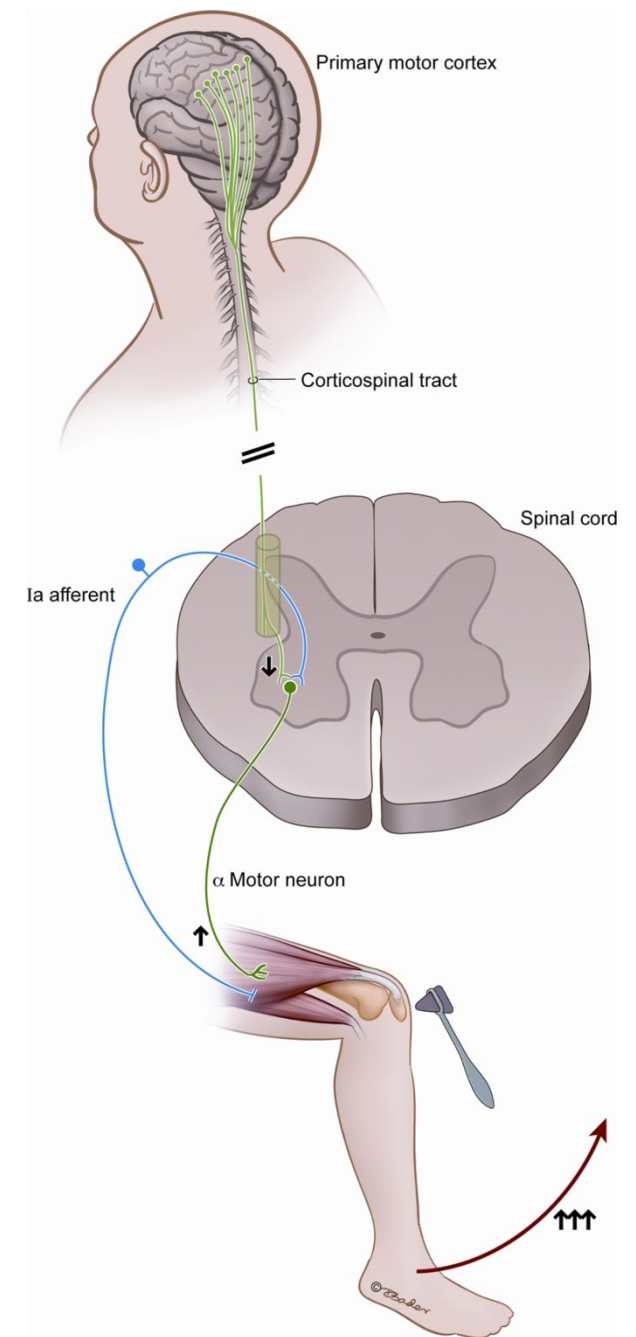


# **11**

## **Motorika I**

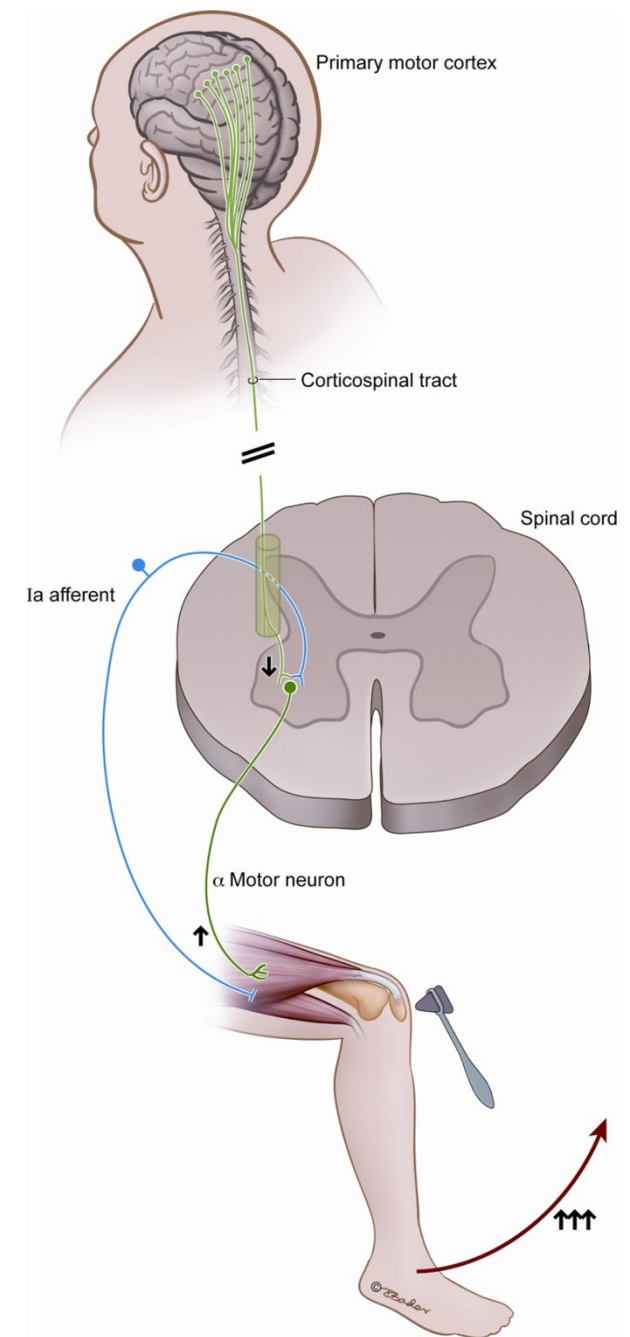
# Úvod

- Motorická akce je výsledkem aktivity dolního motoneuronu



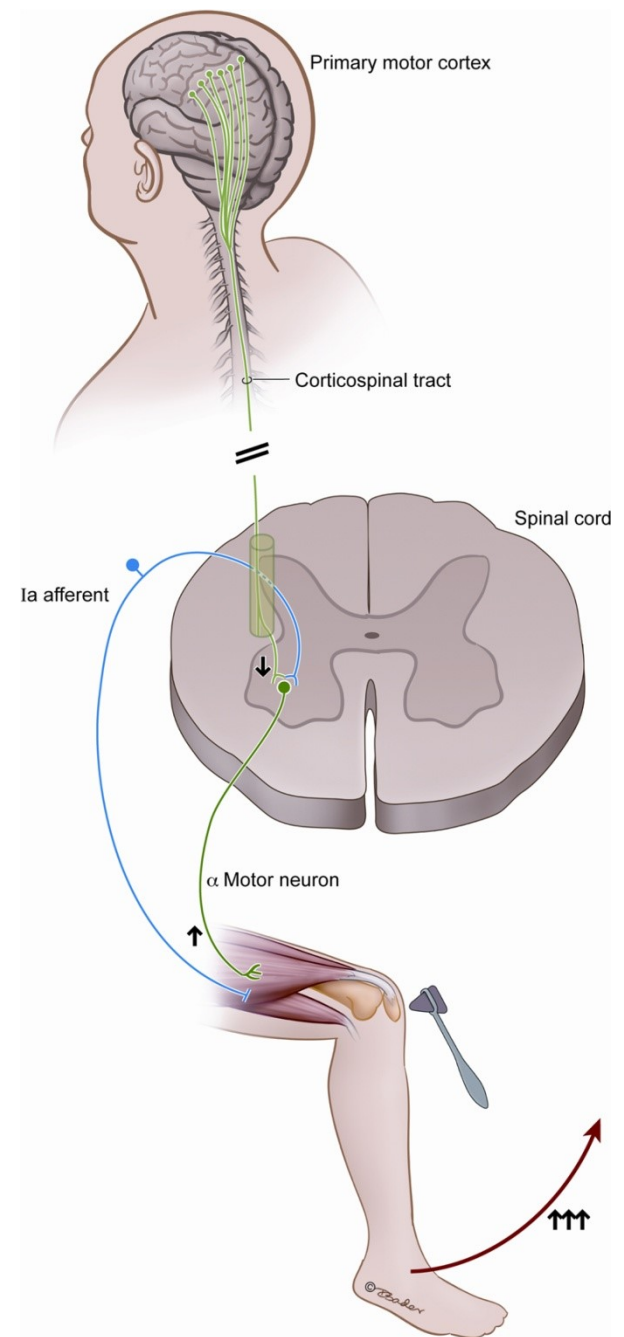
# Úvod

- Motorická akce je výsledkem aktivity dolního motoneuronu
- Dolní motoneuron je součástí lokálního reflexního okruhu



# Úvod

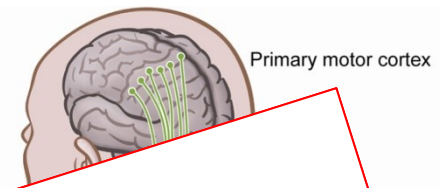
- Motorická akce je výsledkem aktivity dolního motoneuronu
- Dolní motoneuron je součástí lokálního reflexního okruhu
- Dolní motoneuron integruje informace z různých vstupů
  - Vyšší etáže CNS
    - Horní motoneuron, tectum, n. ruber, mozkový kmen
  - Propriocepce



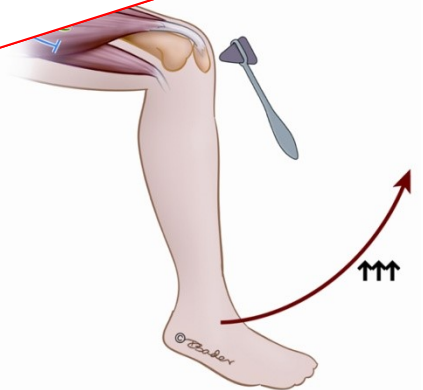
# Úvod

- Motorická akce je výsledkem aktivace dolního motoneuronu
- Dolní

**Dolní motoneuron reguluje aktivitu lokálních reflexního okruhu v souladu s požadavky z vyšších etází CNS**

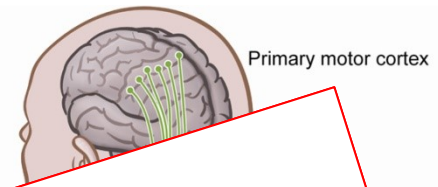


Spinal cord



# Úvod

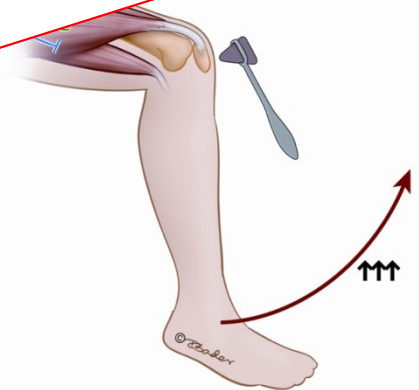
- Motorická akce je výsledkem aktivace dolního motoneuronu
- Dolní



**Dolní motoneuron reguluje aktivitu lokálních reflexního okruhu v souladu s požadavky z vyšších etází CNS**

**Dolní motoneuron reguluje aktivitu lokálních reflexních oblouků na základě informace z propriocepčního aparátu**

Spinal cord



# Dolní motoneuron

- **$\alpha$  motoneuron**

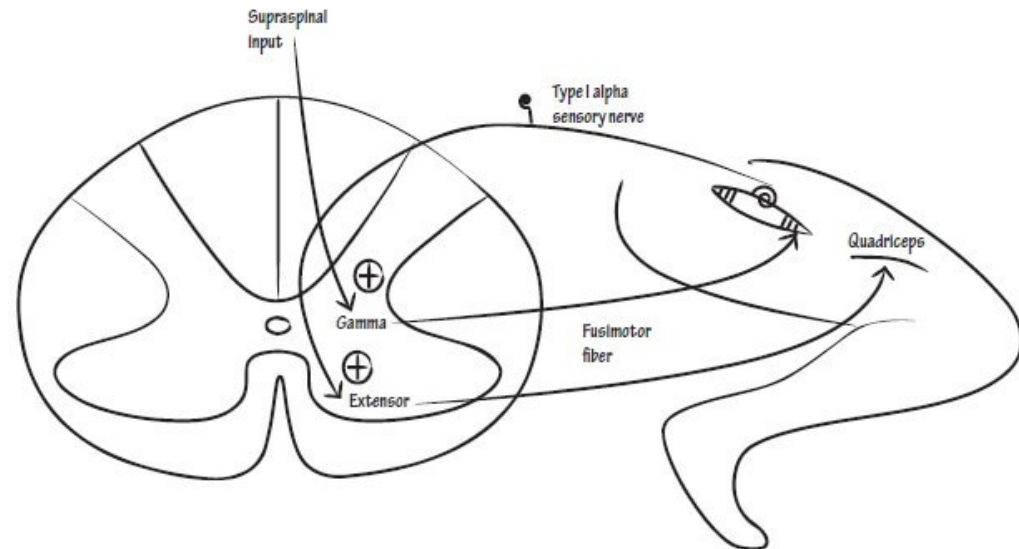
- inervace kontraktilního aparátu
- extrafuzální vlákna
- svalová kontrakce

- **$\gamma$  motoneuron**

- inervace svalových vřetének
- intrafuzální vlákna
- adjustace délky svalového vřeténka
- gama klička

- **$\beta$  motoneuron**

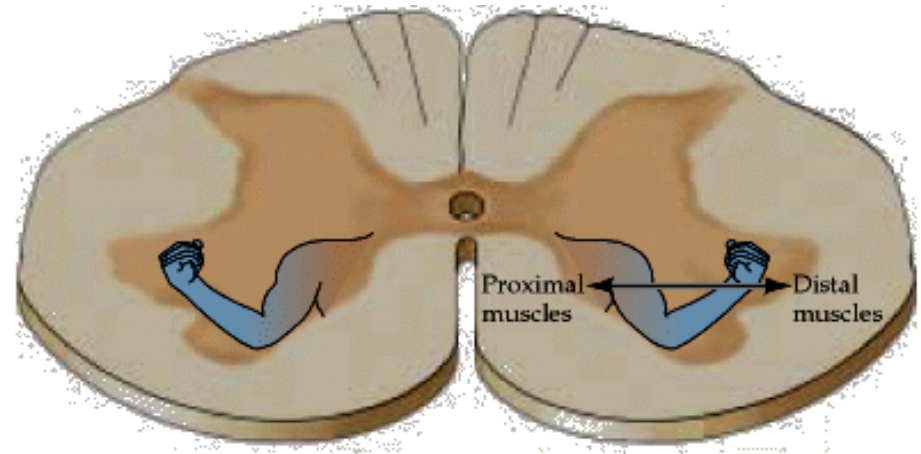
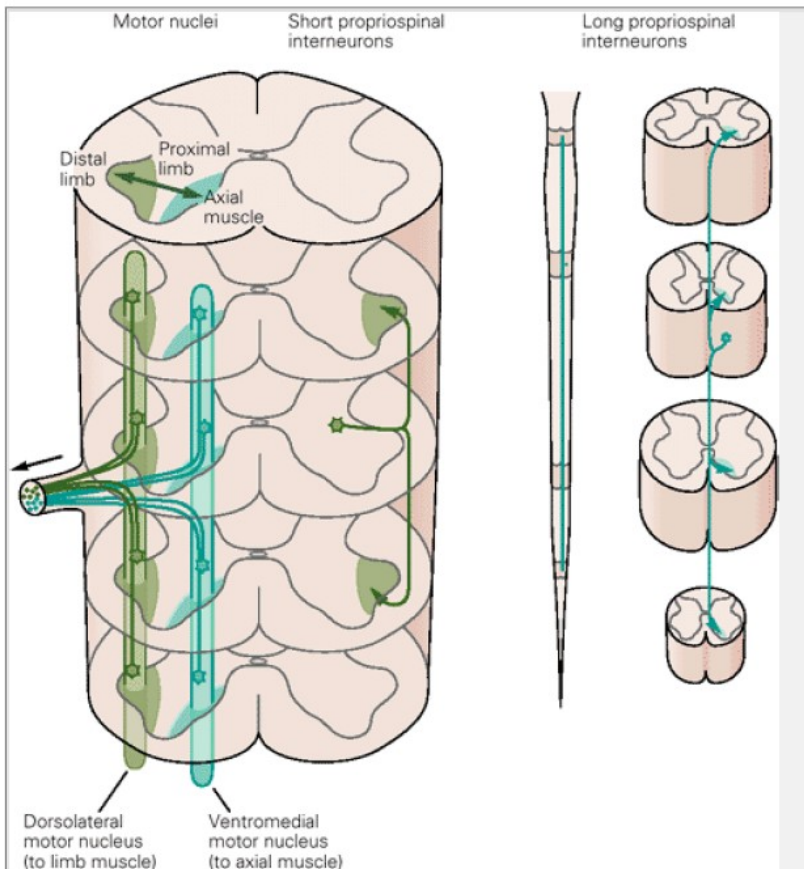
- Intrafuzální i extrafuzální vlákna



<http://epomedicine.com/wp-content/uploads/2016/07/gamma-loop.jpg>

# Dolní motoneuron

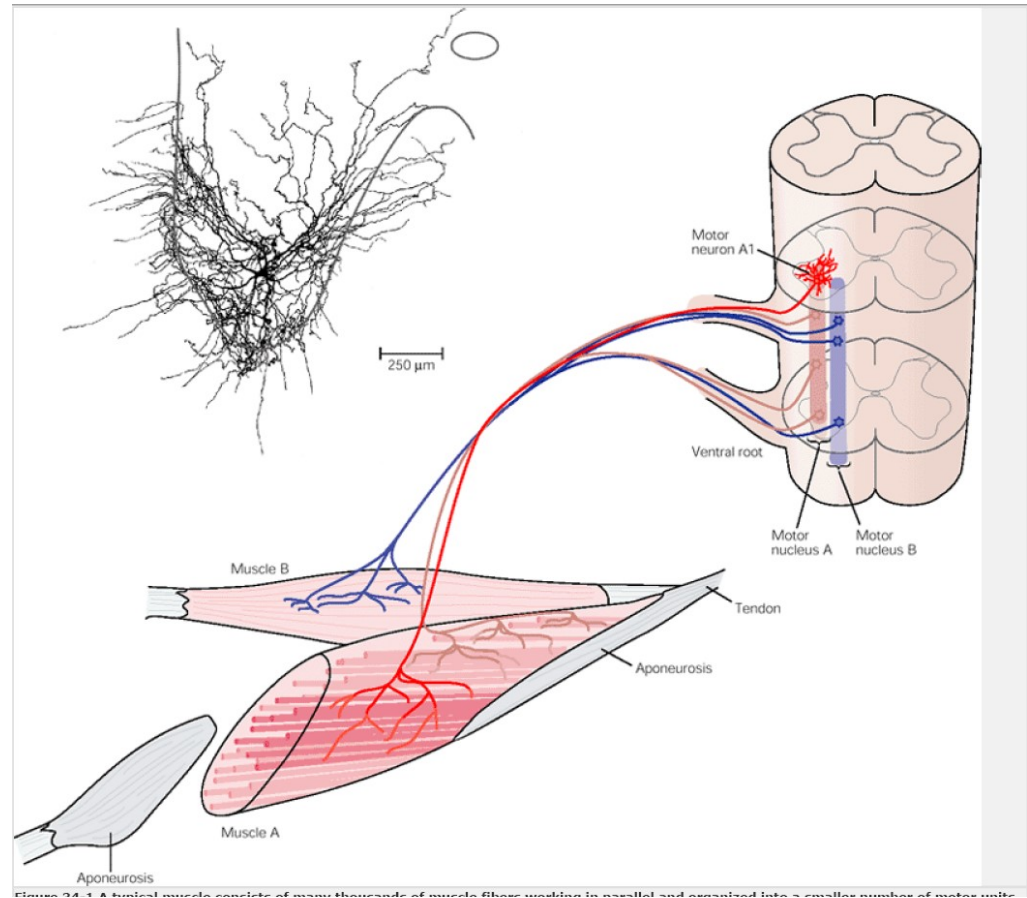
## Topografie





# Motorická jednotka

- „Průměrný“ sval inervován asi 100 motoneurony, které tvoří motorické jádro



# Motorická jednotka

- „Průměrný“ sval inervován asi 100 motoneurony, které tvoří motorické jádro
- Každý motoneuron inervuje asi 100-1000 svalových vláken a každé svalové vlákno je inervováno pouze jedním motoneuronem

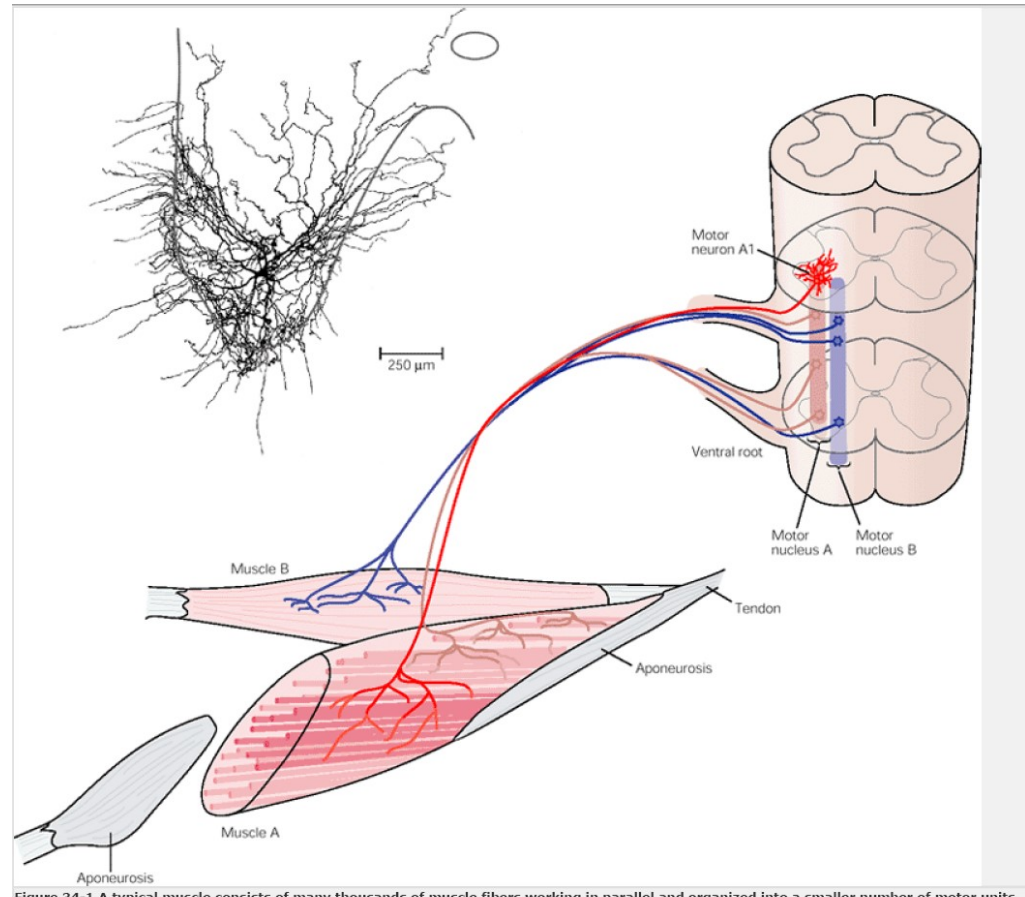


Figure 24-1 A typical muscle consists of many thousands of muscle fibers working in parallel and organized into a smaller number of motor units.

# Motorická jednotka

- „Průměrný“ sval inervován asi 100 motoneurony, které tvoří motorické jádro
- Každý motoneuron inervuje asi 100-1000 svalových vláken a každé svalové vlákno je inervováno pouze jedním motoneuronem
- Soubor svalových vláken inervovaných jedním motoneuronem tvoří spolu s těmito motoneurony motorickou jednotku

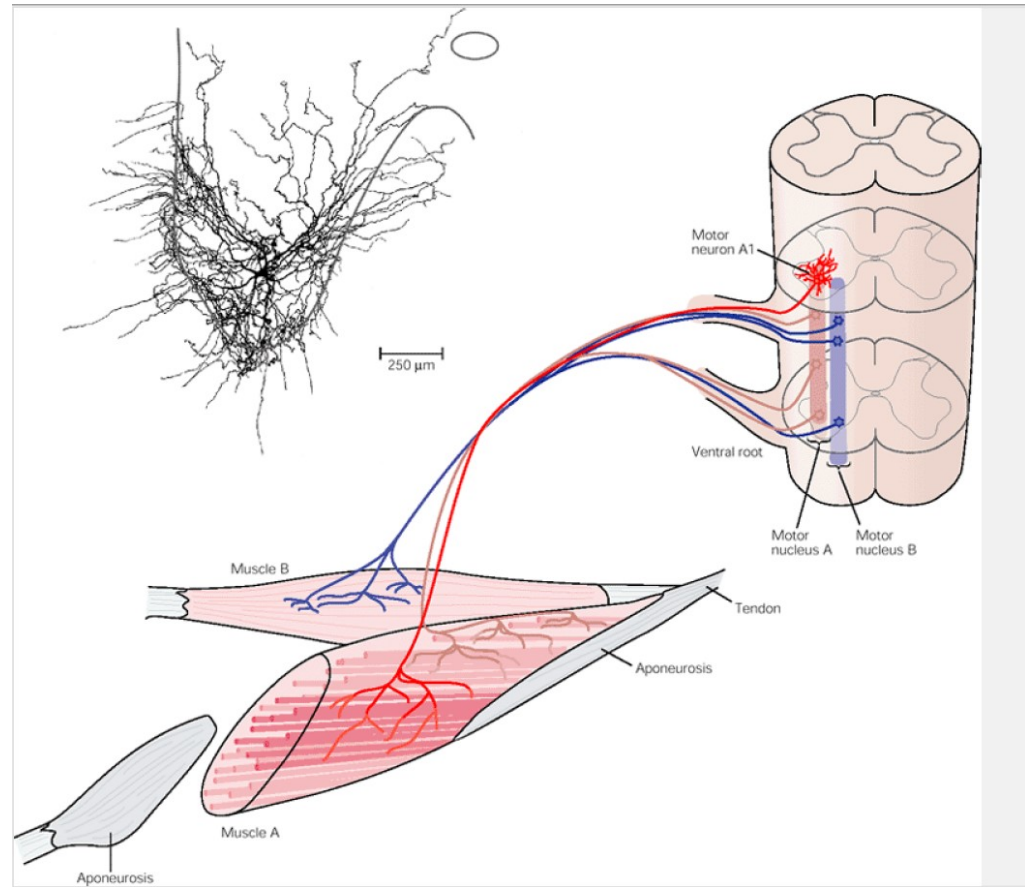


Figure 24-1 A typical muscle consists of many thousands of muscle fibers working in parallel and organized into a smaller number of motor units.

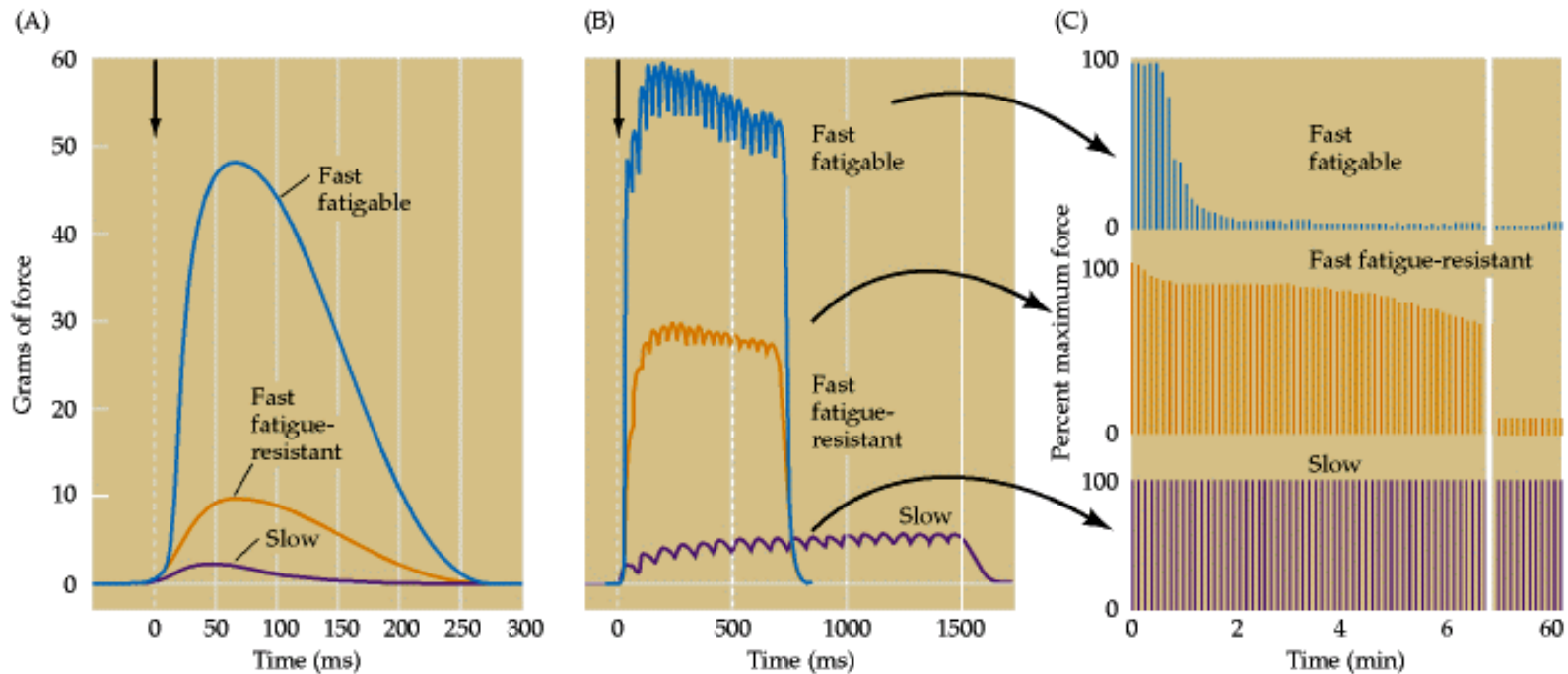
# Typy svalových vláken

## Rychlá vlákna

- Stavěna na výkon
- Rychlá únavě odolná vlákna- běžný výkon
- Rychlá unavitelná vlákna – vysoký výkon

## Pomalá vlákna

- Stavěna na výdrž
- Odolná vůči únavě



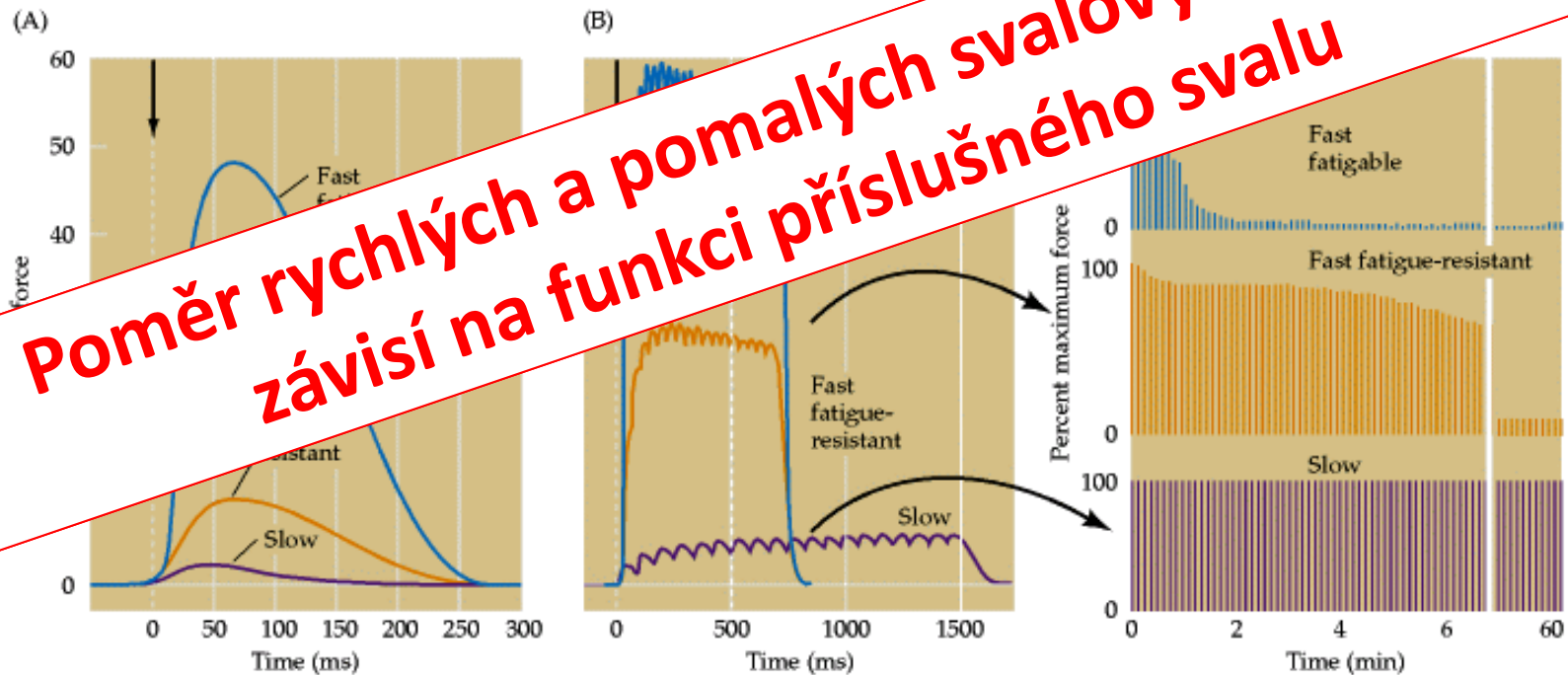
# Typy svalových vláken

## Rychlá vlákna

- Stavěna na výkon
- Rychlá únavě odolná vlákna- běžný výkon
- Rychlá unavitelná vlákna – vysoký výkon

## Pomalá vlákna

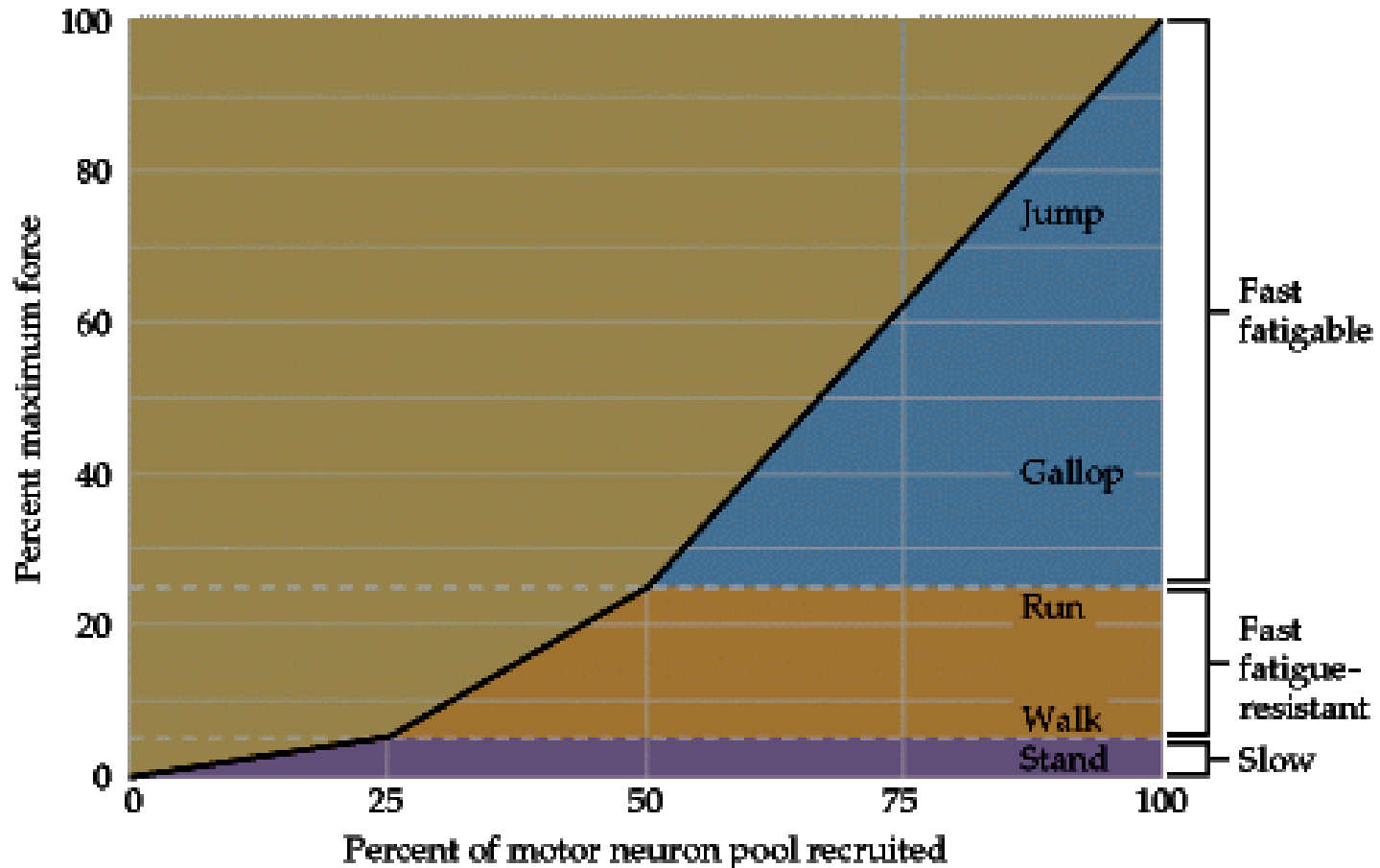
- Stavěna na
- 



**Poměr rychlých a pomalých svalových vláken závisí na funkci příslušného svalu**

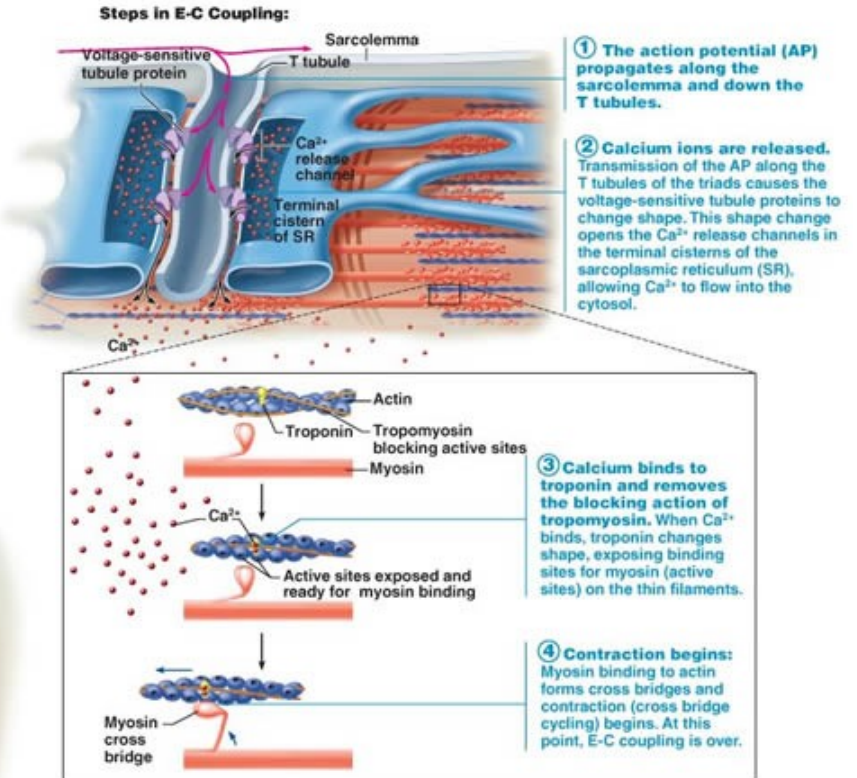
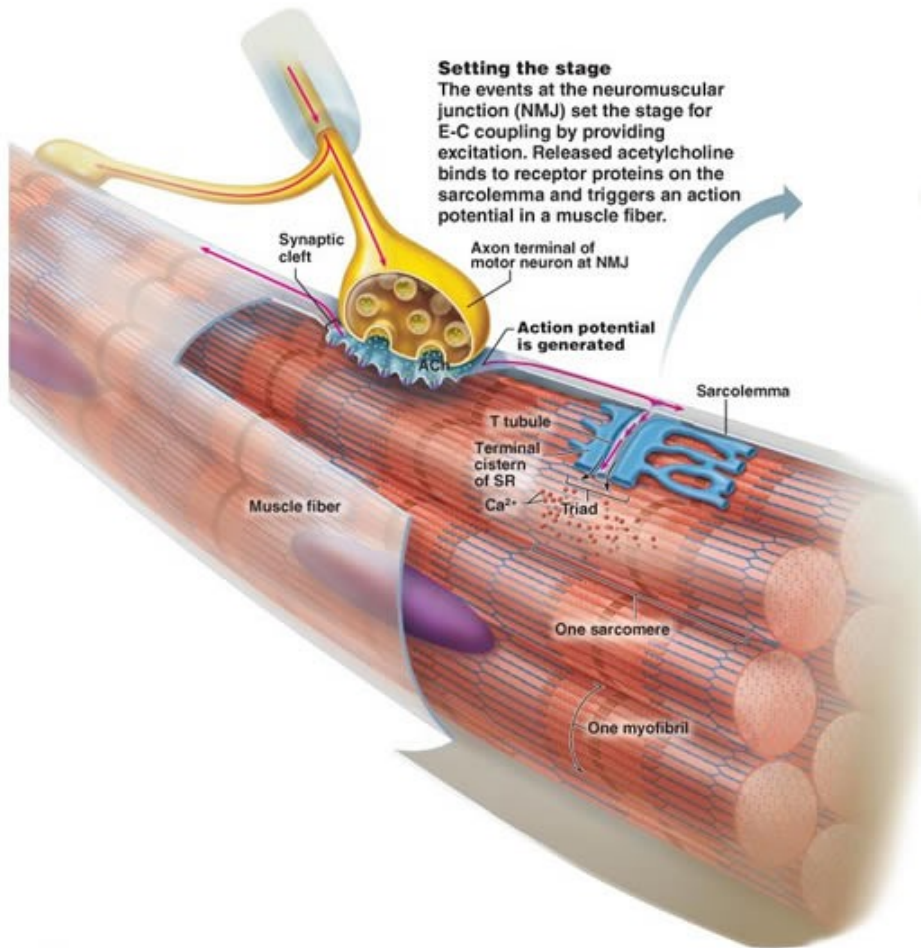
# Nábor motorických jednotek

m. gastrocnemius u kočky





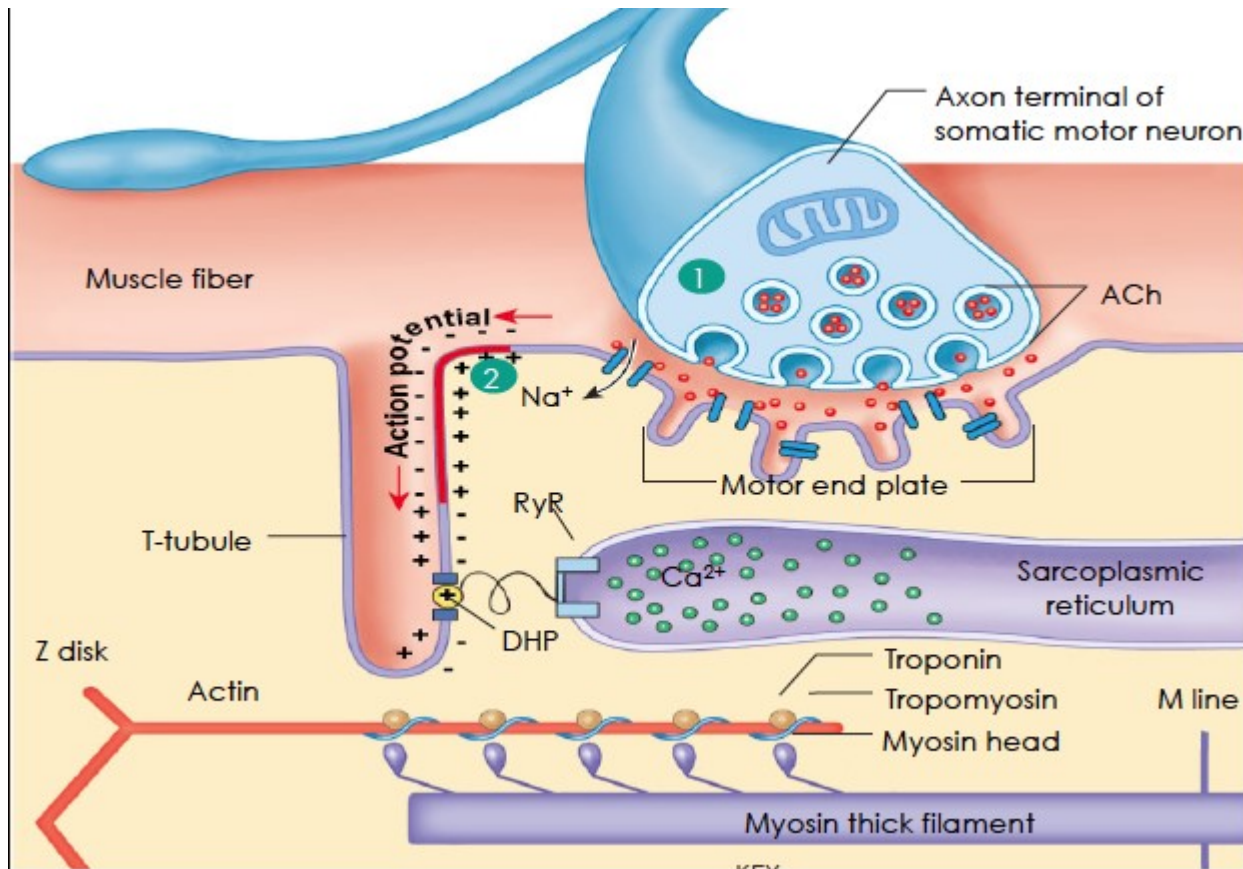
# Nervosvalová ploténka



## The aftermath

When the muscle AP ceases, the voltage-sensitive tubule proteins return to their original shape, closing the Ca<sup>2+</sup> release channels of the SR. Ca<sup>2+</sup> levels in the sarcoplasm fall as Ca<sup>2+</sup> is continually pumped back into the SR by active transport. Without Ca<sup>2+</sup>, the blocking action of tropomyosin is restored, myosin-actin interaction is inhibited, and relaxation occurs. Each time an AP arrives at the neuromuscular junction, the sequence of E-C coupling is repeated.

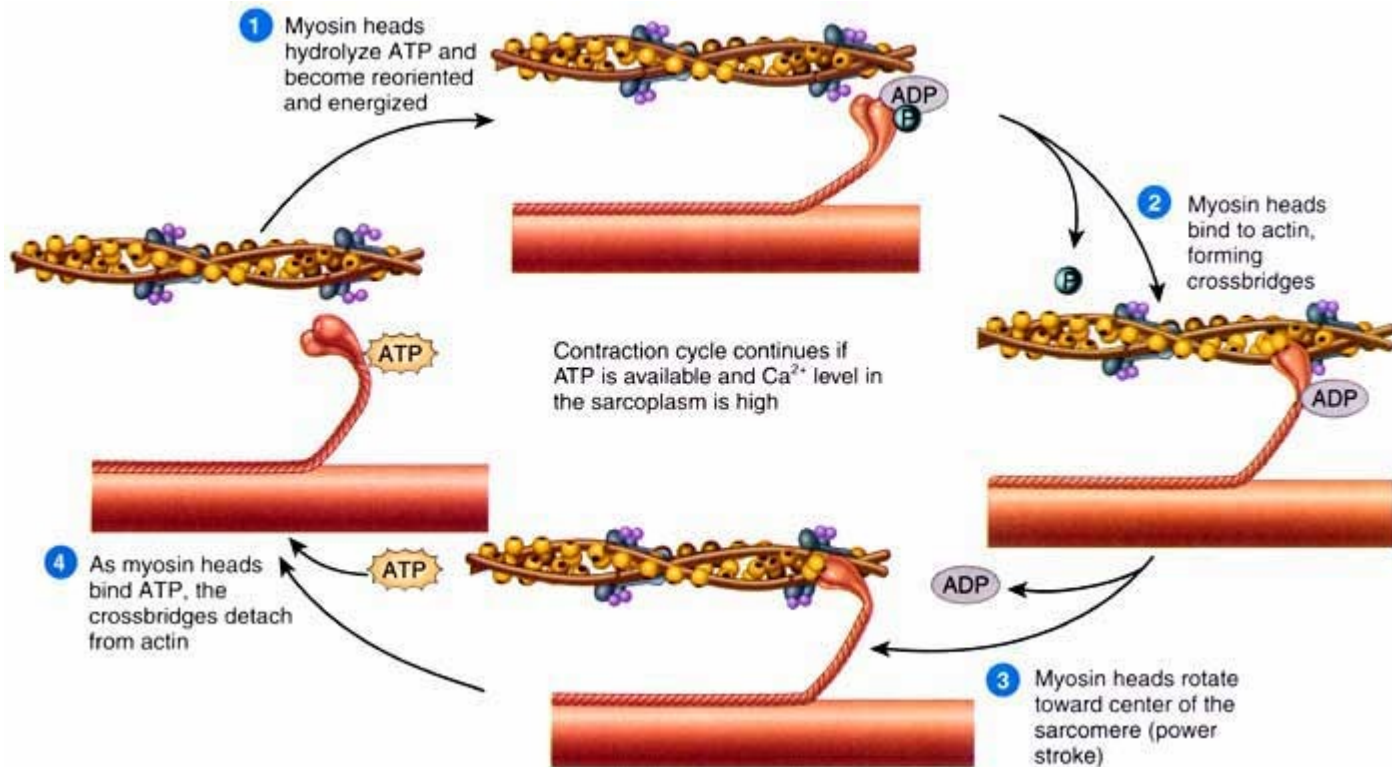
# Nervosvalová ploténka



<https://s3.amazonaws.com/classconnection/803/flashcards/9818803/png/initiation-151586429D6310D1C56.png>

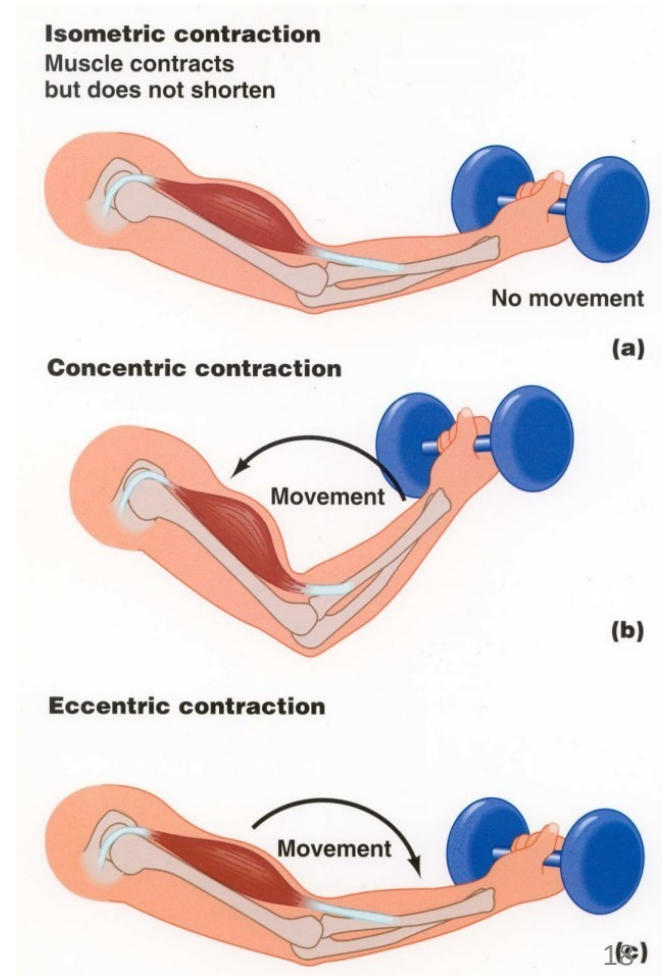
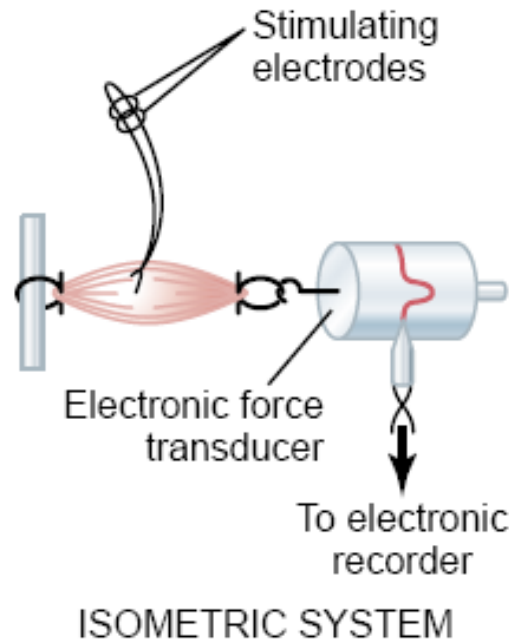
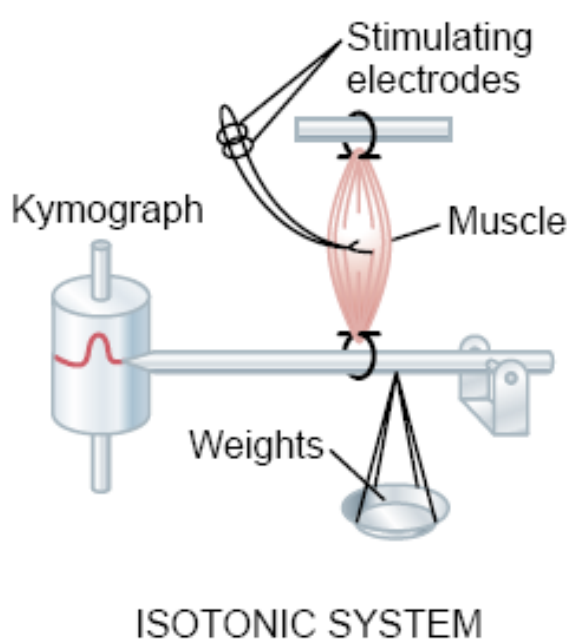


# Vlákna příčně pruhovaného svalu



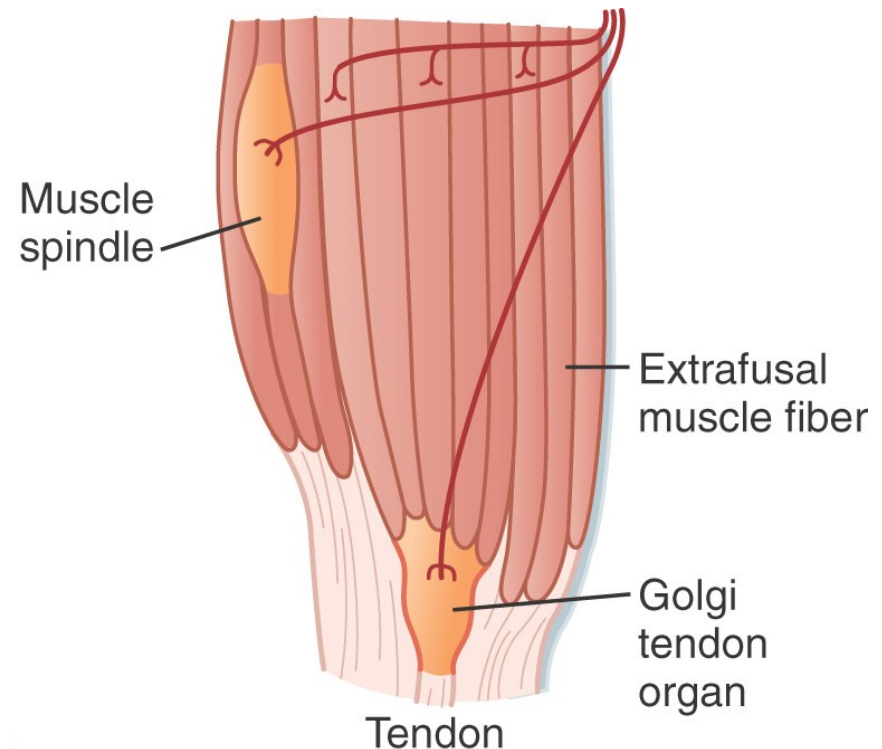
# Typy svalové kontrakce

- Isotonická kontrakce
  - Konstantní tonus
  - Koncentrická x excentrická kontrakce
- Izometrická kontrakce
  - Konstantní délka



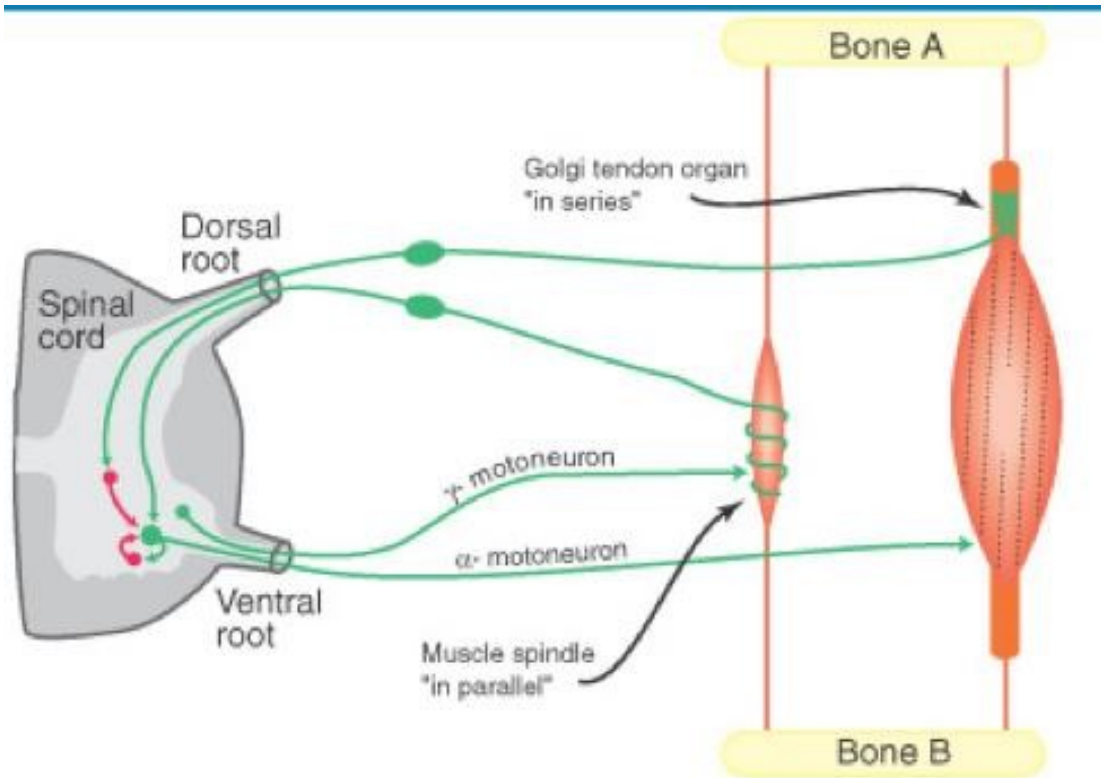
# Propriocepce

- Informace o vzájemné poloze jednotlivých částí těla  
(suma informací o délkách svalů)
- Informace o pohybu  
(síle a rychlosti svalové kontrakce)
- Reflexní regulace svalové činnosti
- Svalová vřeténka
  - Paralelní zapojení
- Šlachová vřeténka
  - Sériové zapojení



<http://www.slideshare.net/CsillaEgri/presentations>

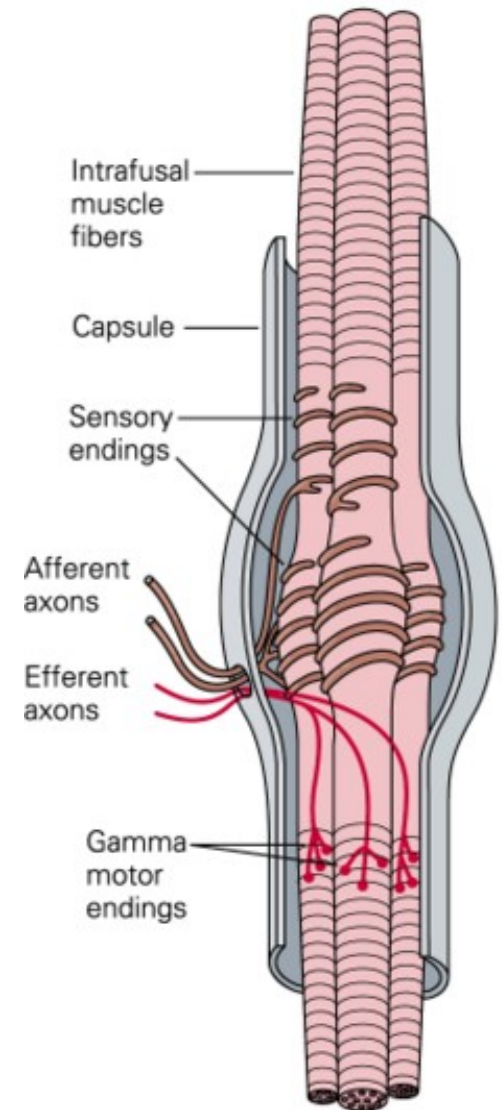
# Svalová a šlachová vřeténka



[http://images.persianblog.ir/559630\\_iXFiuRo0.jpg](http://images.persianblog.ir/559630_iXFiuRo0.jpg)

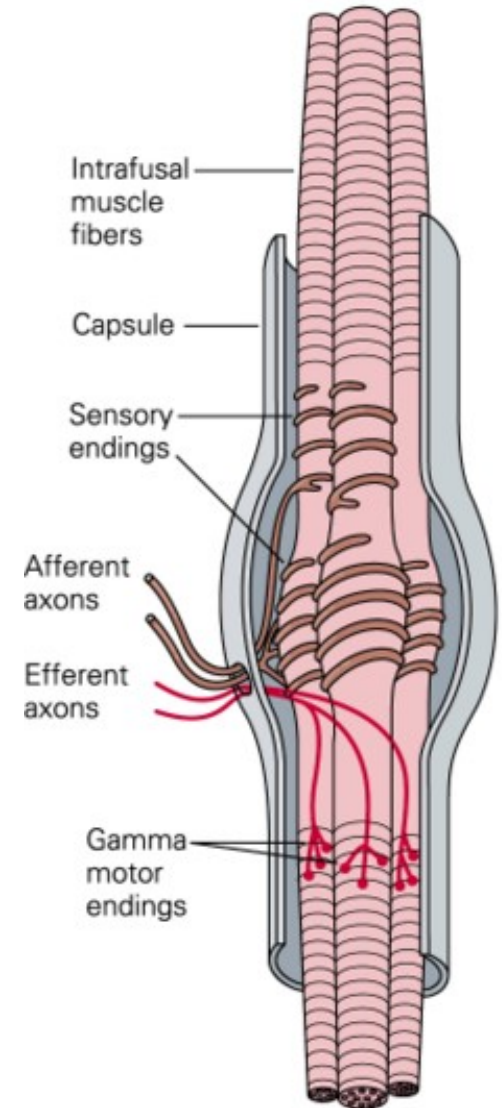
# Svalová vřeténka

- Kontraktilní struktury ,které neslouží ke konání práce
- Kontraktilita slouží k adjustaci
- Opouzdřená struktura vyplněná tekutinou
- Intrafuzální vlákna



# Svalová vřeténka

- Kontraktilní struktury ,které neslouží ke konání práce
- Kontraktilita slouží k adjustaci
- Opouzdřená struktura vyplněná tekutinou
- Intrafuzální vlákna
  - Paralelní uložení s extrafuzálními vlákny (Reagují na kontrakci extrafuzálních vláken)
  - Eferentní spoje (do svalového vřeténka)
    - $\gamma$  motoneuron
  - Aferentní spoje (ze svalového vřeténka)
    - Informace o délce/natažení svalu
    - Reflexní regulace aktivity  $\alpha$  motoneuronu

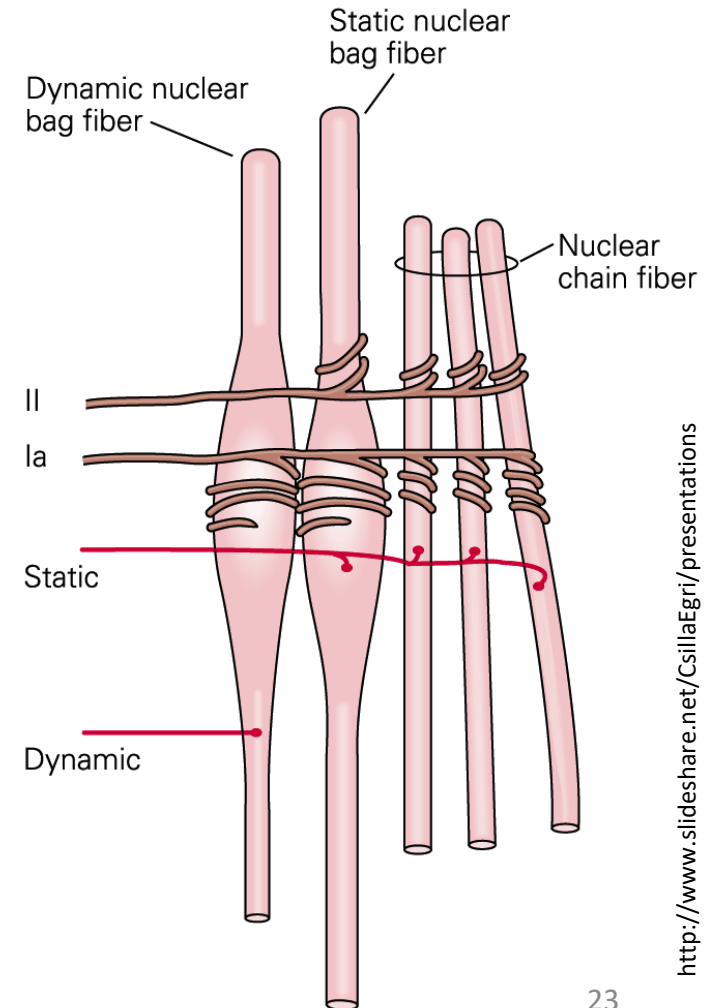




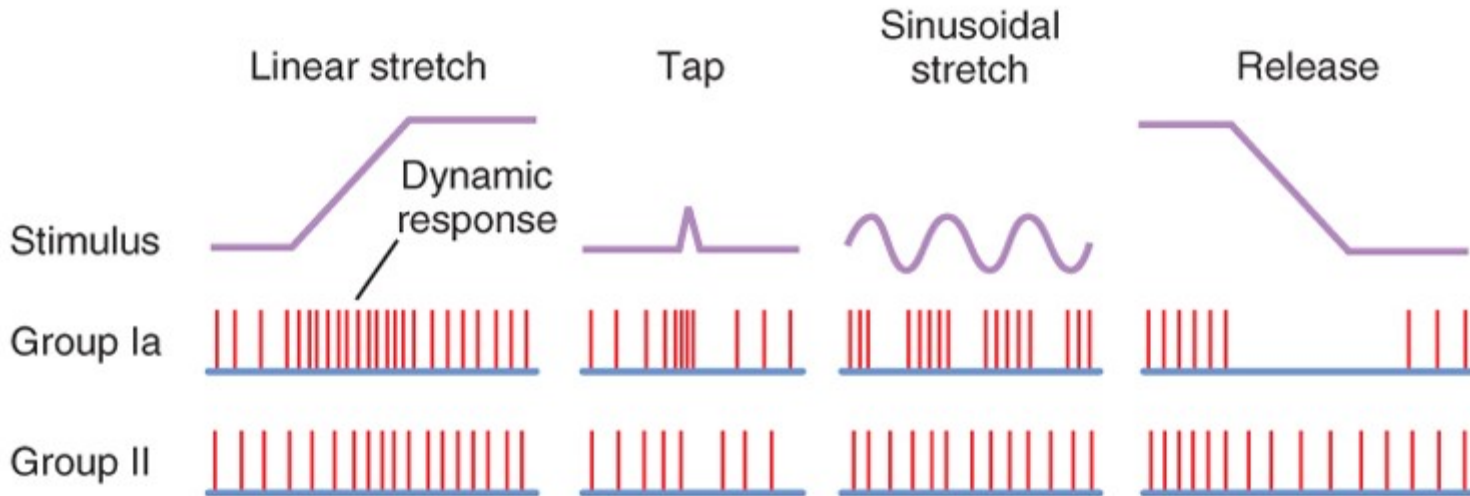
# Svalová vřeténka

- Statická vlákna
- Dynamická vlákna
- Aferentní spoje (z vřeténka)
  - II - statická vlákna
    - informace o klidové délce (poloze)
  - Ia – statická i dynamická vlákna
    - informace o kontrakci (pohybu)
  - Reflexní regulace aktivity  $\alpha$  motoneuronu
- Eferentní inervace (do vřeténka)
  - Statické  $\gamma$  motoneurony
  - Dynamické  $\gamma$  motoneurony
  - Adjustace

B Intrafusal fibers of the muscle spindle



# Aferentní signalizace ze svalových vřetének



II - statická vlákna

- Statická odpověď

Ia – statická i dynamická vlákna

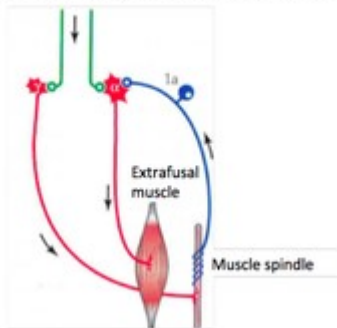
- Statická i dynamická odpověď



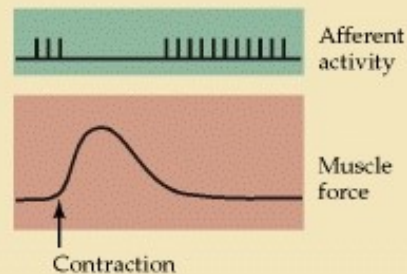
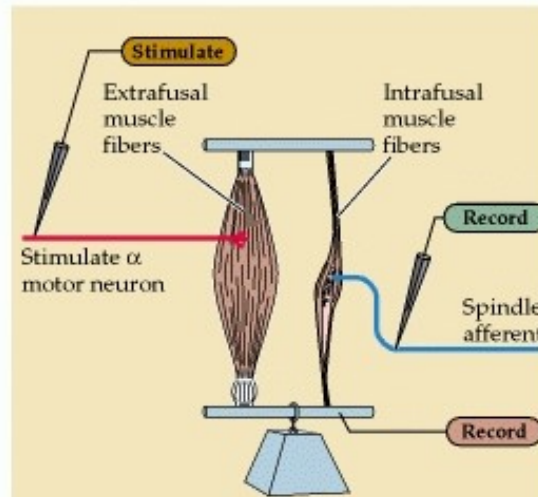
# Eferentní signalizace do svalových vřetének

- $\gamma$  motoneurony adjustují délku intrafuzálních vláken
- Udržení senzitivity
- $\alpha$  a  $\gamma$  koaktivace

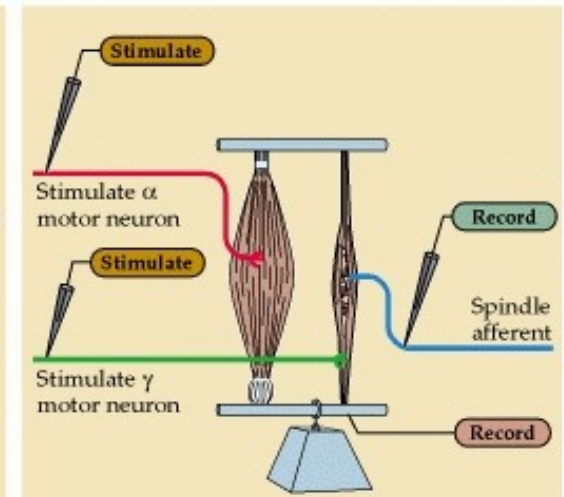
The CNS co-activates alpha and gamma motoneurons



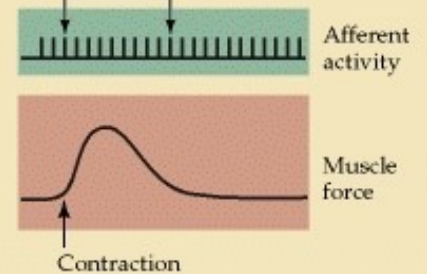
(A)  $\alpha$  Motor neuron activation without  $\gamma$



(B)  $\alpha$  Motor neuron activation with  $\gamma$

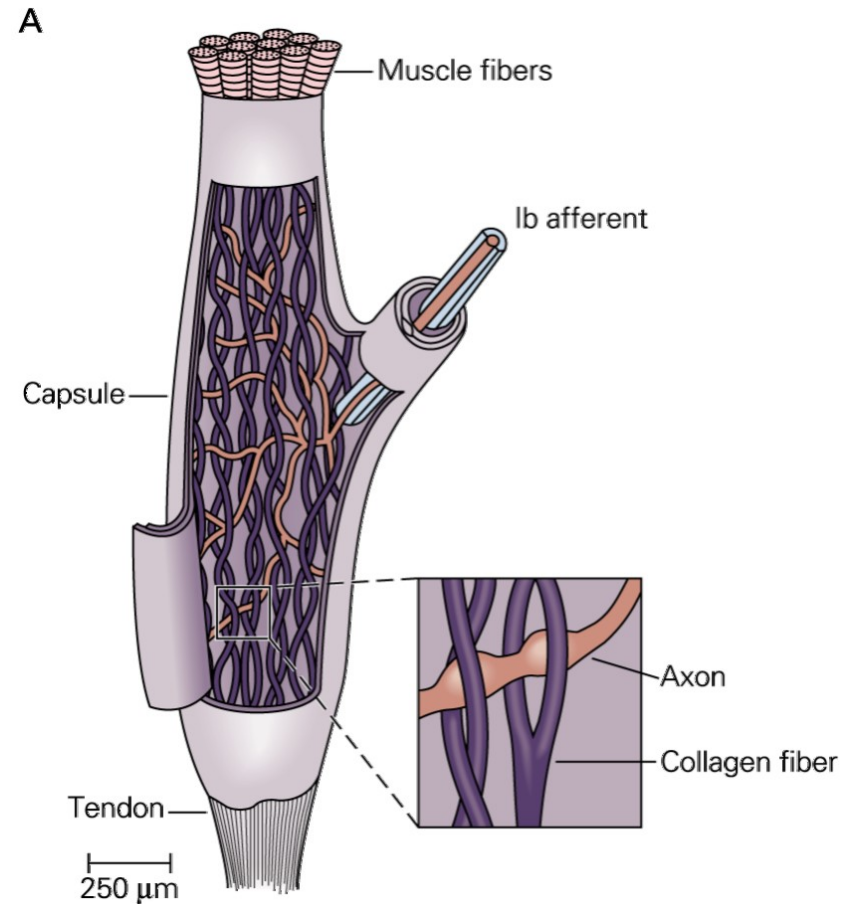


Ia response "filled in"

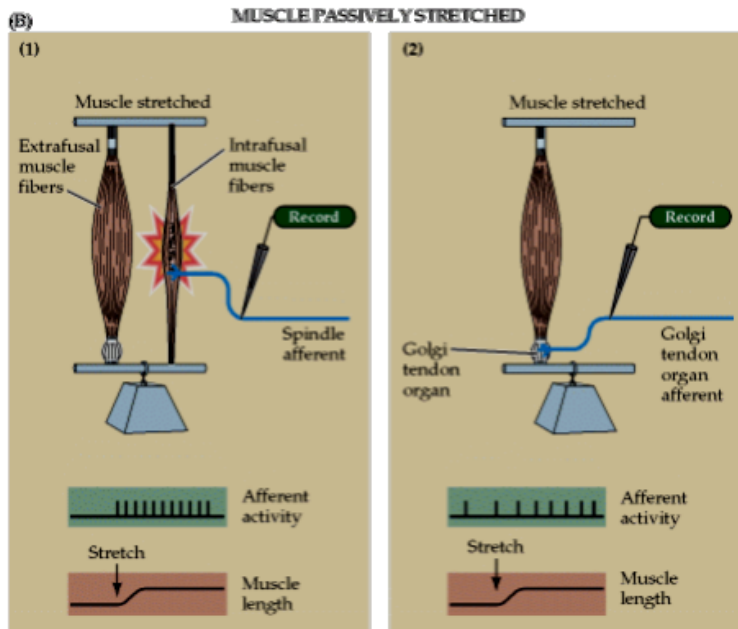


# Golgiho šlachová vřeténka

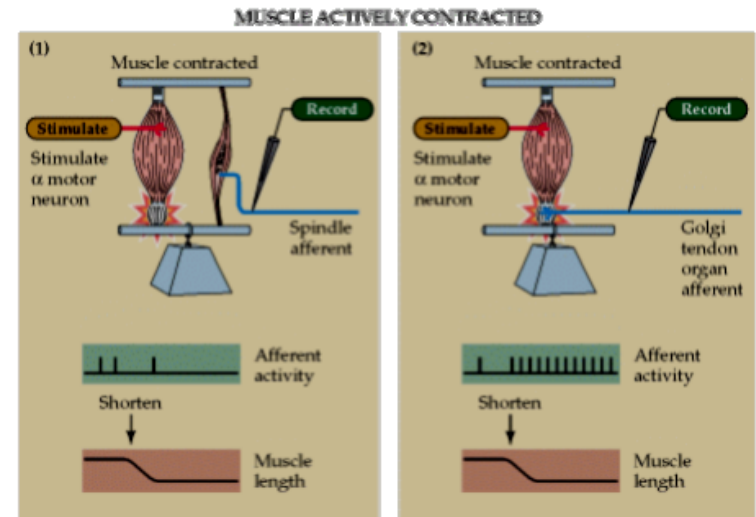
- Nekontraktilní opouzdřená struktura
- Síť kolagenních vláken
- Ia vlákna
- Mechanorecepce
- Sériové uložení ke svalu
- Informace o napětí ve svalu/síle kontrakce
- Reflexní regulace aktivity  $\alpha$  motoneuronu



# Reakce svalových vřetének a Golgiho šlachových vřetének na protažení a kontrakci svalových vláken

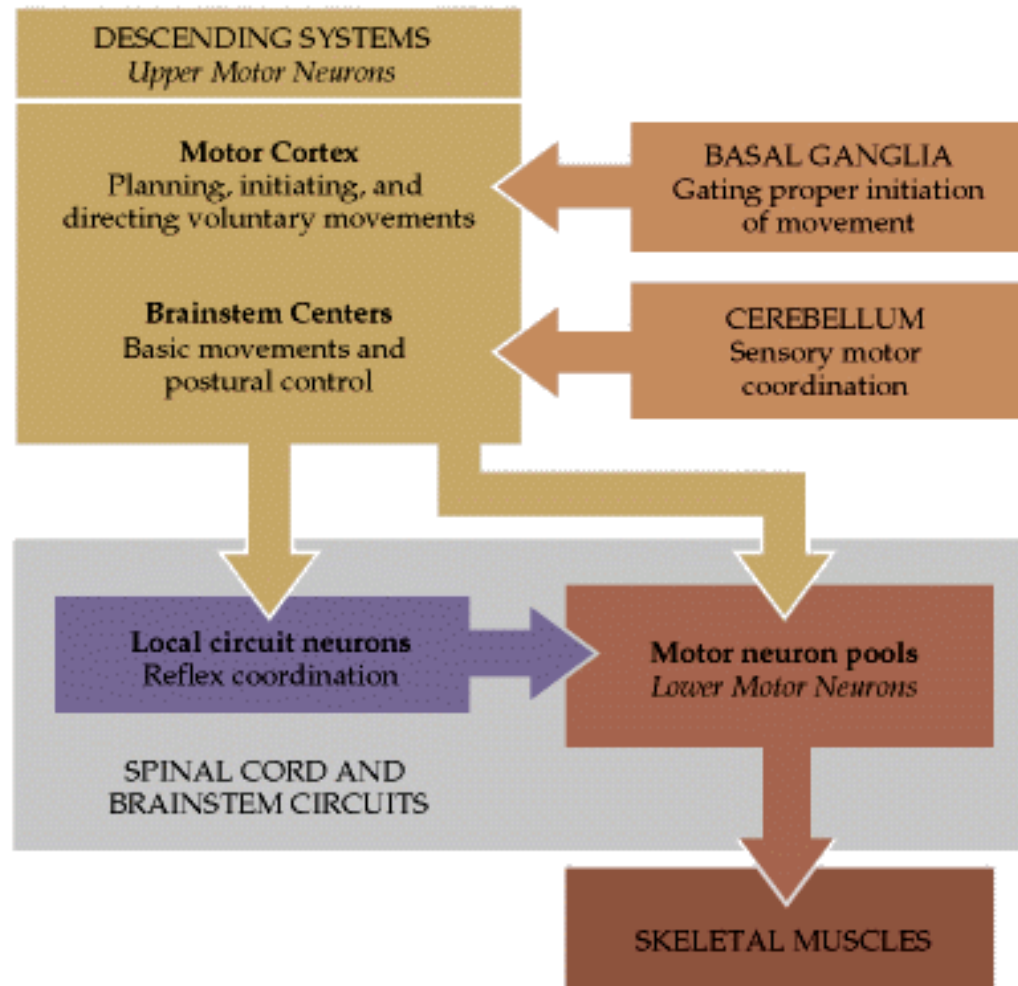


Protažení (pasivní)  
Odpověď svalových vřetének

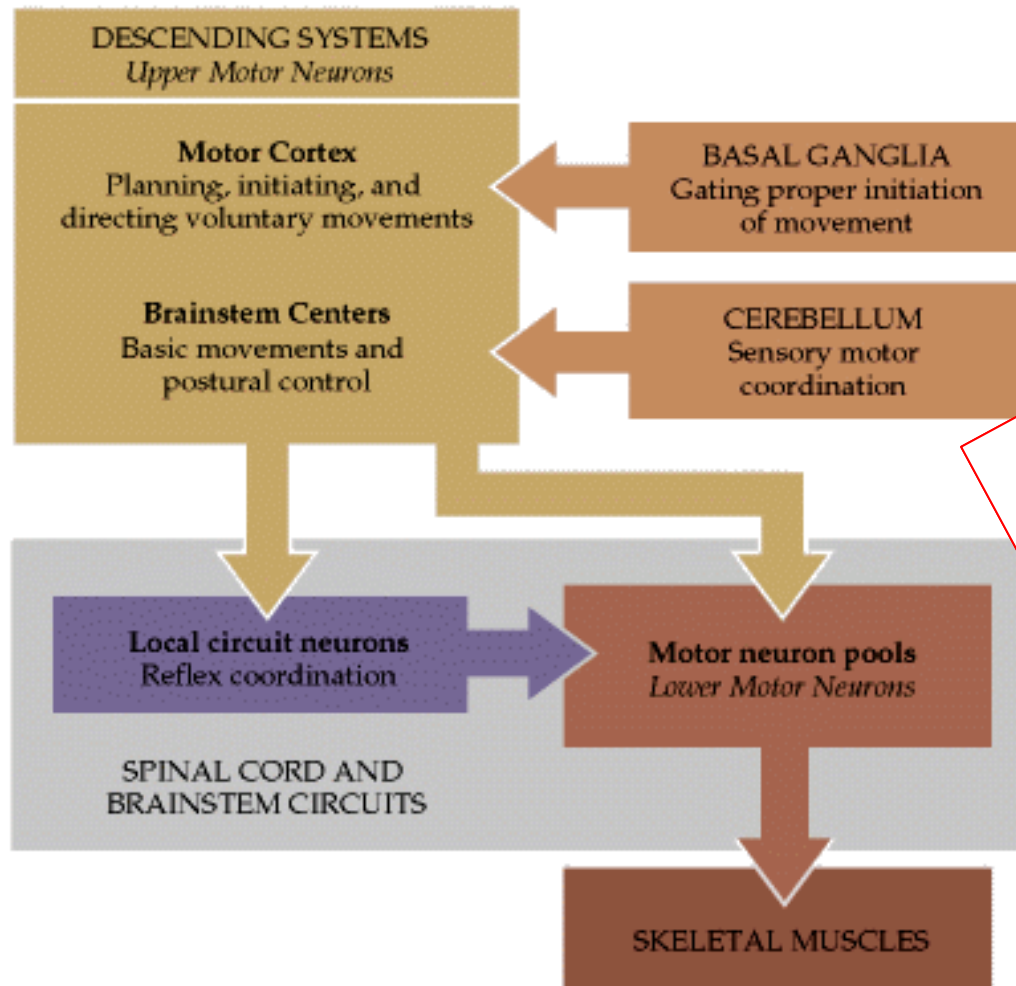


Kontrakce (aktivní)  
Odpověď Golgiho šlachových vřetének

# Hierarchická organizace motorického systému



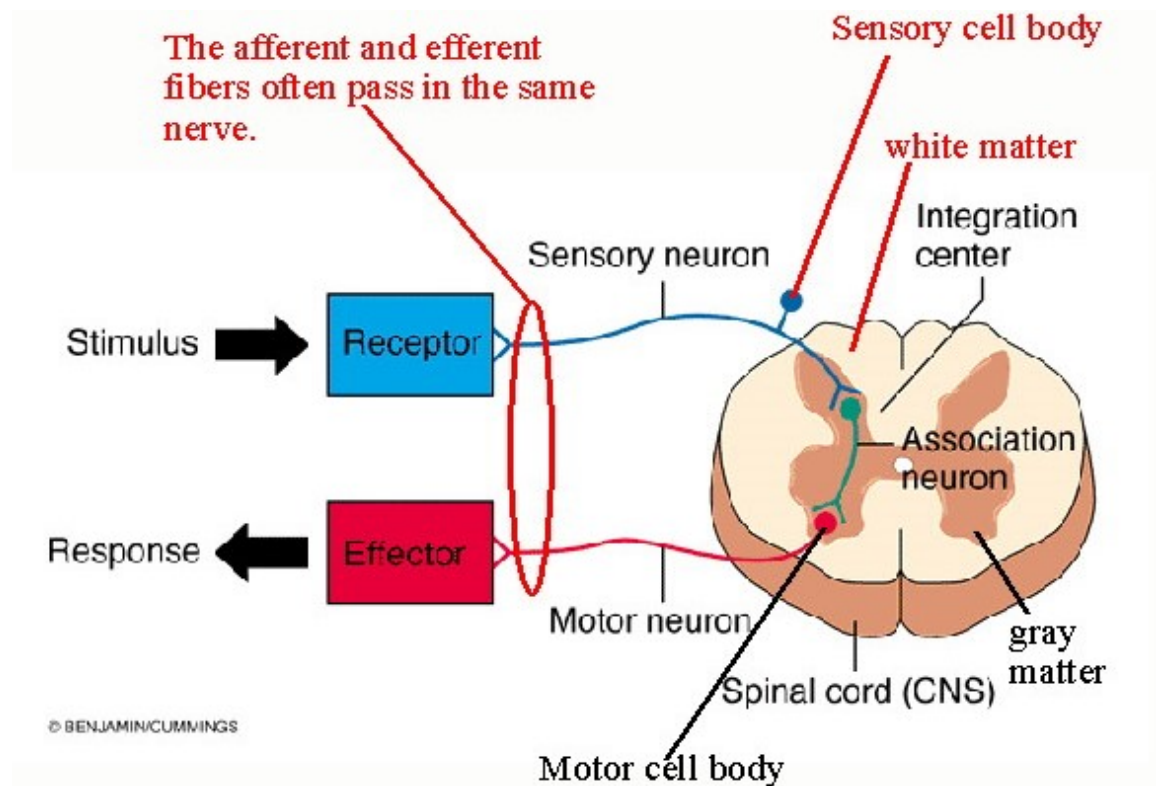
# Hierarchická organizace motorického systému



**Reflexní pohyb**  
**Rytmický pohyb**  
**Volní pohyb**

# Reflex

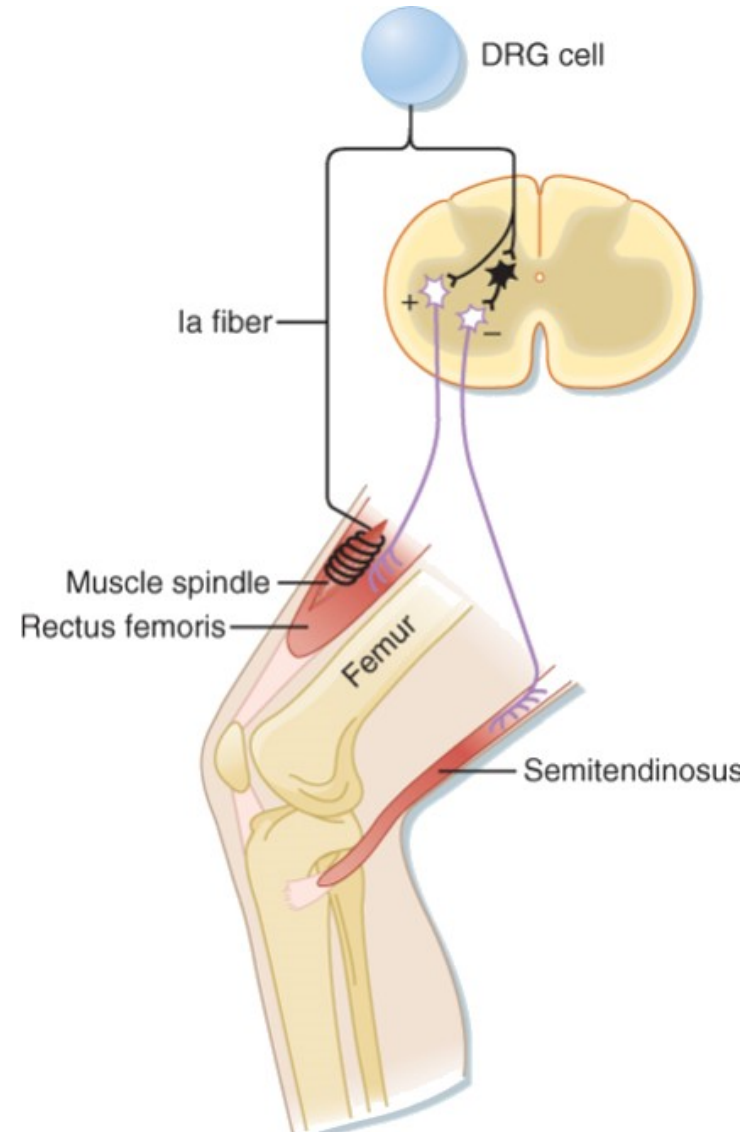
- Reflexní motorická odpověď
  - Stereotypní (předvídatelná)
  - Mimovolní
- Proprioceptivní
- Exteroceptivní
- Monosynaptické
- Polysynaptické
- Monosegmentální
- Polysegmentální

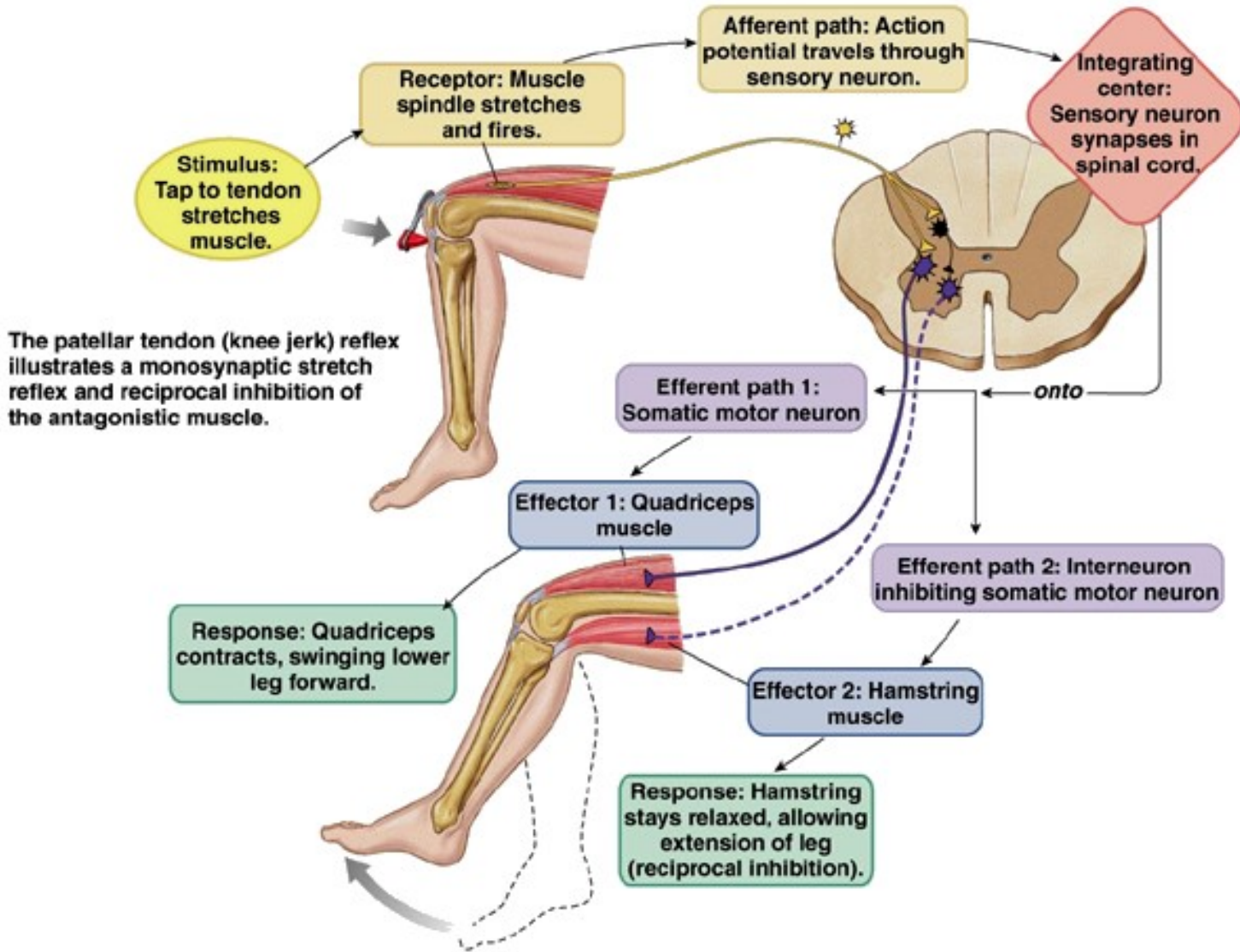




# Proprioceptivní míšní reflexy

- Myotatický reflex
  - Monosynaptický
  - Monosegmentální
  - Svalová vřeténka
- Homonymní sval - aktivace
- Antagonista - inhibice
- Fazická odpověď (Ia)
  - Ochrana před nadměrným natažením extrafuzálních vláken
- Tonická odpověď (Ia a II)
  - Udržení svalového tonu



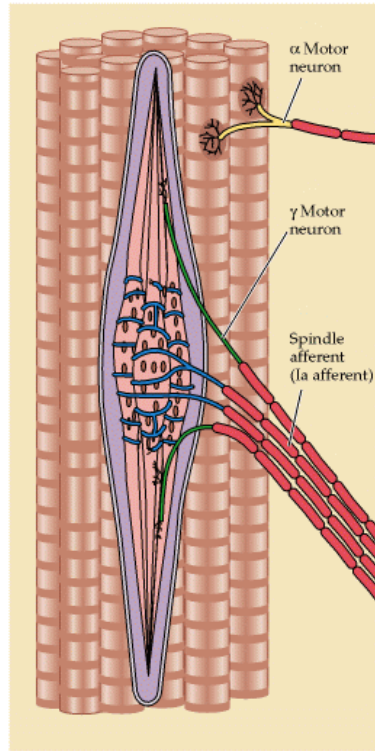


Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

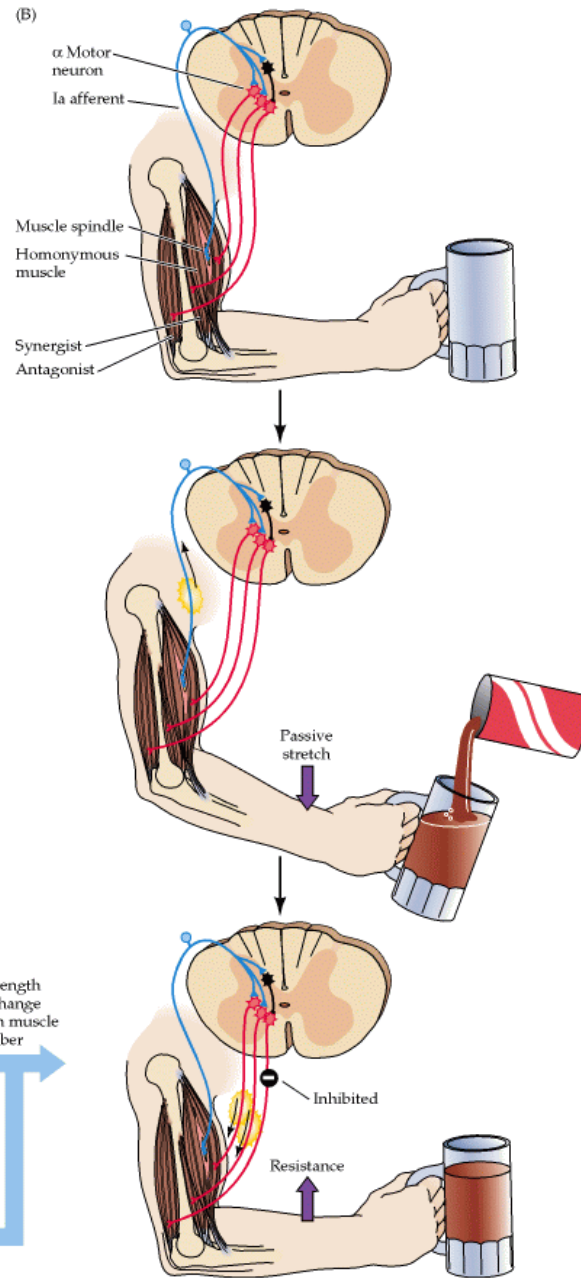
Fig. 13-7



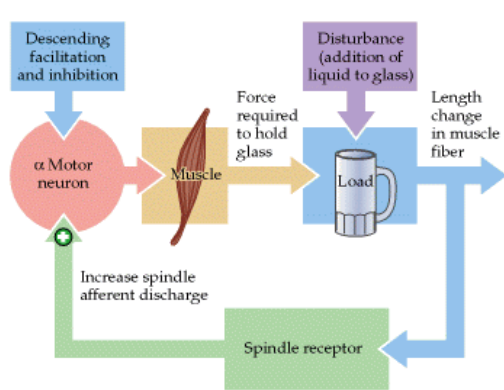
(A) Muscle spindle



(B)

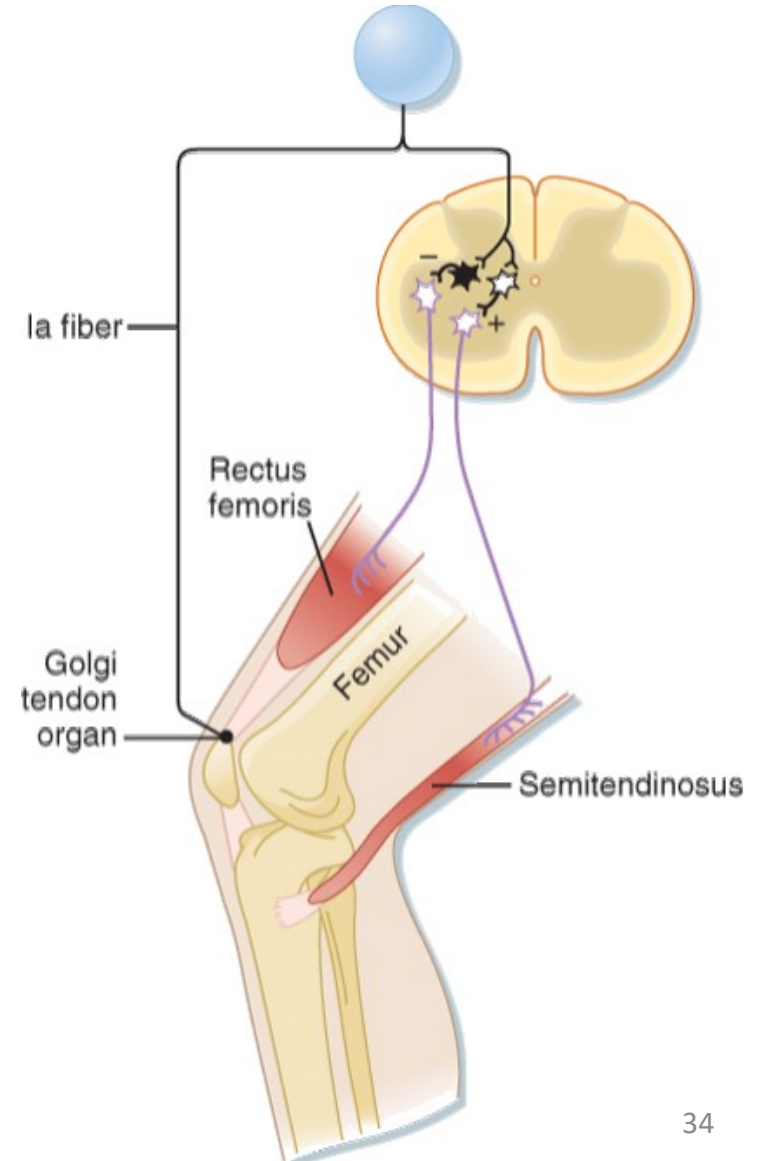


(C)

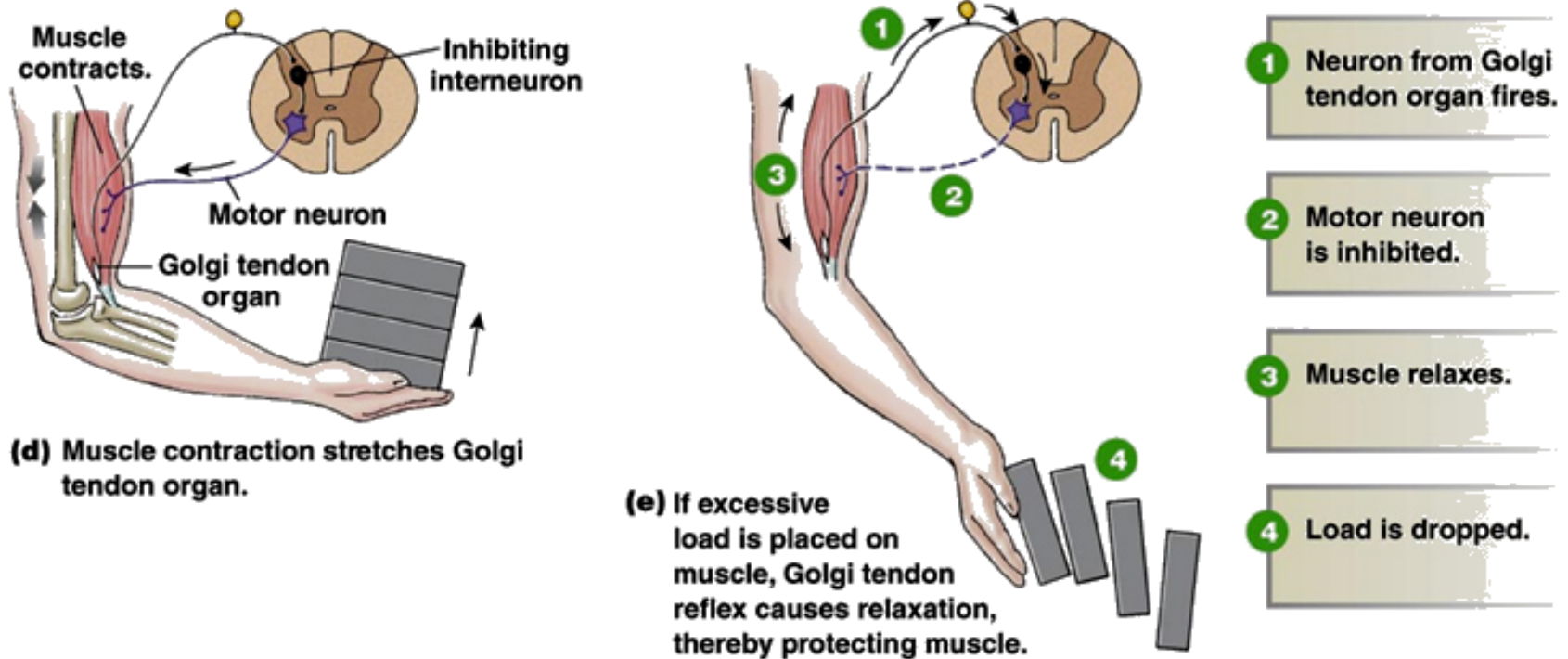


# Proprioceptivní míšní reflexy

- Inverzní myotatický reflex
  - Monosegmentální
  - Di-polysynaptický
  - Golgiho šlachová vřeténka
- Homonymní sval – inhibice
- Antagonista – aktivace
- Ochrana svalu před mechanickým poškozením při velké zátěži



**Golgi tendon reflex** protects the muscle from excessively heavy loads by causing the muscle to relax and drop the load.

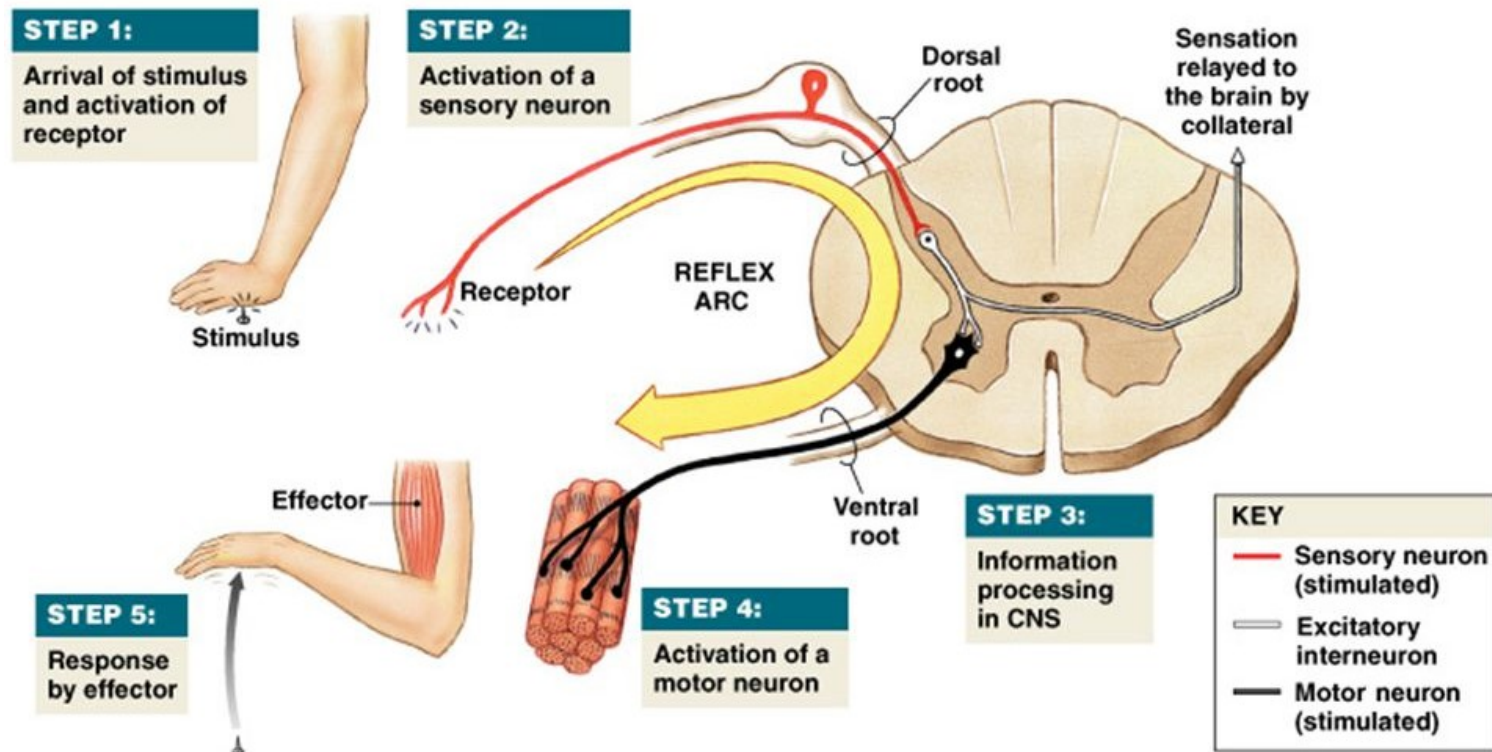


Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

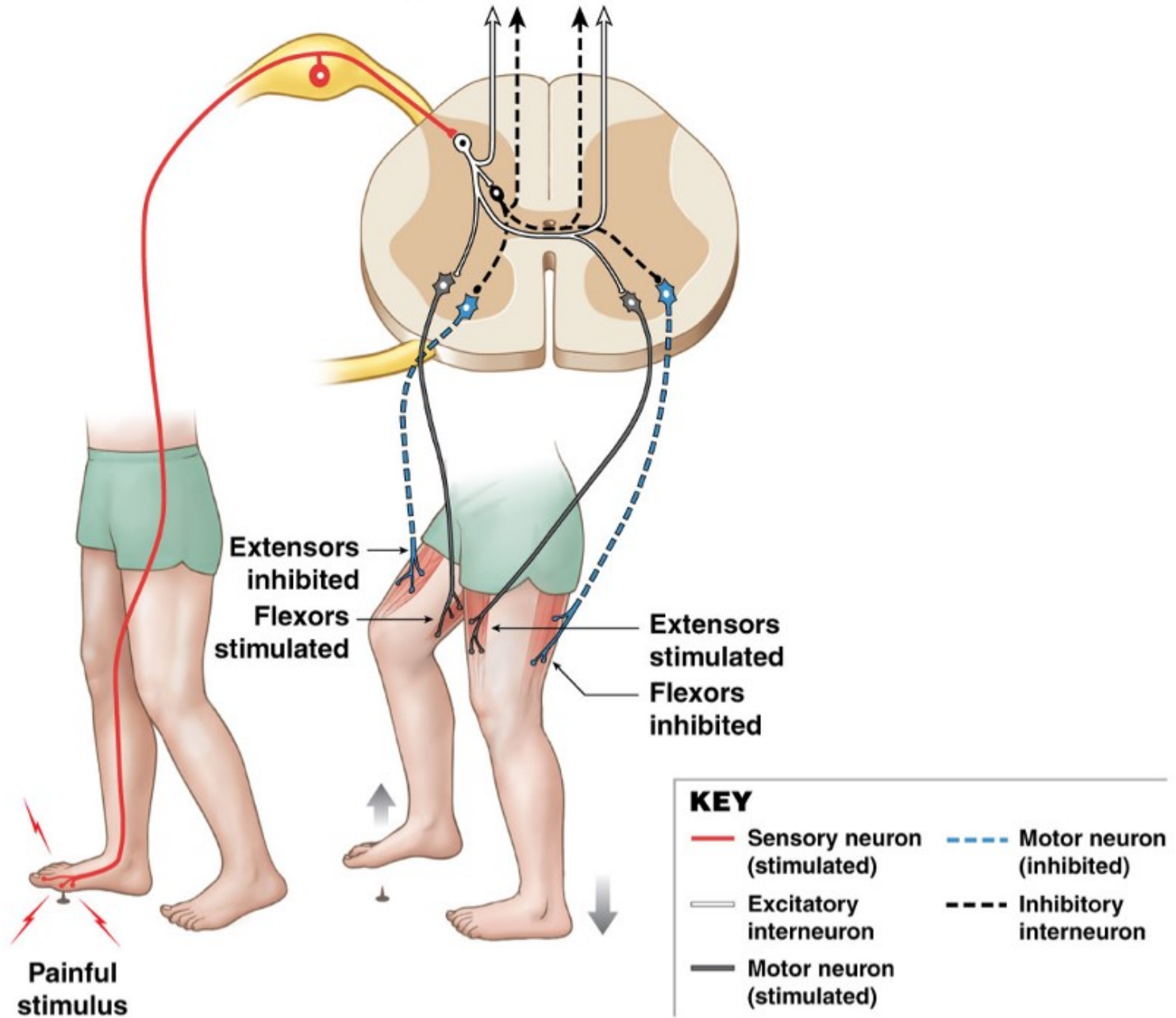
Fig. 13-6b

# Exteroceptivní reflexy

- Polysynaptické
- Polysegmentální

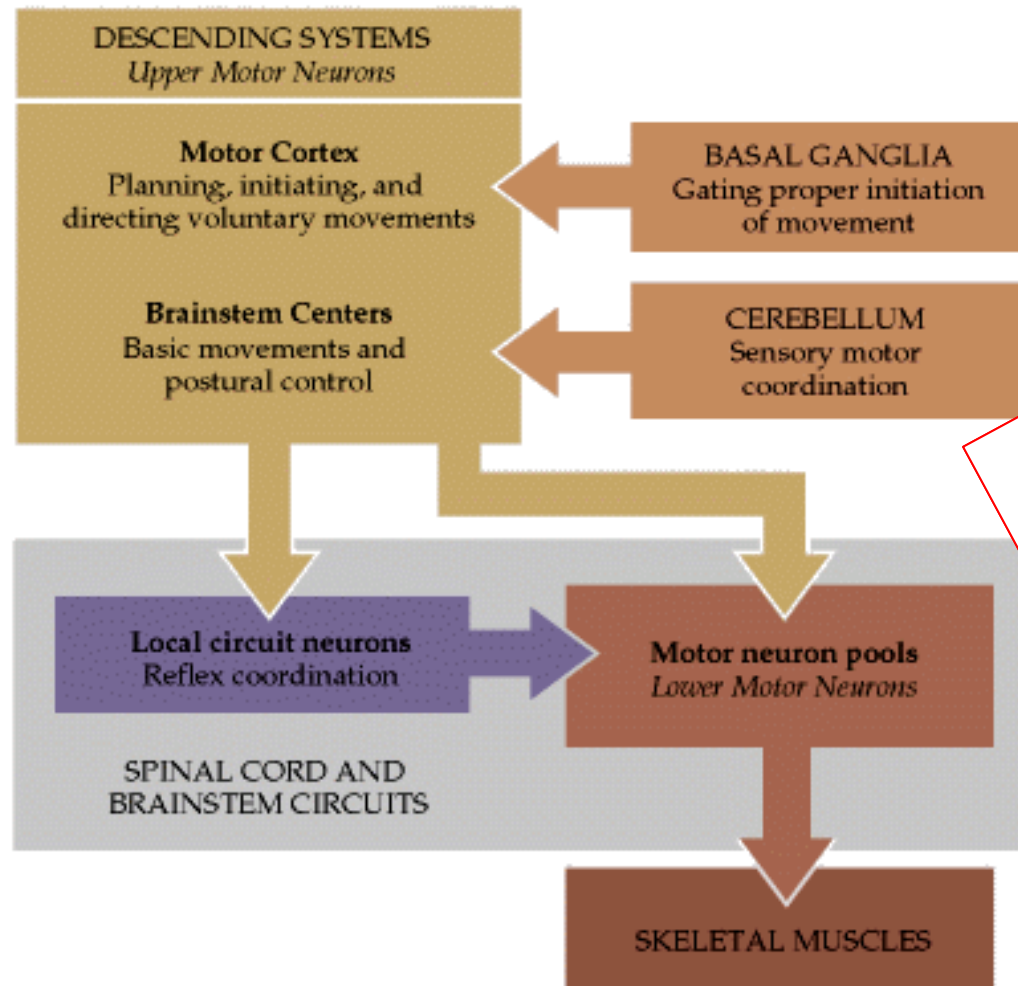


To motor neurons in other segments of the spinal cord





# Hierarchická organizace motorického systému



**Reflexní pohyb**  
**Rytmický pohyb**  
**Volní pohyb**