

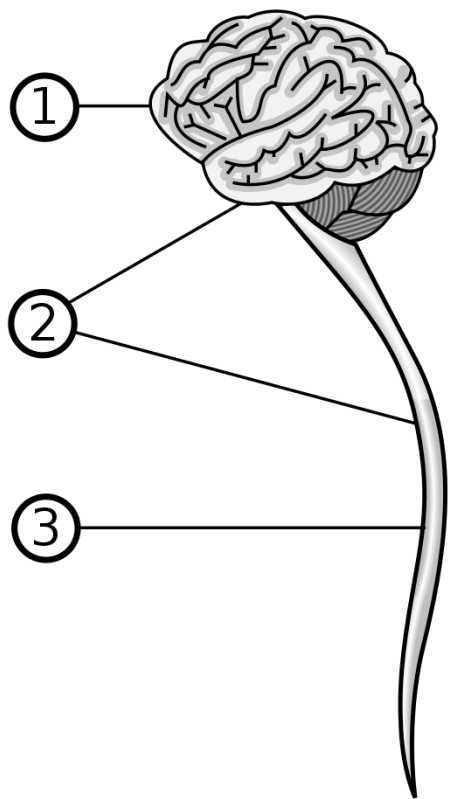
# ZÁKLADNÍ PRINCIPY ANATOMICKÉHO A FUNKČNÍHO USPOŘÁDÁNÍ NERVOVÉHO SYSTÉMU

MUDr. Jan Kolčava, MUDr. Jan Kočica, MUDr. Peter Krkoška

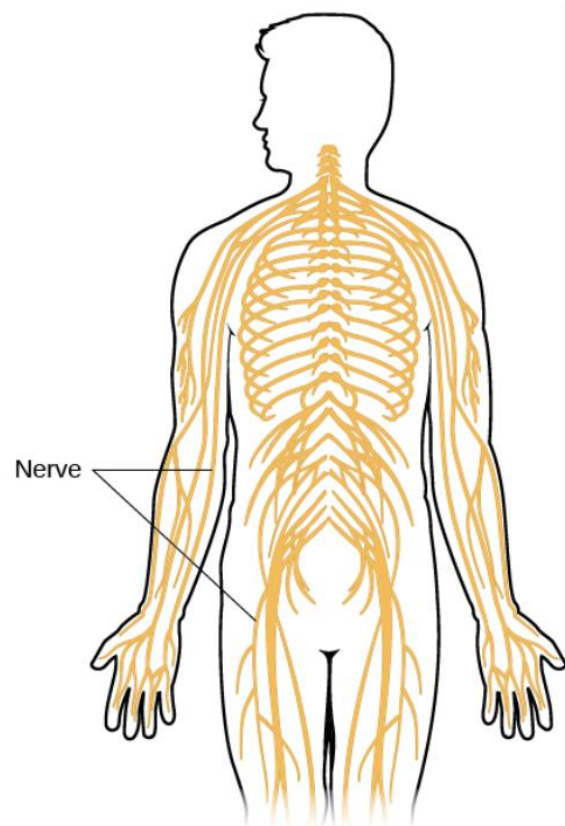
Z této online verze prezentace byly odstraněny obrázky na které autoři nemají právo nebo nejsou volně přístupné.

# NEUROLOGIE

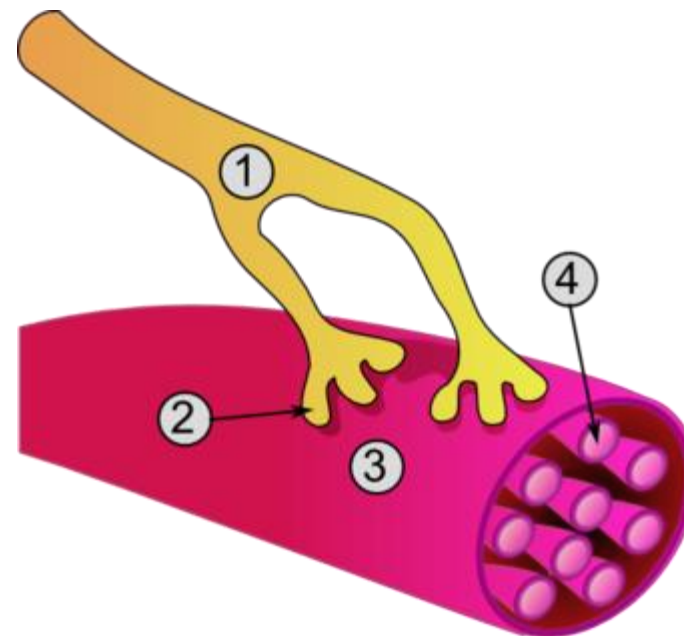
= lékařský obor, zabývající se chorobami:



**CENTRÁLNÍ NERVOVÝ SYSTÉM**



**PERIFERNÍ NERVOVÝ SYSTÉM**



**SVALY A NERVOSVALOVÝ PŘENOS**

# NEUROLOGIE

= lékařský obor, zabývající se chorobami:

## CENTRÁLNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

Mozek

Mícha

## PERIFERNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

Nervové kořeny

Nervové pleteně

Periferní nervy

Vegetativní nervový systém

## SVALY A NERVOSVALOVÝ PŘENOS

- Interní obor, který má **významný překryv problematiky s většinou jiných oborů** ortopedií (vertebrogení problematika) úrazovou chirurgií, internou (zejm. kardiologie, revmatologie, hematatoonkologie, gastroenterologie), ORL, oční, apod.

# NERVOVÁ BUŇKA

= neuron, základní **stavební jednotka** nervové soustavy.

## TĚLO

Obsahuje jádro buňky a organely. V CNS tvoří **šedou hmotu** (resp. šedá jádra a mozkovou kůru). V PNS tvoří ganglia (senzitivní nebo vegetativní)

## VÝBĚŽKY

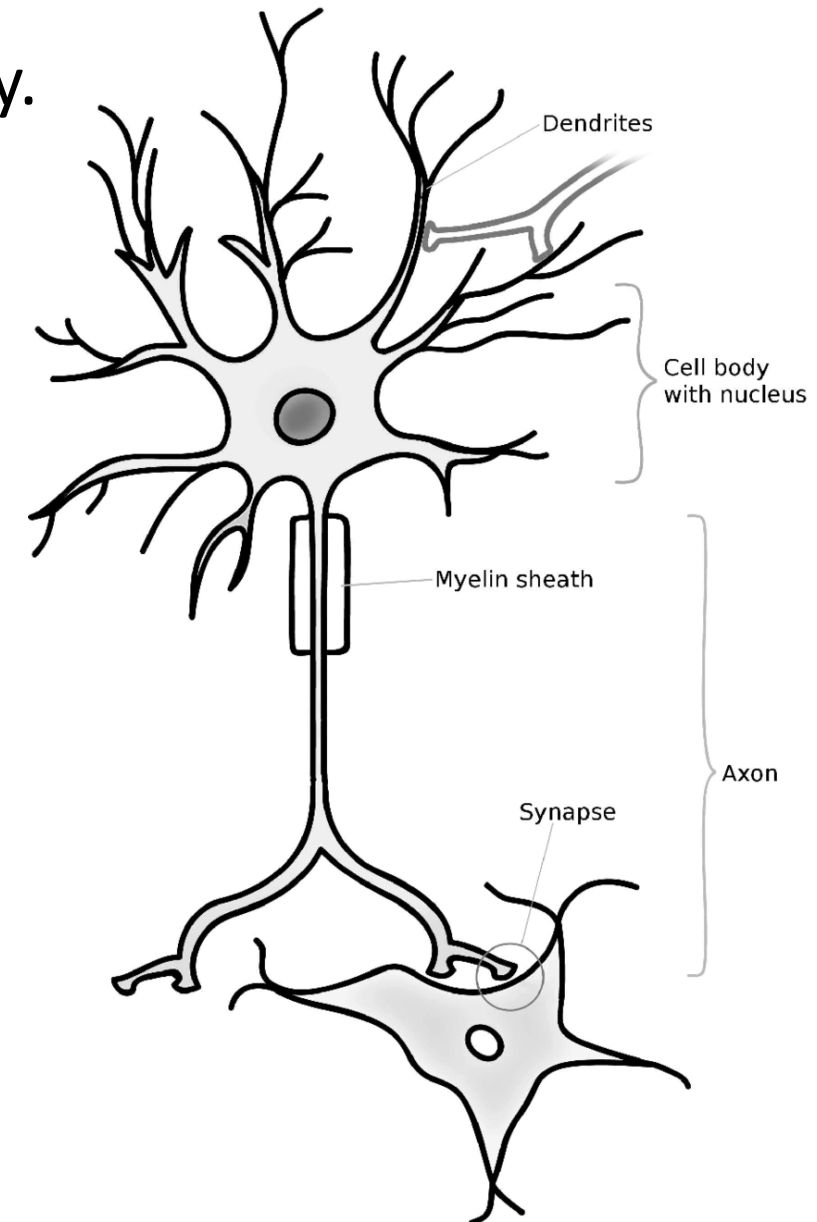
Slouží k přenosu informace (akčního potenciálu a např. mediátorů do koncových synapsí). V CNS tvoří **bílou hmotu** a v PNS periferní nervy.

### Dendrity

- Krátké výběžky, aferentace (přívod informace), obvykle několik, slouží ke spojení s axony jiných neuronu.

### Neurit (Axon)

- Obvykle dlouhé, eferentace (odvod informace), na konci má terminální větvení a napojují se na dendrity, těla či axony jiných neuronů či svalová vlákna.



# NERVOVÁ BUŇKA

= neuron, základní **stavební jednotka** nervové soustavy.

- Dělení na typů neuronů **podle tvaru**.
- Dělení na typů neuronů podle **příslušnosti k nervovým systémům**.

MOTONEURONY



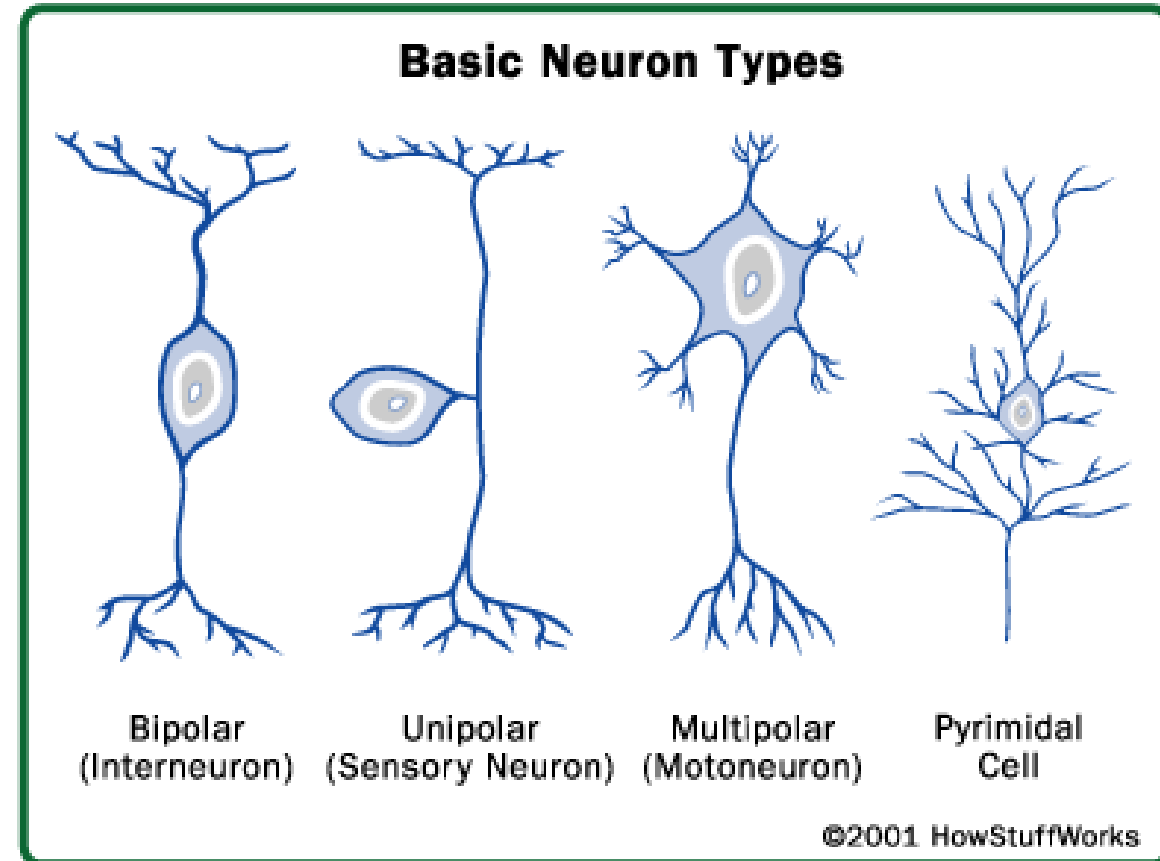
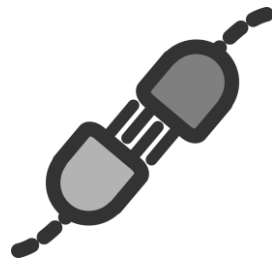
SENZITIVNÍ NEURONY



VEGETATIVNÍ/AUTONOMNÍ



INTERNEURONY

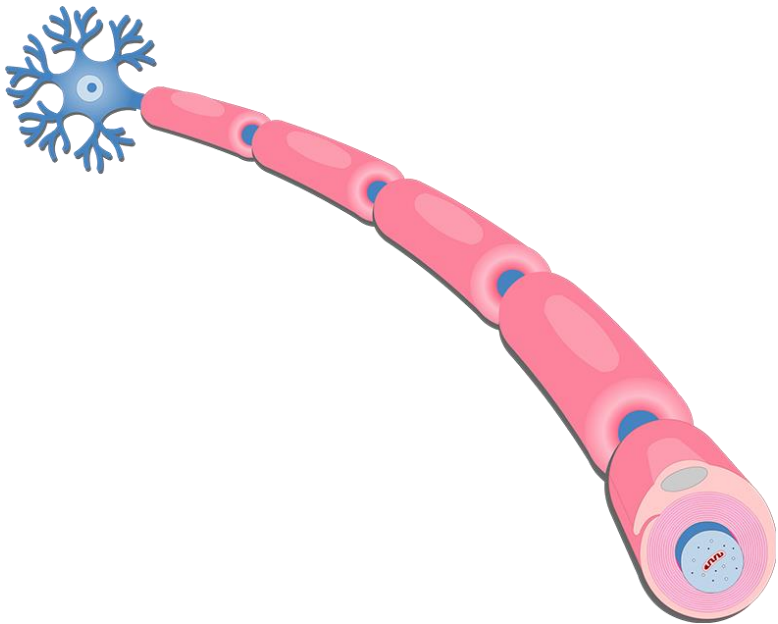


# NERVOVÁ BUŇKA

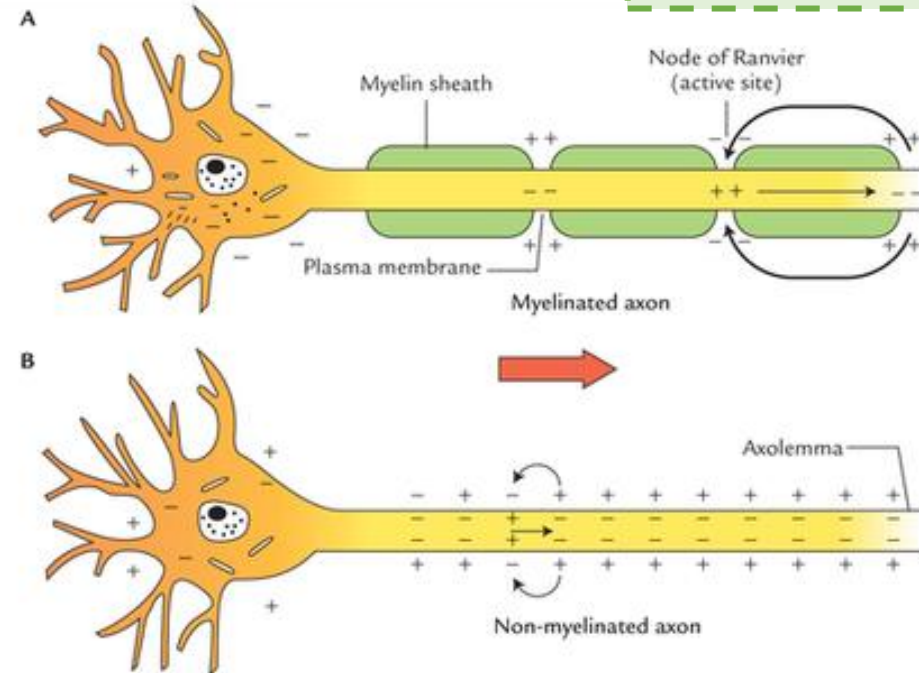
= neuron, základní **stavební jednotka** nervové soustavy.

- Dělení na typů **periferních nervových vláken**.

Dle funkce pak mohou být nervy motorické, senzitivní, autonomní či smíšené.



MYELINIZOVANÁ VLÁKNA



NEMYELINIZOVANÁ VLÁNKÁ

# FUNKCE NERVOVÉ BUŇKY

= základní funkcí neuronu je **přenos nervového vzruchu**

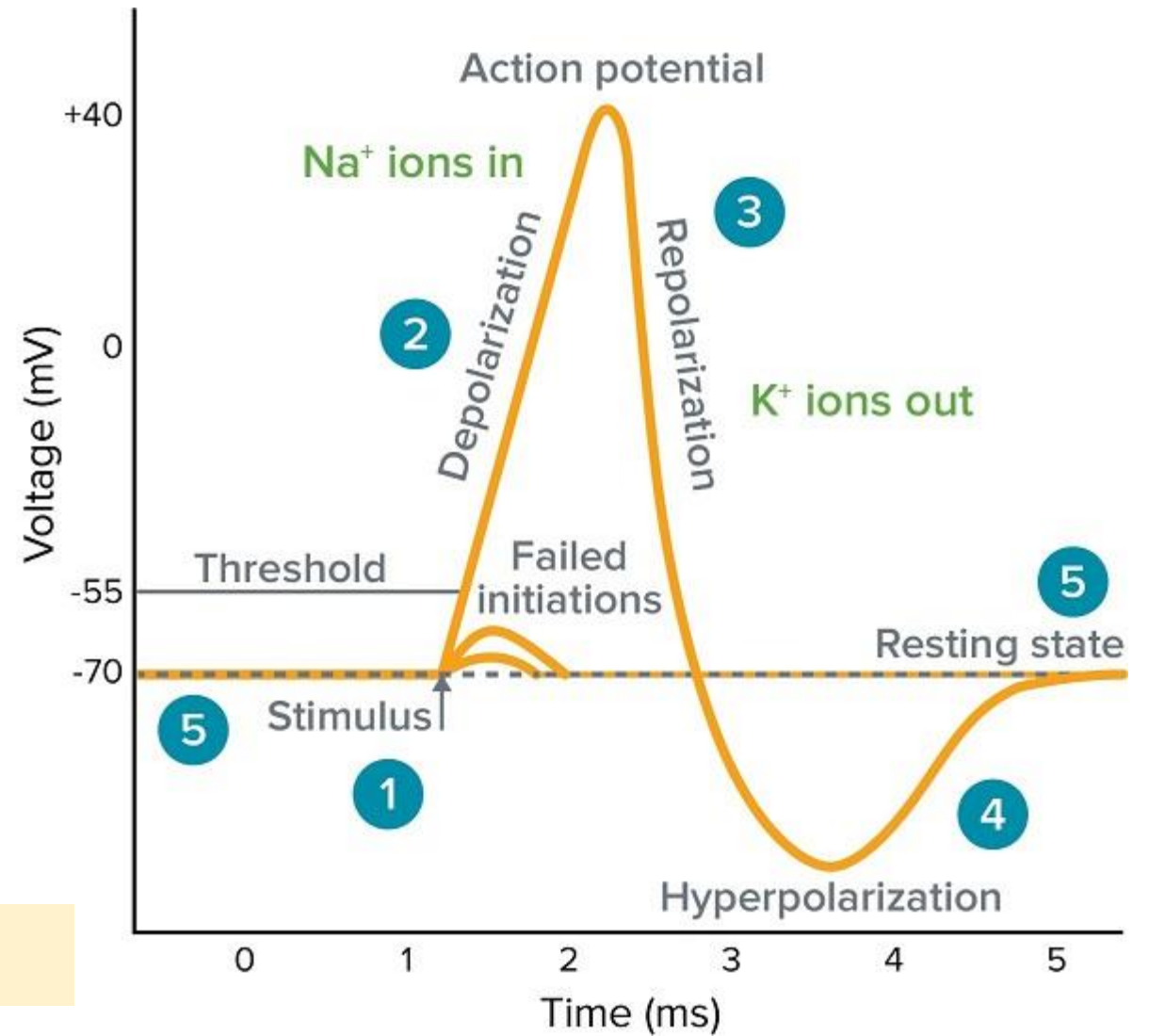
**Buněčná membrána neuronu** je různě propustná pro různé molekuly a ionty (polopropustná = semipermeabilní) a **význam má jejich náboj**.

- **V klidovém stavu** je nervová membrána **POLARIZOVANÁ** (vnitřek oproti vnějšku záporný – cca -70 mV; vně  $\text{Na}^+$  a  $\text{Cl}^-$ , uvnitř  $\text{K}^+$  a anionty bílkovin)
- **V akčním stavu** (při podráždění) dojde ke **zvýšení propustnosti pro  $\text{Na}^+$**  (směrem dovnitř, napětím řízené kanály) a dochází tak k **DEPOLARIZACI**. Následuje poté **REPOLARIZACE** pomocí **zvýšení propustnosti pro  $\text{K}^+$** .



# FUNKCE NERVOVÉ BUŇKY

= základní funkcí neuronu je **přenos nervového vzruchu**



**i** Jedná se obecně o analogii vedení elektřiny dráty v síti, akorát zde nejsou nosičem náboje elektrony, ale ionty.

# FUNKCE NERVOVÉ BUŇKY - SYNAPSE



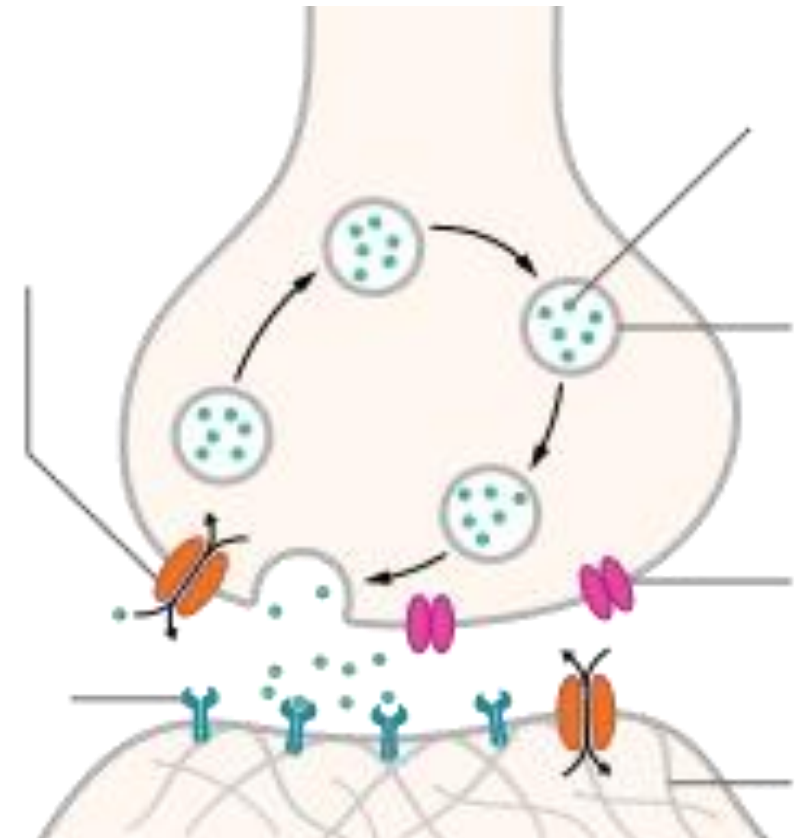
**Synapse** = jednosměrný přenos vzruchu mezi nervovými buňkami (resp. z terminálního synaptického knoflíku axonu na dendrit druhého neuronu)

## PRESYNAPTICKÝ KNOFLÍK/ZAKONČENÍ

Obsahuje váčky s **mediátorem** (tj. chemickou sloučeninou), které se pod příchozím akčním potenciálem spojují s membránou a vylévají mediátor do **synaptické štěrbin** (tj. prostoru mezi výběžky).

## POSTSYNAPTICKÁ MEMBRÁNA

Obsahuje **receptory** pro mediátor, které obvykle vedou k depolarizaci membrány a šíření (znova elektrického potenciálu) dalším neuronem (případně už svaem)



**i** Synapse převádí elektrický náboj do chemického.

# FUNKCE NERVOVÉ BUŇKY - SYNAPSE



**Synapse** = jednosměrný přenos vzruchu mezi nervovými buňkami (resp. z terminálního synaptického knoflíku axonu na dendrit druhého neuronu)

- **Mediátor**, chemická sloučenina vylučovaná presynaptickou membránou do synaptické štěrby mající funkci převést informaci (pozitivní/negativní) na následující neuron (postsynaptickou membránu) nebo sval.



**EXCITAČNÍ**  
= vedou k podráždění

NORADRENALIN  
ADRENALIN  
ACETYLCHOLIN  
SEROTONIN

...



**INHIBIČNÍ**  
= vedou k útlumu

GABA

**i** Synapse převádí elektrický náboj do chemického.

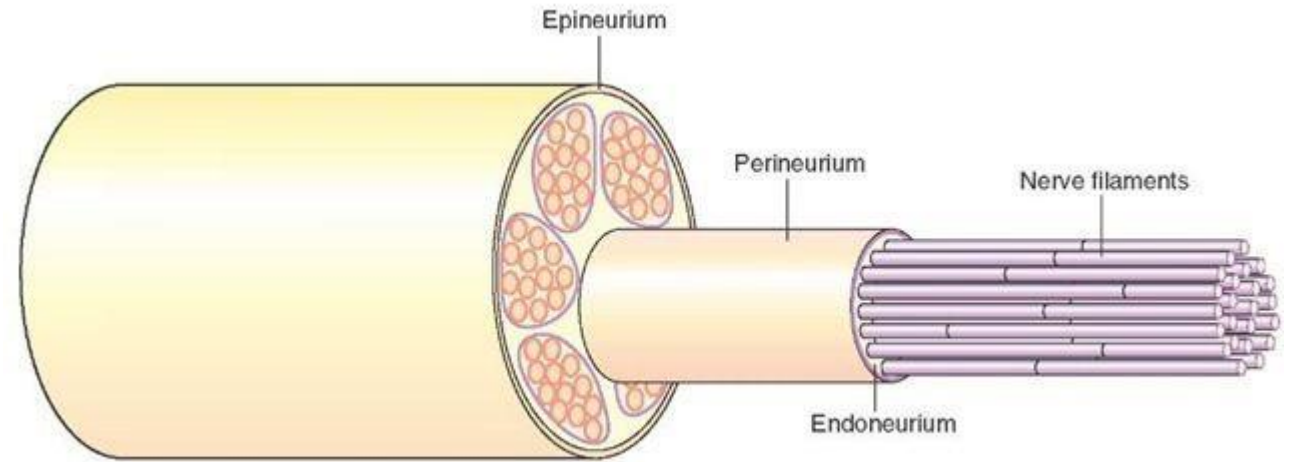
# STAVBA PERIFERNÍHO NERVU

- Jednotlivá nervová vlákna se shlukují do tzv. **fascikulů**.
  - Periferní nerv je tvořen více fascikly.
- Vše obaleno vazivem s cévami (výživa)

**ENDONEURIUM** = kolem nerv. vláken

**PERINEURIUM** = kolem fascikulů

**EPINEURIUM** = kolem celého nervu



- Jednotlivým nervům je tak poskytována ochrana (jak izolace, tak mechanická) a také výživa.

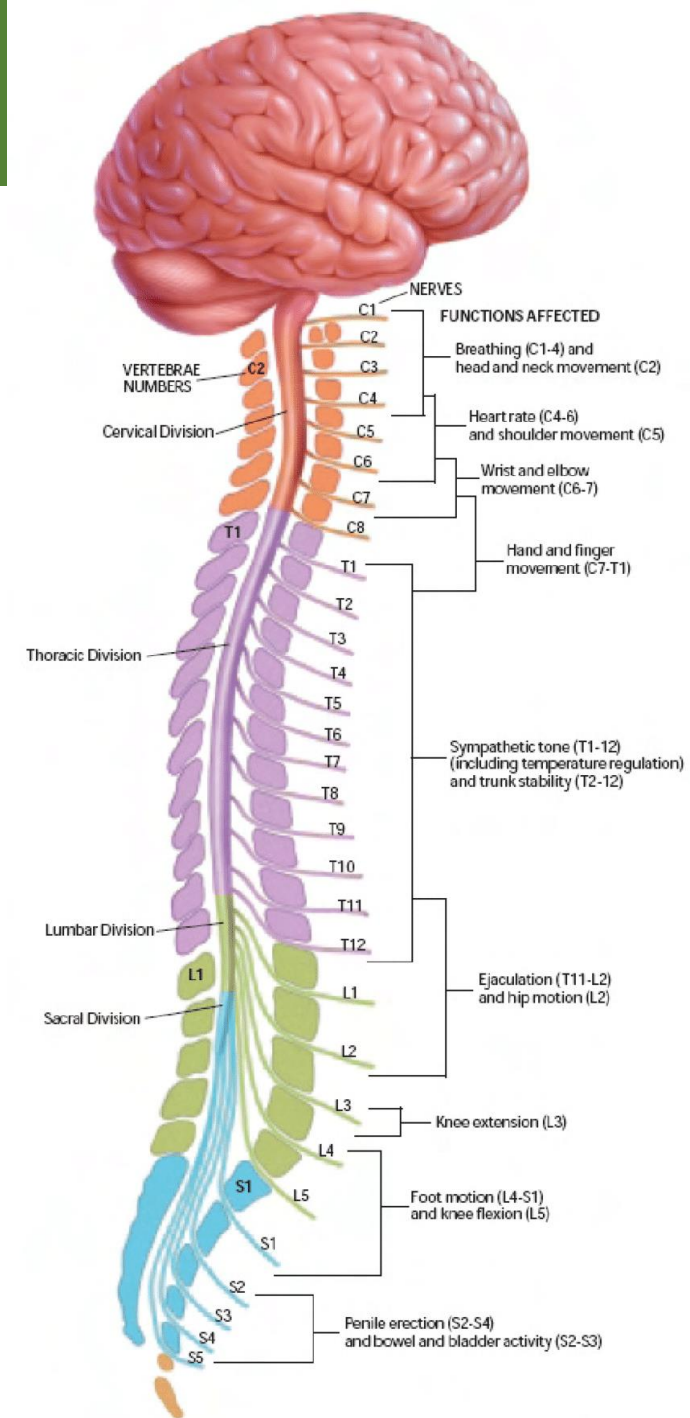
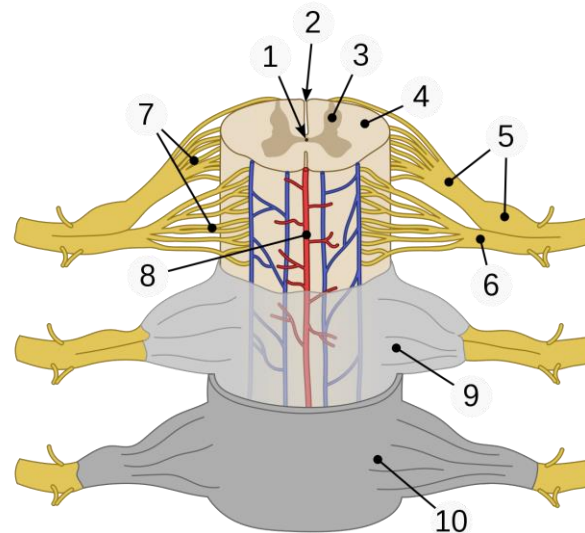
# SVAL A NERVOSVALOVÁ PLOTÉNKA

- **Nervosvalová ploténka** = spojení motorického neuronu a svalu.
- Podle stavby můžeme **dělit svaly** na:
  - **KOSTERNÍ** (příčně pruhované)
    - sv. vlákna s mnoha jádry, vůlí ovlivnitelné
  - **HLADKÉ** (samostatné sval. buňky, vnitřní orgány, neovlivnitelné)
  - **SRDEČNÍ** (vůlí neovlivnitelný)

# MÍCHA

= **medulla spinalis**, tenká nervová trubice nervové tkáně a podpůrných buněk uvnitř páteře, jež je součástí CNS.

- Navazující kraniálně (nahore) na **prodlouženou míchu** (resp. mozkový kmen)
- Obvykle **končí v úrovni L1-2** (tzv. míšný konus), dále již pokračují jen tzv. filia terminalia (míšní kořeny)
- Z míchy vycházejí **míšní kořeny** – tvořící dále nervové pleteně či periferní nervy samotné.
- Mícha je také **schopná některých autonomních funkcí** (míšní reflexy) a koordinuje některé reflexy.
- Uprostřed míchy leží centrální kanálek míšný, který obsahuje mozkomíšní mok.



# ŘÍZENÍ VOLNÍ MOTORIKY

## 1. MOTONEURON (tělo, centrální)

Gyrus praecentralis

## PYRAMIDOVÁ DRÁHA (axony)

Odbočky k jádrům pro hlavové nervy

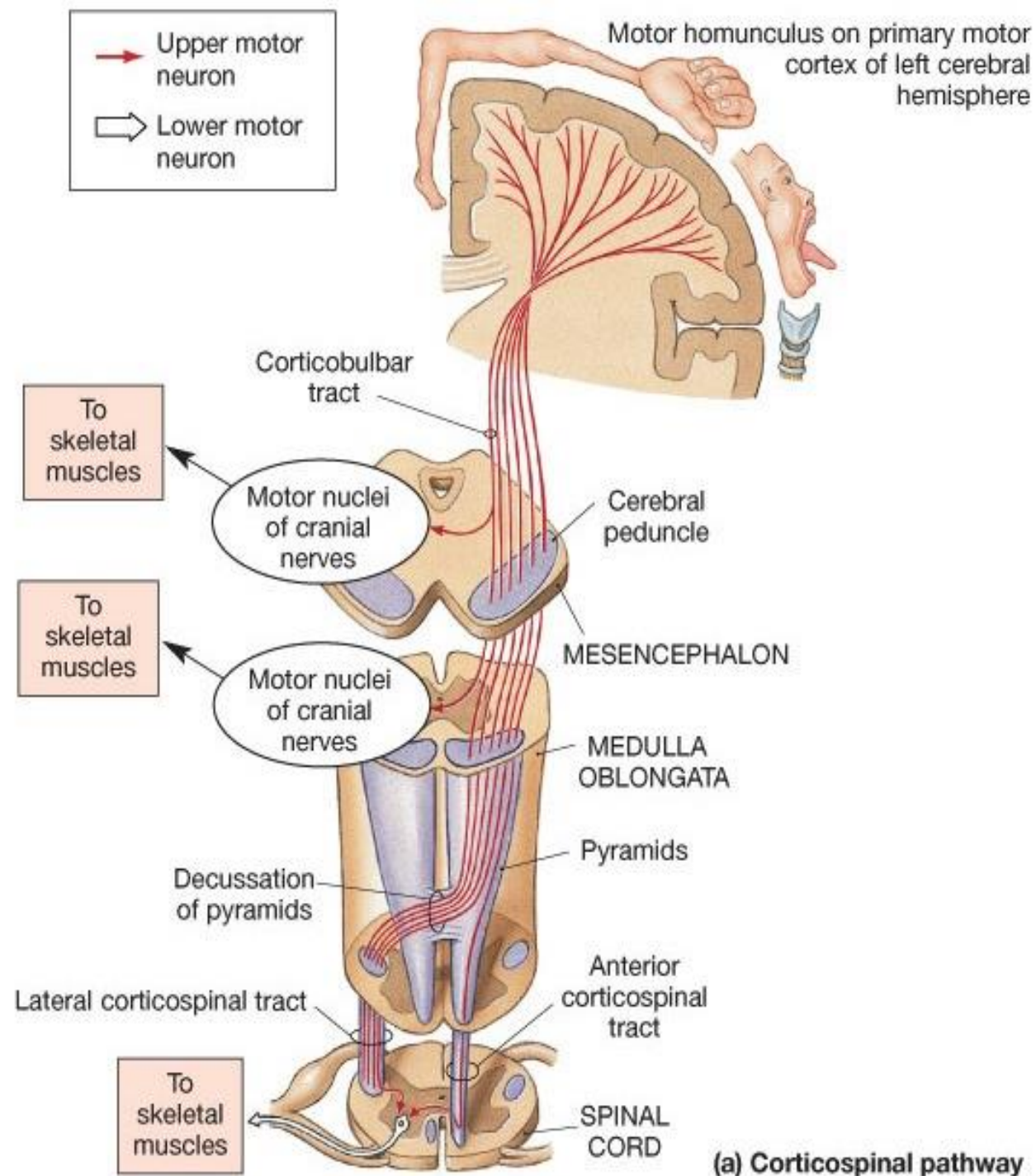
(většina) Kříží se na úrovni prodloužené míchy (a horní části krční míchy) a probíhá **kontralaterálně**.

## 2. MOTONEURON (tělo, motorická jednotka)

Přední rohy míšní

Periferní kořen, plexus, nerv (axony)

Nervosvalová ploténka



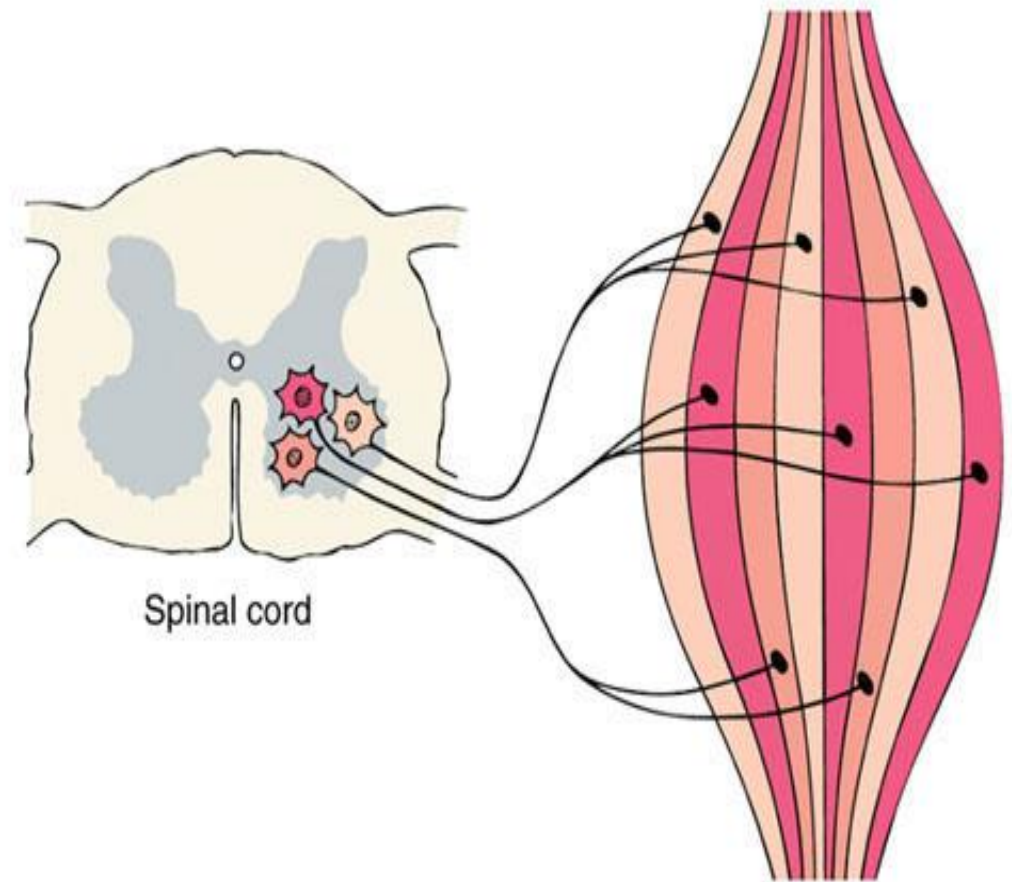
# MOTORICKÁ JEDNOTKA

= základní stavební jednotka periferního motorického systému.

## 2. MOTONEURON (tělo, motorická jednotka)

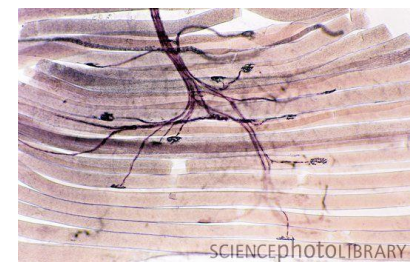
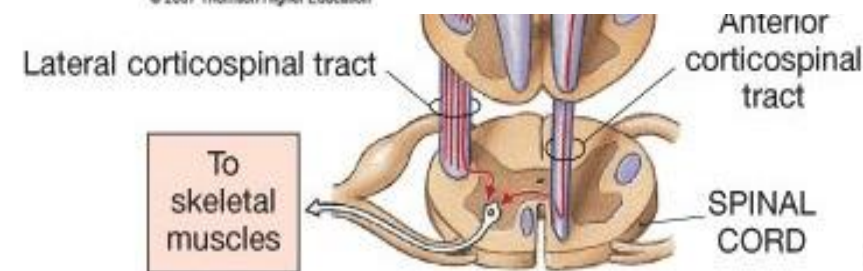
Všechna svalová vlákna (jednotlivé neuromuskulární ploténky) v rámci inervace jedním motoneuronem (3 – 200 vláken)

- Samovolný záškub MJ = FASCIKULACE (končetinové svaly, jazyk)



- = Motor unit 1 (low threshold--fires first)
- = Motor unit 2
- = Motor unit 3 (high threshold--fires last)

© 2007 Thomson Higher Education



(a) Corticospinal pathway



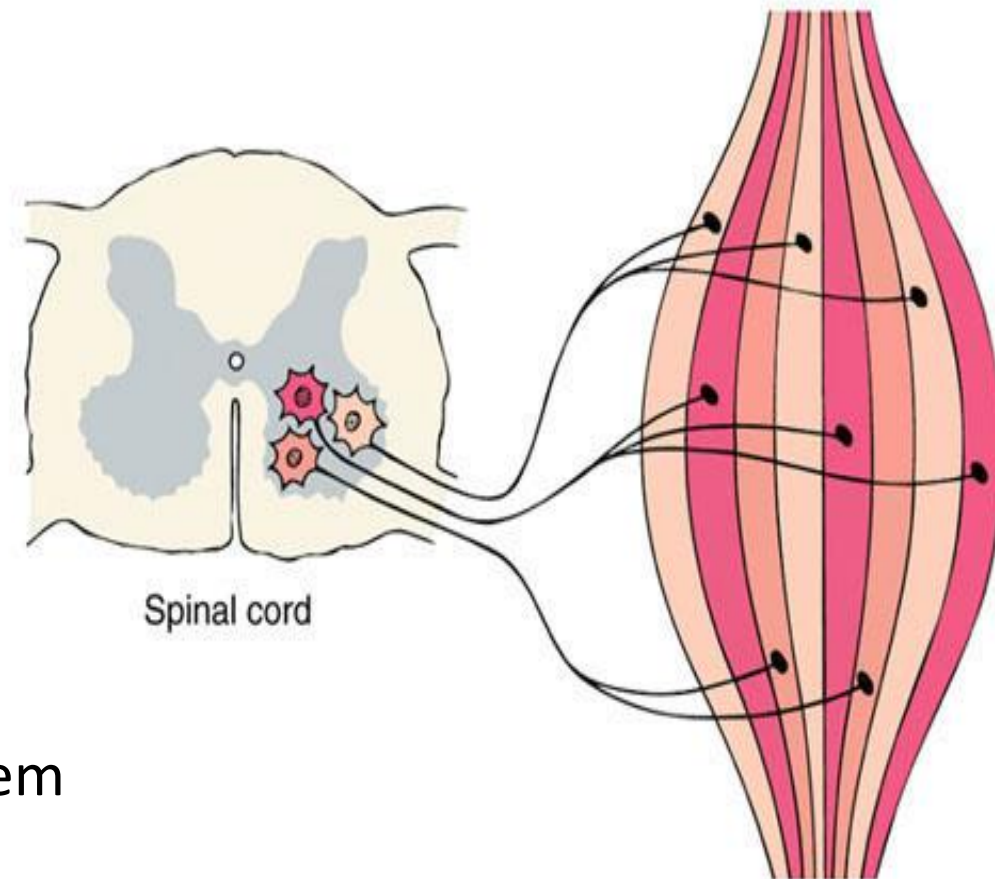
# ZÁKLADNÍ TYPY POHYBŮ

## CÍLENÁ (VOLNÍ) MOTORIKA

- jednoduché pohyby (lokomoční, rytmické)
- složité (cílené, vůlí řízené pohyby)

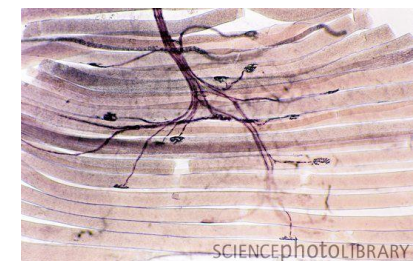
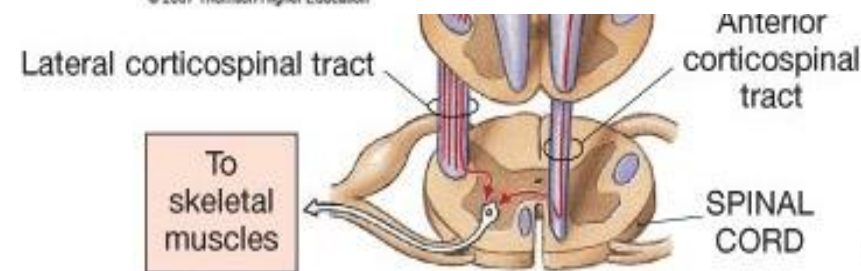
## REFLEXNÍ ODPOVĚDI

- rychlé, stereotypní, mimovolné, vyvolané stimulem
- součástí řady volných pohybů,
  - např. udržují svalový tonus,
  - relaxují antagonisty při kontrakci agonistů apod.



- = Motor unit 1 (low threshold--fires first)
- = Motor unit 2
- = Motor unit 3 (high threshold--fires last)

© 2007 Thomson Higher Education



(a) Corticospinal pathway

# REFLEX

= základní funkční jednotka nervového systému

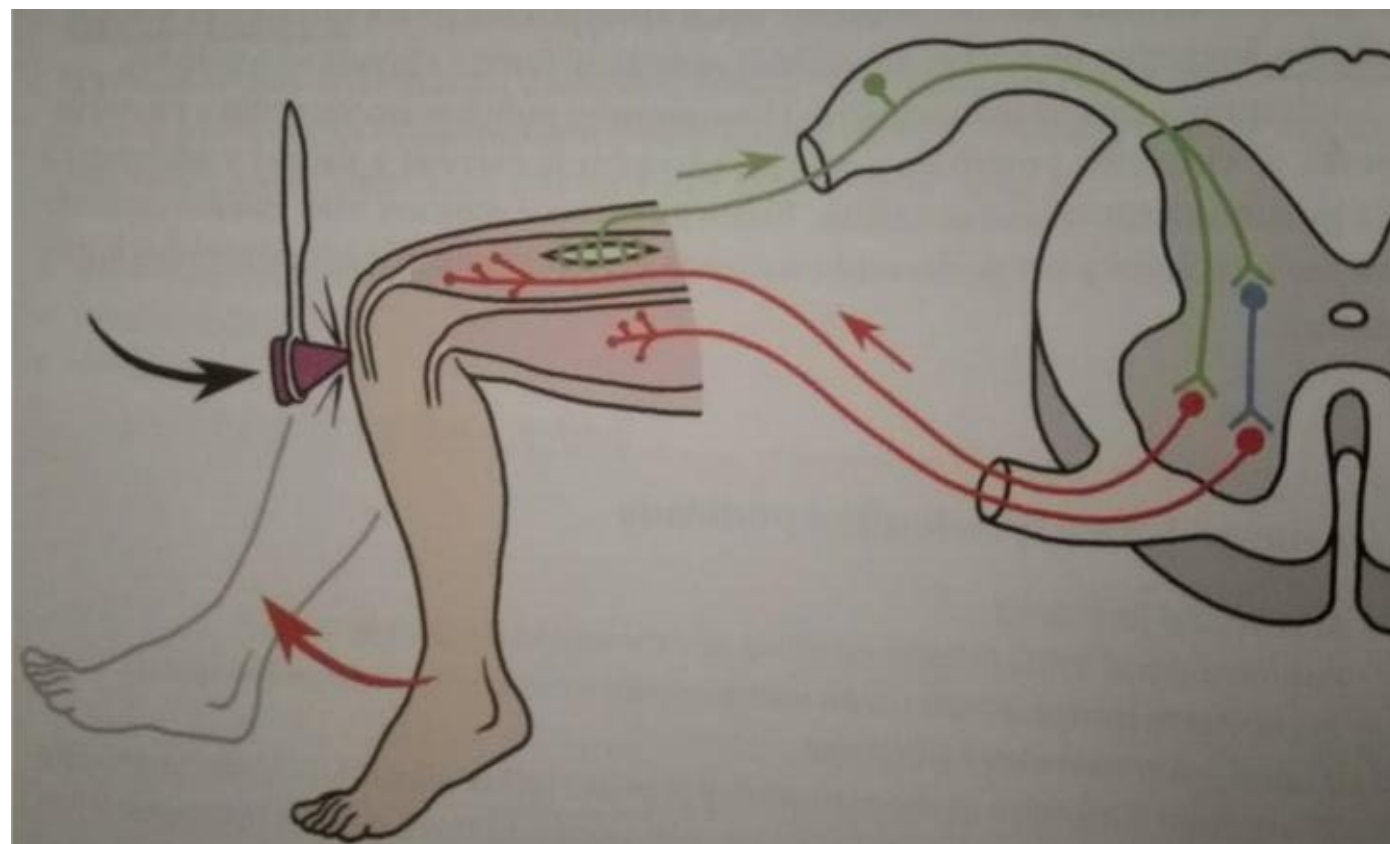
Podkladem je **REFLEXNÍ OBLOUK (viz vpravo)**

**MONOSYNAPTICKÉ** (proprioceptivní, myotatické, napínací)

- základní element spinální motoriky, např. reflex Achillovy šlachy

**POLYSYNAPTICKÉ** (exteroceptivní),

- Vřazeny interneurony
- Aktivace podrážděním senzitivních receptorů v kůži (např. břišní reflexy)



**Tzv. patellární monosynaptický napínací šlacho-okosticový reflexní oblouk** – poklep kladívka na šlachu musculus quadriceps femoris dojde k protažení svalu a tím se podráždí svalová vřeténka (senzitivní neuron, **zelená**), jež se v míše přenesou na ALFA-motoneurony (**červená** a interneurony, **modrá**, zároveň utlumí antagonistické svaly) téhož svalu a dojde k reflexnímu stahu kvadricepsu jehož výsledkem je extenze bérce v koleni.

# ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ

- **Postižení motoriky = svalová slabost (obrna)**

**Obrna** = ztráta schopnosti provést volní pohyb (cílený, reflexy mohou zůstat zachovány)

**PARÉZA** = neúplná ztráta

HEMIPARÉZA (postižení pravé nebo levé poloviny těla)

PARAPARÉZA (postižení horní nebo dolní poloviny těla)

KVADRUPARÉZA (ztráta hybnosti horních i dolních končetin (vč. trupu a často i celého šíjového svalstva)

**PLEGIE** = úplná ztráta

HEMIPLEGIE

PARAPLEGIE

KVADRUPLEGIE

# EXTRAPYRAMIDOVÉ DRÁHY

- Motorické struktury, do kterých patří zejména **premotorická kůra frontálního laloku** (část ležící před vlastní motorickou kůrou), **podkorových struktur** (zejména **bazálních ganglií** – tedy šedých jader prakticky uvnitř drah bílé hmoty mozku) a **mozkového kmene**.

= hrají významnou roli při **spouštění a koordinaci volných pohybů** (např. naplánování výsledného pohybového vzorce) a **tzv. pohybových automatismů** (např. chůze nebo běh).

Při poruše extrapyramidových drah vznikají tzv. **movement disorders**.

**i** Jednotlivé složky extrapyramidového systému se pojí s jiným typem funkcí, než je hybnost. Vlastní extrapyramidový syndrom je proto spojen i s častým vznikem demencí, s poruchami autonomního nervového systému, aj.)

## LÉZE EXTRAPYRAMIDOVÉHO SYSTÉMU

HYPERKINETICKO-DYSTONICKÉ FORMY

HYPOKINETICKO-RIGIDNÍ SYNDROM

# Co je pro mozek jeden „like“?



PYRAMIDOVÁ DRÁHA

Cílené **přesné** pohyby  
(jemná motorika)

EXTRAPYRAMIDOVÁ DRÁHA

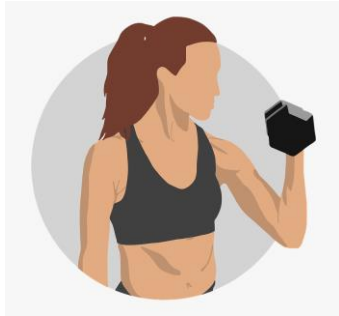
**Spouštění** a koordinace volných  
pohybu a pohybových **automatismů**  
(např. chůze do schodů, běh)

FUNKCE MOZEČKU

Koordinace **aktuálně probíhajícího**  
pohybu a udržování **rovnováhy**

# SOMATICKÉ ČITÍ

- Slouží k vnímání vlastního těla a **vlivů z vnějšího prostředí**.
- Patří mezi nejčastější projevy postižení nervového systému.



ZMĚNY SVALOVÉHO  
NAPĚTÍ



TEPLO A CHLAD



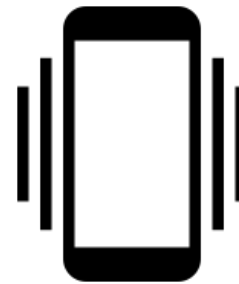
BOLEST



DOTEK



POLOHOCIT A  
POHYBOCIT



VIBRACE

# SENZITIVNÍ DRÁHY

**3. PRIMÁRNÍ SOMATOSENZORISKÁ KŮRA**  
(gyrus postcentralis, pariet. lalok)

2. Thalamus

Na úrovni prodloužené míchy se kříží a dále běží na druhé straně.

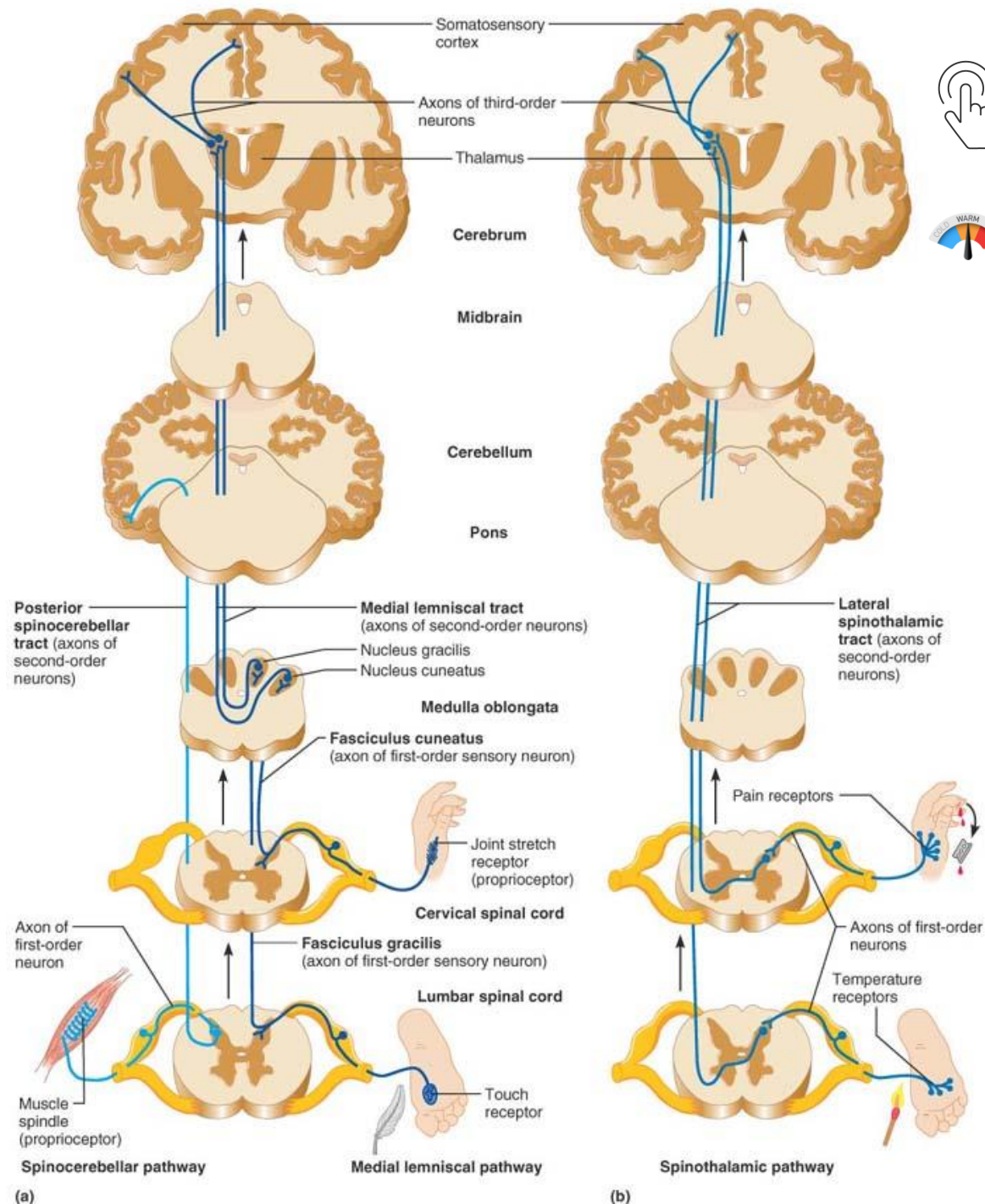
Jádra v prodloužené míše

Bez přepojení v zadním rohu.

1. Pseudounipolární buňky spinálního ganglia (zadní kořen)

Kořen, plexus, nerv (dendrity)

Receptor v kůži, svalech, šlachách, kloubech



**3. PRIMÁRNÍ SOMATOSENZORISKÁ KŮRA**  
(gyrus postcentralis, pariet. lalok)

**3. ZADNÍ ČÁST INZULY**

Dvě primární dráhy

2. Thalamus

Na úrovni míchy se kříží a dále běží na druhé straně (kontralat.)

Přepojení v zadním rohu míšním  
(± 2 segmenty výše a níže)

1. Pseudounipolární buňky spinálního ganglia (zadní kořen)

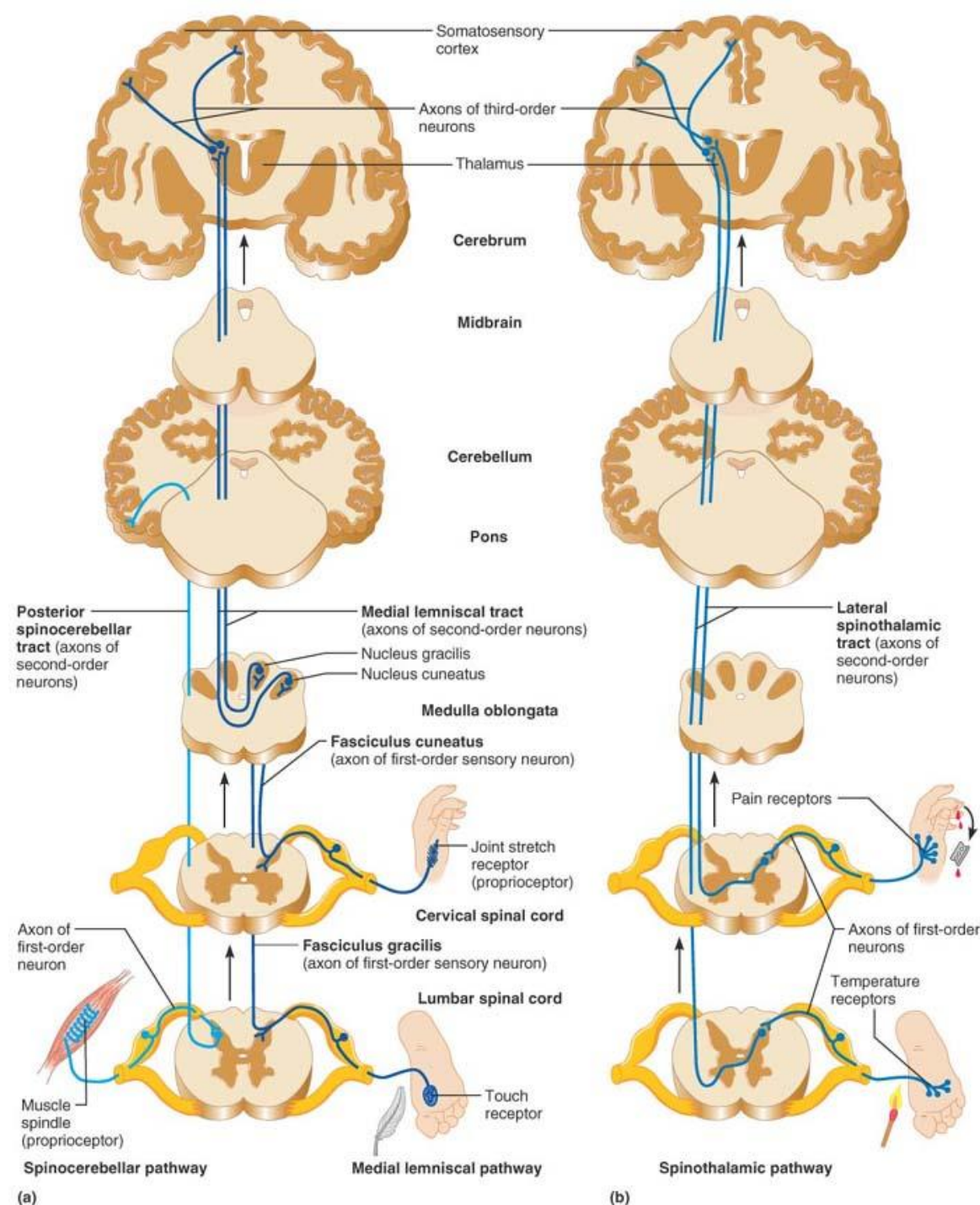
Kořen, plexus, nerv (dendrity)

Receptor/volné nervové zakončení



## HLUBOKÉ ČITÍ LEMNISKÁRNÍ SYSTÉM ZADNĚPROVAZCOVÝ SYSTÉM

POLOHOCIT A POHYBOCIT  
VIBRAČNÍ ČITÍ  
JEMNÉ DISKRIMINAČNÍ ČITÍ



## POVRCHOVÉ ČITÍ SPINOTHALAMICKÝ SYSTÉM ANTEROLATERÁLNÍ SYSTÉM

ALGICKÉ ČITÍ (BOLEST)  
TERMICKÉ ČITÍ (TEPLOTA)  
HRUBÉ TAKTILNÍ ČITÍ





# RECEPTORY

- Reagují na mechanické, termické či chemické podněty a převádějí je na **bioelektrické potenciály**.

## 1. Volná nervová zakončení (termoreceptory + nociceptory)

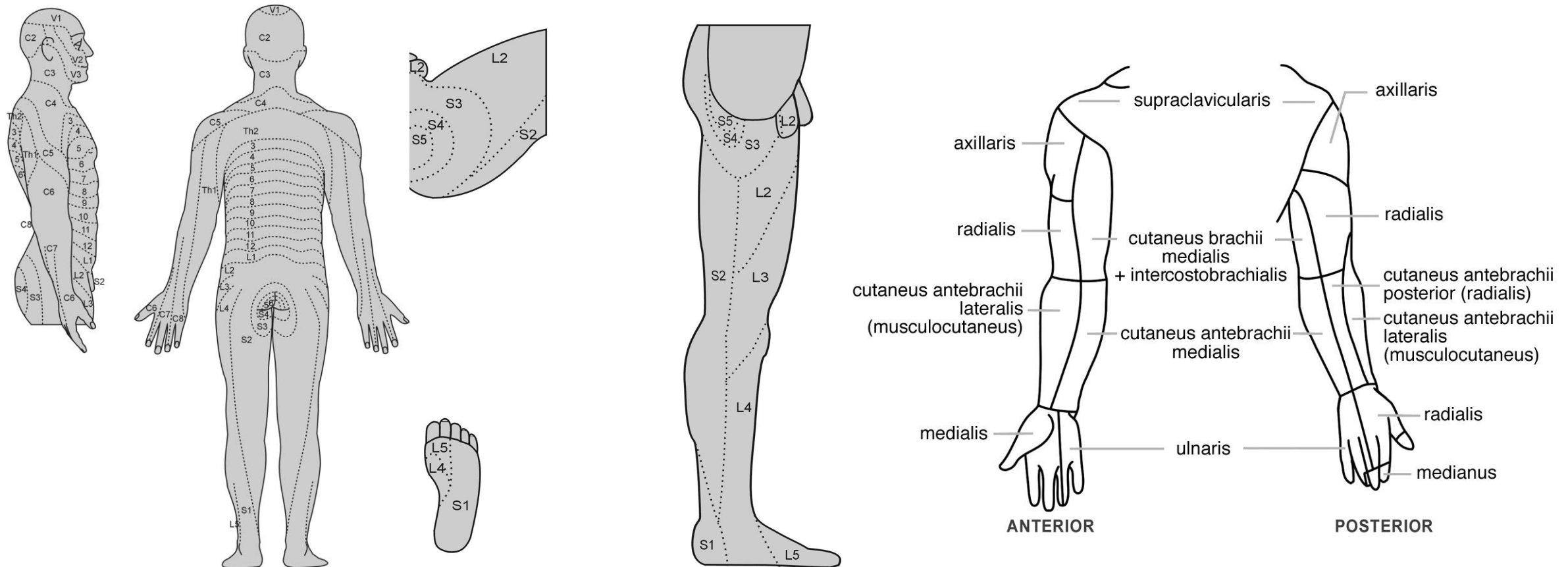
- Spojena s málo myelinizovanými a nemyelinizvanými vlákny (tj. vedení je pomalejší).

## 2. Opouzdřené receptory (= nízkoprahové mechanoreceptory)

- Spojena s neurony s myelinizovanými vlákny (tj. vedení je rychlejší)
- Veden je tak zejména **dotyk, tlak, vibrace, stereognózie, statestézie a kinestézie**.

# SENZITIVNÍ SYNDROMY

- Fylogeneticky je tělo rozděleno na tzv. **areae radicales** (dermatomy), to je dáno distribucí a inervací **míšních kořenů**. Dle distribuce můžeme tedy soudit, která část míchy může být postižena.
- Stejně tak na tzv. **areae nervinae**, tedy distribuce která je dána inervací **periferních nervů**.



# VYŠETŘENÍ SENZITIVITY - ANAMNÉZA

- Je třeba zdůraznit, že zejména při vyšetření senzitivity poskytují **subjektivní potíže pacienta velmi cennou informaci** (naopak také mohou být velmi zavádějící, většina vyšetření je založena na subj. vnímání pacienta)
  - Při vyšetření je nutno využívat různých jasně **definovaných škál citlivosti/bolesti**, neboť jednotlivé vjemy mohou být individuálně vnímány (např. různé prahy bolesti).
- Ptáme se na ráz/charakter, lokalizaci, časové okolnosti a průvodní jevy a zhoršující faktory (noc/klid/pohyb).

## NEGATIVNÍ SENZITIVNÍ DYSFUNKCE

= ve smyslu **snížení** nebo **úplného výpadku** funkce  
(obvykle pozdní indikátor dysfunkce)

**HYPESTÉZIE (snížené vnímání)**

**ANESTÉZIE (úplná ztráta)**

## POZITIVNÍ SENZITIVNÍ DYSFUNKCE

= ve smyslu něčeho **nadbytečného/navíc** (tzv. + vjemu)  
(obvykle časný a výrazně subjektivní indikátor dysfunkce)

Podkladem vzniku senzitivní dysfunkce je **abnormální generování ektopických impulzů** na senzitivní dráze anebo **dysbalance mezi přívodními (aferentními) senzitivními systémy** a podíl centrálních mechanismu (tzv. senzitivace).

# VYŠETŘENÍ SENZITIVITY

## NEGATIVNÍ SENZITIVNÍ DYSFUNKCE

= ve smyslu **snížení** nebo **úplného výpadku** funkce  
(obvykle pozdní indikátor dysfunkce)

### HYPESTÉZIE (snížené vnímání)

### ANESTÉZIE (úplná ztráta)

**i** Názvosloví pak vytváříme přidáním předpony anebo určením modality – algoanestezie, termohypestezie, taktilní anestezie nebo pallanestezie (tj. úplný výpadek vibračního čítí).

Vzniká tak hemi-algo-anestezie, taktilní kvadruhypestezie nebo para-pallhypestezie DKK.

## POZITIVNÍ SENZITIVNÍ DYSFUNKCE

= ve smyslu něčeho **nadbytečného/navíc** (tzv. + vjemu)  
(obvykle časný a výrazně subjektivní indikátor dysfunkce)

### DYSESTÉZIE

Abnormální nepříjemný až bolestivý vjem, spontánní/vyvolaný stimulem (běžně nebolestivým). Chybné vnímání reálných podnětů (např. dotyk = chlad)

### PARESTÉZIE

Nebolestivý abnormální/klamný vjem charakteru pálení, píchání, brnění nebo mrtvění, spontánní nebo vyvolaný stimulem.

### AL(L)ODYNIE

Bolest, vyvolaná podnětem, který bolest běžně nevyvolává (např. dotykem)

# VYŠETŘENÍ SENZITIVITY

## NEGATIVNÍ SENZITIVNÍ DYSFUNKCE

= ve smyslu **snížení** nebo **úplného výpadku** funkce  
(obvykle pozdní indikátor dysfunkce)

**HYPESTÉZIE (snížené vnímání)**

**ANESTÉZIE (úplná ztráta)**

**i** Jednotlivé pozitivní senzitivní dysfunkce se mohou kombinovat.

## POZITIVNÍ SENZITIVNÍ DYSFUNKCE

= ve smyslu něčeho **nadbytečného/navíc** (tzv. + vjemu)  
(obvykle časný a výrazně subjektivní indikátor dysfunkce)

**HYPERESTÉZIE**

Zvýšení citlivosti vůči nějakému typu stimulů (vzácná).

**HYPERPATIE**

Zvýšený senzitivní práh pro nějakou modalitu, pokud je překročen, vjem je velmi bolestivý či nepříjemný.

**BOLEST**

Viz dále

# VYŠETŘENÍ SENZITIVITY

## NEGATIVNÍ SENZITIVNÍ DYSFUNKCE

= ve smyslu **snížení** nebo **úplného výpadku** funkce  
(obvykle pozdní indikátor dysfunkce)

**HYPESTÉZIE (snížené vnímání)**

**ANESTÉZIE (úplná ztráta)**

**i** Bolest může být akutní (až týdny trvající, dobře lokalizovaná a obvykle nociceptivní) nebo chronická (nad 3 měsíce trvající, často neúměrná, špatně lokalizovatelná, obvykle neuropatická a ovlivněná často psychologickými a sociálními faktory).

**i** Proč má smysl vědět a znát jednotlivé druhy bolesti?

Protože např. neuropatická bolest (oproti nociceptivní) obvykle daleko méně reaguje na běžný analgetickou (snižující bolest) medikaci (např. ibuprofen) a je třeba specifických léků pro její tlumení. A naopak.

## POZITIVNÍ SENZITIVNÍ DYSFUNKCE

= ve smyslu něčeho **nadbytečného/navíc** (tzv. + vjemu)  
(obvykle časný a výrazně subjektivní indikátor dysfunkce)

## BOLEST

**SPONTÁNNÍ**

**NOCICEPTIVNÍ**

Stimulace nociceptorů při intaktním nervovém systému.

**NEUROPATICKÁ**

Důsledek poškození periferního či centrálního nervového systému

**VYVOLANÁ**

**ALLODYNE**

**HYPERALGÉZIE**

Zvýšená percepce bolestivých podnětů; vl. hyperestézie

**FYZIOLOGICKÁ**

Např. píchnutí špendlíkem.

# PERIFERNÍ NERVOVÁ VLÁKNA

- **MOTORICKÁ**

- buňky (= motoneurony) v předních rozích míšních + v motorických gangliích některých hlavových nervů
- axony vedou odstředivě (ke svalům), silné, myelinizované

- **SENZITIVNÍ**

- buňky v gangliích zadních kořenů + některých hlavových nervů
- vedou dostředivě (z kůže a orgánů), síla a stupeň myelinizace dle funkce

- **AUTONOMNÍ** (vegetativní): vždy odstředivě, tenká nemyelinizovaná

- *SYMPATICKÁ*: 1. buňky v míše, 2. buňky v gangliích blízko míchy (truncus sympaticus)
- *PARASYMPATICKÁ*: těla 1. buněk v jádrech CNS nebo v sakrální míše, 2. buňky jsou v gangliích ve stěně orgánů nebo v jejich blízkosti

# HLAVOVÉ NERVY – ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ A FUNKCE

= **Mozkové** či **hlavové nervy**, jinak též **kraniální nervy** (latinsky: *Nervi craniales*) jsou **nervy periferní nervové soustavy**.

- Na rozdíl od spinálních nervů vystupujících z míchy, **vystupují z mozkového kmene** (prodloužené míchy, Varolova mostu a středního mozku).
- Resp. z mozkového kmene vystupuje třetí až dvanáctý hlavový nerv, první a druhý hlavový nerv jsou vývojově výchlípkami mozku (a nemají tak charakter periferních nervů)



# HLAVOVÉ NERVY – ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ A FUNKCE



1. Nervus olfactorius - **nerv čichový**



2. Nervus opticus - **nerv zrakový**

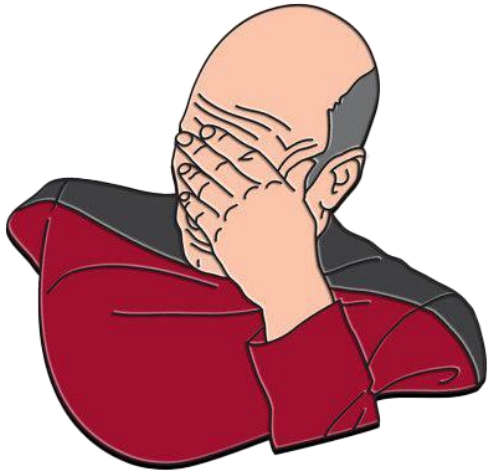


3. Nervus oculomotorius - **nerv okohybný**

4. Nervus trochlearis - **nerv kladkový**

6. Nervus abducens - **nerv odtahující**

# HLAVOVÉ NERVY – ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ A FUNKCE



5. Nervus trigeminus - **nerv trojklanný**



6. Nervus facialis - **nerv lícní**



8. Nervus vestibulocochlearis - **nerv sluchově-rovnovážný**

# HLAVOVÉ NERVY – ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ A FUNKCE

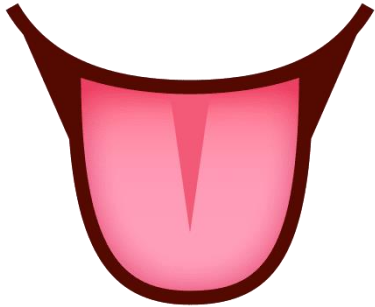


9. Nervus glossopharyngeus - **nerv jazykohltanový**

10. Nervus vagus - **nerv bludný (bloudivý)**

11. Nervus accessorius - **nerv přídatný**

# HLAVOVÉ NERVY – ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ A FUNKCE



**12. Nervus hypoglossus - nerv podjazykový**

# ZÁKLADNÍ PRINCIPY ANATOMICKÉHO A FUNKČNÍHO USPOŘÁDÁNÍ NERVOVÉHO SYSTÉMU

MUDr. Jan Kolčava, MUDr. Jan Kočica, MUDr. Peter Krkoška