

Fyziologická hybnost

Nk 4052

Neurofyzologie ?

Jak funguje přenos signálů ke svalům?

Jak je řízena motorika člověka?

Potřebuju to vůbec vědět?

Pojmy - opakování

Fyziologický

– normální, přirozený, týkající se zdravého organismu

Hybnost

– všechny pohybové funkce vykonávané kosterním a hladkým svalstvem

Motorika

– souhrn lidských pohybových předpokladů a projevů

Svalový tonus

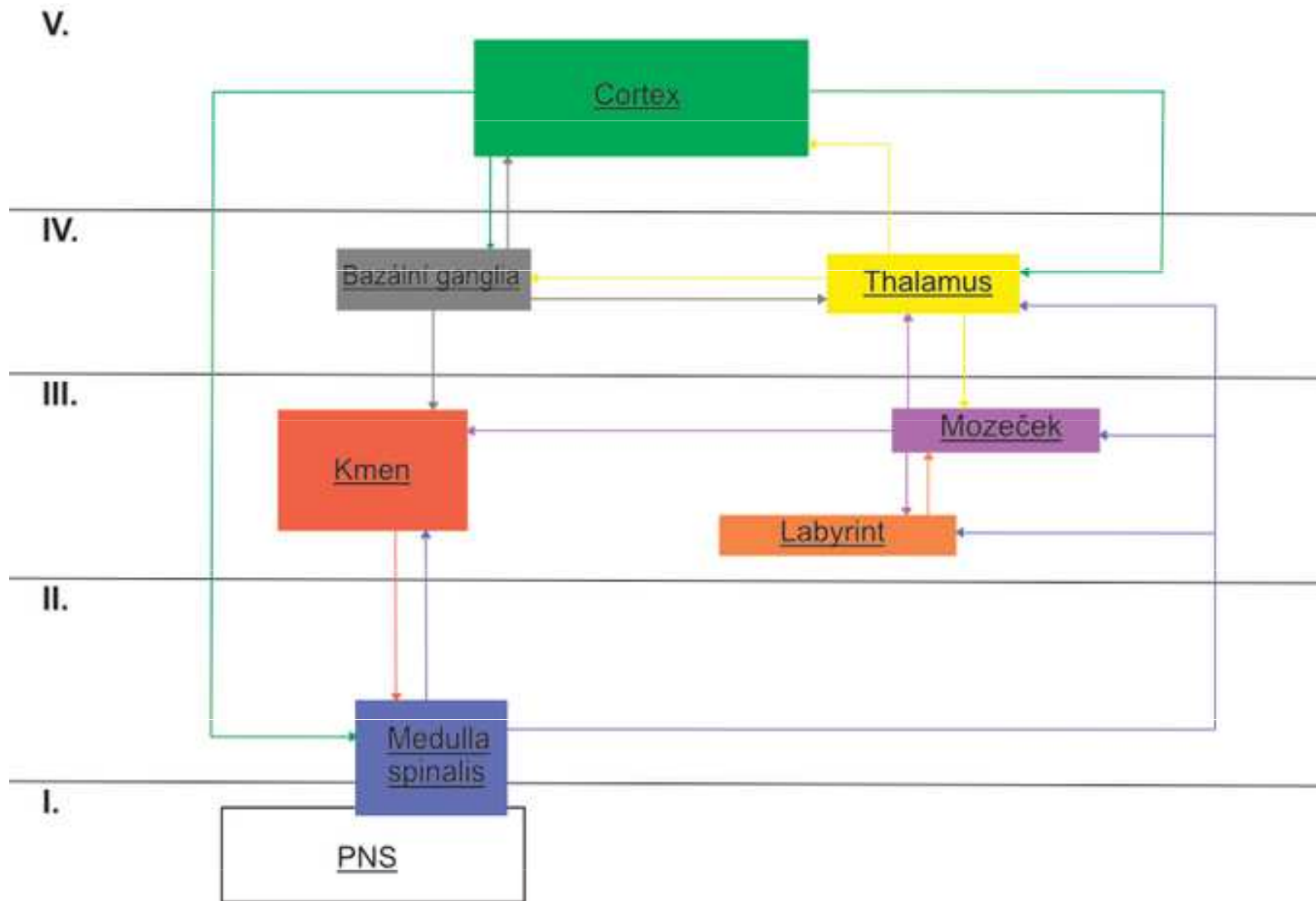
– stupeň odporu při pasivním pohybu v kloubu

Motorická jednotka

- soubor svalových vláken inervovaných jedním motoneuronem

Motorický systém - řízení pohybu

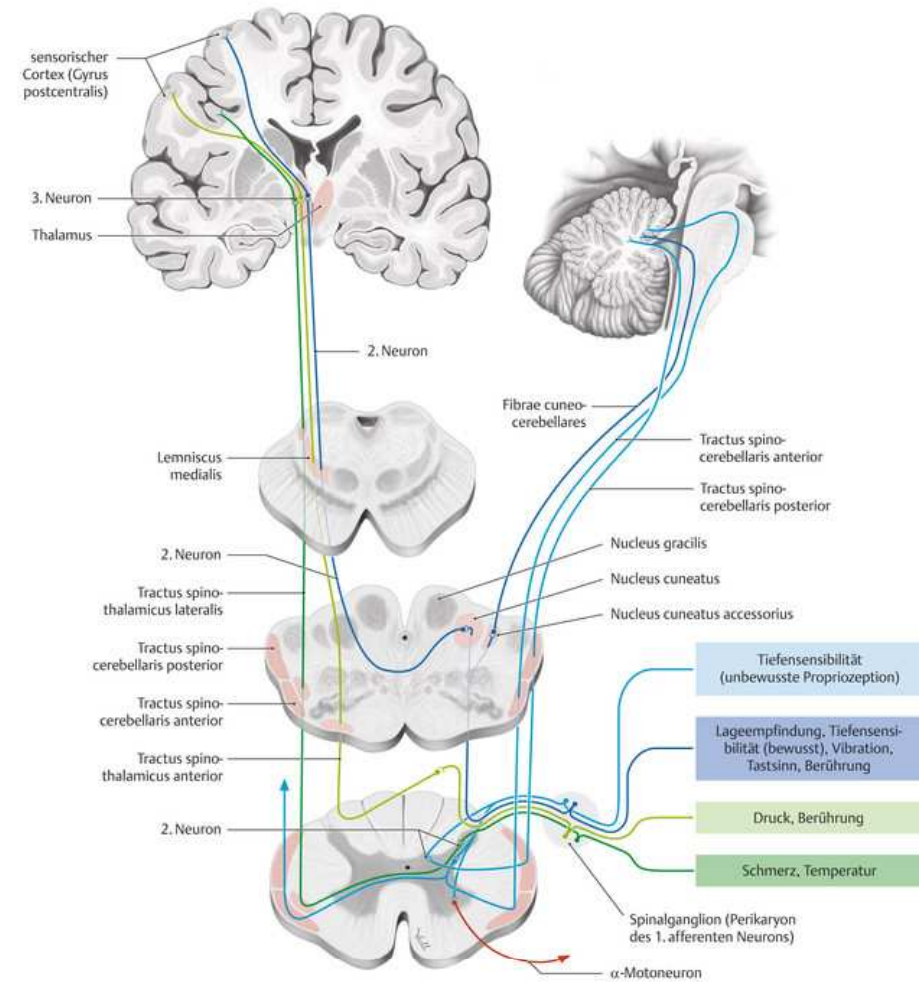
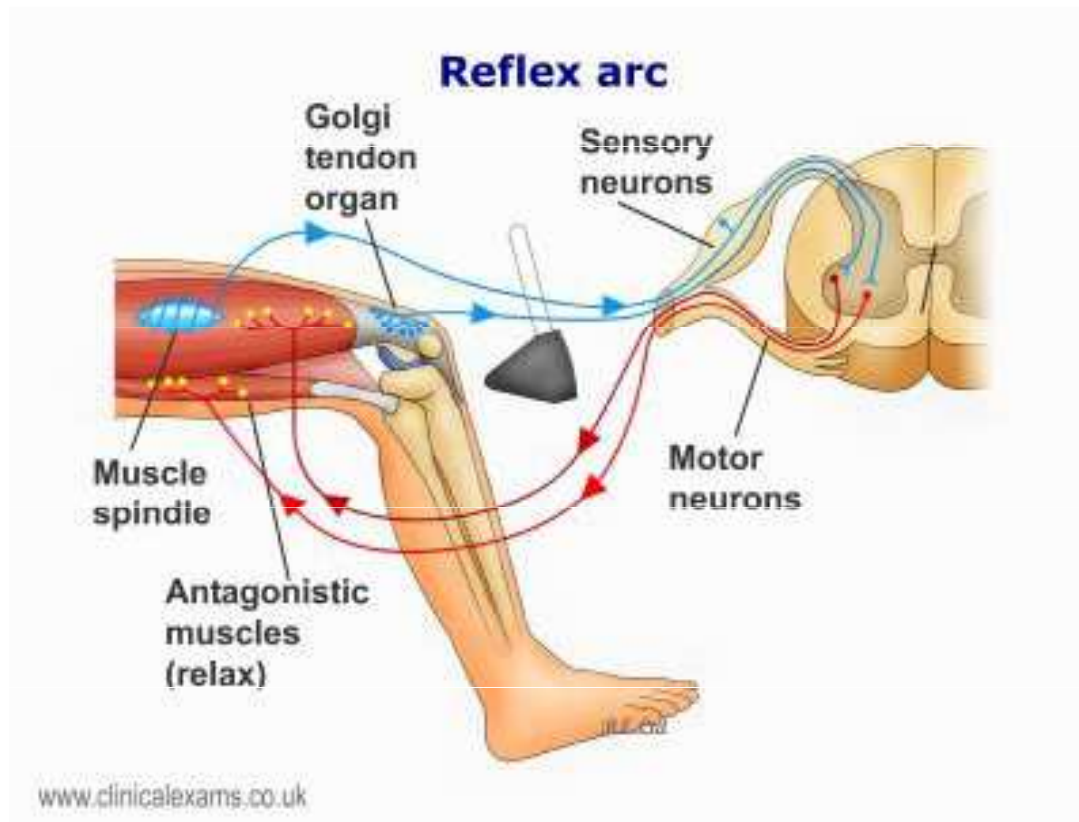
- **Motorická kůra frontálního laloku** – programování, plánování a iniciace cílených pohybů – volní hybnost
- **Kmen** – regulace svalového napětí a kontrola pohybu
- **Mícha** – reflexní oblouk
- **Motorická jednotka** – soubor svalových vláken inervovaných jedním motoneuronem
- **Bazální ganglia** – modulace informací z kůry, vypracování pohybových programů
- **Mozeček** – udržování stoje a polohy, kontrola pohybů
- **Talamus** – registrace pohybů, koordinace



Řízení hybnosti

Dva základní typy pohybů:

1. Reflexní mimovolní aktivita
 2. Cílená volní motorika
- Nezbytná koordinace agonistů, antagonistů, synergistů
 - Nezbytný princip zpětné kontroly
 - Informace ze sensorického systému
 - Propriocepce
 - Nutný určitý svalový tonus (mícha, RF, vestibulární systém, mozeček, BG)



Řízení volního pohybu

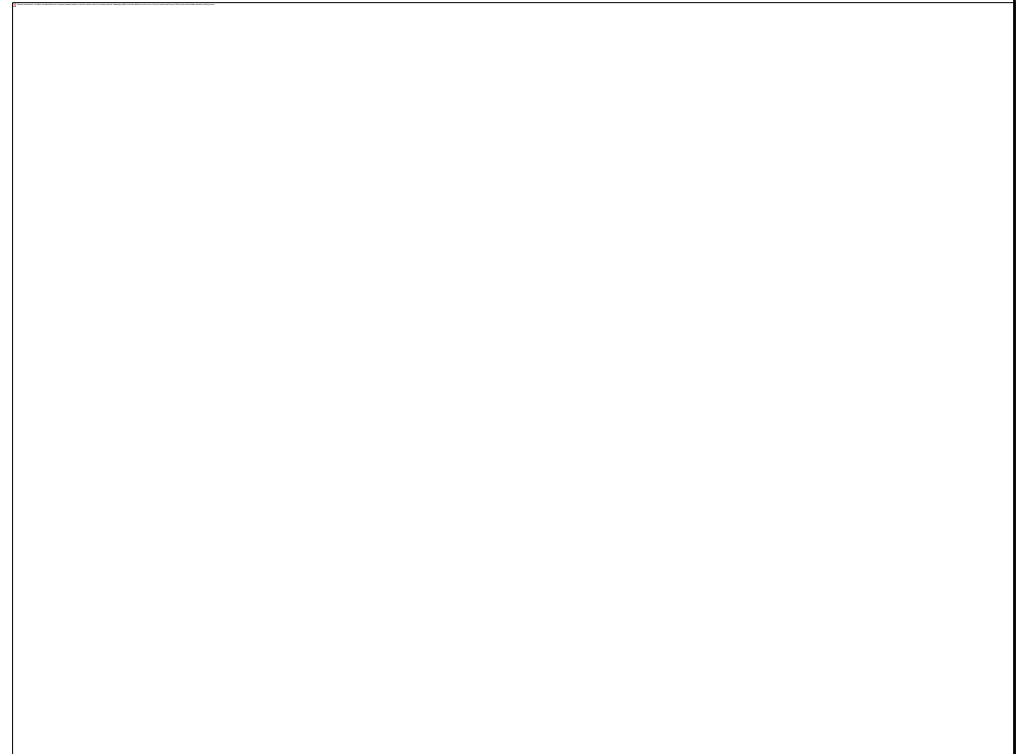
Cílená motorika – 3 stupně:

1. Plánování – *asociační korové oblasti*
(podnět, myšlenka)
2. Iniciace – *motorický kortex* (samotný pohyb)
3. Provedení – *kmen, mícha – míšní dráhy*
– *motorické nervové dráhy*

Kontrola, modulace – bazální ganglia,
mozeček

Korové oblasti

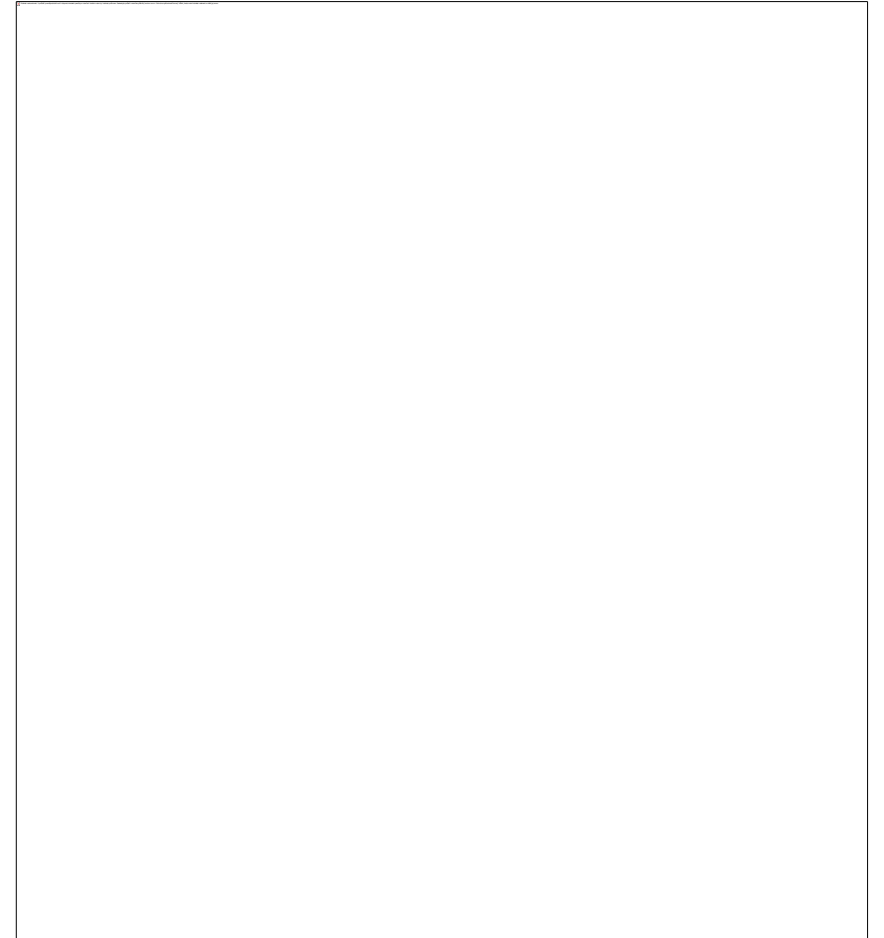
- Plánování a iniciace pohybu:
 - Prefrontální asociační oblast, premotorická kůra, primární motorická kůra
- Provedení pohybu:
 - Primární motorická kůra M1 – gyrus precentralis (area 4) *homunculus*
- Kontrola posturální stability, složitější pohyby, vzory
 - Premotorická area (area 6), suplementární motorická area



Homunkulus

Mozkový kmen

- **Fce:** podílí se na mimice, fonaci, centrum zraku, sluchu, pohyby hlavy a těla...
- **Reticulární formace** – řízení propriocepce, vztahy mezi podrážděním a útlumem motorických funkcí, integrace informací z exteroceptorů, regulace svalového tonu



Mícha, spinální centra

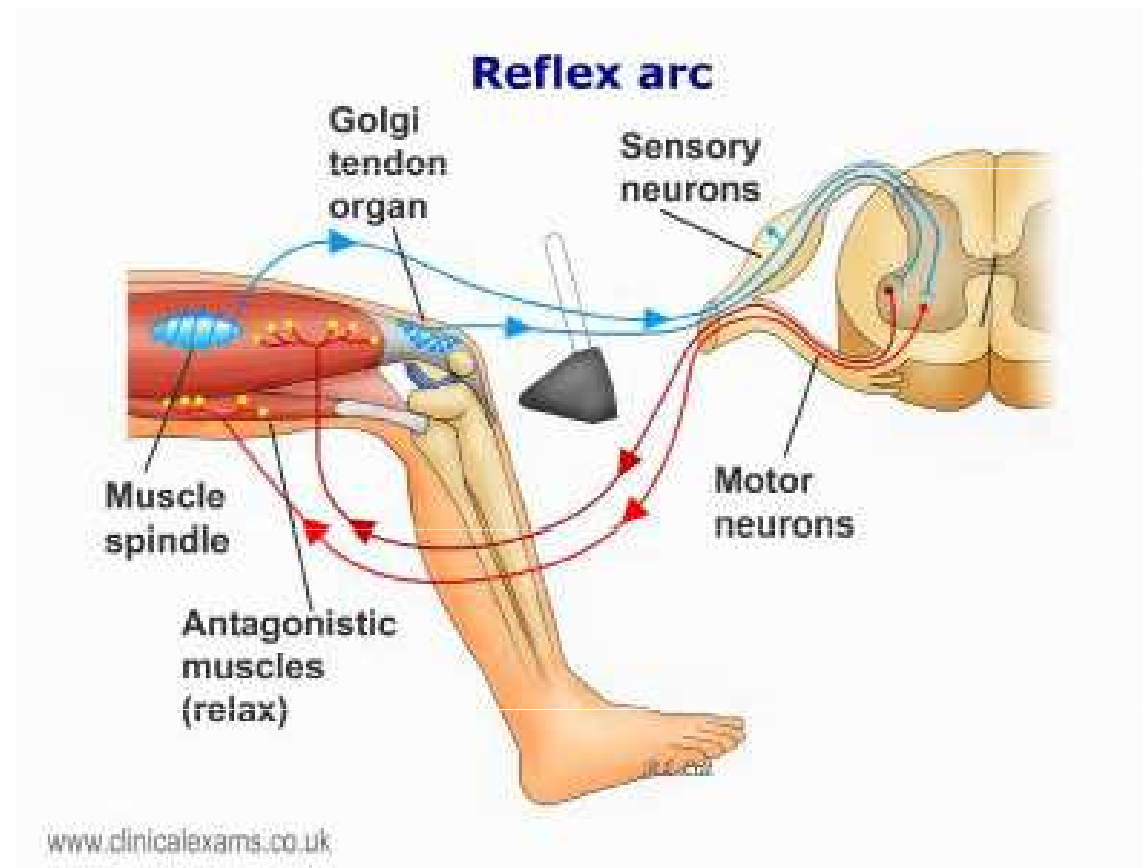
- Míšní reflexy
 - Proprioreceptivní – info z proprioreceptorů (svaly, šlachy)
 - Exteroreceptivní – info z exteroceptorů (kůže)
 - Viscerální
 - Viscerosomatické reflexy
 - Somatické
- Reflexní motorika
 - Postojové a vzpřimovací reflexy

Podíl na regulaci **svalového tonu** – základ veškerého plynulého pohybu
– koordinace **α a γ neuronů**

Míšní reflex – reflexní oblouk

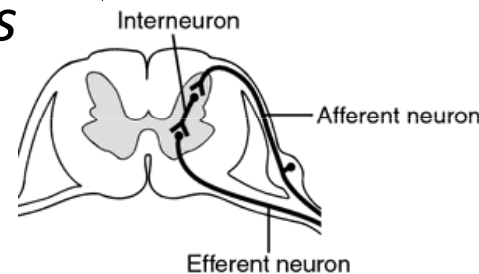
Dle počtu synapsí:

- Monosynaptické (*jedno neuronové*)
- Polysynaptické (*na dráze jeden nebo více vmezeřených interneuronů*)



Mícha, spinální centra

- **Velké motoneurony** – systém alfa, součást motorických jednotek (*inervují extrafuzální vlákna kosterních svalů*)
- **Malé neurony** – systém gama (*inervují intrafuzální vlákna svalových vřetének*)
- **Interneurony** – vmezeřené do dráhy (*převážně inhibiční charakter, koordinace spinálních reflexů s korovými vlivy*)



Motorické dráhy

1. KORTIKOSPINÁLNÍ SYSTÉM – úmyslné, jemné pohyby

- Motorický kortex A4
- Jedno neuronová dráha (kůra – motoneuron)
- **Tr. Corticospinalis**
- **Tr. corticobulbaris**

2. EXTRAKORTIKOSPINÁLNÍ SYSTÉM (EXTRAPYRAMIDOVÝ) – hrubé pohyby, postoj, svalový tonus

- Více neuronová
- Kontrola motoriky kmenové etáže (A6)
- **Tr. Cortico-reticularis/reticulo-spinalis**
- **Tr. Cortico-rubralis/rubrospinalis**
- **Tr. Cortico-tectalis/tectospinalis**
- **Tr. vestibulospinalis**

Subkortikální řídicí centra

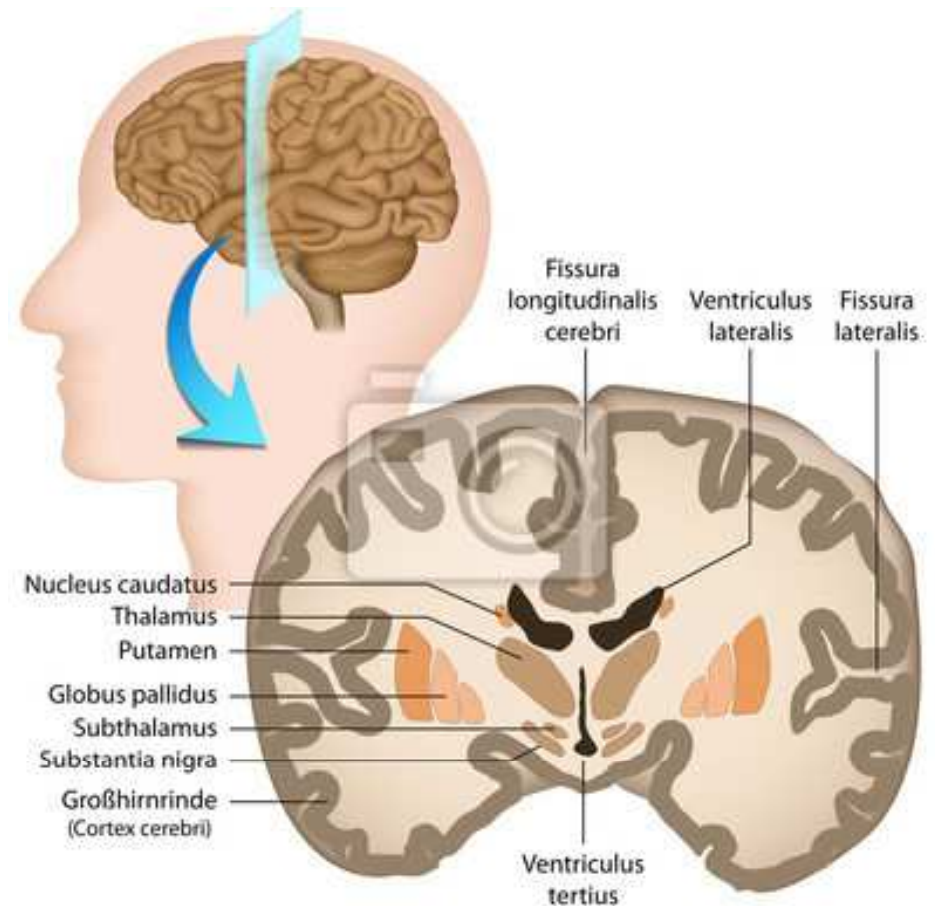
- Bazální ganglia
 - Mozeček
-
- Zpětnovazebné paralelní okruhy
 - Modulační vliv na motorickou aktivitu

Bazální ganglia

Fce: aktivně propojují korové oblasti s ascendentními i descendentními systémy

Hlavní funkce: **hybnost**

- Kognitivní funkce
- Afektivní funkce
- Osobnost
- Chování, psychická integrace



BG - hybnost

- Držení těla – základní posturální mechanismy
- Řízení svalového tonu
- Koordinace volných a automatických pohybů
- Torba pohybových programů

Mozeček

Podílí se na:

- Vzpřímeném držení těla
- Rovnováha při stoji a chůzi
- Naučené pohybové stereotypy
- Cílená činnost končetin
- Průběžně vyhodnocuje informace ze všech sensorických částí CNS – moduluje motorický výstup

Složení mozečku

- **Paleocerebellum** – polohocit, pohybovit, rovnováha ve stoji a v pohybu
- **Neocerebellum** – koordinace jemných pohybů končetin, volní pohyb
- **Archocerebellum** – přijímá informace z vestibulárního aparátu, rovnováha

Limbický systém

- Koordinuje somatické funkce
- Tvorba paměťových stop
- Organizace chování v prostoru

- Integrace funkčních změn při emocích
- Reakce spojené se zachováním jedince a rodu

Fyziologická hybnost je...

- Účelová
- Normotonická (individuální)
- Schopna stabilizace segmentu (schopnost svalových vláken zajistit určitou minimalizaci oscilací při dynamické stabilizaci jednotlivých segmentů)
- Schopna centrace klíčových kloubů → formativní vliv na sgstrukturu
- Neplodí nocicepci
- Fyziologická dechová mechanika
- Ekonomičnost pohybu

Vnímání – cit - propiocepce

- Komplex informací z mechanoreceptorů, svalových vřetének a šlachových tělísek
- Nezbytná pro správné řízení pohybu

Při poruchách propiocepce

– poruchy rovnováhy, řízení pohybu...

Gnozie = poznání

Stereognozie – poznání tvaru, předmětu

Somatognozie – představa o svém těle

Receptory

- **Mechanoreceptory** – tlak, dotyk (*Meissnerova tělíska, Merkelovy terče, Vater-Paciniho tělíska*)
- **Termoreceptory** – chlad (*Krauseho tělíska*), teplo (*Ruffiniho tělíska*)
- **Nociceptory** – bolest (*volná nervová zakončení*)
- **Chemoreceptory**

...

	Typ vlákna	Funkce	Průměr vlákna (μm)	Rychlost vedení (m/s)
A	alfa	propriocepce, somatická hybnost	12-20	70-120
	beta	dotek, tlak	5-12	30-70
	gama	hybnost intrafuzálních vláken svalových vřetének	3-6	15-30
	delta	bolest, teplo	2-5	12-30
B		pregangliová autonomní vlákna	3	3-15
C	(zadní kořeny)	bolest	0,4-1,2	0,5-2
	(sympatikus)	postgangliová sympatická vlákna	0,3-1,3	0,7-2,3

Reciproční inhibice

- Nezbytná pro plynulý pohyb
- Využití při relaxačních technikách

Typy svalových vláken

- **Typ I – (slow oxidative) SO**
- **pomalá oxidační „červená“ vlákna**
- vysoký obsah myoglobinu, bohaté prokrvení, kapilarizace
- velká oxidační kapacita, převažuje aerobní metabolismus
- pomalá unavitelnost
- uplatňují se především při vytrvalostních zátěžích nižší intenzity
- Převaha u tonických svalů

- **Typ II A – (fast oxidative glycolytic) FOG - rychlá oxidační glykolytická vlákna**
- Středný typ
- se střední oxidační kapacitou,
- vysoká glykolytická kapacita
- Rychlá kontrakce a středně rychlá unavitelnost
- uplatňují se při zátěžích střední až submaximální intenzity, které provází aerobní i anaerobní způsob úhrady energie

- **Typ II B – (fast glykolytic) FG - rychlá glykolytická vlákna**
- s nízkou oxidační kapacitou, méně myoglobinu a mitochondrií, méně prokrvené
- nejvyšší glykolytická kapacita
- rychle se kontrahují, ale rychle unavitelná
- jsou zapojena při silových a rychlostních výkonech maximální intenzity s převahou anaerobního energetického metabolismu
- Převaha u fázických svalů

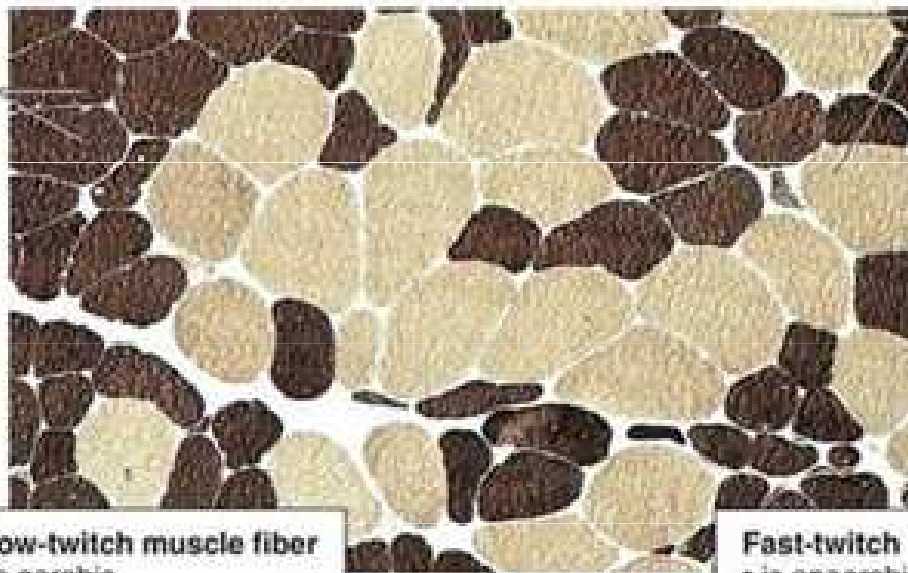
- Genetika – hraje roli v počtu svalových vláken, tak v poměru jednotlivých typů
- KAŽDÝ ANATOMICKÝ SVAL JE MIX RŮZNÝCH TYPŮ SVALOVÝCH VLÁKEN, URČITÝ TYP MŮŽE VE SVALU DOMINOVAT VE SOUVISLOSTI S JEHO FUNKCÍ



slow-twitch fibers

Slow-twitch muscle fiber

- is aerobic
- has steady power
- has endurance



fast-twitch fibers

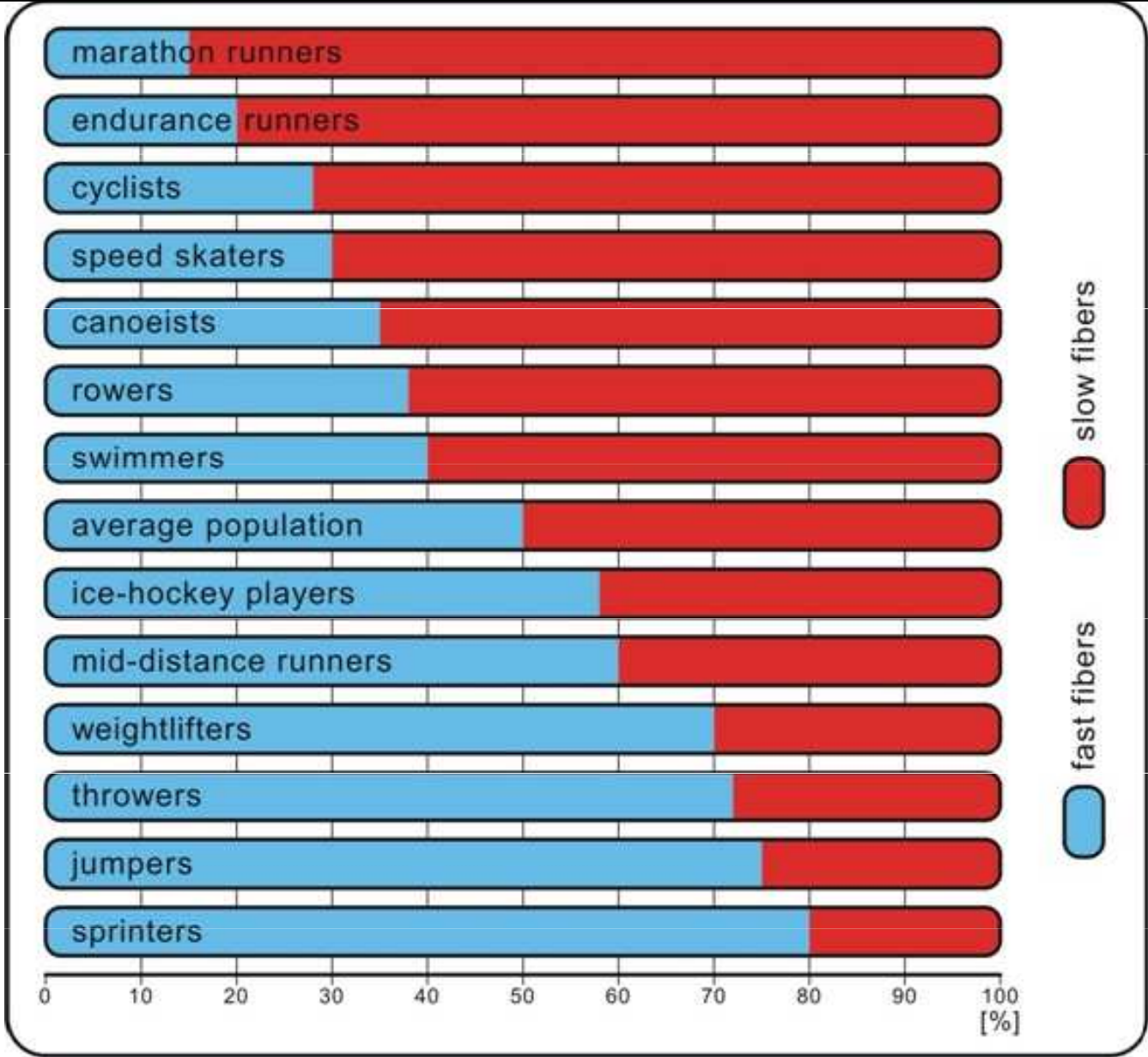
Fast-twitch muscle fiber

- is anaerobic
- has explosive power
- fatigues easily



© G.W. Willis/Visuals Unlimited

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



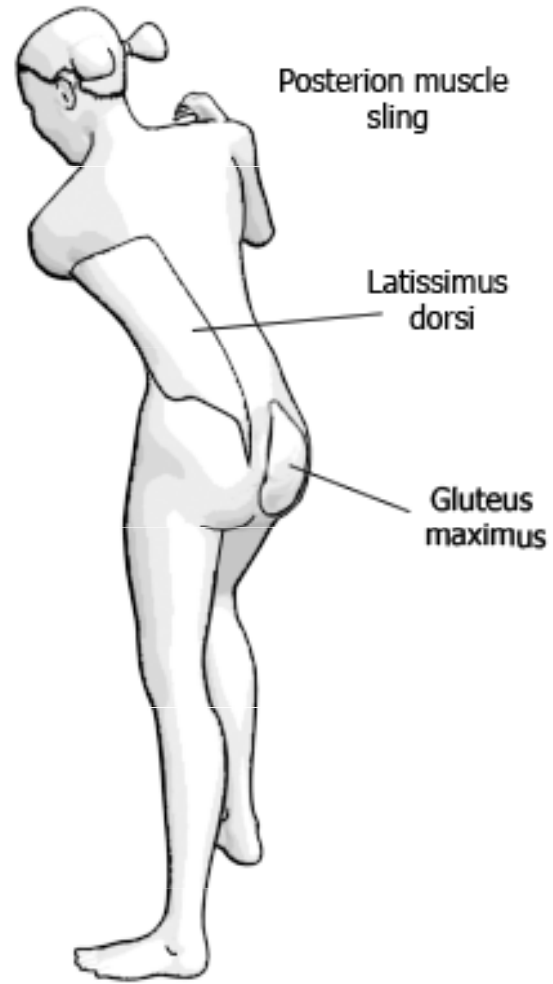
Dělení svalů podle funkce

- Tonická (obvykle pomalá červená)
- zajišťují stabilitu, fixaci těla při pohybu, držení těla v prostoru
- jsou uložena hlouběji
- jsou přizpůsobeny k posturální funkci
- jsou odolnější proti únavě, snadněji se zotavují po zátěži
- mají tendenci ke zvyšování klidového napětí
- tendenci ke zkracování, zbytnění až ztuhnutí
- snadno, často až nadměrně se zapojují do pohybových stereotypů a nahrazují práci oslabených svalů
- např. m. pectoralis major, m. trapezius (horní část)

- **Fázická vlákna** (obvykle rychlá bíla vlákna):
- slouží k provedení pohybu
- jsou uložena blíže povrchu těla
- jsou snadno unavitelné
- mají nižší klidové napětí, které vede k oslabení
- je nutné je posilovat
- nadměrně zvětšují klidovou délku
- obtížněji se zapojují do pohybových vzorců
- např. m. deltoideus, m. trapezius (spodní část), břišní svaly, m. glutaeus maximus

Svalové smyčky

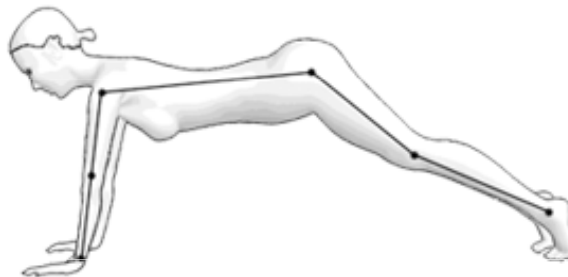
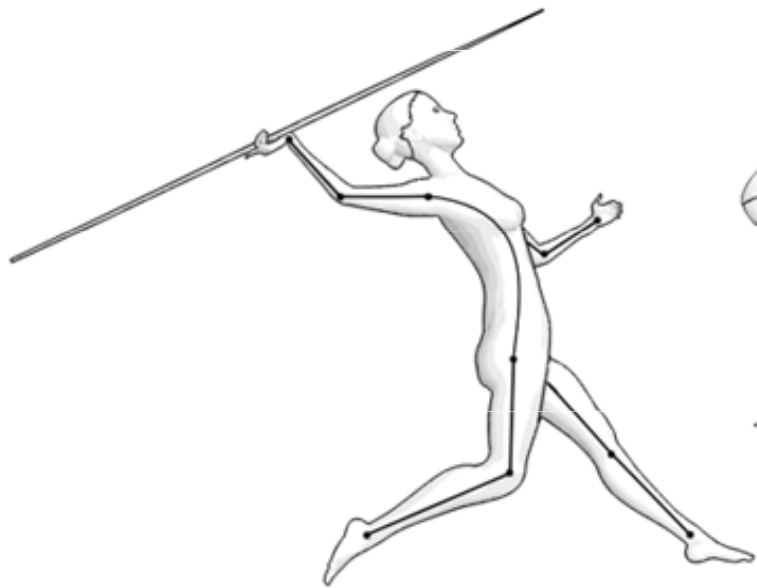
- Tvoří skupina dvou svalů upínajících se na dvě vzdálená pevná místa (punctum fixum), mezi oba svaly je včlenený pohybový segment (punctum mobile) jehož poloha je vyvažována tahem obou svalů (Véle, 2006)
- Záznam EMG vybraných svalů zaznamenává koordinovanou práci určených svalů, ostatní jsou buď jako fixátory nebo svaly neutralizační (eliminátory).



Svalové řetězce

- Vzniká vzájemnou fyzikální i funkční vazbou několika svalů nebo smyček propojenými mezi sebou fasciálními, šlachovými i kostními strukturami do řetězce tvořícího samostatný složitý útvar, jehož funkce je řízena z CNS
- Těchto řetězců může najednou pracovat hned několik a tím se značně rozšiřuje adaptabilita a flexibilita pohybové soustavy jako celku
- Zřetězené svaly nemusí pracovat synchronně ve všech svých člancích a CNS umožňuje sekvenční zapojování jednotlivých článků podle předem časovaného rozvrhu (timing), kterým se pohyb svalů koordinuje a tím se dosahuje přesnosti pohybu při úspoře energie (Véle, 2006)

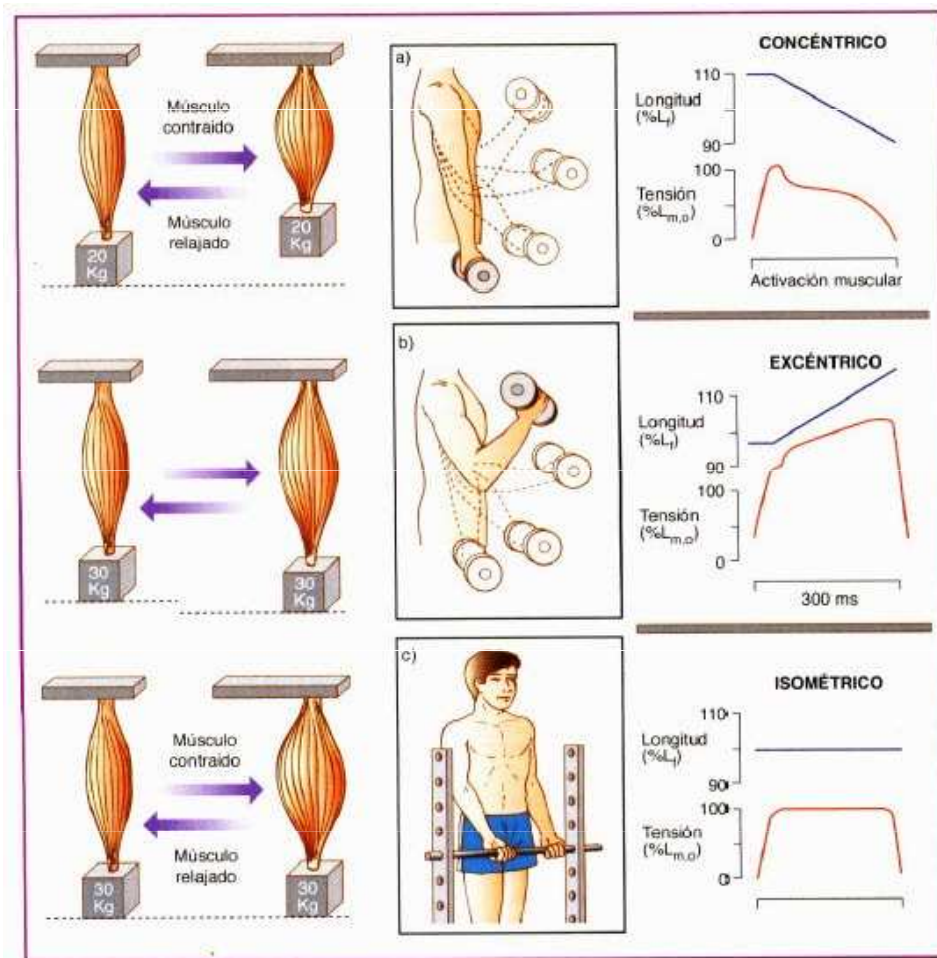
- Při činnosti některých svalových řetězců, se jiné tlumí (=reciproční inhibice)
- Činnost svalů se v řetězcích potencuje, při zapojení celého řetězce svaly pracují intenzivněji, než při izolované práci



Izotonická svalová kontrakce

- **Koncentrická kontrakce**
- mění se délka svalu, sval se skrácuje
- Ne velký efekt na krevní tlak

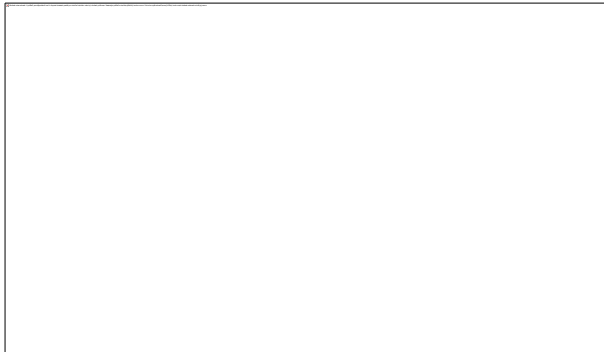
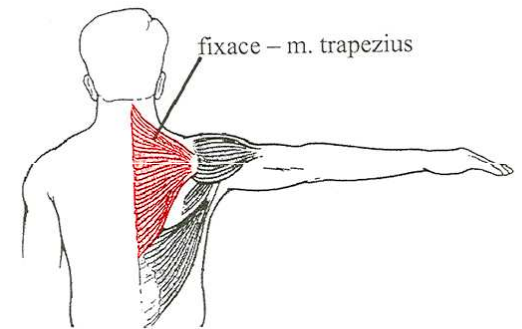
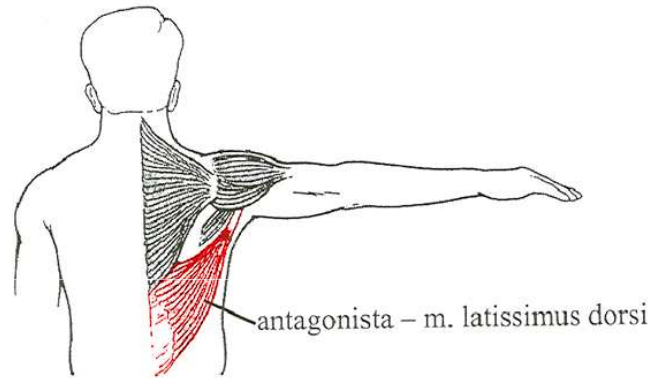
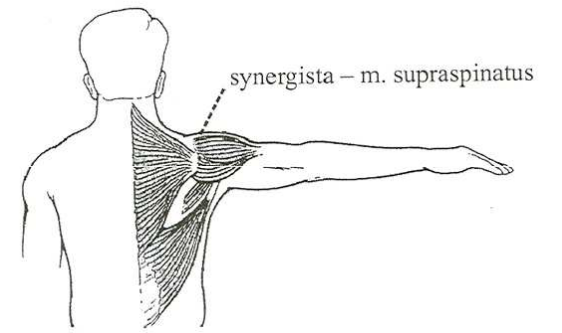
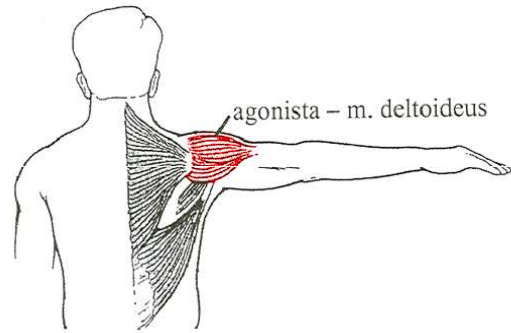
- **Excentrická kontrakce**
- Mění se délka svalu – zvětšuje se
- Vyšší síla i vytrvalost
- Rychlejší nárůst síly



Izometrická kontrakce

- zlepšování tonické aktivity svalu
 - zvyšování schopnosti vyvíjet napětí
 - udržení postavení v kloubu
 - stabilizace segmentu
 - fixace polohy těla
-
- Využití – pooperační stavy, udržení kondice, hypertrofie svalu
-
- Pozor u pacientů s hypertenzí – zvyšuje KT, potřeba dostatečné relaxace
 - již při intenzitě 30% maximální volní kontrakce dochází k částečnému omezení cirkulace ve svalu

- **Agonista** (prime mover) = sval, který se v určitém pohybu uplatňuje jako „vedoucí“, hlavní.
- **Synergisté** (assistant mover) = svaly, které se uplatní jako pomocné (stabilizační, fixační, neutralizační).
- **Antagonisté** = svaly, které svou silou působí proti prováděnému pohybu.
- Na začátku pohybu se musí antagonistu uvolnit, aby došlo kontrakcí agonistů k zahájení pohybu.
- Při běžném pohybu nepracují agonisté a antagonisté proti sobě, ale rovnoměrně spolupracují = partnerská dvojice svalů = ko-kontrakce.



Děkuji za pozornost