

MUNI
SPORT

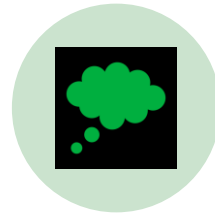
Aplikovaná kineziologie

Řízení pohybu

Motorický systém – řízení hybnosti



Cílená volní
motorika

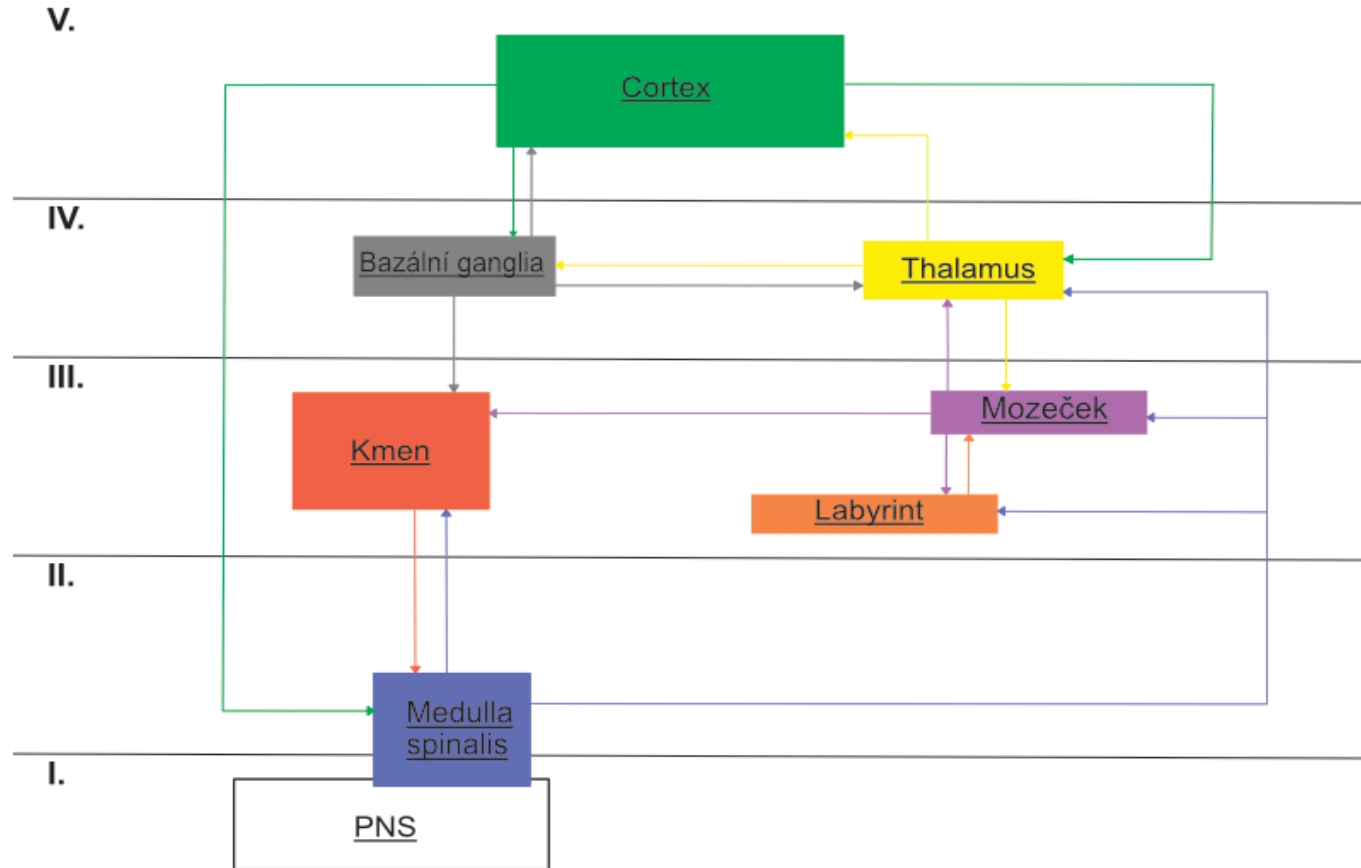


Reflexní
mimovolní hybnost

Základní principy:

- Koordinace agonistů,
antagonistů, synergistů
- Zpětná vazba
- Předpokladem je svalový
tonus!

Hierarchie řízení



https://www.wikiskripta.eu/w/Motorick%C3%BD_syst%C3%A9m#/media/Soubor:Hierarchie_%C5%99%C3%ADzen%C3%AD_motoriky.png

Řízení volního pohybu

1) Plánování

- Podnět k provedení pohybu
- Asociační kůra, LS

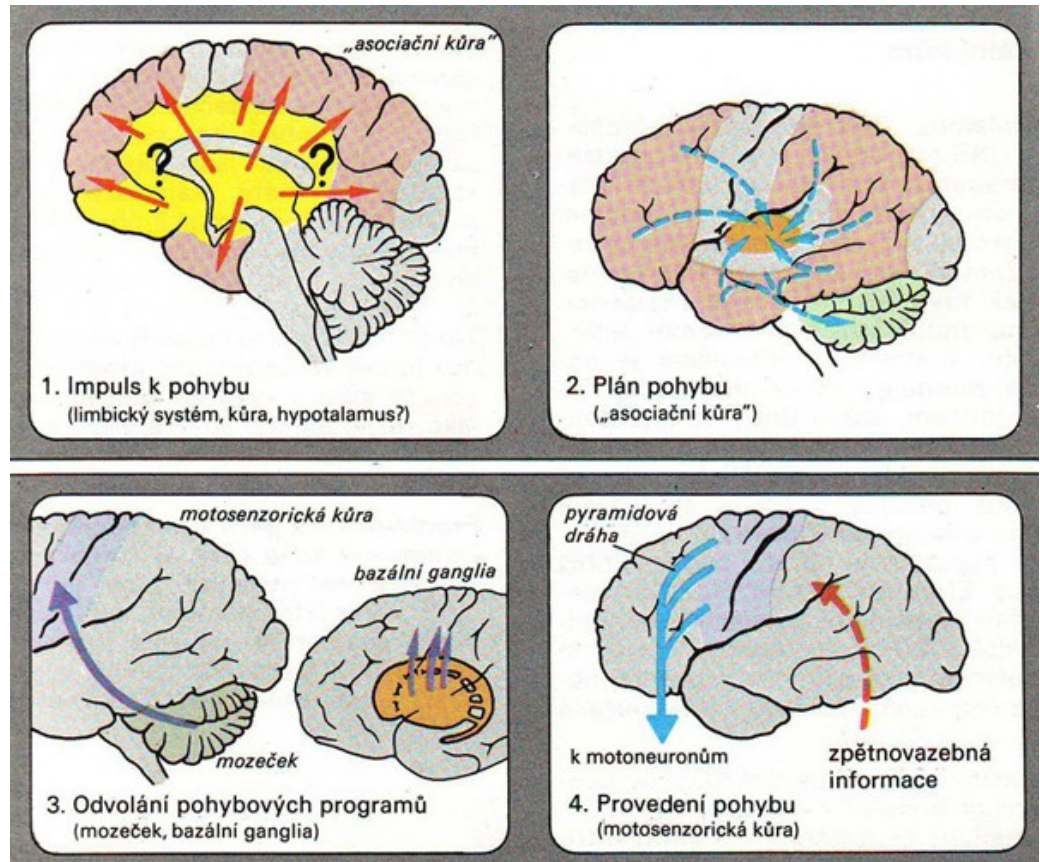
2) Iniciac

- Motorická korová oblast

3) Provedení

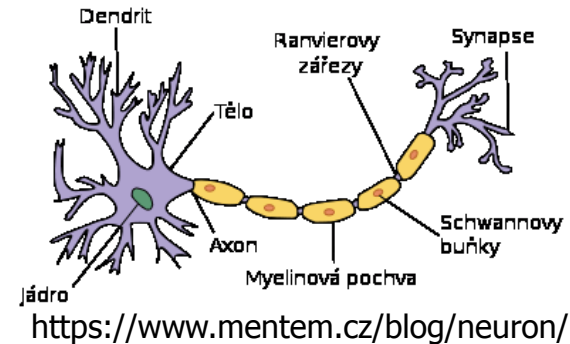
- Kmen, mícha

Kontrola a modulace – BG,
mozeček



https://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/rizeni_hyb_systemu.html

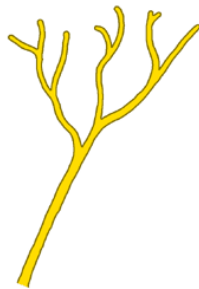
Neurony – přehled



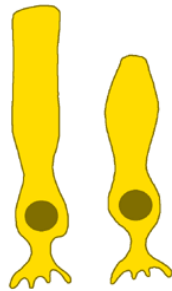
- **Senzitivní neurony** – aferentní -> informace z periferie do CNS (exterocepce, propiocepce, interocepce) + zpětná vazba (těla leží ve spinálních gangliích -> PNS)
(**Nocicepce** -> bolestivý vjem)
- **Senzorické neurony** – aferentní -> informace ze smyslových orgánů (receptorových buněk) -> CNS (zrak, sluch, čich, chuť)
- **Motorické neurony** – eferentní - somatomotorika a visceromotorika

Senzitivní neurony

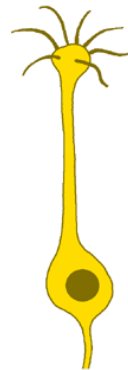
→ senzitivní a senzorycké receptory



Volné nervové zakončení



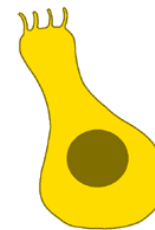
Světločivné buňky



Čichová buňka



Chutová buňka



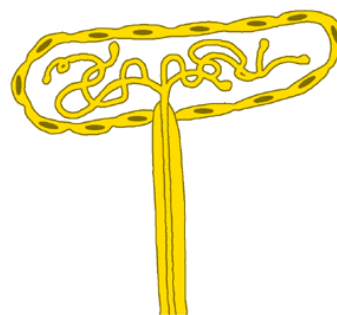
Vlásková buňka (sluch)



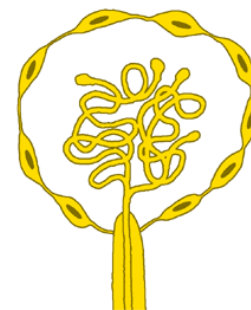
Meissnerovo tělísko
(hmat)



Vater-Paciniho tělísko
(tlak)



Rufiniho tělísko
(teplo)



Krauseho tělísko
(chlاد)

https://www.wikiskripta.eu/w/Senzoryck%C3%BD_receptor

Propriocepce

- **Informace ze svalů, šlach, z kloubních pouzder, z facií a periostu**
- Informace z pohybového systému *(kde, v jaké pozici se nachází jednotlivé segmenty PA, kam a jak rychle se pohybují)*
- zásadní zpětnovazebný mechanismus pro řízení pohybu
- Propriocepce patří spolu společně se zrakovým a vestibulárním aparátem mezi **tři aferentní zdroje** rovnováhy, stability

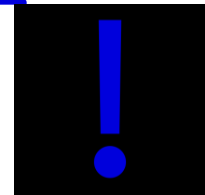
- **Kinestézie (pohybocit)** je zprostředkována svalovými vřeténky, kloubními receptory a kožními mechanoreceptory

- **Statestézie (polohocit)** je zprostředkována svalovými vřeténky a kožními mechanoreceptory

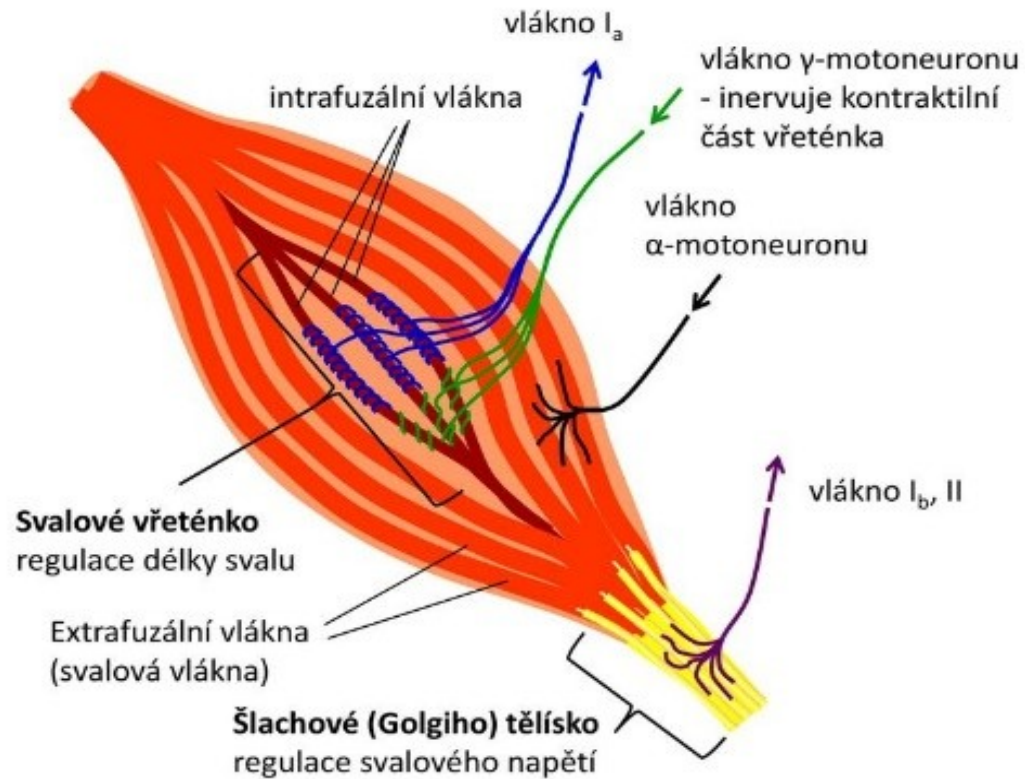
Propriocepce - receptory

- ★ **Mechanoreceptory I. a II. typu** se nacházejí v kloubním pouzdře, II. typu ještě v synoviální membráně a tukové tkáni kloubního komplexu.
- Mechanoreceptory III. typu** jsou vysokoprahové receptory reagující v krajním rozsahu pohybu.
- Mechanoreceptory IV. typu** jsou uloženy ve tvaru plexu nebo jako volná nervová zakončení v kloubním pouzdře, ligamentech (vazy), tukovém polštáři a v pochvách kloubních cév.

- Svalové vřeténko** – reaguje na protažení svalu
- Šlachové tělísko** – reaguje na tah za šlachu svalu



Proprioreceptory - Svalové vřeténko a Golgiho tělísko



svalové vřeténko (zdroj: <https://slideplayer.cz/slide/12720931/>)

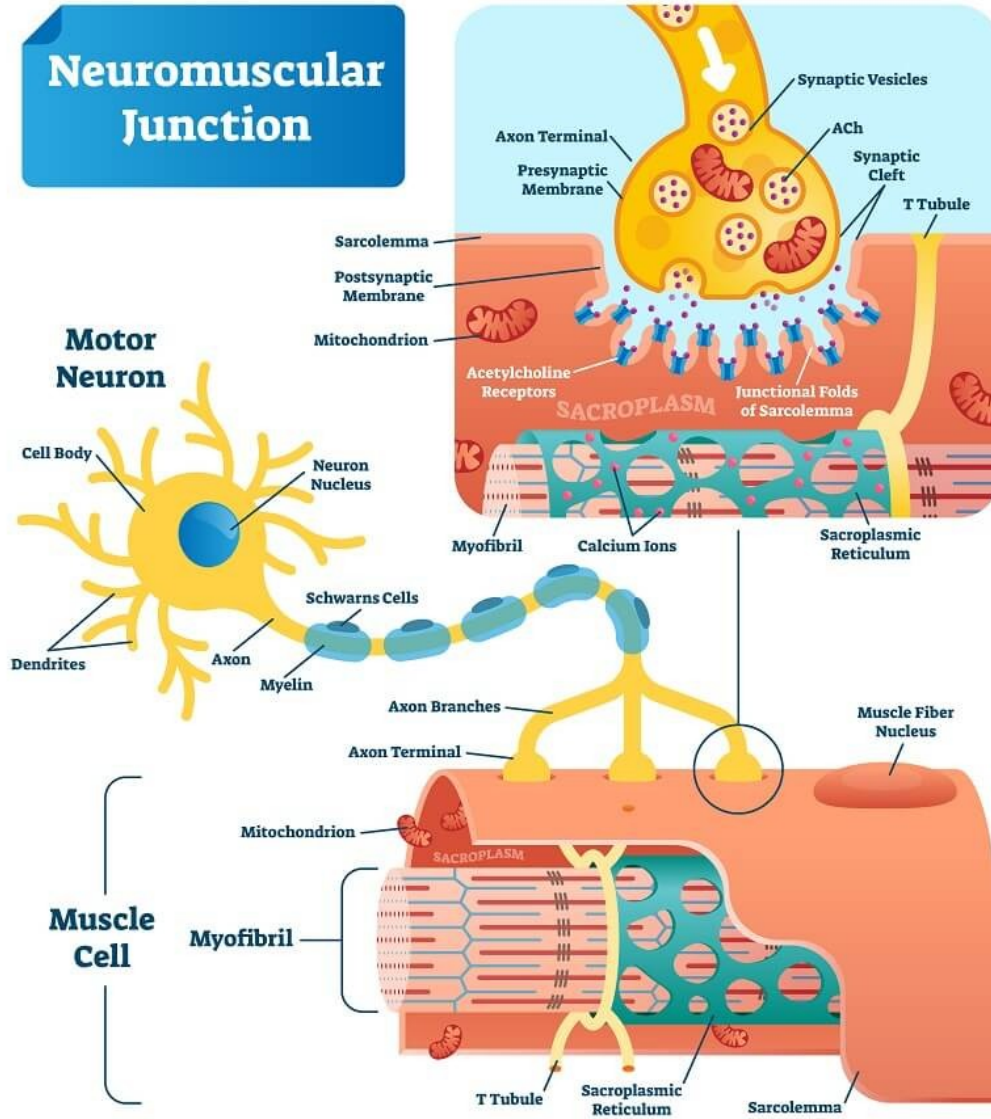
Motoneurony

eferentní = vedou informace z CNS na periferii (anatomicky náleží do CNS -> těla leží v míše)

ALFA-MOTONEURONY

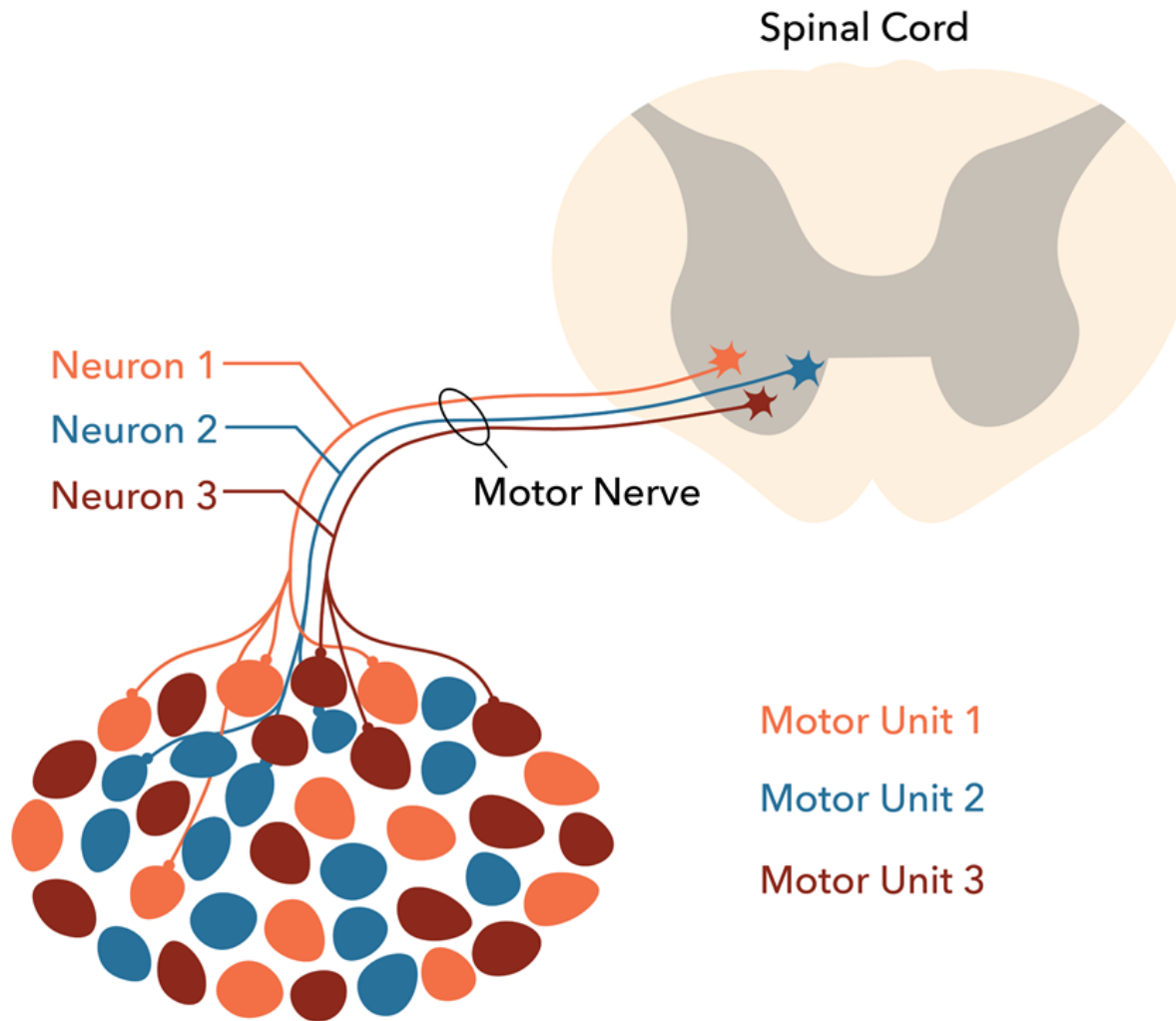
- Přední rohy míšní -> extrafuzální vlákna
- NS ploténka
- **Motorická jednotka** = jedná se o soubor svalových vláken inervovaných jedním motoneuronem. Axon motoneuronu se po vstupu do svalu větví, jeho terminální vlákno inervuje vždy jedno svalové vlákno. Vzniká synapse – nervosvalová ploténka. Motorické jednotky představují periferní motoneuron.

Neuromuscular Junction



<https://biologydictionary.net/neuromuscular-junction/>

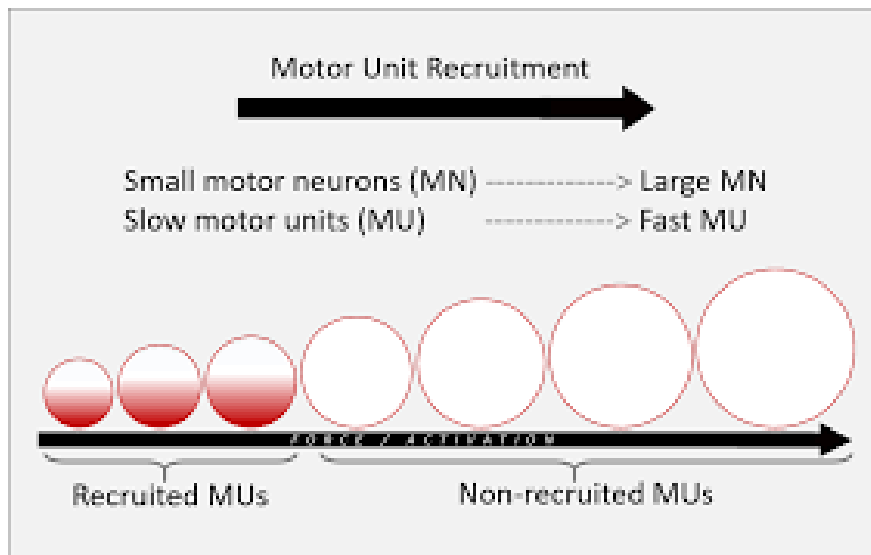
MOTORICKÁ JEDNOTKA



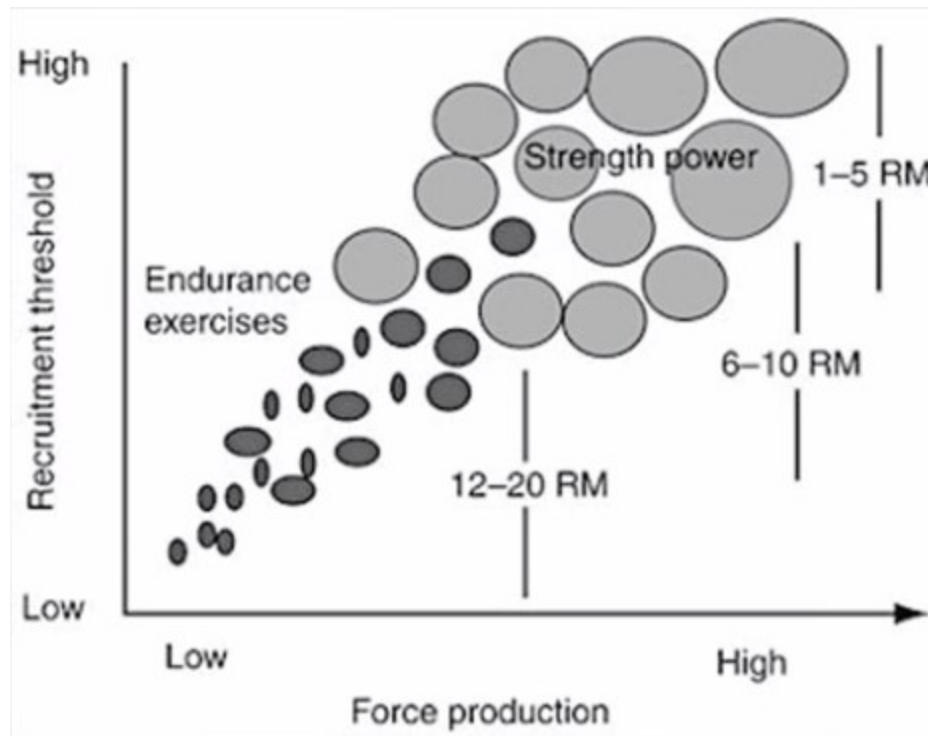
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Motor_unit.png

Motorická jednotka

- Nejmenší jednotky jsou zřejmě v okohybných svalech (kolem deseti), největší v zádových svalech (až dva tisíce).
- Svalová vlákna jedné motorické jednotky jsou uspořádána difusně ve větší části svalu. (střídání MJ)
- **Henemannovo pravidlo (Heneman's law)** říká, že při zvyšování síly svalu se motorické jednotky nabírají postupně od nejmenších k největším.
- **Síla svalu (muscle power)** – závisí na počtu MJ, frekvence zapojování MJ (frekvence výbojů), je přímoúměrná průřezu svalového břicha



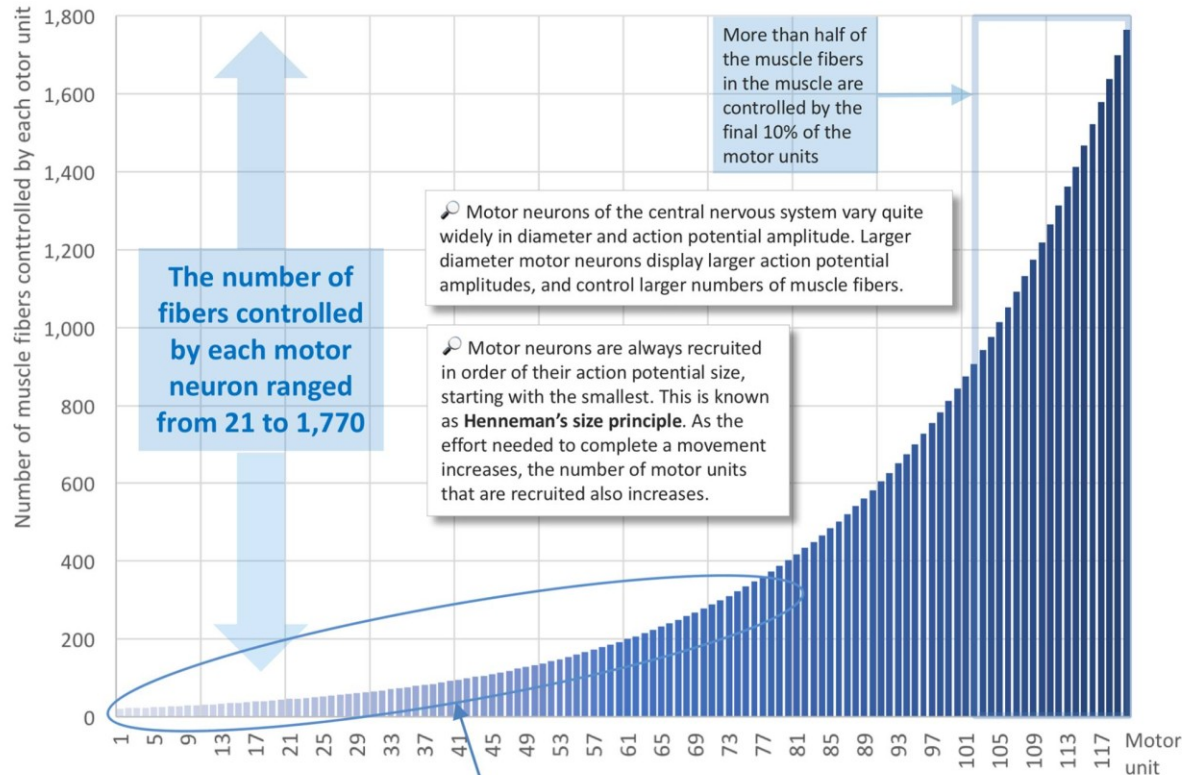
<https://www.allegiategym.com/blog/burning-fat-through-program-design-behind-the-block>



<https://www.mtrigger.com/motor-unit-recruitment-biofeedback-in-rehabilitation/>



The number of muscle fibers controlled by each motor unit increases exponentially with increasing motor unit threshold



KEY POINTS

This calculation was performed based on data collected in various investigations for the intrinsic hand muscle, the first dorsal interosseous. This muscle contains 40,500 fibers, and is innervated by 120 motor neurons.

Low-threshold motor units each only control up to a few hundred muscle fibers. Consequently, even if these muscle fibers do grow after strength training (and they tend to be less responsive to the mechanical loading stimulus), then their contribution to whole muscle size will still be small. In contrast, high-threshold motor units each control thousands of muscle fibers, and therefore when these muscle fibers grow after strength training, this causes substantial hypertrophy.

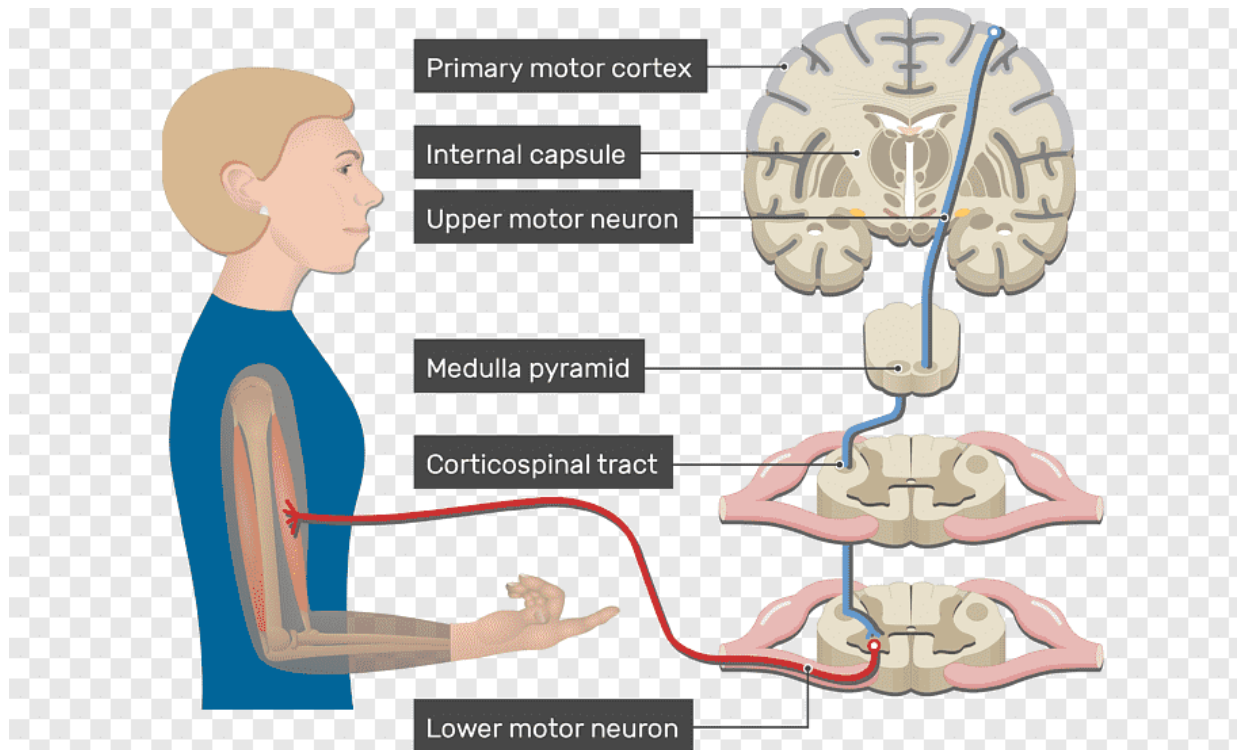
Derived from: Enoka, R. M., & Fuglevand, A. J. (2001). Motor unit physiology: some unresolved issues. *Muscle & Nerve*, 24(1), 4-17 and Henneman, E., Somjen, G., & Carpenter, D. O. (1965). Functional significance of cell size in spinal motoneurons. *Journal of Neurophysiology*, 28(3), 560-580.

Strength & Conditioning
Research

<https://www.facebook.com/StrengthandConditioningResearch/photos/according-to-hennemans-size-principle-motor-units-are-recruited-in-order-of-the-/1785125491598465/>

MUNI
SPORT

Alfa motoneuron



<https://www.pngwing.com/en/free-png-dudxr/download>

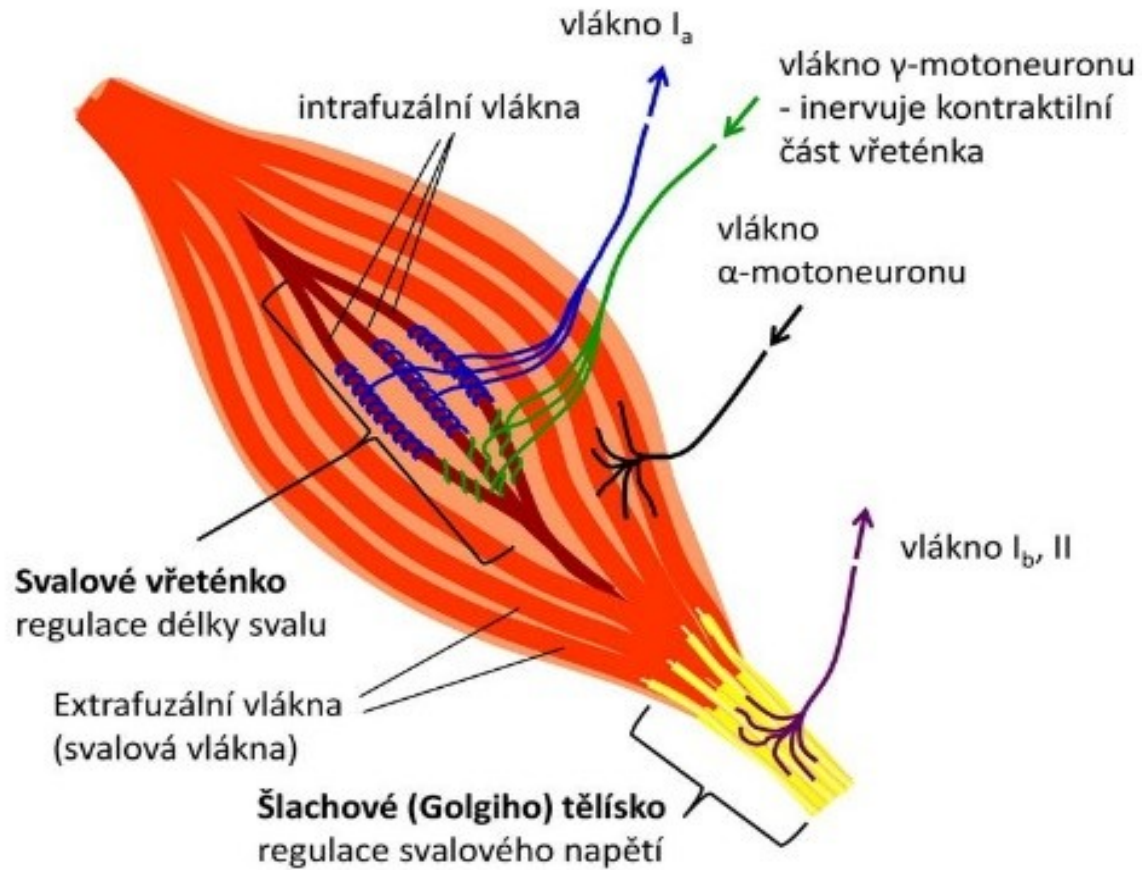
- Tělo – součást CNS – přední rohy míšní
- Alfa motoneuron = periferní motoneuron

Gama-motoneuron

Gama-motoneurony dostávají informace z CNS, na jejichž základě upravují **citlivost vřeténka** (zachovávají jeho dráždivost). Toto spojení je velmi významné pro regulaci svalového tonu a označuje se jako **γ -klička**.

Ta začíná převodem signálu z mozku (retikulární formace) na γ -motoneurony předního míšního rohu. Gama-motoneuron následně odesílá informaci na vřeténko, které se kontrahuje. Kontrakce vlastního receptoru, vyvolá opět aktivaci reflexní dráhy do příslušného míšního segmentu. Svalová vřeténka vnímají jak statické, tak dynamické změny uvnitř svalů.

Proprioreceptory - Svalové vřeténko a Golgiho tělísko



svalové vřeténko (zdroj: <https://slideplayer.cz/slide/12720931/>)

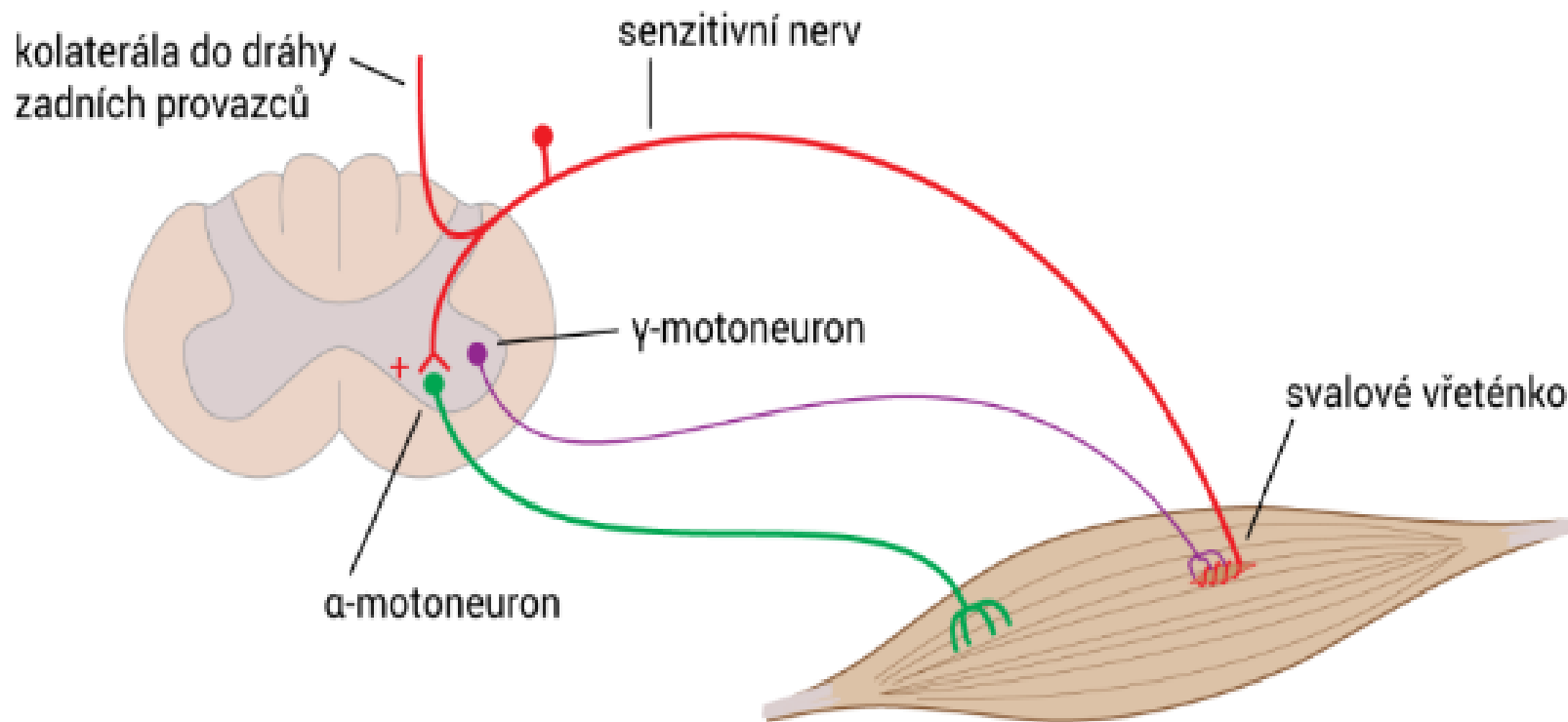
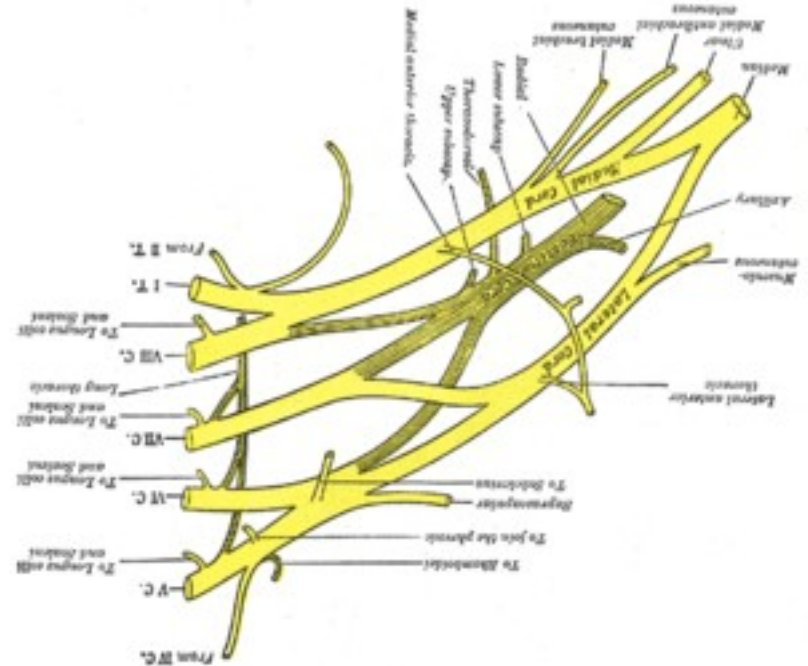
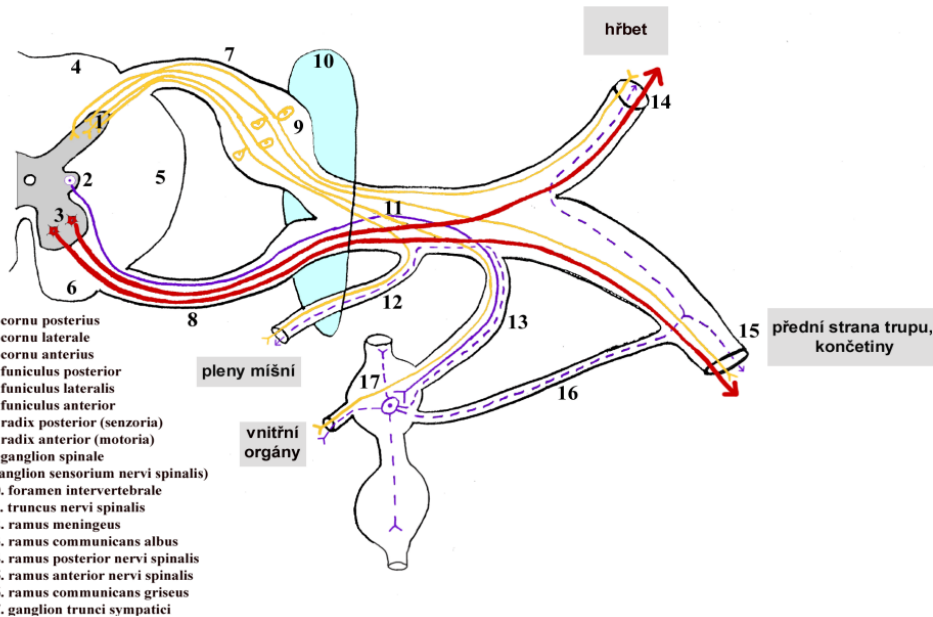


Schéma gama kličky (zdroj: <http://www.cnsonline.cz/?p=311>)

Neuron vs Nerv vs míšní kořen

SCHÉMA VĚTVENÍ MÍŠNÍHO NERVU



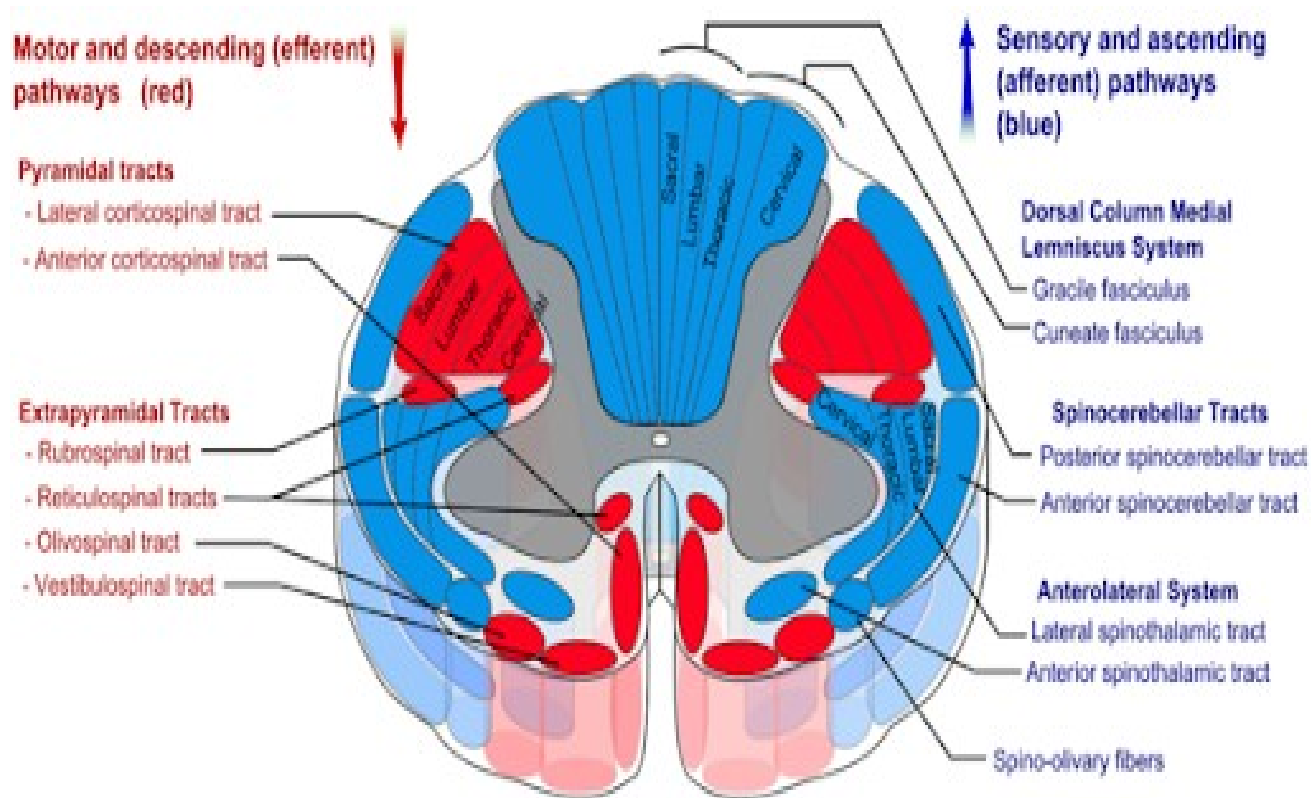
<https://anatomie.lf2.cuni.cz/sites/anatomie/files/page/files/2019/obecneuroanatomie.pdf>

https://www.wikiskripta.eu/w/Nervy_horn%C3%AD_kon%C4%8etiny

MÍCHA

- Tvořena jednotlivými míšními segmenty (většinou 31) -> míšní nervy -> pleteně -> periferní nervy (31 párů)
- **Šedá hmota** -> tvořená nakupením těl neuronů, vytváří přední a zadní rohy míšní. (přední obsahují motoneurony, postranní vegetativní neurony, zadní spojovací neurony). Středem vede míšní kanálek – canalis centralis.
- **Bílá hmota** -> sestupné a vzestupné dráhy -> motorické dráhy, senzitivní dráhy a dráhy bolesti

MÍCHA



Mícha - uspořádání drah (<http://sestra.org/M%C3%ADcha>)

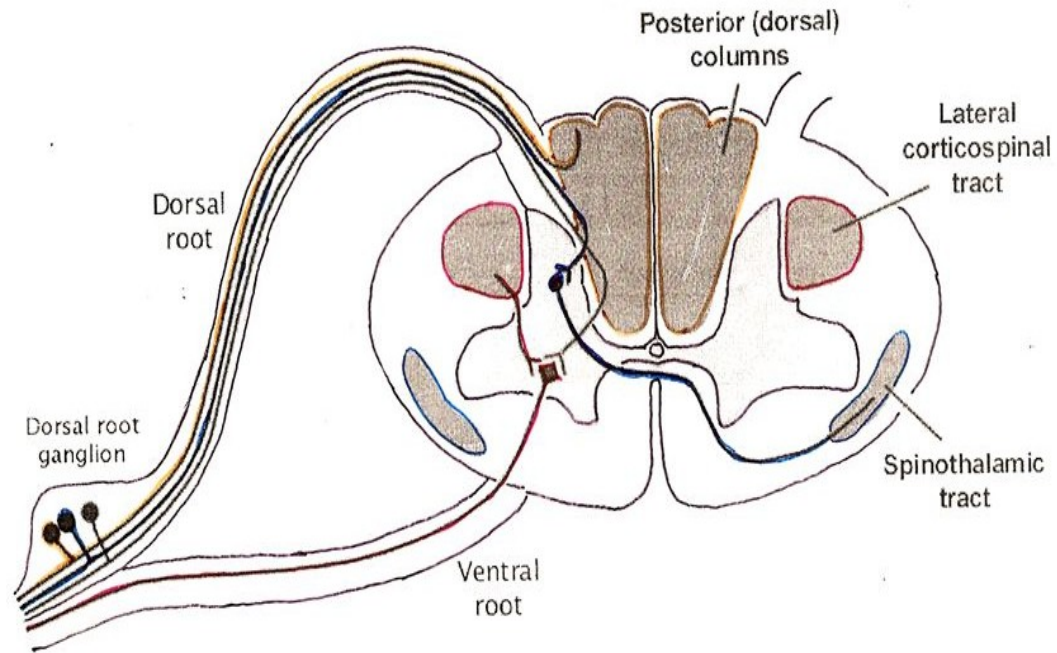
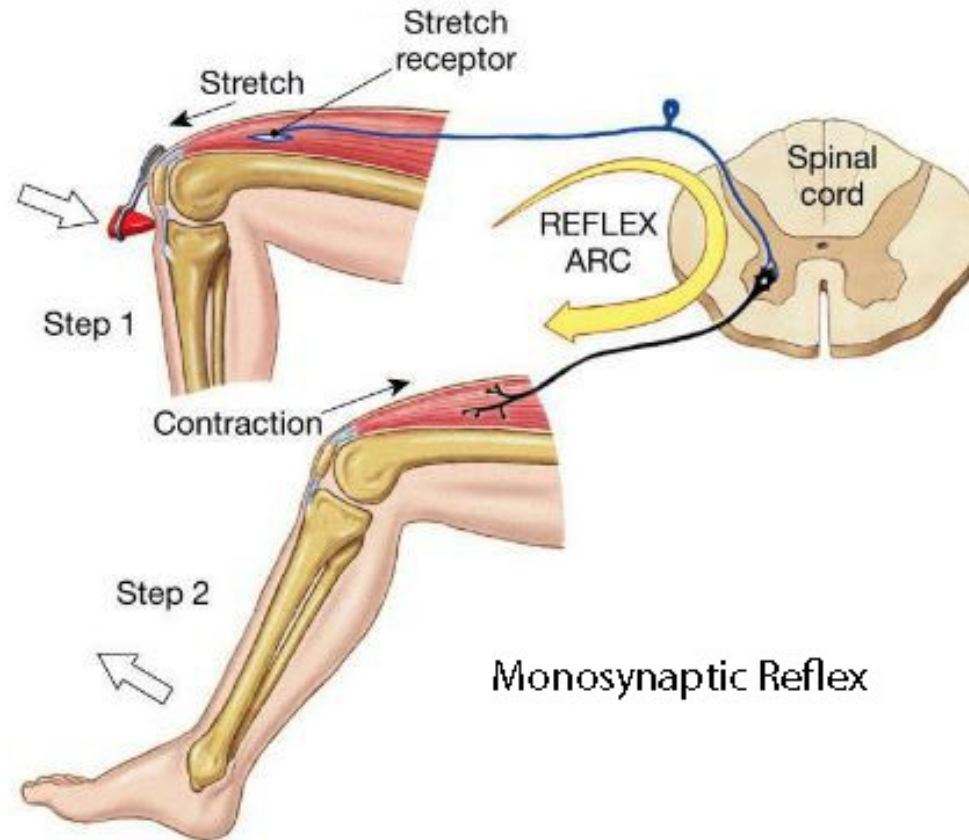


schéma (zdroj: <https://slideplayer.cz/slide/4160037/>)

Mícha – míšní reflexy - propioceptivní

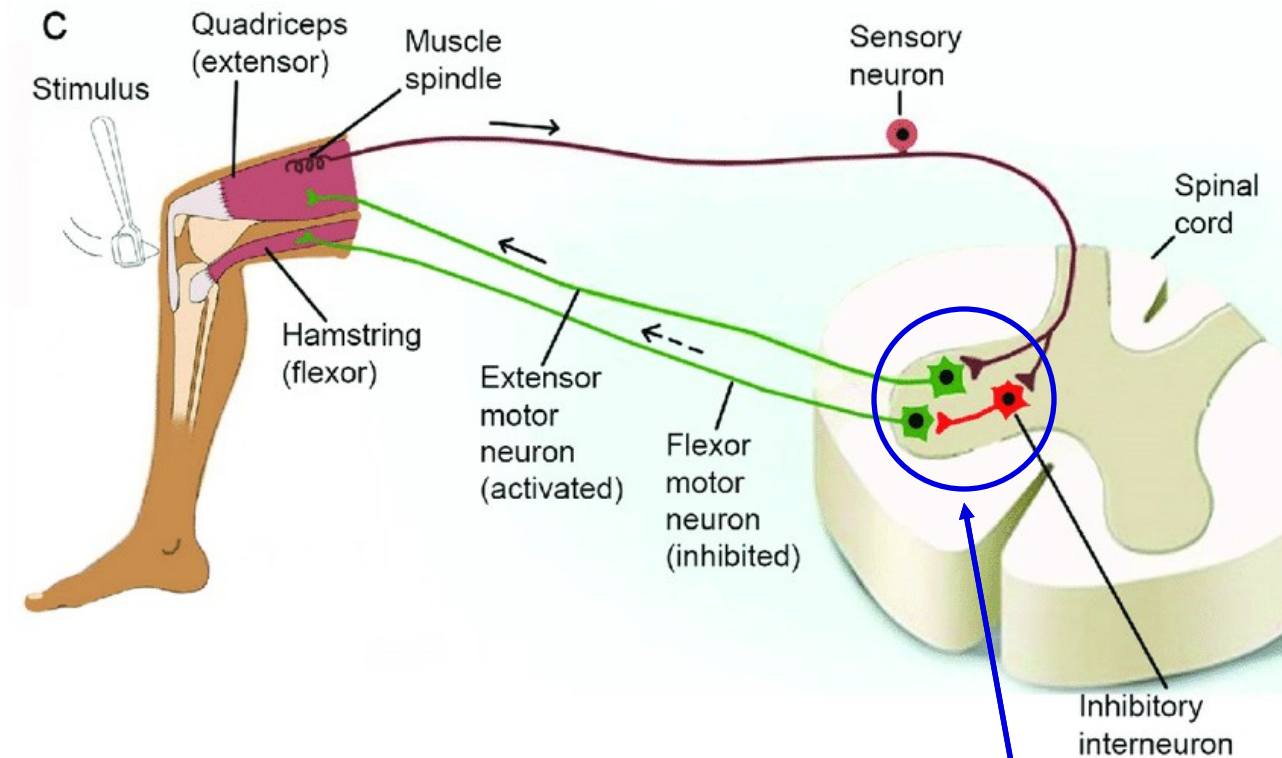
- **Receptor = svalová vřeténka a šlachová tělíka** -> aferentní nervové vlákno -> buňka ve spinálním gangliu -> alfa-motoneuron -> efektor (kosterní sval)
- **Svalové vřeténko** – viz gama MN (gama smyčka) -> aktivuje se při protažení svalu -> aktivace alfa MN příslušného svalu (svalová kontrakce) a inhibice alfa motoneuronu antagonisty – **Napínací reflex** (Často monosynaptický (např. bicipitový, patelární atd.))
(Řídí a zajišťuje svalový tonus!)
- **Šlachové (Golgiho) tělísko** – chrání sval před přetažením -> aktivuje se protažením svalu (později než svalové vřeténko) nebo při svalové kontrakci (obojí tahem za šlachu) -> napojení na interneurony -> inhibice alfa MN daného svalu

Napínací reflex – svalové vřeténko (myotatický reflex)



<http://humanphysiology.academy/Neurosciences%202015/Chapter%202/P.2.2%20Spinal%20Reflexes.html>

Napínací reflex – svalové vřeténko



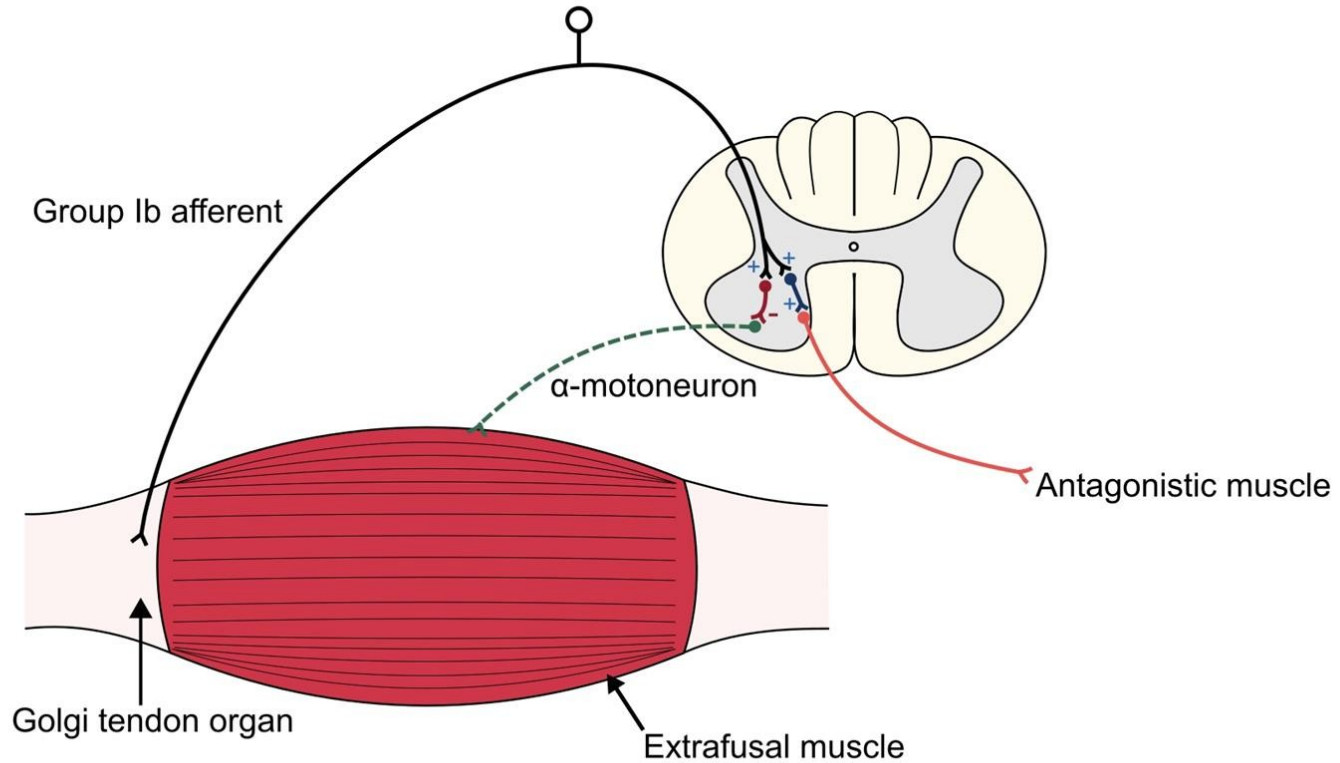
https://www.researchgate.net/publication/357236438_Identifying_knowledge_important_to_teach_about_the_nervous_system_in_the_context_of_secondary_biology_and_science_education-A_Delphi_study/figures?lo=1

Reciproční inhibice

Reciproční inervace / inhibice

Část aferentních vláken přicházejících ze svalových vřetének, je zapojena i na alfa motoneurony antagonistních svalů. Pomocí tohoto zapojení dochází při kontrakci agonistů a synergistů ke ztlumení napětí antagonistů. Bez jejich " vypojení" by totiž nebylo možné uskutečnit žádný koordinovaný pohyb. Vypojení antagonistů pomocí této, tzv. reciproční inervace, zajišťují především míšní interneurony. Utlumení antagonistů pomocí reciproční inervace není ale nikdy úplné. "Zbytková", neutlumená aktivita je pro funkci pohybového aparátu dokonce výhodná - chrání kloubní pouzdra a vazy před prudkými, "bičovými" pohyby, a dovoluje rozsah pohybu plynule dávkovat.

Golgi Tendon Reflex



© Lineage

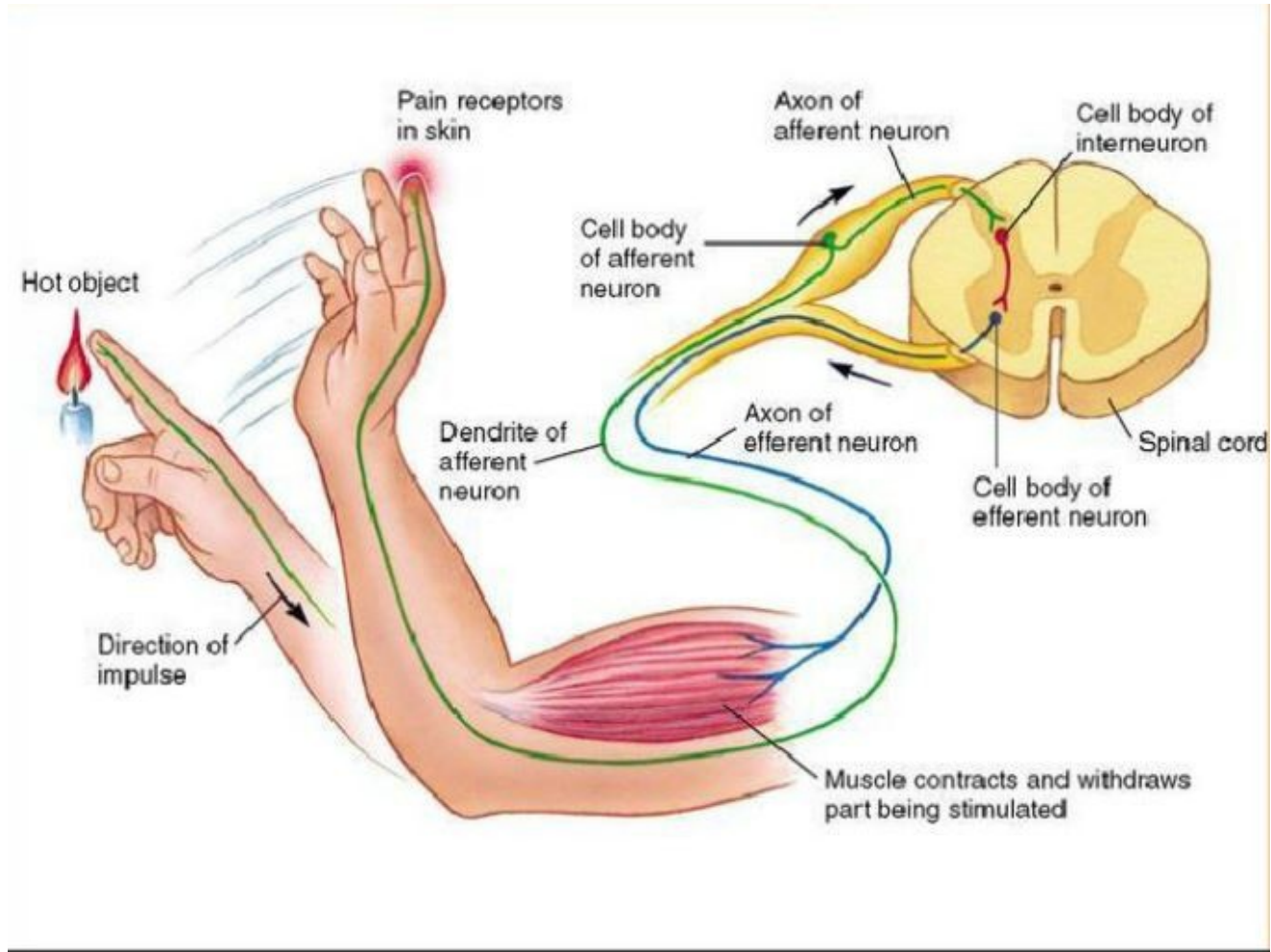
Moises Dominguez

<https://step1.medbullets.com/neurology/113039/muscle-spindles--golgi-tendon-organs>

Mícha – míšní reflexy

- **Exteroceptivní míšní reflex**
 - Receptory v kůži, sliznici – exteroceptory – dotyk, bolest
 - **Extenzorový reflex** – vzniká podrážděním dotekových receptorů -> kontrakce extenzorů (podstata postojových reakcí)
 - **Flexorové reflexy** – bolestivý podnět -> flexorová reakce (tj. snaha oddálit část těla od zdroje bolesti)

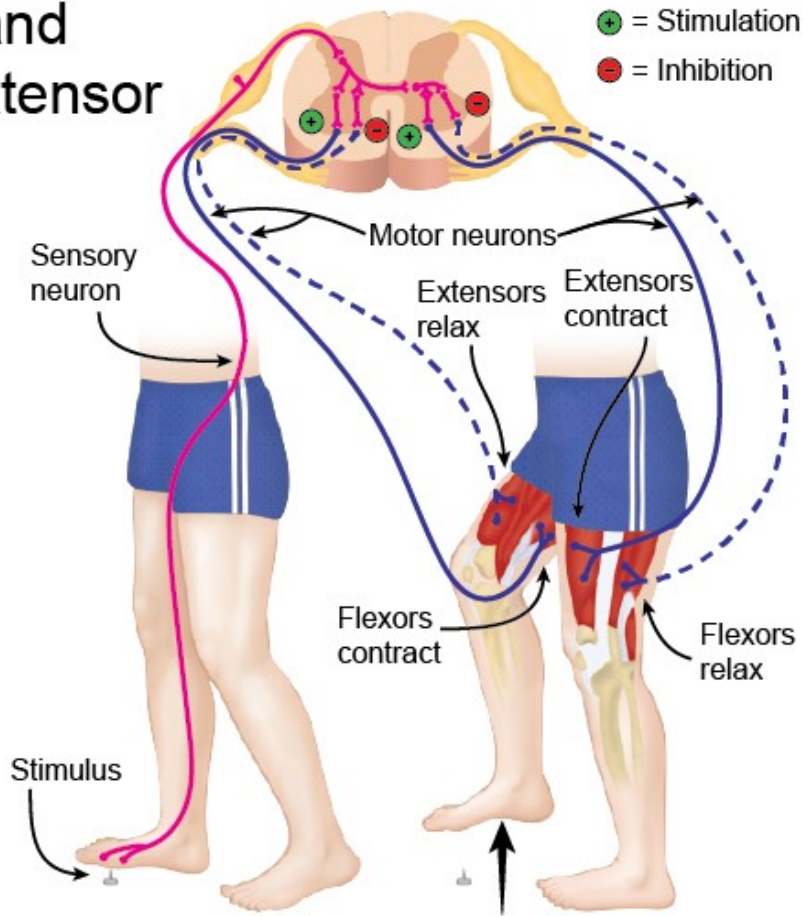
Flexorový reflex



<http://humanphysiology.academy/Neurosciences%202015/Chapter%202/P.2.2%20Spinal%20Reflexes.html>

★ Zkřížený extenzorový reflex

Withdrawal and Crossed Extensor Reflexes



https://content.byui.edu/file/a236934c-3c60-4fe9-90aa-d343b3e3a640/1/module9/readings/somatic_reflexes.html

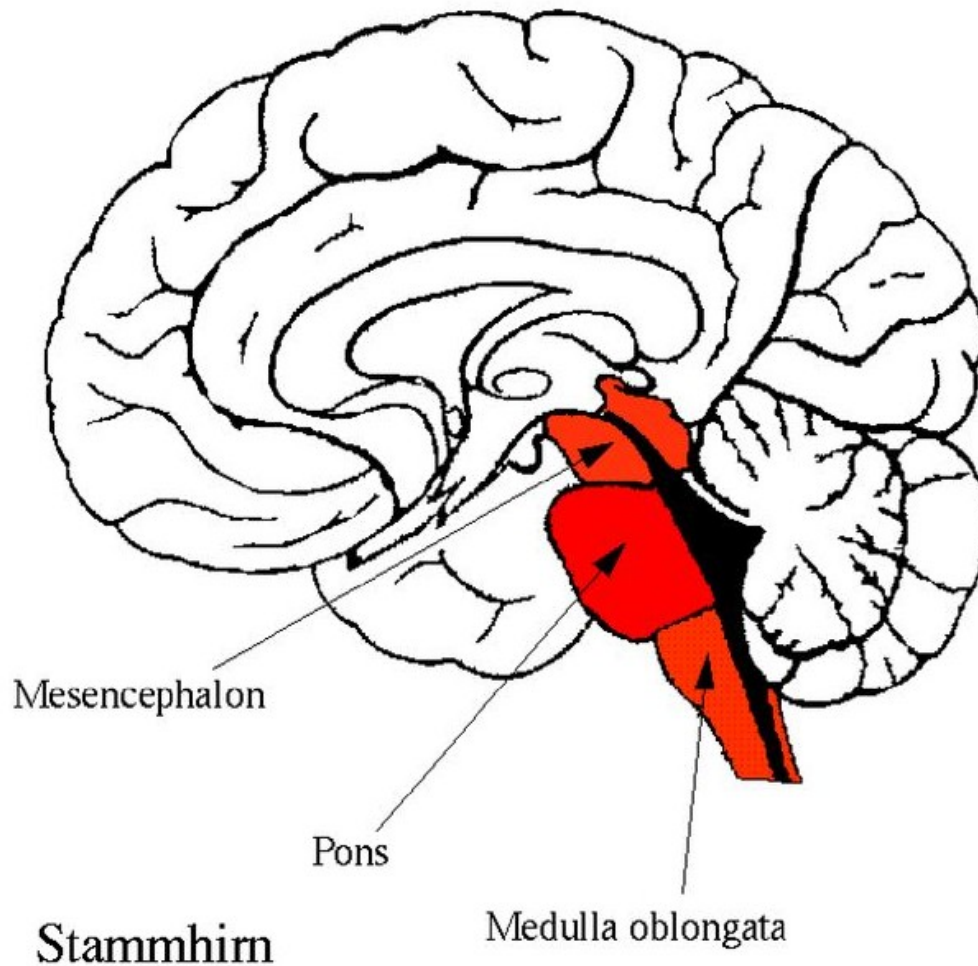
Řízení pohybu na míšní úrovni

- **princip reciproční inervace** – zajišťuje opačný účinek na motoneurony antagonistických svalů (pokud je aktivována skupina agonistů, inhibují se antagonisté),
- **princip záporné zpětné vazby** – interneuron při své aktivaci uvolňuje inhibiční transmitter a inhibuje vlastní motoneuron (kontrakci svalů lze provádět jen do určité míry, což je dáno i aktivací svalových vřetének a Golgiho tělísek),
- **princip převahy vyšších oddílů CNS** (hierarchie řízení) – dokonalejší řízení pohybu převládá nad nižšími úrovněmi řízení,
- **princip společné periferní dráhy** – všechny vlivy způsobující svalovou kontrakci jsou uplatňovány α -motoneurony.

Mícha – shrnutí

- Šedá hmota – těla neuronů – přední a zadní rohy míšň
- Bílá hmota – dráhy
- Princip reciproční inervace
- Reflexy
 - Proprioceptivní
 - Exteroceptivní

Mozkový kmen



- Jádra hlavových nervů -> III. – XII.
- Dráhy
- Retikulární formace
- Speciální jádra



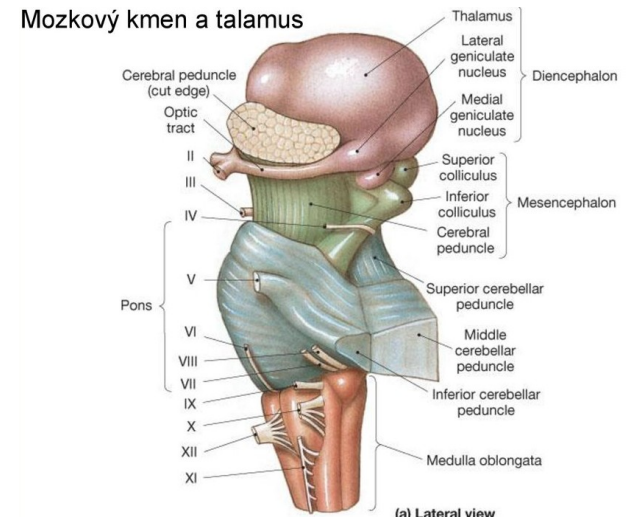
(mimo řízení motoriky – dýchací centra, vazomotorická centra,
podíl na řízení ANS, regulace bolesti, podíl na produkci
neurotransmiterů)

Mozkový kmen

JÁDRA HLAVOVÝCH NERVŮ -> III. – XII.

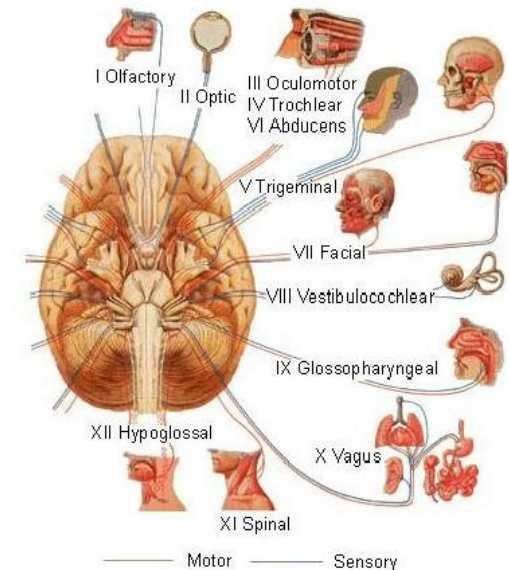


- **N. III (oculomotorius) – okohybné svaly**
- **N. IV (trochlearis) – m. obliquus superior**
- **N. V (trigeminus) – žvýkácí svaly, m. digastricus**
- **N. VI (abducens) – m. rectus lateralis**
- **N. VII (facialis) – mimické svalstvo, m. digastricus, m. stapedius, m. stylohyoideus**
- **N. IX (glossopharyngeus) – svaly měkkého patra**
- **N. X (vagus) – svaly hltanu a hrtanu, orgány**
- **N. XI (accessorius) – m. sternocleidomastoideus, m. trapezius**
- **N. XII (hypoglossus) – svaly jazyka**



Copyright © 2003 Pearson Education, Inc. :

<https://slideplayer.cz/slide/15405550/>



Mozkový kmen

Dráhy

- Sestupné (eferentní) -> pyramidová a extrapyramidové dráhy
- Vzestupné (aferentní) -> dráha zadních provazců
- Střední mozek – zraková a sluchová dráha (tectum = čtverhrbolí)

Speciální jádra

- **Vestibulární jádra** – statokinetické čidlo – poloha hlavy, souhyby očí
- **Ncl. Ruber** -> rubrospinnální dráha -> hrubá motorika
- **Substantia nigra** -> produkce dopaminu, jádro spojená s BG a extrapyramidovým systémem (morbus Parkinson = Parkinsonova choroba)

Mozkový kmen

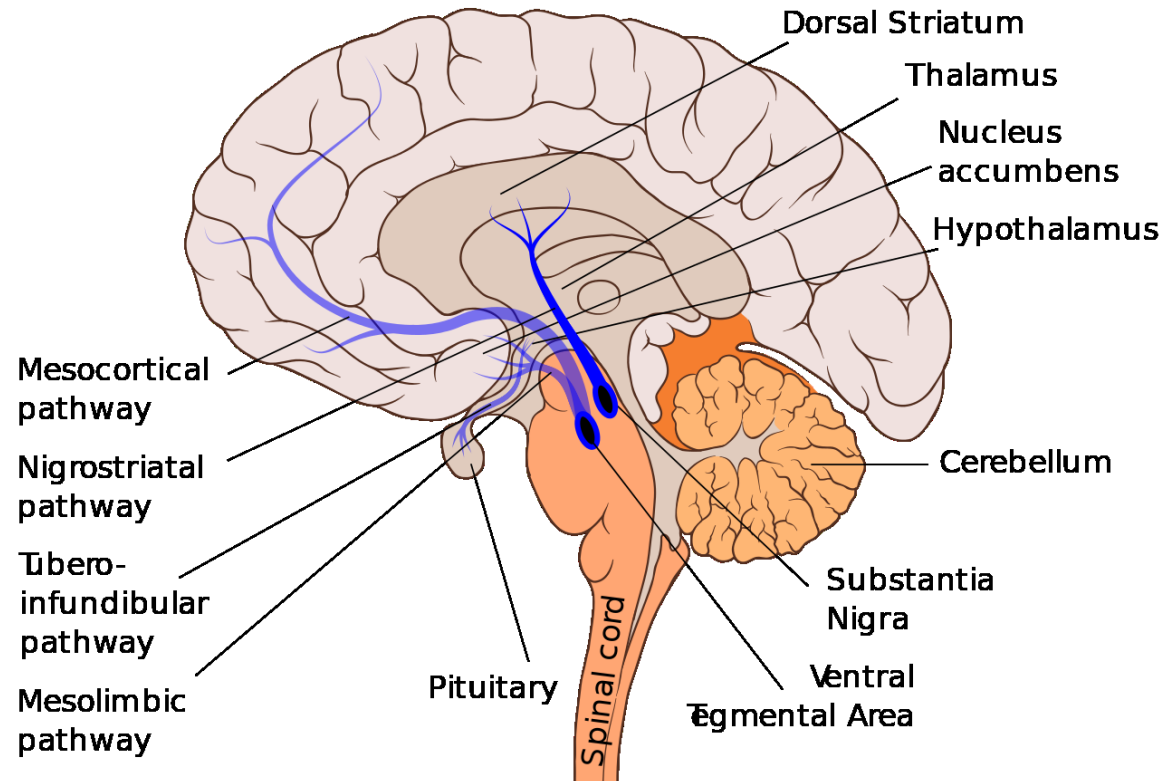
Retikulární formace

- Jedná se skupinu/ systém jader, jejichž buňky mají velké množství výběžků a spojů -> na základě směru se rozděluje -> **ascendentní retikulární (aktivační) systém + descendentní retikulární systém**
- AR(A)S = probuzení a udržování vědomí (cirkadiální rytmus)
- Motoriku kosterních svalů ovlivňuje RF pomocí svých některých jader v pontu, v prodloužené míše a ve středním mozku. Jde především o působení na antigravitační svaly (posturální motoriku) a ovlivnění svalového tonu. **Neurony RF těmito spoji regulují míšní alfa i gama motoneurony (gama smyčka)**. Informace pro regulační působení získávají jádra RF z proprioreceptorů šíjových svalů, z vestibulárních jader, z mozečku, bazálních ganglií a mozkové kůry.

Posturální motorika – antigravitační aktivita + ovlivnění svalového tonu

Mezimozek = diencephalon

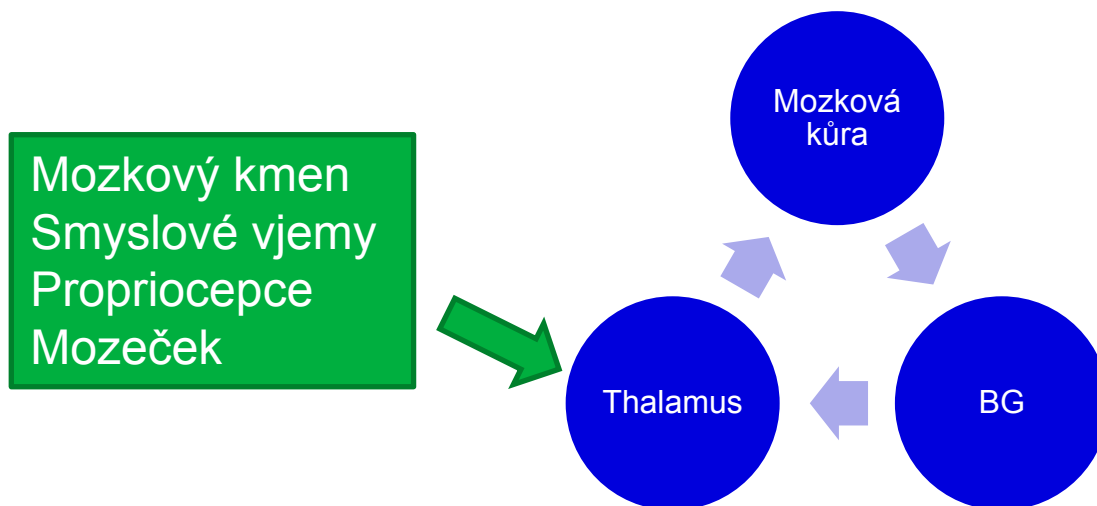
- Thalamus
- Hypothalamus
- Subthalamus
- Metathalamus
- Epithalamus



<https://www.wikiskripta.eu/w/Diencephalon>

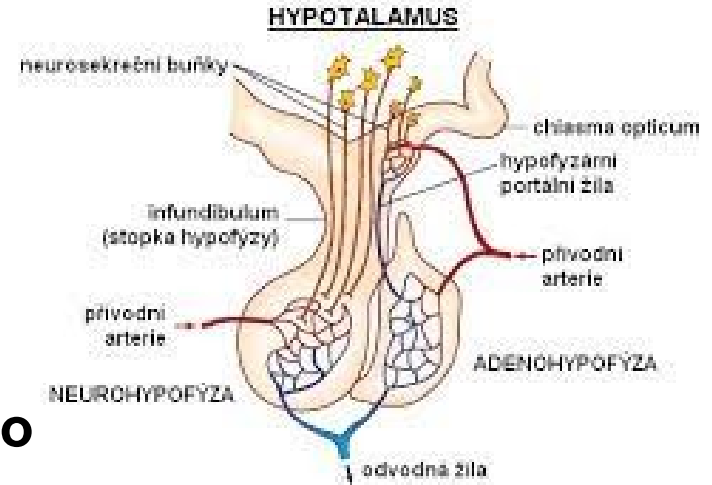
Mezimozek - Thalamus

- „přepojovací stanice“ -> míří sem senzitivní dráhy, dráhy ze smyslových orgánů, dráhy z center CNS (BG), spojení s limbickým systémem
- Skládá se z jader:
 - **nespecifická jádra** (převádějí především aktivační vzruchy z RF do mozkové kůry)
 - **specifická senzorická jádra** (součást zrakové, sluchové, hmatové a propriorecepční dráhy)
 - **motorická jádra thalamu** -> propojení BG a kmene s mozkovou kůrou



Mezimozek - Hypothalamus

- termoregulace**
- regulace příjmu potravy a tekutin (pocit hladu/sytosti, pocit žízně);
- regulace sexuálního chování
- regulace emocí – zapojení do **limbického systému**
- nadřazená struktura pro **autonomní nervový systém**
- nadřazená struktura pro **hormonální regulaci (H-H osa)**
- regulace cirkadiálních i dalších rytmů (incl. Suprachiasmaticus)



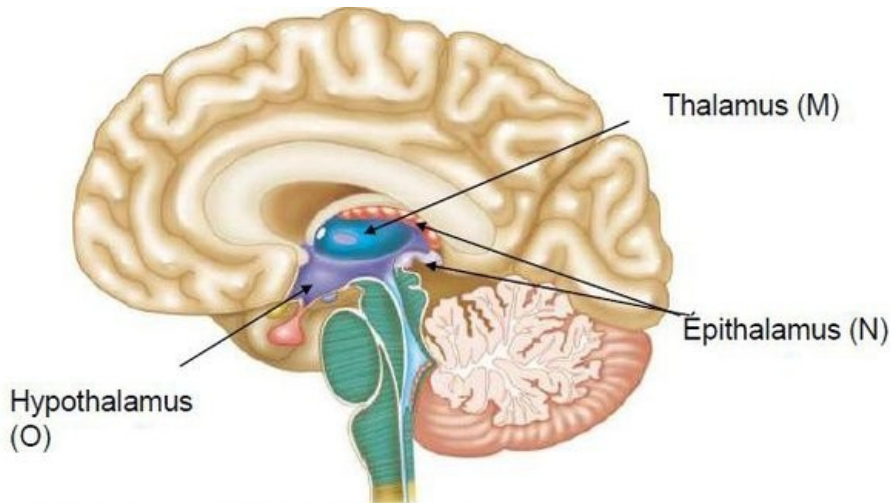
https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT3xICfxg6GdJn8mgUA6I5RZYaCjc55iFjcv6o7C_FqxgNKD-DVqITyy_XM2ION3pFvIKE&usqp=CAU



Mezimozek – další části

- **Subthalamus – ncl. Subthalamicus – jádro spojené s BG**

- **Methalamus**
 - Zrakové a sluchové dráhy
- **Epithalamus**
 - Epifýza = nadvěšek mozkový = šišinka – hormon melatonin
 - Jádra – limbický systém



Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

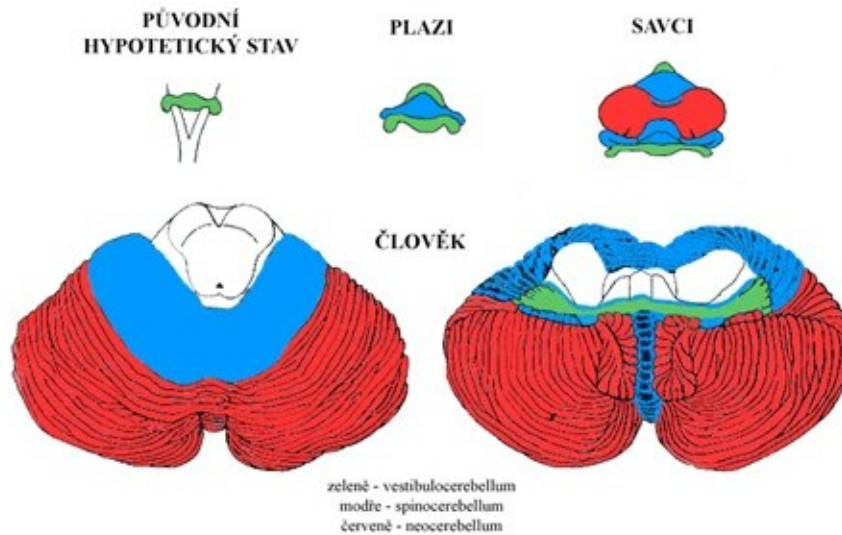
<https://www.quora.com/Where-is-the-epithalamus-located>

Mozeček

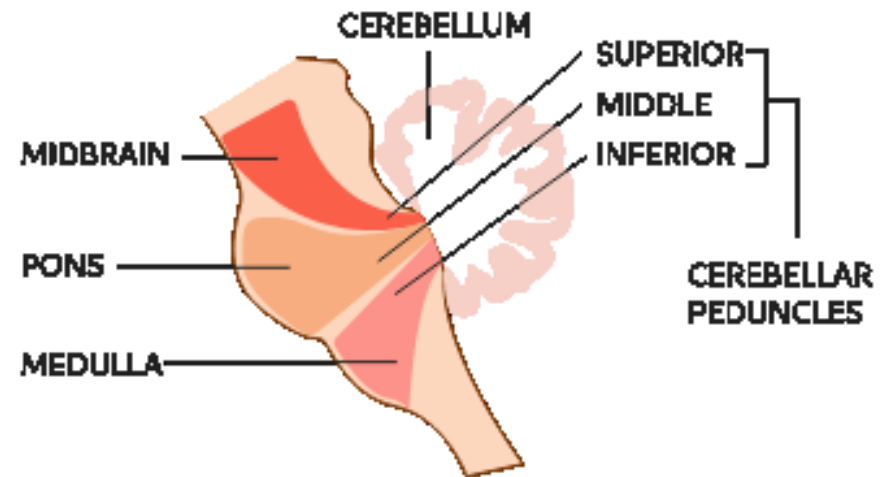
Pro řízení hybnosti a popisu jednotlivých funkcí je stěžejní **funkční dělení mozečku**

- **Vestibulární mozeček (Vestibulocerebellum)** – informace ze statokinetického čidla -> vzpřímená pozice těla, rovnováha
- **Spinální mozeček (Spinocerebellum)** – informace především z proprioreceptorů a exteroceptorů -> regulace svalového tonu (působí tlumivě na okruhy antigravitačních svalů)
- **Cerebrální mozeček (cerebrocerebellum)** – informace z mozkové kůry, podíl na plánování pohybu -> koordinace volní motoriky

Mozeček

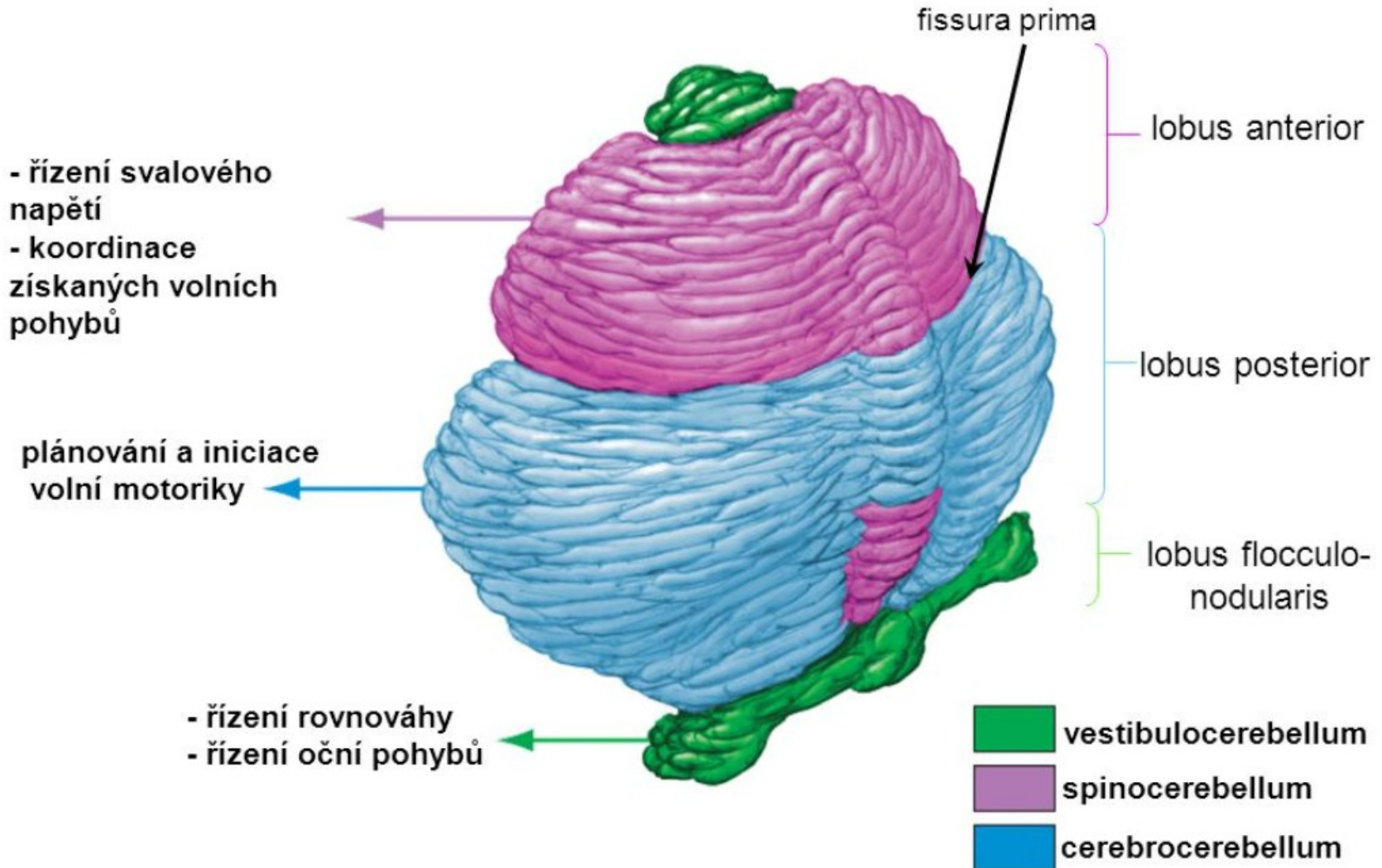


<https://slideplayer.cz/slide/5639499/>



<https://www.chegg.com/learn/biology/anatomy-physiology-in-biology/cerebellum-and-memory>

Mozeček



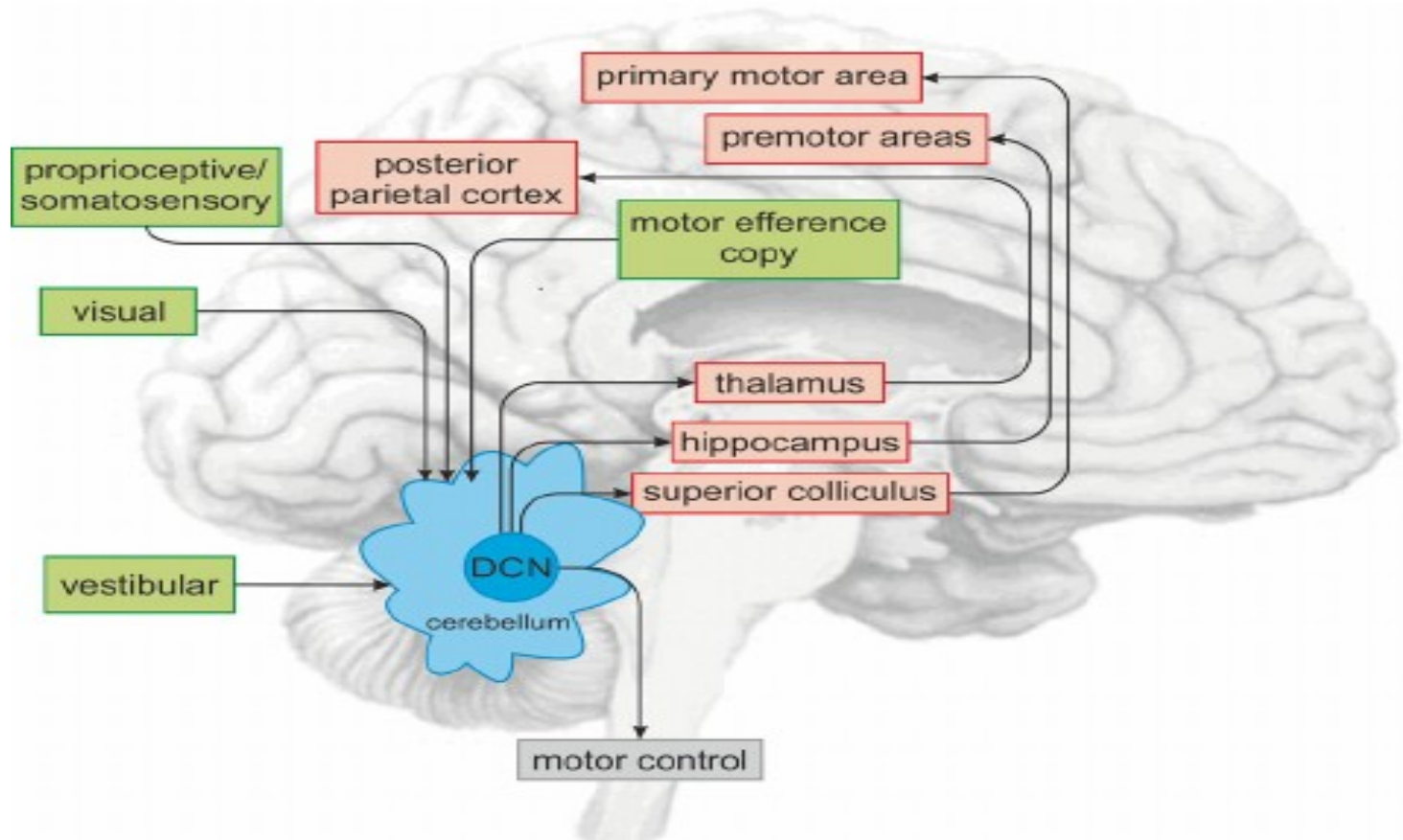
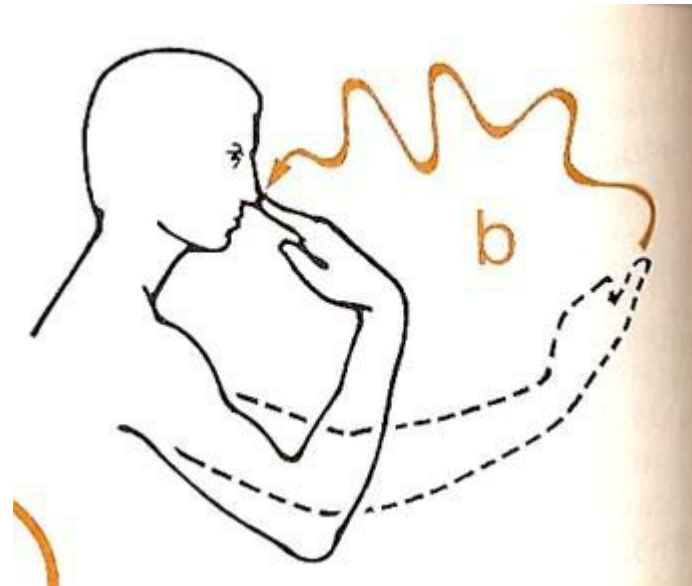


schéma zapojení mozečku v řízení motoriky

zdroj (https://www.researchgate.net/figure/The-cerebellum-integrates-sensory-input-green-boxes-from-multiple-systems-including_fig4_269223097)

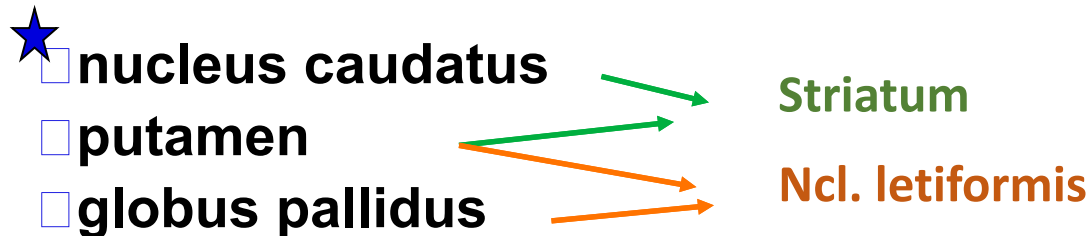
Poruchy mozečku - projevy



<https://slideplayer.cz/slide/3748326/12/images/4/Lokalizace+I%C3%A9ze+2+vermis+-+paleocerebel%C3%A1rn%C3%AD+sy+poruchy+rovnov%C3%A1hy%3A.jpg>

Bazální ganglia

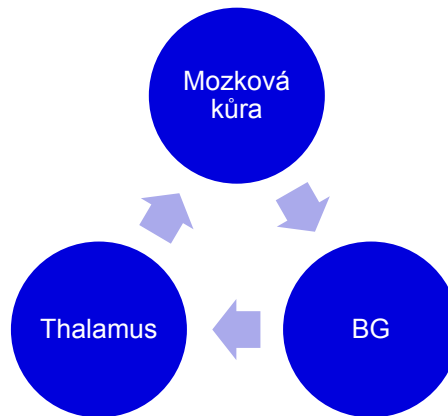
- Bazální ganglia jsou **velká jádra**, která jsou součástí šedé hmoty koncového mozku zevně od thalamu, zanořené do bílé mozkové hmoty. Jedná se o vývojově staré struktury. **Uplatňují se při vytváření a řízení pohybu, podílejí se také na kognitivních funkcích a funkcích limbického systému.**



funkčně k nim dále řadíme: substantia nigra, ncl. Subthalamicus

Bazální ganglia

- **Okruh bazálních ganglií** – okruh, kde jsou BG spojena s mozkovou kůrou -> výběr pohybu, regulace aktivity mozkové kůry, aby byl pohyb plynulý (podíl na motorickém učení)



- **BG zajišťují přechod plánu do programu** -> Neurony ganglií vysílají časoprostorově uspořádané impulzy, které určují parametry pohybu -> tj.: sílu, směr, rychlost a amplitudu pohybu.



Klíčky bazálních ganglií [[upravit](#) | [editovat zdroj](#)]

	Kůra →	→ Vstupní BG →	→ Výstupní BG →	→ Jádra thalamu →	→ Kůra	Funkce
Senzorimotorická	primární motorická (4), premotorická a suplementární motorická (6), somatosenzitivní (3, 1, 2)	putamen	globus pallidus medialis, substantia nigra – pars ret.	ncl. ventrales anteriores (VA) (ncl. ventrales laterales (VL))	suplementární motorická (6)	základní motorické vzorce
Okulomotorická	frontální okoohybné pole (8), prefrontální, sekundární zraková (18, 19)	ncl. caudatus	globus pallidus medialis, substantia nigra – pars ret.	ncl. ventrales anteriores (VA) ncl. mediodorsales (MD)	frontální okoohybné pole (8)	motorika oční koule
Asociační	prefrontální, zadní parietální, premotorická (6)	caput ncl. caudati	globus pallidus medialis, substantia nigra – pars ret.	ncl. ventrales anteriores (VA) ncl. mediodorsales (MD)	prefrontální (6)	prostorová paměť
Limbecká	orbitofrontální (11, 12, 47), limbické korové oblasti (hippokampální formace, gyrus cinguli)	striatum ventrale (ncl. accumbens), caput ncl. caudati	pallidum ventrale	ncl. mediodorsales (MD) (ncl. ventrales anteriores (VA))	orbitofrontální (11, 12, 47), area cingularis ant.	motorická odpověď limbického systému

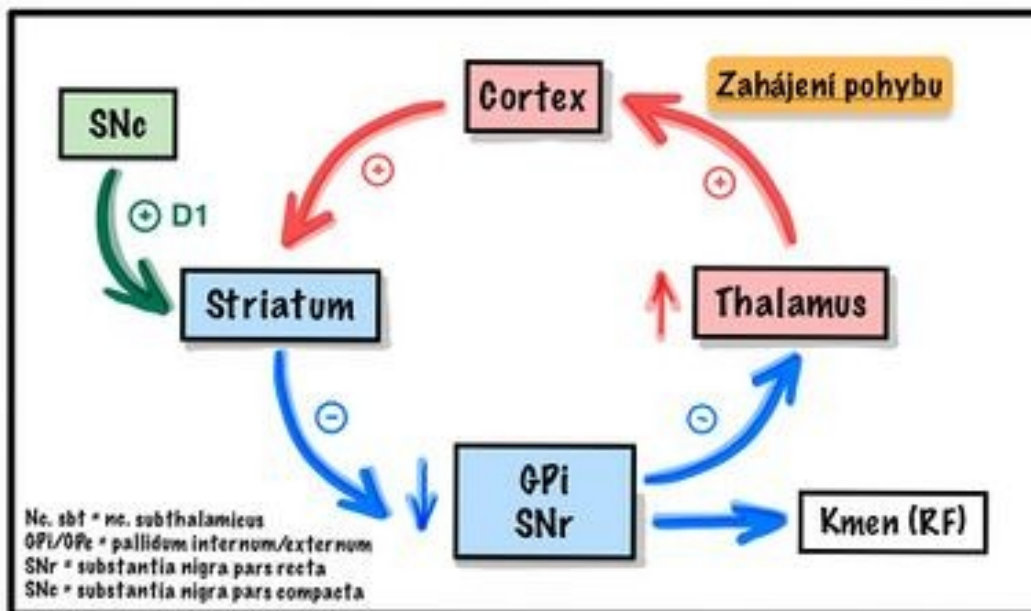
[1][3][2]

https://www.wikiskripta.eu/w/Bazáln%C3%AD_ganglia



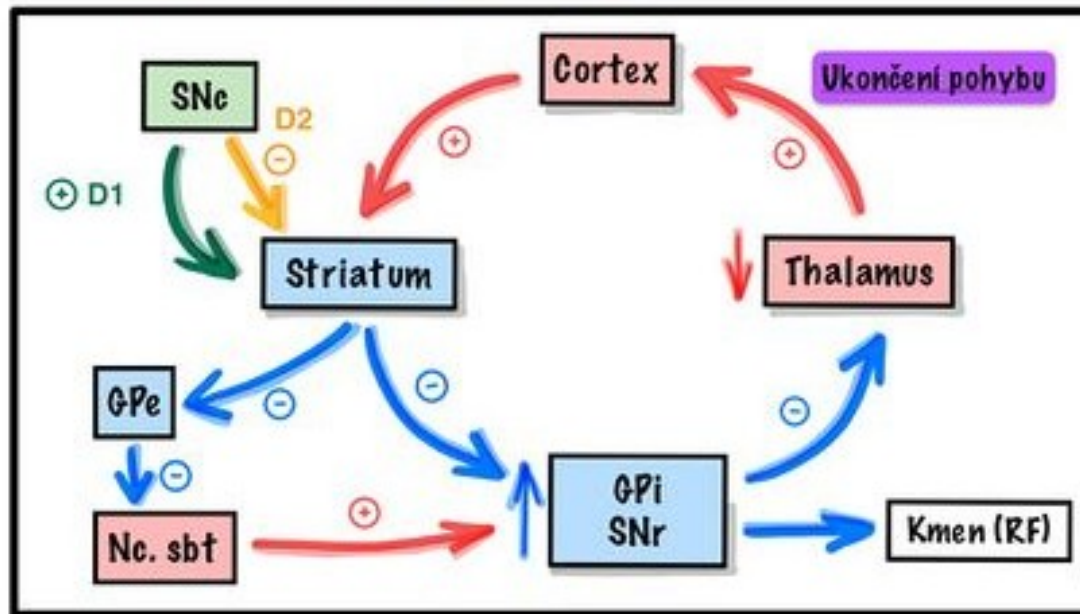
Bazální ganglia – přímá dráha

Přímá dráha (excitační): Aktivované **striatum** tlumí funkci **GPI/SNr** nedochází k inhibici signálu v **thalamu/RF** → **zahájení pohybu**



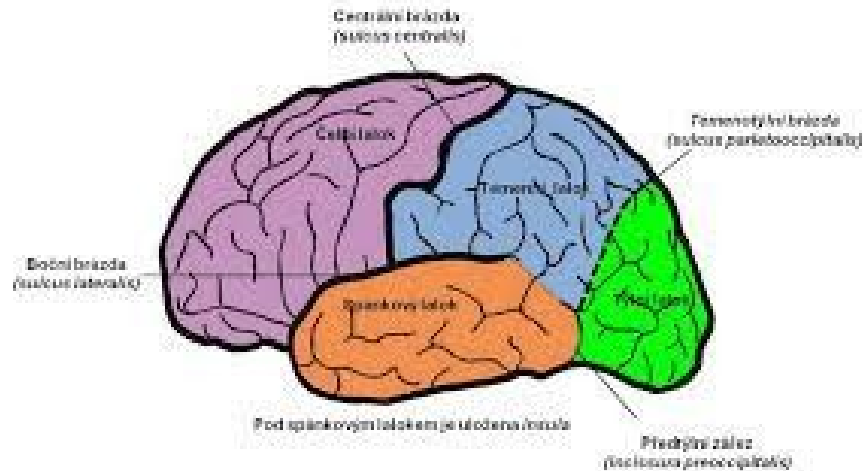
★ Bazální ganglia – nepřímá dráha

Nepřímá dráha (inhibiční): Ze **striata** pokračuje signál do **GPe** a následně do **nc. sbt.**, které zvýší aktivitu **GPi/SNr**, což utlumí přenos signálu do **thalamu** → **ukončení pohybu**



https://www.wikiskripta.eu/w/Baz%C3%A1ln%C3%AD_ganglia#/media/Soubor:C7D53B82-71A0-4573-8C2C-DACDE7437A6A.jpeg

Mozková kůra



<https://www.brainmarket.cz/nase-novinky/vse--co-jeste-chteli-vedet-o-mozku-a-bali-jste-se-zeptat/>

Mozková kůra – nejvyšší řídicí a integrační centrum

řízení: motorika, autonomní funkce, senzitivní funkce

integrace: emoce, paměť, řeč, myšlení, spánek a bdění, motivace...

Mozková kůra – hierarchie

□ Prefrontální oblast

- Integrace věštětiných
- Integrace s m (amygdala) a m (ním)
mem (RF přes thalamus)
- Motivace, vůle a elnost pohybu

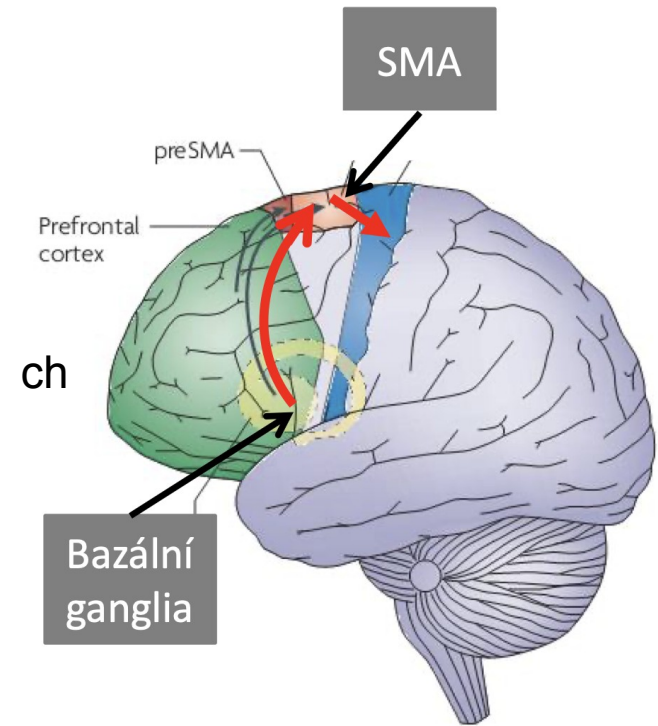
□ Suplementární motorická oblast (SMA)

- BG – plánování a výběr dílčích pohybů, tlumení nežádoucích pohybů
- vnitřní spouštěcí mechanismů stereotypů (bil. Koordinace pohybů HK)
- aktivace při představení pohybu!

□ Parietální – premotorická oblast (PMA)

- Senz. informace – parietální kůra – premotorická oblast – primární motorická oblast

□ Primární motorická oblast -> gyrus precentralis (motorický homunculus)

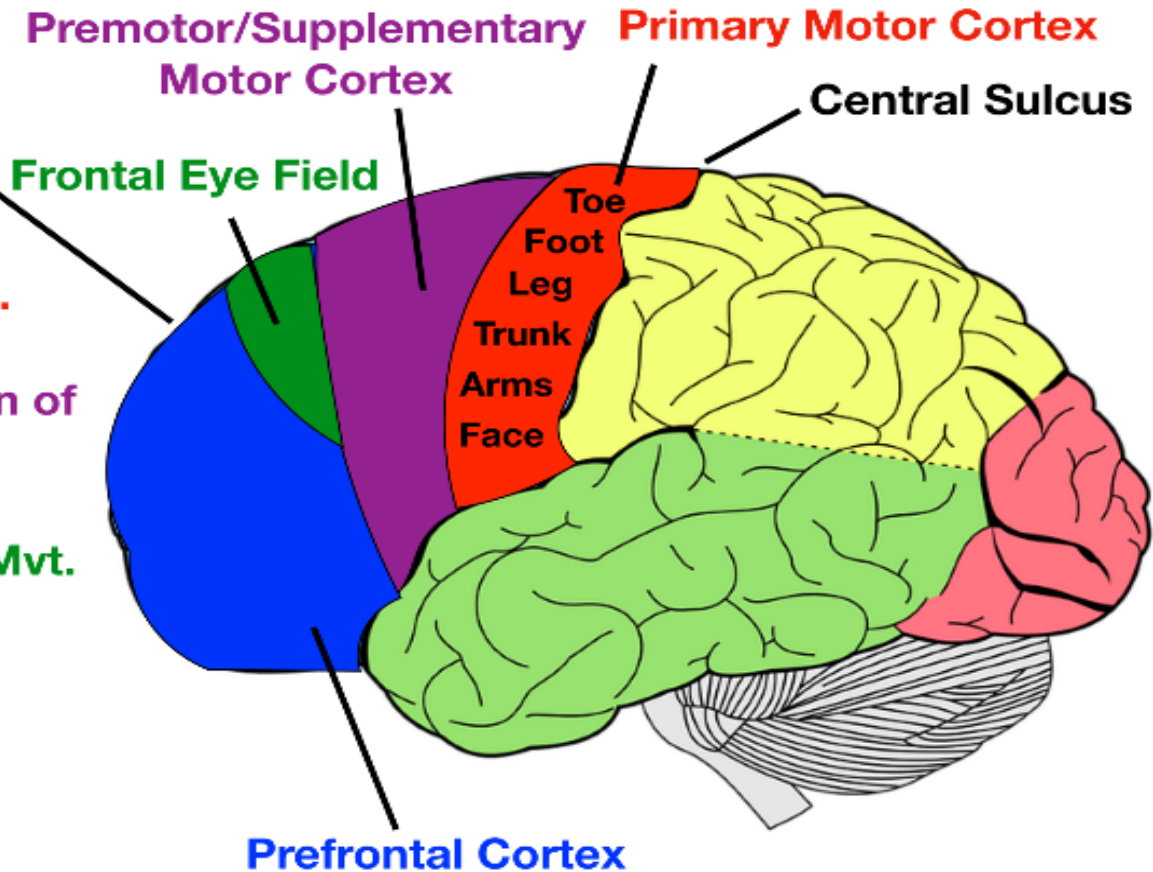


Haggard, 2008

Frontal

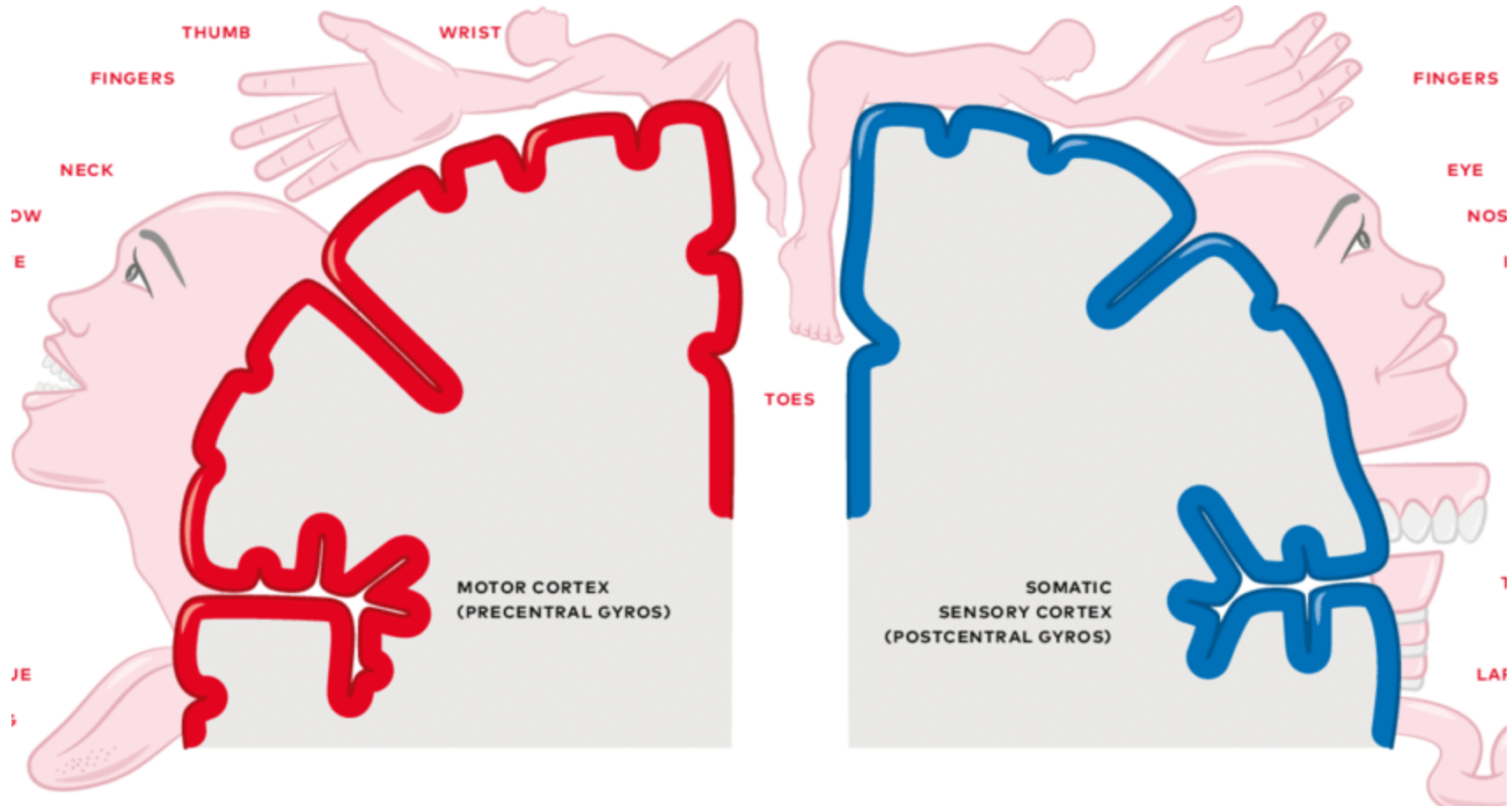
Functional Areas

- **Primary Motor Cortex**
 - **Voluntary Muscle Mvt.**
- **Premotor/S.M.C (MAC)**
 - **Planning/Coordination of Movement**
- **Frontal Eye Field**
 - **Voluntary Rapid Eye Mvt.**
- **Prefrontal Cortex**
 - **Executive Functions, Behavior, Personality**



<https://www.ezmedlearning.com/blog/cerebral-cortex-lobe-anatomy>

Motorický a citlivý homunkulus



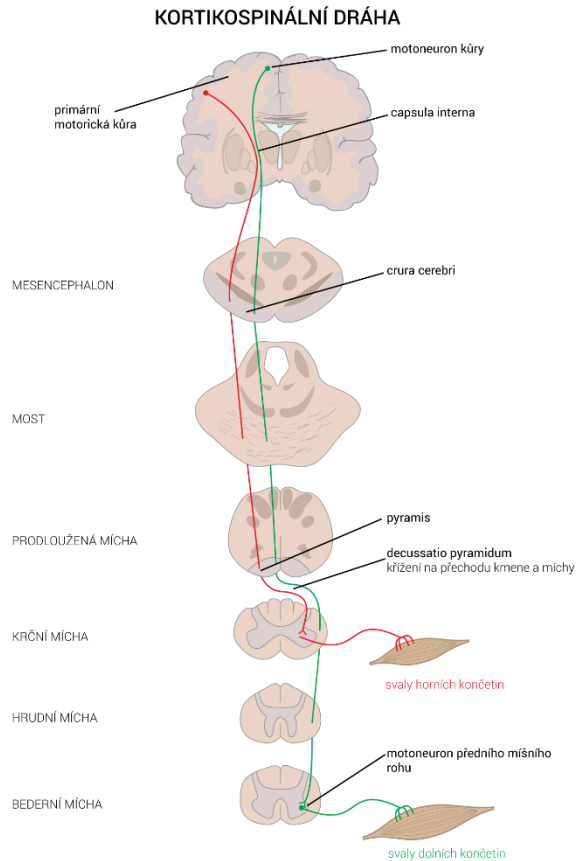
https://www.researchgate.net/publication/339140683_Tactile_Working_Memory_Scale_a_Professional_Manual_by_Tactile_Working_Memory_Scale/figures?lo=1

Motorické dráhy

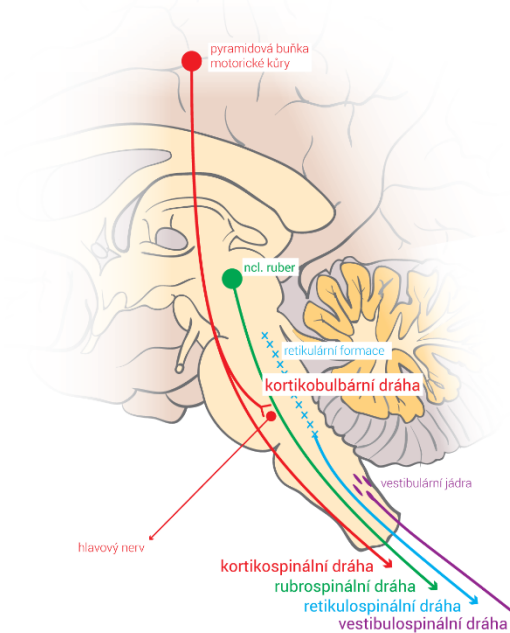
- **Pyramidová dráha** – volní motorika (=kortikospinální dráha)

- **Extrapiramidové dráhy**
 - regulace reflexních oblouků (retikulospinální dráha)
 - udržování rovnováhy a postoje (mimovolní motorika) (vestibulospinální dráha)
 - provádění hrubých pohybů velký svalů pletenců (volní motorika) (rubrospinální dráha)

Motorické dráhy



PYRAMIDOVÉ A EXTRAPYRAMIDOVÉ DRÁHY



<http://www.cnsonline.cz/?p=112>

Řízení volního pohybu

1) Plánování

- Podnět k provedení pohybu
- Asociační kůra, LS

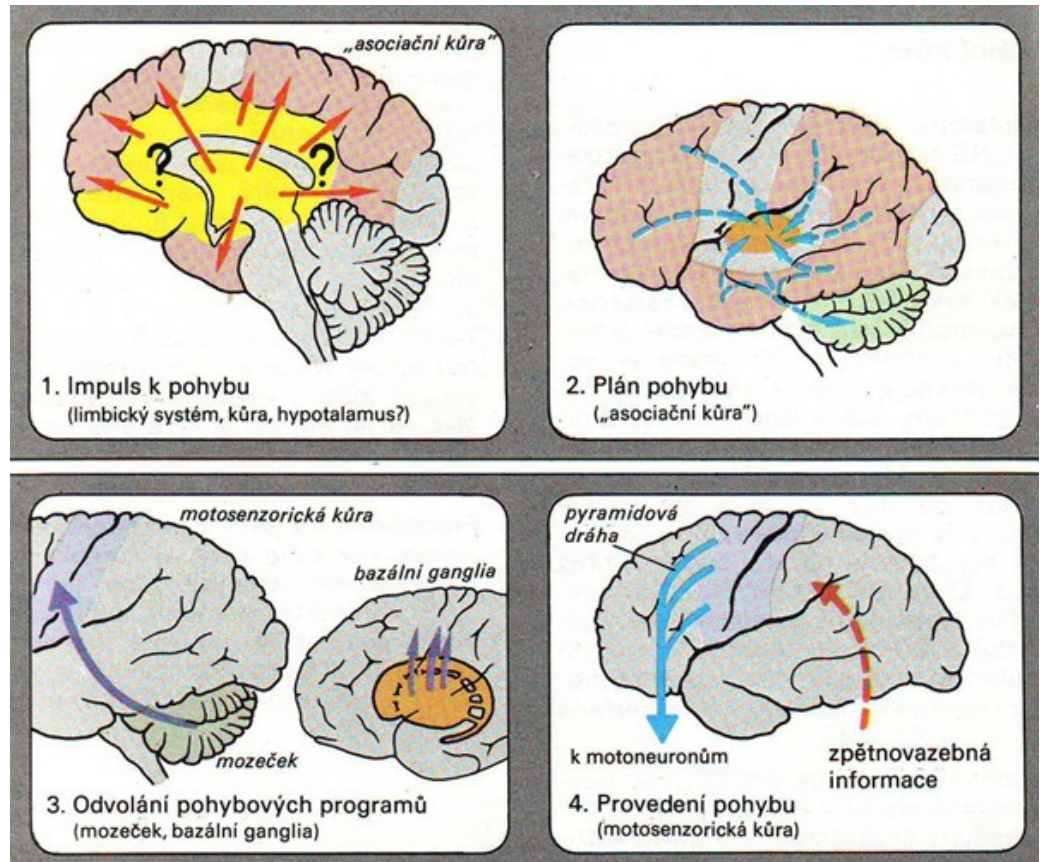
2) Iniciac

- Motorická korová oblast

3) Provedení

- Kmen, mícha

Kontrola a modulace – BG,
mozeček

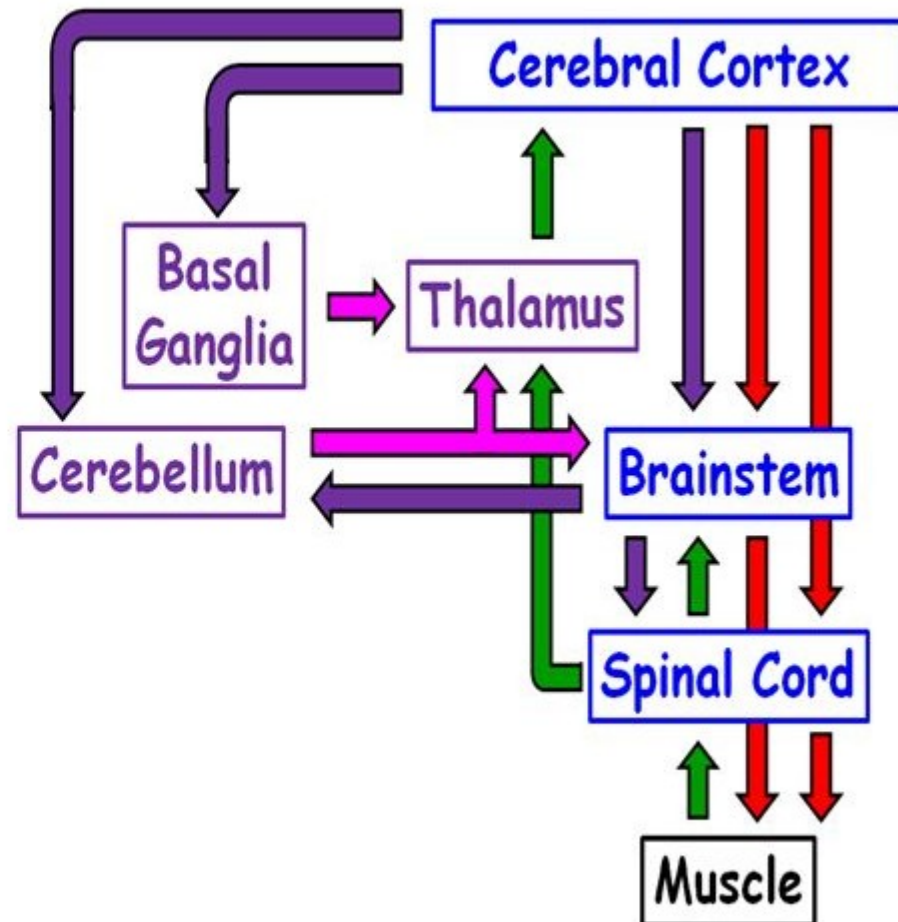


https://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/rizeni_hyb_systemu.html

Řízení pohybu - shrnutí

- **Motorická kůra F laloku** - programování, plánování a iniciace cílených pohybů - odpovídá za volní hybnost
- **Kmen** - regulace svalového napětí a kontrola pohybu
- **Mícha** - základní postojové a pohybové reakce, reflexní oblouk
- **Motorická jednotka** - motorický nerv spojení míchy se svalovým vláknem -

- **Bazální ganglia** - modulace informací z kůry, vypracování pohybových programů
- **Mozeček** - udržování stoje a polohy a kontrola pohybů
- **Thalamus** - registrace pohybů, koordinace senzitivity a motoriky



Limbecký systém

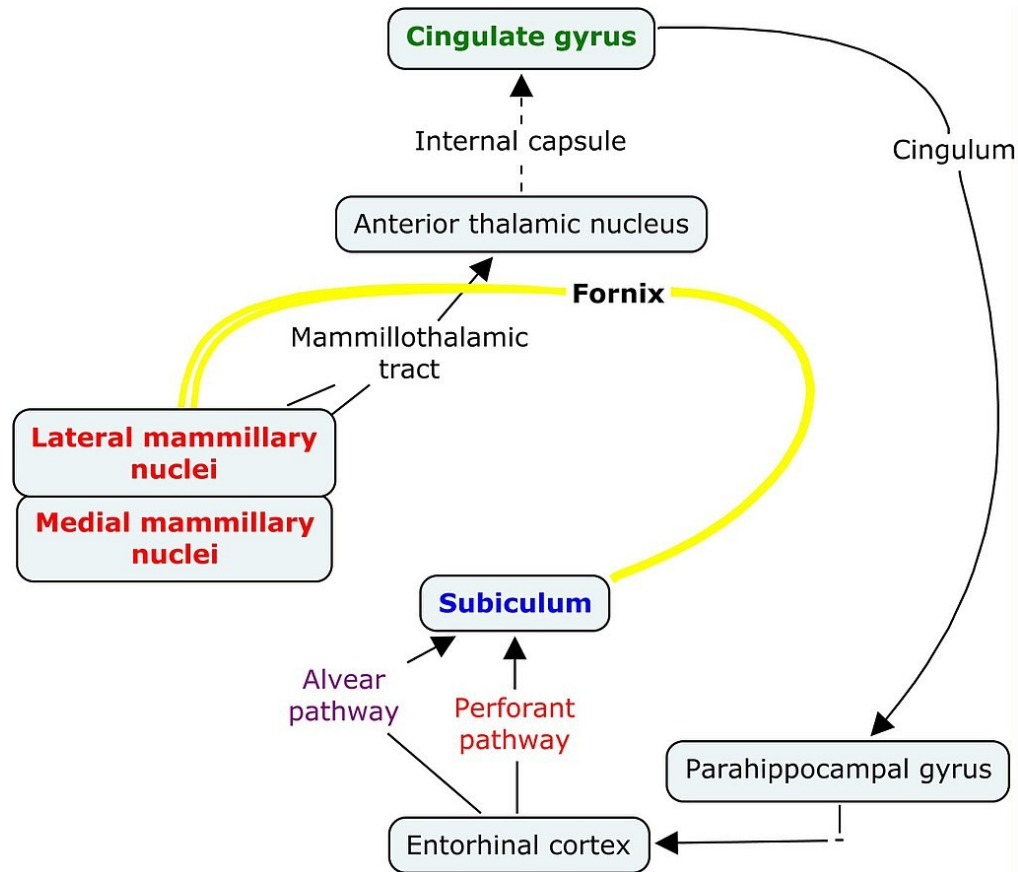
Struktury:

- Rhinencephalon = čichový mozek (korová oblast) – hipokampus, gyrus dentatus , gyrus cinguli
- Podkorové oblasti
 - Septum
 - Amygdala
 - Nucl. Thalami anteriores
 - Části hypotalamu – corpus mamilare

Struktury jsou vzájemně propojeny – systém je znázorněn Papezovým a Andersenovým okruhem



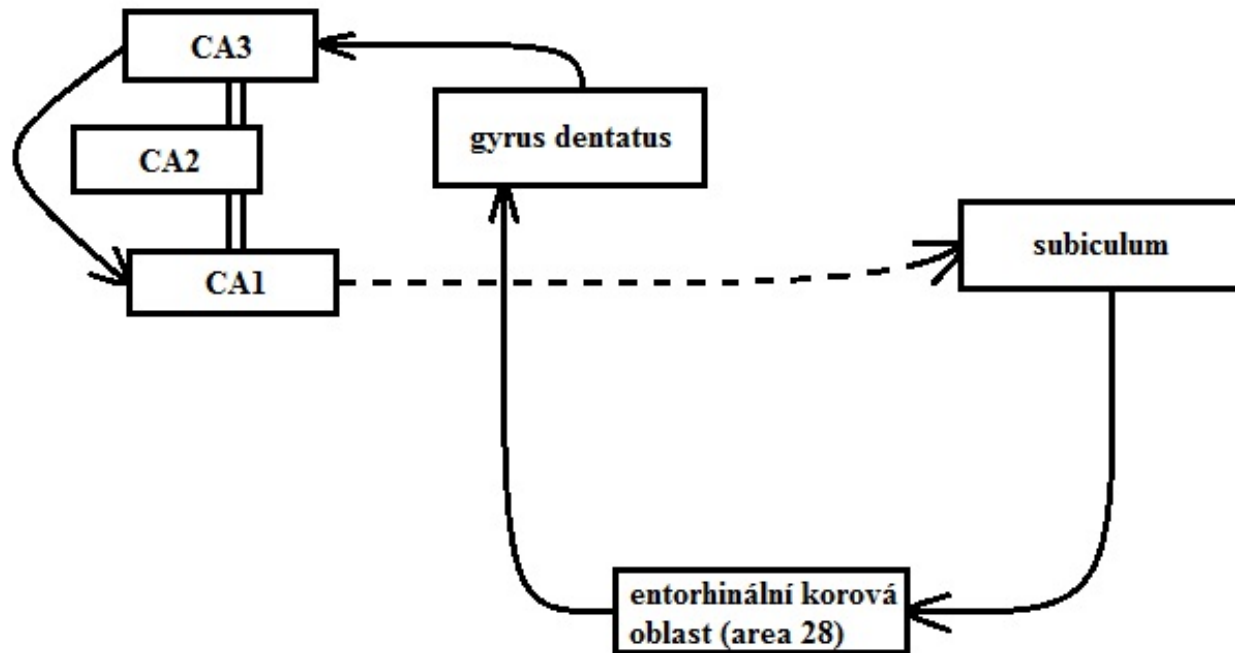
Papezův okruh



https://www.wikiskripta.eu/w/Limbick%C3%BD_syst%C3%A9m#/media/Soubor:Papez_Circuit.jpg



Andersenův okruh (vnitřní zapojení hippokampální formace)



https://www.wikiskripta.eu/w/Limbick%C3%BD_syst%C3%A9m#/media/Soubor:Andersen%C5%AFv_okruh.jpg

Amygdala

- Amygdala koordinuje somatické funkce při emočních reakcích
- Nejspíše se účastní **vytváření paměťové stopy ve vztahu k emocím**
- Důležitá je tak role amygdaly s podmiňováním strachu a při emočních projevech úzkosti

Septum

- Septum reguluje emoce a **schopnost učení**
- Podílí se na pohnutkách, jako jsou sexuální drive, hlad, žízeň, **agrese a strach**
- Bohaté na nikotinové receptory

Hipokampus

- Účastní se při tvorbě **podmíněných reflexů**
- **Paměť deklarativní** – poškození hypokampu vede k problému ve vytváření nových stop
- **Paměť prostorová** – hypokampus se podílí na ukládání a zpracování prostorových informací

Funkce limbického systému

- Somatovegetativní regulace – žvýkání, slinění dýchání, polykání, vyprazdňování a sexuální aktivita
- **Účast na tvorbě paměťové stopy** – emoční prostředí má významnou roli v procesu učení , účast na prostorové orientaci
- **Prostorová orientace** – hypokampus
- **Integrace funkčních změn při emocích** – útlum pohybů při napjaté pozornosti
- Chování zajišťující zachování jedince a rodu – příjem potravy, boj o místo v přírodě a společnost, sexuální chování
- Obecně lze tak říct, že LS zasahuje do **systemu motivací**

Funkce limbického systému

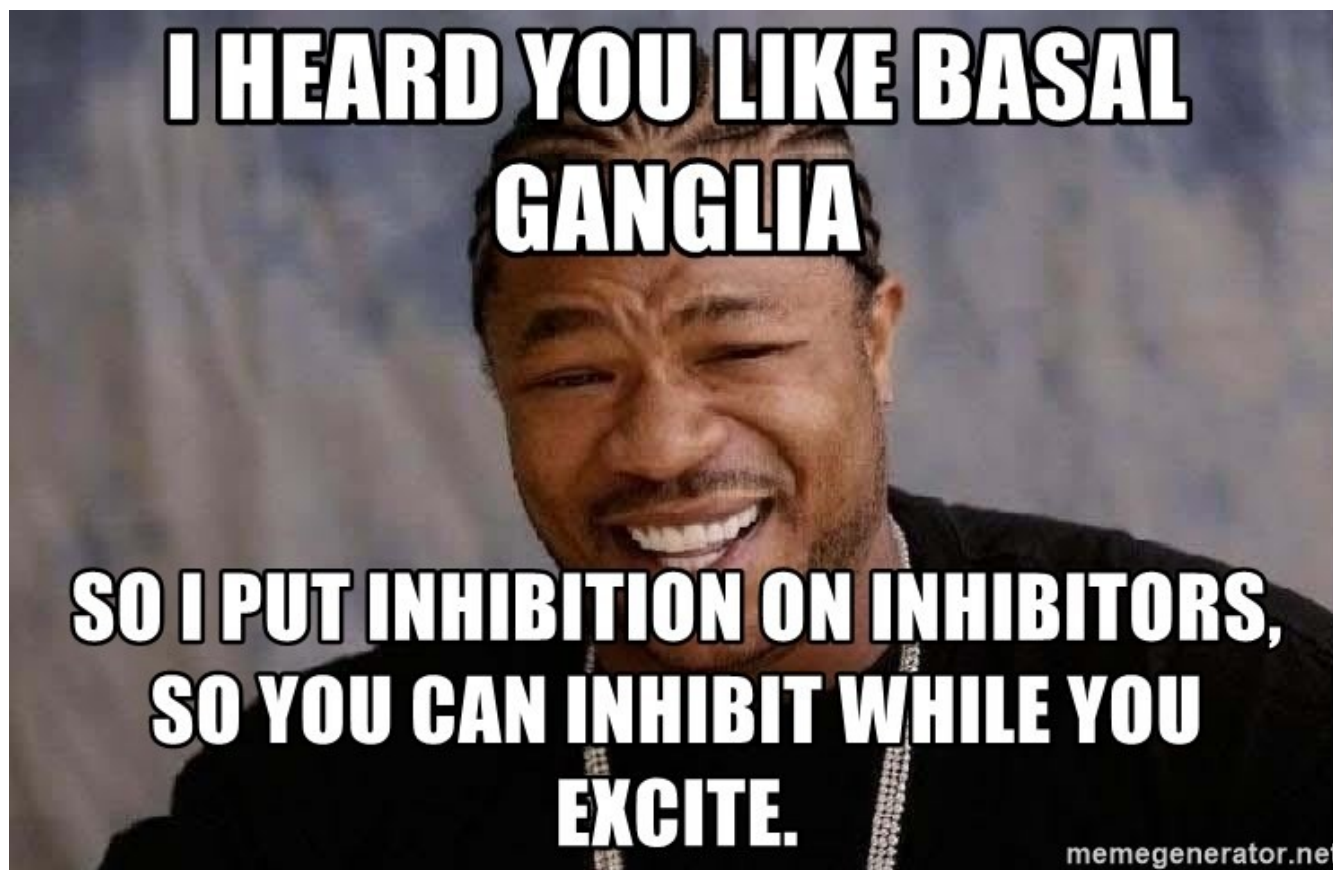
- Mezi nejdůležitější funkce limbického systému patří kontrola úzkosti, strachu, sociálního a emočního chování (především díky amygdale), účast na procesech krátkodobé paměti (dlouhodobá se týká spíše thalamo-kortikálních a intrakortikálních spojů) a dokonce i řízení srdeční činnosti, dýchání (díky napojení na hypothalamus) nebo sekrece endokrinních žláz.
- K dalším funkcím řadíme souvislost se sexuálními projevy či péčí o potomstvo. Celý komplex funguje i díky dodávání acetylcholinu jako mediátoru ze septum verum. **Především kvůli rozsáhlým spojům s asociačními oblastmi frontálního, parietálního a temporálního laloku se limbický systém podílí na smyslovém vnímání a jeho vyhodnocování.**

Limbecký systém – spojení se strukturami CNS

- Propojení s bazálními ganglii – ovlivňuje řízení motoriky
- Propojení s prefrontální kůrou- ovlivnění motivace a myšlení (motivace k pohybu)

MUNI SPORT

Děkuji za pozornost!



Zdroje:

- <https://is.muni.cz/el/1451/podzim2016/bp1807/um/gama-smycka.pdf>
- <https://ftvs.cuni.cz/FTVS-1513.html>
- https://neurologie.lf1.cuni.cz/1LFNK-294-version1-principy_rizeni_motoriky.pdf
- https://www.wikiskripta.eu/w/Motorick%C3%BD_syst%C3%A9m
- Přednášky: Neurofyzologie a neuropatofyzologie – MUDr. Kapounková Ph.D.
- Přednášky: Kineziologie – doc. MUDr. Müller Ivan, CSc.
- Základy neurologie – Ambler Zdeněk (2012)
- Kineziologie – František Velé (2006) – ISBN: 80-7254-837-9

Zdroje:

- ❑ <https://ftvs.cuni.cz/FTVS-1515.html>
- ❑ http://old.ftk.upol.cz/fileadmin/user_upload/FTK-dokumenty/Katedra_fyziologie/FYO_13_bonus_rizeni_motoriky.pdf
- ❑ https://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/zakladni_slozky.html#svaly
- ❑ <http://www.cnsonline.cz/?p=311>
- ❑ Mysliveček a Rijiak – Fyziologie – repetitorium
- ❑ https://www.wikiskripta.eu/w/Motorick%C3%BD_syst%C3%A9m#/media/Soubor:Hierarchie_%C5%99%C3%ADzen%C3%AD_motoriky.png