

Fyziologie zátěže

NEURON

MOTORICKÉ DRÁHY A OKRUHY

POHYBOVÝ PROGRAM

MUDr. K. Kapounková, Ph.D.

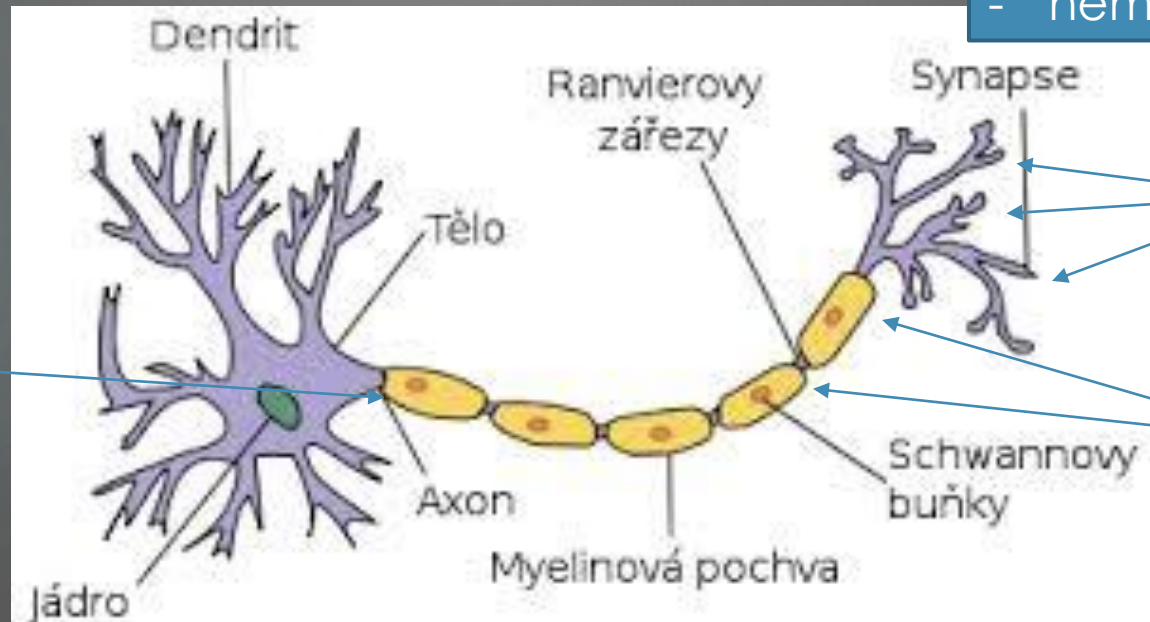
Stavba a funkce neuronu

NS – základní stavební jednotka – neuron

- ▶ Vysoce specializované bb., tvořen sítí více než 100 milionů neuronů, nejkomplexnější systém v lidském těle
- ▶ **Základní funkce** : příjem, vedení, přenos a zpracování informací
- ▶ Vysoká látková přeměna – metabolismus (zdroj glukóza, přísun kyslíku)
- ▶ Neuron obsahuje všechny typické organely

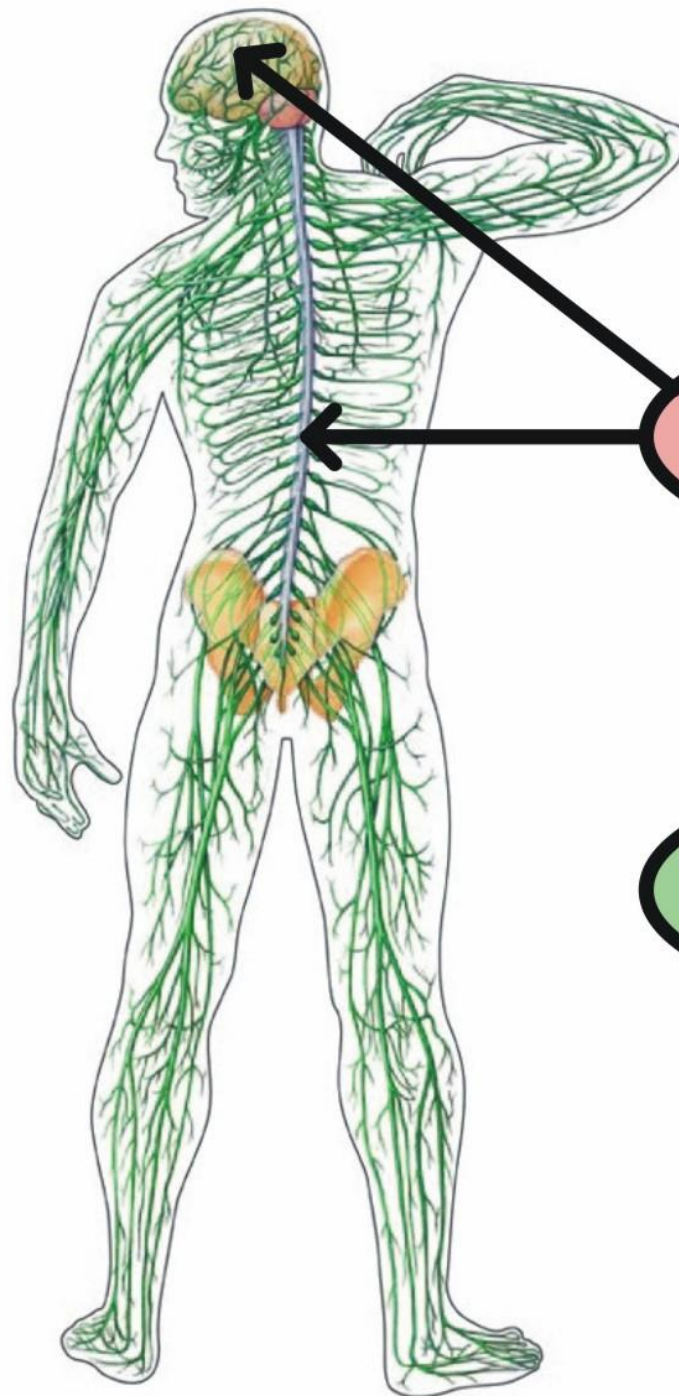
Rychlost vedení
- myelinizovaná vlákna
- nemyelinizovaná

Iniciální segment axonu



telodendrie

internodium



CNS
mozek a mícha

Periférní
nervový systém

NS

strukturálně se skládá z **neuronů** (nervových buněk) a **glií** (podpůrných buněk)

Seskupování neuronu:

CORTEX neurony v kůře mozku vytváří vrstvy, konkrétně 6 vrstev a neurony **v mozečku** vytváří vrstvy 3

NUCLEI v subkortikálním regionu - thalamus, mozkový kmen a mícha, ...

- formují těla neuronů nepravidelné shluky = jádra)

GANGLIA

-shluky těl neuronů venku z CNS (spinální a vegetativní ganglia)

Gliové buňky

poskytují metabolickou a mechanickou podporu pro neurony

-na jeden neuron připadá ca 10 glií

- na rozdíl od neuronů se dělí

rozdělení v CNS:

1. **oligodendrocyty** (produkují myelinové obaly v CNS -elektrická izolace od okolí)

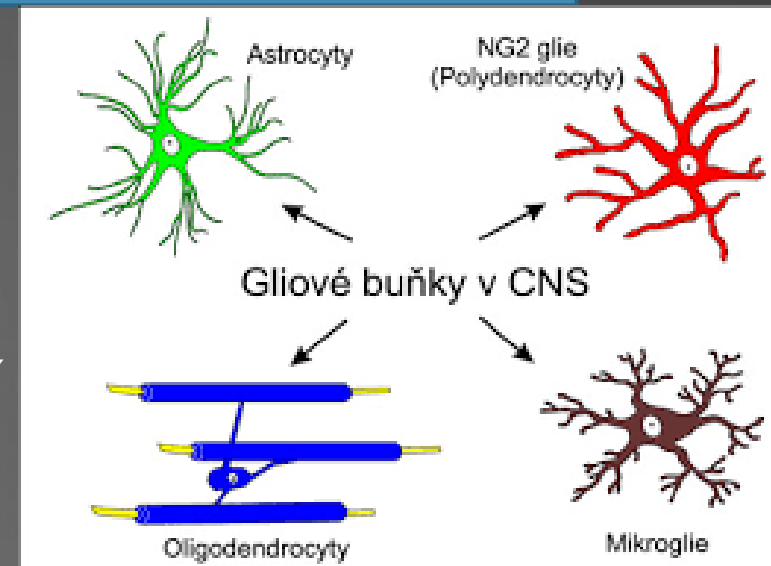
Schwannovy buňky

-obdoba oligodendrocytů v PNS, tj. produkují myelinové pochvy v PNS

2. **astrocyty** (jejich výběžky se dotýkají kapilár a pia mater-kontrolují složení iontů a další chemické složení v prostředí neuronů, zajišťují energetický metabolismus neuronů, formují jizvy, jsou součástí hematoencefalické bariéry)

3. **ependymové buňky** (vystýlají mozkové komory a centrální míšní kanál)

► 4. **Mikroglie** (chrání CNS před viry a mikroorganismy - fungují jako makrofágy-roztroušeny všude v CNS)



Dělení neuronů z funkčního hlediska

- ▶ Aferentní (dostředivé) neurony



CNS

Senzitivní a viscerosenzitivní neurony

- ▶ Eferentní (odstředivé) neurony

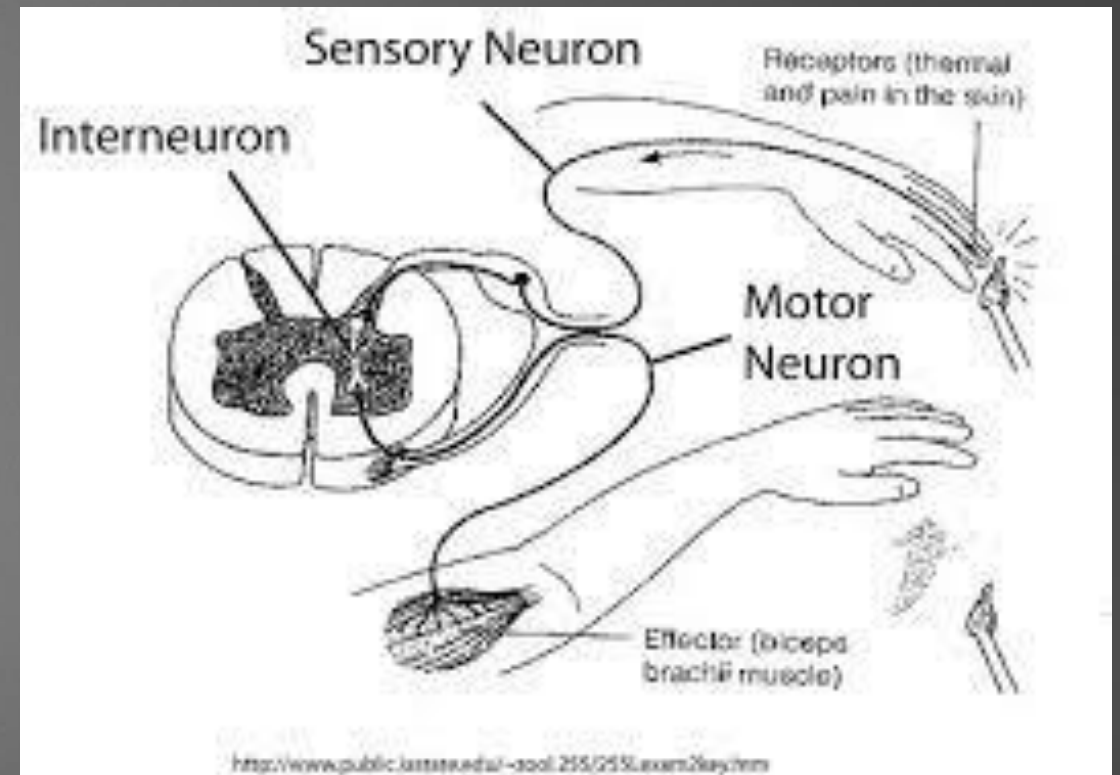
CNS



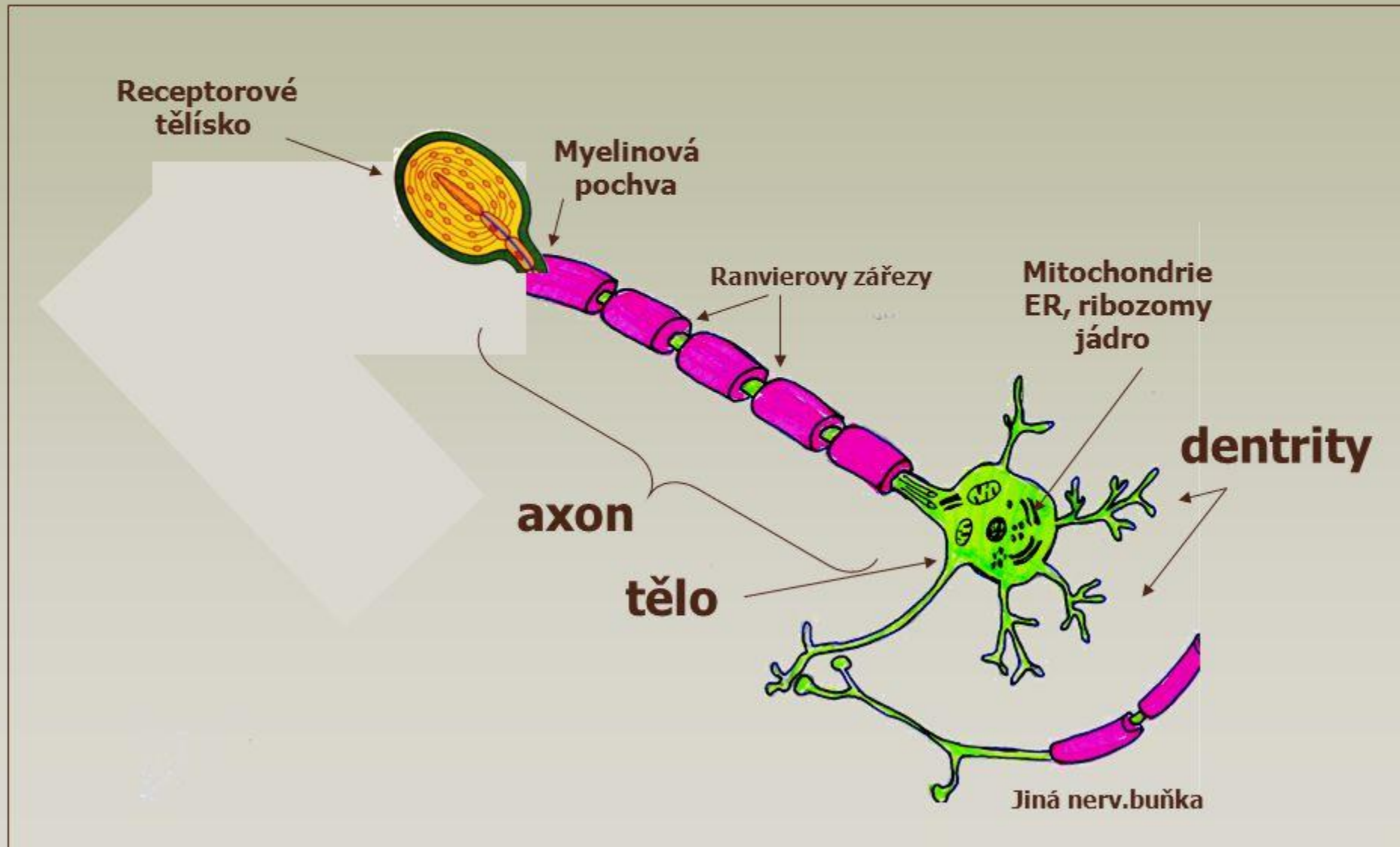
Motorické a visceromotorické neurony, sekreční neurony

- ▶ Interneurony

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



Neuron senzitivní



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)



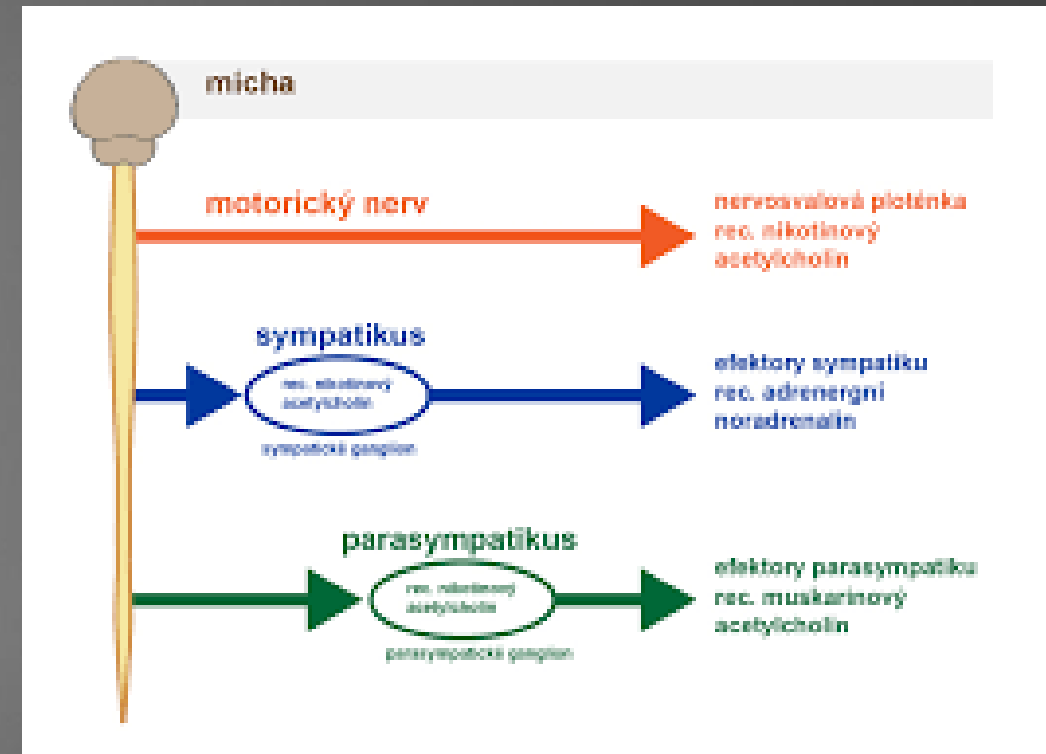
- ▶ **Nociceptory** = senzitivní neurony schopné rozpoznat reálně nebo potencionálně poškozující podnět (drážděny mechanicky, chemicky i tepelně), info do CNS = počítetek **bolest**. Mozkové analgetické systémy

Vegetativní neurony

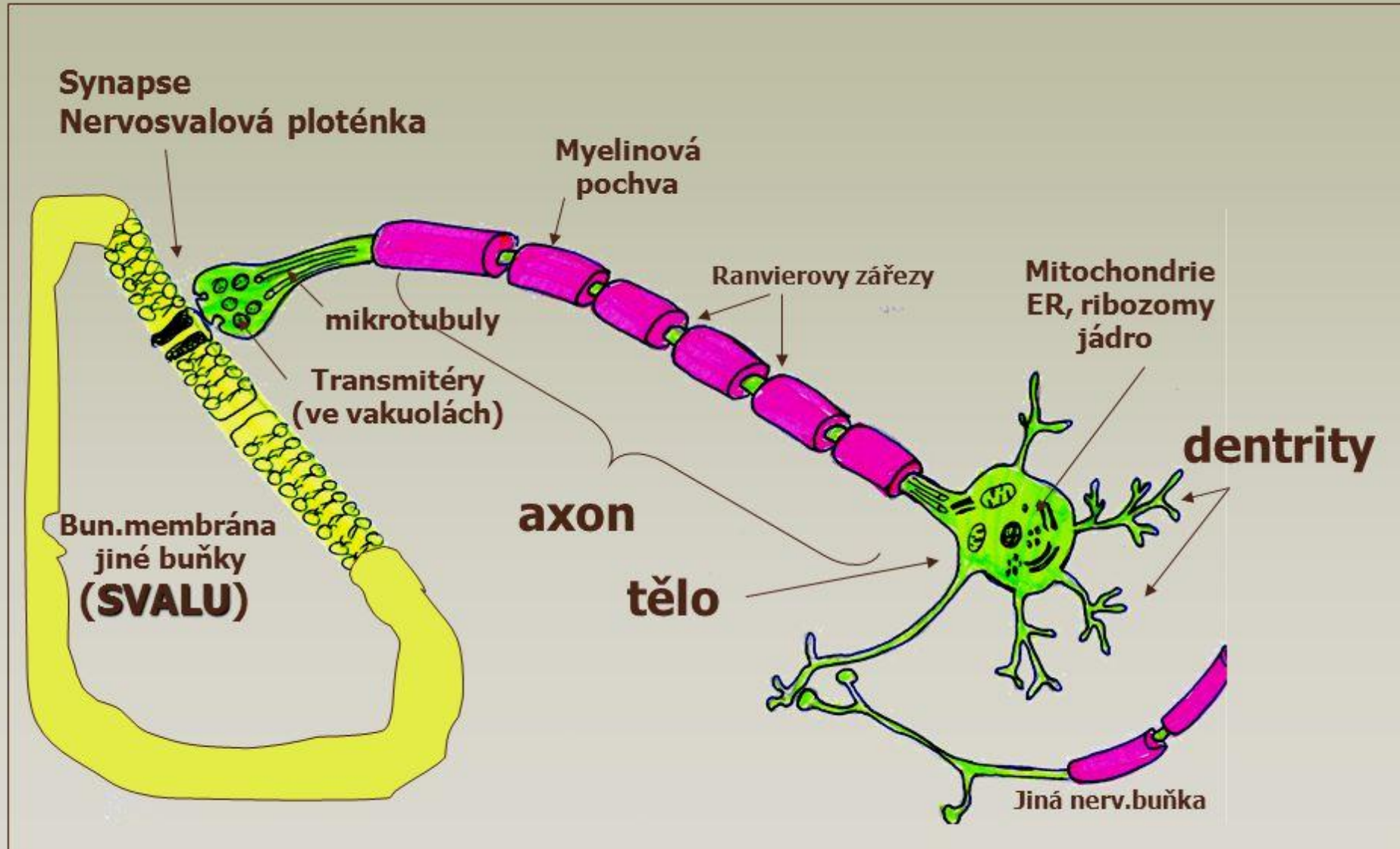
► Vůlí neřídíme

Z morfologického a funkčního hlediska se dělí:

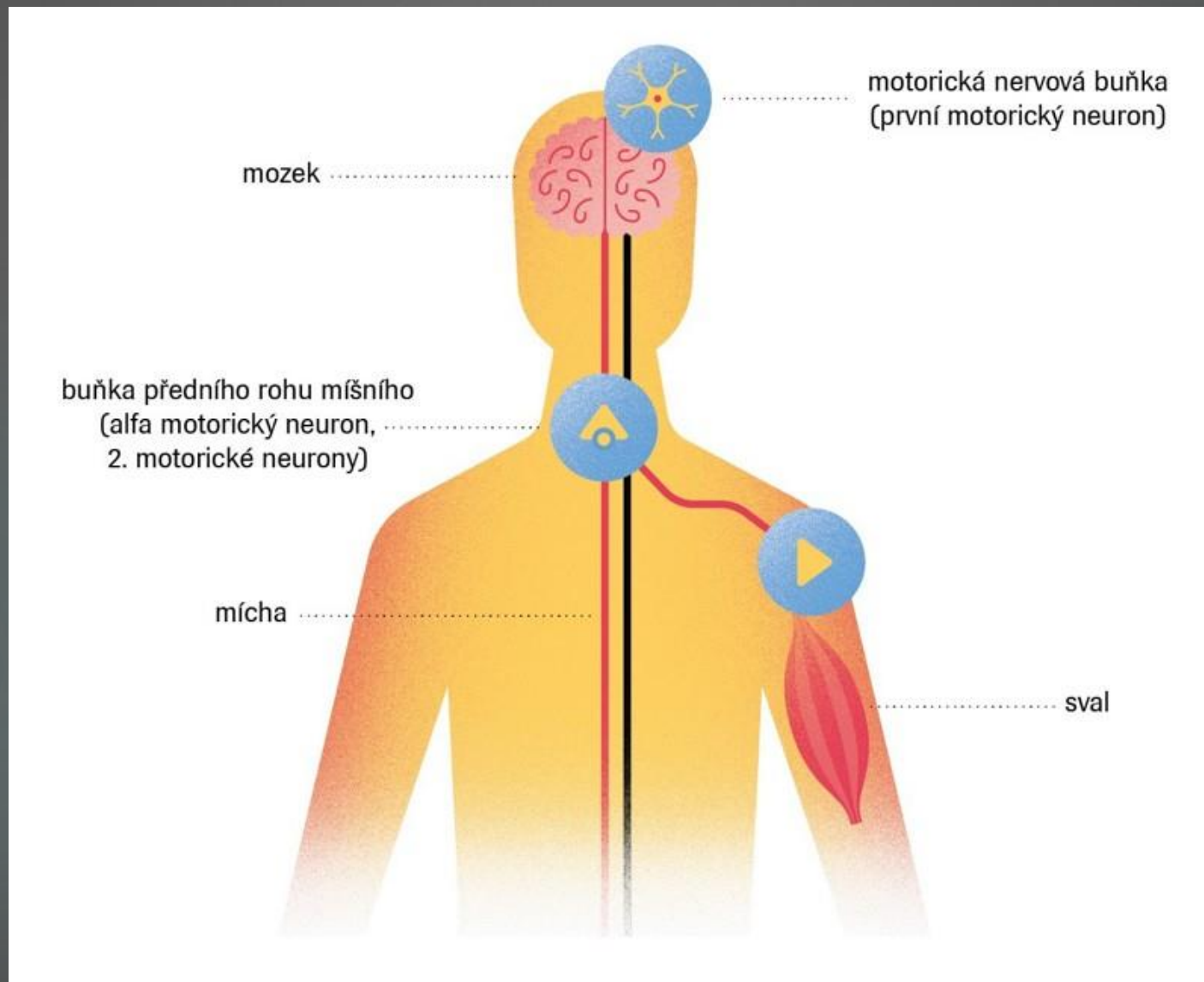
- 1, neurony sympatiku
- 2, neurony parasymptatiku
- 3, neurony enterického nervového systému



Neuron motorický



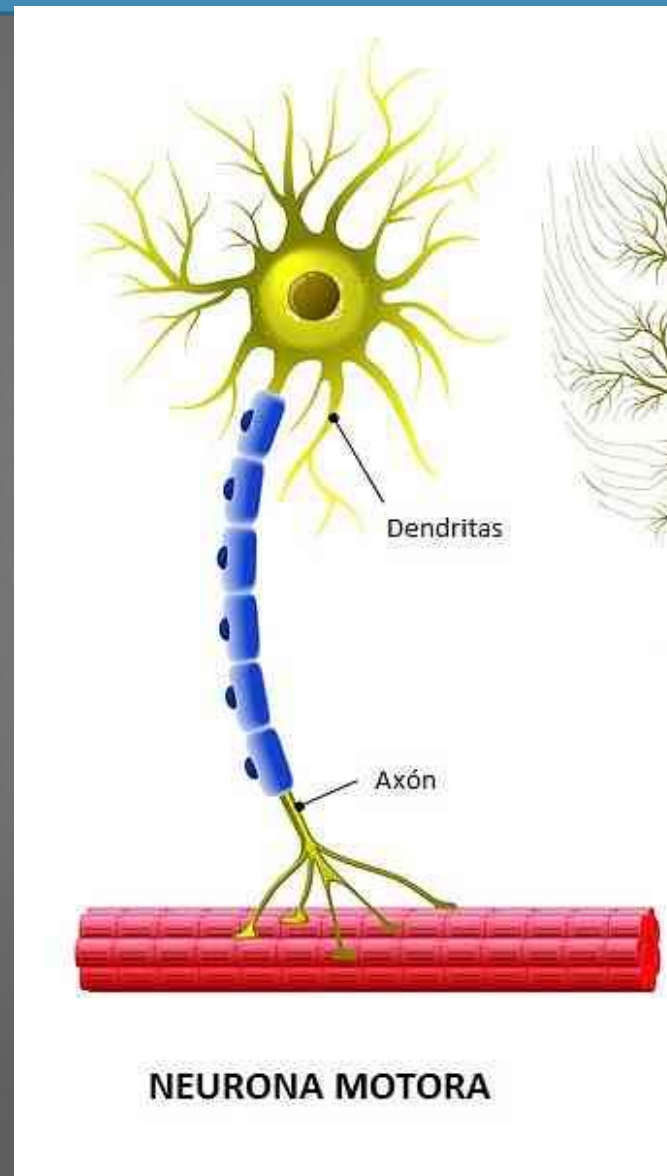
Motorické neurony (mícha, mozková kůra)



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

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



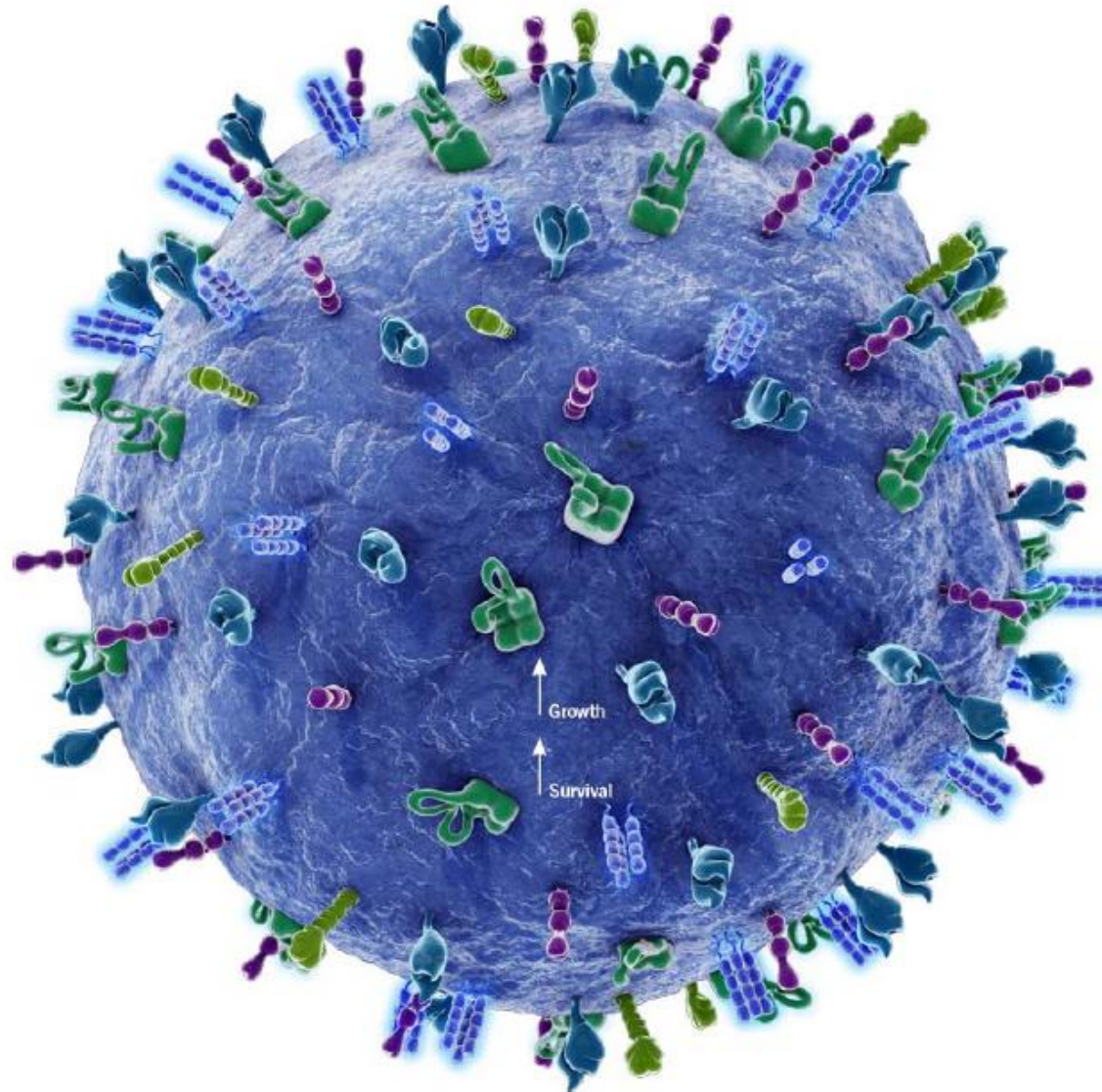
Neuronální síť

- ▶ Neuron zapojení řádově až v tisících synapsích
- ▶ Přenos informací – synaptická transmise = **neurotransmise**
- ▶ **Neurotransmise** = aktivní, časově omezený, jednosměrný, nevratný proces
- ▶ Synapse:
chemické – prostřednictvím molekul chemických látek – neuromediátorů (NS)

podněty



...buňky mají na svém povrchu celou řadu receptorů, které registrují různými cestami různé signály...



1. Nervový impuls uvolní acetylcholin, který se naváže na receptory na sarkolemě svalového vlákna.

2 Svalový akční potenciál depolarizuje t-tubuli které se otevírají.

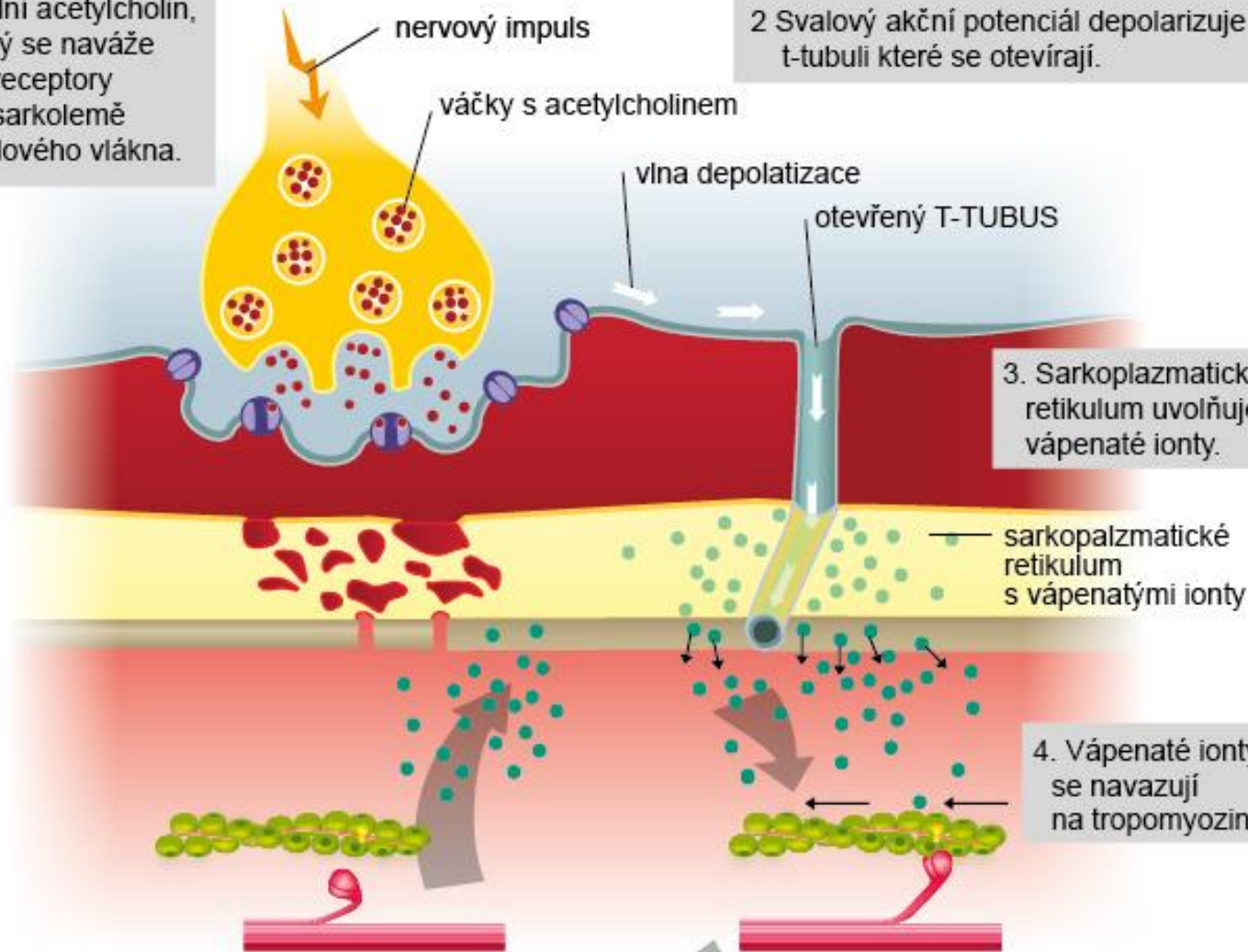
3. Sarkoplazmatické retikulum uvolňuje vápenaté ionty.

4. Vápenaté ionty se navazují na tropomyozin.

6. Po ukončení kontrakce se vápenaté ionty vrací do sarkoplazmatického retikula.

5. Následně dochází ke svalové kontrakci. ATP se štěpí.

Nervosvalová ploténka (povrch svalových vláken)- kontrakce svalů



Svalová kontrakce a relaxace

- ▶ Vápník je primární aktivátor kontrakce i relaxace
- ▶ Zvýšení koncentrace Ca- vazba na troponin- změna konfigurac – obnažení míst a navázání myozinu- kontrakce
- ▶ K relaxaci dojde díky snížení koncentrace Ca v sarkoplazmě
- ▶ Vápník se musí aktivně- pomocí Ca²⁺ pump přečerpát zpět do sarkoplazmatického retikula (k tomu nutná energii ve formě ATP a Mg ionty

Vápníková pumpa: antiport 1 iontu Mg²⁺ proti 2 iontům Ca²⁺ za štěpení jedné molekuly ATP

Role ATP jak při kontrakci, tak i relaxaci

Řízení pohybu

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

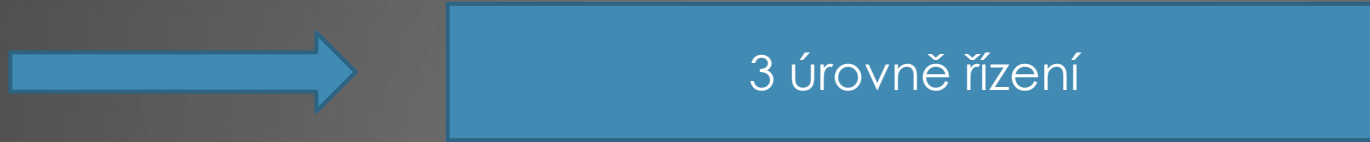
2, **zpětná vazba** (příjem informací v jakém stavu jsou orgány jak jsou splněné příkazy)

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

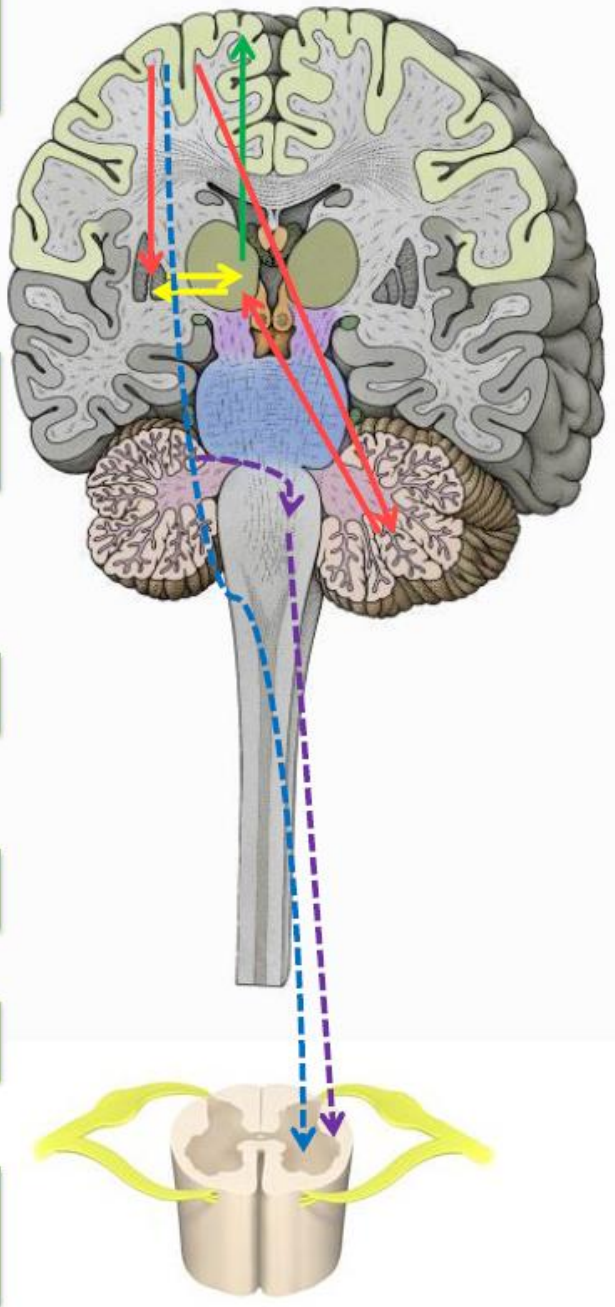
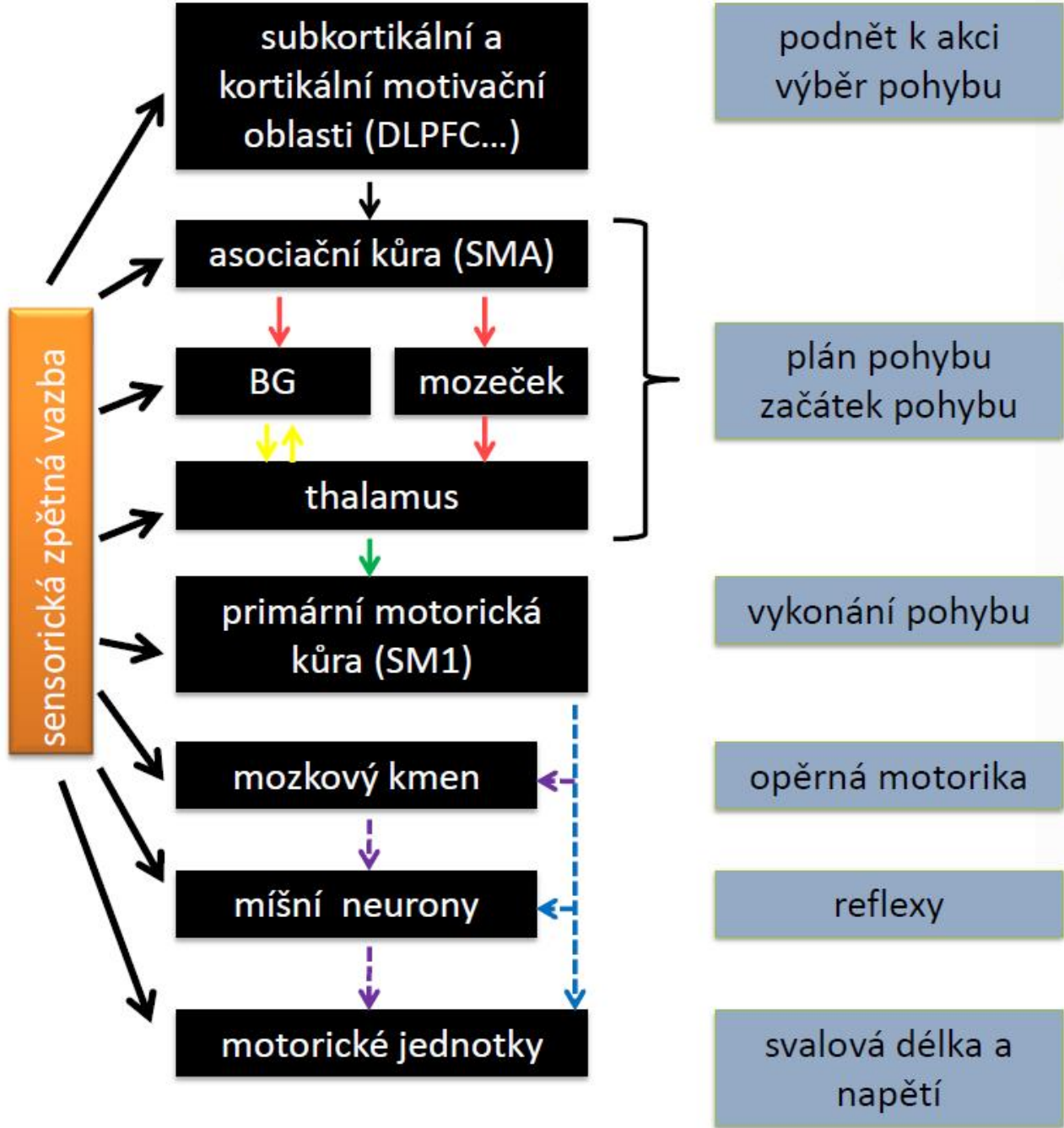
motorické a senzitivní dráhy



Úrovně řízení motorického systému

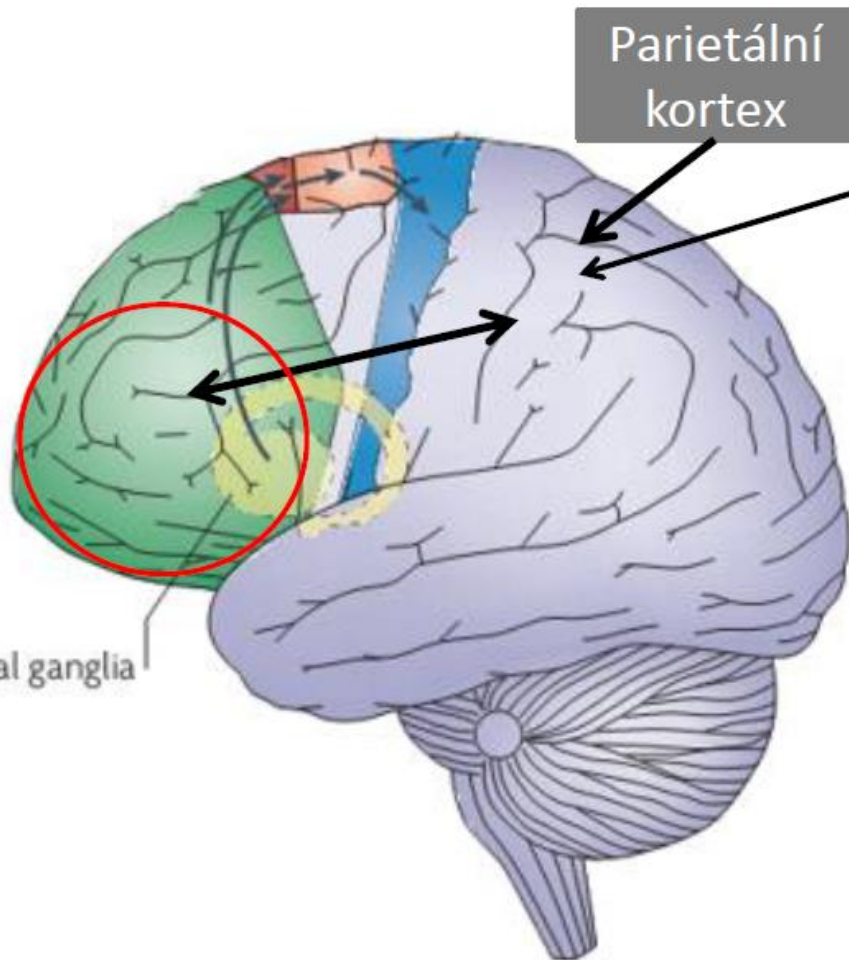


- ▶ Prefrontální kůra
- ▶ Primární motorický kortex
- ▶ Přední rohy míšní (motorická jádra mozkového kmene)

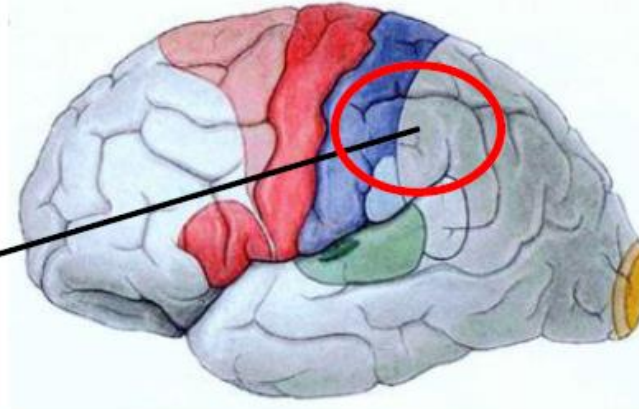


1. Vyšší kortikální podklady pohybu

Parietální- prefrontální korová oblast



Haggard, 2008



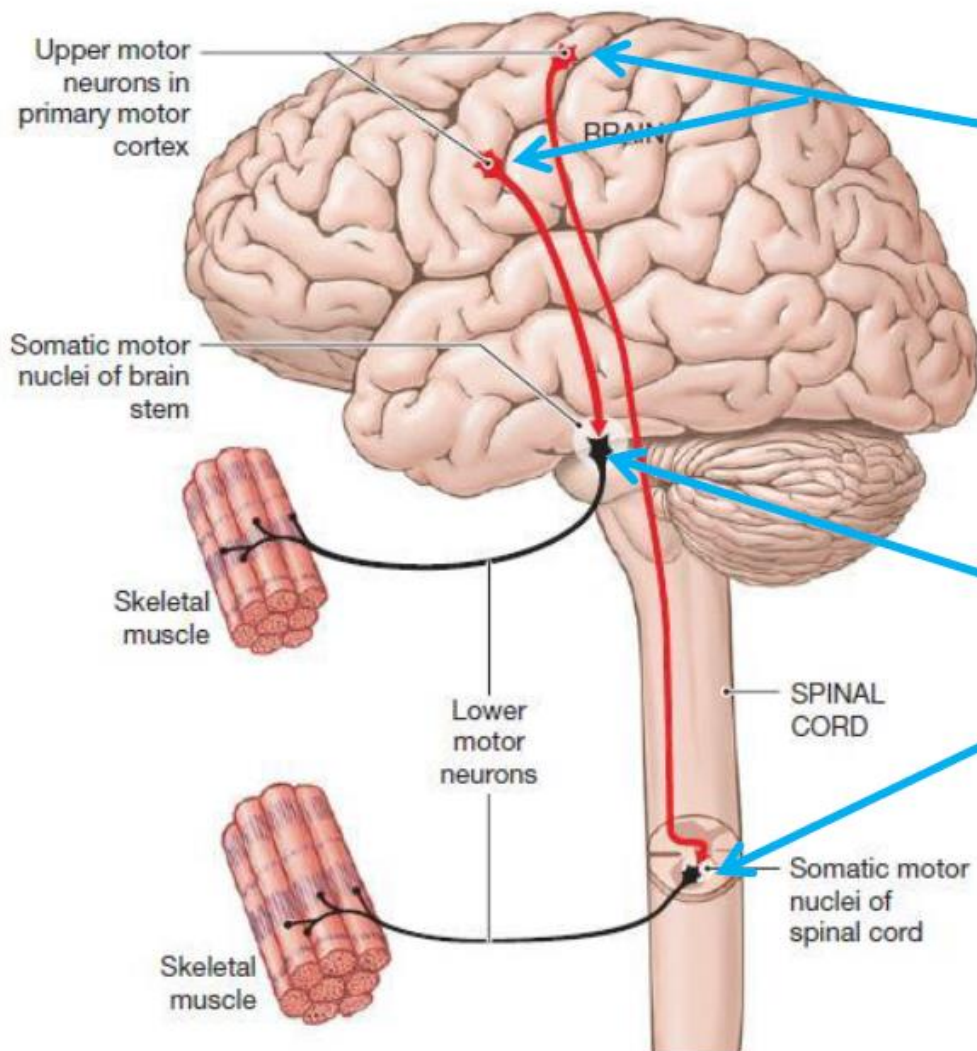
- Integrace většiny senzitivních korových aferentních informací

+

- Integrace s limbickým (amygdala) a aktivačním systémem (RF přes thalamus)
- **Motivace, vůle a účelnost pohybu**

BG: plánování a výběr žádoucích sekvencí dílčích pohybů a potlačení nežádoucích pohybů – fázicky tlumí aktivitu SMA před každým dílčím pohybem

2. primární motorická kůra (M1)



- centrální - horní motoneuron
- vysílá vzruchy descendentně k periferním – dolním motoneuronům
- dojde k provedení pohybů (*síla, rozsah, směr*)

Motorické dráhy

= cesta nervového impulsu z mozku až po kosterní sval

Skládá se:

- ▶ Centrální motoneuron
- ▶ Periferní motoneuron

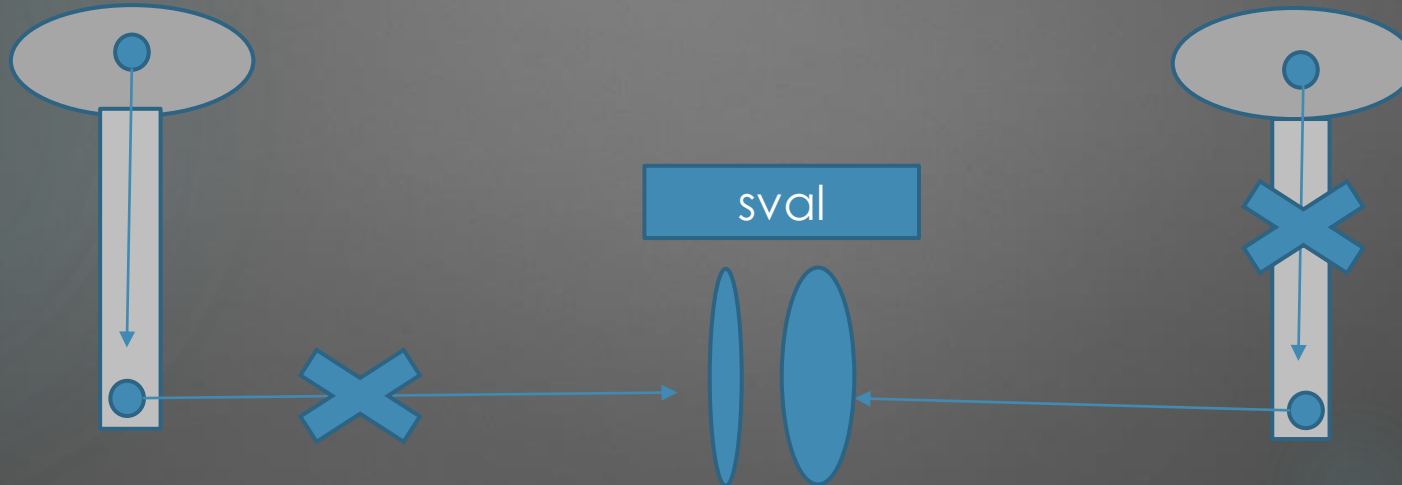
Vzájemný vztah obou motoneuronů

Periferní chabá paréza

Centrální spastická paréza

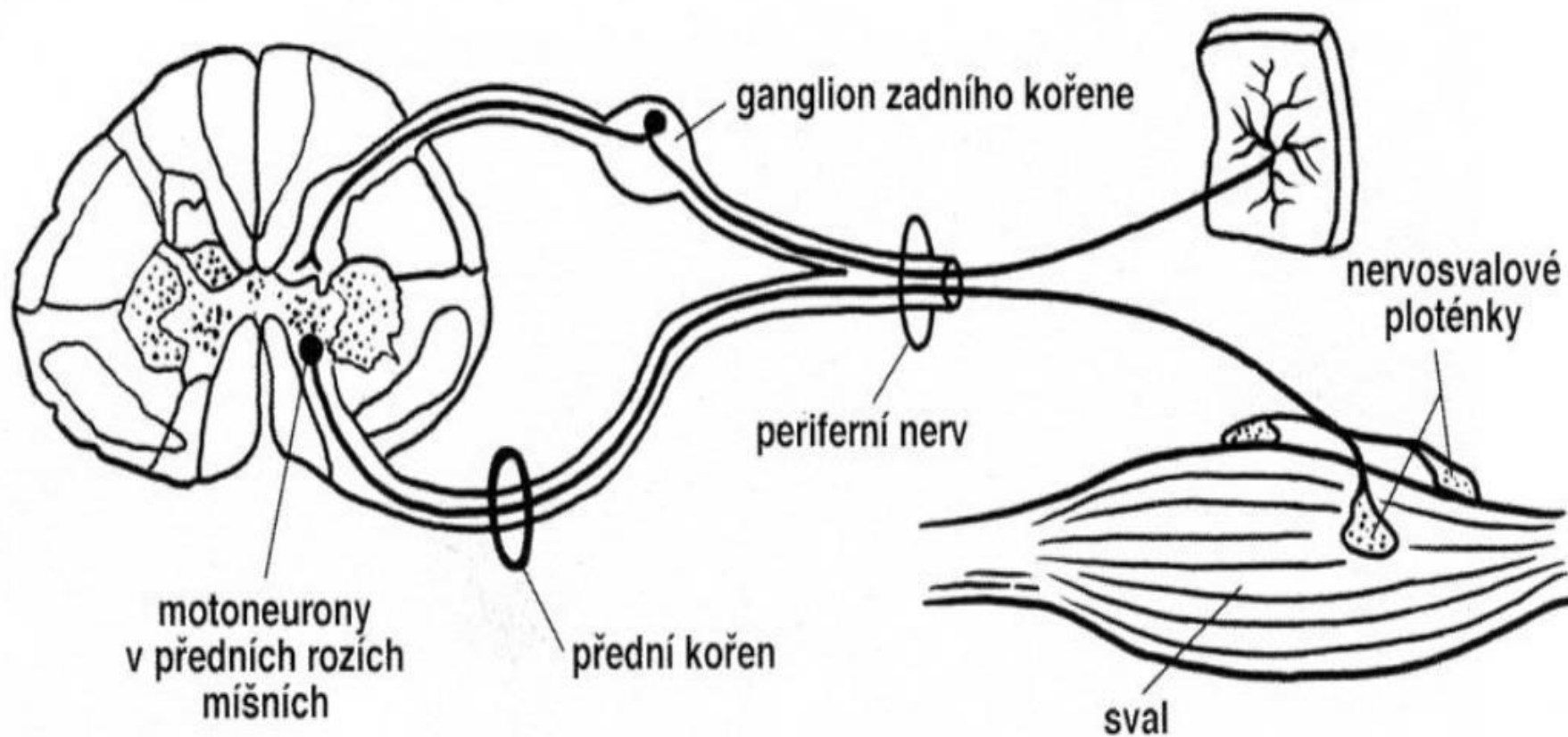
Centrální motoneuron

Periferní motoneuron



3. Míšní řízení hybnosti

funkce míšního segmentu



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 ?**