



# Regenerace a rehabilitace ve sportu

NEURON

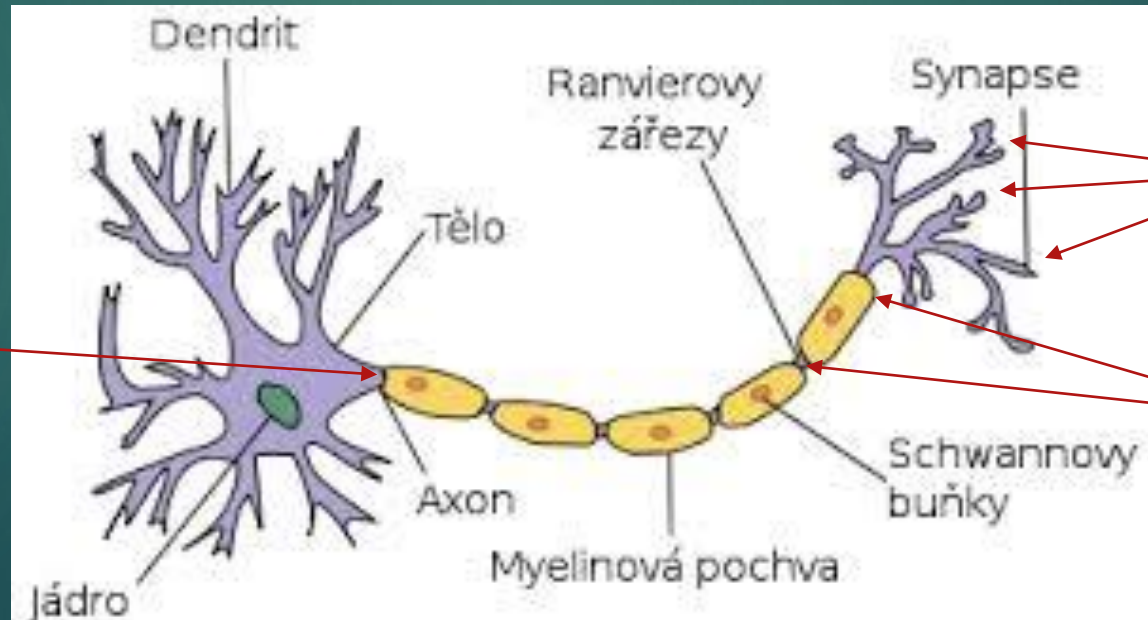
MOTORICKÉ DRÁHY A OKRUHY

POHYBOVÝ PROGRAM

MUDr. K. Kapounková, Ph.D.

# Stavba a funkce neuronu

- ▶ NS – základní stavební jednotka – **neuron**
- ▶ Vysoce specializované bb., celkový počet v řádu trilionů (  $10^{12}$  )
- ▶ Základní funkce : příjem, vedení, přenos a zpracování informací
- ▶ Vysoká látková přeměna – metabolismus ( zdroj glukóza, přísun kyslíku)
- ▶ Neuron obsahuje všechny typické organely



telodendrie

internodium

Iniciální segment axonu

# Rychlost vedení nervovými vlákny

## ▶ Vlákna typu A

myelinizovaná, nejrychlejší

A $\alpha$  – rychlost vedení 70 – 120 m/s : hluboké čítí a motorika

A $\beta$  – rychlost 30 – 70 m/s: informace senzitivní o dotyku a tlaku

A $\gamma$  – rychlost 15 – 30 m/s:  $\gamma$  motoneurony ( svalová vřeténka)

A $\delta$  – rychlost 12 – 30 m/s: senzitivní informace o chladu, dotyku a bolesti

## ▶ Vlákna typu B

myelinizovaná, výběžky pregangliových autonomních neuronů, 3 – 15 m/s

## ▶ Vlákna typu C

nemyelinizovaná, rychlost nepřesahuje 2m/s, postgangliová autonomní vlákna a senzitivní vlákna ( bolest a termické čítí)

Wallerova degenerace x Wallerova regenerace

# Dělení neuronů z funkčního hlediska

## ▶ Aferentní ( dostředivé) neurony

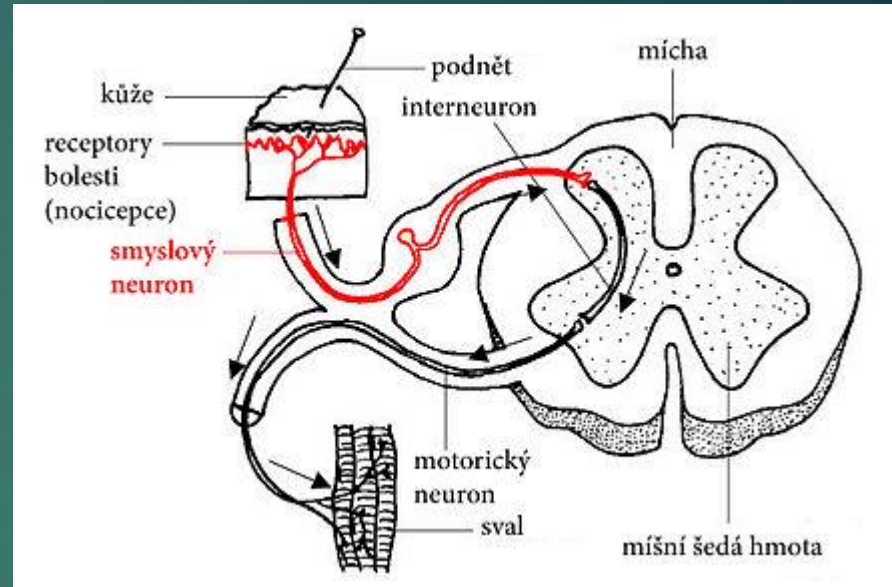
Senzitivní a viscerosenzitivní neurony

## ▶ Eferentní ( odstředivé) neurony

Motorické a visceromotorické neurony, sekreční neurony

## ▶ Interneurony

Propojovací, integrační, asociační a regulační funkce. V mozku, míše nervových uzlinách



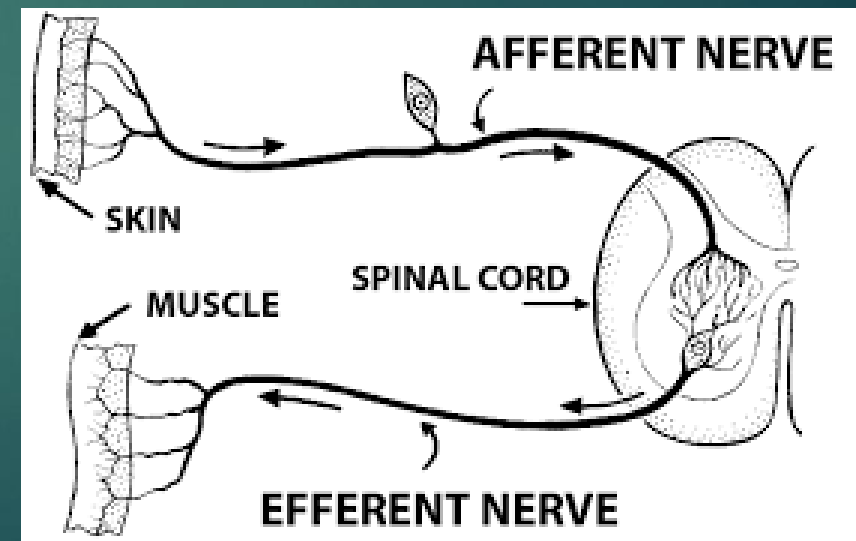
# Motorické neurony

- ▶ Zajišťují pohyb ( motoriku – hybnost), informace prostřednictvím motorických drah k příčně pruhovaným svalům
- ▶ Jsou eferentní

**Korové motoneurony:** v mozkové kůře čelního laloku, povely k volní činnosti

**Alfa-motoneurony :** přední rohy míšní, prostřednictvím nervosvalových plotének spojeny s extrafuzálními vlákny kosterních svalů, řízení pohybu svalů

**Gamma-motoneurony:** inervace intrafuzálních svalových vřetének, řídí délku a napětí těchto proprioreceptorů, optimalizují činnost svalů

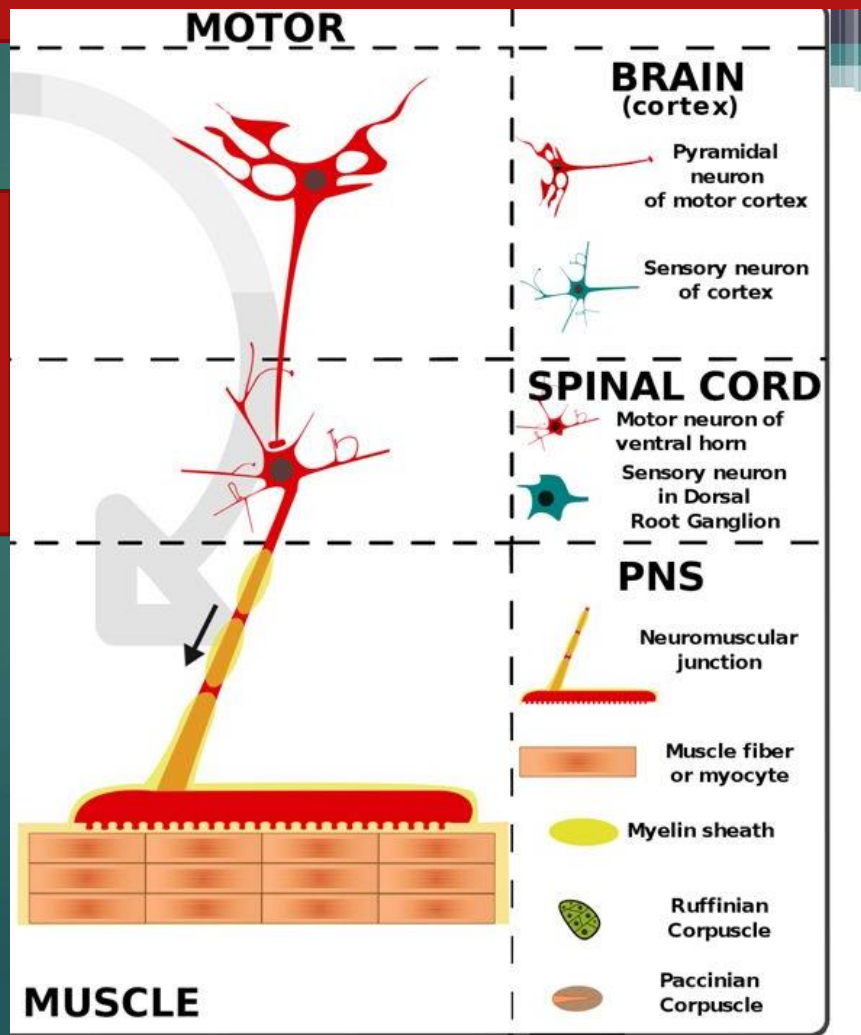


# Motorické neurony

**Motorická jednotka** = motoneuron + všechna příčně pruhovaná svalovina kterou inervuje

## Malá motorická jednotka

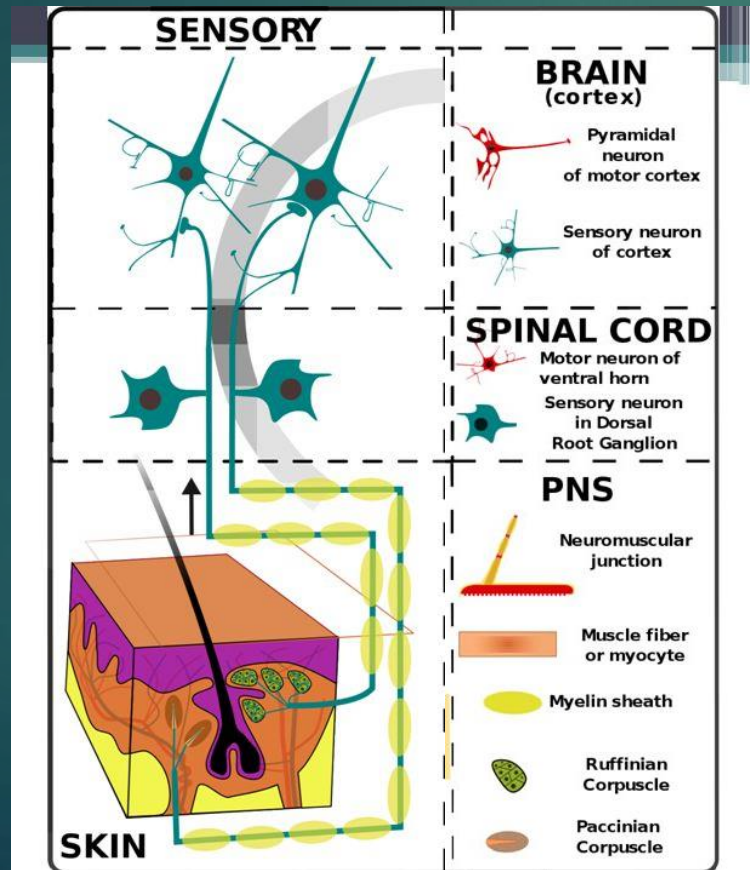
U svalů zajišťujících jemné pohyby (okohybné svaly, svaly hlasivek)  
3-8 vláken



**velká motorická jednotka**  
Svaly vykonávající hrubé pohyby (svaly zad, stehna)  
1500-2000 vláken

# Senzitivní neurony

- ▶ Informace z periferie ( receptory v kůži), smyslových orgánů, ...
- ▶ Aferentní neurony
- ▶ Informace zrakové, sluchové, čichové a chuťové – **senzorické neurony**
- ▶ Těla neuronů uložena mimo CNS – v senzitivních nervových uzlinách – **gangliích**



# Senzitivní neurony

- ▶ Specializované bb ve smyslových orgánech – **receptorové bb** – schopné zachytit různé formy podnětů ( teplo, chlad, světlo, tlak, vibrace ( a převést do elektrické řeči neuronů = **transdukce**, pak tato informace je dále vedena = **transmise** a třetí děj který se děje je **modulace** = soubor dějů, kdy dojde ke změně funkce receptorových buněk ( zvyšuje se nebo snižuje citlivost smyslů)



- ▶ **Nociceptory** = senzitivní neurony schopné rozpoznat reálně nebo potencionálně poškozující podnět ( drážděny mechanicky, chemicky i tepelně), info do CNS = počítetek **bolest**. Mozkové analgetické systémy



# Vegetativní neurony

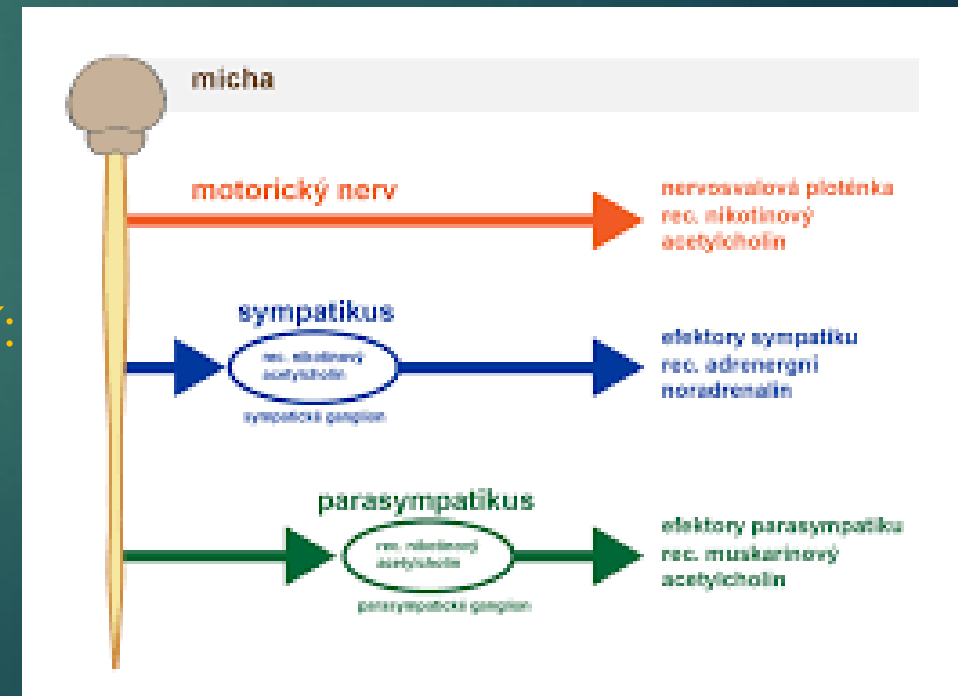
- ▶ Vůlí neřídíme
- ▶ Mohou být **eferentní** (odstředivé):
  - 1, **sekreční vegetativní neurony** (řídí produkci žláz – sliny, pankreatické šťávy,..)
  - 2, **visceromotorické** vegetativní neurony (ovládají činnost hladké a srdeční svaloviny)

i **aferentní** (dostředivé):

1, **viscerosenzitivní neurony**

- ▶ Z morfologického a funkčního hlediska existuje jiné dělení:

- 1, neurony sympatiku
- 2, neurony parasymptatiku
- 3, neurony enterického nervového systému



# Zrcadlové neurony

- ▶ Teprve nedávno objevený typ neuronů
- ▶ V mozkové kůře
- ▶ Aktivace pozorováním jiného člověka
- ▶ Různé typy – selektivně pouze při přípravě, v průběhu činnosti nebo výhradně na konci, existují ale i ty které se aktivují po celou dobu činnosti
- ▶ Vytváří celé systémy
- ▶ Do činnosti zasahují i paměťové stopy
- ▶ Význam pro učení a trénink ( sport, hudební nástroj)
- ▶ Při pasivním pozorování činnosti jiného je náš mozek mnohem aktivnější než se předpokládalo
- ▶ Činnost probíhá automaticky, bez našeho vědomí

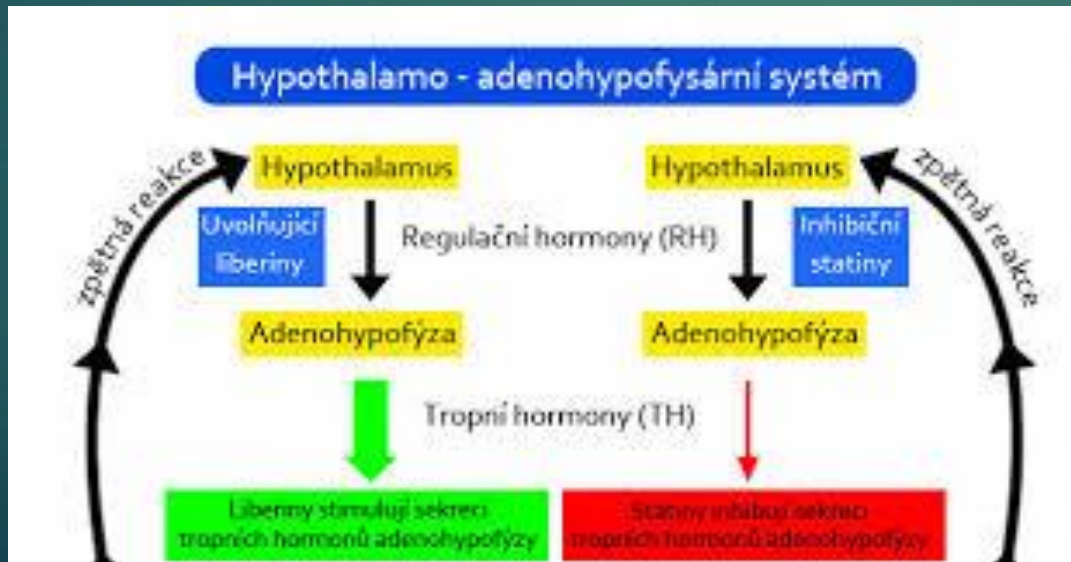
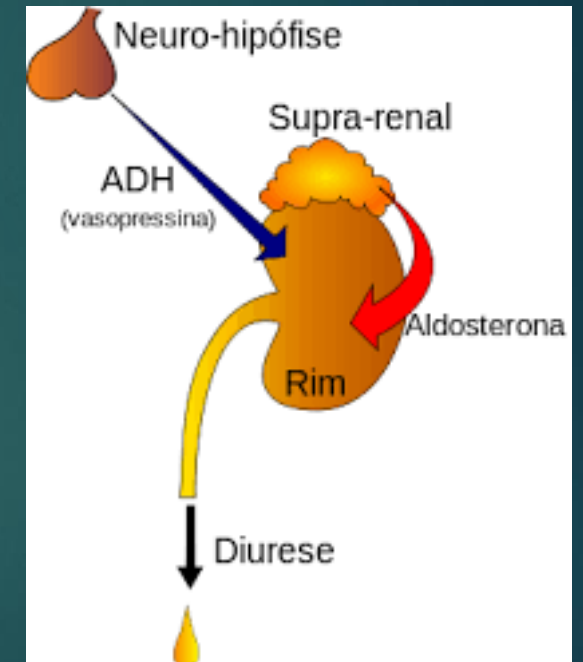


# Neurokrinie

Neurony produkují řadu chemických látek

- mediátory uvolňované do synaptických štěrbin
- látky, které jdou přímo do krve- hormonální povahy = **NEUROKRINIE**

ADH  
Oxytoxin  
Regulační hormony hypotalamu : liberiny a statiny



# Neuronální síť

- ▶ Neuron zapojení řádově až v tisících synapsích
- ▶ Přenos informací – synaptická transmise = **neurotransmise**
- ▶ **Neurotransmise** = aktivní, časově omezený, jednosměrný, nevratný proces
- ▶ Synapse:
  - a, elektrické – těsné spojení dvou buněk, přenos akčního potenciálu prostřednictvím konexonů = membránové struktury (srdce)
  - b, chemické – prostřednictvím molekul chemických látek – neuromediátorů (NS)



# Dělení synapsí

## ▶ Interneuronové

- mezi dvěma neurony
- axo- dendritická, axo-somatická, axo-axonální spojení

presynaptický



postsynaptický

## ▶ Neuroreceptorové

- Ve smyslových orgánech

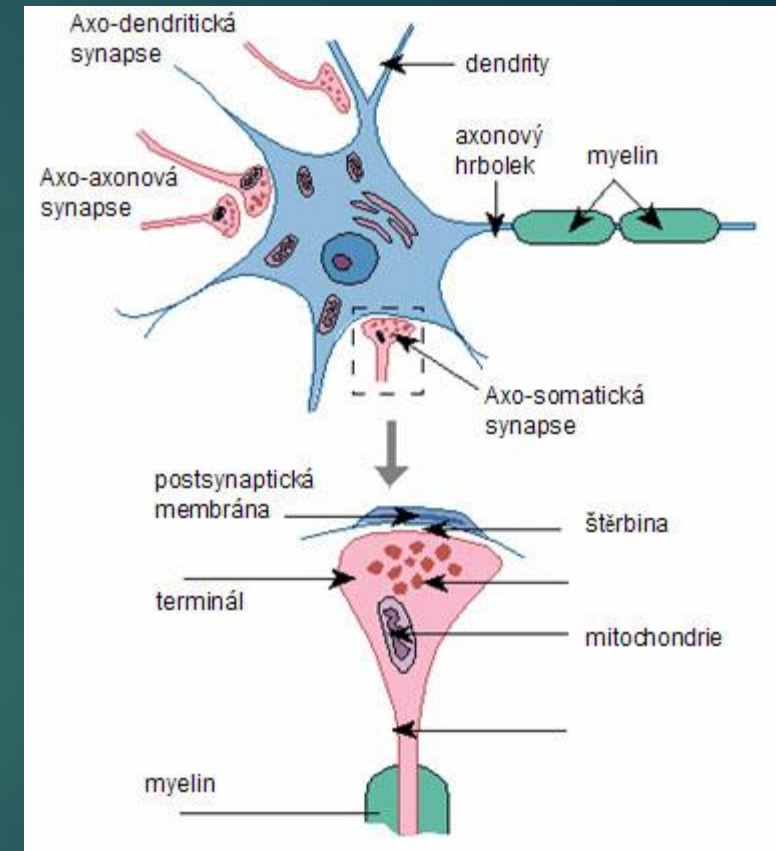
Senzorická b.



Senzitivní neuron

## ▶ Neuroefektorové

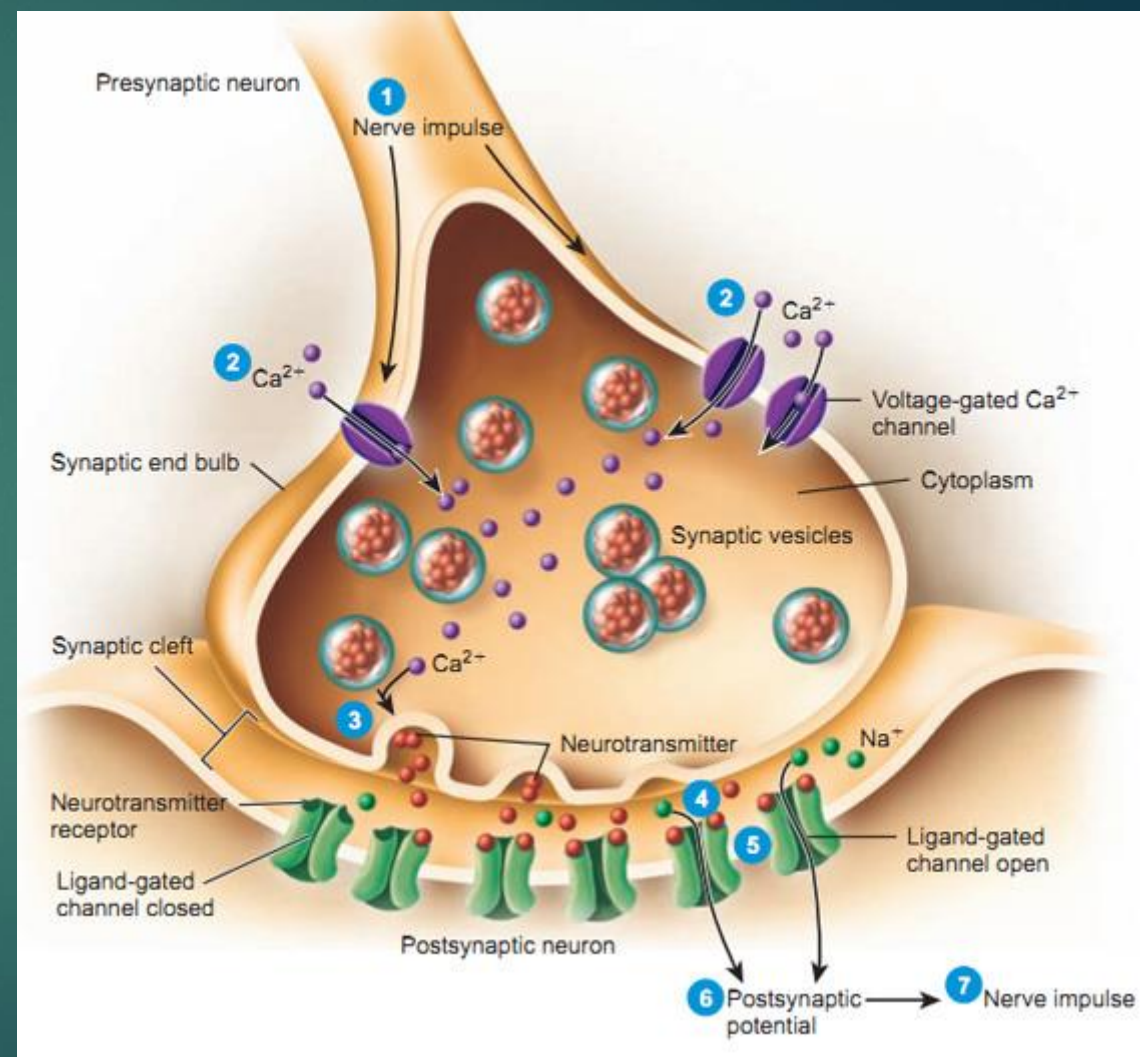
- Axon a efektorová buňka



# Neuromediátory

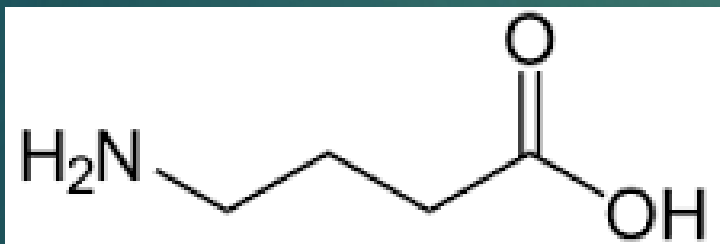
- ▶ Akční potenciál
- ▶ Vezikuly s mediátorem do synaptické štěrbin
- ▶ Reakce s membránovými receptory na postsynaptické membráně
- ▶ Popsáno několik desítek mediátorů
- ▶ Existují transmittery, které mohou reagovat s více receptory - vyvolají různé účinky
- ▶ Nervová buňka tvoří obvykle jen jeden mediátor
- ▶ Chemické složení : organická i anorganická látka

Účinek: *inhibiční nebo excitační*

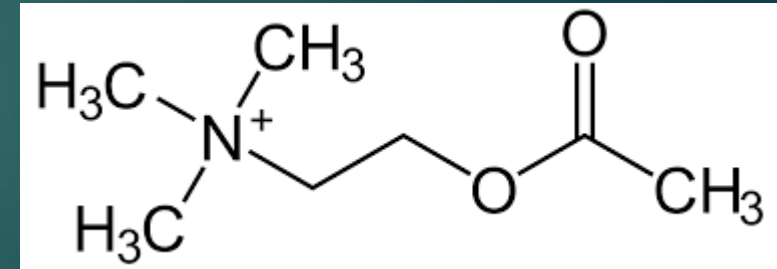
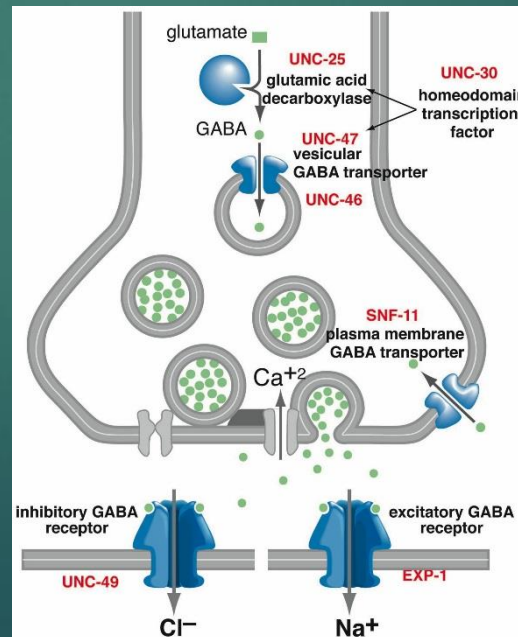


# Dělení podle chemického složení

- ▶ **Biogenní aminy:** dopamin, NA, A, histamin, serotonin, tryptamin, taurin
- ▶ **Aminokyseliny:** GABA, kyselina asparágová, kyselina glutamová, glycin
- ▶ **Neuropeptidy:** některé zastávají i roli hormonů ( v krvi jako hormony, na synapsích jako mediátory), endorfiny, enkefaliny, dynorfiny, statiny, liberiny, oxytocin, vasopresin ( ADH), neurotensin, sekretin, motilin
- ▶ **Mediátory s jinou chemickou strukturou:** acetylcholin, adenosin, oxid dusnatý, prostaglandiny



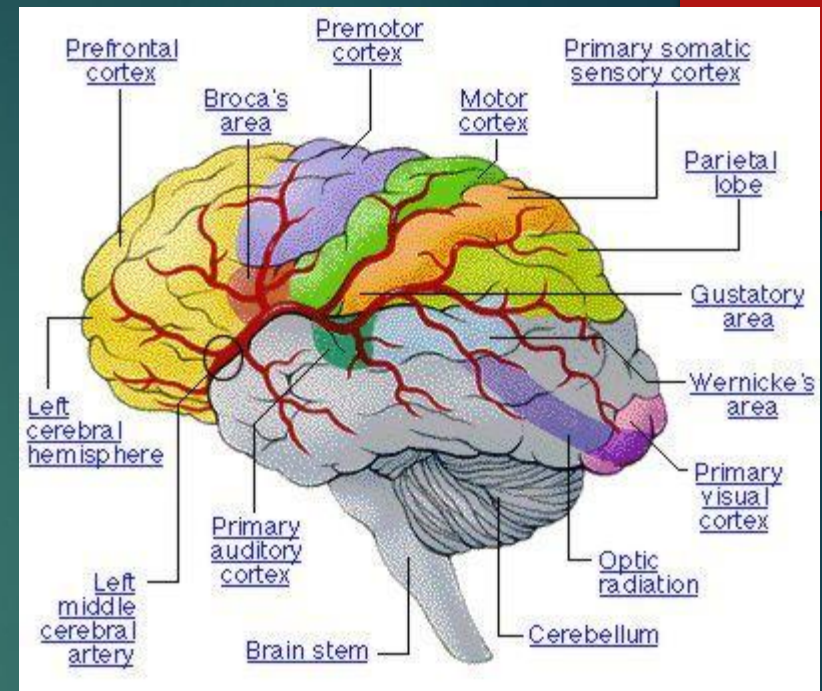
GABA



acetylcholin

- ▶ Lidské tělo = jeden stavební a funkční celek
- ▶ Rozdělováno na 2 části :
  - somatickou ( tělesnou)
  - viscerální ( orgánovou)

- ▶ **Soma** : kůže, podkoží a pohybový aparát ( kosti, klouby a svaly)
- ▶ **Viscera** : orgány chráněné somatickou schránkou ( patří k nim také cévy)



Řídící systém – také rozdělen na dva : somatický a autonomní NS



# Somatický a autonomní NS



Oba mají:

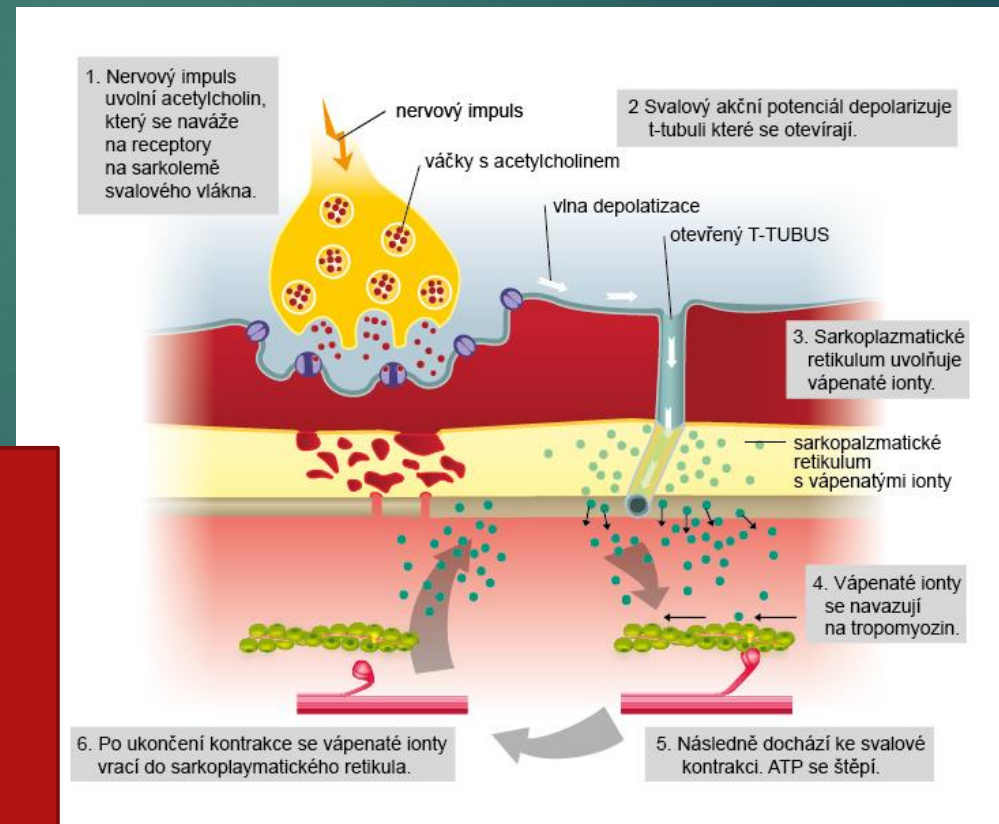
- ▶ Složku hybnou – motorickou – řídí útrobní a kosterní svalovinu ( efektory)
- ▶ Složku cítící – senzitivní ( začínající receptory)

CNS řídí pomocí nervových vláken pouze svalovinu !!!!!

# Somatický NS - hybný

- ▶ Somatická motorická vlákna opouští CNS :
  - hlavové nervy ( z mozku- cerebrum, prodloužené míchy – medulla oblongata)
  - míšní nervy ( v průběhu celé páteře)

Nervosvalová ploténka ( povrch svalových vláken)- kontrakce svalů



# Somatický NS - senzitivní

- ▶ vlákna – začínají v receptorech- informace do CNS

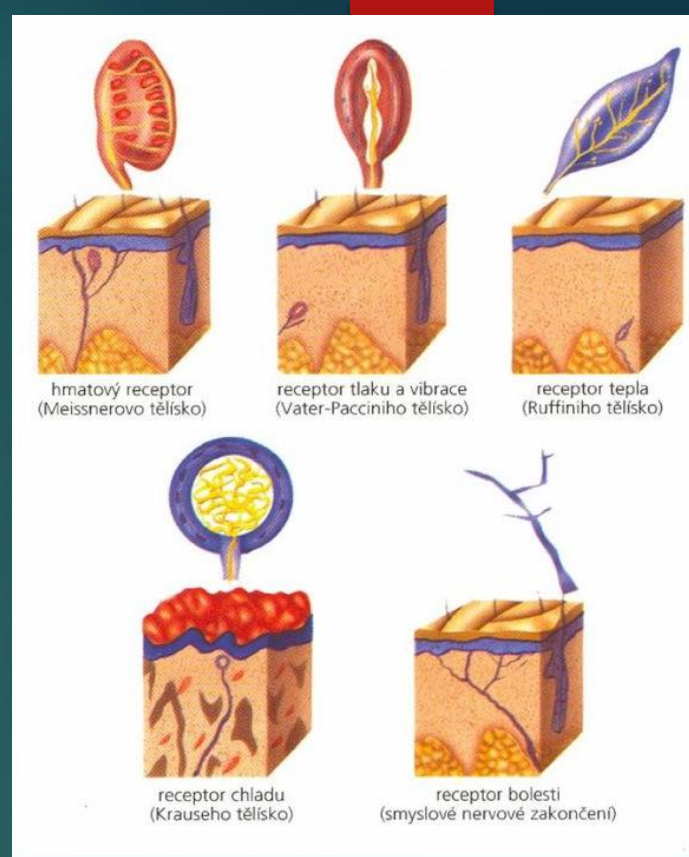
RECEPTORY – zdrojem informace

Nejvýznamnější čidla jsou v kůži, ve svalech a kloubech

- ▶ **Svaly** : svalové vřeténko a šlachové ( Golgiho) tělísko  
**sv. vřeténko** – více druhů , registrují délku svalových vláken  
**Golgiho tělísko** – registruje sílu na přechodu mezi svalovým bříškem a šlachou a reflexy odtud brání mechanickému poškození svalů
- ▶ **Klouby** : rozloženy nerovnoměrně ( 4 druhy)- 2 registrují polohu kloubu, 2 registrují pohyb

Informace z těchto receptorů dávají: vnímání polohy, pohybu, svalové síly

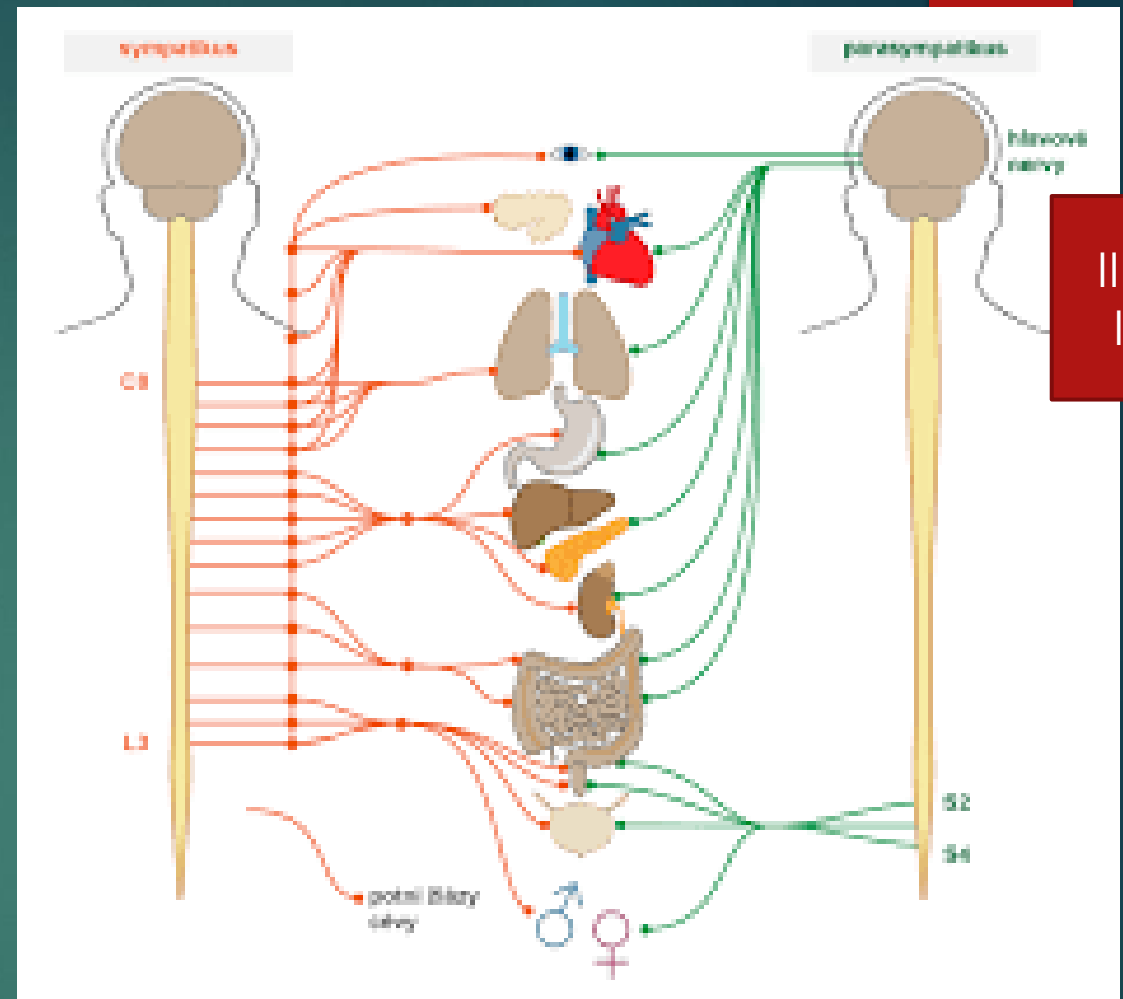
**Polohocit, pohybocit a silocit**



# Viscerální NS

- ▶ Rozdělen na část sympatickou a parasympatickou
- ▶ Ustředí:

**sympatikus** : v míše ( Th 1 – 12, L1 –  
**parasympatikus** : 2 ( mozkový kmen, křížová  
oblast míchy S2-4)



III., VII.,  
IX., X.

Pro praxi je důležité :

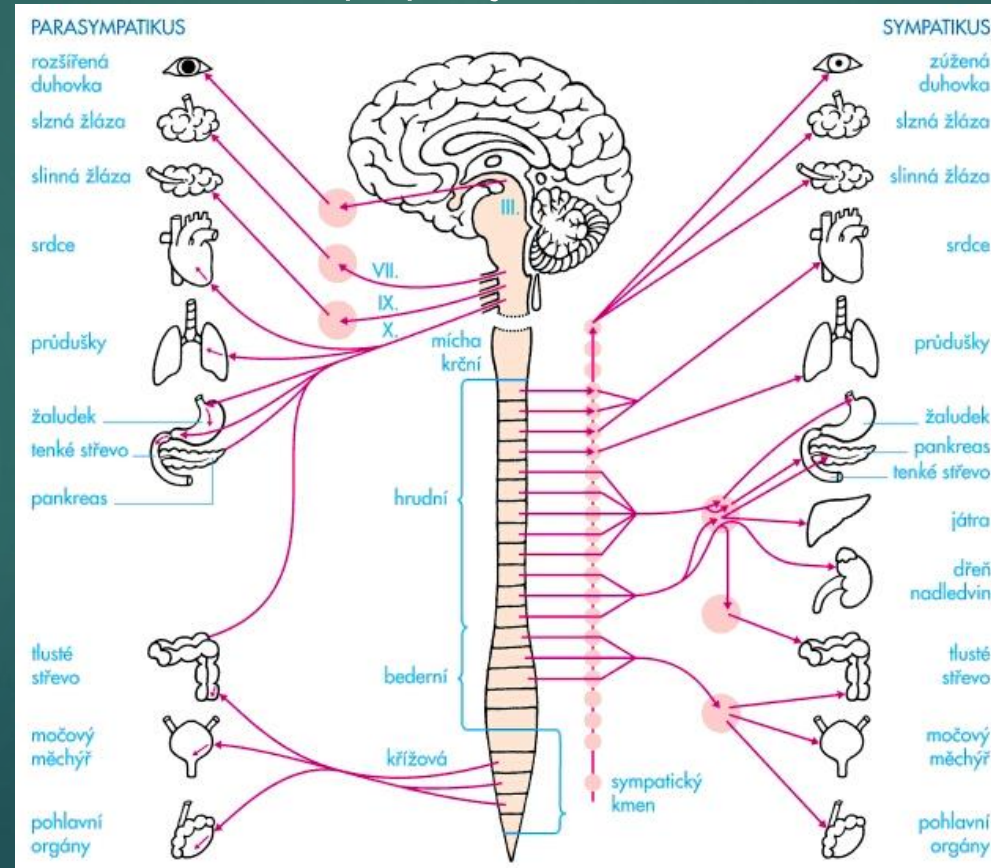
do končetin vstupuje jen **sympatická inervace** – šíří se po povrchu tepen, ovlivňuje prokrvení.

HKK – hrudní mícha ( Th 2-7)

DKK- přechod hrudní a bederní míchy (Th10-L2)

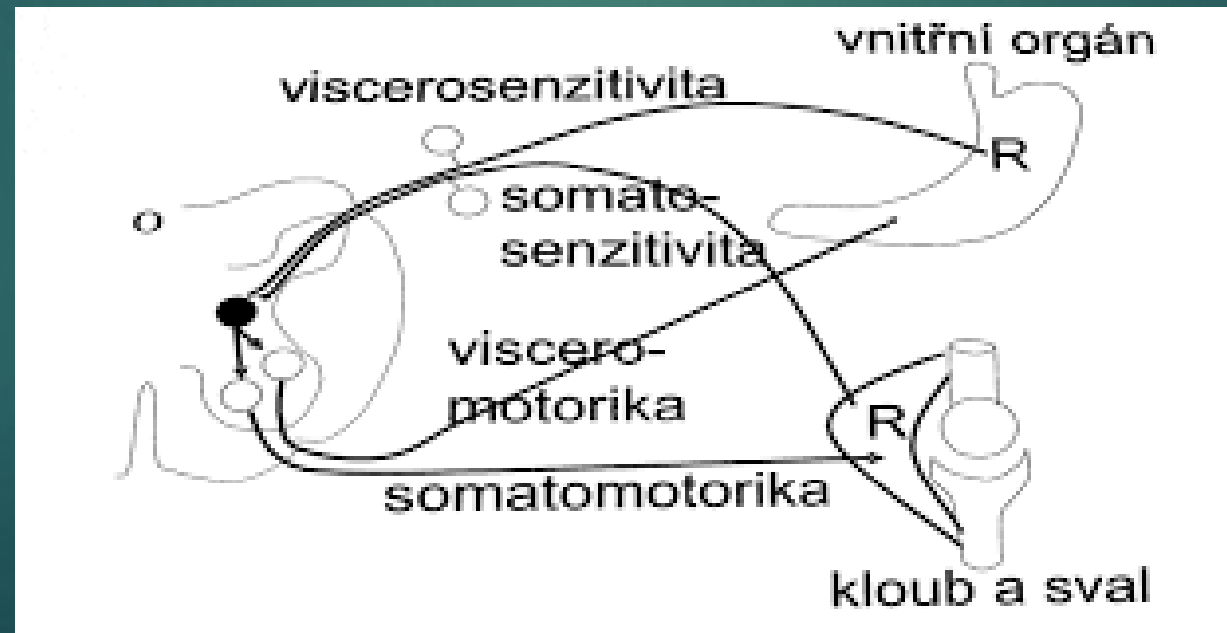
# Viscerální NS

- ▶ **motorická vlákna** : šíří se do těla jinudy než somatická motorická vlákna, **v cestě mají navíc uzliny** ( ganglia
- ▶ **senzitivní vlákna** začínají receptory ( uloženy v orgánech, včetně cév), sledují tělesné funkce ( SF, TK,..) a různé hodnoty týkající se metabolismu ( koncentrace  $\text{CO}_2, \text{O}_2$ )



# Nervové propojení somatické a viscerální oblasti

- ▶ Propojené prostřednictvím nervových vláken uvnitř CNS, rozhodující pro toto propojení jsou **interneurony** – končí zde oboje senzitivní vlákna
- ▶ **Sítě interneuronů** zpracovávají informace a přepojují na motoriku (somatickou i viscerální)
- ▶ V rehabilitaci se hovoří o **viscero-vertebrálních** a **vertebro-viscerálních vztazích**



viscero-  
vertebrální vztah

vertebro-  
viscerální vztah

# Řízení pohybu

Dvě složky: 1, **vydávání pokynů** ( motorická vlákna končící u efektoru)

2, **zpětná vazba** ( příjem informací v jakém stavu jsou orgány jak jsou splněné příkazy)

Na řízení se podílí : **CNS** ( korová a podkorová centra, mozeček)

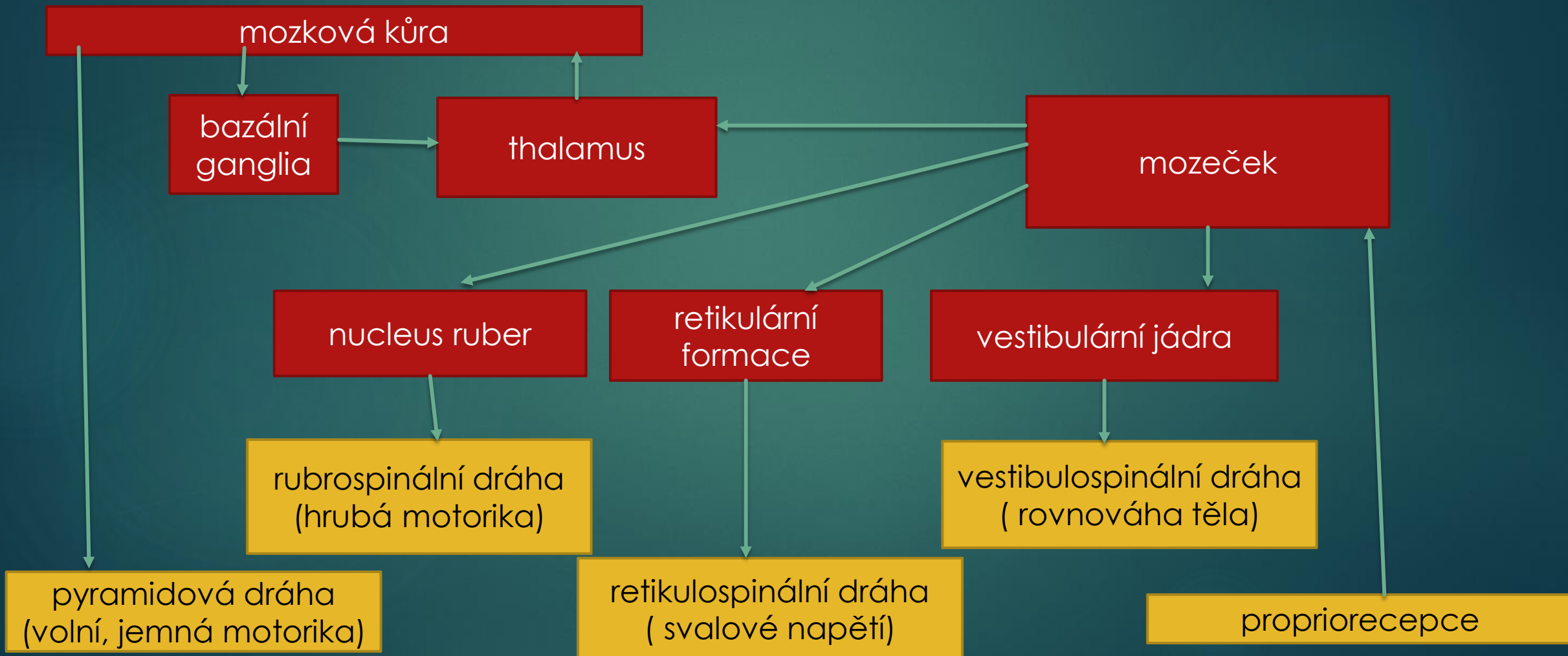
**motorické a senzitivní dráhy**



# Motorické okruhy

Motorické okruhy : kůra mozková, bazální ganglia a thalamus

kůra mozková – 3 motorické oblasti





# Motorické dráhy

= cesta nervového impulsu z mozku až po kosterní sval

Skládá se:

- ▶ Centrální motoneuron
- ▶ Periferní motoneuron

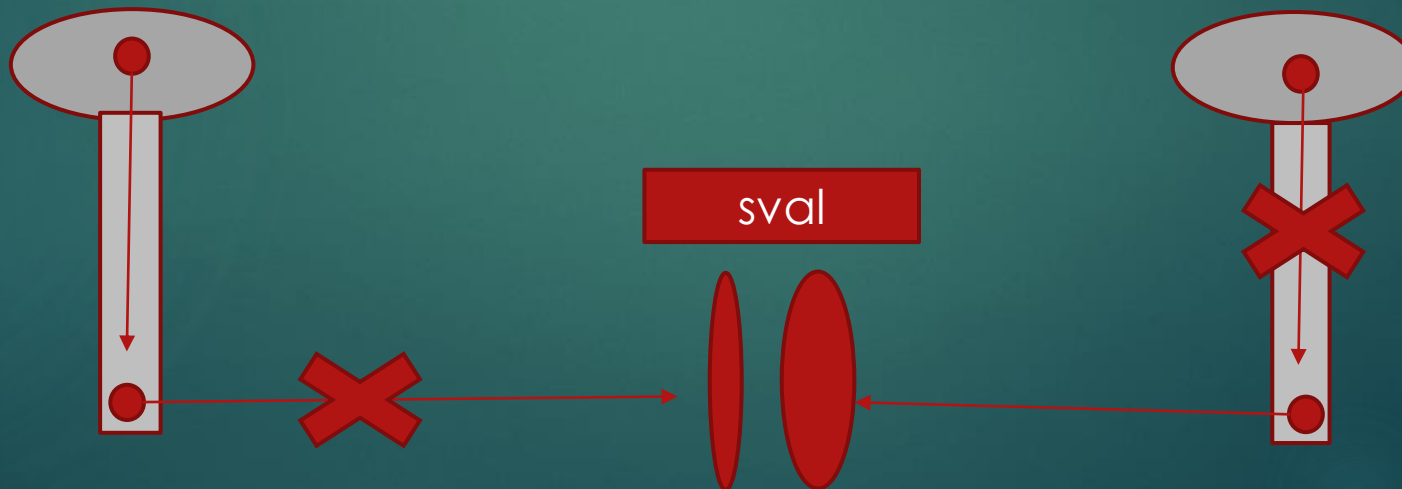
Vzájemný vztah obou motoneuronů

Periferní chabá paréza

Centrální spastická paréza

Centrální motoneuron

Periferní motoneuron



# Pohybový program

Plán popisující postupný časový sled kontrakcí jednotlivých kosterních svalů během celého pohybu = **timing** ( vnějším projevem je pohybový stereotyp)

- ▶ Je uložený v mozku v **bazálních gangliích**
- ▶ Bazální ganglia jsou součástí motorických okruhů

Pohyb lze naučit

- ▶ Trvalým opakováním pohybu se vytvoří paměťová stopa v **neuronových sítích**
- ▶ Jednou fixovaný stereotyp ( paměťovou stopu pohybového programu) nelze předělat – vždy se na nový pohyb musí alespoň trochu soustředit
- ▶ Existuje dědičnost v pohybových programech ?

# Pohybový řetězec

= uskutečnění konkrétního pohybu kontrakcemi kosterních svalů podle plánu pohybového programu

► Existují fyziologické a patologické řetězce

**Fyziologický** : označován stav, kdy je pohybový aparát zcela zdravý

**Patologický**: pokud pohybový aparát není zcela zdravý ( funkční blokády, strukturální změny)

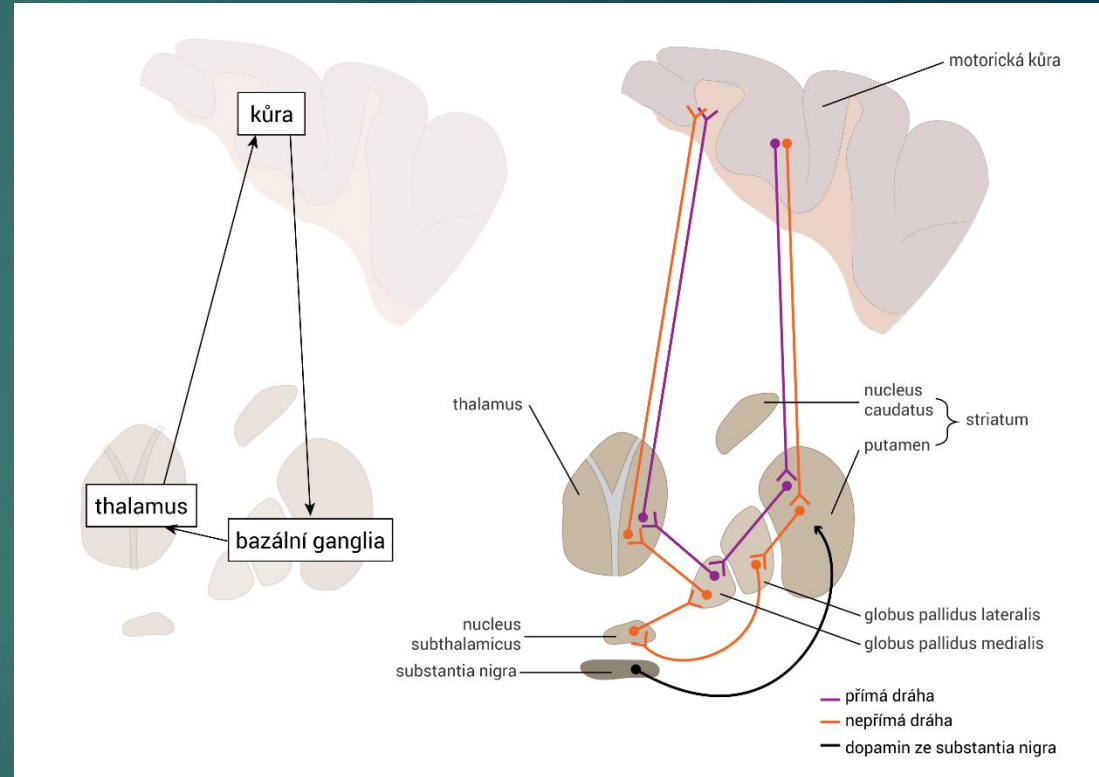
Chybně prováděný pohybový stereotyp je řízen **náhradním programem**

# Poruchy v oblasti motorických okruhů

**Bazální ganglia** : onemocnění s charakterem změn

1, svalového napětí

2, v rozsahu pohybu



Parkinsonova choroba, chorea, balismus,