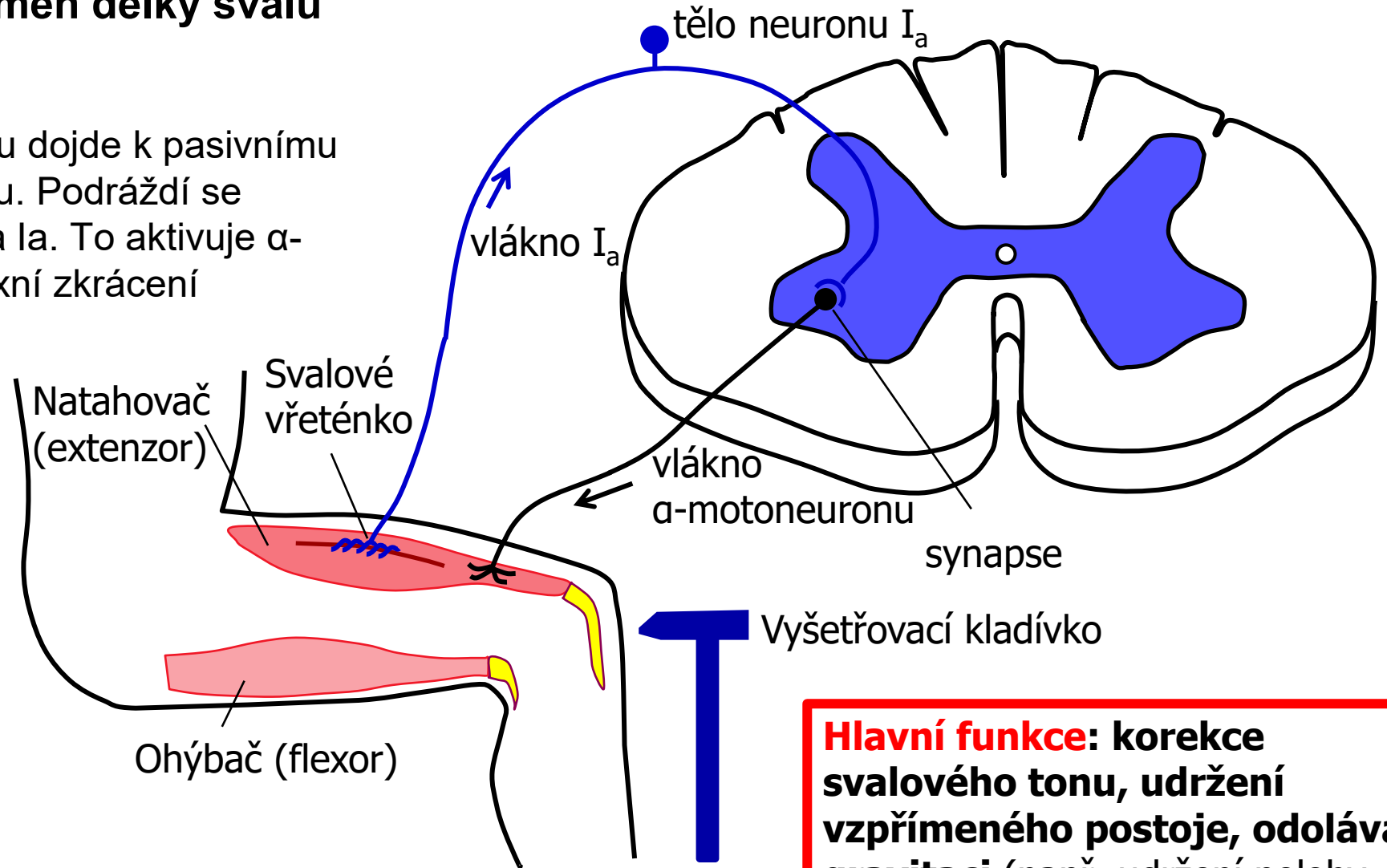


Napínací reflex

Regulace nechtěných změn délky svalu

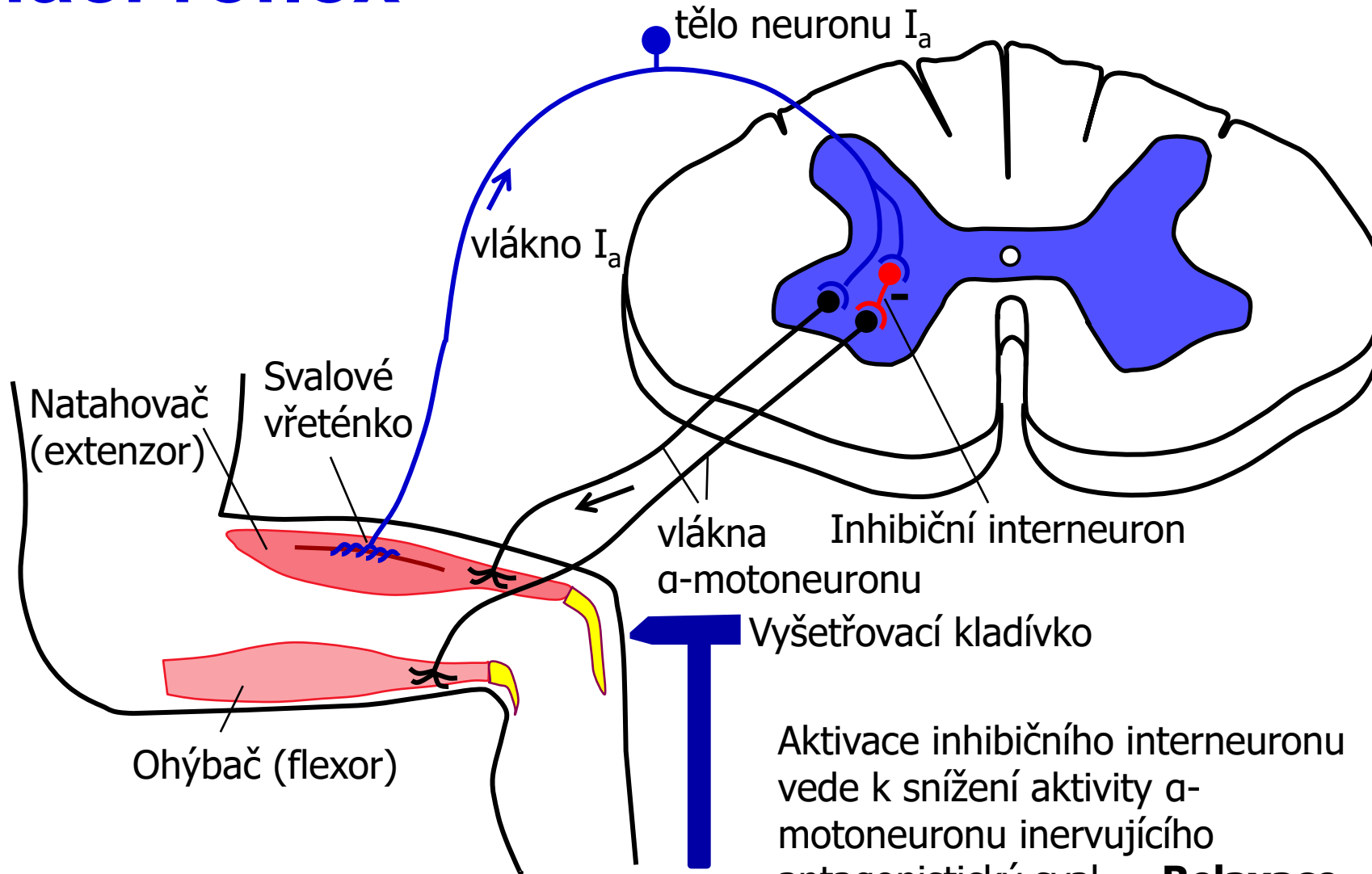
Vyvolání reflexu:

Poklepem kladívka na šlachu dojde k pasivnímu (nechtěnému) natažení svalu. Podráždí se zakončení nervového vlákna Ia. To aktivuje α -motoneuron. Reakcí je reflexní zkrácení vlastního svalu.



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

Napínací reflex

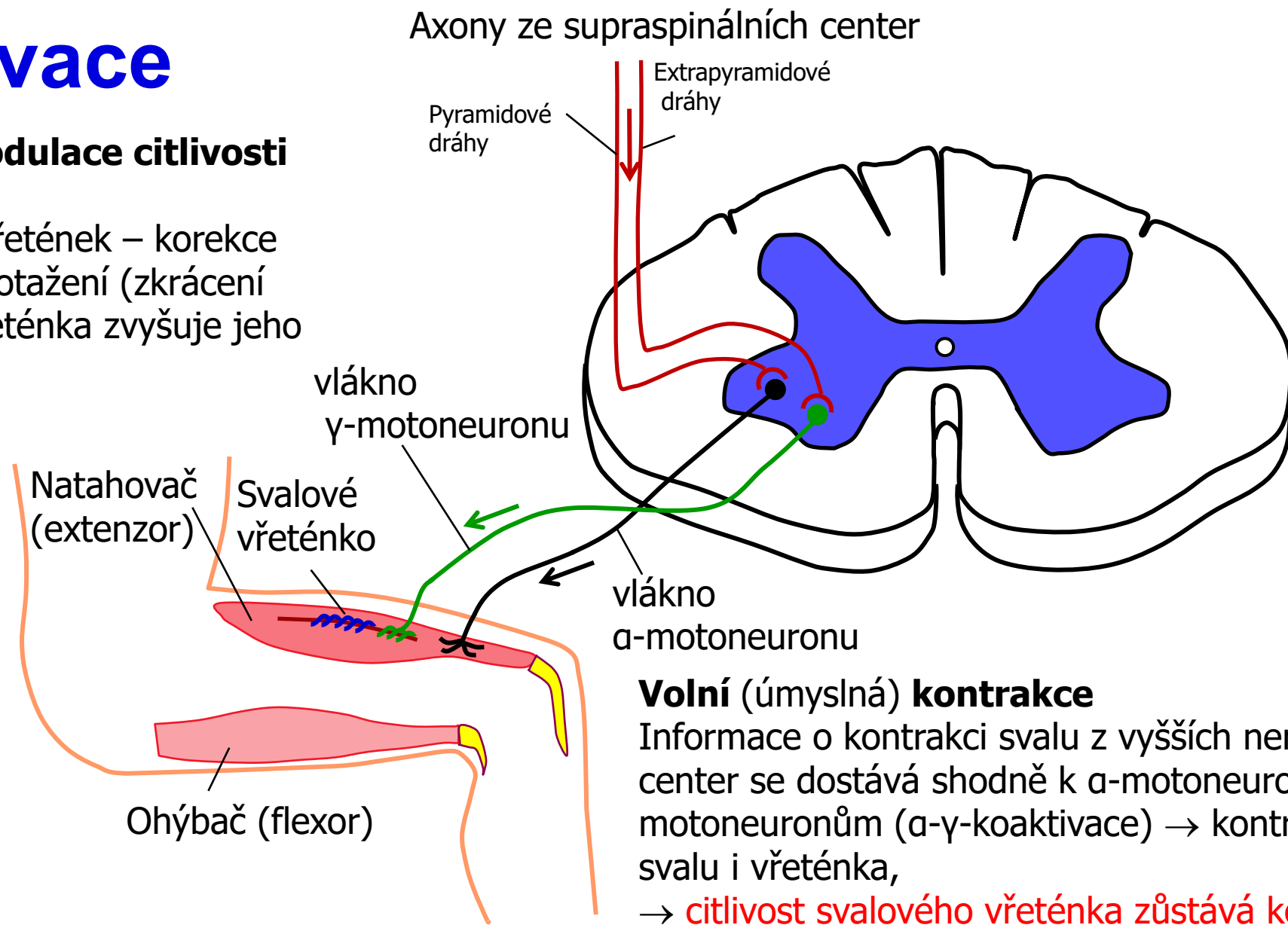


Aktivace inhibičního interneuronu vede k snížení aktivity α-motoneuronu inervujícího antagonistický sval → **Relaxace antagonistického svalu**

α - γ koaktivace

γ -motoneurony – modulace citlivosti svalového vřeténka

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

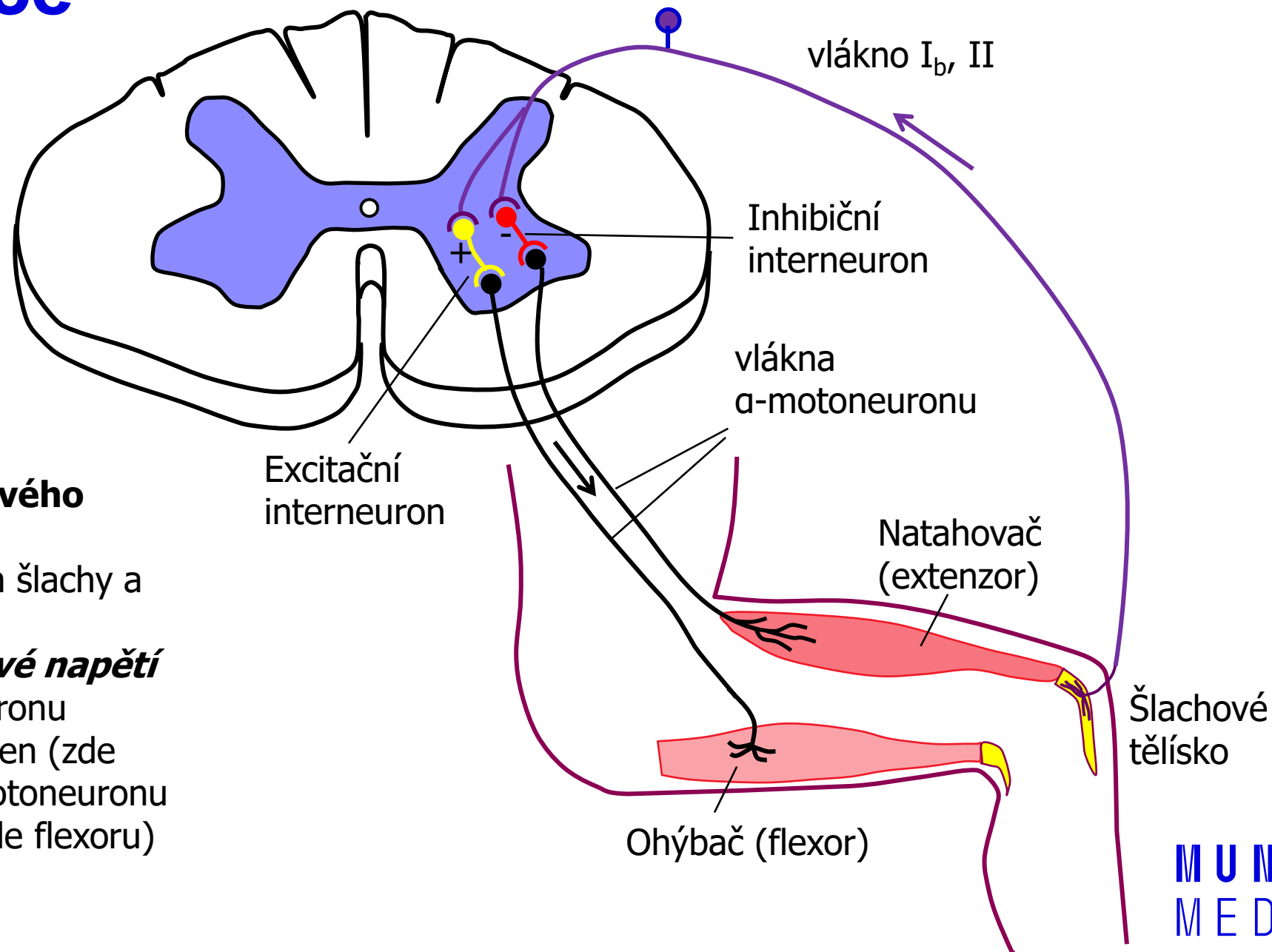


Volní (úmyslná) kontrakce

Informace o kontrakci svalů z vyšších nervových center se dostává shodně k α -motoneuronům i γ -motoneuronům (α - γ -koaktivace) → kontrakce svalů i vřeténka,

→ **citlivost svalového vřeténka zůstává konstantní**

α - γ koaktivace



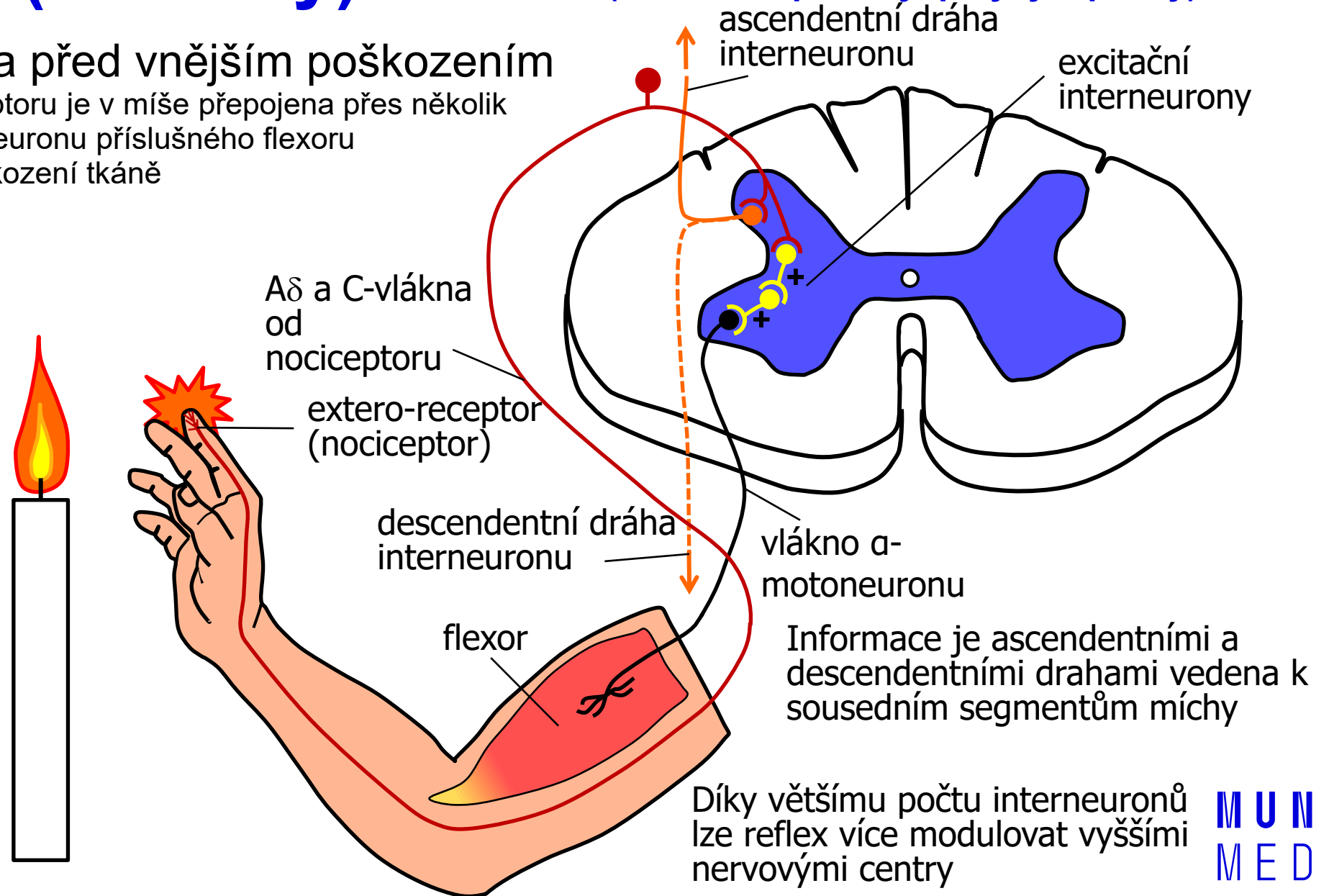
Funkce: regulace svalového napětí

(ochrana před poškozením šlachy a svalu)

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 (exteroreceptorový, polysynaptický)

- Funkce: ochrana před vnějším poškozením
- Informace z exteroreceptoru je v míše přepojena přes několik interneuronů k α -motoneuronu příslušného flexoru
- → omezení dalšího poškození tkáně



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 vestibuloocuální 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 problém, než kvalitativní změny reflexu
- Zesilovací manévry – umožňují zlepšit vybavitelnost reflexu – zvýšení antagonistického svalu nebo odvedení pozornosti vyšetřovaného

7. Perfuzní scintigrafie mozku

Bez přípravy. Doba vyšetření 90 minut.

8. Průkaz mozkové smrti

Na toto vyšetření se nemůžete sami objednat.

9. Zobrazení dopaminových transporterů v mozku – DAT scan

Nutná blokáda štítné žlázy. Doba vyšetření 4 hodiny.

10. Statická scintigrafie ledvin

Dostatečná hydratace před vyšetřením. Doba vyšetření 3,5 hodiny.

Příklady reflexů

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



<http://geekymedics.com/eye-examination-osce-guide/>

Příklady reflexů

– Vegetativní reflexy

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

– příklady

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

**Dej si
kávičku**

**a dělej blbosti
intenzivněji
rychleji a
s větší
energií!**

