



MUNI  
LÉKAŘSKÁ  
FAKULTA



Fenix

# Kineziologie IV.

Mgr. Veronika Málková



# **Kineziologie IV.**


## **Řízení hybnosti**

# Kineziologie IV.

- **Funkční systémy generující pohybové chování:**
  - **Senzorický**
  - **Motorický**
  - **Motivační**
- **Pohyby realizovány na základě pohybových programů (z motorických center), liší se komplexností a způsobem vyvolání.**
- **Motorické nervové struktury uspořádány hierarchicky a navzájem kooperují + kooperace také s ostatními funkčními systémy.**



# Kineziologie IV.

- MJ
  - Mícha
  - Motorická centra mozkového kmene
  - Motorická jádra thalamu
  - Bazální ganglia
  - Motorická kůra hemisfér
- 

# Kineziologie IV.

## ► Mícha:

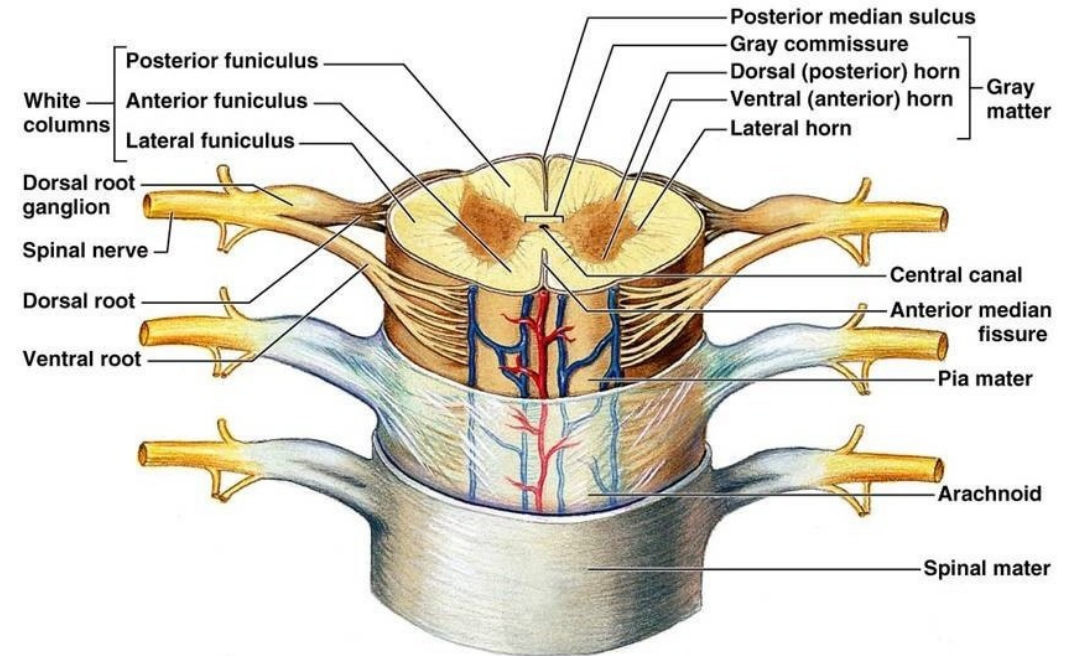
- Válcovitý provazec uložený v páteřním kanálu,
- Kraniálně začíná pod foramen magnum v místě výstupu C1 míšního nervu v oblasti decussatio pyramidum, kaudálně jako conus medullaris dosahuje do úrovně L1 u mužů a L2 u žen, distálně od conus medullaris - filum terminale (srůstá s periostem S2),
- Intumescencia cervicalis et lumbalis.

# Kineziologie IV.

- Šedá hmota – nahromadění nervových buněk, Rexedovy zóny
- Tvar motýla, středem probíhá canalis centralis
  - Cornua anteriora (v prostoru columnae anteriores): motorická jádra (alfa motoneurony a gama motoneurony),
  - Cornua posteriora (v prostoru columnae posteriores): jádra, na kterých končí axony buněk spinálních ganglií (aferentní vedení vzruchů z periferie); z buněk zadních sloupců vycházejí jednak axony do vyšších center CNS a jednak axony předávající informace k motoneuronům.
  - Cornua lateralia (v prostoru columnae laterales): neurony viscerální = autonomní vlákna (axony součástí předních míšních kořenů), hladká + srdeční svalovina, žlázy

# Kineziologie IV.

- 31 párů míšních nervů – 8 krčních, 12 hrudních, 5 bederních, 5 křížových, 1 kostrční
- Fila radicularia – kořenová vlákna míšních nervů
- Ze sulcus anterolateralis – fila radicularia tvořící radices anteriores (přední kořeny míšních nervů): obsahují axony buněk předních sloupců míšních, motorické kořeny (mícha → svaly)



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

[www.anatomyhuman123.com](http://www.anatomyhuman123.com)

# Kineziologie IV.

- Do sulcus posterolateralis – fila radicularia tvořící radices posteriores (zadní kořeny míšních nervů): přivádí prostřednictvím axonů spinálních ganglií aferentní senzitivní informace do CNS (periferie → mícha)
- Radix anterior + radix posterior = nervus spinalis
- Nervus spinalis:
  - 1. Ramus anterior (příčně pruhované svaly trupu a končetin (mimo autochtonní svaly zad), senzitivní inervace končetin a přední části trupu, vlákna visceromotorická (cestou ramus communicans griseus); vytváří plexy (plexus cervicalis, brachialis, lumbalis, sacralis, coccygeus)
  - 2. Ramus posterior (vlákna motorická pro autochtonní svaly zad, senzitivní pro kůži šíje, zad a části hýždí, vlákna visceromotorická, která přichází cestou ramus communicans griseus; nevytváří pleteně)
- Míšní segment = úsek míchy, odkud vystupuje 1 pár míšních nervů



# Kineziologie IV.

- **Bílá hmota:**

- obklopuje šedou hmotu
- axony nervových buněk

- **3 provazce:**

*Funiculus posterior (zadní provazec míšní):* ascendentní dráhy (hmat, polohocit a pohybocit, vibrace),

*Funiculus lateralis (postranní provazec míšní):* ascendentní + descendentní dráhy (zkřížená pyramidová dráha, bolest, teplo, částečně dotyk),

*Funiculus anterior (přední provazec míšní):* descendentní dráhy (nezkřížená pyramidová, bolest, teplo, částečně dotyk),

- Fasciculi proprii (posteriores, laterales, anteriores) – propojují jednotlivé míšní úseky mezi sebou (šíření podnětů zvenčí na větší rozsah míchy, koordinace pohybů)

# Kineziologie IV.

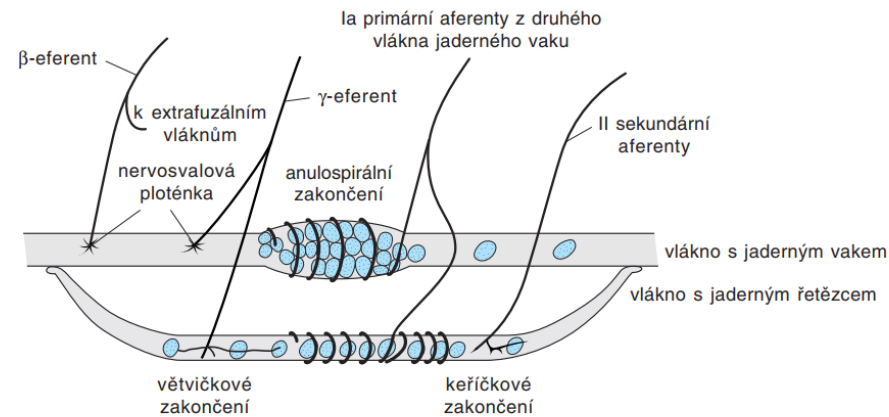
- **Motoneurony:**
  - -motoneurony – inervace kosterního svalstva
    - Mediální jádra: šíjové a zádové svalstvo.
    - Laterální jádra: v rozsahu intumescencia cervicalis et lumbalis (HKK, DKK)
  - – motoneurony – vysílají axony k příčně pruhovaným vláknům svalových vřetének.
- **Svalová vřeténka:**
  - 6 – 10 vláken ve vazivovém obalu (intrafuzální vlákna) – uspořádána paralelně s vlákny příslušného kosterního svalu (extrafuzální vlákna).

# Kineziologie IV.

- Svalová vřeténka:
- 2 typy intrafuzálních vláken:
  - 1. Vlákná s jaderným vakem (většinou 2 vlákna ve SV): monitorují rozsah změny délky svalu a rychlost této změny = zodpovědná za dynamickou reakci
  - 2. Vlákná s řetězovitě uspořádanými jádry (většinou 4 a více vláken ve SV): monitorují změnu délky svalu = zodpovědná za statickou reakci
- Konce IF vláken = kontraktilní, střední část ne
- 2 typy senzoričkých zakončení (aferentních vláken):
  - Primární, anulospirální zakončení: rychle vedoucí aferentní vlákna skupiny Ia; obtáčí středy obou typů intrafuzálních vláken; vedou do míchy informace o změně délky IF vlákna a rychlosti změny

# Kineziologie IV.

- Svalová vřeténka:
  - Sekundární, keříčková zakončení: zakončení vláken typu II, poblíž konců IF vláken s řetězcovitě uspořádanými jádry; do míchy vedou informace pouze o změně délky IF vlákna
  - Těla neuronů uložena ve spinálních gangliích. Vlákná napojena buď na  $\alpha$ -motoneurony daného svalu nebo přes interneurony na antagonistu.



Obr. 6-2. Schematické znázornění hlavních složek savčího svalového vřeténka. Každé vřeténko má obal a obvykle obsahuje 2 vlákna s jaderným vakem a 4 i více vláken s jaderným řetězcem

# Kineziologie IV.

- Svalová vřeténka:
- SV drážděna při protažení svalu, hmotností končetin, tahem antagonistických svalů nebo vnějším podnětem (neurologické kladívko).
- Tento podnět zvýší frekvenci signálů v dostředivých vláknech (vedou vzruchy do míchy). Proud vzruchů zpětnovazebně dráždí alfa motoneurony a dochází ke svalové kontrakci svalu, ve kterém bylo natažení registrováno. Při kontrakci svalu se vřeténka uvolní a frekvence dostředivých signálů klesá.

# Kineziologie IV.

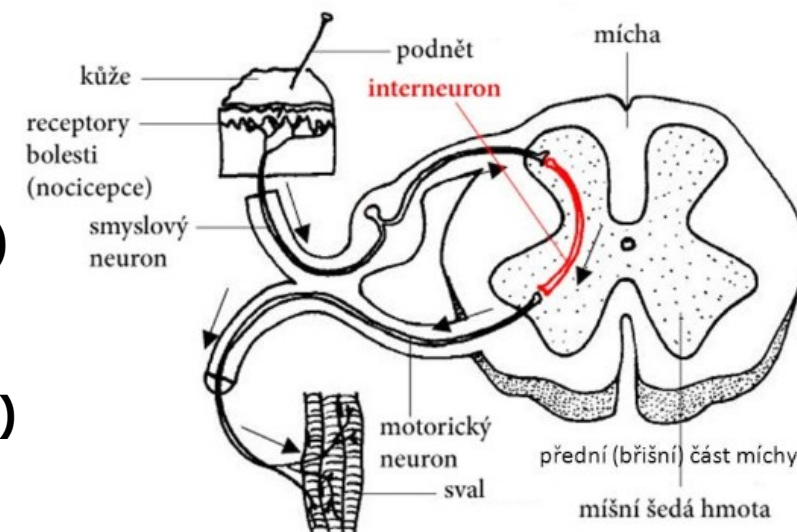
- **Svalová vřeténka:**
- **Gama – systém:**
- **Kontraktilní konce IF vláken – vlastní inervace z  $\gamma$  – motoneuronů, jejichž axony mohou měnit délku IF vláken a tím zvyšovat citlivost na jejich následné protažení (vytváří předpětí).**
- **Gama-systém je pod vlivem vyšších úrovní CNS, především pak RF. Vyvoláním kontrakce intrafuzálních svalových vláken modulují  $\gamma$ -motoneurony citlivost svalových vřetének (regulace svalového tonu). Kontrakce vlastního receptoru vyvolá opět aktivaci reflexní dráhy do příslušného míšního segmentu. Tento systém nabývá význam obzvláště při posturálních reflexech.**

# Kineziologie IV.

- **Šlachové receptory (Golgiho tělíška):** receptory uložené na rozhraní svalu a šlachy
  - Kolagenní vlákna obalena vazivovým pouzdrém a obtočená aferentními vlákny Ib..
  - Tělíško aktivováno při svalové kontrakci nebo pasivním tahem za šlachou.
  - Informace vedené z těchto receptorů do míchy jsou přepojeny na míšních interneuronech, prostřednictvím kterých se tlumí aktivita a – motoneuronů inervujících daný sval + současná aktivace antagonisty.
  - Chrání šlachou před přetížením.

# Kineziologie IV.

- **Míšní reflexy:**
  - Automatická odpověď organismu na podnět, podráždění, změnu zevního nebo vnitřního prostředí.
  - Reflexní oblouk: receptor → aferentní dráha (podnět do CNS) → CNS (zpracování informací a vytvoření odpovědi) → eferentní dráha (k výkonnému orgánu) → efektor (sval, žláza)
  - Monosynaptický reflex: mezi aferentním a eferentním neuronem jen jedna synapse (napínací reflex)
  - Polysynaptický reflex: mezi aferentním a eferentním neuronem vsunut další neuron (interneuron), počet interneuronů různý



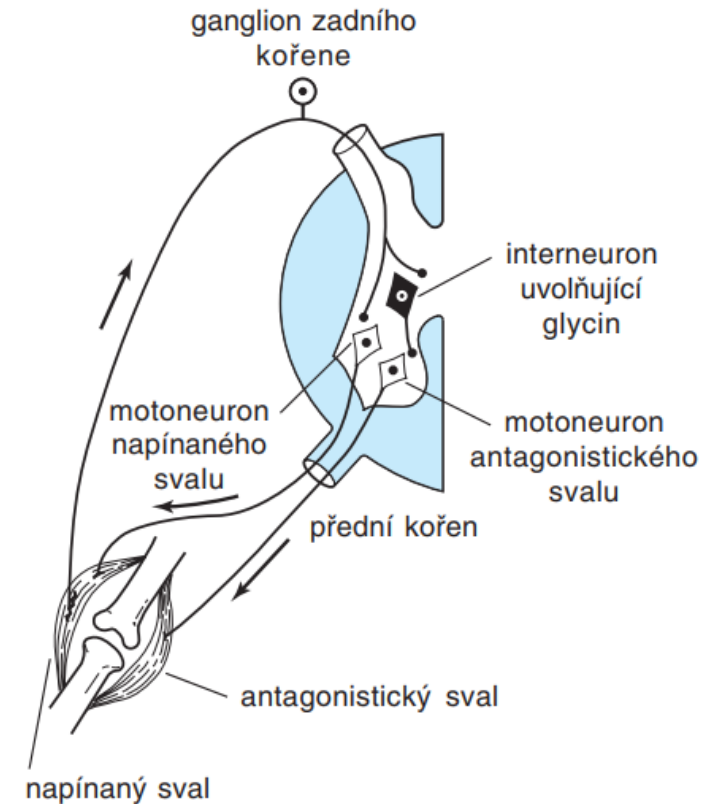
<https://www.jergym.cz/wp-content/uploads/2016/10/nervov%C3%A1-soustava.pdf>



# Kineziologie IV.

## Míšní reflexy:

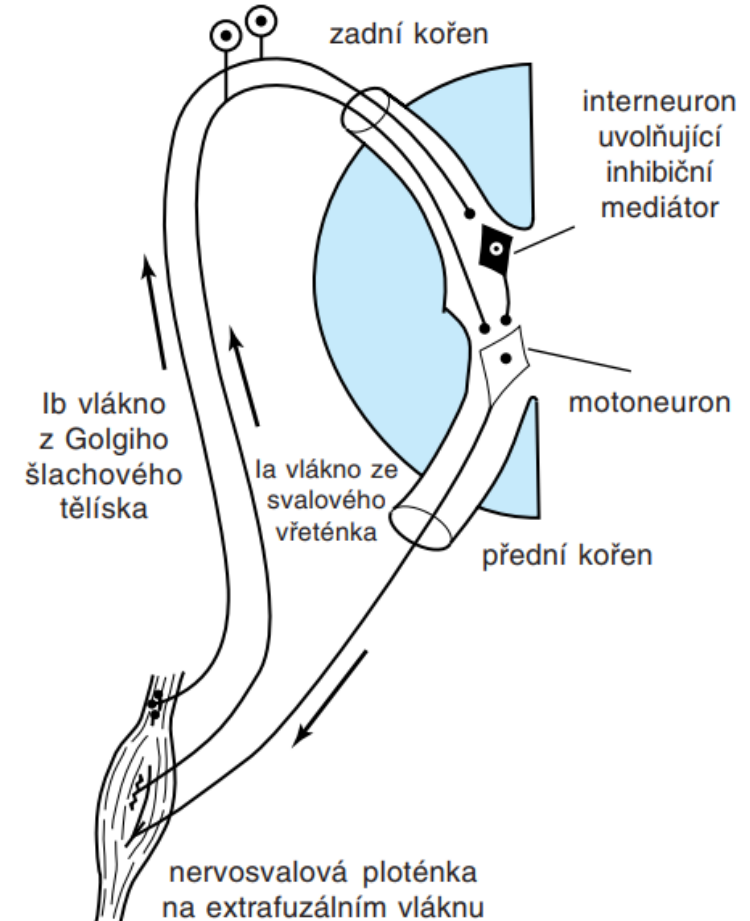
- **Proprioceptivní (myotatické, napínací): receptory SV**
  - **reflexní oblouk: SV → aferentní vlákno míšního nervu (buňka ve spinálním gangliu) → a – motoneuron → efektor (sval)**
  - **Reciproční inhibice: impulsy vedené ze SV svalu způsobují postsynaptickou inhibici motoneuronů ovládajících antagonisty, a to skrze interneurony.**



Ganong, 2005

# Kineziologie IV.

- **Inverzní napínací reflex:**
  - **receptorem ŠT (vlákna Ib):** dráždění vláken Ib končí ve spinální míše na inhibičních interneuronech, které pak končí přímo na motoneuronech daného svalu. Zároveň vede ze zadních rohů kolaterála, která skrze excitační interneuron aktivuje motoneurony antagonistů a brání tak svaly před přetížením.



# Kineziologie IV.

- **Exteroceptivní míšní reflexy (extenzorové nebo flexorové):** receptory pro bolest a dotyk v kůži, zajišťují postoj a obranu.
  - **Extenzorový reflex:** podráždění některých taktilních receptorů; odpovědí kontrakce extenzorů, především těch s antigravitační funkcí (několikanásobné přepojení v míšních interneuronech, inhibiční interneuron tlumí flexory, přes excitační interneuron se aktivují extenzory); podstatou postojových reakcí
  - **Flexorový reflex:** vybavován bolestivými podněty, odpovědí je oddálení místa od zdroje bolesti (excitační interneuron flexorů, inhibiční interneuron extenzorů); typický obranný reflex
  - **Zkřížený extenzorový reflex:** při velmi silném bolestivém podnětu; kombinace obranného a posturálního reflexu; při flexorovém reflexu jedné strany zapojen extenzorový reflex druhé strany; důležité pro udržení rovnováhy při obranném reflexu dolních končetin.

# Kineziologie IV.

- **Mozkový kmen: prodloužená mícha, Valerův most, střední mozek**
- **Prodloužená mícha – decussatio pyramidum**
- **Funkce:**
  - **Nepodmíněné obranné reflexy: reflex kašle, kýchací reflex, zvracení**
  - **Regulace dýchání (spolu s mostem)**
  - **Regulace krevního oběhu a trávení**
  - **Spolu s mostem – mimické pohyby, fonace a řeč**
  - **Spolu s mostem a středním mozkem řízení postojové motoriky**

# Kineziologie IV.

- **Mozkový kmen: prodloužená mícha, Valorův most, střední mozek**
- **Valorův most**
- **Funkce:**
  - **Nepodmíněné reflexy: korneální reflex, okulokardiální reflex**
  - **Podmíněné reflexy umožňují artikulaci**
  - **Řízení dýchaní**

# Kineziologie IV.

- **Mozkový kmen: prodloužená mícha, Varolův most, střední mozek**
- **Mesencefalon**
- **Funkce:**
  - **Účast na řízení motoriky**
  - **Přepojování informací vedených zrak. a sluch. drahou**
  - **Centrum nepodmíněných reflexů: zrakové, sluchové, vzpřimovací reflexy**

# Kineziologie IV.

- **Retikulární formace: soubor jader ve střední části prodloužené míchy a táhnoucí se mostem a středním mozkem až k mezimozku.**
  - **Významně se podílí na řízení hybnosti, vegetativních funkcí (činnost srdce, dýchání, krevní oběh, tlak, termoregulace), stavy bdění a spánku.**
  - **Ascendentní část RF: prochází mozkovým kmenem, přes thalamus do mozkové kůry; zajišťuje bdění (poruchy zhoršují učení i paměť).**
  - **Descendentní inhibiční část RF: aktivována MK, BG a spinálním mozečkem; útlum pohybů (tlumí míšní reflexy).**
  - **Descendentní facilitační systém RF: aktivován ze statokinetického čidla, vestibulárního jádra, vestibulárního mozečku i mozkové kůry; řídí činnost  $\gamma$ -motoneuronu → udržuje vzpřímený postoj (facilitace svalového tonu antigravitačních svalů) a polohu těla obecně; převaha DFS → decerebrační rigidita**

# Kineziologie IV.

- **Vestibulární jádra: 4 samostatná jádra uložena na spodině 4 komory prodloužené míchy**
  - **na povrchu jader končí vlákna prvního neuronu vestibulární dráhy jdoucí ze statokinetického ústrojí; z jader pokračují vestibulární dráhy:**
    - **do temporoparietální oblasti mozkové kůry,**
    - **k míšním motoneuronům antigravitačních svalů,**
    - **k jádrům okohybných nervů,**
    - **do mozečku a RF**



# Kineziologie IV.

- **Vestibulární jádra:**
  - **Funkce:**
  - **Změna polohy hlavy (předklon, záklon, úklon) dráždí receptory statokinetického ústrojí → přes vestibulární jádra, míchu a přes RF *nastavován tonus extenzorů končetin a trupu = tonus antigravitačních svalů (zajištění vzpřímeného postoje); současně spojení důležité pro udržení stálé polohy hlavy a zajištění souhybu očí při měnící se poloze hlavy.***
  - **Rotační pohyby hlavy: dráždí statokinetické čidlo; nutno vyrovnávat odchylky v poloze těla a jeho částí při vychýlení těžiště těla; přes vestibulární jádra jdou informace ze statokinetického čidla do mozečku a RF → *ovlivňován tonus svalových skupin provádějící příslušné kompenzační pohyby.***

# Kineziologie IV.

- ▶ **Mozeček:** uložen v zadní jámě lebeční, tvořen 2 hemisferae cerebelli + vermis cerebelli, prostřednictvím 3 silných svazků drah připojen k mozkovému kmeni.
- Šedá hmota, bílá hmota
- Základní funkční jednotkou: Purkyňova buňka – axony končí u buněk mozečkových jader a u vestibulárních jader (zvýšená aktivita PB tlumí mozečková a vestibulární jádra, snížená aktivita má efekt opačný).
- Funkční členění mozečku:
  - Vestibulární mozeček (archicerebellum): udržuje přiměřený svalový tonus, vzpřímenou polohu těla ve stoji a při chůzi, podílí se na řízení automatických očních pohybů.
  - Cerebrální mozeček (neocerebellum): spolu s motorickou kůrou a bazálními ganglii se účastní plánování, koordinace a programování volných pohybů a podílí se na procesu motorického učení.

# Kineziologie IV.

- **Funkční členění mozečku:**
  - **Spinální mozeček (paleocerebellum):** přijímá informace z proprioreceptorů a exteroceptorů (taktilní čítí) i z interoreceptorů (prostřednictvím thalamu).  
**Analyzuje informace o pohybu z proprioceptorů při změnách svalového napětí (tlumivý vliv na reflexní okruhy proprioreceptorů, zvláště na okruhy antigravitačních svalů).  
Regulace svalového tonu.**
- **Mozeček se podílí:**
  - řízení svalového napětí,
  - udržování vzpřímené polohy těla,
  - koordinace úmyslných pohybů.

# Kineziologie IV.

## ► Thalamus:

- **Komplikovaná struktura, komplex jader, hlavní přepojovací centrum v CNS**
- **Funkce :**
  - **Přepojovací centrum informací z periferie (senzitivní, zrak., sluch., chuť.),**
  - **Ovlivnění stavu bdělosti,**
  - **Účast na vegetativních reakcích (zblednutí, zčervenání),**
  - **Ovlivnění stoje a chůze.**

# Kineziologie IV.

## ➤ Bazální ganglia:

- Ncl. caudatus, putamen, globus pallidus (medialis – výstupní bazální ganglion a lateralis – vmezeřené bazální ganglion), ncl. amygdalae (funkčně spíše limbický systém), substantia innominata *Reichert*, nucleus subthalamicus (corpus Luysi), substantia nigra, ncl. ruber
- Ncl. lentiformis = globus pallidus + putamen
- Corpus striatum = ncl. caudatus + putamen
- Funkční zapojení BG:
  - Přímá dráha: kůra – striatum – globus pallidus medialis – thalamus – kůra;
  - Nepřímá dráha: kůra – striatum – globus pallidus lateralis – ncl. subthalamicus – globus pallidus medialis – thalamus – kůra.

# Kineziologie IV.

- **Funkce BG:**
  - Podíl na řízení motorických funkcí a i kognitivních funkcích
  - Řízení motoriky:
    - podílení na plánování pohybu, na kontrole složitých pohybových vzorců (psaní, hra s míčem, atd.)
    - Informace z motorických a somatosenzitivních oblastí MK do putamen, odtud:
      - A) Přímá dráha: putamen inhibuje (GABA) globus pallidus medialis. Ten je také sám o sobě inhibiční a svou spontánní aktivitou tlumí thalamus. Pokud je sám inhibován, tlumení thalamu je sníženo a ten svou excitační aktivitou (glutamát) působí na MK. Zvýšená aktivita přímé dráhy vede k vyšší pohybové aktivitě, funkční je tedy podpora pohybů.

# Kineziologie IV.

- **Funkce BG:**
- **Řízení motoriky:**
  - **B) Nepřímá dráha:** putamen inhibuje (GABA) globus pallidus lateralis a tím je utlumen jeho inhibiční vliv na ncl. subthalamicus. To pak excituje přes glutamát globus pallidus medialis. Dochází k inhibici thalamu a excitační vliv na mozkovou kůru je utlumen. Nepřímá dráha slouží především k potlačení nechtěných pohybů.
  - **Druhé výstupní ganglion – pars reticularis substantiae nigrae – se uplatňuje v přenosu signálů přímo do mozkového kmene a retikulární formace a dále do tzv. extrapyramidových drah.**
- **Kaudátový okruh:**
  - **Uplatnění v kognitivní kontrole motoriky a je mu připisováno vykonávání exekutivních funkcí (plánování, organizování, řešení problémů, emocionální seberegulace).**

# Kineziologie IV.

- **Mozková kůra:**
  - **Řídící (řízení motoriky, autonomních funkcí, sensorických funkcí) a integrační (emoce, paměť, řeč, myšlení, vědomí, motivace, spánek, bdění) funkce**
  - **Pyramidové neurony: axony neuronů v povrchových vrstvách spojují blízké i vzdálenější oblasti kůry (kůru neopouštějí); axony neuronů páté vrstvy jdou i do velmi vzdálených struktur (BG, mozkový kmen, thalamus, RF, jádra hlavových nervů, mícha)**
  - **Hvězdicovité neurony: intrakortikální spojení**
  - **Cílené pohyby řízeny MK, BG a mozečkem**



# Kineziologie IV.

## ➤ **Mozková kůra:**

### • **Funkční motorické oblasti MK:**

- **Primární oblast: v gyrus praecentralis; nejvýznamnější neuronální vrstvou je V. vrstva složená z Becových pyramidových buněk – uspořádány podle vztahu k jednotlivým tělním článkům a svalovým skupinám = somatotopická organizace kůry; Becovy buňky vytvářejí i jádra řídící větší svalové skupiny; kolem jader další skupiny neuronů, tzv. pole (koordinační funkce).**

**Klíčová struktura pro řízení úmyslných pohybů; stimulus způsobuje svalovou kontrakci na kontralaterální polovině těla; poškození vede ke spastické obrně.**

- **Sekundární oblast: gyrus frontalis superior; důležitá pro složitější pohyby hlavy a končetin a iniciaci pohybů; poškození vede ke spastické obrně a zástavě řeči.**

# Kineziologie IV.

- **Mozková kůra:**
- **Funkční motorické oblasti MK:**
  - **Prémotorická oblast:** zadní část gyrus frontalis superior; příprava a změna pohybů, poškození vede k apraxii.
  - **Frontální okohybné pole:** gyrus frontalis medius; účastní se na konjugovaných pohybech očí, poruchou je deviace bulbů.

**Bez korového motorického centra není možné vykonat úmyslný pohyb!**

# Kineziologie IV.

## ➤ Mozková kůra:

### • Pyramidový motorický systém

- zodpovídá za rychlé, přesné, fázické pohyby (zodpovědný za volní motoriku, a to hlavně jemnou motoriku distálních částí končetin)
- z oblastí motorické kůry jednoneuronová dráha do míchy (30% vláken z primární motorické kůry, další vlákna vychází z premotorické kůry a ze somatosenzorických oblastí)
- 2 dráhy:
  - *tractus corticospinalis* = podněty k motoneuronům předních míšních rohů pro kosterní svalstvo těla,
  - *tractus corticonuclearis* = signály z kůry k motorickým jádrům hlavových nervů

# Kineziologie IV.

## ➤ Mozková kůra:

- **Pyramidový motorický systém**

- **Průběh:**

- **mezi thalamem a bazálními ganglii v *capsula interna* a v *crus cerebri* středního mozku do kmene (zde se oddělují vlákna pro hlavové nervy; pouze část těchto vláken se kříží, některé hlavové nervy tak mají stejnostrannou korovou inervaci)**
    - ***tractus corticospinalis* pokračuje dále a na přechodu prodloužené míchy a míchy se zhruba 80 % vláken kříží v *decussatio pyramidum* a sestupuje k jednotlivým míšním segmentům jako *tractus corticospinalis lateralis*. Zbýlých 20 % pokračuje jako *tractus corticospinalis anterior* a zkříží se vždy teprve na příslušné míšní úrovni**
    - **v míše končí synapsemi na a – motoneuronech nebo na interneuronech, kde dojde k přepojení informací (častější)**

# Kineziologie IV.

## ➤ **Mozková kůra:**

- **Pyramidový motorický systém**

- pyramidová dráha vydává vlákna k neuronům BG, ncl. ruber, ncl. niger, jádrům mostu, RF

- **Extrapiramidový motorický systém**

- víceneuronové dráhy
- souhrnné označení pro množství descendentních drah přinášejících informace z různých částí motorické kůry a po přepojení v BG a odtud v dalších částech CNS ovlivňují motoriku

# Kineziologie IV.

## ► Mozková kůra:

### • Extrapyramidový motorický systém

#### • Dráhy:

#### • Tr. reticulospinalis:

- obsahuje vlákna z neuronů RF; hlavní funkcí je regulace svalového tonu (toho dosahuje ovlivňováním  $\gamma$ -motoneuronů – především jejich inhibicí → tlumením  $\gamma$ -motoneuronů dojde k povolení svalového vřeténka → snížení stimulace  $\alpha$ -motoneuronů cestou gamma-kličky → uvolnění svalu)
- mimo jiné přenáší informace do dýchací centra (stimulace jader *nervus phrenicus* a zajištění pravidelného dýchání)
- touto cestou dochází k mimovolní aktivaci svalů limbickým systémem, atd.

# Kineziologie IV.

## ► Mozková kůra:

### • Extrapyramidový motorický systém

#### • Tr. reticulospinalis:

- podílí se na hrubých pohybech velkých svalových skupin
- pod vlivem bazálních ganglií, vestibulární i spinálního mozečku, mozkové kůry a celé řady dalších struktur

#### • Tr. vestibulospinalis:

- vede hlavně informace pro tzv. antigravitační svaly (extenzory končetin a svaly udržující napřímený trup - svaly zad, břišní svalstvo, svaly pánevního dna) → udržení postoje a rovnováhy
- pod vlivem hlavně vestibulárního mozečku a také přímo rovnovážného ústrojí

# Kineziologie IV.

## ► Mozková kůra:

### • Extrapyramidový motorický systém

#### • Tr. vestibulospinalis:

- vestibulární jádra propojena s okohybnými jádry → koordinace pohybů očí při pohybech hlavy

#### • Tr. rubrospinalis:

- významně potlačen pyramidovým systémem
- uplatňuje se hlavně v aktivaci velkých flexorů horních končetin
- pod vlivem spinálního mozečku a mozkové kůry.



# Seznam literatury

- **DYLEVSKÝ, Ivan.** *Kineziologie : základy strukturální kineziologie.* Vyd. 1. Praha: Triton, 2009. 235 s. ISBN 9788073873240.
- **GANONG, William.** *Přehled lékařské fyziologie.* Praha: Galén, 2005, 890 s. ISBN 80-7262-311-7.
- **KOLÁŘ, P.** *Rehabilitace v klinické praxi.* 1. vyd. Praha: Galén, 2009, 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1
- **MYSLIVEČEK, Jaromír, et al.** *Základy neurověd.* 2. vydání. Praha : Triton, 2009. 390 s. [ISBN 978-80-7387-088-1](#).
- **ROKYTA, Richard.** *Fyziologie pro bakalářská studia.* Praha: ISV nakladatelství, 2008, ISBN 80-86642-47-X.
- **SKALIČKOVÁ – KOVÁČIKOVÁ, Věra.** *Diagnostika a fyzioterapie hybných poruch dle Vojty.* 1. vyd. Olomouc: RL – CORPUS, s.r.o., 2017. 223 s. ISBN 978-80-270-2292-2.
- <http://www.nan.upol.cz/neuro/index.html>



**Děkuji za pozornost**