

**MUNI**  
**SPORT**

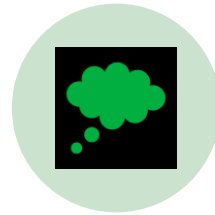
# **Aplikovaná kineziologie**

Řízení pohybu

# Motorický systém – řízení hybnosti



Cílená volní  
motorika

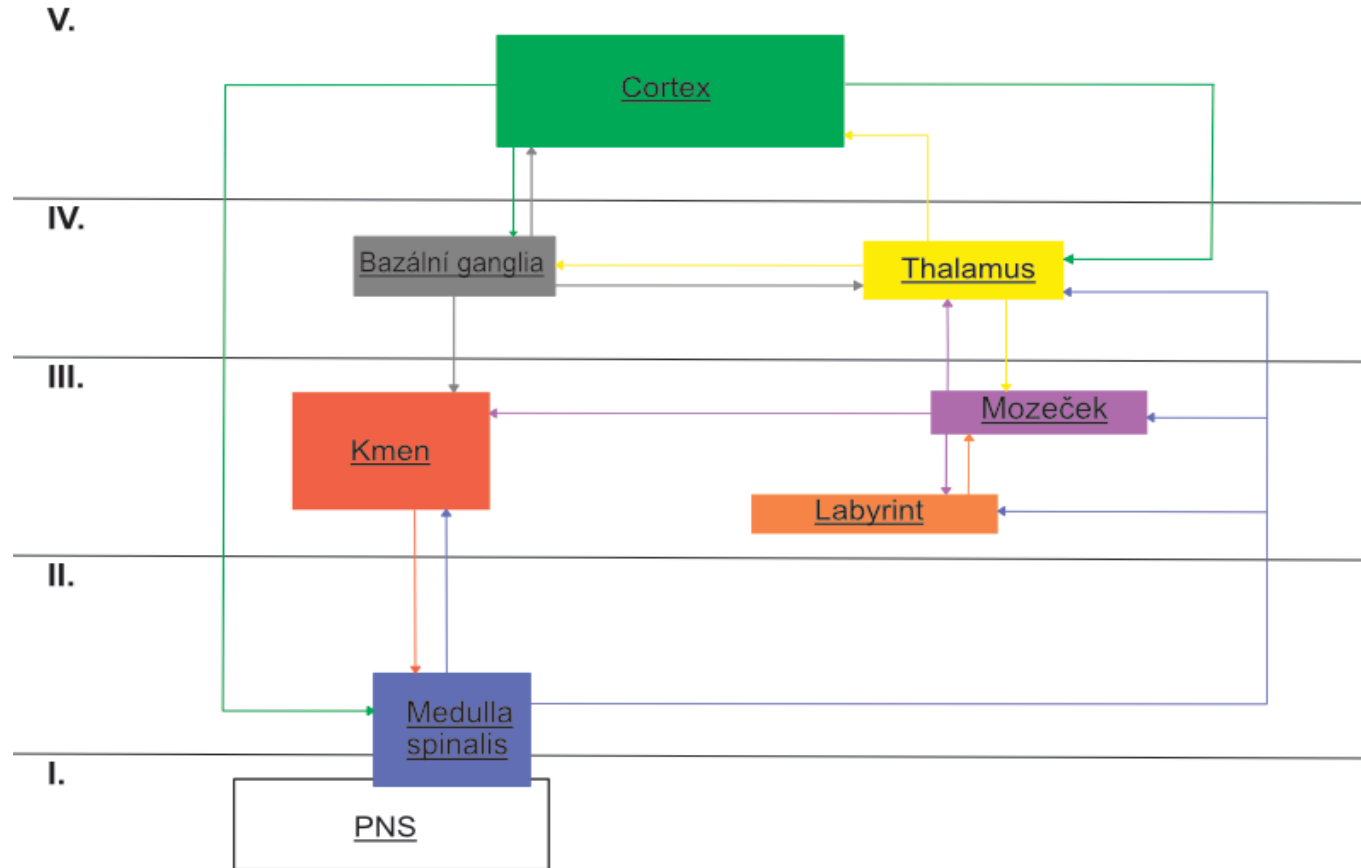


Reflexní  
mimovolní hybnost

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](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

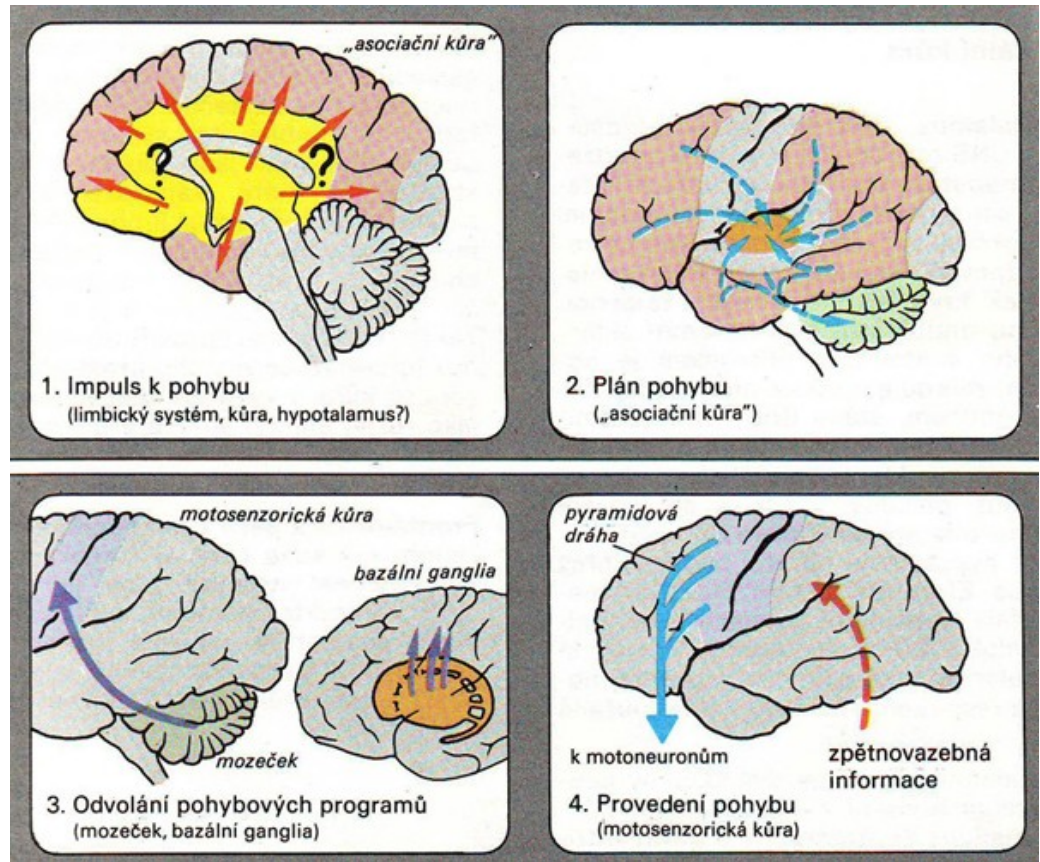
## 2) Iniciac

- Motorická korová oblast

## 3) Provedení

- Kmen, mícha

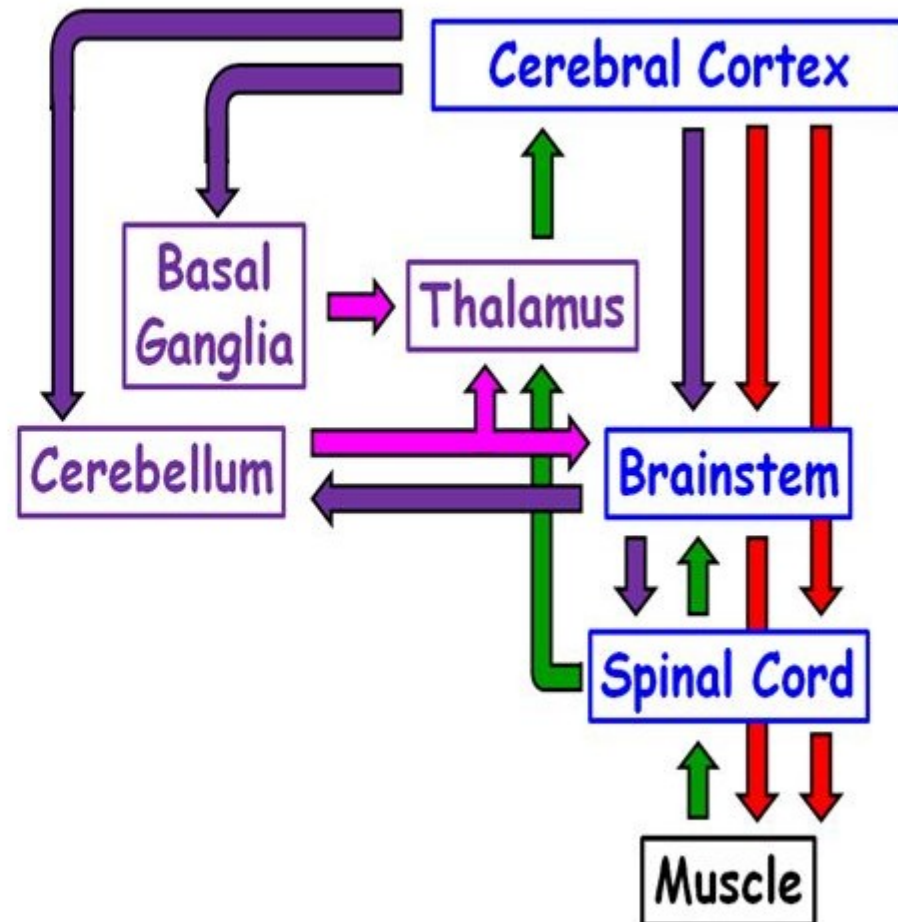
Kontrola a modulace – BG,  
mozeček



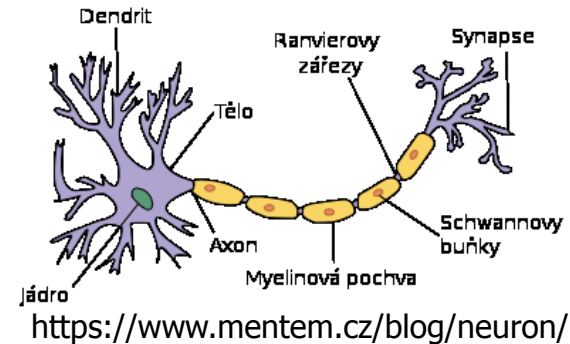
[https://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/rizeni\\_hyb\\_systemu.html](https://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/rizeni_hyb_systemu.html)

# 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



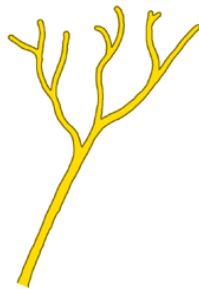
# Neurony – přehled



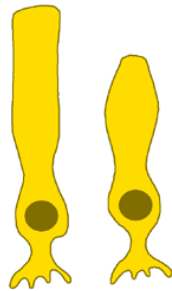
- **Senzitivní neurony** – aferentní -> informace z periferie do CNS (exterocepce, propiocepce, interocepce) + zpětná vazba (těla leží ve spinálních gangliích -> PNS)  
(**Nocicepce** -> bolestivý vjem)
- **Senzorické neurony** – aferentní -> informace ze smyslových orgánů (receptorových buněk) -> CNS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

# Senzitivní neurony

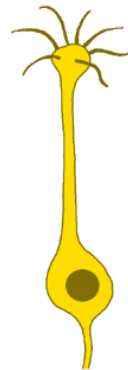
→ senzitivní a senzorycké receptory



Volné nervové zakončení



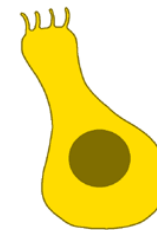
Světločivné buňky



Čichová buňka



Chutová buňka



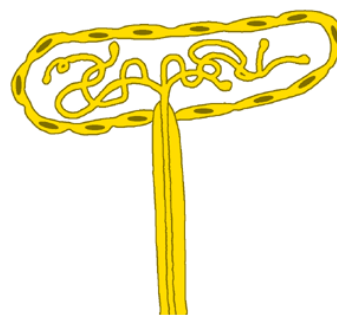
Vlásková buňka (sluch)



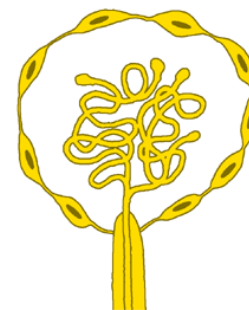
Meissnerovo tělísko  
(hmat)



Vater-Paciniho tělísko  
(tlak)



Rufiniho tělísko  
(teplo)



Krauseho tělísko  
(chlad)

[https://www.wikiskripta.eu/w/Senzoryck%C3%BD\\_receptor](https://www.wikiskripta.eu/w/Senzoryck%C3%BD_receptor)

# Propriocepce

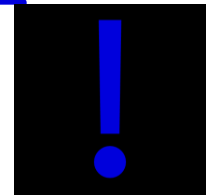
- **Informace ze svalů, šlach, z kloubních pouzder, z facií a periostu**
- Informace z pohybového systému *(kde, v jaké pozici se nachází jednotlivé segmenty PA, kam a jak rychle se pohybují)*
- zásadní zpětnovazebný mechanismus pro řízení pohybu
- Propriocepce patří spolu společně se zrakovým a vestibulárním aparátem mezi **tři aferentní zdroje** rovnováhy
  
- **Kinestézie (pohybocit)** je zprostředkována svalovými vřeténky, kloubními receptory a kožními mechanoreceptory
  
- **Statestézie (polohocit)** je zprostředkována svalovými vřeténky a kožními mechanoreceptory



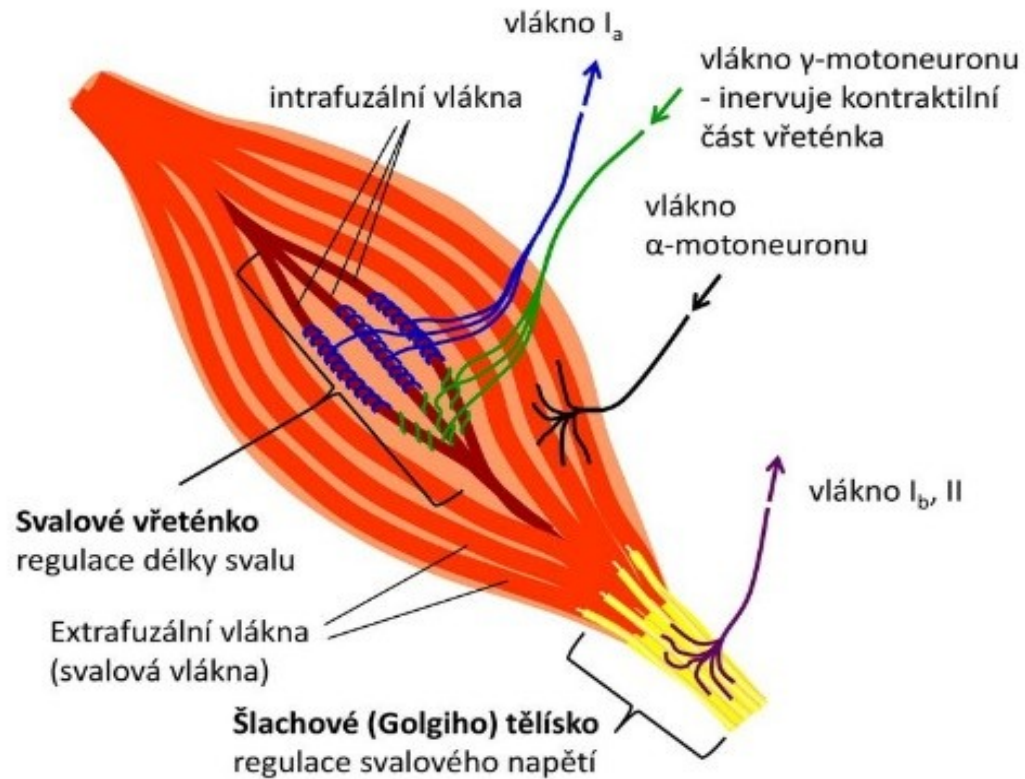
# Propriocepce - receptory

- ★  **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 vřetenko a Golgiho tělísko



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

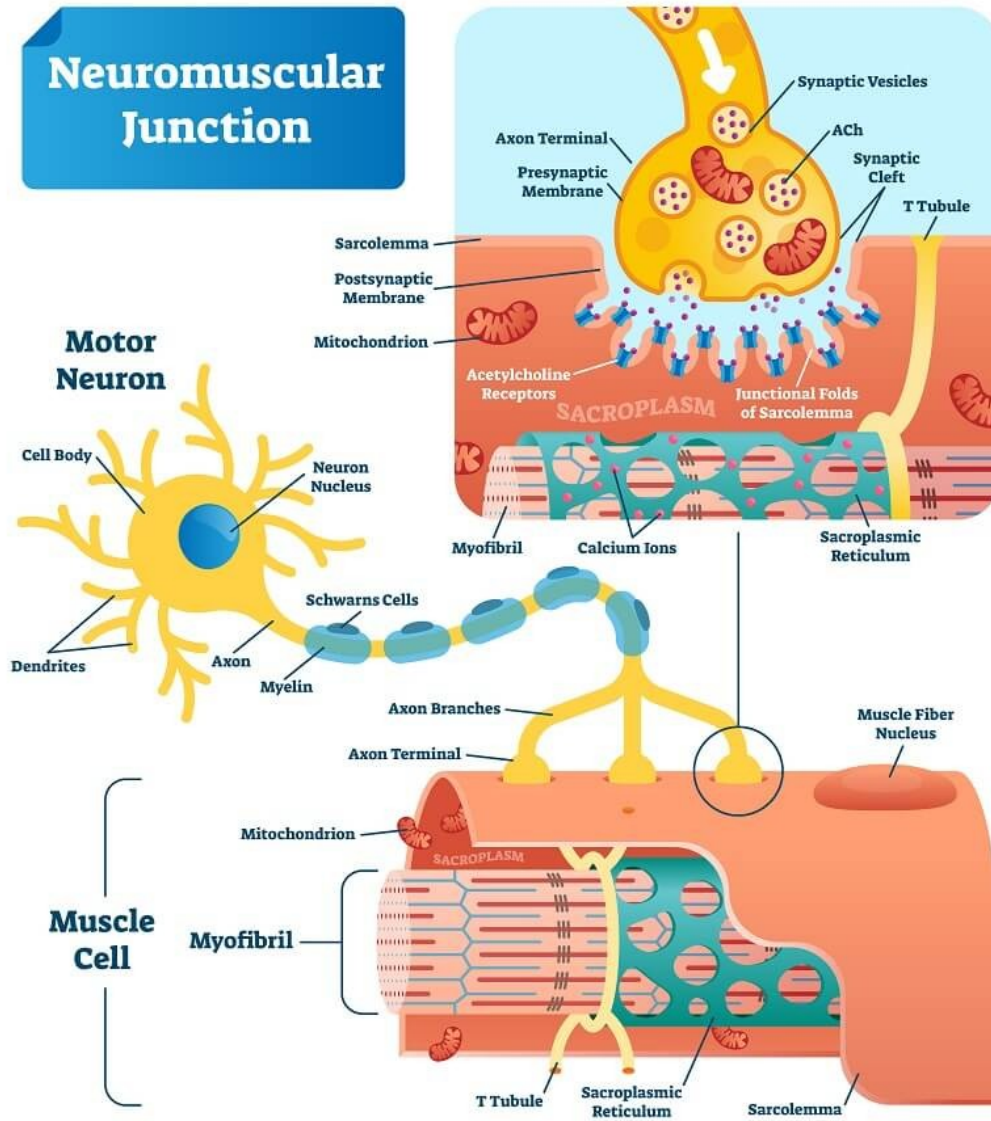
# Motoneurony

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

## ALFA-MOTONEURONY

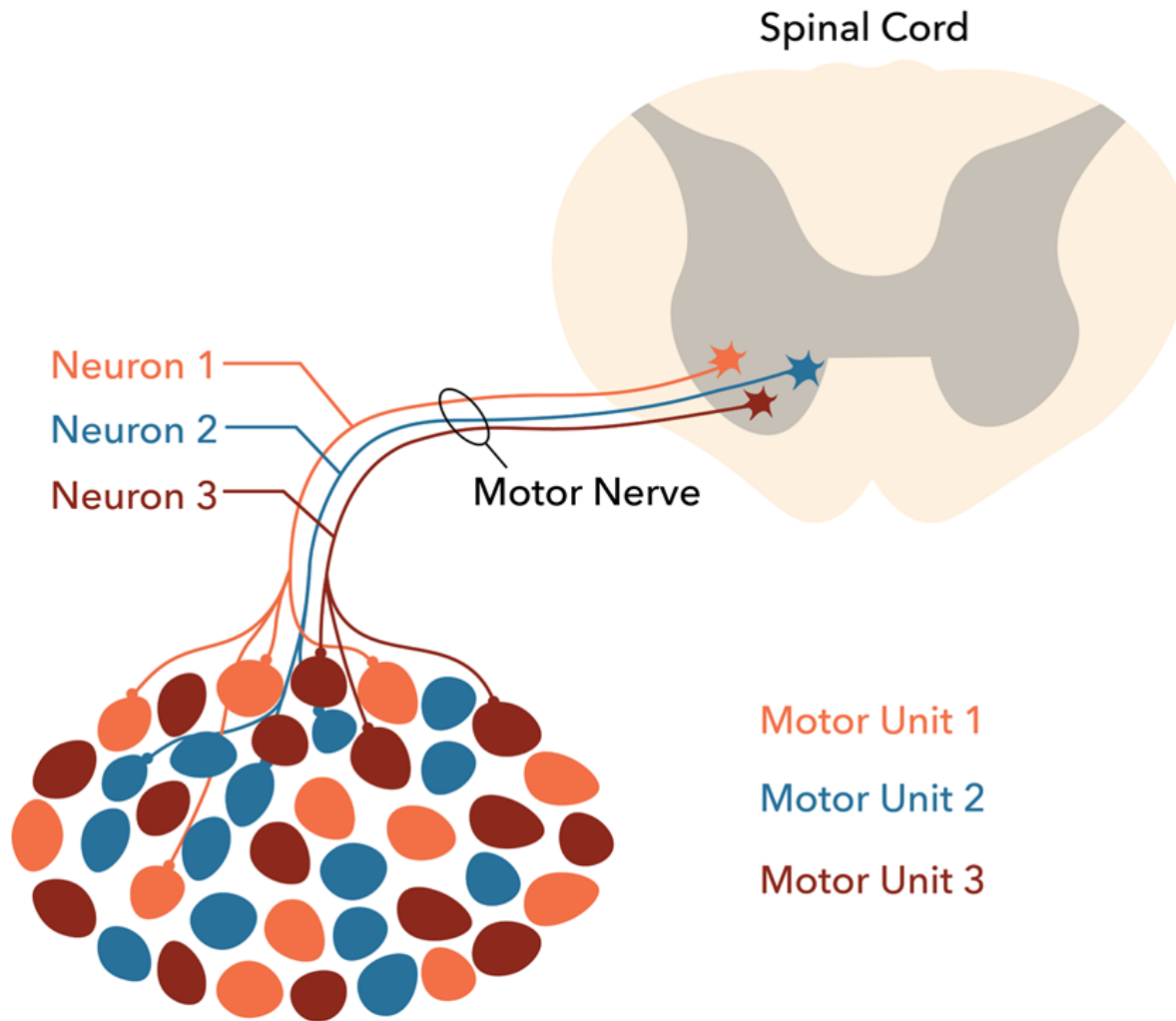
- Přední rohy míšní -> extrafuzální vlákna
- NS ploténka
- **Motorická jednotka** = jedná se o soubor svalových vláken inervovaných jedním motoneuronem. Axon motoneuronu se po vstupu do svalu větví, jeho terminální vlákno inervuje vždy jedno svalové vlákno. Vzniká synapse – nervosvalová ploténka. Motorické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

# Neuromuscular Junction



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

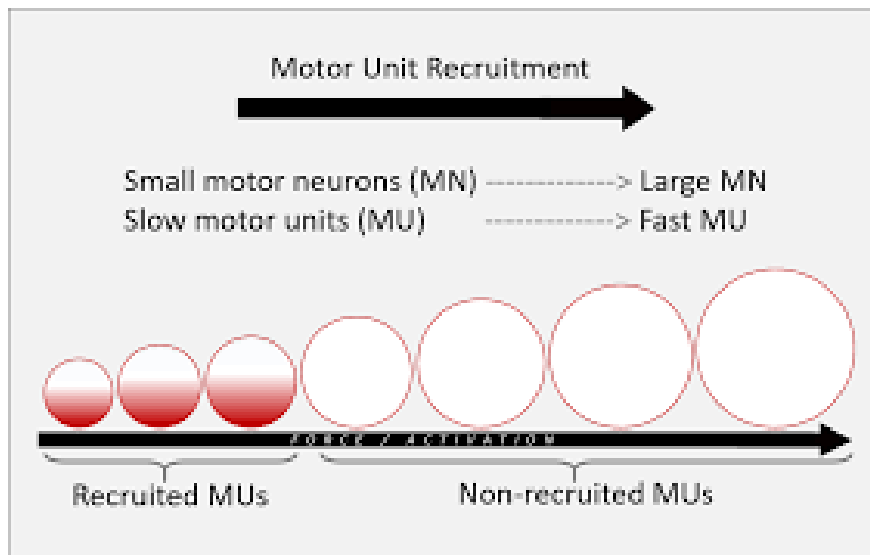
# MOTORICKÁ JEDNOTKA



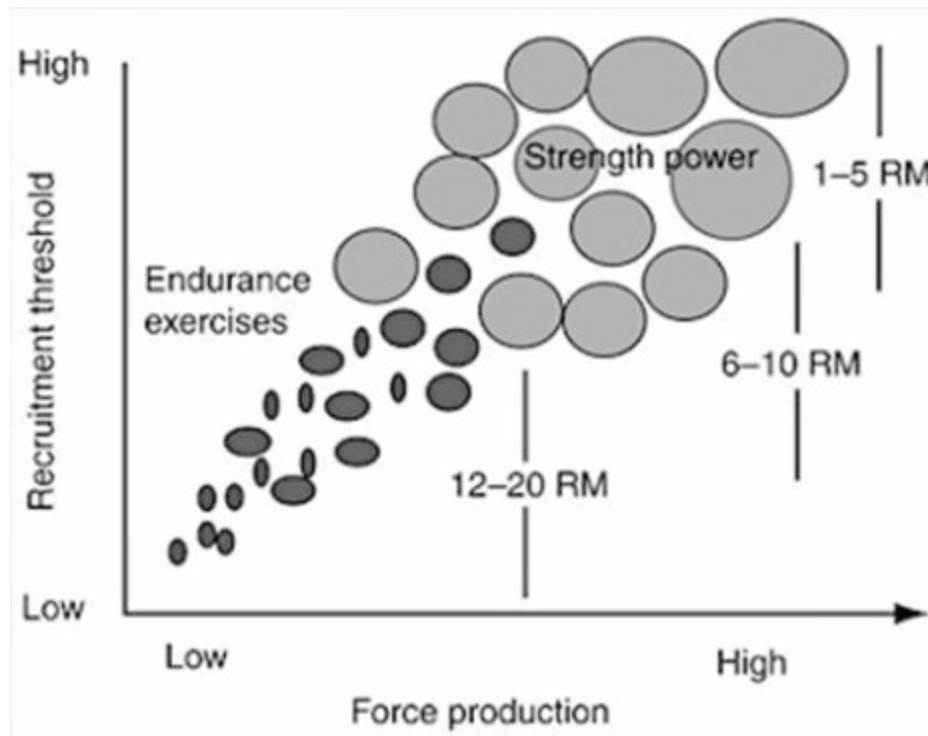
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Motor\\_unit.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Motor_unit.png)

# Motorická jednotka

- Nejmenší jednotky jsou zřejmě v okohybných svalech (kolem deseti), největší v zádočných 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 bříška



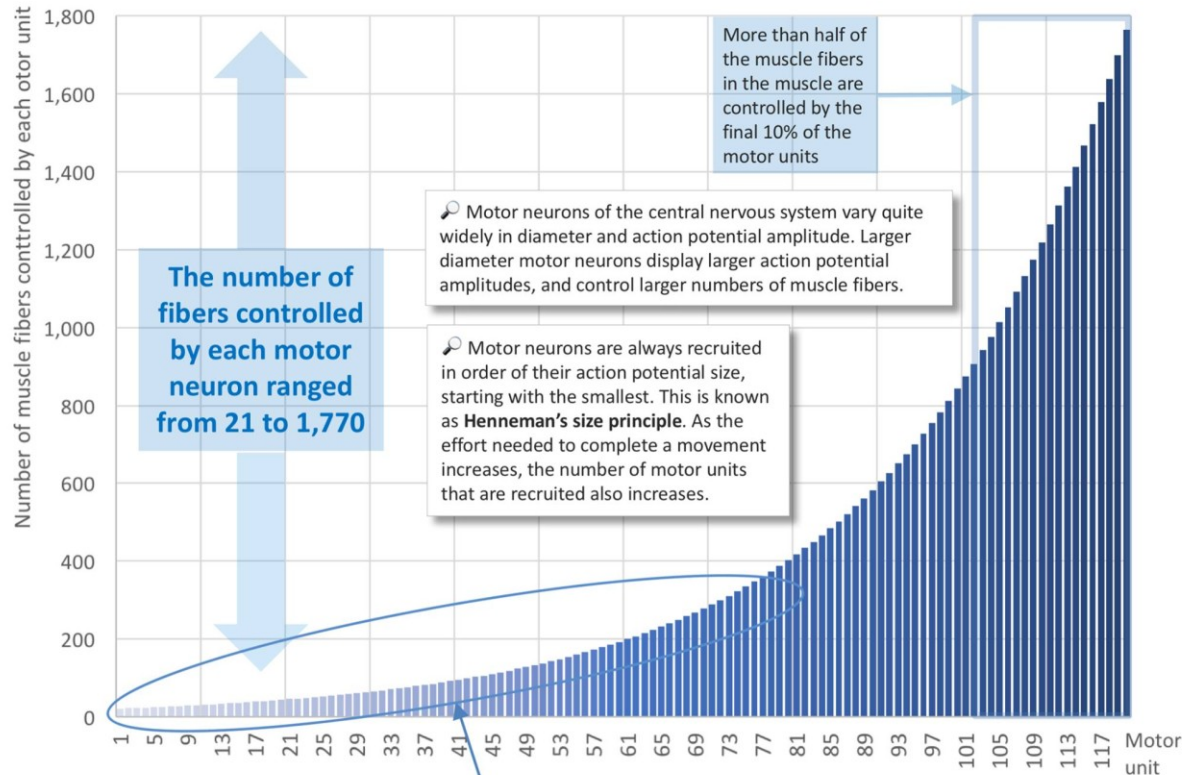
<https://www.allegiategym.com/blog/burning-fat-through-program-design-behind-the-block>



<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**

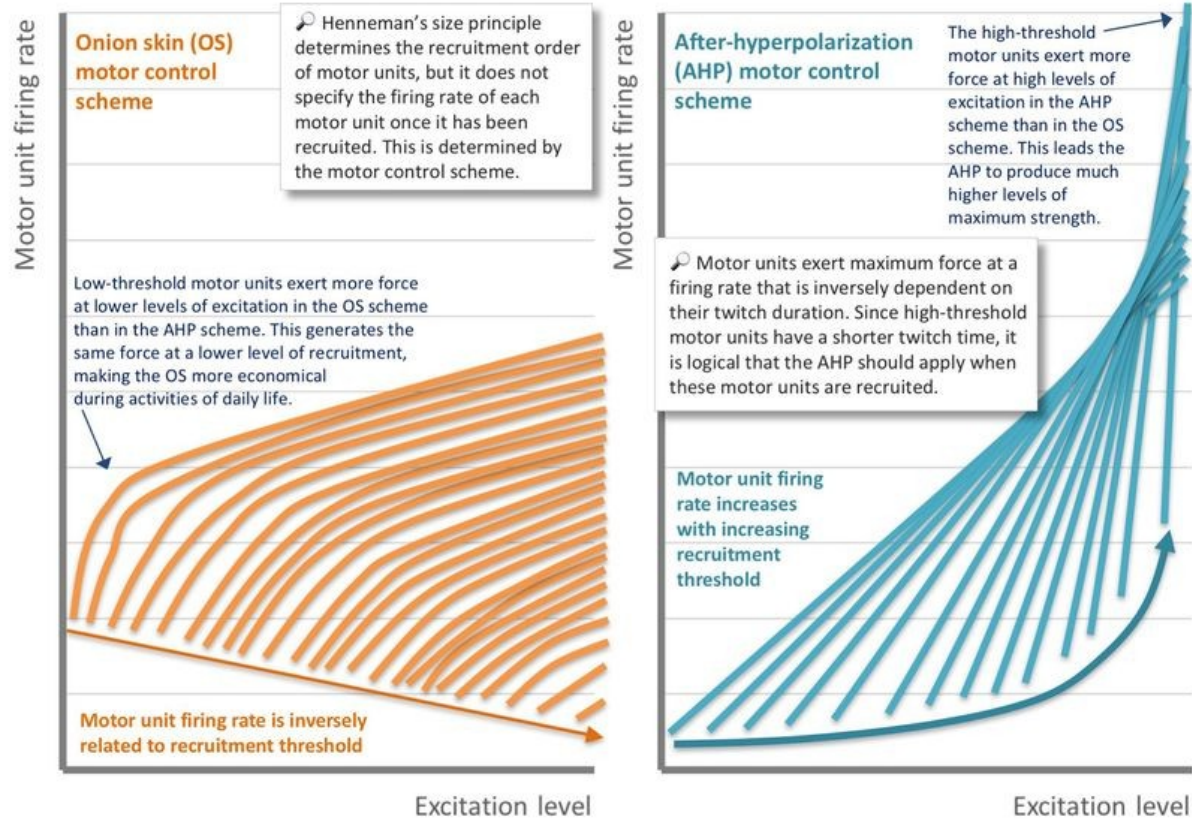
<https://www.facebook.com/StrengthandConditioningResearch/photos/according-to-hennemans-size-principle-motor-units-are-recruited-in-order-of-the-/1785125491598465/>

MUNI  
SPORT





Muscle force depends on the number of recruited motor units and their associated firing rates. The firing rate adopted by a motor unit when it is recruited depends on the motor control scheme followed (onion skin or after-hyperpolarization).



### SUMMARY

Two different motor control schemes, which have been hypothesized based on different experimental data sets, were modeled for the vastus lateralis muscle. Common drive was assumed to apply to both motor control schemes.

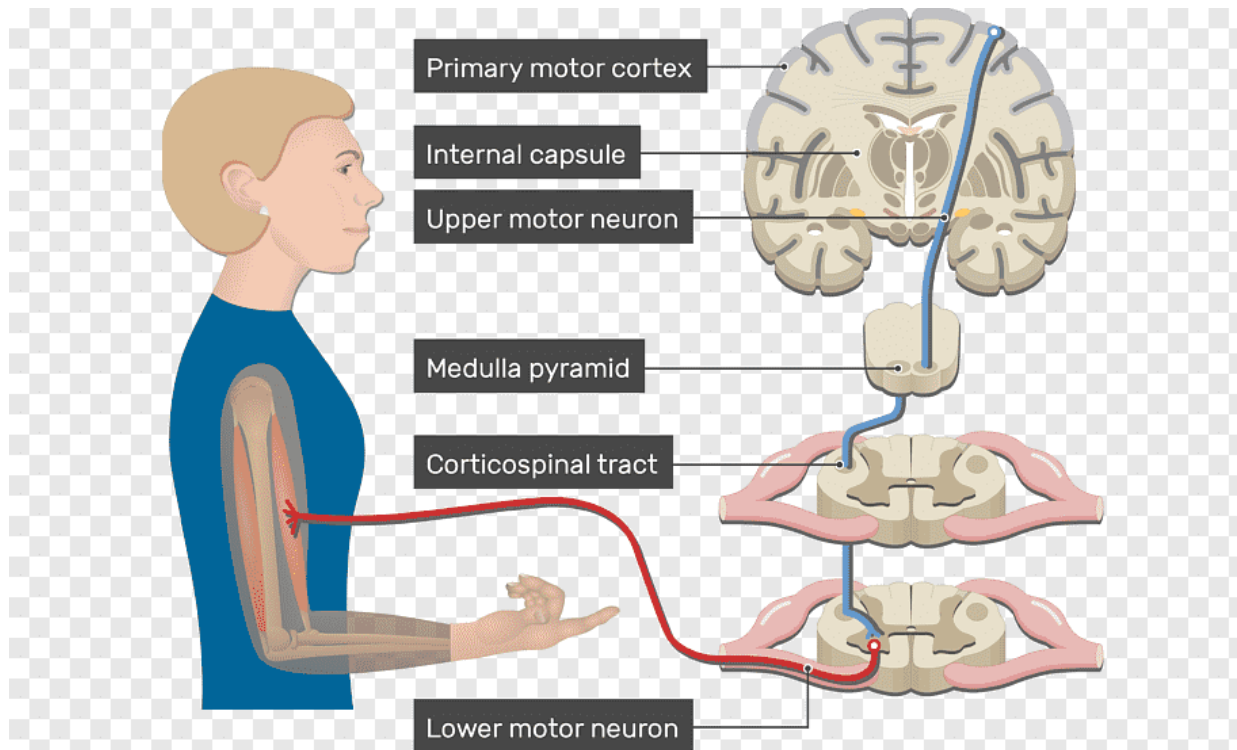
Researchers have identified two motor control schemes, one which displays slower firing rates as recruitment threshold increases (onion skin), and one which displays faster firing rates as recruitment threshold increases (after-hyperpolarization). Each display biomechanical advantages under certain circumstances, but it is unclear whether it is possible to use each in different tasks.

**Derived from:** De Luca, C. J., & Contessa, P. (2015). Biomechanical benefits of the onion-skin motor unit control scheme. *Journal of Biomechanics*, 48(2), 195-203 **AND** Piotrkiewicz, M., & Türker, K. S. (2017). Onion skin or common drive? *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 11, 2.

Strength & Conditioning  
**Research**

M U N I  
S P O R T

# Alfa motoneuron



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

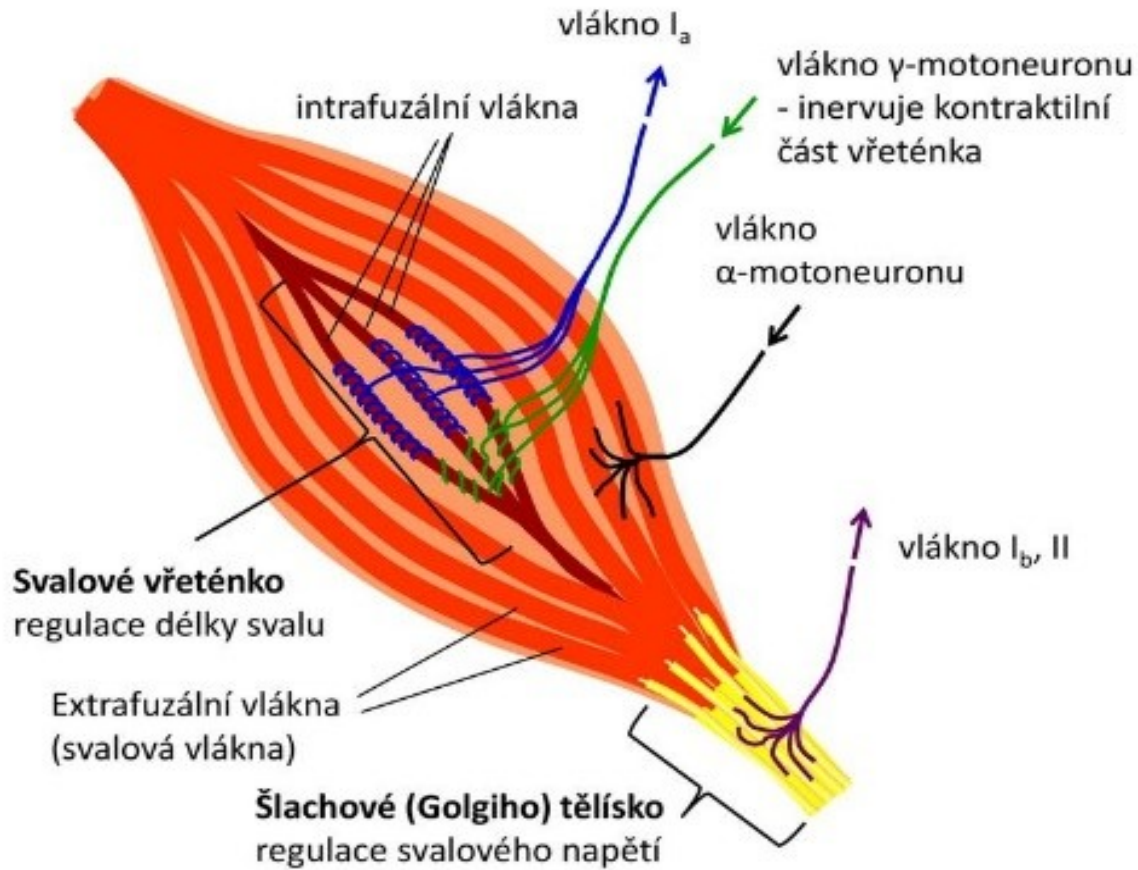
- Tělo – součást CNS – přední rohy míšní
- Alfa motoneuron = periferní motoneuron

# 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  **$\gamma$ -klička**.

Ta začíná převodem signálu z mozku (retikulární formace) na  $\gamma$ -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/>)

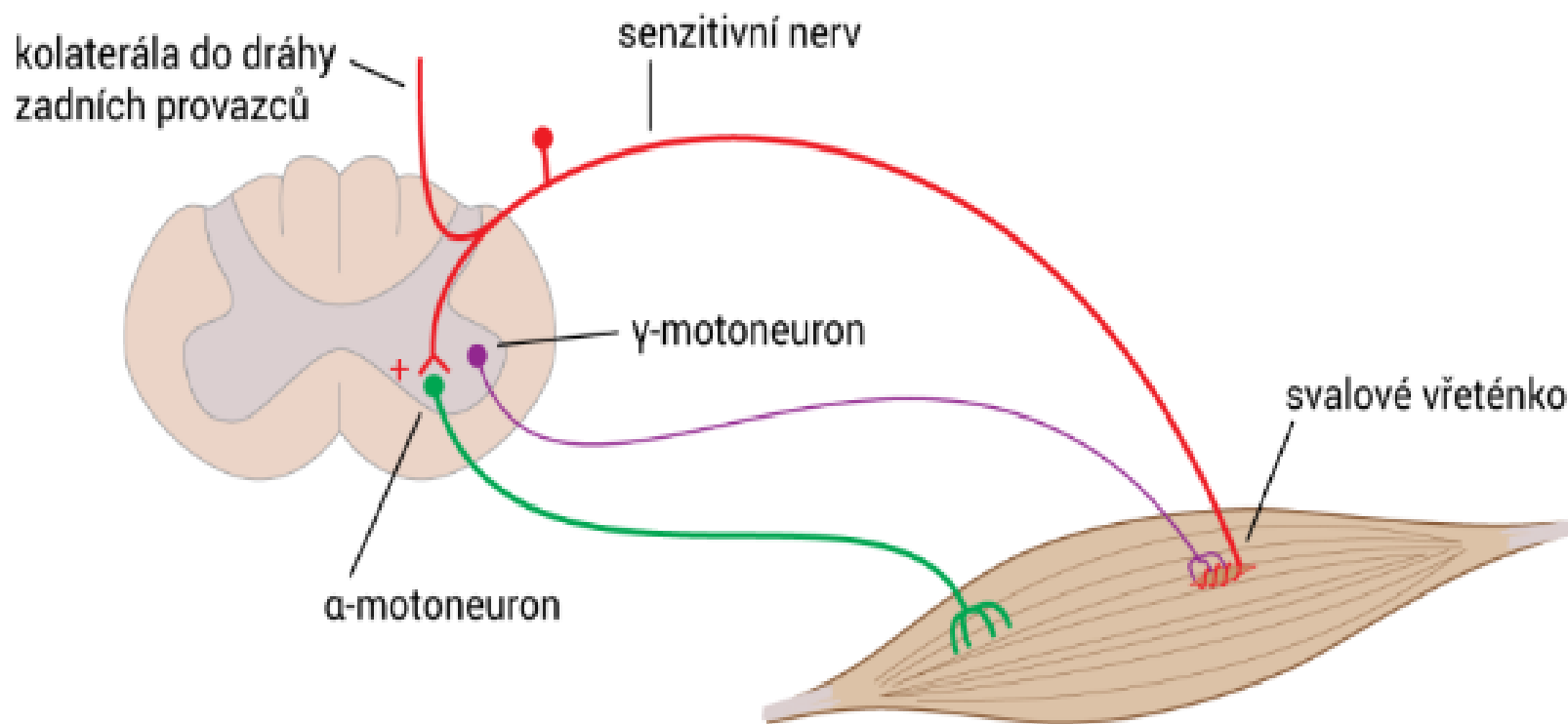
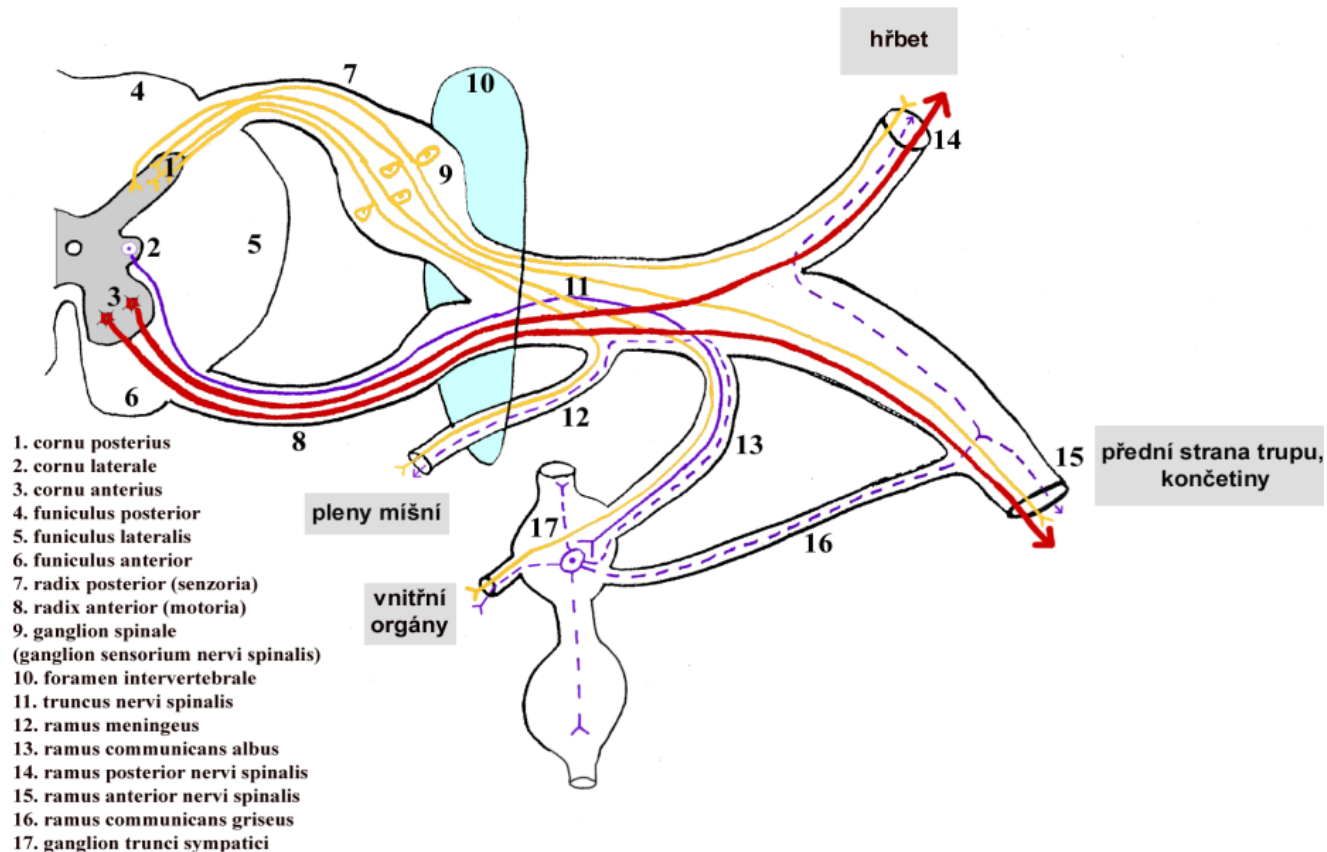


Schéma gama kličky (zdroj: <http://www.cnsonline.cz/?p=311>)

# Neuron vs Nerv

## SCHÉMA VĚTVENÍ MÍŠNÍHO NERVU

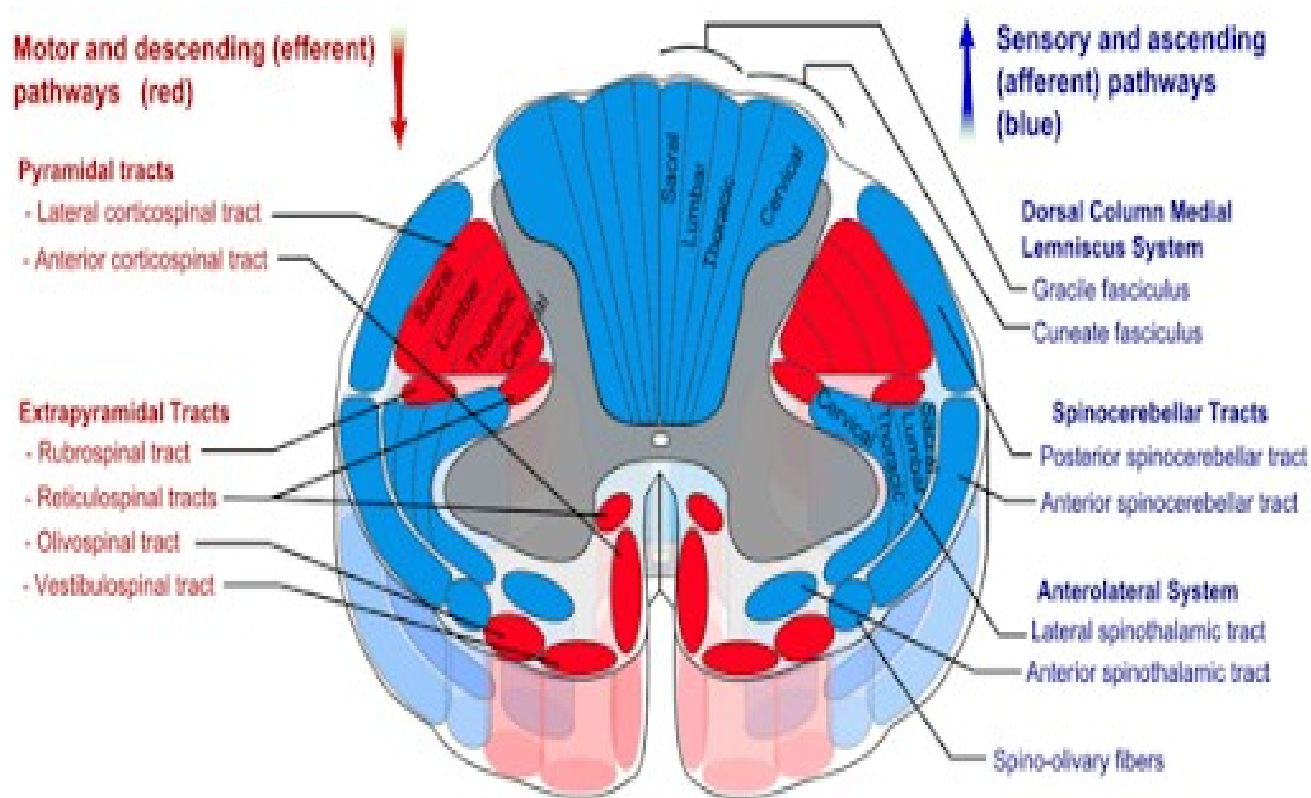


<https://anatomie.lf2.cuni.cz/sites/anatomie/files/page/files/2019/obecnaneuroanatomie.pdf>

# 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>)



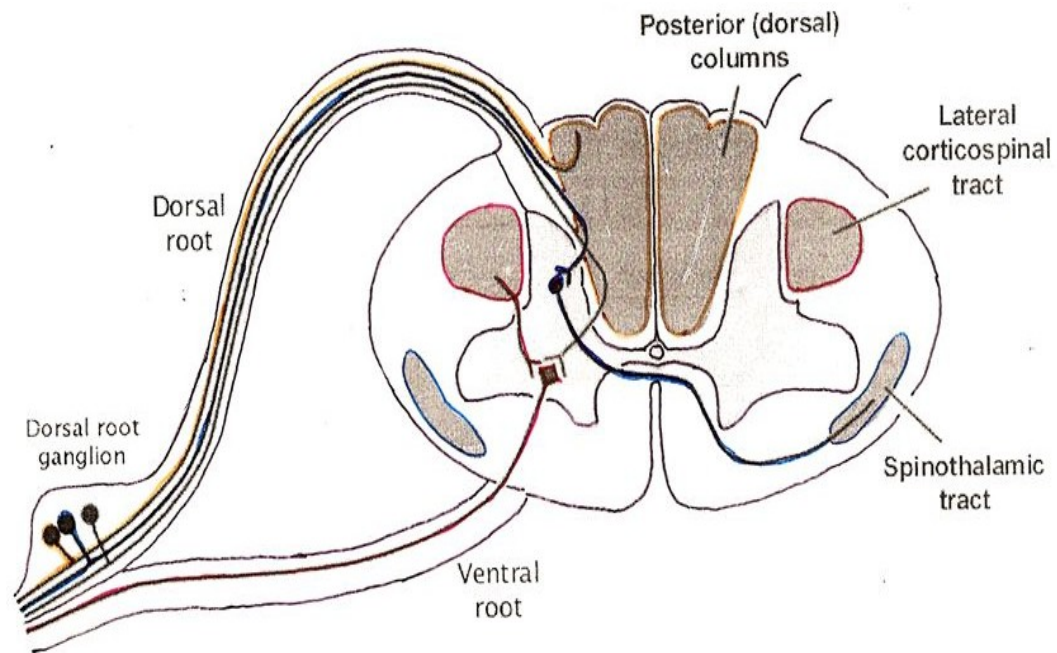
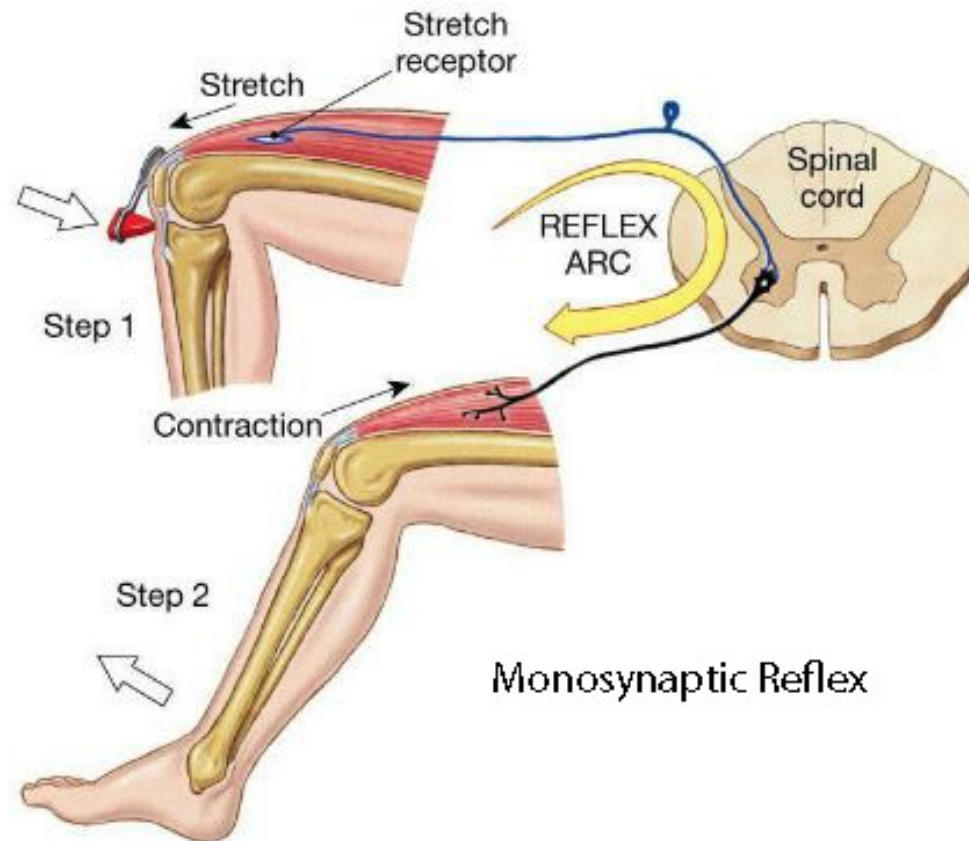


schéma (zdroj: <https://slideplayer.cz/slide/4160037/>)

# Mícha – míšní reflexy - propioceptivní

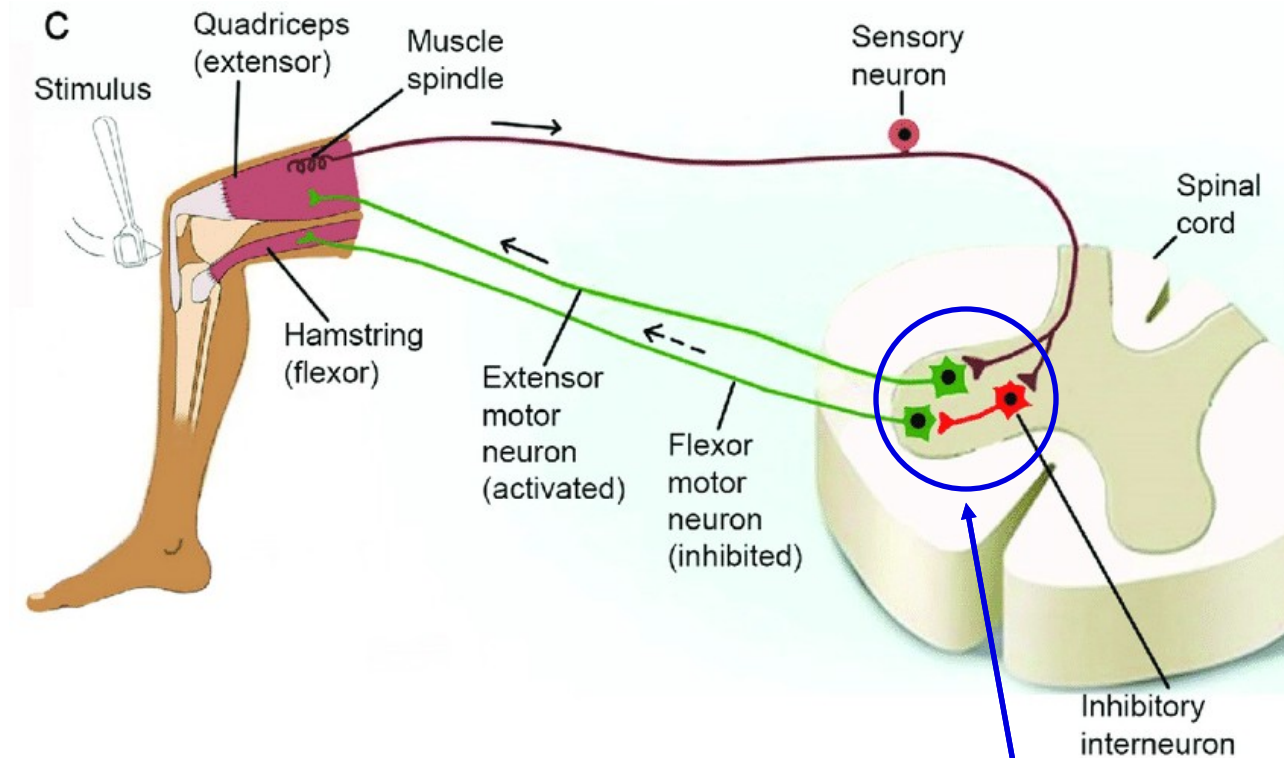
- **Receptor = svalová vřeténka a šlachová tělíka** -> aferentní nervové vlákno -> buňka ve spinálním gangliu -> alfa-motoneuron -> efektor (kosterní sval)
- **Svalové vřeténko** – viz gama MN (gama smyčka) -> aktivuje se při protažení svalu -> aktivace alfa MN příslušného svalu (svalová kontrakce) a 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

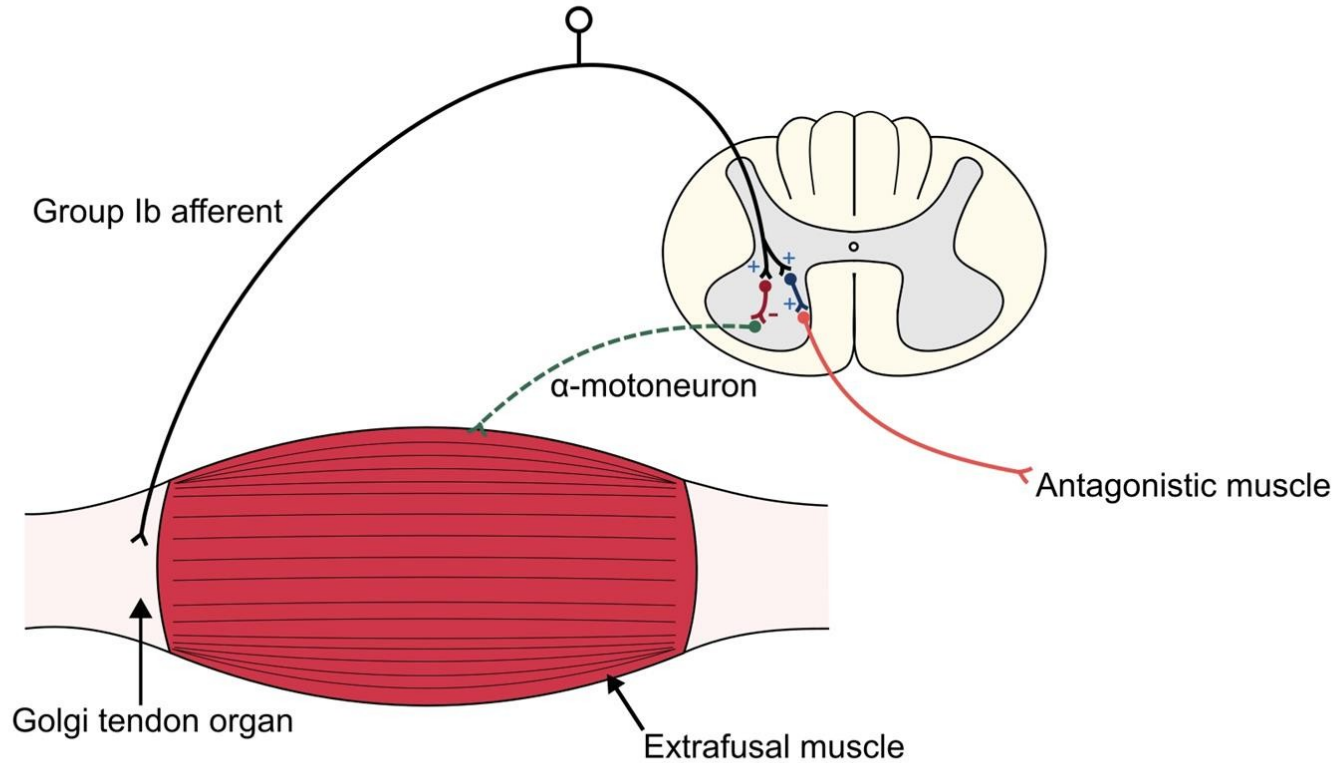


[https://www.researchgate.net/publication/357236438\\_Identifying\\_knowledge\\_important\\_to\\_teach\\_about\\_the\\_nervous\\_system\\_in\\_the\\_context\\_of\\_secondary\\_biology\\_and\\_science\\_education-A\\_Delphi\\_study/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/357236438_Identifying_knowledge_important_to_teach_about_the_nervous_system_in_the_context_of_secondary_biology_and_science_education-A_Delphi_study/figures?lo=1)

# Reciproční 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

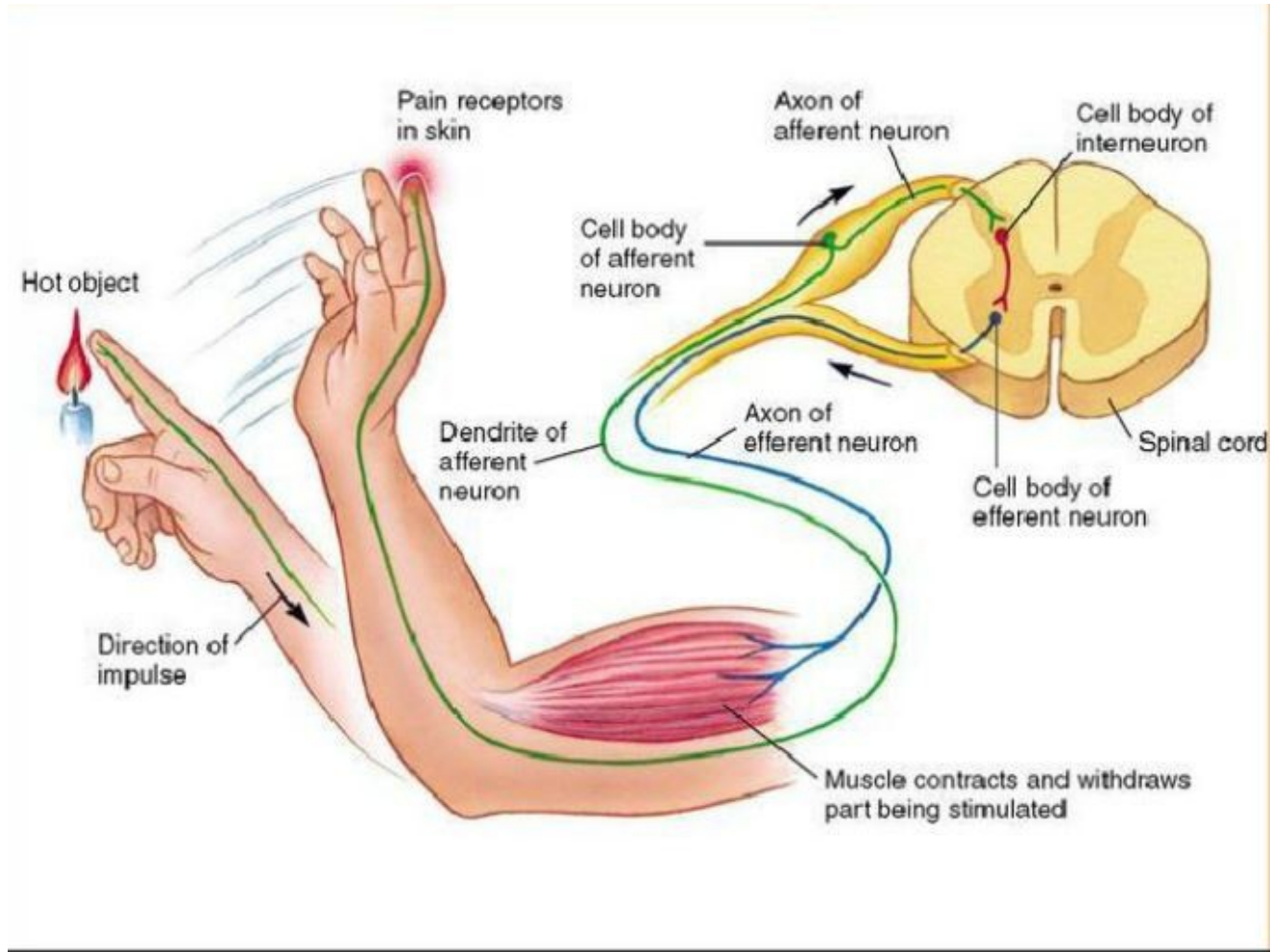
Moises Dominguez

<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

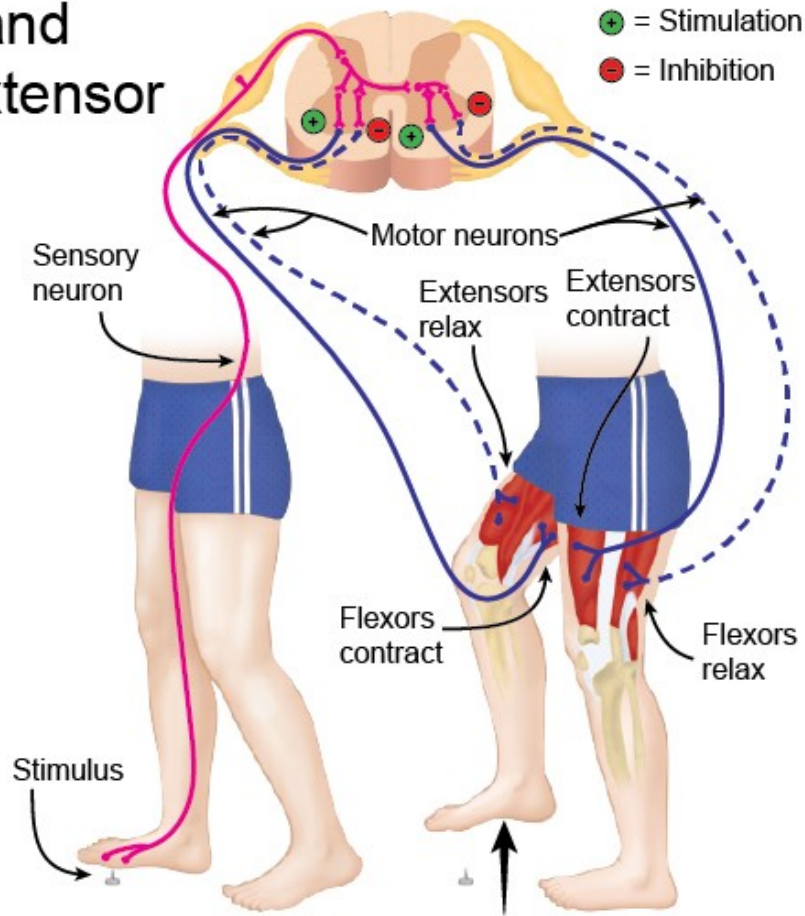


<http://humanphysiology.academy/Neurosciences%202015/Chapter%202/P.2.2%20Spinal%20Reflexes.html>



# ★ Zkřížený extenzorový reflex

## Withdrawal and Crossed Extensor Reflexes



[https://content.byui.edu/file/a236934c-3c60-4fe9-90aa-d343b3e3a640/1/module9/readings/somatic\\_reflexes.html](https://content.byui.edu/file/a236934c-3c60-4fe9-90aa-d343b3e3a640/1/module9/readings/somatic_reflexes.html)

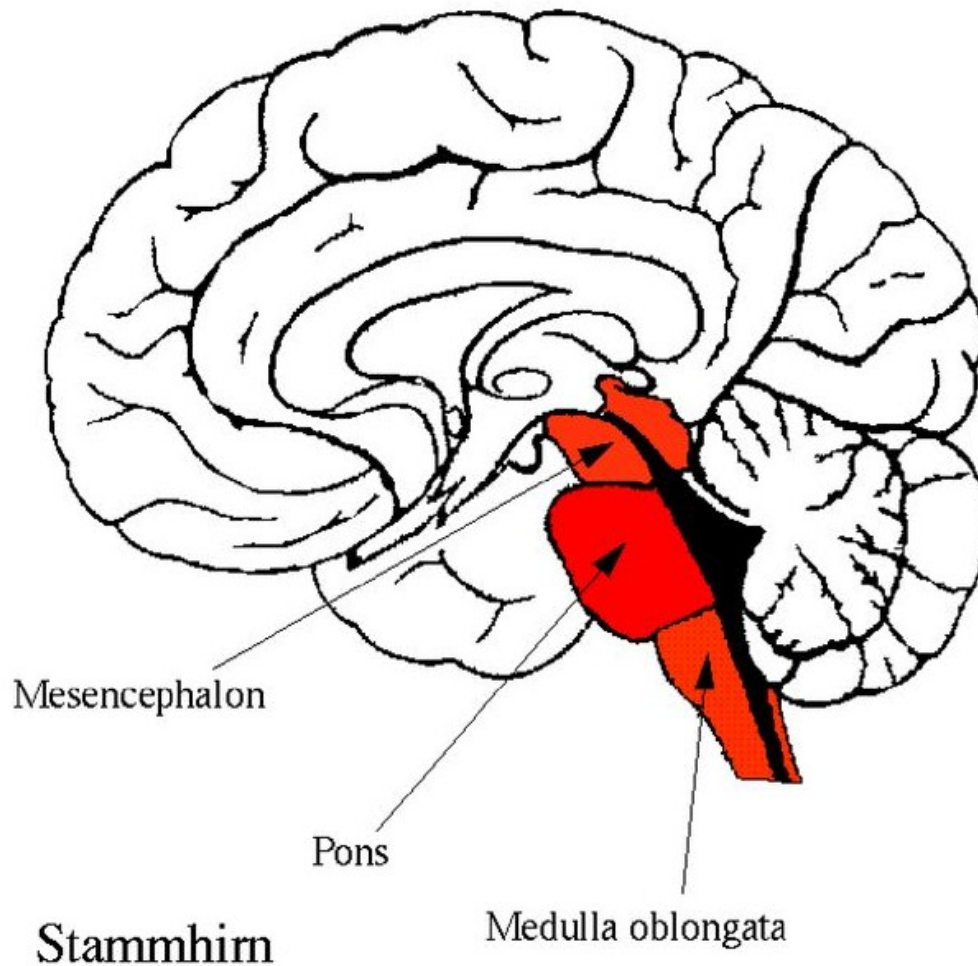
# Řízení pohybu na míšní úrovni

- **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 svalu 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  $\alpha$ -motoneurony.

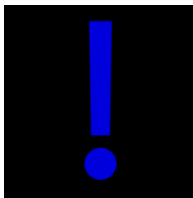
# Mícha – shrnutí

- 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



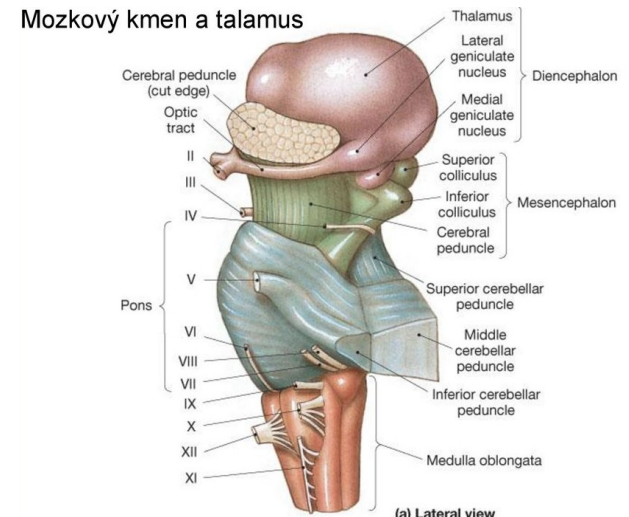
(mimo řízení motoriky – dýchací centra, vazomotorická centra,  
podíl na řízení ANS, regulace bolesti, podíl na produkci  
neurotransmiterů)

# Mozkový kmen

## JÁDRA HLAVOVÝCH NERVŮ -> III. – XII.

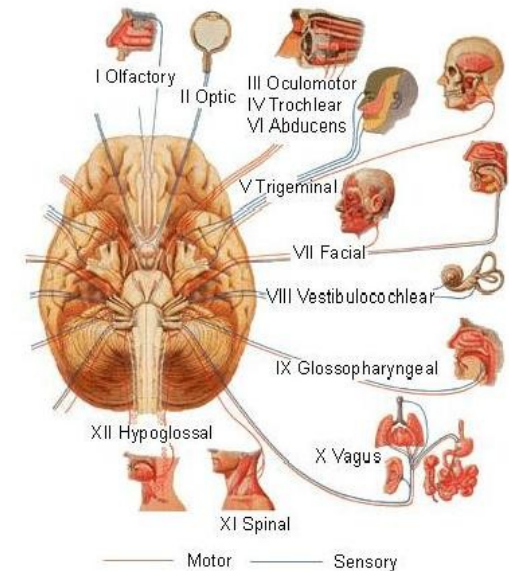


- **N. III (oculomotorius) – okohybné svaly**
- **N. IV (trochlearis) – m. obliquus superior**
- **N. V (trigeminus) – žvýkácí svaly, m. digastricus**
- **N. VI (abducens) – m. rectus lateralis**
- **N. VII (facialis) – mimické svalstvo, m. digastricus, m. stapedius, m. stylohyoideus**
- **N. IX (glossopharyngeus)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



Copyright © 2009 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

- **Ncl. Ruber** -> rubrospinalní dráha -> hrubá motorika
- **Substantia nigra** -> produkce dopaminu, jádro spojená s BG a extrapyramidovým systémem (morbus Parkinson = Parkinsonova choroba)

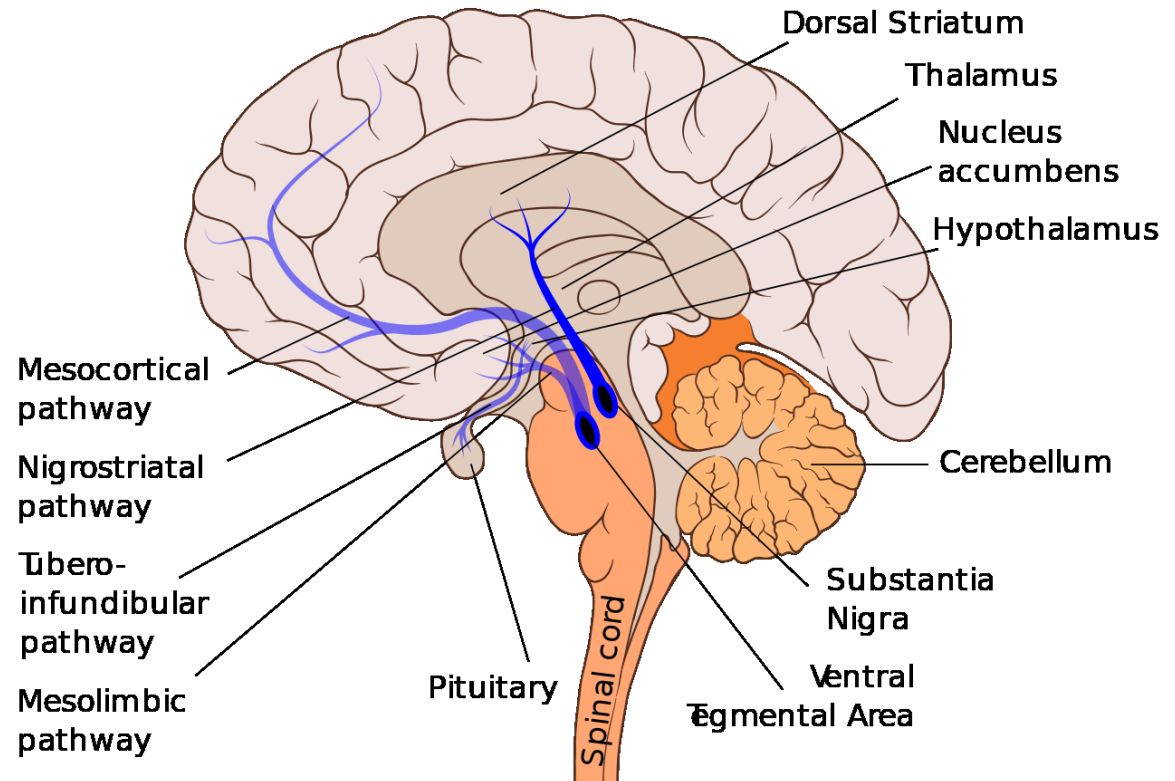
# Mozkový kmen

## 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.

# Mezimozek = diencephalon

- Thalamus
- Hypothalamus
- Subthalamus
- Metathalamus
- Epithalamus

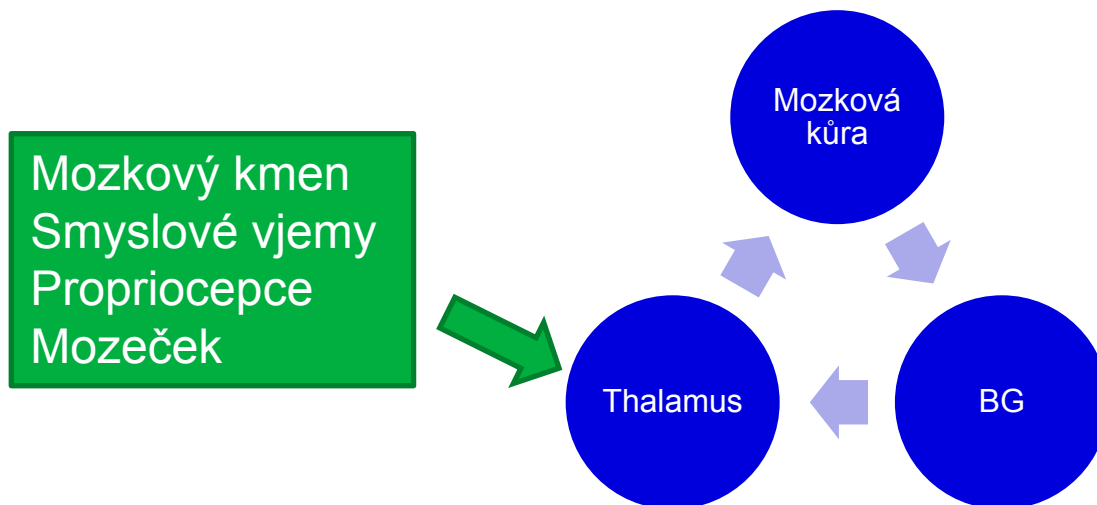


<https://www.wikiskripta.eu/w/Diencephalon>



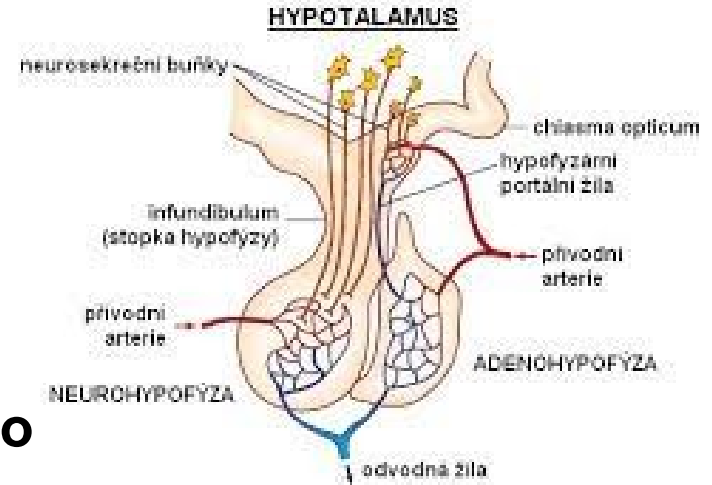
# Mezimozek - Thalamus

- „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 senzorká 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 (pocity hladu/sytosti, pocit žízně);
- regulace sexuálního chování
- regulace emocí – zapojení do **limbického systému**
- nadřízená struktura pro **autonomní nervový systém**
- nadřízená struktura pro **hormonální regulaci (H-H osa)**
- regulace cirkadiálních i dalších rytmů (incl. Suprachiasmaticus)

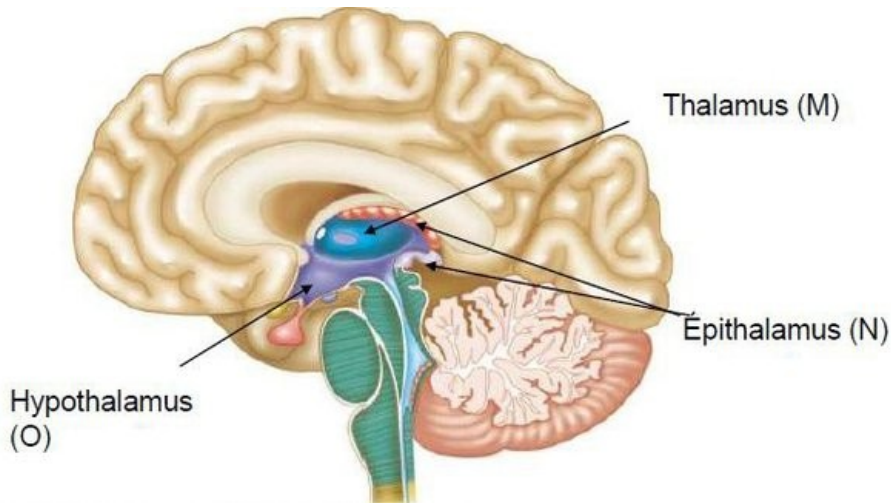


[https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT3xICfxg6GdJn8mgUA6I5RZYaCjc55iFjcv6o7C\\_FqXgNKD-DVqITyy\\_XM2ION3pFvIKE&usqp=CAU](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT3xICfxg6GdJn8mgUA6I5RZYaCjc55iFjcv6o7C_FqXgNKD-DVqITyy_XM2ION3pFvIKE&usqp=CAU)



# 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.

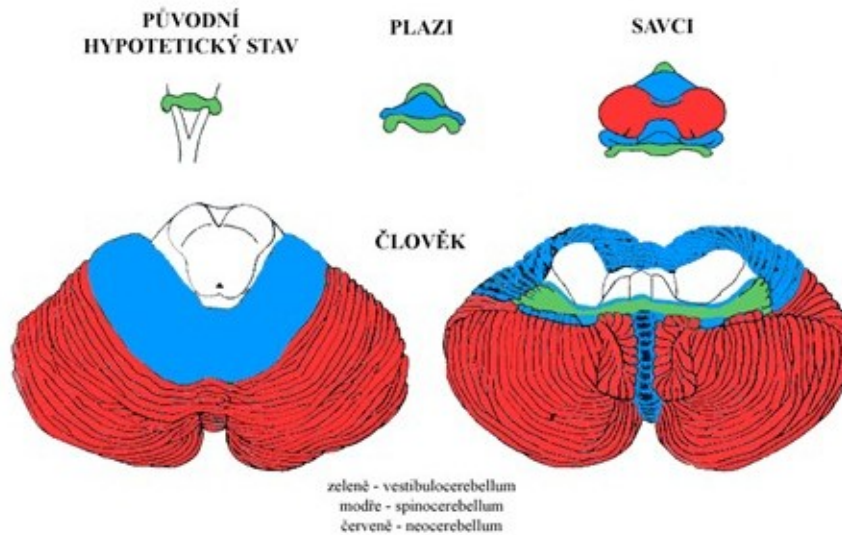
<https://www.quora.com/Where-is-the-epithalamus-located>

# Mozeček

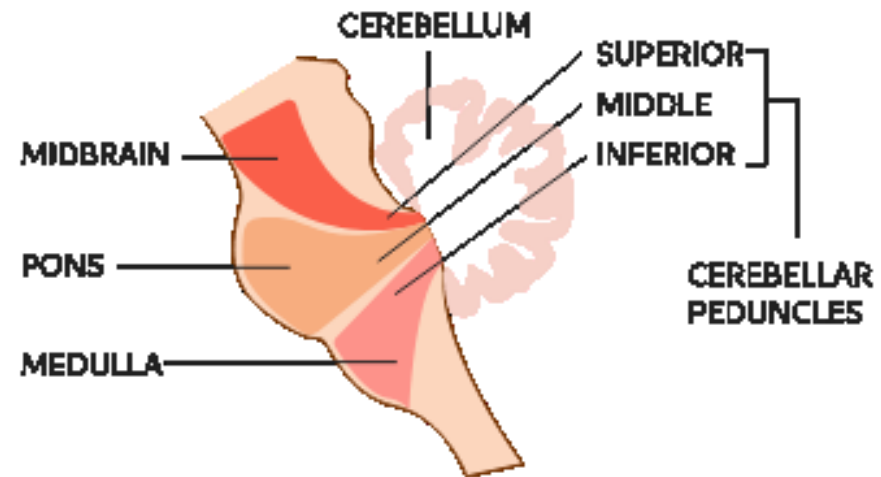
Pro řízení hybnosti a popisu jednotlivých funkcí je stěžejní **funkční dělení mozečku**

- **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

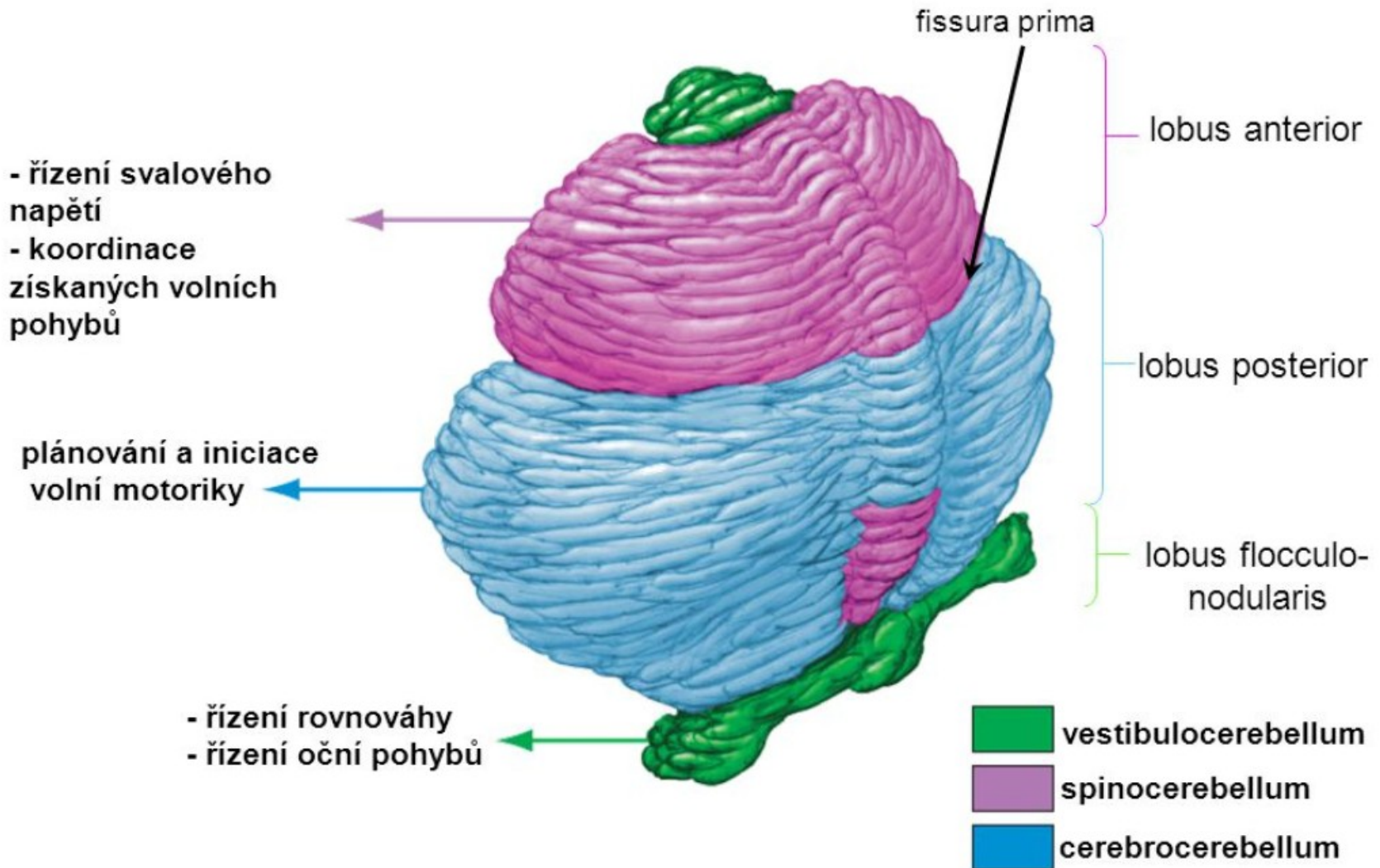


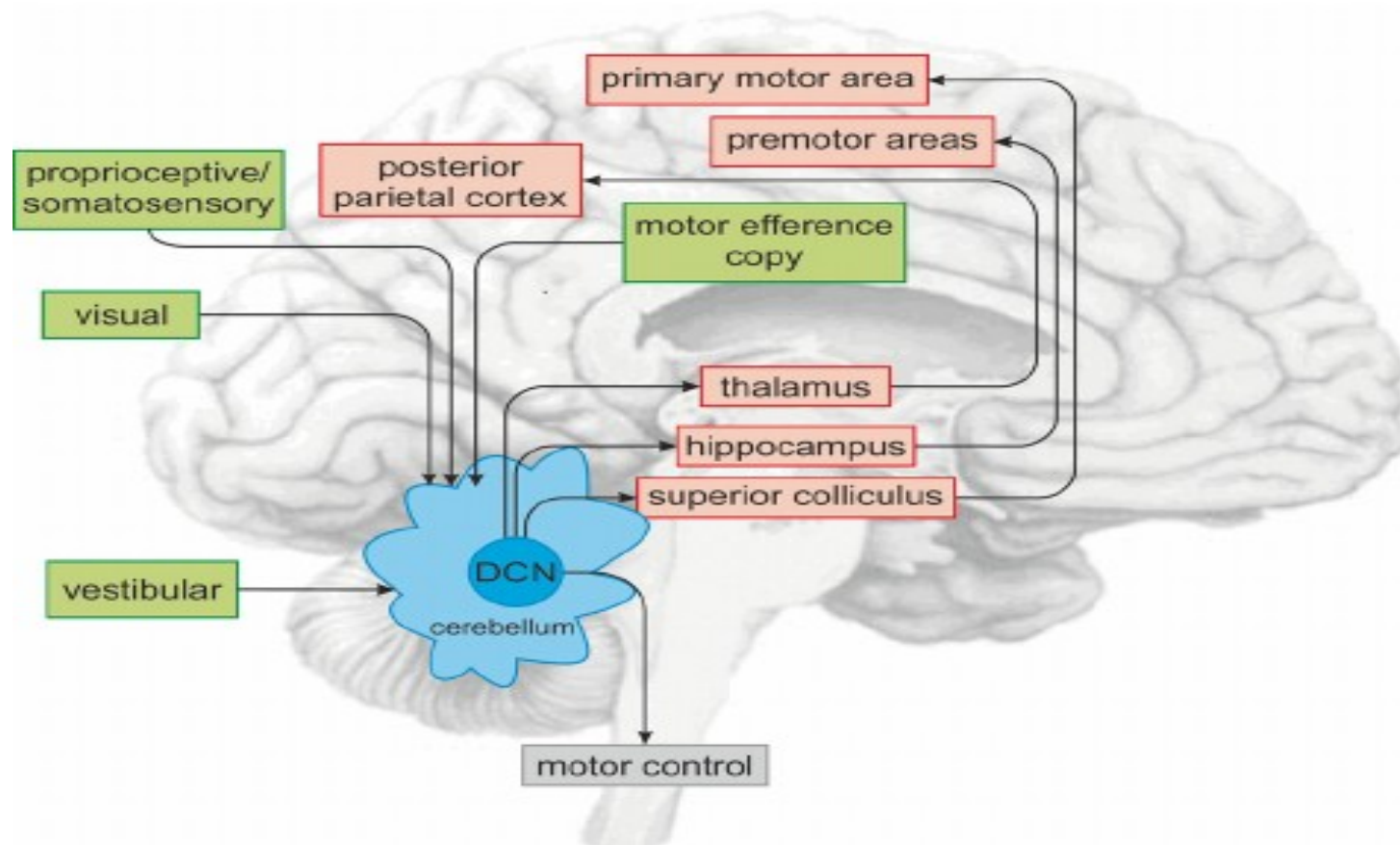
<https://slideplayer.cz/slide/5639499/>



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

# Mozeček

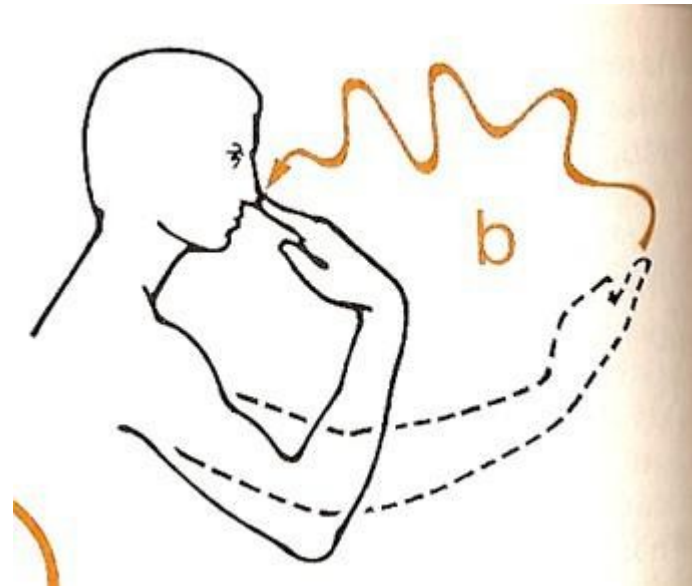




## *schéma zapojení mozečku v řízení motoriky*

*zdroj ([https://www.researchgate.net/figure/The-cerebellum-integrates-sensory-input-green-boxes-from-multiple-systems-including\\_fig4\\_269223097](https://www.researchgate.net/figure/The-cerebellum-integrates-sensory-input-green-boxes-from-multiple-systems-including_fig4_269223097))*

# Poruchy mozečku - projevy

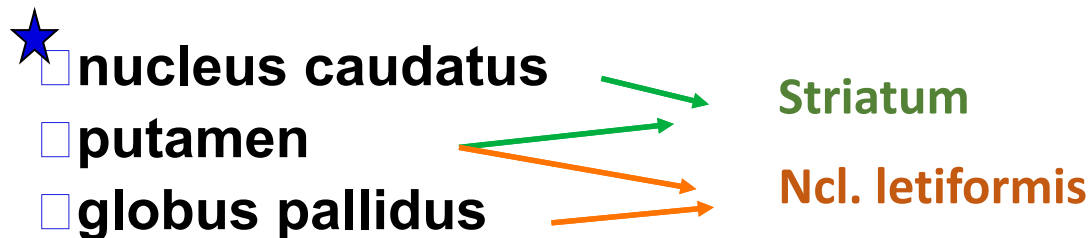


<https://slideplayer.cz/slide/3748326/12/images/4/Lokalizace+I%C3%A9ze+2+vermis+-+paleocerebel%C3%A1rn%C3%AD+sy+poruchy+rovnov%C3%A1hy%3A.jpg>



# Bazální ganglia

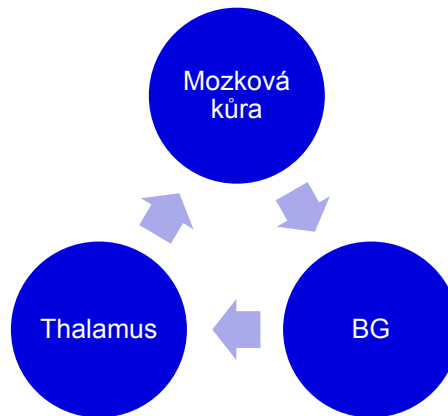
- Bazální ganglia jsou **velká jádra**, která jsou součástí šedé hmoty koncového mozku zevně od thalamu, zanořené do bílé mozkové hmoty. Jedná se o vývojově staré struktury. **Uplatňují se při vytváření a řízení pohybu, podílejí se také na kognitivních funkcích a funkcích limbického systému.**



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)

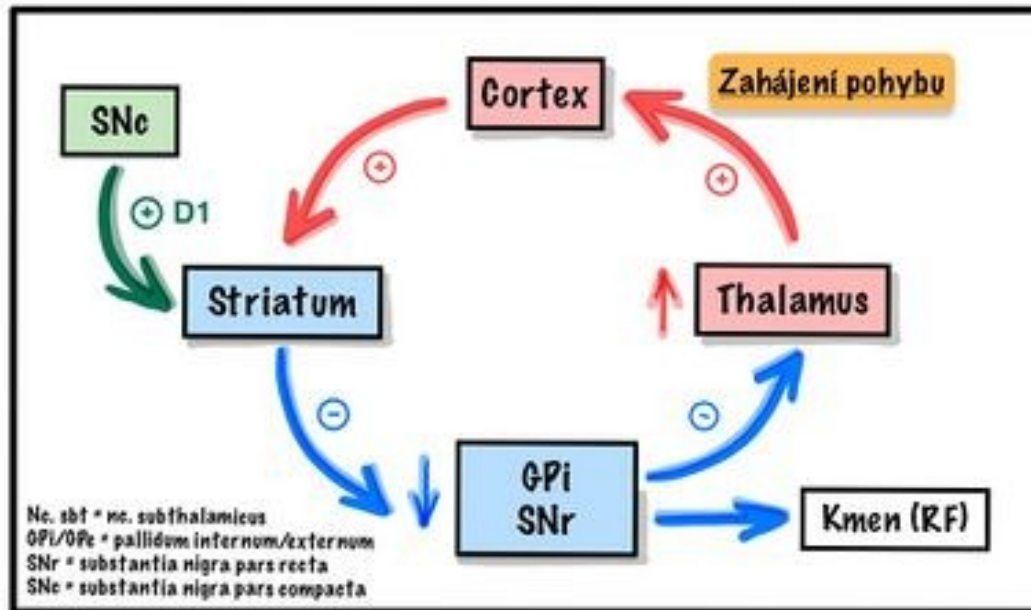


- **BG zajišťují přechod plánu do programu** -> Neurony ganglií vysílají časoprostorově uspořádané impulzy, které určují parametry pohybu -> tj.: sílu, směr, rychlost a amplitudu pohybu.



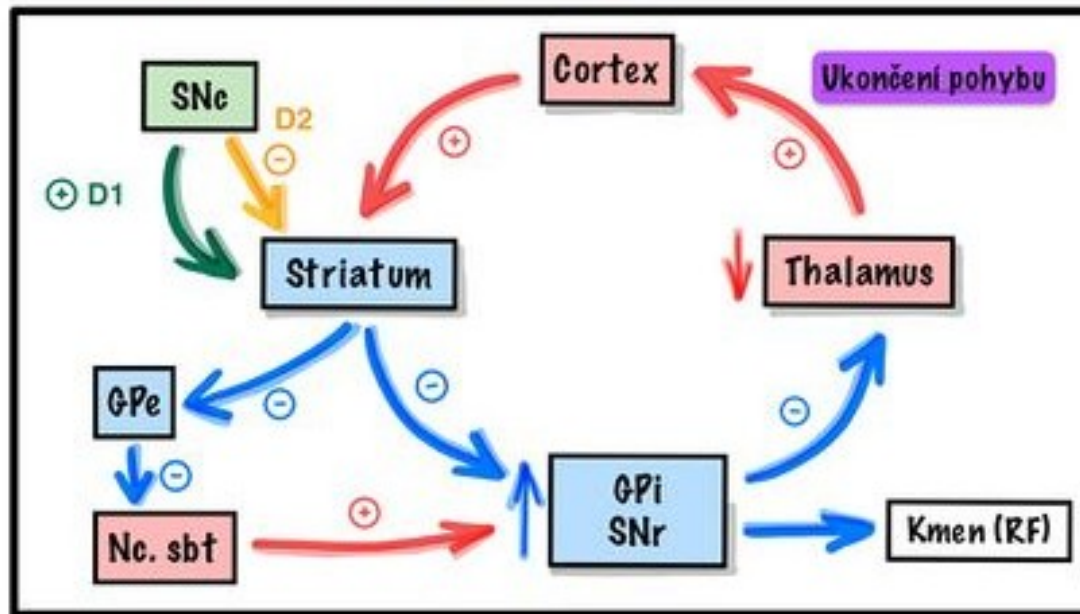
# Bazální ganglia – přímá dráha

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



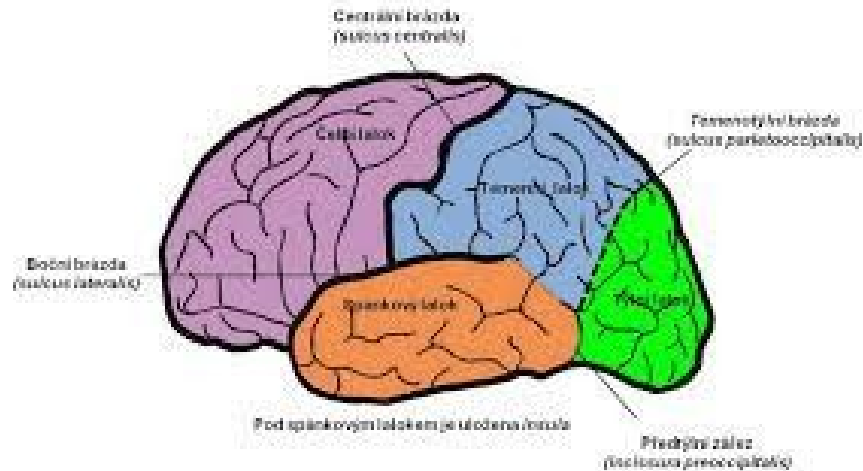
# ★ Bazální ganglia – nepřímá dráha

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](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...

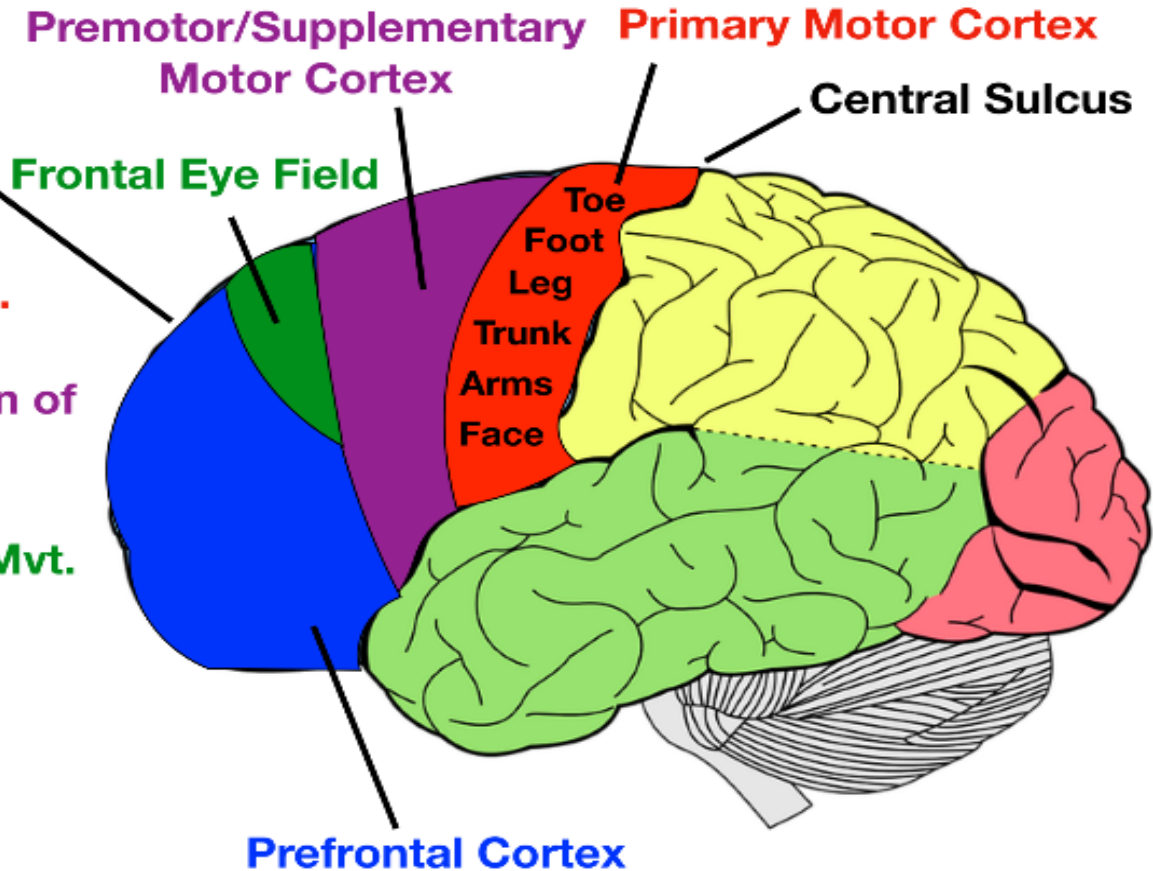
# Mozková kůra

- **Primární motorická oblast** -> gyrus precentralis (motorický homonculus)
- **Sekundární motorická oblast** -> gyrus frontalis superior (spolupráce s primární kůrou, přezpracování informací -> složitější pohyby hlavy, končetin a iniciaci pohybů)
- **Premotorická a suplementární motorická oblast** -cíleně připravuje a mění pohyby, spolupracuje s frontálním okohybným polem (FEF) při zrakové kontrole okolí (poškození – ideomotorická apraxie)
- **Frontální okohybné pole** (FEF se účastní na konjugovaných pohybech očí, zároveň je zapojeno do okulomotorického okruhu bazálních ganglií.)
- **Asociační oblast** -> integrační fce -> prefrontální kůra (vyšší funkce)

# Frontal

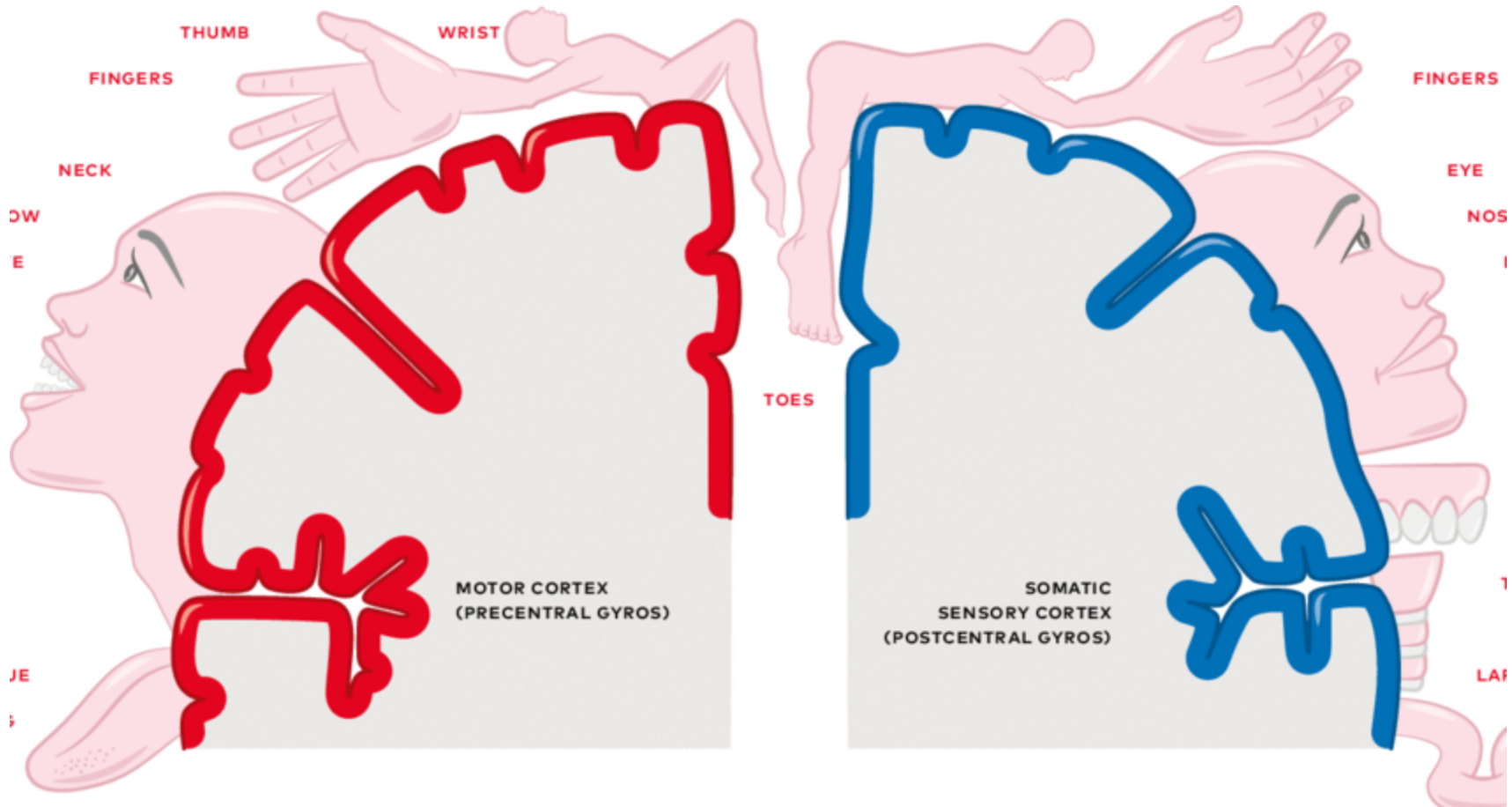
## Functional Areas

- **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



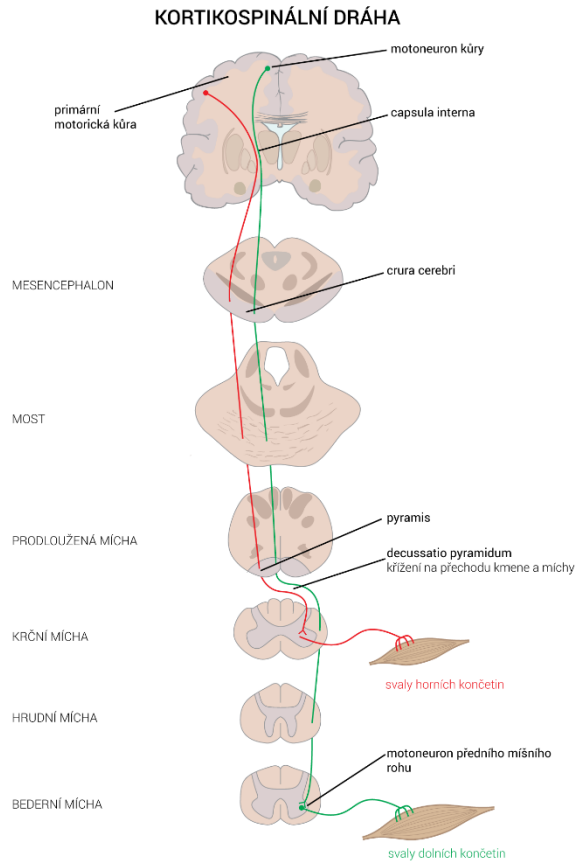
[https://www.researchgate.net/publication/339140683\\_Tactile\\_Working\\_Memory\\_Scale\\_a\\_Professional\\_Manual\\_by\\_Tactile\\_Working\\_Memory\\_Scale/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/339140683_Tactile_Working_Memory_Scale_a_Professional_Manual_by_Tactile_Working_Memory_Scale/figures?lo=1)



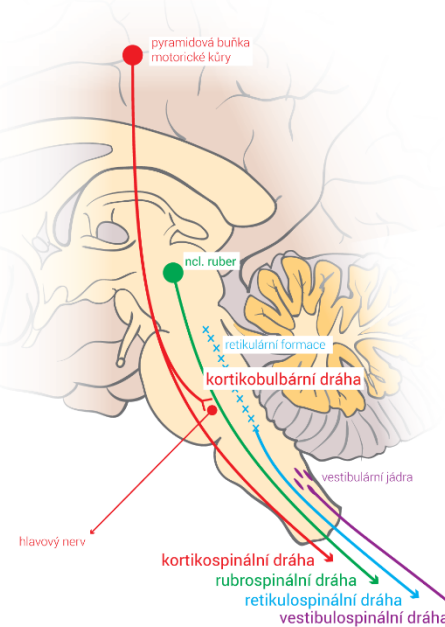
# Motorické dráhy

- **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

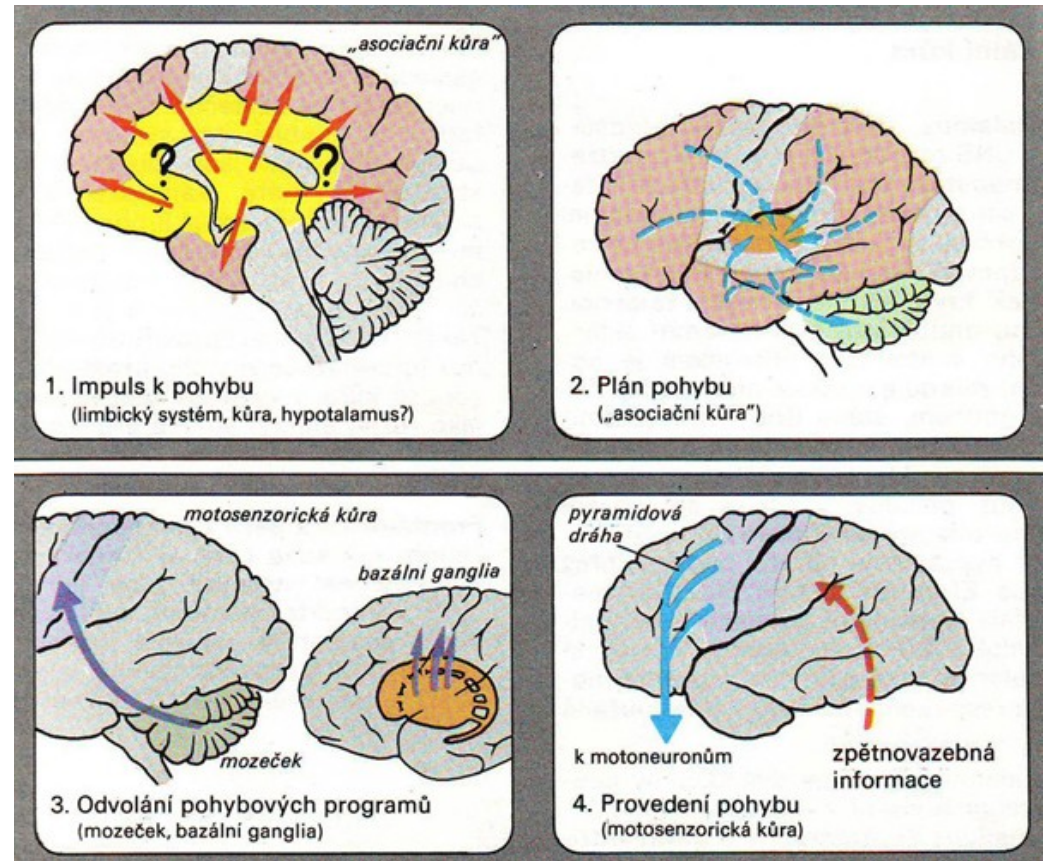
## 2) Iniciac

- Motorická korová oblast

## 3) Provedení

- Kmen, mícha

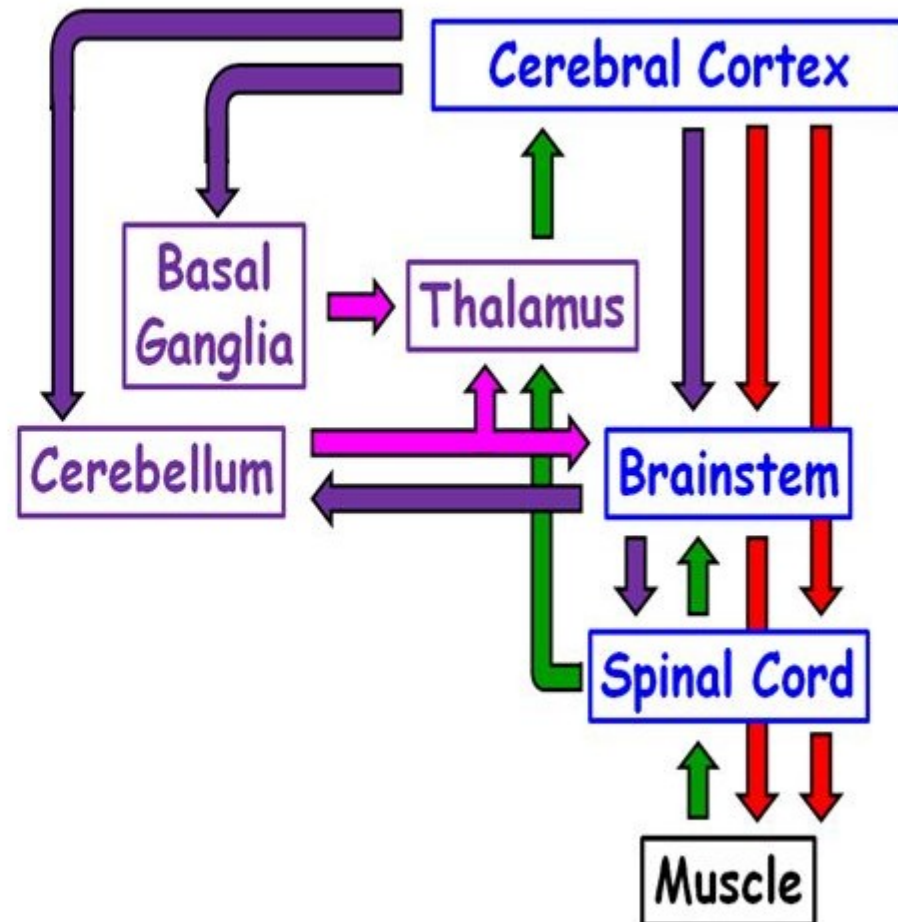
Kontrola a modulace – BG,  
mozeček



[https://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/rizeni\\_hyb\\_systemu.html](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

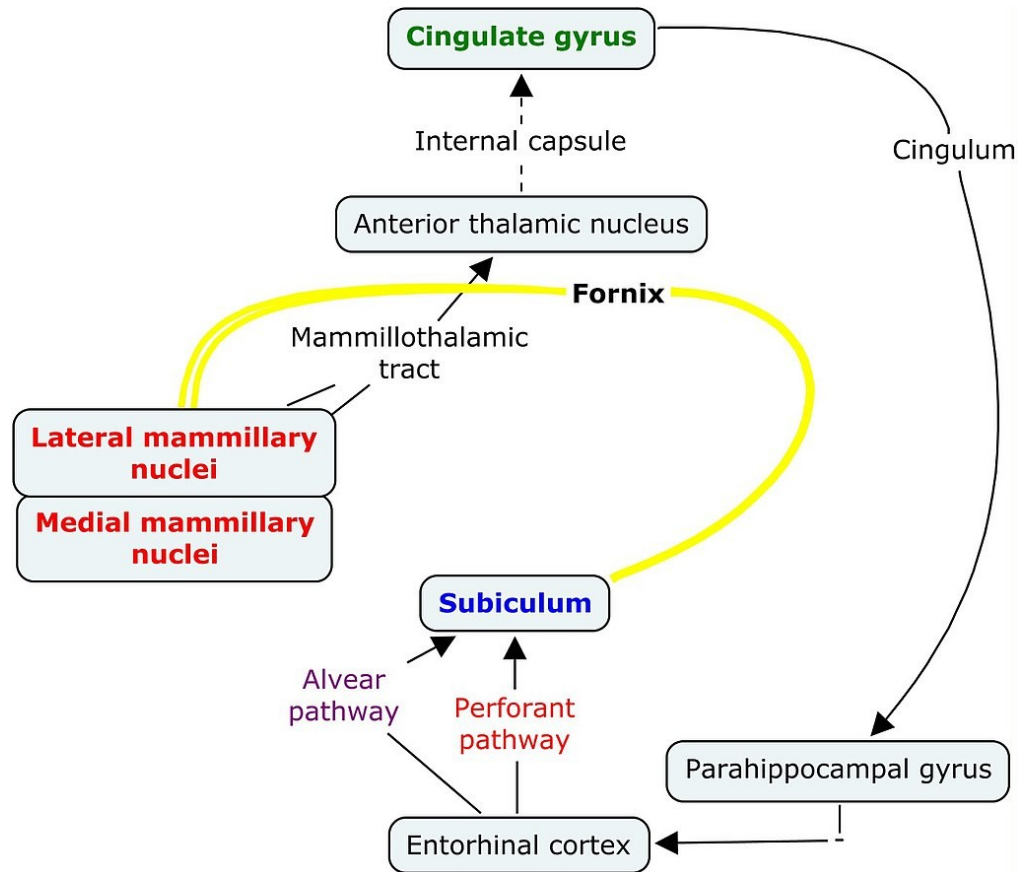
Struktury:

- 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



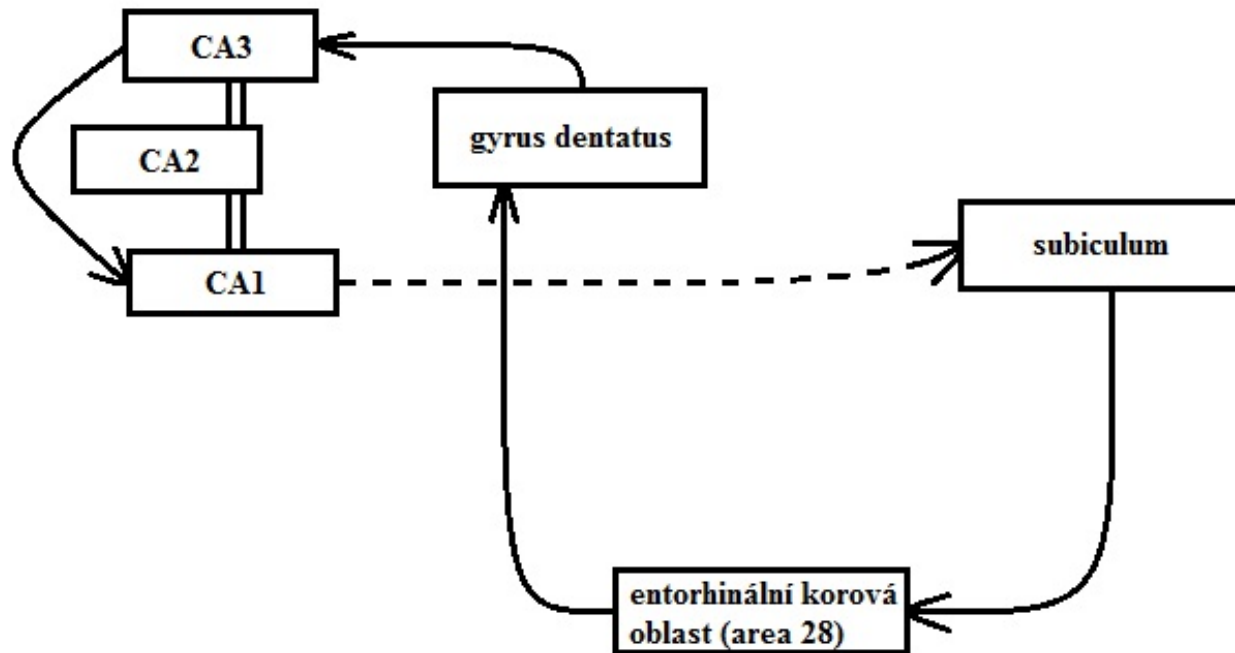
# Papezův okruh



[https://www.wikiskripta.eu/w/Limbick%C3%BD\\_syst%C3%A9m#/media/Soubor:Papez\\_Circuit.jpg](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](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

## Hypokampus

- 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

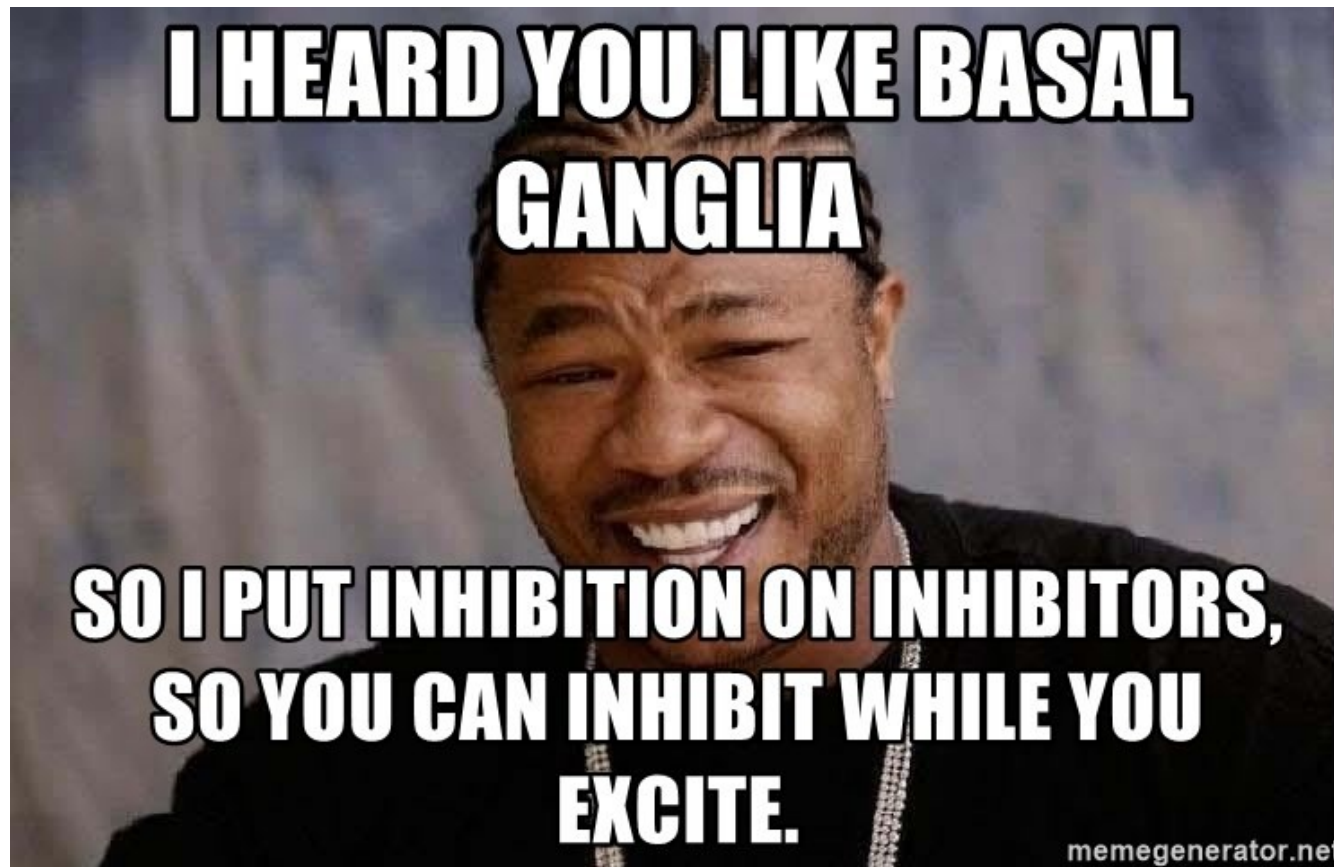
- Mezi nejdůležitější funkce limbického systému patří kontrola úzkosti, strachu, sociálního a emočního chování (především díky amygdale), účast na procesech krátkodobé paměti (dlouhodobá se týká spíše thalamo-kortikálních a intrakortikálních spojů) a dokonce i řízení srdeční činnosti, dýchání (díky napojení 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 kúrou- 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://neurologie.lf1.cuni.cz/1LFNK-294-version1-principy_rizeni_motoriky.pdf)
- [https://www.wikiskripta.eu/w/Motorick%C3%BD\\_syst%C3%A9m](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](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](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](https://www.wikiskripta.eu/w/Motorick%C3%BD_syst%C3%A9m#/media/Soubor:Hierarchie_%C5%99%C3%ADzen%C3%AD_motoriky.png)