

# KLINICKÁ KINEZILOGIE



Petr Pospíšil

# STRUKTURA POHYBOVÉHO SYSTÉMU

- **ŘÍDÍCÍ PODSYSTÉM**
- SVALOVÝ PODSYSTÉM
- KOSTERNÍ PODSYSTÉM + MEZILEHLÉ PRVKY
- ENERGETICKÝ PODSYSTÉM
- (MOŽNOST ZPĚTNÉ VAZBY)

# BASIC PRINCIPLES

- Reciproční inervace (inhibice)
- Následné podráždění
- Stretch reflex
- Všechny druhy svalových kontrakcí
- Sukcesivní indukce
- Iradiace podráždění
- Postfacilitační inhibice
- Časová sumace
- Prostorová sumace
- Aproximace
- Trakce
- Volní vlivy (motivace)
- Limbický systém (emoce)
- Autonomní nervový systém
- Manuální kontakt
- Zraková facilitace
- Respirační facilitace / inhibice
- Odpor proti pohybu
- Verbální stimulace
- Aktivní imaginace
- Využití globálních pohybových vzorů
- Reflexní facilitace/inhibice
- Reflektorická facilitace/inhibice

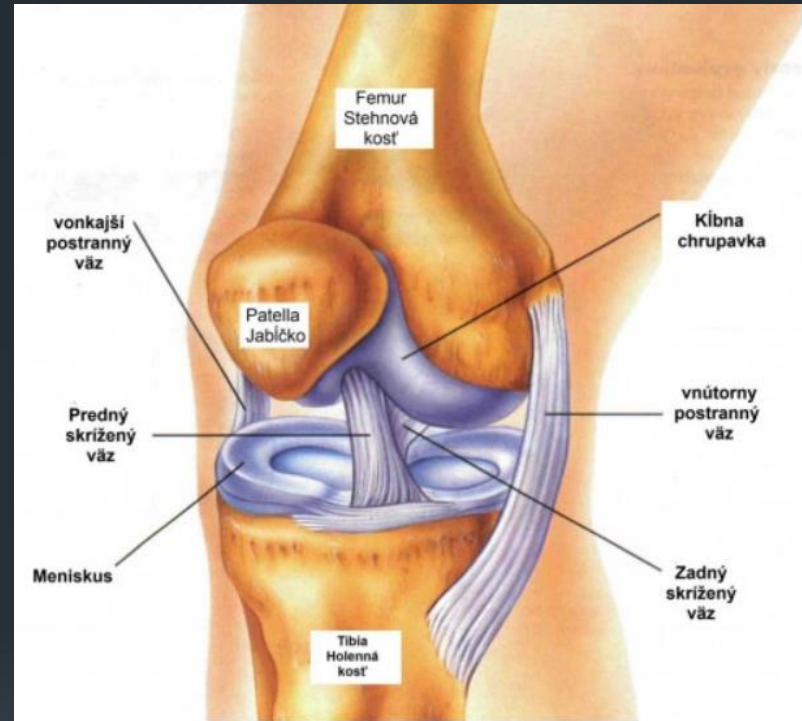
# ZÁKLADNÍ POJMY

## Funkční pohybový segment

- Je tvořen přilehlými polovinami obratlových těl, párem meziobratlových kloubů, meziobratlovým diskem, ligamenty a svaly.
- Vzhledem k funkci pohybového segmentu rozlišujeme pasivní komponentu tvořenou tvrdými skeletálními strukturami a vazy, aktivní komponentu tvořenou klouby a svaly (popř. hydrodynamickou komponentu tvořenou meziobratlovým diskem).

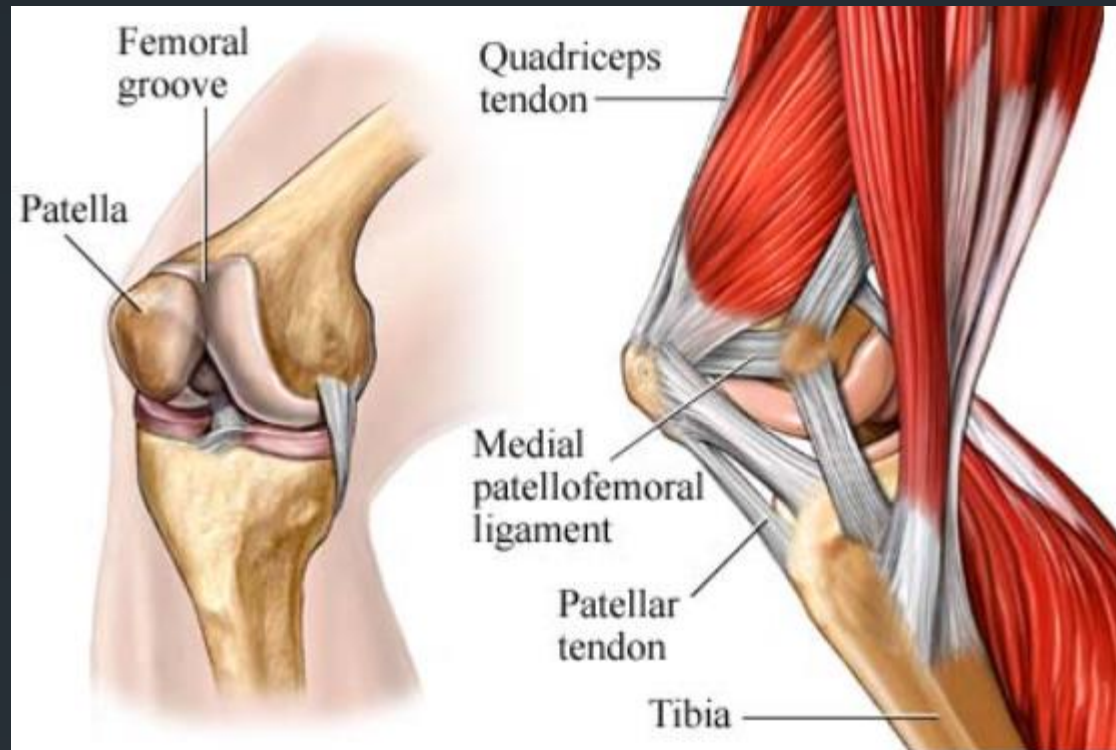
# ZÁKLADNÍ POJMY

## Pasivní stabilita segmentu



- Zajištěna pasivními strukturami bez kontraktilní funkce tj. tvarem a velikostí artikulujících kloubních ploch, kloubním pouzdem, ligamenty aj.

# Aktivní stabilita segmentu



- Zajištěna aktivními strukturami s kontraktlní funkcí tj. myofasciální složkou a jejím řízením.
- Principem aktivní stabilizace jak na úrovni monosegmentární, tak i multisegmentární je optimální využití stabilizační funkce svalů.

# HYBNOST

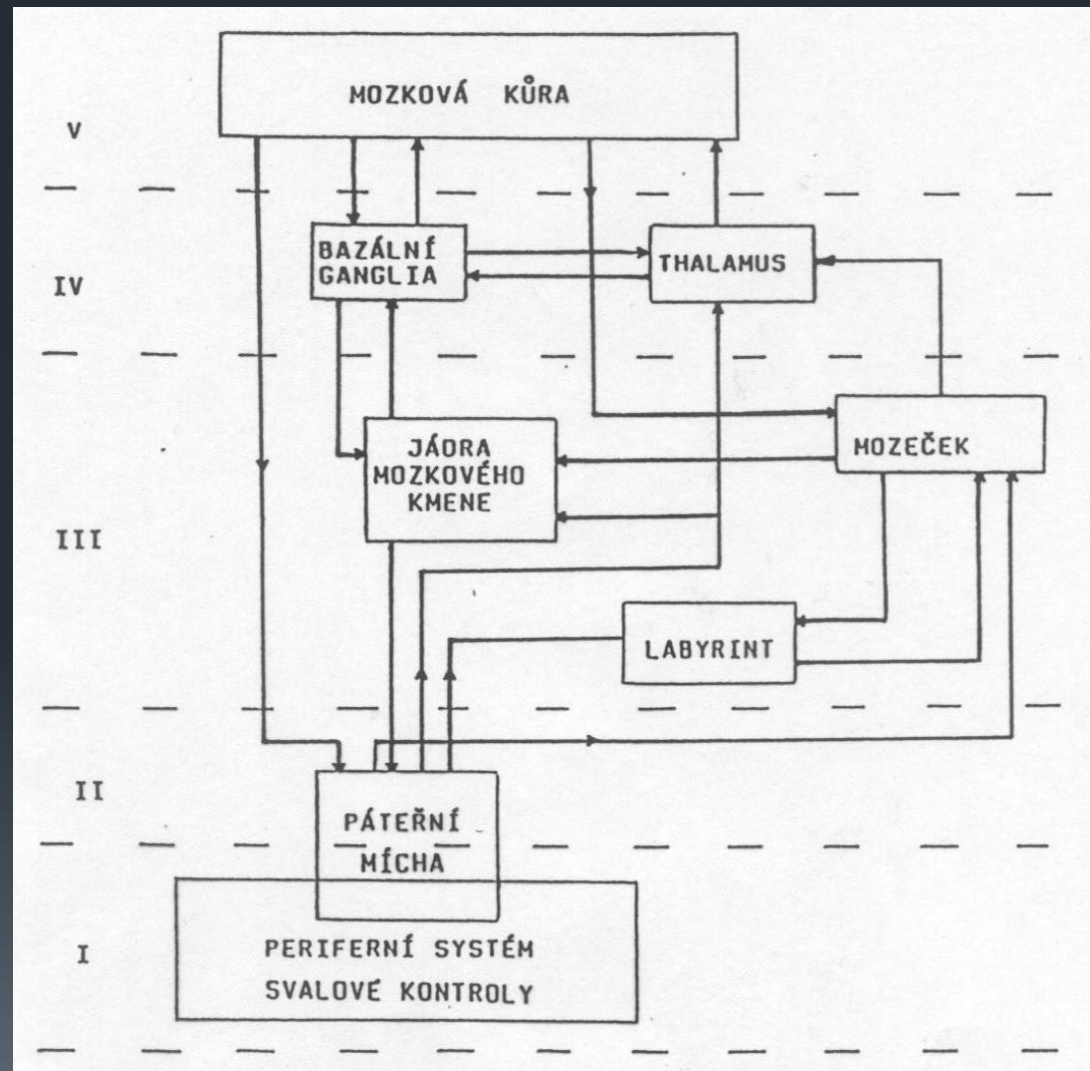
- **Holokinetická** (nediferencovaná)
  - cca od 5. dne do 2. měsíce postnatálního motorického vývoje
  - dozrávají thalamické a hypothalamické funkce → vzniká již převaha diencefalických funkcí
  - typická hybnost na zádech ležícího novorozence – nekoordinované a trhané pohyby končetinami
  - trvá fyziologická hypertonie s flekčním držením končetin
- **Ideokinetická** (cílená hybnost zajišťující dosažení pohybového cíle)
  - Nezbytnou podmínkou je motivace
  - **Monokinetická**
    - 2. – 5. měsíc postnatálního motorického vývoje
    - Izolovaná hybnost končetin (nepřesná)
  - **Dromokinetická**
    - 5. – 12. měsíc postnatálního motorického vývoje
    - Vědomý pohyb končetin
  - **Kratikinetická**
    - 2. – 5. měsíc postnatálního motorického vývoje
- **Ereismatická** (udržení polohy v prostředí)

# „NEUROMECHANIKA“

Řízení motoriky:

statika

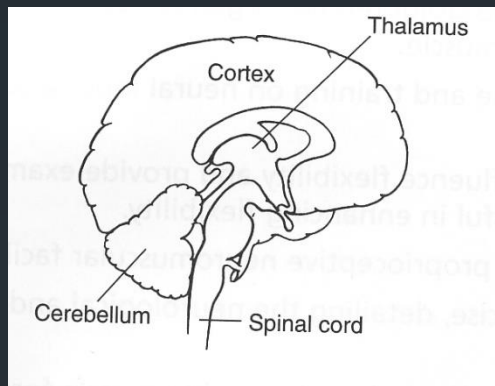
dynamika



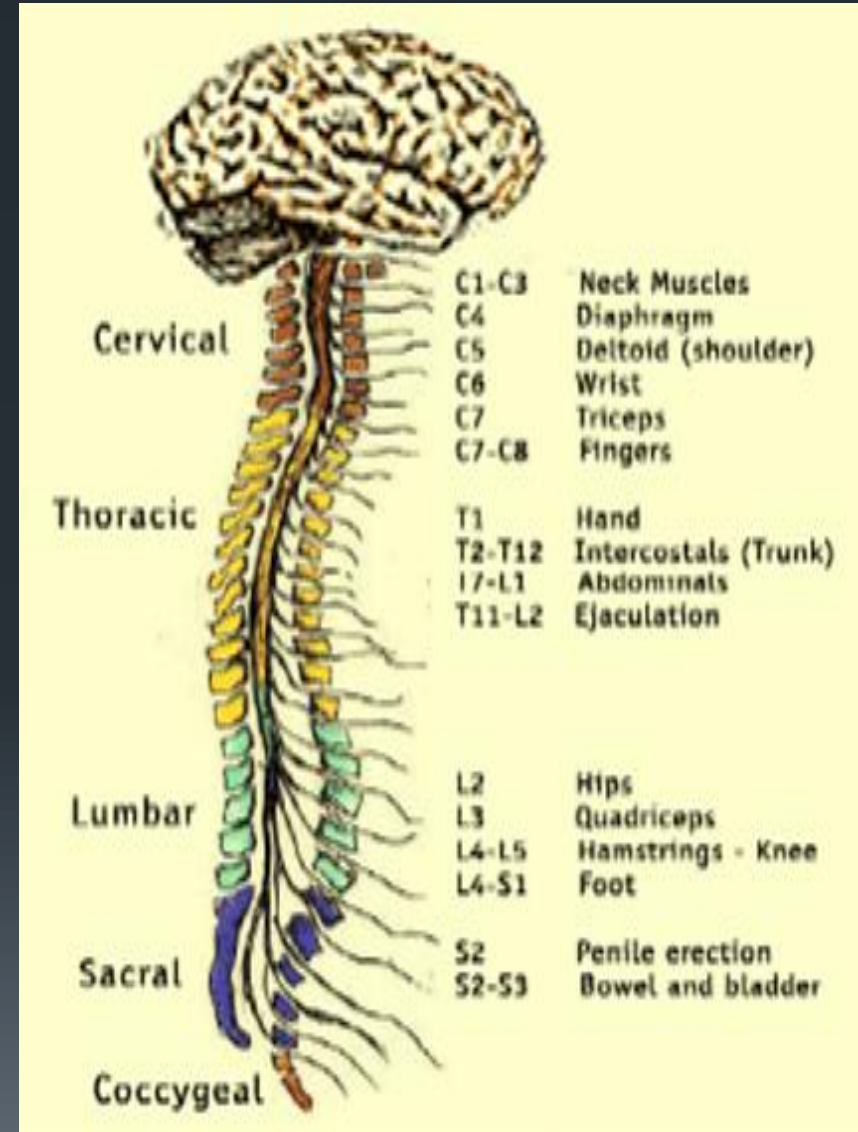
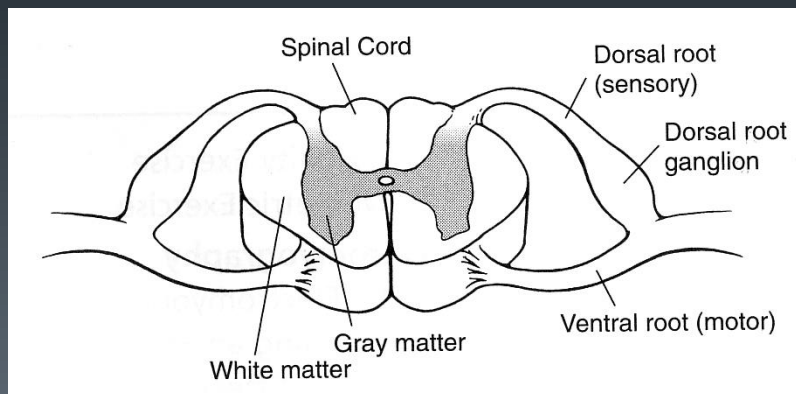


# ORGANIZACE NS

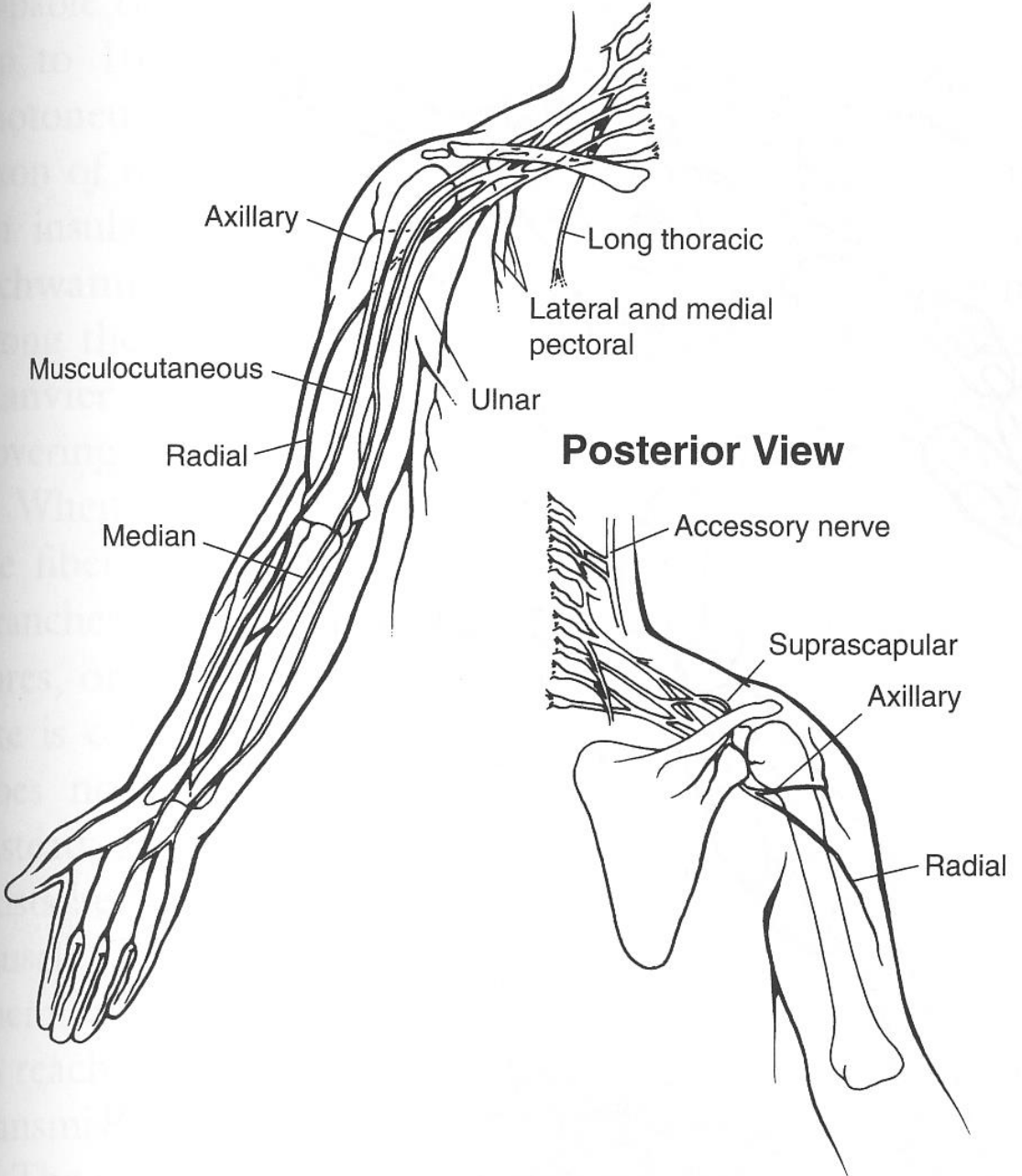
## CNS



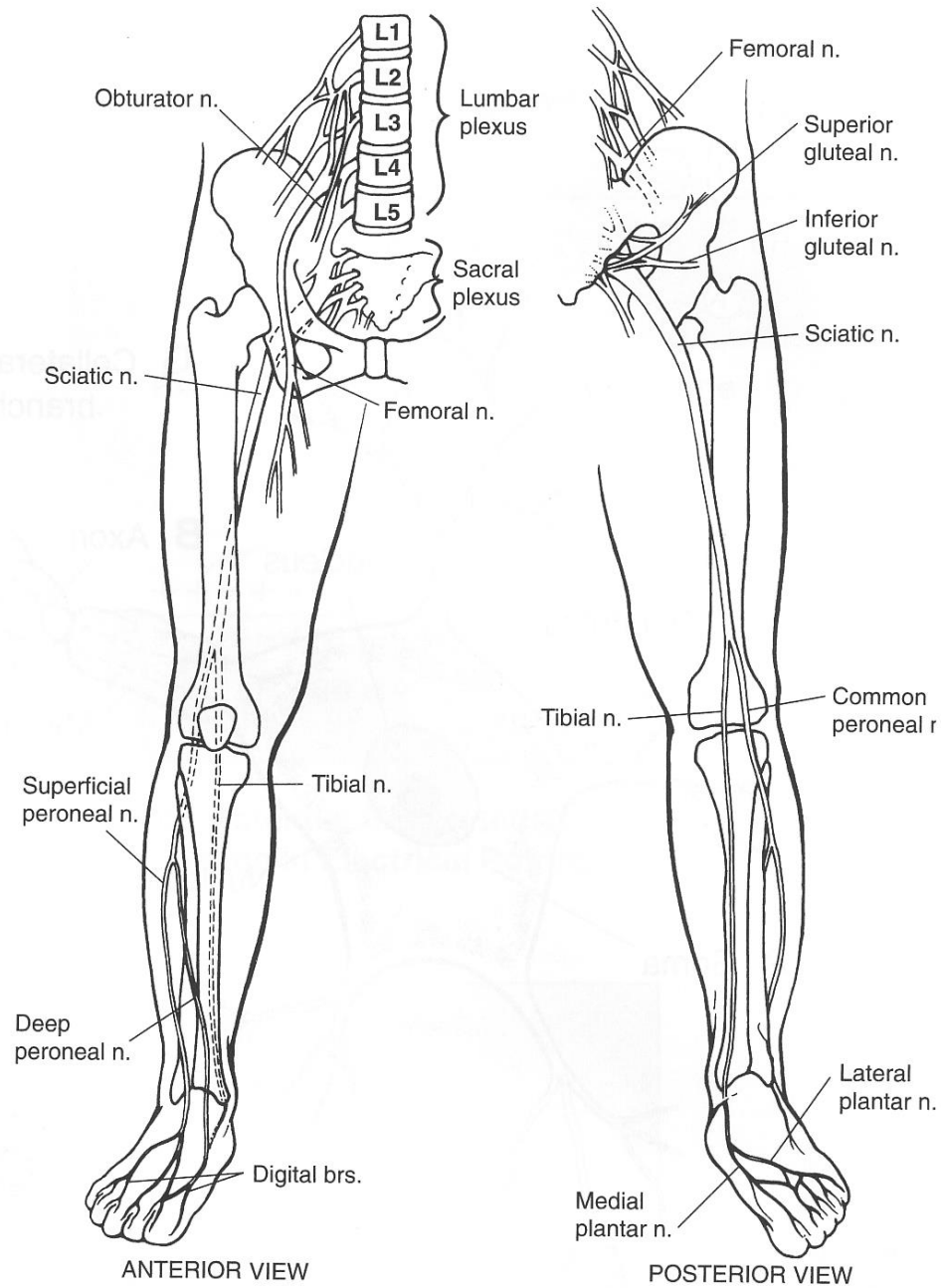
## PNS



# INNERVATION OF THE ARM

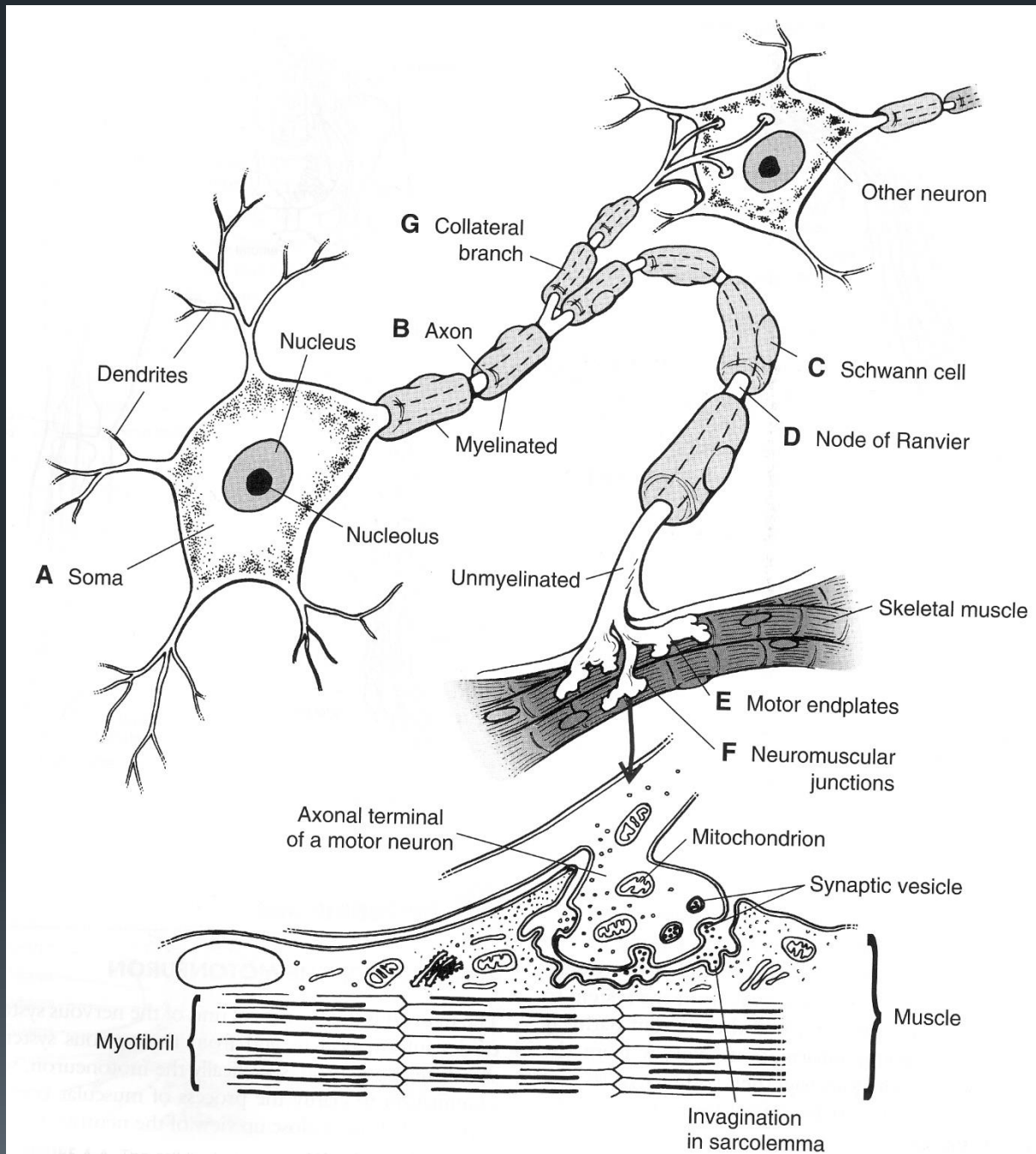


# INERVACE DK



SPINÁLNÍ NERV	OBLAST ZÁSOBOVÁNÍ
KRČNÍch 8 párů	Zadní část hlavy, krk a ramena, HKK, bránice
HRUDNÍch 12 párů	Hrudník, některé zádové svaly, část břicha
BEDERNÍch 5 párů	Dolní část břicha a zad, hýždě, některé části zevních genitálií, část DKK
SAKRÁLNÍch 5 párů	Stehna, dolní část DKK, většina zevních genitálií a perianální oblast

# MOTONEURON



# MOTORICKÁ JEDNOTKA

1 neuron

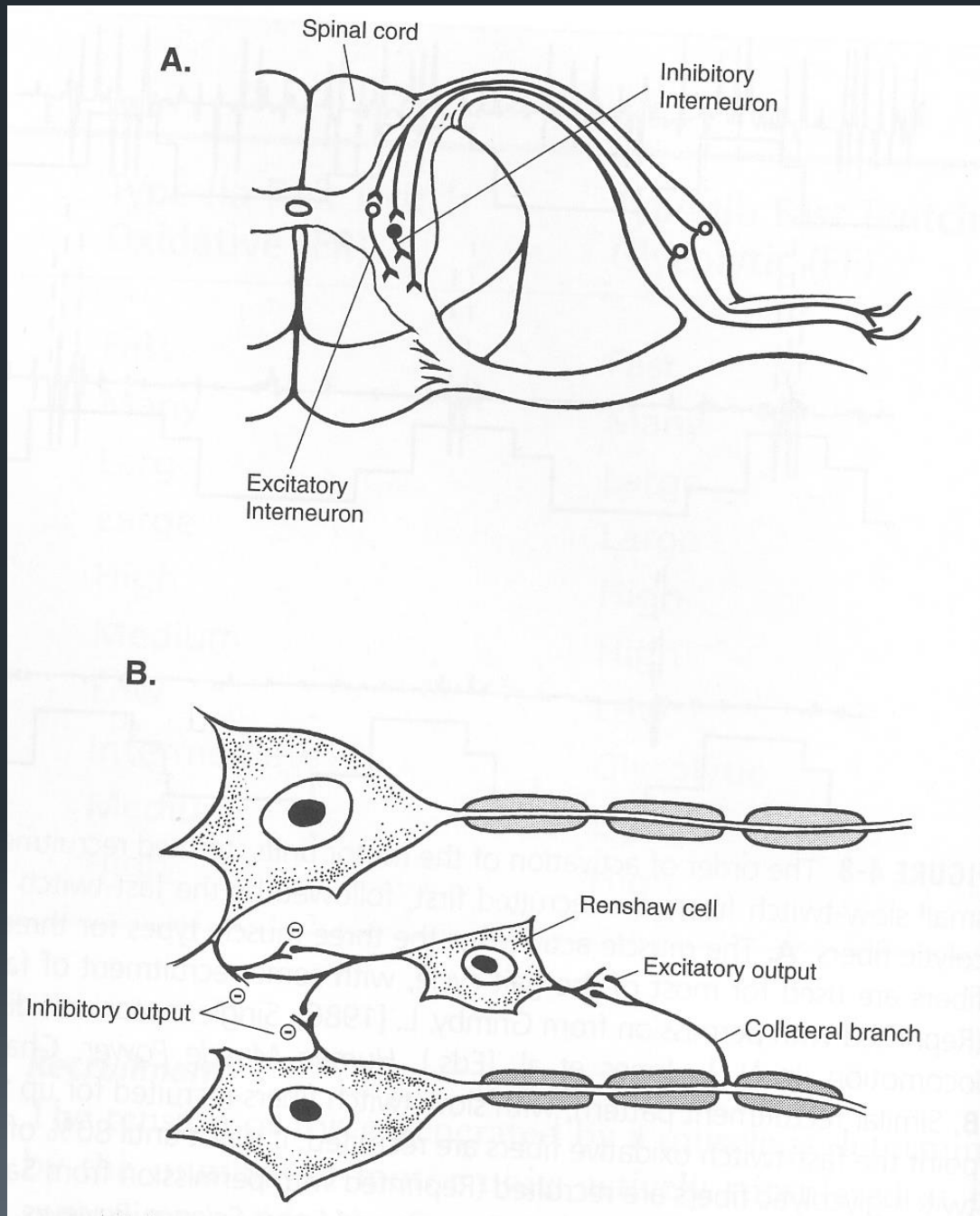
2000 sv. vláken (např. m. gluteus max.)



5-6 sv. vláken (např. m. orbicularis oculi)

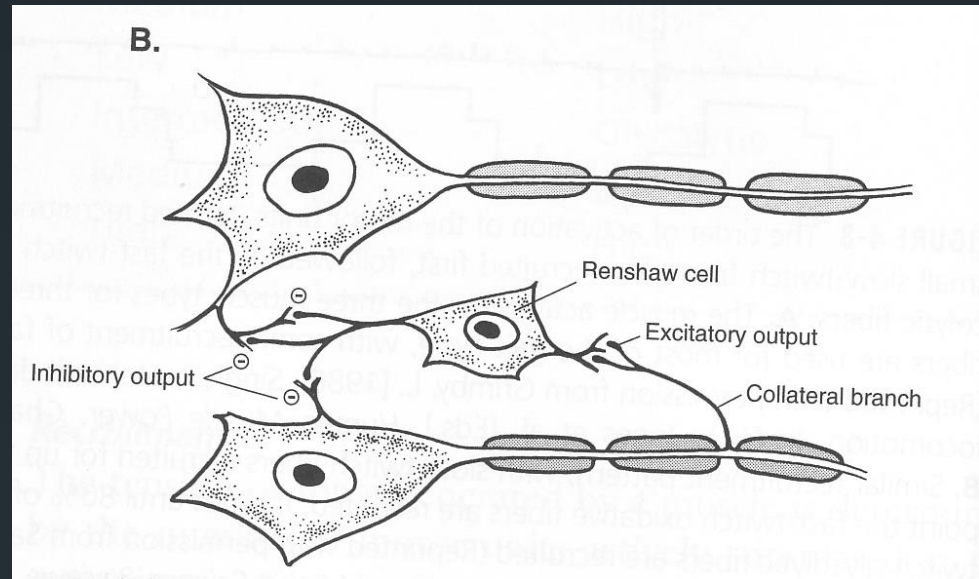
- **tonus** - randomní depolarizace synapsí motoneuronů
- **kontrakce** - vše nebo nic většího množství sv. vláken

# INHIBIČNÍ / EXCITAČNÍ SYNAPSE



# Renshawovy buňky (RB)

- objeveny r. 1946
- mediátor glycin



## Antidromní inhibice alpha-motoneuronů v předních rozích míšních

- ⇩ inhibiční aktivity RB v průběhu silné volní kontrakce (descendentní dráhy – např. kortikospinální)
- ⇩ inhibiční aktivity RB v průběhu dynamické kontrakční aktivity je výraznější ve srovnání se statickou kontrakční aktivitou
- ⇩ inhibiční aktivity RB při proprioceptivní aferenci z dorzálních kořenů
- ⇧ inhibiční aktivity RB v průběhu kontrakční aktivity velmi nízké intenzity
- ⇧ inhibiční aktivity RB v průběhu koaktivace antagonistů

blokace receptorů strichninem

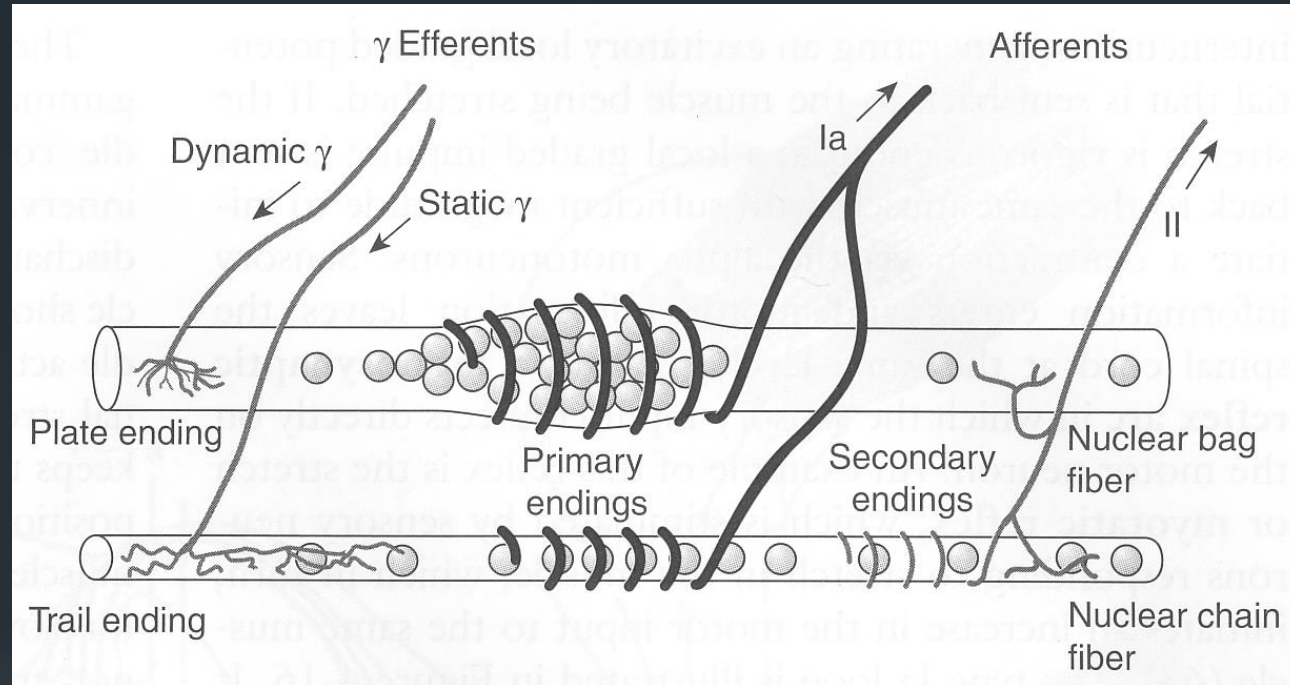
snížení/blokace produkce glycinu infekcí clostridium tetani



# SOMATICKÉ MÍŠNÍ REFLEXY

- **proprioceptivní reflexy (vlastní)**

– receptor i efektor v témže orgánu, tj. svalu

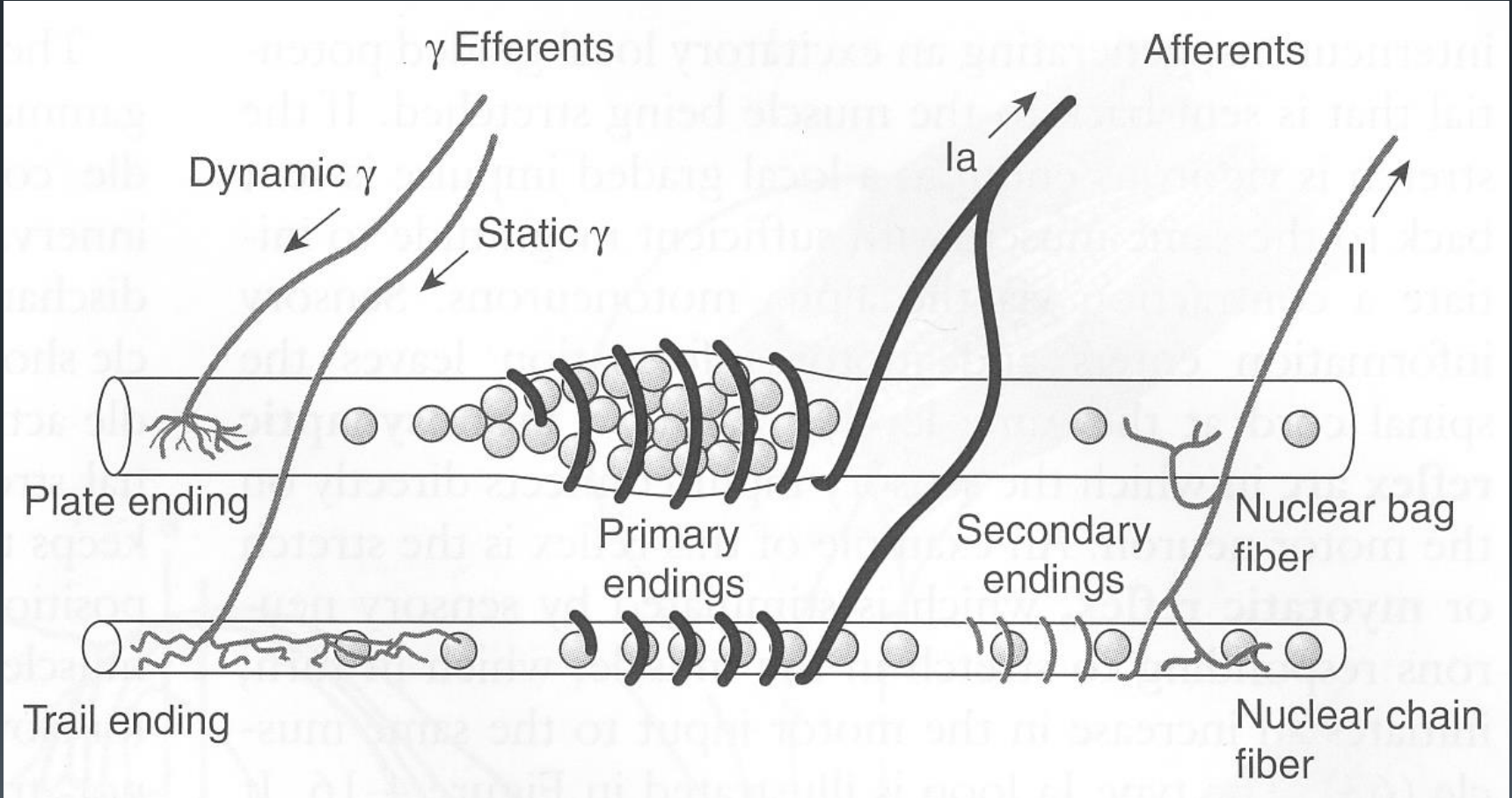


Receptory:

**svalové vřeténko** (intrafuzální vlákno = receptor)

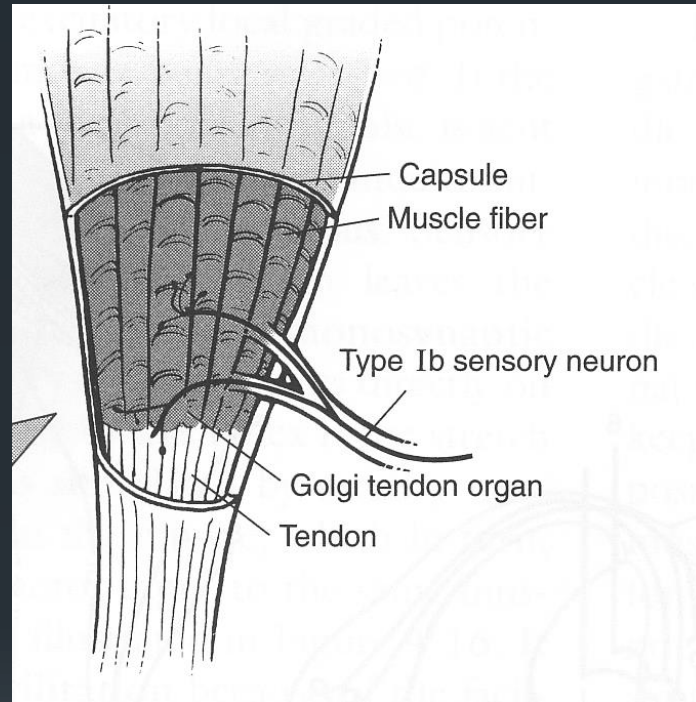
- reaguje na protažení svalu
- vlákna Ia a II typu vedou vzruchy přímo na alfa-motoneurony předních rohů míšních a odtud axony na extrafuzální vlákno

Efektory = kontrakce příslušného svalu



# SOMATICKÉ MÍŠNÍ REFLEXY

- **proprioreceptivní reflexy (vlastní)**  
– receptor i efektor v témže orgánu, tj. svalu



Receptory:

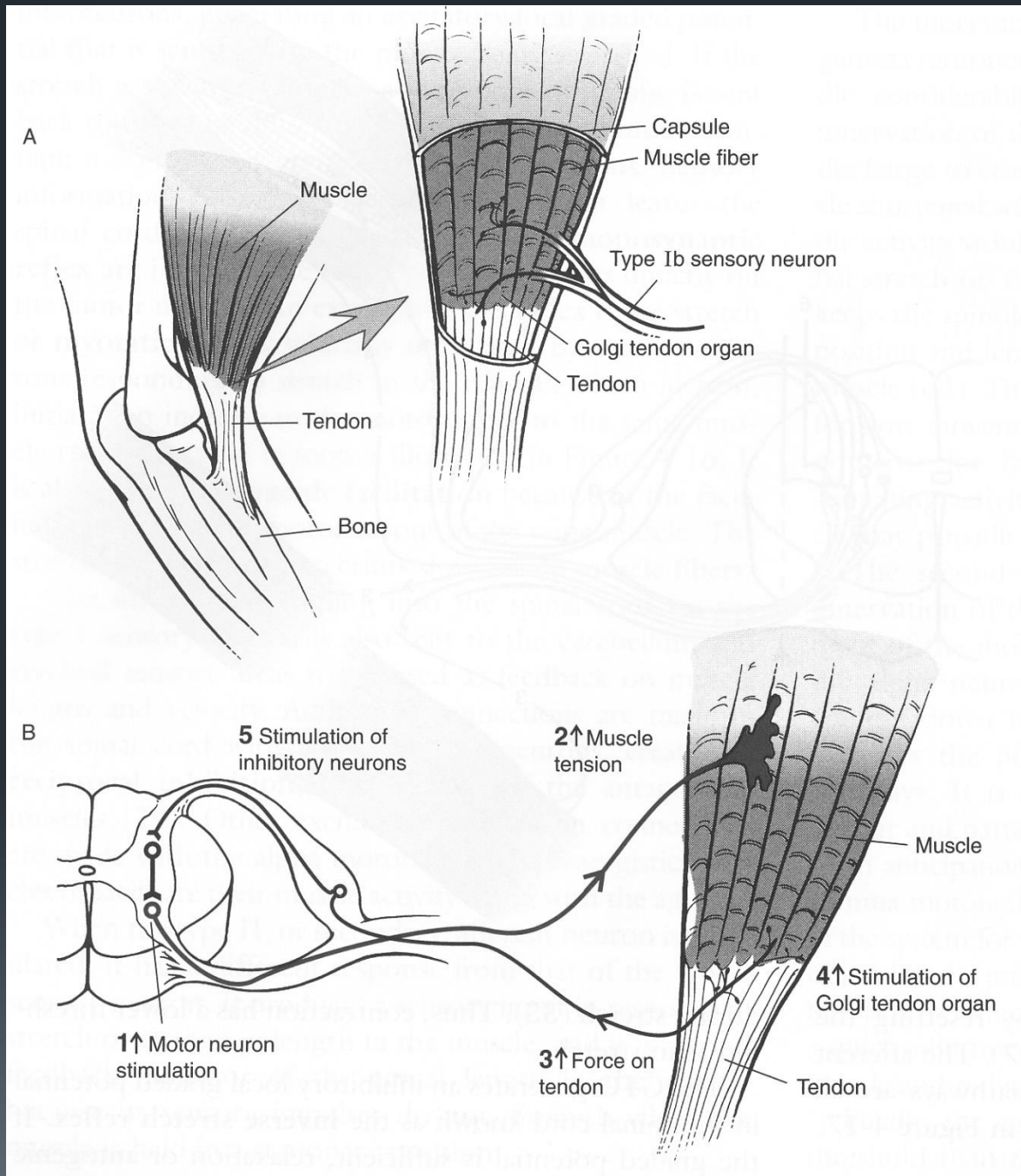
## **šlachové tělísko**

reaguje na napnutí šlachy (při svalové kontrakci)

vlákna Ib vedou vzruchy na inhibiční interneurony  $\alpha$ -motoneuronu vyvolávajícího kontrakci

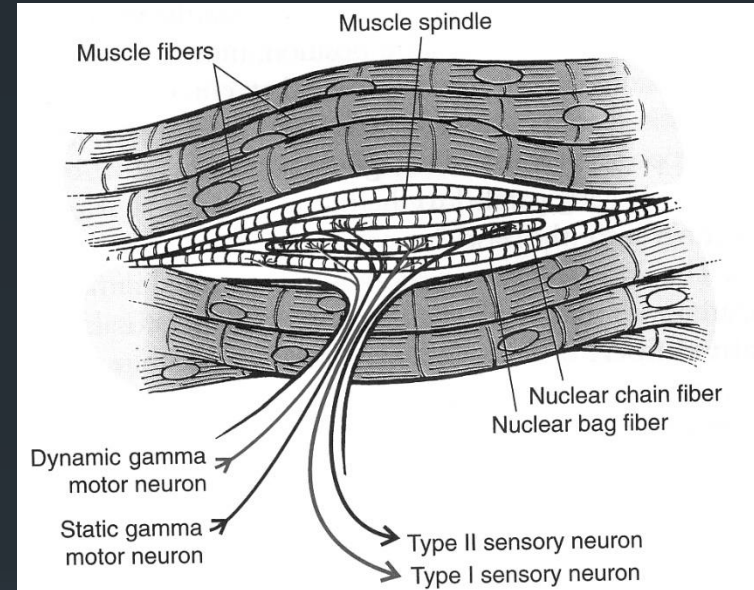
Brání kontrakci a chrání sval a šlachu před přetížením

# Golgiho šlachové tělíčko



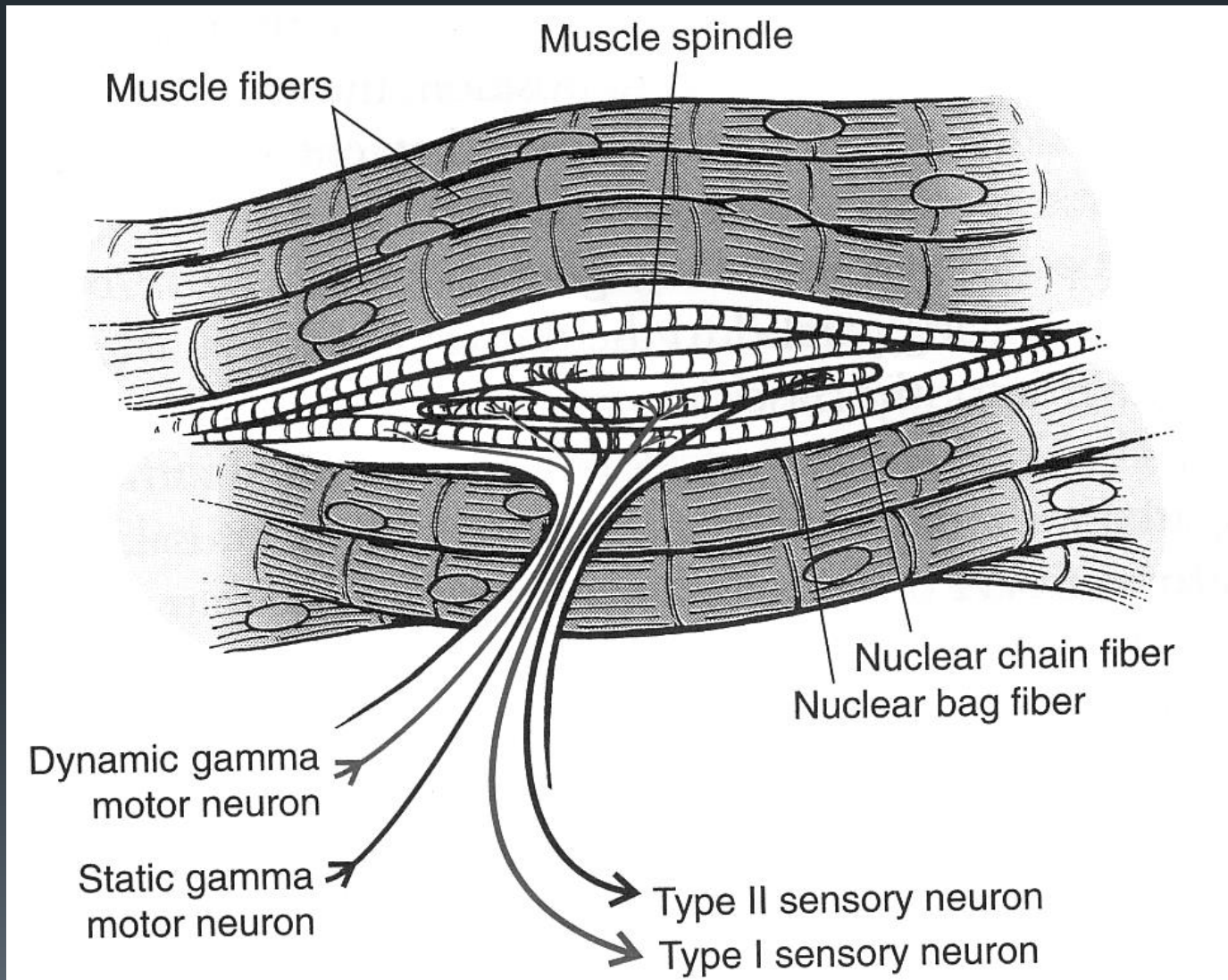
# PROPRIOCEPTIVNÍ REFLEXY

- **Kontrakce svalu:**
  - přímo - podnětem z alfa-motoneuronů
  - nepřímo - prostřednictvím *gama-systému*

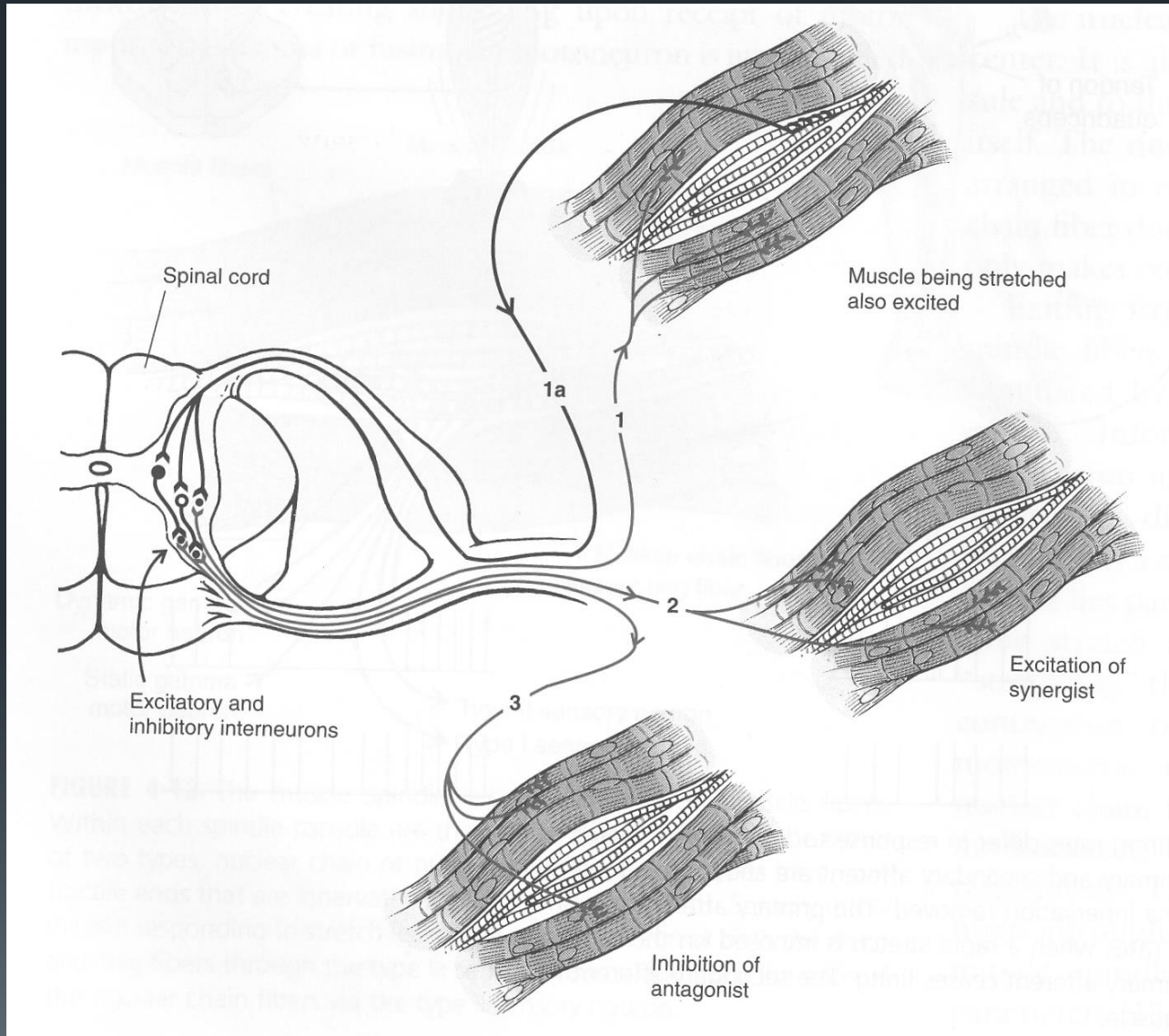


- **Gama-systém** (gama motoneurony)
  - autoregulační zpětný systém udržující dráždivost svalových vřetének kontrakcí intrafuzálních vláken
  - řízen z retikulární formace a dalších vyšších center (vestibulární aparát, cerebellum, extrapyramidový systém a motorický kortex)

# γ SYSTEM



# $\alpha / \gamma$ SYSTEM



# EXTERORECEPTIVNÍ REFLEXY

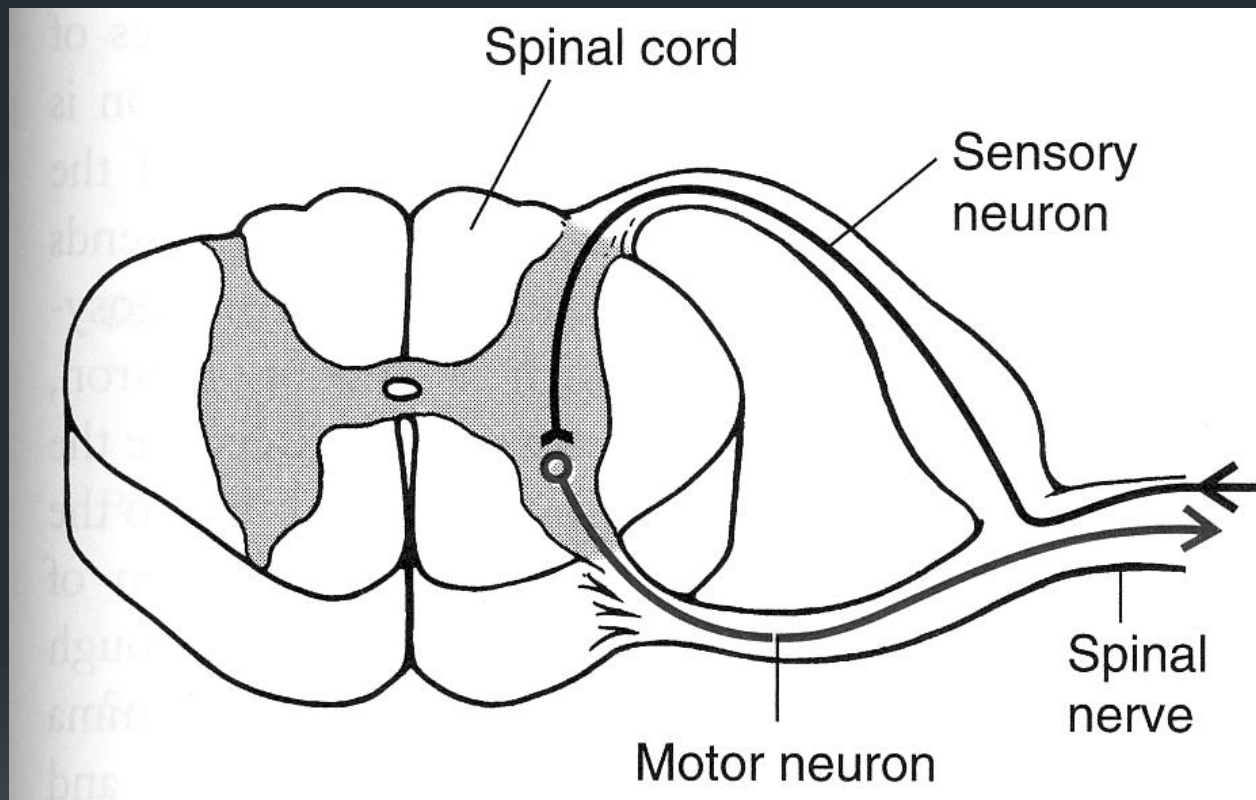


- receptor a efektor v různých orgánech (např. kůže - sval)
- dle počtu neuronů
  - monosynaptické reflexy
  - polysynaptické reflexy (přítomnost interneuronu)



# SENZORICKÉ RECEPTORY

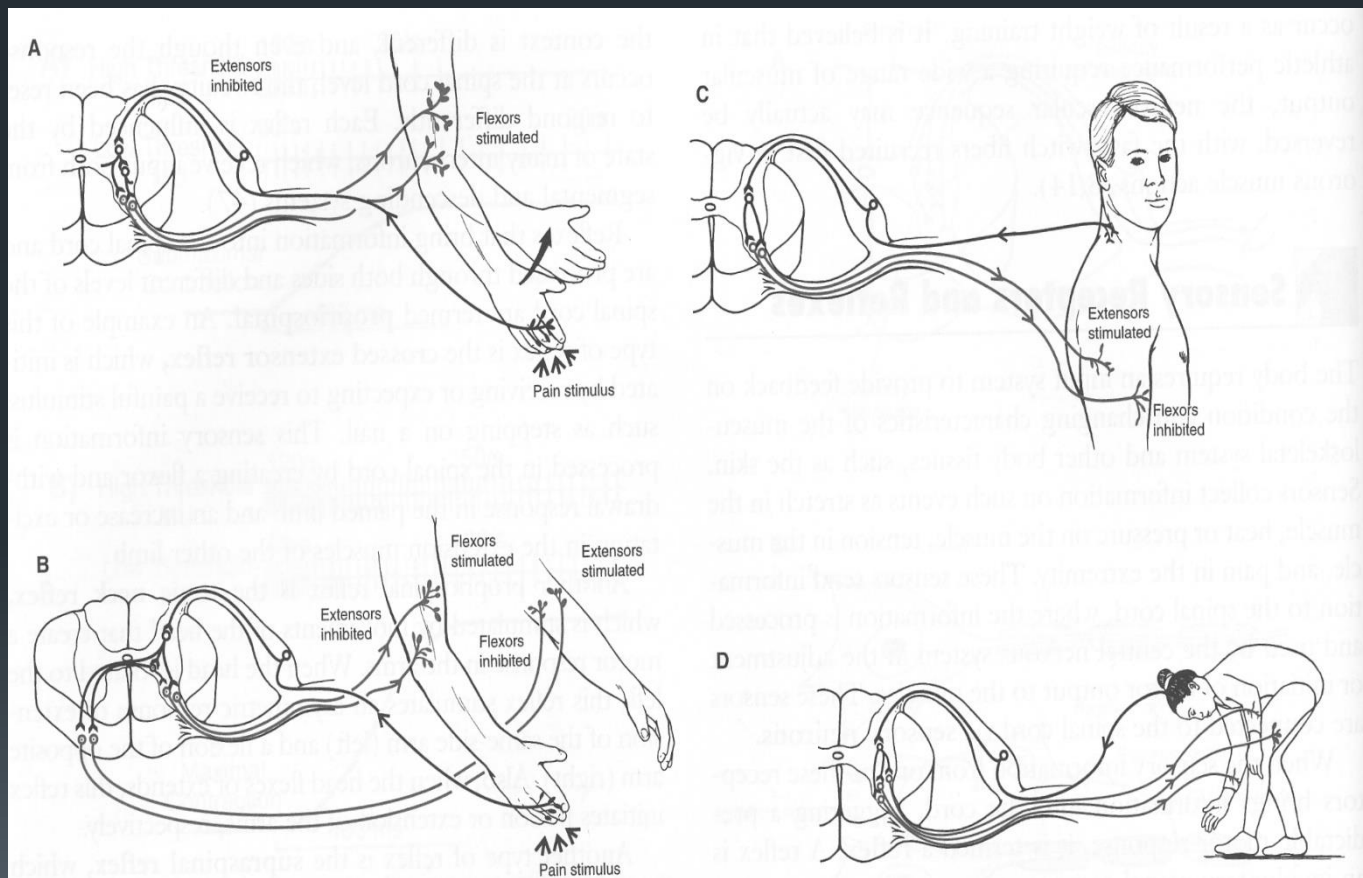
- Napětí
- Tlak
- Bolest
- Teplo



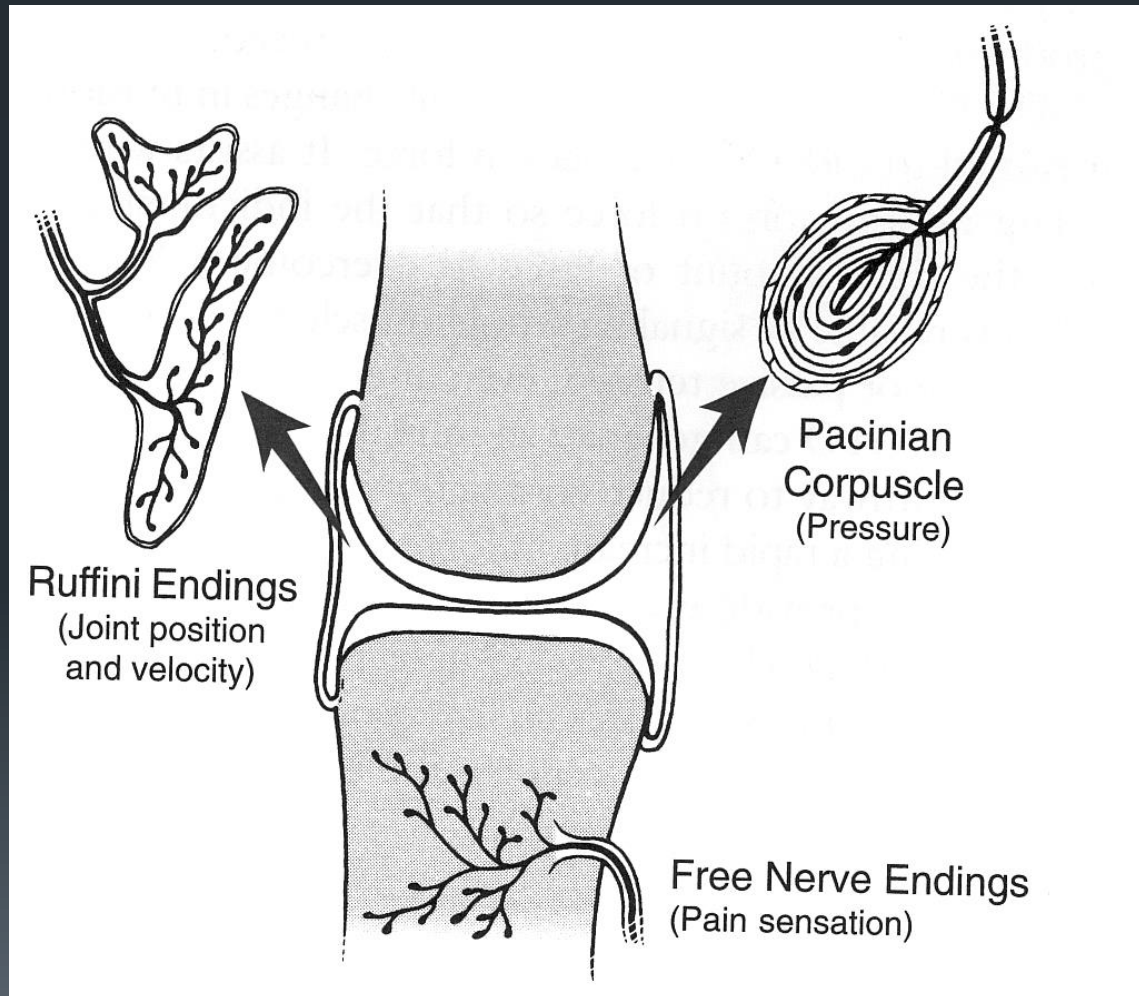
(Kontralaterální a ipsilaterální distribuce u Brown Séquardova syndromu míšňí hemisekce)

# SENZORICKÉ REFLEXY

- **FLEXOROVÝ REFLEX**  
(např. sáhnutí na horký předmět)
- **ZKŘÍŽENÝ EXTENZOROVÝ REFLEX**  
(např. šlápnutí na hřebík)
- **A/SYMETRICKÉ TONICKÉ ŠÍJOVÉ REFLEXY**
- **SUPRASPINÁLNÍ REFLEXY**  
(např. labyrintový vzpřimovací reflex při ztrátě rovnováhy)



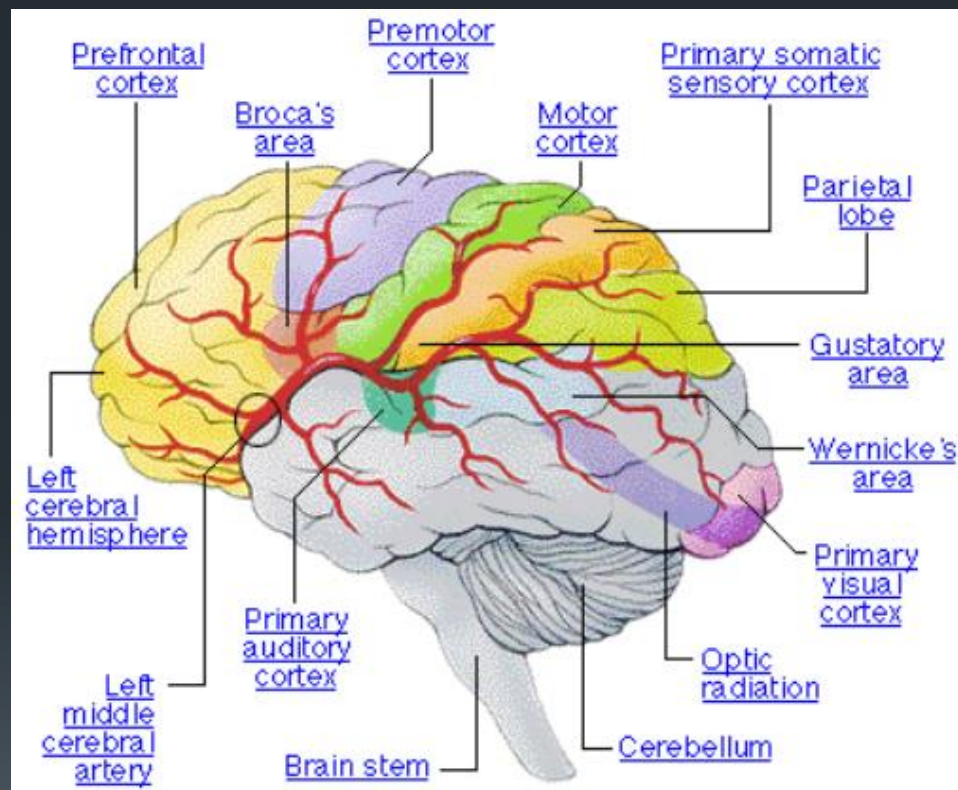
# DALŠÍ SENZORICKÉ RECEPTORY



# CÍLENÁ MOTORIKA

## IDEOKINETIKA

- Zákl. předpoklad socializace (komunikace, práce, ...)
- Ústředí:
  - **Kortex**
    - Vznik cílených, volných, úmyslných pohybů
    - Kortikospinální dráha
    - Extrakortikospinální dráha
  - **Bazální ganglia**
    - Inhibiční vliv
    - Programování pomalých a ustálených pohybů
  - **Cerebellum**
    - Inhibiční vliv
    - Plynulé, cílené přiměřené provedení úmyslného pohybu (směr, délka, trvání, intenzita)



# PYRAMIDOVÁ DRÁHA

“systém obratné volní hybnosti akrální“

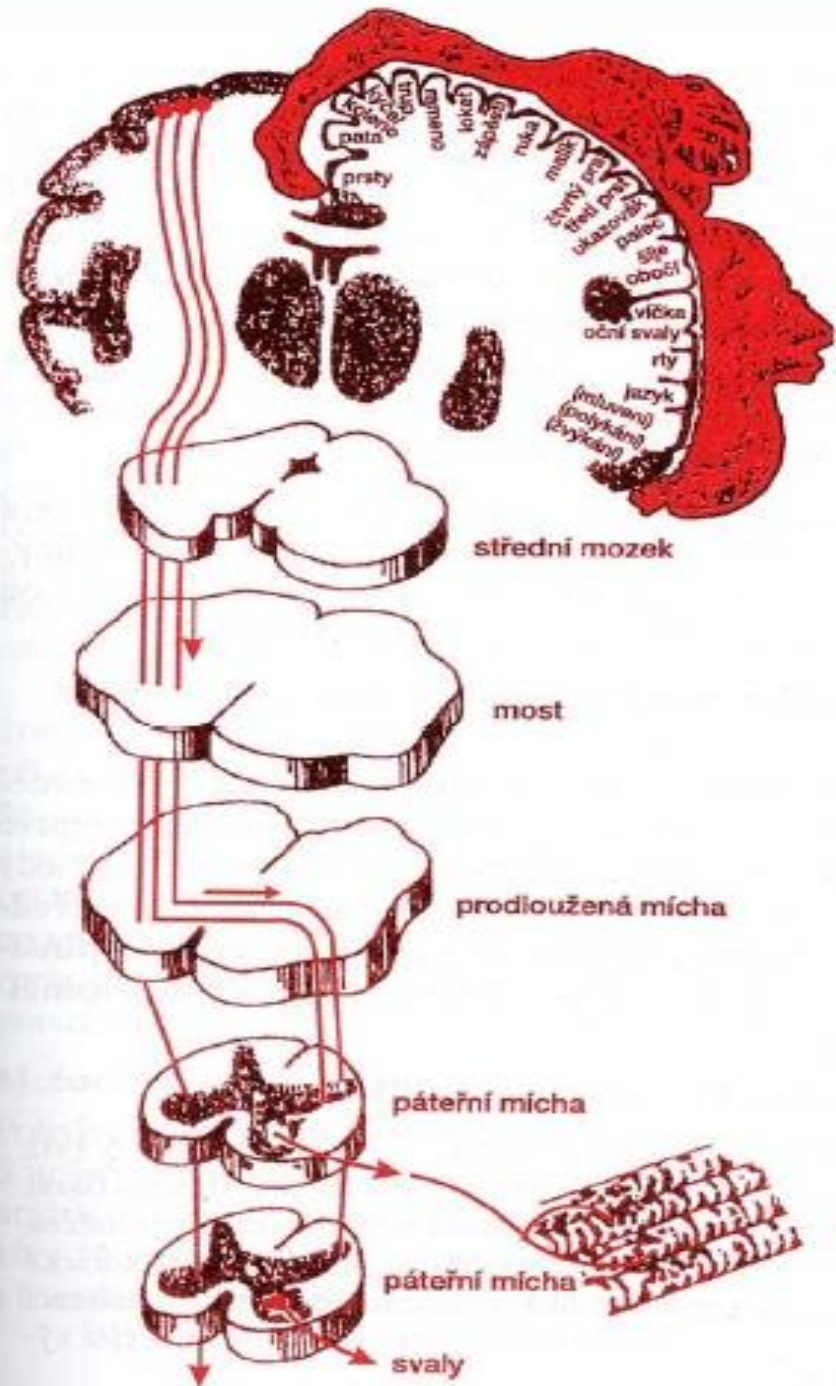
**Becovy buňky kortexu**

(ale i vestibulární aparát)



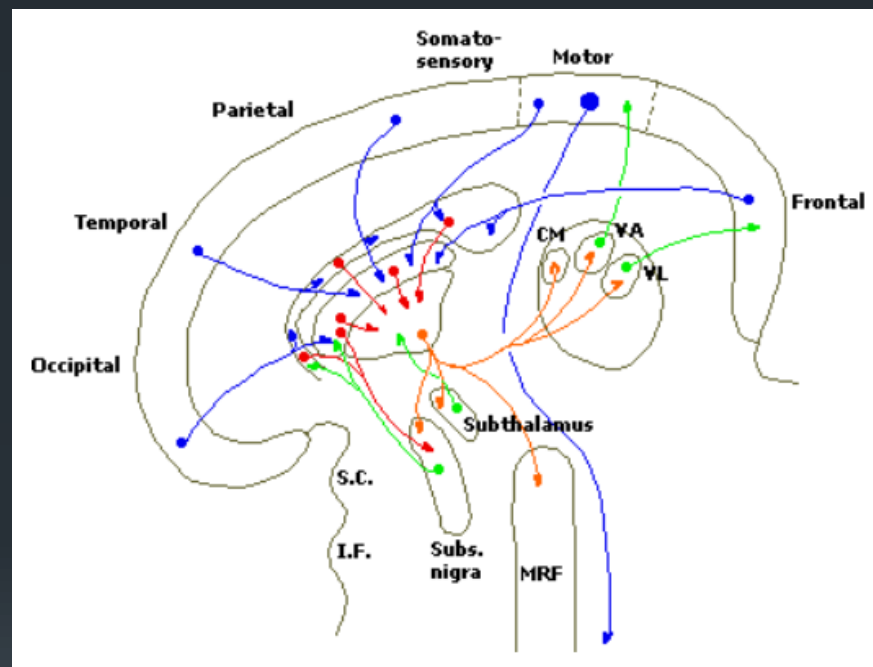
**alfa-motoneurony a interneurony předních rohů míšních**

spojení s motorickými jádry hlavových nervů  
řízení rychlých a přesných pohybů fázických



# EXTRAPYRAMIDOVÁ DRÁHA

„systém podpůrné hybnosti kořenové a axiální“



pohyby hrubé, pomalé a tonické, které mají vztah s udržení vzpřímeného postoje  
(EREISMATICKÁ HYBNOST)

Úmyslné pohyby jsou vždy řízeny současně systémem kortikospinálním a extrakortikospinálním.

# VOLNÍ A ÚČELOVÁ MOTORIKA

HRUBÁ MOTORIKA („GROSS MOTOR SKILLS“)

## Podpurná motorika kořenová a axiální

- **Posturální motorika** (systém „hold“)
  - Retikulární formace
  - Subkortikální řídicí centra
- **Lokomoční motorika** (systém „move“)
  - Kortikální motorická centra

## Obratná motorika akrální (ideokinetika)

- **Obratná motorika akrální**
  - Kortikální motorická centra
- **Sdělovací motorika** (gestikulace, řeč)
  - Kortikální motorická centra

## Respirační motorika

- Jemná motorika
- Hrubá motorika
- Komunikace

JEMNÁ MOTORIKA („FINE MOTOR SKILLS“)

# MOTORICKÁ ÚSTŘEDÍ CNS

- **Kortikální systém**

- Řízení diferencované činnosti
- Integrační a paměťová funkce – nezbytný předpoklad k vytvoření pohybových vzorů „movement patterns“

- **Subkortikální systém**

- Vývojově starší motorika a elementární zpracování podnětů
- Automatismy instinktivní nebo reflexní povahy

- (**Limbický systém** – fylogeneticky starší ústředí pro řízení motoriky)



# ONTOGENEZE

## Geneticky získaná rámcová schémata motoriky

+

Obohacení novými zkušenostmi  
získanými učením



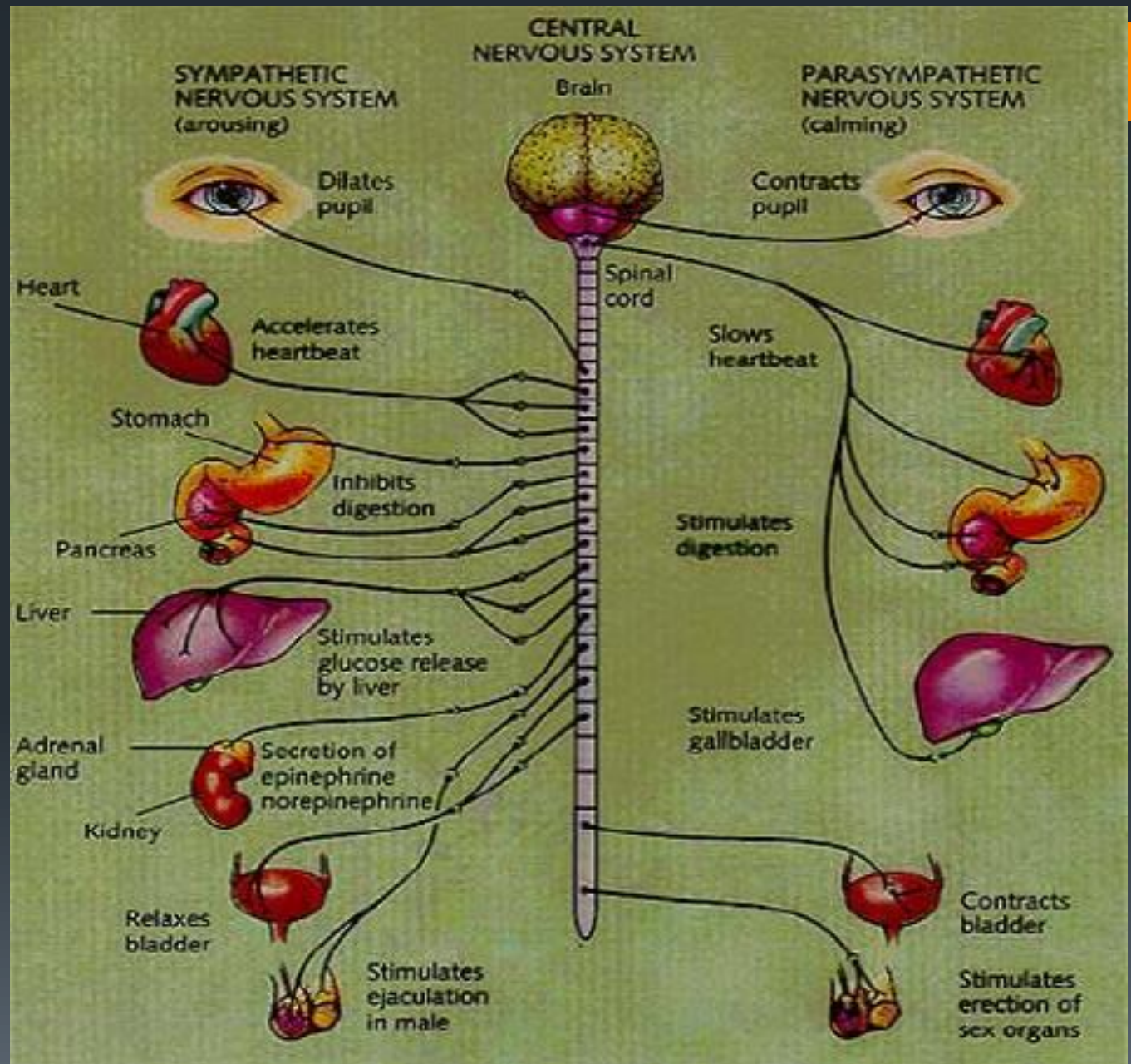
-

Senzorická deprivace  
Motorická deprivace

**Složité individuální pohybové vzory**  
**Inhibice primitivních reflexních pohybů**

Znovuobjevení primitivních reflexních pohybů při ztrátě kortikálních funkcí

ANS



# AUTONOMNÍ ÚSTŘEDÍ CNS

## ▪ **Spinální mícha**

- Centrum, řídící, koordinující, reflexní funkce

## ▪ **Mozkový kmen (retikulární formace)**

- Centra pro řízení KVS a respirace
- Centra pro reflexní řízení příjmu a zpracování potravy
- Sací a polykací reflex, slinění, refl. sekrece žaludeční a pankreatické šťávy, zvracení

## ▪ **Hypotalamus**

- Integrační centrum somatoautonomních funkcí: příjem potravy, termoregulace, pohlavní aktivita a sexuální chování, sekrece hormonů, chování („fight or flight reakce“)

## ▪ **Kortex**

- Integrace a tvorba podmíněných reflexů souvisejících s ANS, vegetativní doprovod emočních stavů a volní kontrola vyprazdňování

# NEUROFYZIOLOGIE

## FACILITACE / INHIBICE



**Spinální úroveň**



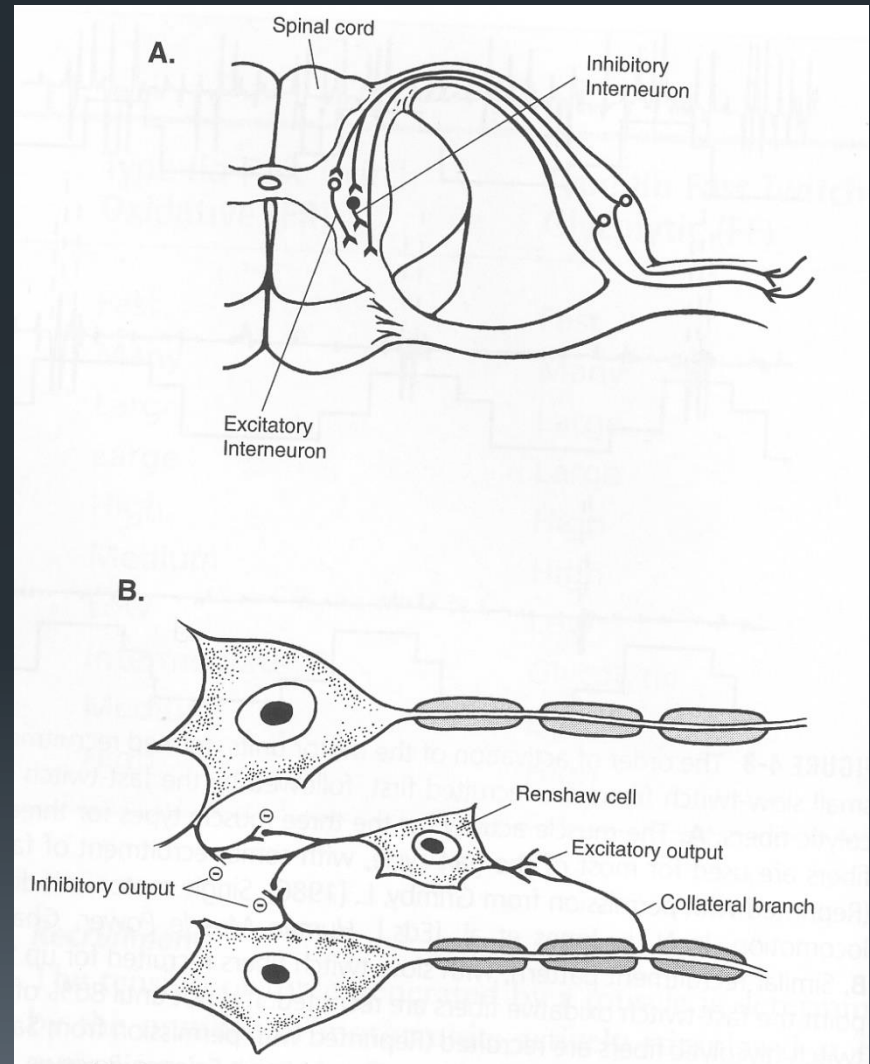
**Subkortikální úroveň**



**Kortikální úroveň**

# RECIPROČNÍ INERVACE (INHIBICE)

- Kontrakce agonisty inhibuje kontrakci antagonisty (reflexní aktivita - spinální úroveň)
- Nezbytná podmínka koordinovaného pohybu
- Využití pro relaxaci svalů.



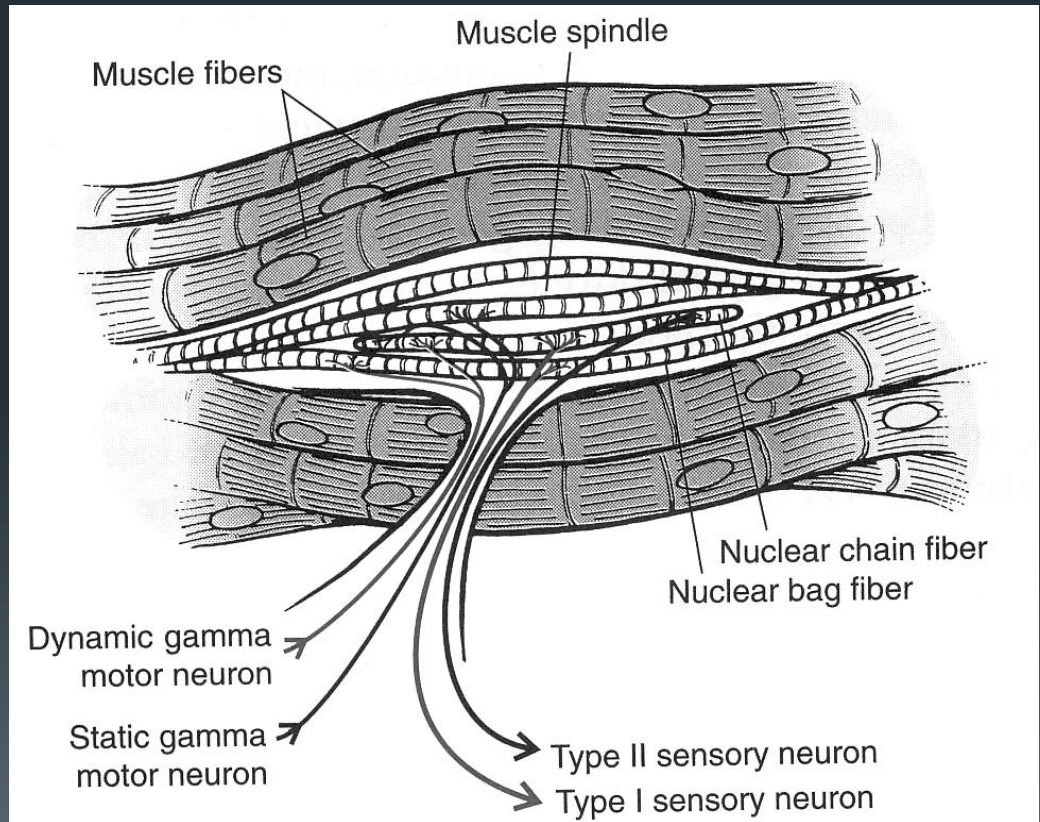
# NÁSLEDNÉ PODRÁŽDĚNÍ



- Efekt zvýšeného napětí svalu (podráždění) trvá i po skončení stimulu, který k němu vedl.
- Se zvyšováním intenzity a délky trvání stimulu roste i následné podráždění.
- Efekt následného podráždění může být vnímán jako pocit zvýšení síly, který se dostavuje po udržované kontrakci svalu.

# STRETCH REFLEX

- Kumulace kinetické energie v elastických strukturách svalu
- Stimulace sv. vřetének
- (plyometrická cvičení)



# Příklady:

Plyometrická cvičení:

- Hod míčem, ...
- Cyklické pohyby typu běhu, plavání, ...
- Skok do výšky / dálky s předskokem nebo bez

Manuální techniky - varianty:

- Stretch na začátku pohybu
- Stretch v průběhu pohybu



# VŠECHNY DRUHY SVALOVÝCH KONTRAKCÍ

- Izometrická
  - statické neměnicí se napětí
  - dynamicky se měnící napětí (klesá, roste, kombinace)
- Izotonická
  - koncentrická
  - excentrická
- Izokinetická
  - zachovaná stejná rychlost pohybu / kontrakce (mění se rezistence proti pohybu – např. izokinetické přístroje nebo manuální rezistence)
- Kombinace (většina přirozených pohybů)

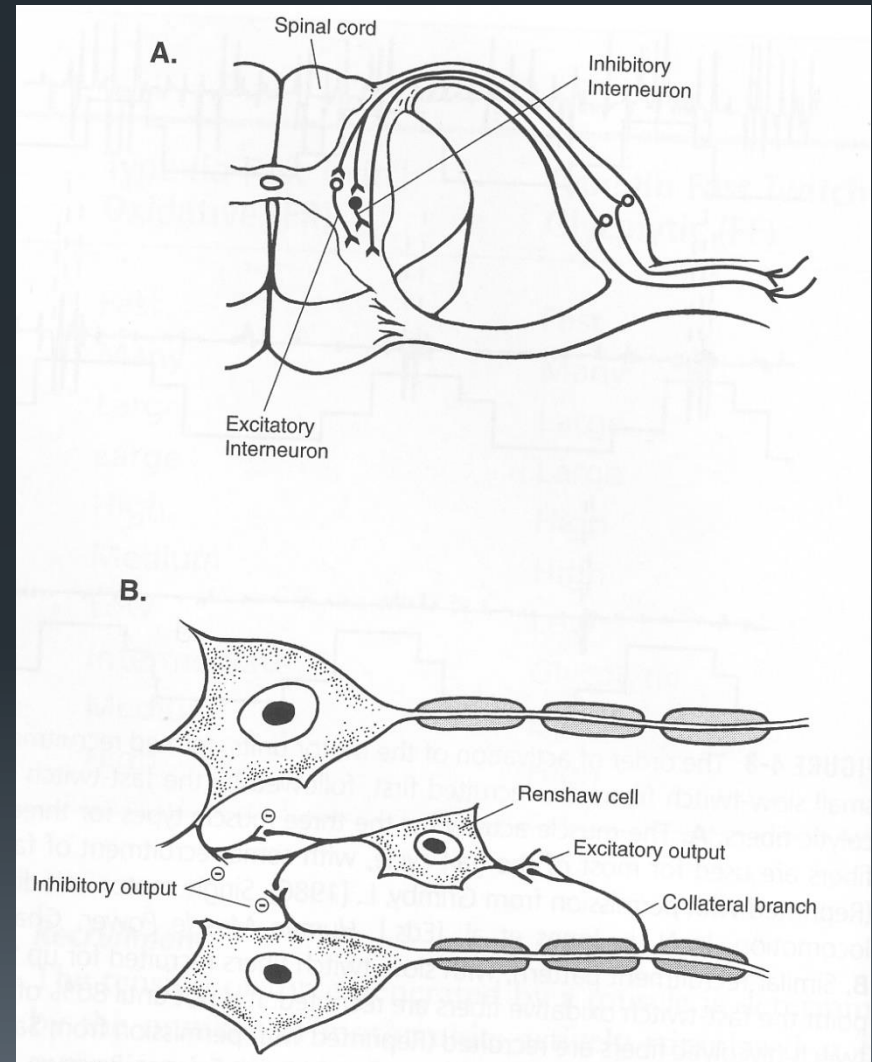
# SUKCESIVNÍ INDUKCE



- Aktivace agonisty následuje po aktivaci antagonisty (např. cyklické pohyby)
- Po podráždění antagonisty je agonistický sval výkonnější
- Excitabilita agonistických svalů se zvyšuje předcházející kontrakcí příslušných antagonistů.

# IRADIACE PODRÁŽDĚNÍ

- větší počet stimulů nebo větší intenzita podráždění agonisty iradiuje a působí:
  - Facilitačně na synergisty
  - Inhibičně na antagonisty (viz. reciproční inhibice)

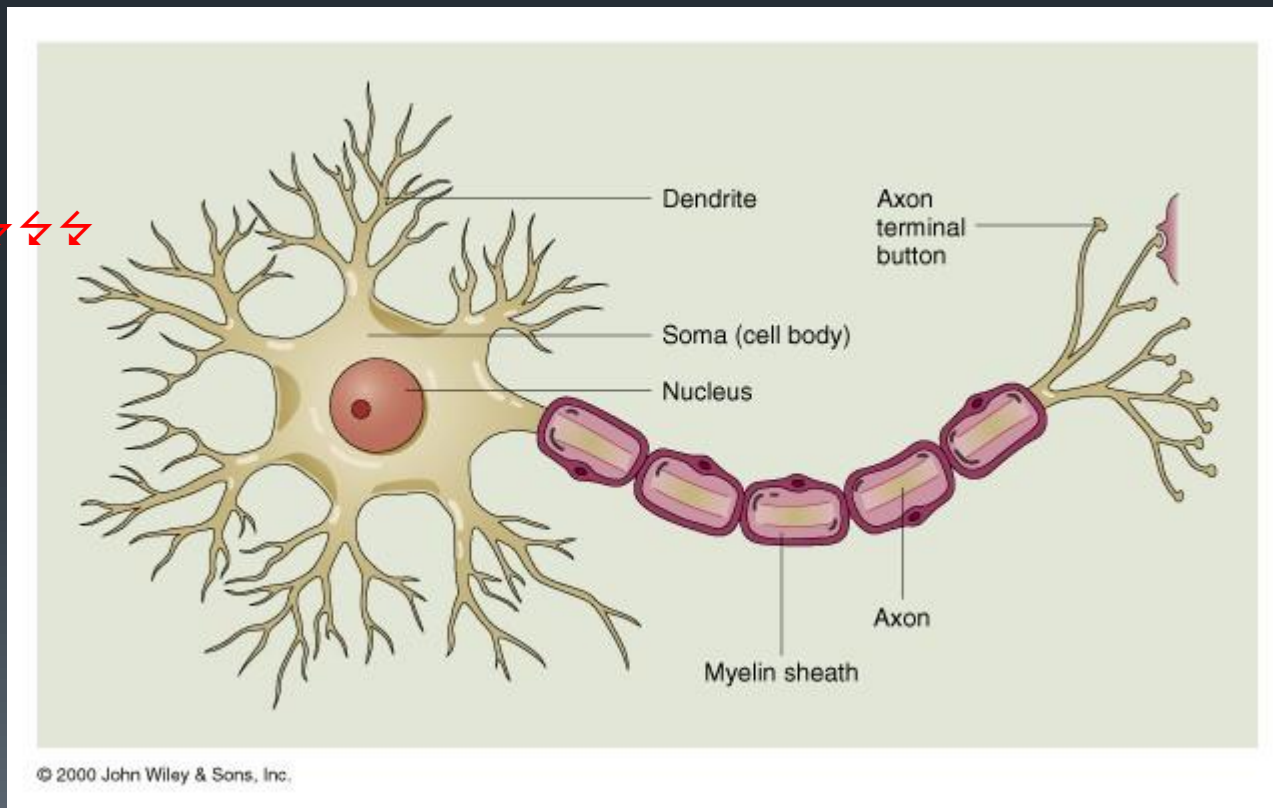


# POSTFACILITAČNÍ INHIBICE

- Po aktivaci svalu následuje snížení svalového napětí pod výchozí úroveň
- Využití v PIR, AGR, technice kontrakce-relaxace, výdrž-relaxace, ...)
- Při nevhodně zvolených parametrech (intenzita nebo délka kontrakce) provádíme naopak následné podráždění!!!

# ČASOVÁ SUMACE

- Opakované slabé (submaximální) podráždění stejného nervového zakončení vede k posílení odpovědi na podráždění (při nevhodné aplikaci naopak k habituaci)



# Příklady:

Sumace:

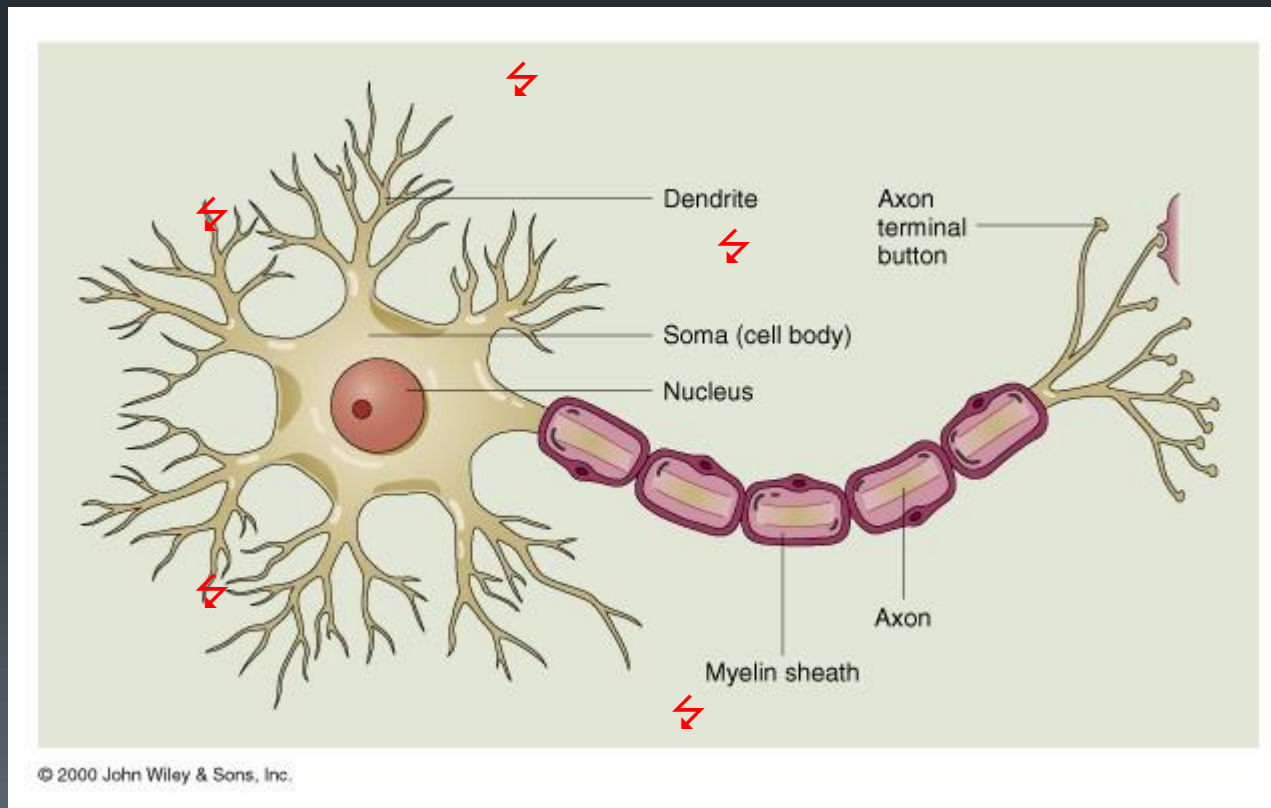
- Počet opakování v sérii
- Počet sérií

**X**

- Variabilita cvičení

# PROSTOROVÁ SUMACE

- Simultánní mírné podráždění z více aferentních vstupů vedoucích ke stejné motorické odpovědi zvyšuje intenzitu této odpovědi



Sumace:

- Pohled očí
- Pohyb jazyka
- Respirace
- Kožní dráždění
- Směr manuální rezistence
- ...

# APROXIMACE

- Efekt dráždění proprioceptorů kloubního pouzdra vede k:
  - Facilitaci vzpřimovací reakce (opěrného systému antigravitačních svalů)
  - Optimalizace biomechanických faktorů snižující náročnost provedení pohybu na kloubní úrovni
  - Navození stabilizace



# TRAKCE



- Efekt dráždění proprioceptorů kloubního pouzdra vede k:
  - facilitaci pohybu, spec. kontrakce antigravitačních svalů
  - pomáhá elongaci sv. tkáně (využití stretch reflexu)

# VOLNÍ VLIVY

- Motivace

- vnitřní
- vnější
  
- Pud
- Zájem
- Aspirace (ambice)
- Cíl
- Ideál
- Zvyk

# LIMBICKÝ SYSTÉM

## (tzv. emoční mozek)

- Původně nejstarší systém pro řízení motoriky
- Biologická složka – diagnostika a terapie?
- Psychická složka – diagnostika a terapie?
- Sociální složka – diagnostika a terapie?
- Spirituální složka – diagnostika a terapie?
- Dualismus (René Descartes 1596-1650)

# AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM



- Sympatovagální balance má přímý vztah k dráždivosti NS
- Diagnostika a terapie aktivity sympatiku, parasympatiku a sympatovagální balance
  - Srdeční činnost, dýchání, močení, stolice, polykání, trávení, sex. funkce atd.
- Vertebroviscerální vztahy (segmentární uspořádání)
  - Diagnostika a terapie struktury a funkce orgánů

# MANUÁLNÍ KONTAKT

- Diagnostická role
- Terapeutická role
  - manuální kontakt terapeuta stimuluje receptory kůže, tlaku atd. a působí facilitačně
  - kontakt dává pacientovi informaci o směru pohybu, tlak vždy v opozici ke směru pohybu
  - tlak na sval pomáhá schopnosti svalů kontrahovat se



# ODPOR PROTI POHYBU

- Intenzita

- Minimální (aktivace TrP, postur. části sv.)
- Střední (aktivace sv. vláken typu SO, FOG)
- Maximální (aktivace SO, FOG, FG vláken + iradiace)

- Směr

- Pacient vnímá směr rezistence a působí ve směru proti ní

# ZRAKOVÁ FACILITACE



- pohled očí – směr
- (pohyb jazyka)

# RESPIRAČNÍ FACILITACE / INHIBICE

- Aktivace inspiračních svalů
- Aktivace expiračních svalů
- Vyšší tonus v inspiriu
- Ovlivnění ANS



# VERBÁLNÍ STIMULACE



- Facilitace v průběhu pohybu a evaluace kvality (motivace)

# PŘEDSTAVA

- Aktivní imaginace
  - Vyvolání předchozí pohybové zkušenosti (např. rytmická iniciace)



# VYUŽITÍ GLOBÁLNÍCH POHYBOVÝCH VZORŮ

- Otáčení
- Lezení
- Vzpřimování do stoje
- Chůze
- ...



# REFLEXNÍ FACILITACE / INHIBICE

- Šíjové reflexy



- Reflexní terapie dle Vojty



