

MUNI I

MED

Patofyziologie nervového systému

Nitrolební hypertenze

Poruchy motoriky

Poruchy senzitivity a bolest

Nitrolební hypertenze

Poruchy motoriky

Poruchy senzitivity a bolest

Intrakraniální tlak a cerebrální perfusní tlak

Mozek je uzavřen v lebce...

... což je výhodné, než se něco stane...

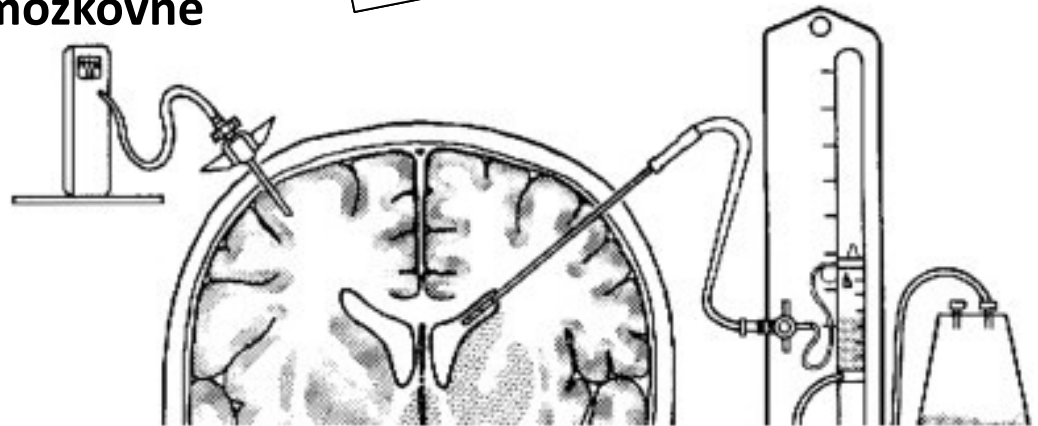
... ale velký problém, když se ně co stane.

Fyziologické hodnoty
ICP: 7 - 15 mmHg
CPP: 70 - 90 mmHg

Intrakraniální tlak (ICP) je tlak v mozku

Nitrolební kompartmenty

- Mozek
- Mozkomíšní mok
- Krev



<http://ars.els-cdn.com>

Cerebrální perfusní tlak

- Tlakový gradient díky kterému teče krev do mozku

$$\text{CPP} = \text{MAP} - \text{ICP}$$

Cerebrální perfúzní tlak

Intrakraniální tlak

Střední arteriální tlak

Cerebrální perfusní tlak

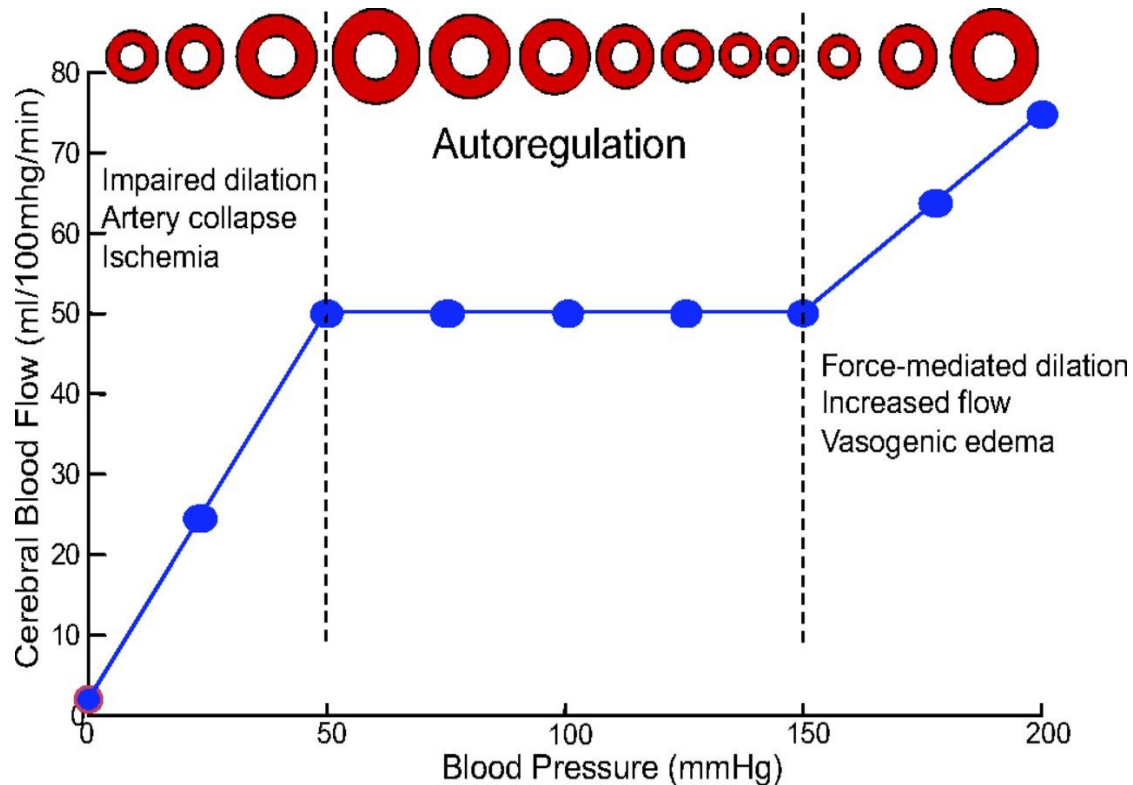
$$\text{CPP} = \text{MAP} - \text{ICP}$$

Cerebrální perfúzní tlak

Intrakraniální tlak

Střední arteriální tlak

CPP je zásadní parametr určující CBF (cerebral blood flow)



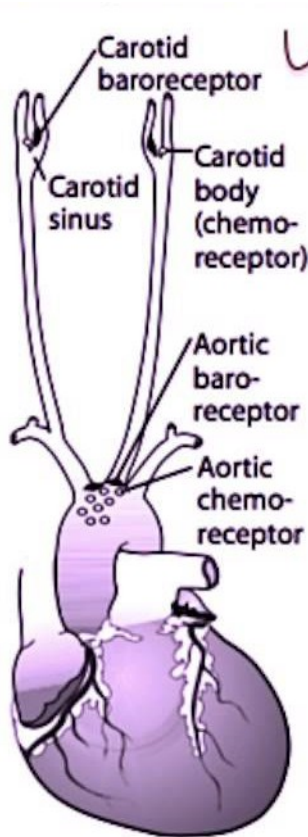
Cerebrální perfusní tlak

$$\text{CPP} = \text{MAP} - \text{ICP}$$

Cerebrální perfúzní tlak

Intrakraniální tlak

Střední arteriální tlak



Receptors:

1. Aortic arch transmits via vagus nerve to medulla (responds **only** to \uparrow BP)
2. Carotid sinus transmits via glossopharyngeal nerve to solitary nucleus of medulla (responds to \downarrow and \uparrow in BP).

Baroreceptors:

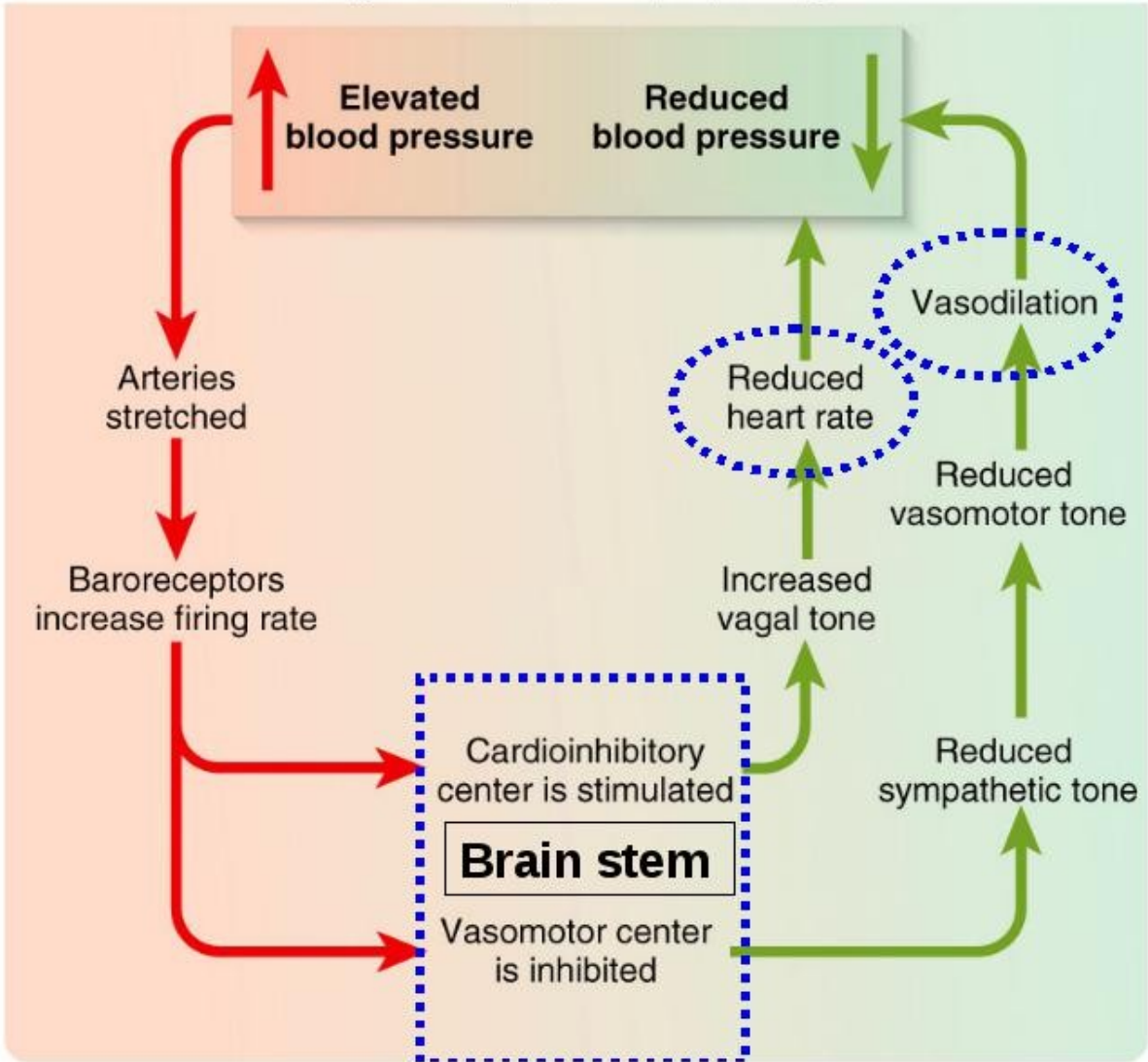
1. Hypotension — \downarrow arterial pressure \rightarrow \downarrow stretch \rightarrow \downarrow afferent baroreceptor firing \rightarrow \uparrow efferent sympathetic firing and \downarrow efferent parasympathetic stimulation \rightarrow vasoconstriction, \uparrow HR, \uparrow contractility, \uparrow BP. Important in the response to severe hemorrhage.
2. Carotid massage — \uparrow pressure on carotid artery \rightarrow \uparrow stretch \rightarrow \uparrow afferent baroreceptor firing \rightarrow \downarrow HR.

Chemoreceptors:

1. Peripheral — carotid and aortic bodies respond to \downarrow PO_2 (< 60 mmHg), \uparrow PCO_2 , and \downarrow pH of blood.
2. Central — respond to changes in pH and PCO_2 of brain interstitial fluid, which in turn are influenced by arterial CO_2 . Do not directly respond to PO_2 . Responsible for Cushing reaction — \uparrow intracranial pressure constricts arterioles \rightarrow cerebral ischemia \rightarrow hypertension (sympathetic response) \rightarrow reflex bradycardia. Note: Cushing triad = hypertension, bradycardia, respiratory depression.

Baroreflex

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



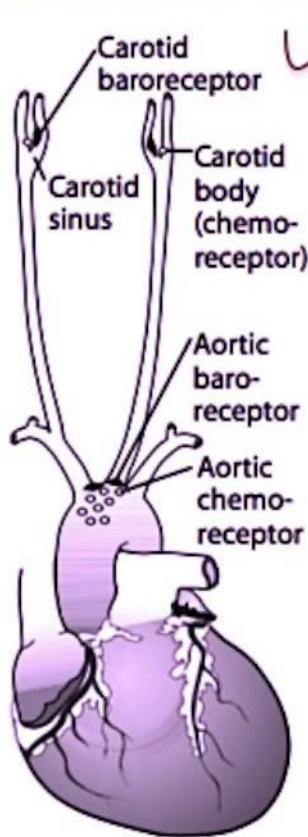
Cerebrální perfusní tlak

$$\text{CPP} = \text{MAP} - \text{ICP}$$

Cerebrální perfúzní tlak

Intrakraniální tlak

Střední arteriální tlak



Receptors:

1. Aortic arch transmits via vagus nerve to medulla (responds **only** to \uparrow BP)
2. Carotid sinus transmits via glossopharyngeal nerve to solitary nucleus of medulla (responds to \downarrow and \uparrow in BP).

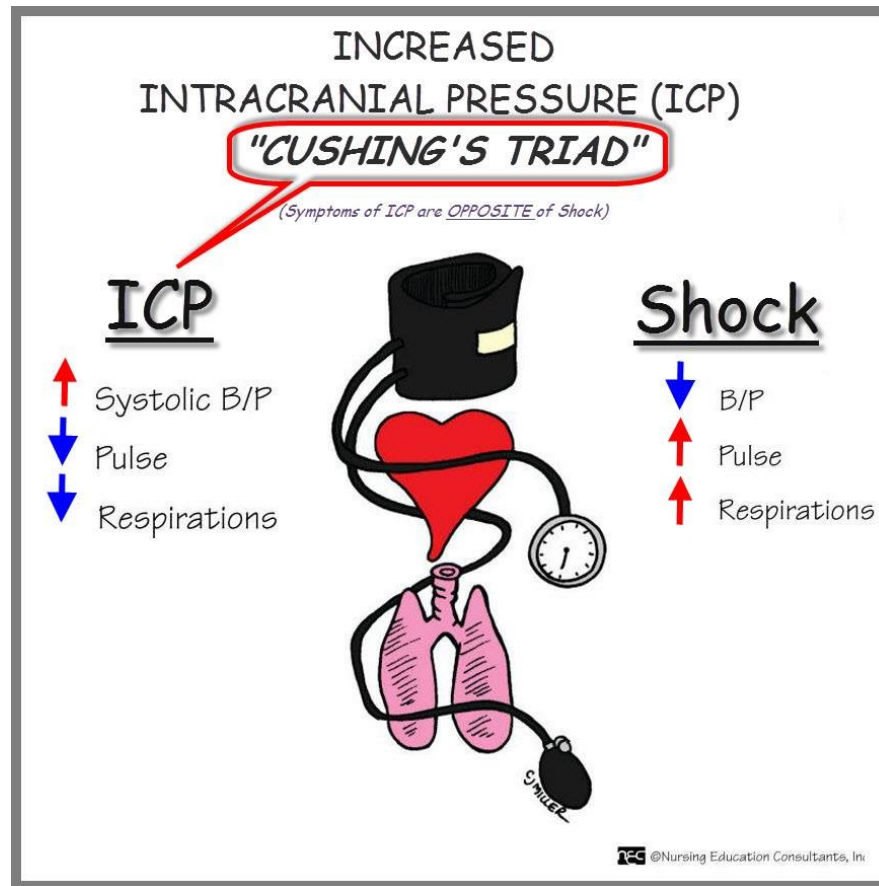
Baroreceptors:

1. Hypotension — \downarrow arterial pressure \rightarrow \downarrow stretch \rightarrow \downarrow afferent baroreceptor firing \rightarrow \uparrow efferent sympathetic firing and \downarrow efferent parasympathetic stimulation \rightarrow vasoconstriction, \uparrow HR, \uparrow contractility, \uparrow BP. Important in the response to severe hemorrhage.
2. Carotid massage — \uparrow pressure on carotid artery \rightarrow \uparrow stretch \rightarrow \uparrow afferent baroreceptor firing \rightarrow \downarrow HR.

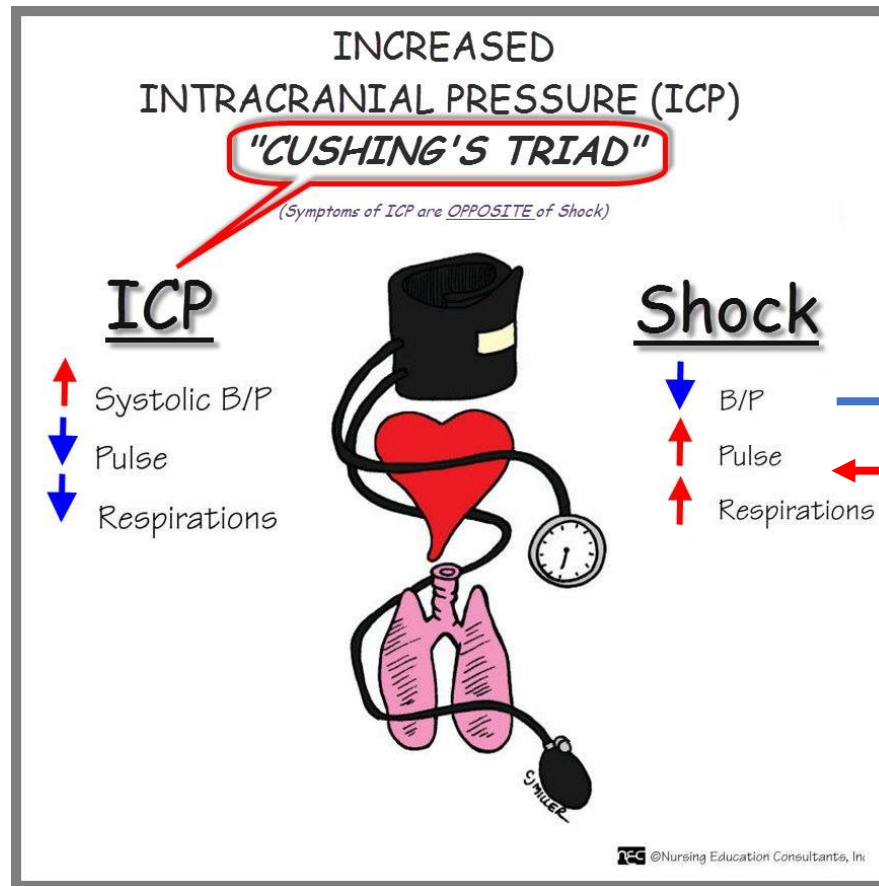
Chemoreceptors:

1. Peripheral — carotid and aortic bodies respond to \downarrow PO_2 (< 60 mmHg), \uparrow PCO_2 , and \downarrow pH of blood.
2. Central — respond to changes in pH and PCO_2 of brain interstitial fluid, which in turn are influenced by arterial CO_2 . Do not directly respond to PO_2 . Responsible for Cushing reaction — \uparrow intracranial pressure constricts arterioles \rightarrow cerebral ischemia \rightarrow hypertension (sympathetic response) \rightarrow reflex bradycardia. Note: Cushing triad = hypertension, bradycardia, respiratory depression.

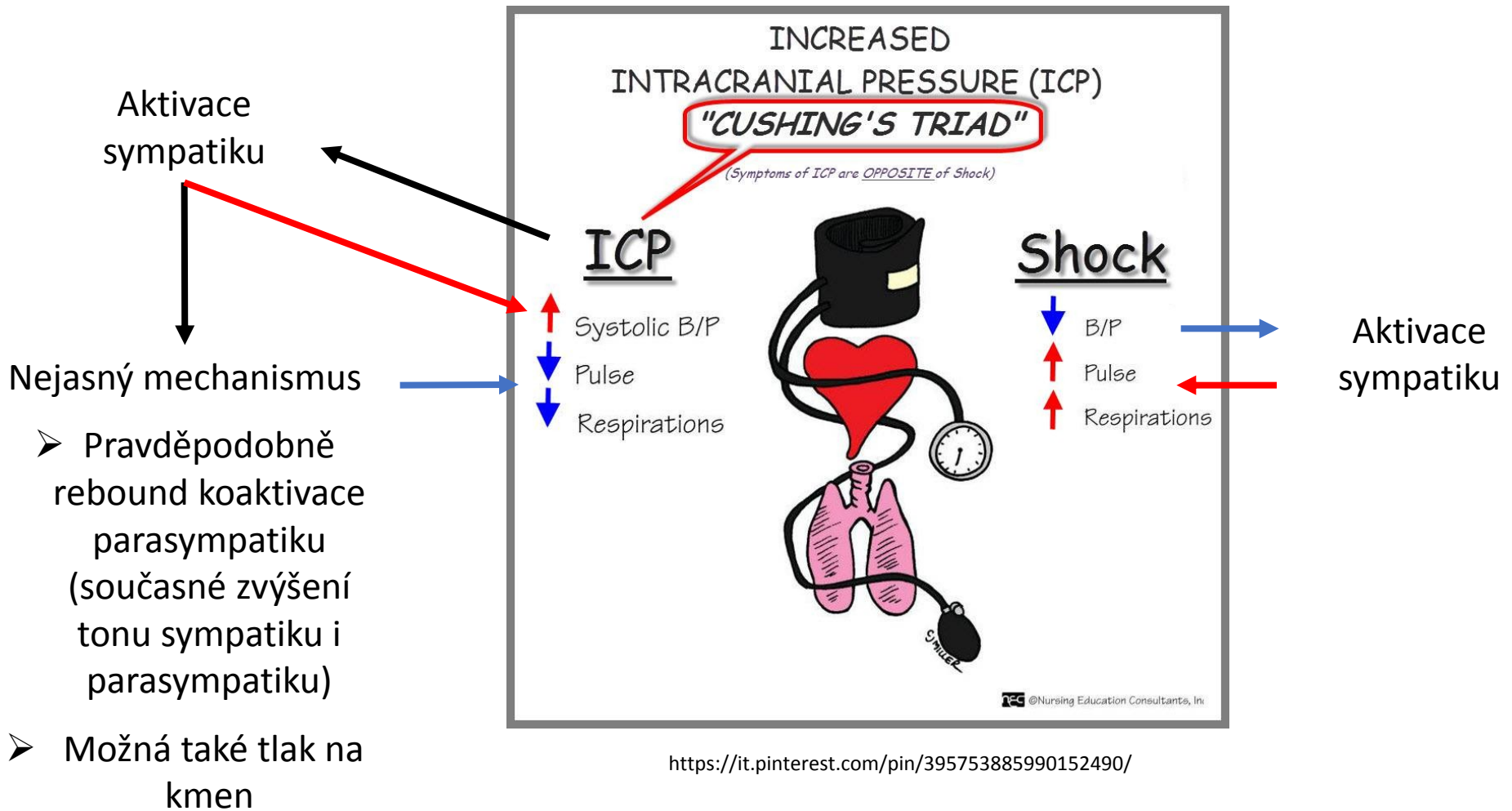
Cushingova triáda



Cushingova triáda



Cushingova triáda



Cerebrální perfusní tlak

$$\text{CPP} = \text{MAP} - \text{ICP}$$

Cerebrální perfúzní tlak

Střední arteriální tlak

Intrakraniální tlak

Intrakraniální tlak (ICP)

- Norma je 7-15mmHg
- Tolerovatelné do 25 mmHg
- Ztráta vědomí při 40-50 mmHg
- Nad 50 mmHg mozková ischemie

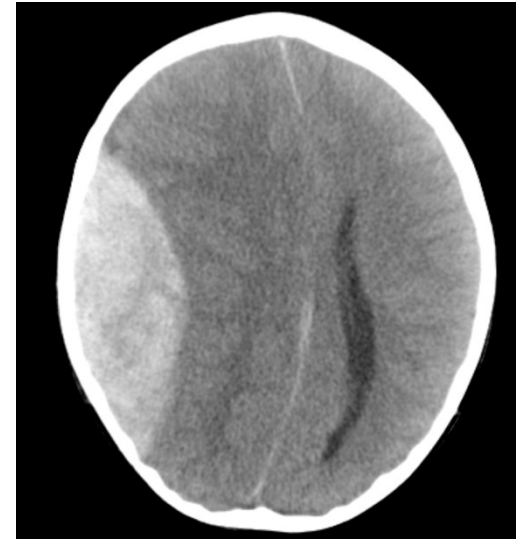
Rychlý nárůst ICP (př. Krvácení) X Pomalý nárůst ICP (př. Růst tumoru)

Příčiny intrakraniální hypertenze

Mozkový kompartment

- Edém
- Tumor
- Krvácení
- Infekce

Důležitou roli hraje časový faktor.



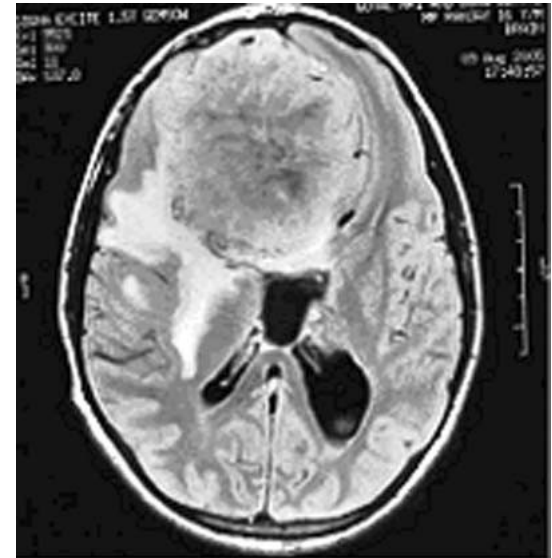
Kompartment mozkomíšního moku

- Hydrocefalus

Krevní kompartment

- Trombóza mozkového splavu
- Acidóza - ischemie

Intrakraniální hypertenze se projeví městnáním na očním pozadí.



Mozkový edém

Cytotoxický (intracelulární)

- Porucha membránových funkcí
- Akumulace Na nebo Ca v buňce
- Osmotický tok vody do buňky
- Zejména v prvních 24 hodinách po infultu

Vazogenní (extracelulární)

- Poškození endotelu a hematoencefalické bariéry
- Extravazace elektrolytů a proteinů do intersticiálního prostoru
- V pozdějších stádiích po infultu (od 24 hodin)
- Neplnohodnotné novotvořené cévy při růstu tumoru

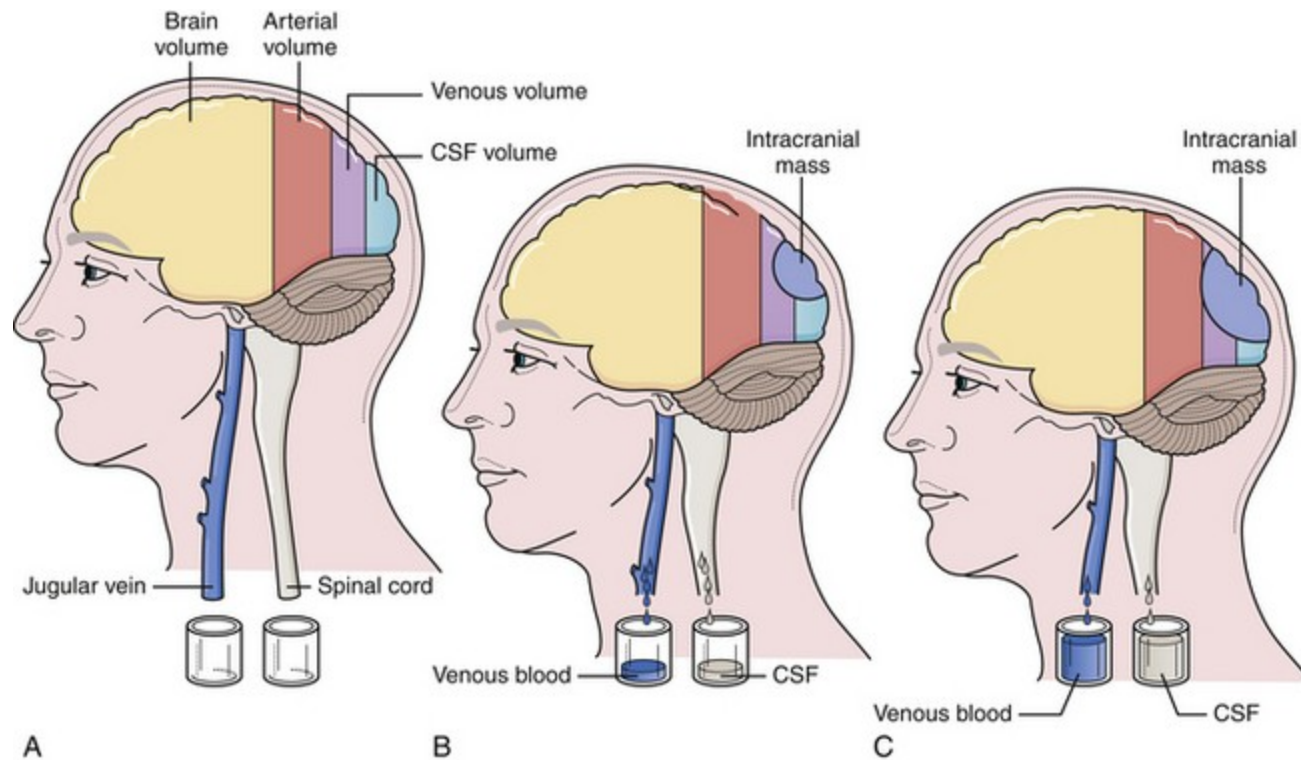
Intersticiální

- Obstrukce odtoku likvoru
- Mechanické porušení likvoro- mozkové bariéry
- Průnik likvoru do intersticia



Kompenzace (pomalého) nárůstu ICP

- Limitace objemem mozkomíšního moku (CSF) a venózní rezervou



Kompenzace/dekompenzace (rychlého) nárůstu ICP

$$\text{CPP} = \text{MAP} - \text{ICP}$$

Cerebrální perfúzní tlak

Intrakraniální tlak

Střední arteriální tlak

CPP je zásadní parametr určující CBF –cerebral blood flow



Kompenzace/dekompenzace (rychlého) nárůstu ICP

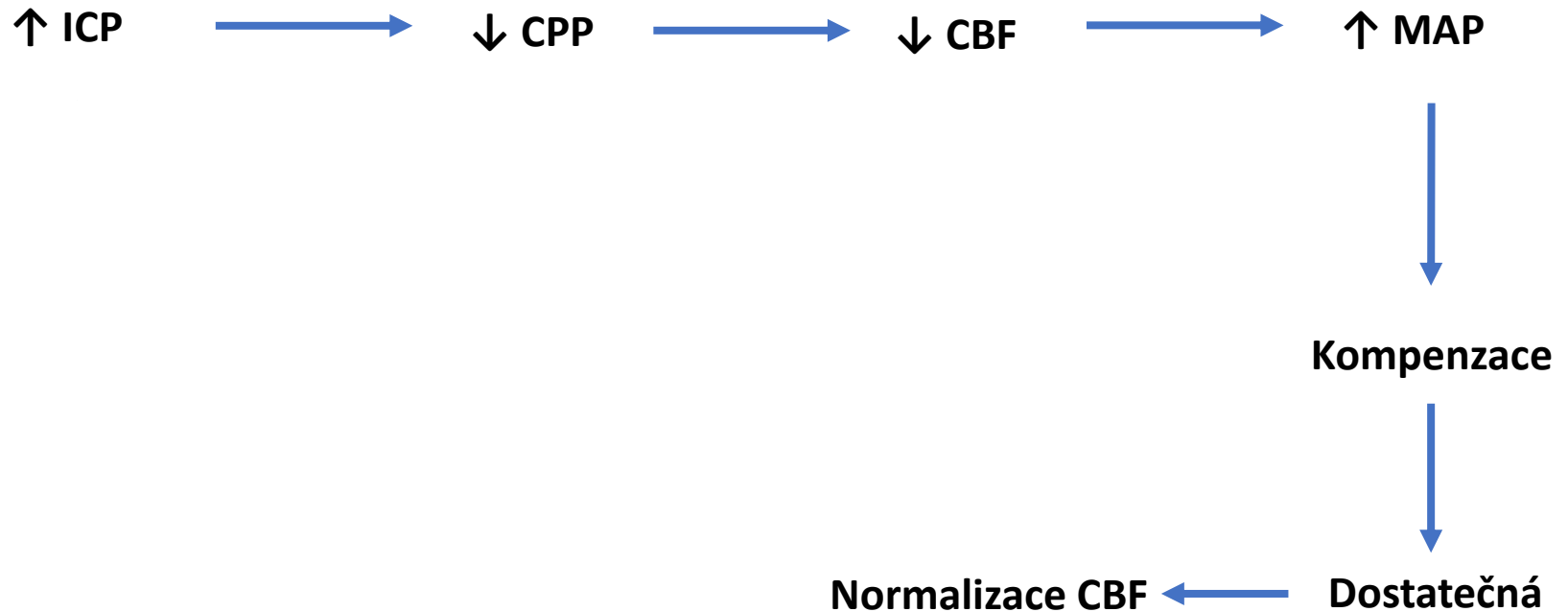
$$\text{CPP} = \text{MAP} - \text{ICP}$$

Cerebrální perfúzní tlak

Střední arteriální tlak

Intrakraniální tlak

CPP je zásadní parametr určující CBF –cerebral blood flow



Kompenzace/dekompenzace (rychlého) nárůstu ICP

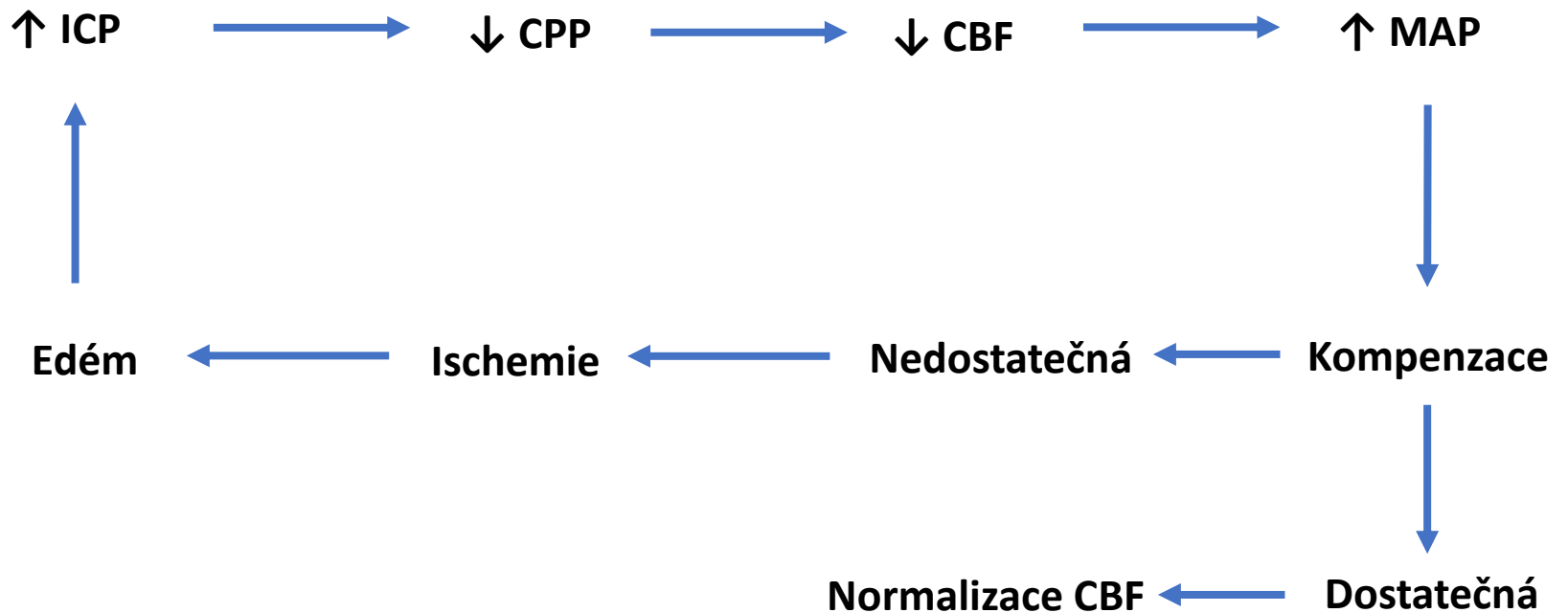
$$\text{CPP} = \text{MAP} - \text{ICP}$$

Cerebrální perfúzní tlak

Střední arteriální tlak

Intrakraniální tlak

CPP je zásadní parametr určující CBF –cerebral blood flow



Důsledky zvýšeného ICP

Komprese okolní tkáňe

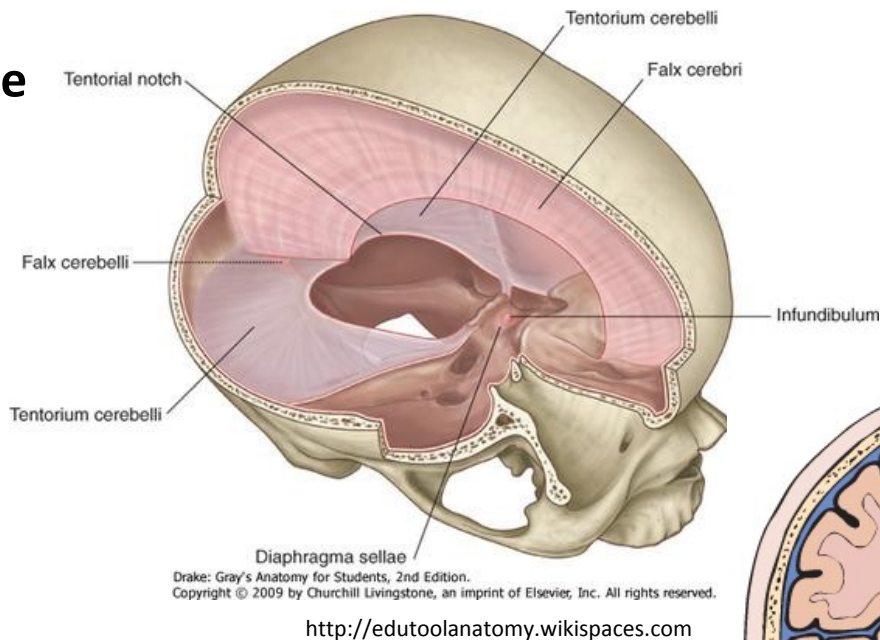
- ✓ Ischemizace
- ✓ Herniace

Infratentoriální léze

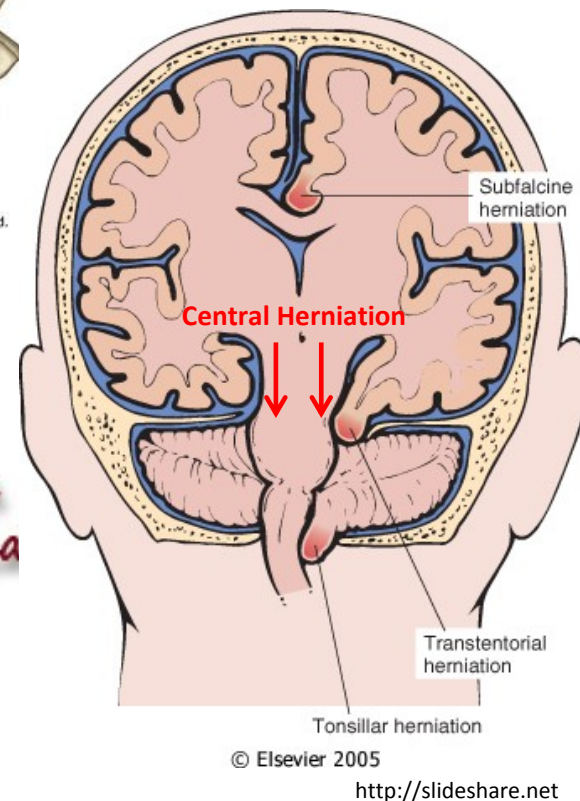
- Vždy akutní
- **Nebezpečí komprese mozkového kmene**

Herniace

- Subfalcinní
- Tentoriální
- Tonsilární
- Centrální
- ✓ Trvalé poškození mozku,
- ✓ Nebezpečí komprese mozkového kmene



Při intrakraniální hypertenzi je kontraindikována lumbální punkce z důvodu rizika vzniku centrální herniace



Nitrolební hypertenze

Poruchy motoriky

Poruchy senzitivity a bolest

Paralýza

Neuromuskulární onemocnění

Epilepsie

Paralýza

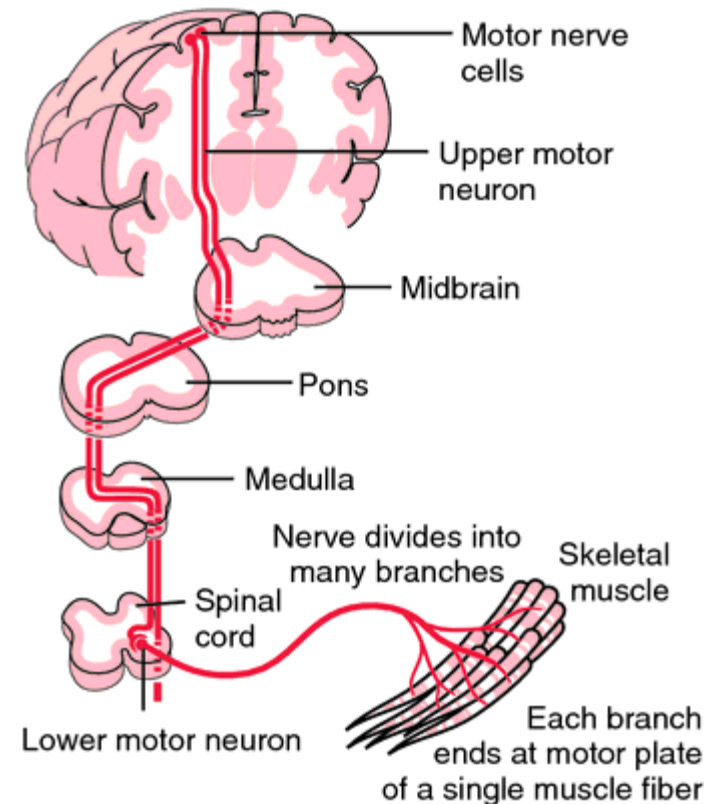
➤ Ztráta schopnosti provést volní pohyb

Plegie

- Úplná paralýza

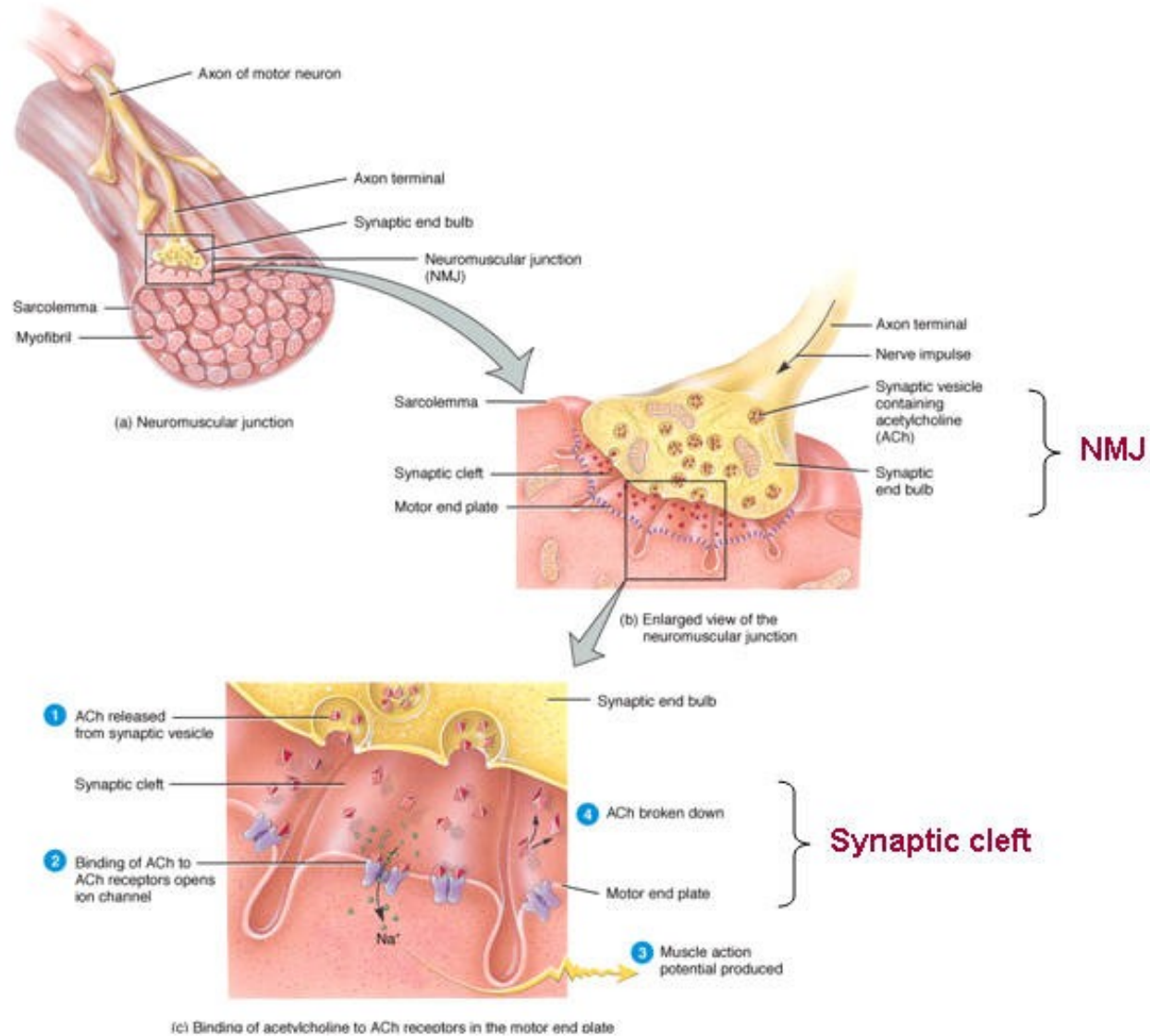
Paréza

- Neúplná paralýza
- Mono-, di-, kvadru-, para-, hemi-
- **Centrální**
 - ✓ Poškození 1. motoneuronu
 - ✓ Nejprve chabá
 - ❖ Spinální šok
 - ✓ Potom spastická
 - ❖ Aktivita 2. motoneuronu
- **Periferní**
 - ✓ Poškození 2. motoneuronu
 - ✓ Chabá



Neuromuskulární onemocnění

- Porucha nervosvalového přenosu
- Onemocnění svalů



Neuromuskulární onemocnění

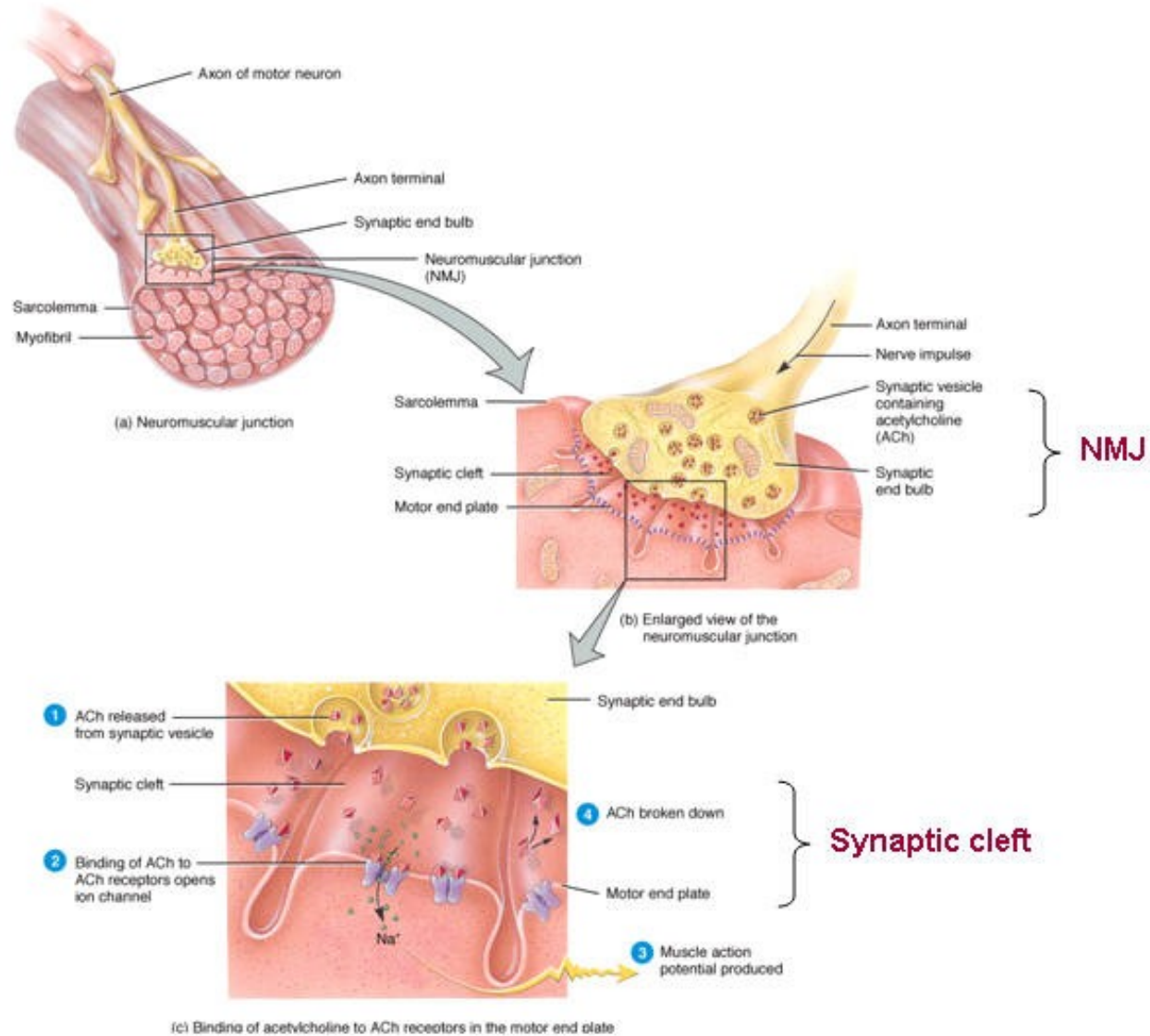
- Porucha nervosvalového přenosu
- Onemocnění svalů

Vrozené

- ✓ Geneticky podmíněné

Získané

- ✓ Autoimunita
- ✓ Metabolické a toxické



Neuromuskulární onemocnění

- Porucha nervosvalového přenosu
- Onemocnění svalů

Vrozené

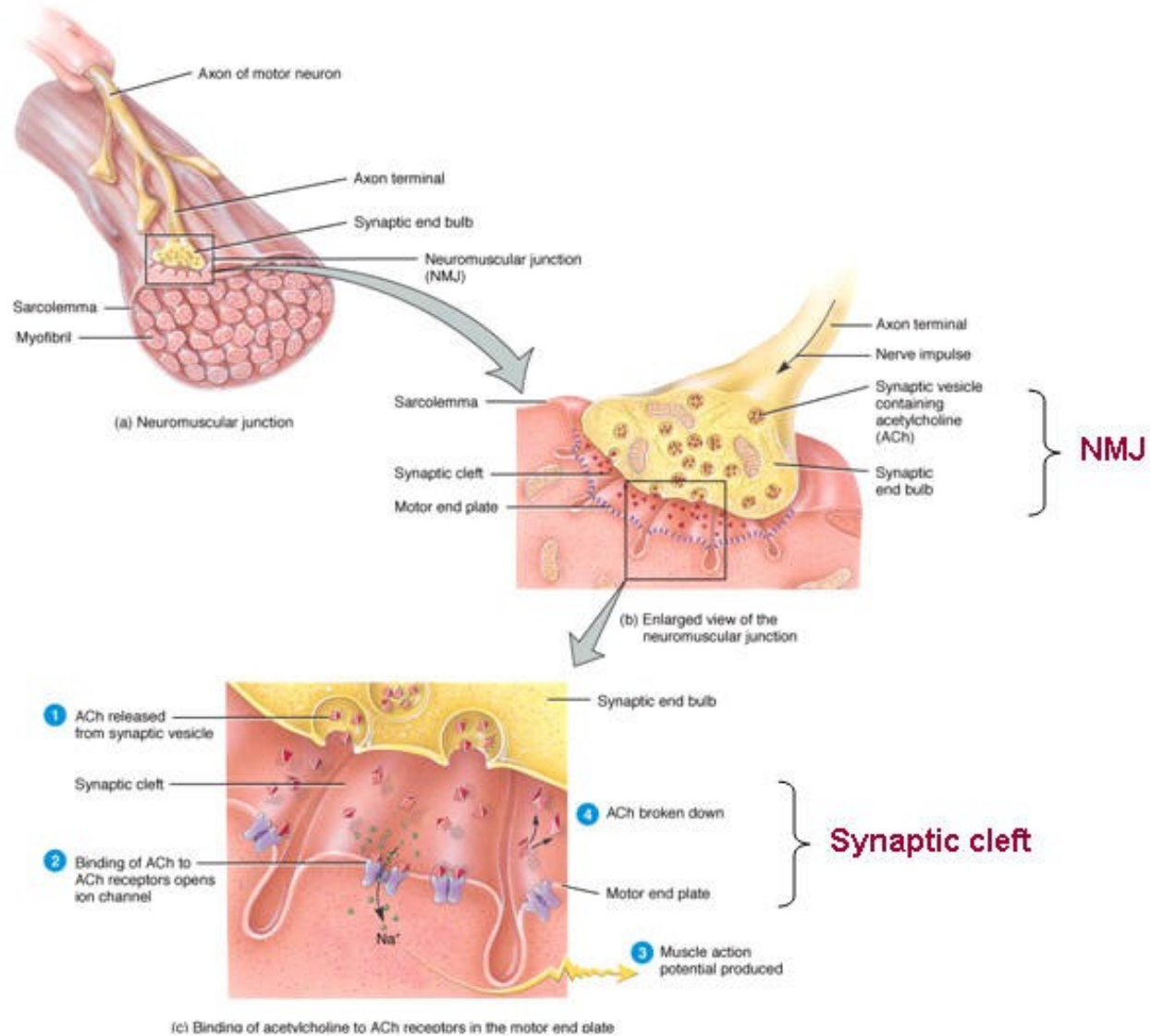
- ✓ Geneticky podmíněné

Získané

- ✓ Autoimunita
- ✓ Metabolické a toxické

Projevy

- ✓ Postižení motoriky
 - Slabost
 - Únavnost
- ✓ Senzitivita v normě



Poruchy nervosvalového přenosu

INHIBICE

Presynaptické postižení

- Blokáda uvolňování Ach
 - ✓ Botulotoxin

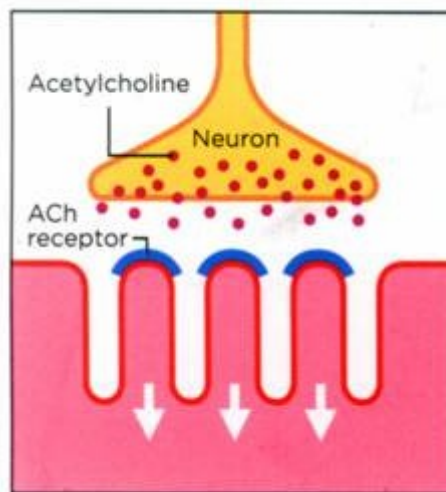
Postsynaptické postižení

- Protilátky proti Ach receptorům - Blokáda vazby Ach na receptor
 - ✓ Kurare
 - ✓ Myasthenia gravis
 - Autoimunita

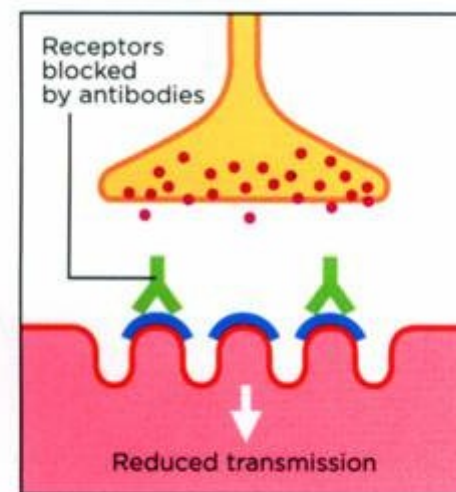
EXCITACE

Inhibice acetylcholinesterázy

- Neostigmin (léčba MG)
- Organofosfáty (toxikologický význam)
 - ✓ Sarin
 - ✓ VX - (10 x účinnější než sarin)
 - ✓ Novičok - (10 x účinnější než VX)



Normal neuromuscular junction



Neuromuscular junction in myasthenia gravis

Onemocnění kosterního svalstva

1. Geneticky podmíněné myopatie

Duchenoova myopatie (DMD) a Beckerova myopatie (BMD)

➤ X vázané

➤ Dystrofin – stabilita membrány svalové buňky

✓ DMD – absence dystrofinu

- Progresivní svalová dystrofie se objevuje kolem 2.-3. roku

- Pacienti umírají kolem 20. roku života na respirační

komplikace v důsledku dystrofie respiračních

svalů

✓ BMD – snížené množství dystrofinu nebo jeho funkční postižení

- Progresivní svalová dystrofie se objevuje mezi 5. a 15.

rokem života

- Pacienti se dožívají 40. – 50. let

Onemocnění kosterního svalstva

2. Zánětlivé myopatie

- Nedědičné idiopatické onemocnění dospělých
- ✓ Polymyozitida
 - Autoimunitní proces
 - Poškození svalových vláken
- ✓ Dermatomyozitida
 - Autoimunitní proces
 - Poškození svalových kapilár

3. Metabolické a toxické myopatie

- ✓ Tyreopatie
- ✓ Steroidní myopatie
- ✓ Alkoholické myopatie

Epilepsie

- Jedním z nejčastějších neurologických onemocnění
- Epilepsií na celém světě trpí asi 50 mil lidí
- Cca. 80% nemocných žije v rozvojových zemích (porodní trauma, infekce)

Epilepsie

- Jedním z nejčastějších neurologických onemocnění
- Epilepsií na celém světě trpí asi 50 mil lidí
- Cca. 80% nemocných žije v rozvojových zemích (porodní trauma, infekce)

- Epileptický záchvat
 - Přechodná abnormální mozková aktivita působící změnu
 - ✓ Vědomí
 - ✓ Vnímání
 - ✓ Chování
 - ✓ Hybnosti
 - ✓ Citlivosti
 - Podkladem je excesivní a synchronní neuronální aktivita

Epilepsie

- Jedním z nejčastějších neurologických onemocnění
- Epilepsií na celém světě trpí asi 50 mil lidí
- Cca. 80% nemocných žije v rozvojových zemích (porodní trauma, infekce)

- Epileptický záchvat
 - Přechodná abnormální mozková aktivita působící změnu
 - ✓ Vědomí
 - ✓ Vnímání
 - ✓ Chování
 - ✓ Hybnosti
 - ✓ Citlivosti
 - Podkladem je excesivní a synchronní neuronální aktivita
 - ✓ Parciální
 - ✓ Generalizované
 - ✓ Neklasifikovatelné

Příčiny epilepsie

- Strukturální změny mozkové kůry
 - Ložisková patologie
 - ✓ Vrozené (malformace mozkové kůry)
 - ✓ Získané (tumor, cévní mozková příhoda, trauma)

Příčiny epilepsie

- Strukturální změny mozkové kůry
 - Ložisková patologie
 - ✓ Vrozené (malformace mozkové kůry)
 - ✓ Získané (tumor, cévní mozková příhoda, trauma)
- Metabolická etiologie
 - ✓ Vrozené metabolické poruchy (porfyrie, poruchy metabolismu aminokyselin)
 - ✓ Získané (deficit kyseliny listové, toxonutritivní)

Příčiny epilepsie

- Strukturální změny mozkové kůry
 - Ložisková patologie
 - ✓ Vrozené (malformace mozkové kůry)
 - ✓ Získané (tumor, cévní mozková příhoda, trauma)
- Metabolická etiologie
 - ✓ Vrozené metabolické poruchy (porfyrie, poruchy metabolismu aminokyselin)
 - ✓ Získané (deficit kyseliny listové, toxonutritivní)
- Infekční etiologie
 - Nejčastější zdroj epilepsie v celosvětovém měřítku
 - ✓ Vrozené (Zika virus, cytomegalovirus)
 - ✓ Získané (HIV, toxoplazmóza, malárie)
- Autoimunitní postižení

Příčiny epilepsie

- Strukturální změny mozkové kůry
 - Ložisková patologie
 - ✓ Vrozené (malformace mozkové kůry)
 - ✓ Získané (tumor, cévní mozková příhoda, trauma)
- Metabolická etiologie
 - ✓ Vrozené metabolické poruchy (porfyrie, poruchy metabolismu aminokyselin)
 - ✓ Získané (deficit kyseliny listové, toxonutritivní)
- Infekční etiologie
 - Nejčastější zdroj epilepsie v celosvětovém měřítku
 - ✓ Vrozené (Zika virus, cytomegalovirus)
 - ✓ Získané (HIV, toxoplazmóza, malárie)
- Autoimunitní postižení
- Genetická etiologie
 - Předpokládá se velký význam, avšak informace zatím útržkovité
- Neznámá etiologie

Parciální epileptické záchvaty

- Vycházejí z části mozkové kůry z jedné hemisféry, motorické projevy jednostranné

Parciální epileptické záchvaty

- Vycházejí z části mozkové kůry z jedné hemisféry, motorické projevy jednostranné
- Parciální simplexní
 - Bez přítomnosti poruchy vědomí
 - ✓ S motorickými projevy (svalové záškuby)
 - ✓ Se somatosenzitivními/senzorickými projevy (poruchy senzitivity/senzoriky)
 - ✓ S autonomními projevy (zvracení, pocení, tachykardie)
 - ✓ S psychickými projevy (déja vu, halucinace)

Parciální epileptické záchvaty

- Vycházejí z části mozkové kůry z jedné hemisféry, motorické projevy jednostranné
- Parciální simplexní
 - Bez přítomnosti poruchy vědomí
 - ✓ S motorickými projevy (svalové záškuby)
 - ✓ Se somatosenzitivními/senzorickými projevy (poruchy senzitivity/senzoriky)
 - ✓ S autonomními projevy (zvracení, pocení, tachykardie)
 - ✓ S psychickými projevy (déja vu, halucinace)
- Parciální s komplexní symptomatologií
 - Porucha vědomí/vnímání často výskyt automatismů (žvýkání, olizování)

Parciální epileptické záchvaty

- Vycházejí z části mozkové kůry z jedné hemisféry, motorické projevy jednostranné
- Parciální simplexní
 - Bez přítomnosti poruchy vědomí
 - ✓ S motorickými projevy (svalové záškuby)
 - ✓ Se somatosenzitivními/senzorickými projevy (poruchy senzitivity/senzoriky)
 - ✓ S autonomními projevy (zvracení, pocení, tachykardie)
 - ✓ S psychickými projevy (déja vu, halucinace)
- Parciální s komplexní symptomatologií
 - Porucha vědomí/vnímání často výskyt automatismů (žvýkání, olizování)
- Parciální přecházející v generalizované
 - Vznikají jako parciální a posléze se rozšiřují do celého mozku

Generalizované epileptické záchvaty

- Zapojení obou hemisfér, často porucha vědomí, motorické projevy oboustranné

Generalizované epileptické záchvaty

- Zapojení obou hemisfér, často porucha vědomí, motorické projevy oboustranné
- ✓ **Absence** (petit mal; strnutí, pacient nereaguje, mohou následovat mírné tonické nebo klonické projevy)

Generalizované epileptické záchvaty

- Zapojení obou hemisfér, často porucha vědomí, motorické projevy oboustranné
- ✓ **Absence** (petit mal; strnutí, pacient nereaguje, mohou následovat mírné tonické nebo klonické projevy)
- ✓ **Myoklonické** (náhlé krátké záškuby v sériích nebo izolovaně; řada myoklonií nemá epileptický původ)
- ✓ **Klonické** (v průběhu záchvatu narůstá amplituda a klesá frekvence)
- ✓ **Tonické** (pevná fixující kontrakce)

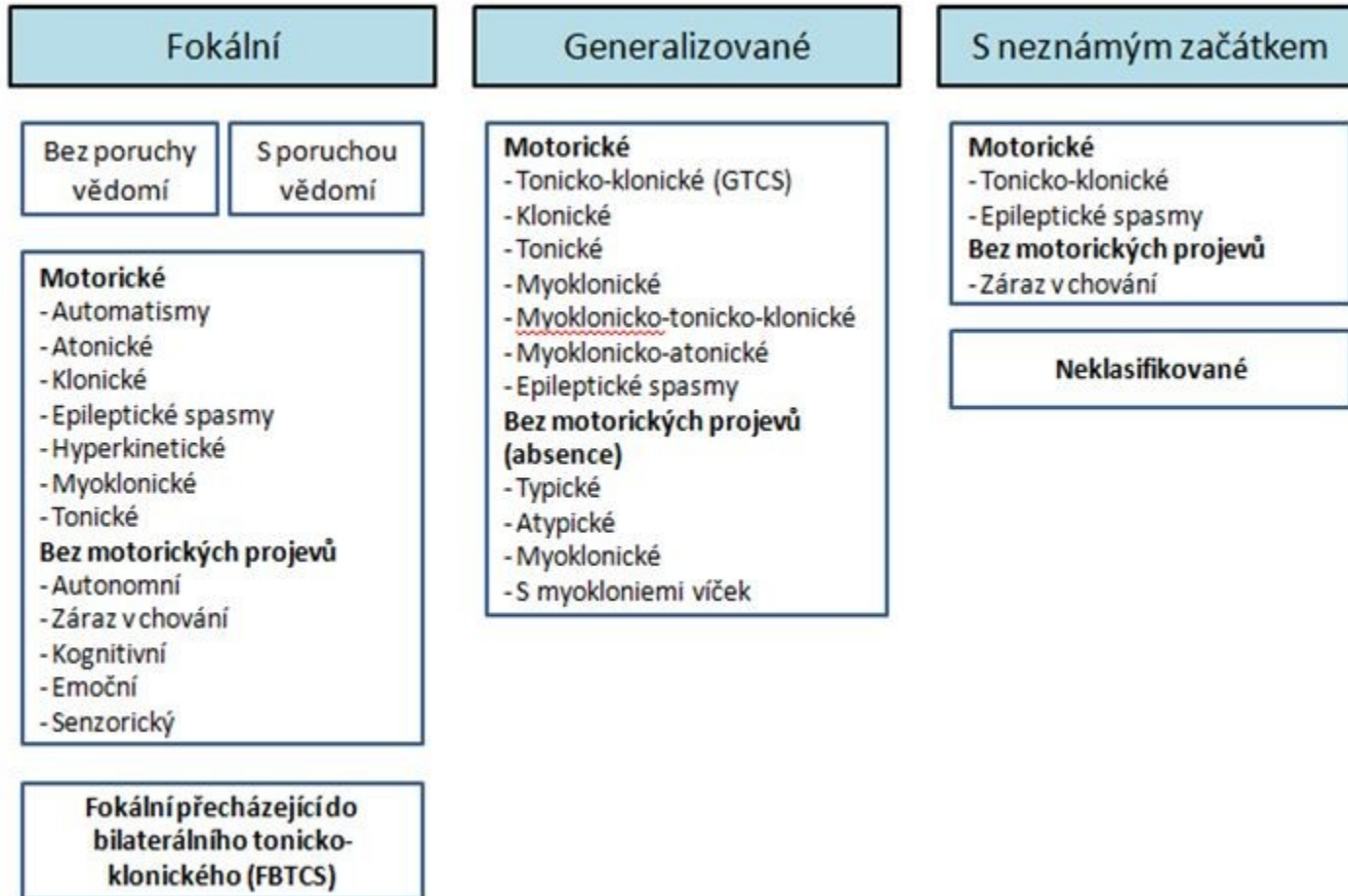
Generalizované epileptické záchvaty

- Zapojení obou hemisfér, často porucha vědomí, motorické projevy oboustranné
- ✓ **Absence** (petit mal; strnutí, pacient nereaguje, mohou následovat mírné tonické nebo klonické projevy)
- ✓ **Myoklonické** (náhlé krátké záškuby v sériích nebo izolovaně; řada myoklonií nemá epileptický původ)
- ✓ **Klonické** (v průběhu záchvatu narůstá amplituda a klesá frekvence)
- ✓ **Tonické** (pevná fixující kontrakce)
- ✓ **Tonicko – klonické** (grand mal; ztráta vědomí, následuje tonická fáze přecházející v klonickou fázi postihující svalstvo celého těla včetně obličejových svalů, možné poruchy dechových funkcí, autonomní projevy, po nabytí vědomí zmatenost, vyčerpanost.

Generalizované epileptické záchvaty

- Zapojení obou hemisfér, často porucha vědomí, motorické projevy oboustranné
- ✓ **Absence** (petit mal; strnutí, pacient nereaguje, mohou následovat mírné tonické nebo klonické projevy)
- ✓ **Myoklonické** (náhlé krátké záškuby v sériích nebo izolovaně; řada myoklonií nemá epileptický původ)
- ✓ **Klonické** (v průběhu záchvatu narůstá amplituda a klesá frekvence)
- ✓ **Tonické** (pevná fixující kontrakce)
- ✓ **Tonicko – klonické** (grand mal; ztráta vědomí, následuje tonická fáze přecházející v klonickou fázi postihující svalstvo celého těla včetně obličejových svalů, možné poruchy dechových funkcí, autonomní projevy, po nabytí vědomí zmatenost, vyčerpanost.
- ✓ **Atonické** (náhlý pokles svalového tonu vedoucí k pádu)

Nová klasifikace epileptických záchvatů



Status epilepticus

- Protrahovaný záchvat
- Život ohrožující stav

Status epilepticus

- Protrahovaný záchvat
- Život ohrožující stav
- ✓ Grand mal záchvat delší než 15 minut
(Grand mal obvykle spontánně odezní během 5-10 min)
- ✓ Petit mal trvající hodiny až dny
(může být obtížně diagnostikovatelný)

Status epilepticus

- Protrahovaný záchvat
- Život ohrožující stav
- ✓ Grand mal záchvat delší než 15 minut
(Grand mal obvykle spontánně odezní během 5-10 min)
- ✓ Petit mal trvající hodiny až dny
(může být obtížně diagnostikovatelný)
- Neléčený status epilepticus vede k energetickému kolapsu, edému mozku a smrti
- Možnost selhání základních životních funkcí z energetického kolapsu nebo díky narušení funkcí CNS

Nitrolební hypertenze

Poruchy motoriky

Poruchy senzitivity a bolesti

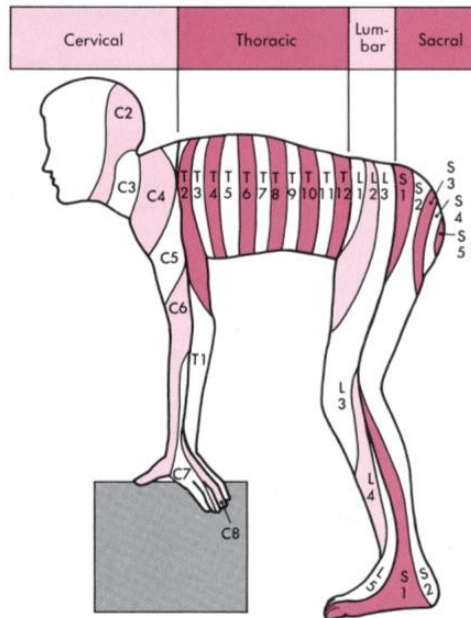
Poruchy senzitivity

Hypestézie

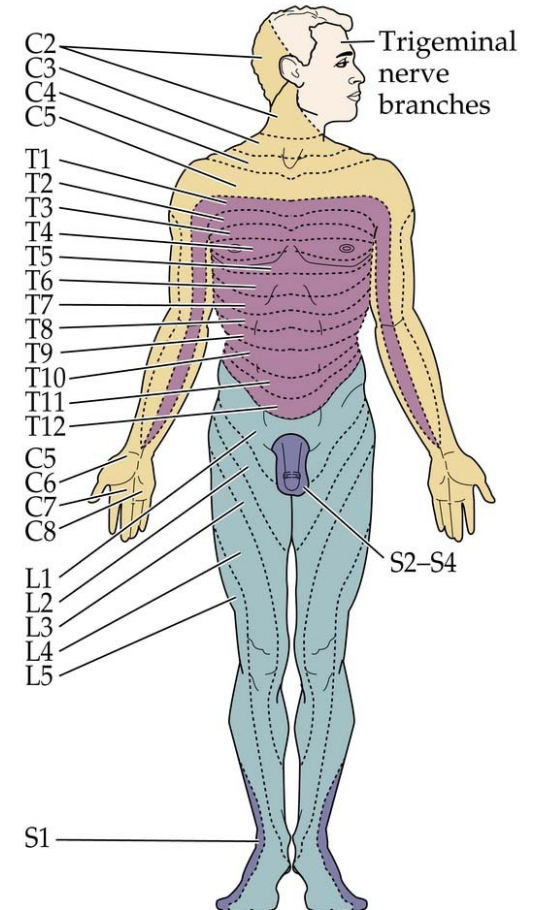
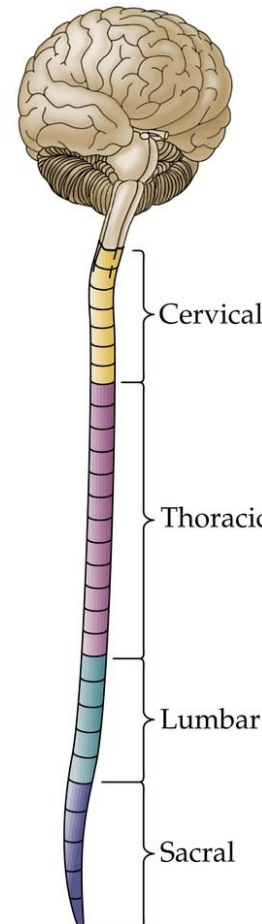
- Snížení vnímání určité kvality

Anestézie

- Vymizení vnímání určité kvality



<http://www.mybodybuildingguide.com>



<http://www.rci.rutgers.edu>

Poruchy senzitivity

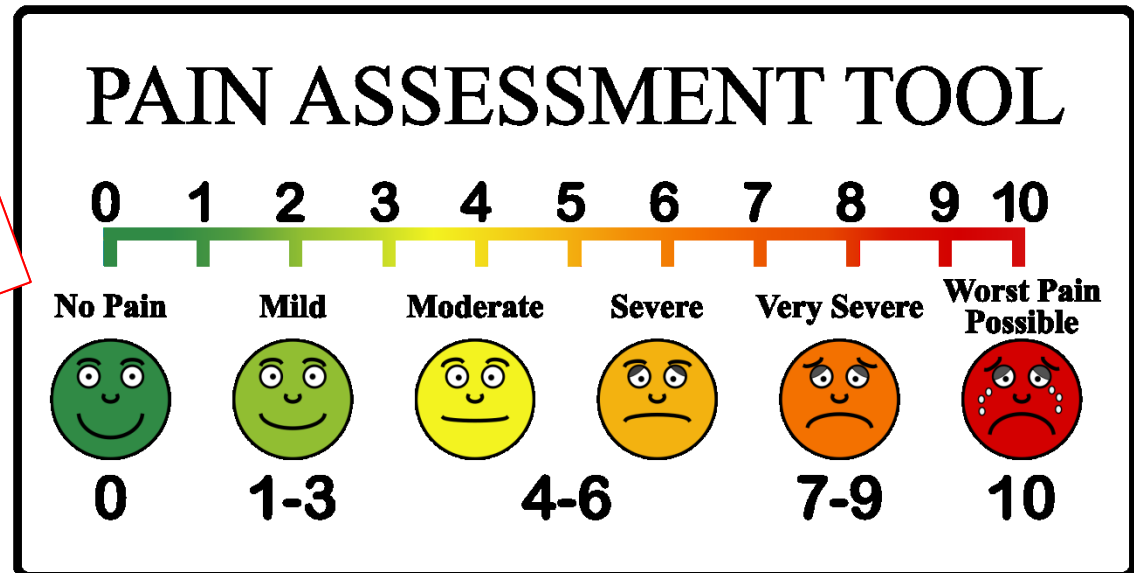
Parestézie = Spontánně vyvolané subjektivní kožní vjemy, které jsou nebolestivé a nejsou vyvolány stimulací



Bolest

- Nepříjemný smyslový a pocitový zážitek spojený s reálným nebo potenciálním poškozením organismu
- Senzorická x psychologická komponenta
- Fyziologická x patologická bolest
- Akutní x chronická

**Subjektivní
charakter**



Bolest

Fyziologická

- Aktivace nociceptorů
- Informace o (potenciálním) nebezpečí/poškození

Patologická

- Není vázána na nociceptory
- Poškození struktur zapojenných do vedení nebo zpracování bolestivého podnětu
 - Nerv (neuropatie)
 - Plexus (plexopatie)
 - Kořen (radikulopatie)
 - Míšní dráha (myelopatie)
 - Mozek (např. thalamus)
- Mechanismus
 - Např. tlak, krvácení, metabolické postižení

Bolest

Fyziologická

- Aktivace nociceptorů
- Informace o (potenciálním) nebezpečí/poškození

Akutní

- Do 6 měsíců
- Většinou odeznění po odstranění příčiny
- Vegetativní odpověď
 - Aktivace sympatiku
- Psychologická komponenta
 - Úzkost

Patologická

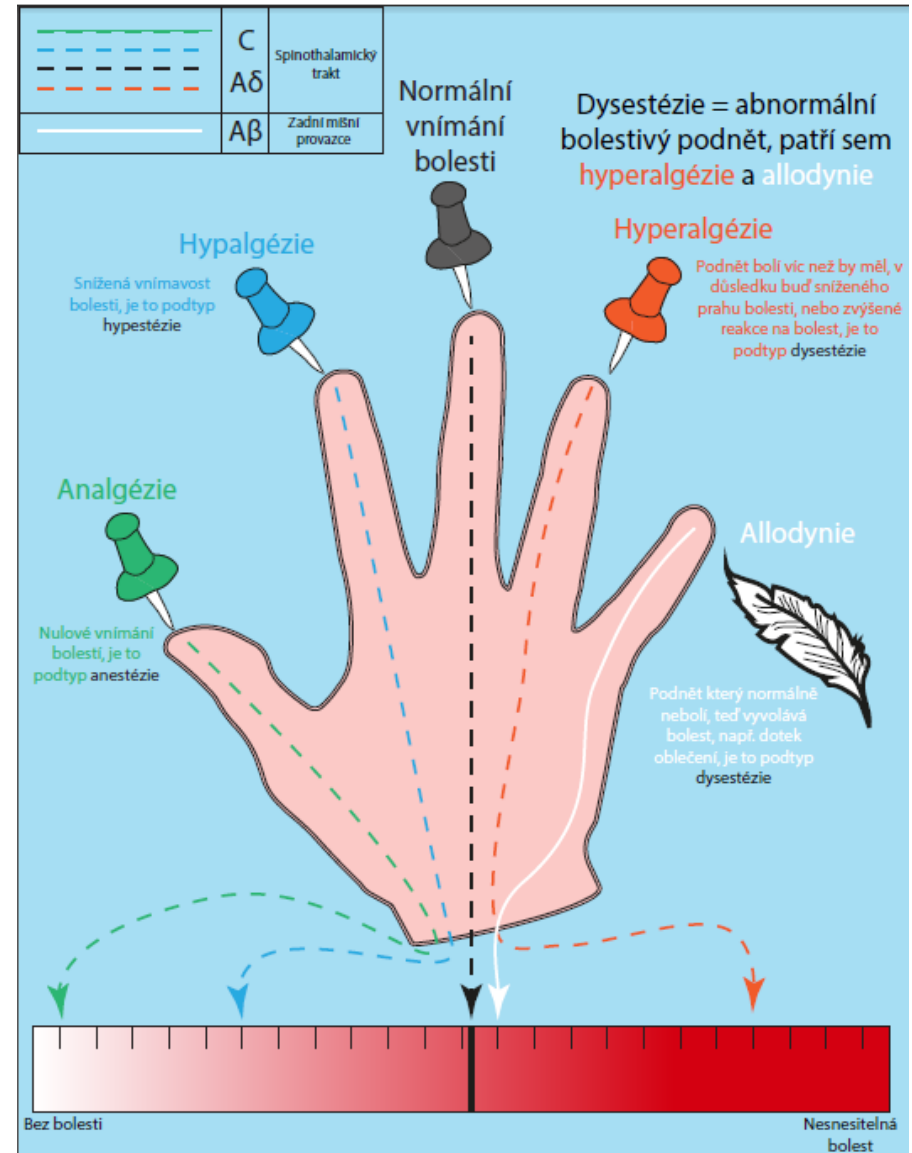
- Není vázána na nociceptory
- Poškození struktur zapojenných do vedení nebo zpracování bolestivého podnětu
 - Nerv (neuropatie)
 - Plexus (plexopatie)
 - Kořen (radikulopatie)
 - Míšní dráha (myelopatie)
 - Mozek (např. thalamus)
- Mechanismus
 - Např. tlak, krvácení, metabolické postižení

Chronická

- Nad 6 měsíců
- Obtížně léčitelná
- Vegetativní odpověď chybí
- Psychologická komponenta
 - Deprese, podráždění

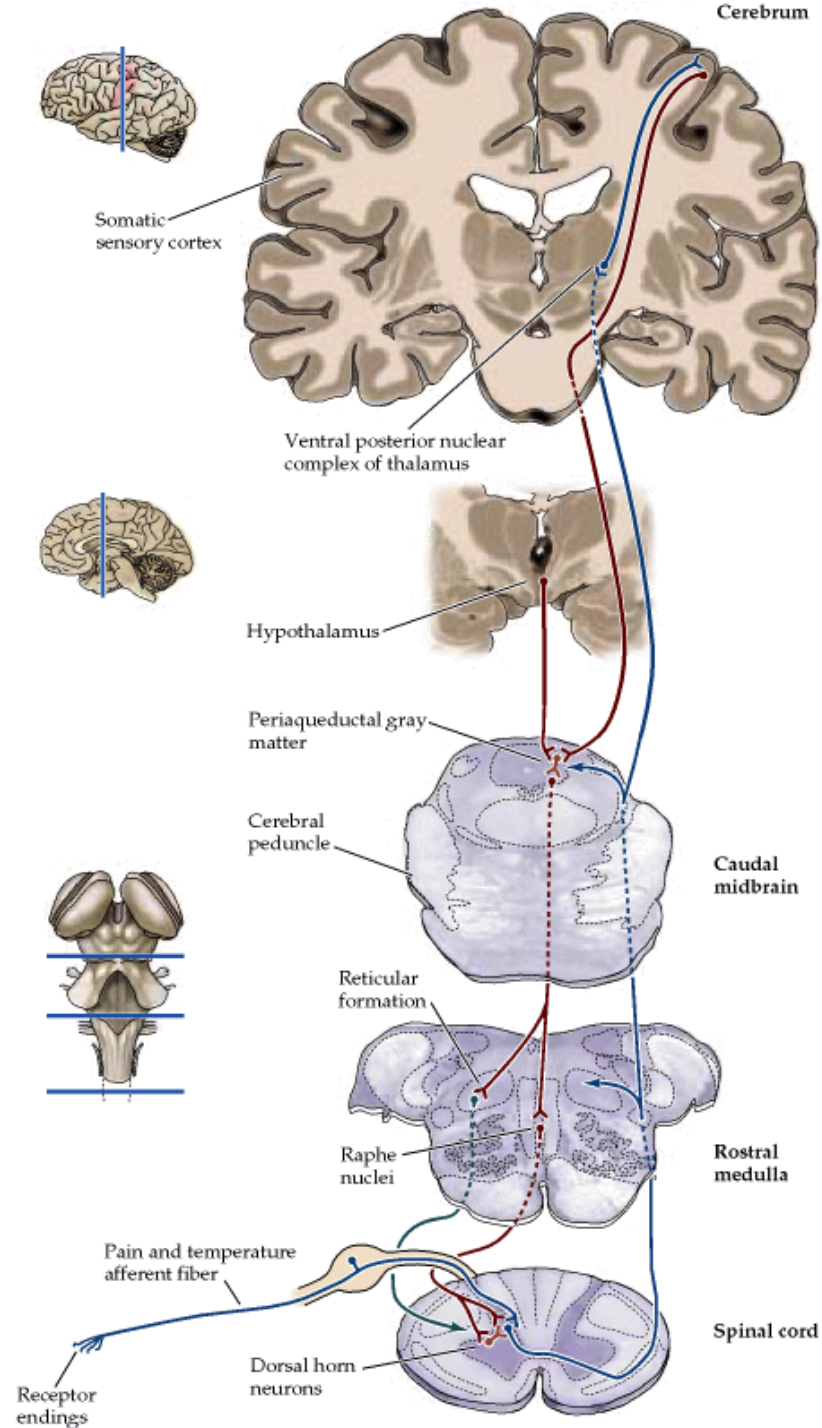
Poruchy senzitivity

Parestézie = Spontánně vyvolané subjektivní kožní vjemy, které jsou nebolestivé a nejsou vyvolány stimulací



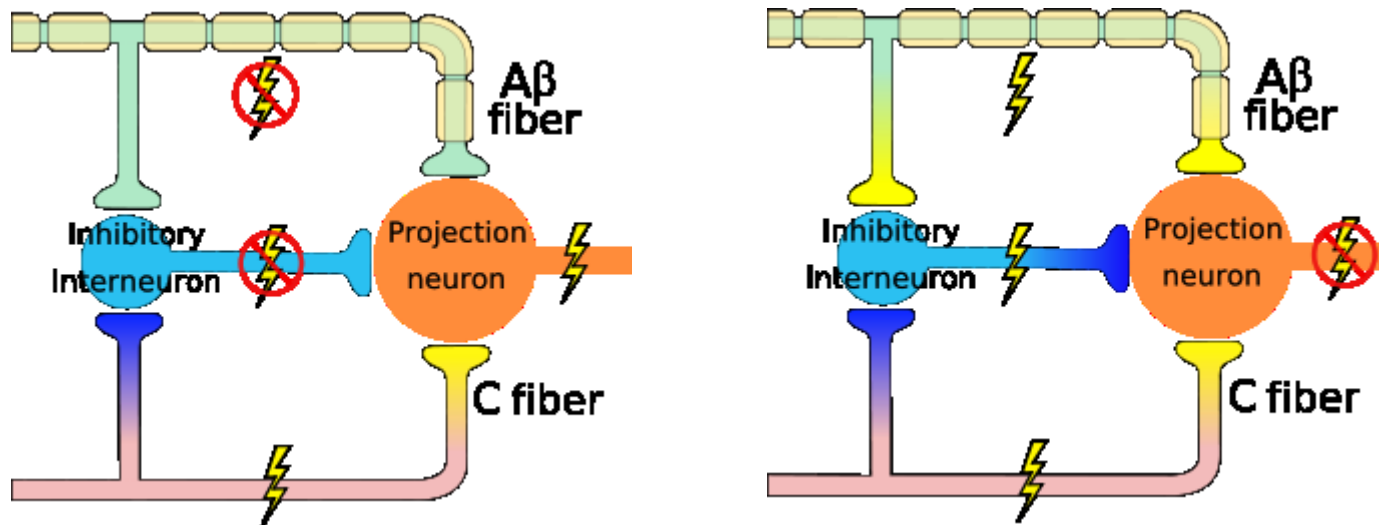
Descendentní dráhy modulující bolest

- Somatosenzorický kortex
- Hypotalamus
- Periaquaeduktální šed'
- Nuclei raphe

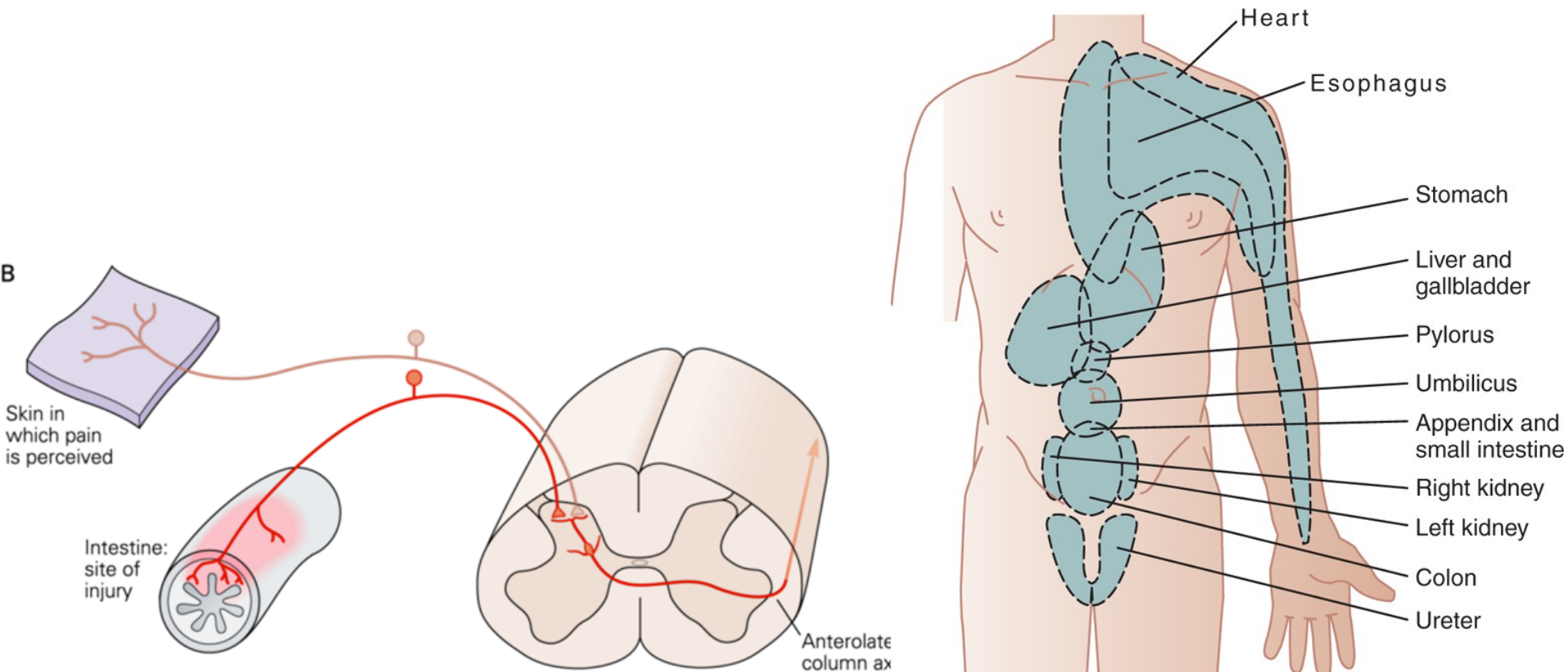


Modulace bolesti na spinální úrovni

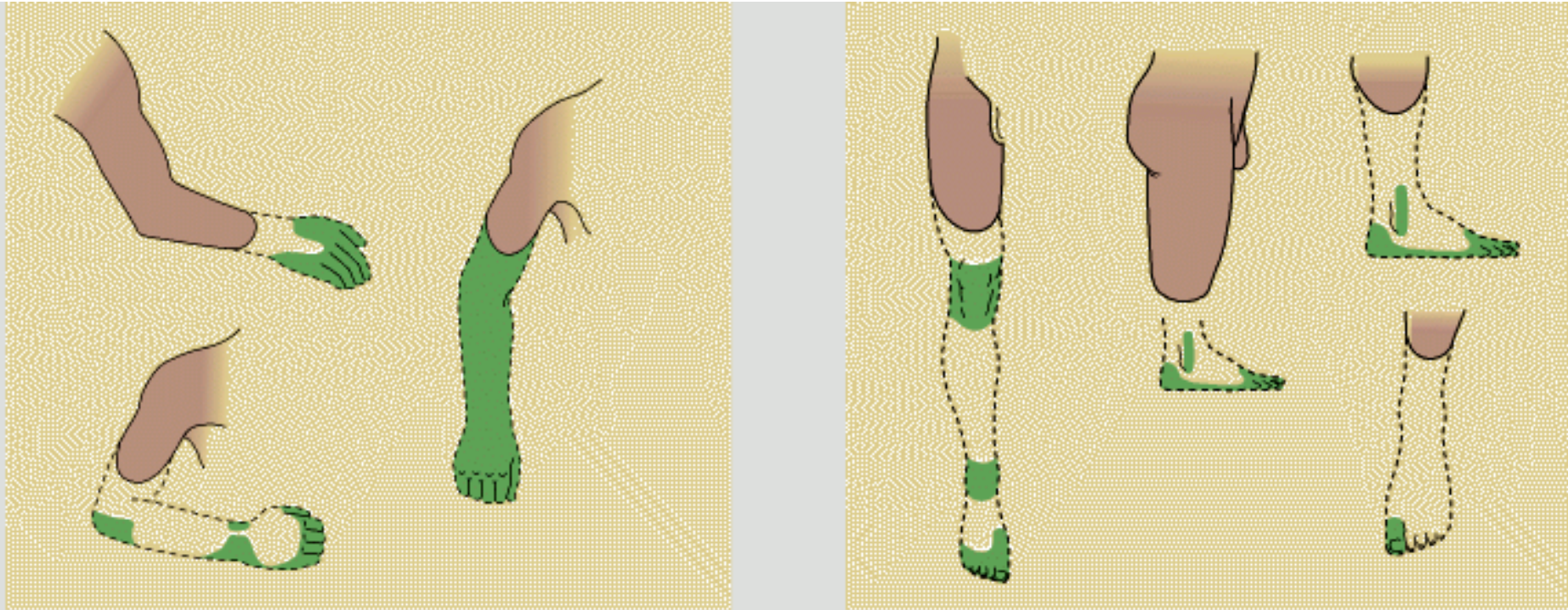
Vrátkování bolesti



Přenesená bolest



Fantomová bolest



Děkuji za pozornost

MUNI I

MED