

**NERVOVÁ SOUSTAVA**  
**(SYSTEMA NERVOSUM)**

# FUNKCE NERVOVÉ SOUSTAVY

## **řídící funkce**

- nervové řízení činnosti orgánů, jedná se tedy o kybernetický systém organismu
- základní vlastností je excitabilita (iritabilita, schopnost podráždění) a generování elektrických nervových impulzů

## **Nervová buňka (neuron)**

- základní složka nervové soustavy
- vysoce specializované (vzrušivost, vodivost)

## **Neuroglie**

- podpůrná, nutritivní, obranné a další funkce

# Neuron

1. tělo (perikaryon)

2. výběžky

- dendrity: příjem podnětů
- neurit (axon): vede vzruch z buňky k další struktuře

# Rozdělení neuronů:

- **Unipolární** neurony pouze jeden výběžek axon (primární smyslové buňky, čichová buňka, tyčinky a čípky sítnice)
- **Bipolární** neurony jeden neurit (axon) a jeden dendrit, obvykle odstupují na opačných pólech buněčného těla (druhý neuron zrakové dráhy)
  
- **Pseudounipolární** neuron zvláštní typ bipolárního neuronu, v blízkosti těla dendrit a axon splývají v jediný výběžek, dendraxon, po různě dlouhém průběhu ve tvaru písmene T se opět rozděluje na výběžky dva – centrální a periferní raménko (typické pro spinální ganglia a ganglia mozkových nervů)
- **Multipolární** neurony nejpočetnější, z buněčného těla vystupuje několik dendritů a jeden axon, hvězdovitý tvar („typické“ neurony).80%

# Synapse

- zakončen rozšířením – **terminální buton** – vstupuje do kontaktu s další nervovou buňkou – spojení **synapse** (sval – **nervosvalová ploténka**)
- presynaptická membrána, postsynaptická membrána (receptory napojené na iontové kanály)
- přenos podnětu – šíření axonem odstředivě jako elektrický signál – **akční potenciál**
- **terminální buton** – vezikuly s **neurotransmitery (mediátory)**

# Motorická ploténka

- příčně pruhovaná svalovina, hladká svalovina, endokrinní nebo exokrinní žláza

## Neurotransmitery (mediátory)

- Depolarizace (excitační) - ↑
- Hyperpolarizace (inhibiční) - ↓

**Akční potenciál (repolarizace)**



# Neuroglie

- **Astrocyty** - největší z neurogliových buněk (prostředí)  
Vysílají dlouhé výběžky opatřené nožkami (vaskulární pedikly), které obalují všechny cévy CNS => **HEB**
- **Oligodendrocyty** - najdeme jak v šedé tak i v bílé hmotě myelinizují nervová vlákna v CNS (výživa, homeostáza)
- **Mikroglie** -nejmenší z neuroglií (primárně v kostní dřeni)  
obranná funkce - schopnost fagocytózy
- **Ependymové buňky** - vystylají centrální kanál míšní a mozkové komory -jsou omývány mozkomíšním mokem a napomáhají jeho toku.

# Neuroglie

**Funkce:** urychlují vedení vzruchu, výživa, homeostáza, obranná funkce

## Myelinová pochva

**CNS:** oligodendroglie

**PNS:** Schwanovy buňky

- izolátor, přerušena  
Ranvierovými zářezy,  
šíření vzruchu skokem
- myelinizovaná vlákna  
rychlejší přenos  
vzruchu

**Těla neuronů: ganglia, šedá hmota v CNS**

**Výběžky neuronů: bílá hmota v CNS, nervy PNS**

# ROZDĚLENÍ NERVOVÉ SOUSTAVY

## 1. centrální nervový systém (*systema nervosum centrale*)

mícha (*medulla spinalis*)

mozek (*encephalon, cerebrum*)

- zadní mozek (*rhombencephalon*)
- prodloužená mícha (*medulla oblongata*)
- most Varolův (*pons Varoli*)
- mozeček (*cerebellum*)
- střední mozek (*mesencephalon*)
- přední mozek (*prosencephalon*)
- mezimozek (*diencephalon*)
- koncový mozek (*telencephalon*)

## 2. periferní nervový systém (*systema nervosum periphericum*)

spojuje CNS s periferií organismu (dostředivě, odstředivě)

- spinální nervy (*nervi spinales*)
  - hlavové nervy (*nervi craniales*)
- } **Mozkomíšní nervy**

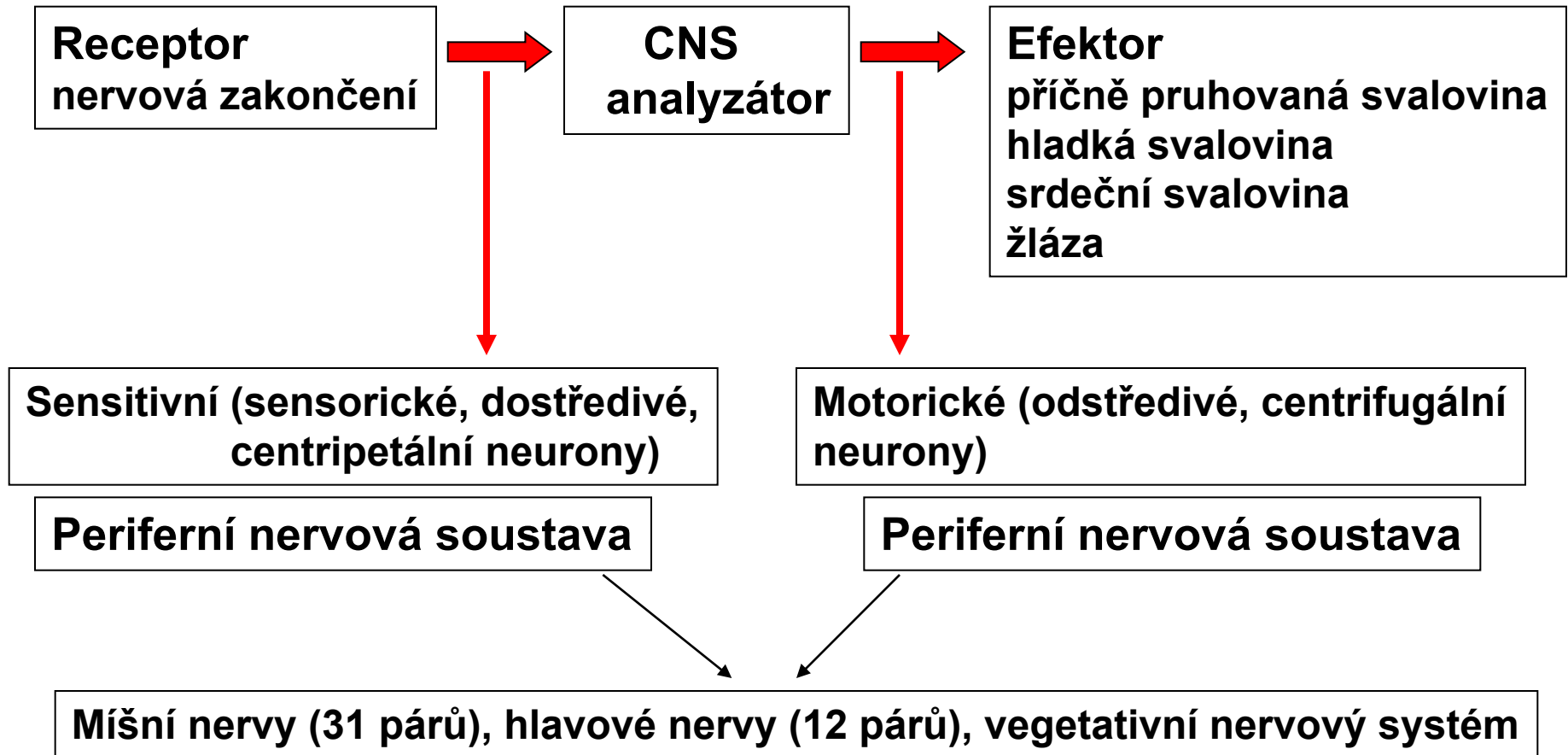
- sympatikus (*pars sympathica*)
  - parasypatikus (*pars parasympathica*)
- } **Autonomní nervy**

# Pojmy:

- **funiculus** = provazec  
x
- **fasciculus** = svazek axonů -HETEROGENNÍ struktura má původ v rozdílných jádrech šedé hmoty a tvoří synapse též v různých strukturách  
x
- **tractus** = dráha - svazek axonů - HOMOGENNÍ struktura vlákna mají shodný původ i zakončení
- **ipsilaterální x kontralaterální**
- **rostrální** = označení směru v NS odpovídající jejímu funkčnímu uspořádání (resp. Fylogenetickému vývoji) od spodního konce míchy k přednímu okraji mozku – doslova K NOSU

# Nervový systém

- 1) zprostředkovává vztahy mezi vnějším prostředím a organismem
- 2) zajišťuje odpověď organismu na podněty zvnějšku
- 3) zprostředkovává vztahy mezi všemi částmi organismu
- 4) zajišťuje celistvost (integraci) všech dějů v organismu



# FUNKČNÍ TYPY AXONŮ V PNS

Aferentní

somatosenzitivní



kožní čítí, propiocepce, bolest

viscerosenzitivní



mechanocepce, bolest

senzorické ←● aferentace chuti, sluchu, vestib. informací

Eferentní

somatomotorické



příčně pruhovaná svalovina

branchiomotorické



příčně pruhovaná svalovina

visceromotorické



hladká svalovina

sympatické



myokard

parasympatické



žlázy

# REFLEXNÍ OBLOUK

- **Reflex je fyziologický děj, jehož podstatou je reakce organismu na změnu vnějšího nebo vnitřního prostředí – jedná se o odpověď organismu na podráždění.**

Nervový systém neustále monitoruje stav vnějšího i vnitřního prostředí organismu pomocí receptorů, zpracovává tyto informace v centrální nervové soustavě a vydává na základě toho pokyny, které realizují výkonné orgány – efekторы. Tento systém převodu informací z vnějšího a vnitřního prostředí těla přes CNS zpět k výkonným orgánům se nazývá reflex.

- Anatomickým podkladem reflexu je **reflexní oblouk** – systém nervových drah, na kterých se reflex uskutečňuje. Reflexní oblouk obsahuje následující složky:

1. **Receptory**
2. **Dostředivé nervové dráhy**
3. **Centrální nervová soustava**
4. **Odstředivé nervové dráhy**
5. **Efektory**



# RECEPTORY

**Receptor (senzor):** reaguje na změny vnějšího nebo vnitřního prostředí organismu a tyto změny převádí na akční potenciály nervových impulzů a vysílá je do řídicího centra v CNS

Rozdělení podle umístění:

**exteroreceptory** – receptory, které reagují na podněty (změny) z vnějšího prostředí organismu

**interoreceptory** – receptory, které reagují na podněty (změny) z vnitřního prostředí organismu

Podle konkrétního umístění je dělíme na:

**proprioceptory** – receptory umístěné v pohybovém systému (ve svalech, šlachách a kloubních pouzdrech)

**visceroreceptory** – receptory umístěné v útrobních orgánech a cévách

Rozdělení podle fyzikálního charakteru působícího podnětu  
**mechanoreceptory** – receptory reagující na mechanické podněty  
**chemoreceptory** – receptory reagující na chemické podněty  
**termoreceptory** – receptory reagující na tepelné podněty  
**fotoreceptory** – receptory reagující na světlo

Speciálním případem, jsou tzv. **algoreceptory** – receptory reagující na bolest.

---

## **Svaly**

- svalová a šlachová vřeténka (intrafusální vlákna) – **stupeň kontrakce a napětí svalových vláken**
- volná nervová zakončení v endomysiu a kolem svalových vláken - **bolest**

# DOSTŘEDIVÉ NERVOVÉ DRÁHY

Dostředivé (aferentní, centripetální, senzitivní) dráhy jsou dráhy vedoucí nervové impulzy z receptorů do centrální nervové soustavy.

Dostředivé dráhy: tvořeny výběžky tzv. senzitivních neuronů, jejichž těla jsou uložena mimo CNS v tzv. senzitivních gangliích.

Dostředivé dráhy dělíme na:

somatosenzitivní dráhy – přinášejí informace z receptorů v kůži a v pohybovém systému

viscerosenzitivní dráhy – přinášejí informace z visceroreceptorů (z útrobních orgánů)

senzorické dráhy – přinášejí informace ze sensorů – specializovaných smyslových orgánů (zrakový, sluchový, pohybově-rovnovážný, čichový a chuťový)

# CENTRÁLNÍ NERVOVÁ SOUSTAVA

**Centrální nervová soustava (CNS) je řídicí centrum nervového systému. Přijímá informace z receptorů prostřednictvím dostředivých nervových drah, tyto informace zpracovává a vyhodnocuje a zajišťuje odpovědi organismu prostřednictvím odstředivých nervových drah a efektorů.**

**Nervová tkáň CNS je tvořena dvěma typy hmoty:**

**Šedá hmota (substantia grisea)**

**Bílá hmota (substantia alba)**

## **šedá hmota (*substantia grisea*):**

- tvořena těly a dendrity neuronů + gliovými buňkami
- těla neuronů přijímají informace z axonů senzitivních neuronů v senzitivních gangliích a vydávají nové informace tzv. motorickým neuronům v CNS
- na cestě mezi senzitivním a motorickým neuronem nemusí být u nejjednodušších reflexů žádný jiný přepojovací neuron, obvykle ale bývá mezi nimi vložen jeden nebo více přepojovacích neuronů, tzv. interneurony

## **bílá hmota (*substantia alba*):**

- tvořena svazky myelinizovaných axonů neuronů uložených v hmotě šedé, které obstarávají komunikaci mezi neurony šedé hmoty

### **asociační dráhy**

### **komisurální dráhy**

**projekční dráhy** - podle směru je dělíme na dvě skupiny:

- **vzestupné (ascendentní) dráhy** – dráhy jdoucí od nižšího centra k vyššímu. Jsou pokračováním dostředivých (aferentních, senzitivních) periferních drah.
- **sestupné (descendentní) dráhy** – dráhy jdoucí od vyššího centra k nižšímu. Jsou pokračováním odstředivých (eferentních, motorických) periferních drah.

# ODSTŘEDIVÉ NERVOVÉ DRÁHY

Odstředivé (eferentní, centrifugální, motorické) nervové dráhy:

- vedou nervové impulzy z centrální nervové soustavy do efektorů (výkonných orgánů)
- začínají tzv. motorickým neuronem v CNS, axon tohoto neuronu opouštějící CNS představuje vlastní odstředivou (motorickou) dráhu

somatomotorické dráhy

visceromotorické dráhy

# EFEKTORY

Efektory jsou výkonné orgány či tkáně, které zajišťují vlastní odpověď organismu na podráždění. Mohou jimi být:

svalové buňky – výsledkem reflexu je pohyb

žlázové buňky – výsledkem reflexu je sekrece

---

1. **Sestupné dráhy ovládající motoneurony**
2. **Vmezeřený neuron (interneuron)**
3. **Buňky senzitivních vláken ve spinálních gangliích**
4. **Svalové vřetenko (informace o napětí šlachy)**
5. **Senzitivní nerv vedoucí informaci o napětí šlachy**
6. **Senzitivní nervová zakončení gama-motoneuronu na intrafusálních vláčknech**
7. **Motorické zakončení gama motoneuronu na intratrafusálních vláčknech svalu**
8. **Motorická zakončení alfa-motoneuronu na extrafusálních vláčknech svalu**



# PERIFERNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

## (*systema nervosum periphericum*)

- periferní nervový systém je tvořen soustavou nervů a nervových uzlin (ganglií), které zprostředkovávají oboustranný přenos informací mezi centrální nervovou soustavou a periferií (kůží, pohybovým systémem a útrobními orgány)
- nerv se skládá z nervových vláken a vaziva
- nervová vlákna jsou myelinizovaná (bílé) nebo nemyelinizovaná (šedé) výběžky neuronů
- nervová vlákna tvoří svazečky, několik svazečků vytváří nerv
- jednotlivá nervová vlákna jsou v nervu spojena vazivem – **endoneurium**
- svazečky vláken jsou spojeny vazivem – **perineurium**
- povrch nervu je obalen vazivovým obalem – **epineurium**
- ve vazivu uvnitř nervu probíhají cévy, které zajišťují jeho výživu

# senzitivní nervy

- obsahují dostředivá ( aferentní) vlákna, která vedou informaci z receptorů do CNS
- mají do svého průběhu vložena senzitivní ganglia s těly pseudounipolárních neuronů (jeden výběžek větvící se na **centrální a periferní raménko**)
- periferní raménko vede vzruchy od receptorů v periférii do ganglia, svazky těchto periferních ramének tvoří nerv
- centrální raménko vede vzruchy z ganglia do šedé hmoty CNS

**somatosenzitivní** – vedou informace z receptorů v kůži a pohybovém systému (svalech, šlachách, periostu, kloubních pouzdrech)

**viscerosenzitivní** – vedou informace z receptorů v orgánech

**senzorické** – vedou informace ze senzorů

## motorické nervy

- obsahují odstředivá (eferentní) vlákna, která vedou z CNS do efektorů (svalů nebo žláz) a zajišťují jejich činnost
- vznikají v jádrech šedé hmoty míchy nebo mozkového kmene (tělo neuronu)

**somatomotorické nervy** – inervují příčně pruhovanou svalovinu, do které se jejich nervová vlákna (axony) dostávají přímo, bez přepojení

**visceromotorické nervy** – inervují hladkou svalovinu a žlázové buňky, do nichž se jejich nervová vlákna dostávají po alespoň jednom přepojení ve vsunutém tzv. autonomním gangliu

## smíšené nervy

- obsahují jak motorická, tak senzitivní vlákna. **Většina nervů je smíšených**, pouze některé jsou buď čistě motorické nebo čistě senzitivní

# Periferní systém

**1. podle toho, z jaké části centrální nervové soustavy nervy vycházejí, je dělíme na:**

míšní (spinální) (vystupují skrze foramina intervertebralia)

hlavové (kraniální) (prostupují přes bázi lebny)

**2. podle inervovaných oblastí těla rozdělit na dvě skupiny:**  
somatický nervový systém

- je řízen naším vědomím
- složen ze somatosenzitivních a somatomotorických (popř. senzitivních) nervových vláken (drah)
- inervuje tedy senzitivně kůži a pohybový systém (svaly, šlachy, kosti, kloubní pouzdra), motoricky příčně pruhované svaly

autonomní nervový systém

- pracuje nezávisle na našem vědomí
- sympaticus, parasympaticus

# MÍŠNÍ NERVY (*nervi spinales*)

- míšní nervy odstupují z míchy v počtu 31 párů
  - krční nervy (*nervi cervicales*) – 8 párů
  - hrudní nervy (*nervi thoracici*) – 12 párů
  - bederní nervy (*nervi lumbales*) – 5 párů
  - křížové nervy (*nervi sacrales*) – 5 párů
  - kostrční nerv (*nervus coccygeus*) – 1 pár
- každý spinální nerv vystupuje z míchy dvěma kořeny, předním (*radix ventralis*) a zadním (*radix dorsalis*)
- přední kořeny obsahují pouze vlákna odstředivá (eferentní, motorická), zadní kořeny pouze vlákna dostředivá (aferentní, senzitivní)
- zadní kořen má do svého průběhu vsunutou nervovou uzlinu (*ganglion spinale*)

**Zadní kořen (radix dorsalis)** obsahuje aferentní vlákna, která slouží k povrchovému i hlubokému čítí, vedení bolesti, tepla a chladu. Na každém zadním kořenu leží ganglion spinale, které obsahuje neurony aferentních vláken.

**Přední kořen (radix ventralis)** obsahuje eferentní somatomotorická (ke kosterním svalům) i visceromotorická vlákna (k hladkým svalovým buňkám ve stěnách orgánů a cév, v kůži atd.). Blokádou tohoto kořene při subarachnoidální anestezii dochází k přechodné paralýze svalů.

- vlastní míšňní nerv vzniká spojením předního a zadního kořene a z páteřního kanálu vystupuje skrz **foramen intervertebrale**
- v oblasti dolní bederní a křížové části páteřního kanálu se nachází „chvost“ radikulárních vláken, tzv. **cauda equina**
- po výstupu z páteřního kanálu se míšňní nerv rozvětví na 2 větve – zadní větev (**ramus dorsalis**) a přední větev (**ramus ventralis**), obě větve obsahují jak dostředivé, tak odstředivé dráhy.

Ramus dorsalis: netvoří plexy (pleteně)

Ramus ventralis: tvoří plexy (pleteně)

Míšní nerv

Zadní větev (ramus posterior)

Míšní segment

Přední větev (r. anterior)

Nervová pleteň

„Periferní  
nerv“

**Nervové pleteně jsou vždy tvořené jenom z předních větví příslušných míšních nervů!**



## ramus dorsalis (rami dorsales) – netvoří plexy

- krátká a tenká větev míšního nervu
- **funkce:** je motorická i senzitivní inervace epaxiálního (zadního) oddílu trupu (smíšené nervy)
- motoricky inervuje autochthonní (hluboké) svaly zádové a senzitivně kůži v oblasti zad
- ve svém průběhu si zadní větve zachovávají jednoduché segmentární uspořádání
- pouze zadní větve **C1 – C3**, **L1 – L3** a **S1 – S3** mají složitější úpravu

## **C1 – C3**

**n.suboccipitalis**

**n.occipitalis major**

**n.occipitalis tertius**

- suboccipitální svaly + kůže

## **L1 – L3 a S1 – S3**

**nn. clunium superiores**

**nn. clunium medii**

- kůže hýžd'ové krajiny

## Ramus dorsalis:

- **ramus medialis** (hluboké zádové svaly a kůže mediálně)
- **ramus lateralis** (převaha motorickým vláken k laterálním svalům)

## ramus ventralis (rami ventrales)

- delší a silnější větev míšního nervu
- **Funkce:** motorická i senzitivní inervace hypaxiálního (předního) oddílu trupu
- inervuje tedy motoricky svalstvo přední části trupu (krku mimo suprahoidní svaly, hrudníku, břicha a pánve) a svalstvo končetin (tedy svalstvo vzniklé rovněž z hypaxiálních oddílů myotomů) a senzitivně kůži na přední části trupu a na končetinách
- ve svém průběhu mají složitější uspořádání než zadní větve míšních nervů, dáno ztrátou segmentace (navzájem se proplétaly a vytvořily nervové pleteně (**plexy**):
- **Plexus cervicalis C1-C4**
- **Plexus brachialis C4-Th1**
- **Nervi thoracici Th1-Th12** (zachováno segmentální uspořádání)
- **Plexus lumbalis Th12-L4**
- **Plexus sacralis L4-5,S1-5,Co**

Ve třetím měsíci intrauterinního života mícha vyplňuje celou délku páteřního kanálu, později ale páteř roste mnohem rychleji a mícha novorozence obvykle končí u dolní hranice **L3**.

Rozdílný růst má za následek, že lumbální a sakrální kořeny se prodlužují pro dosažení příslušných meziobratlových prostorů a tvoří **cauda equina**. Naopak horní hrudní kořeny probíhají horizontálně.

# Segmentová inervace těla

- lze vysledovat okrsky inervované z jednoho míšního segmentu

**Areae radicales (kořenové okrsky):** oblasti inervované jedním míšním segmentem

**Area radicularis sensitiva:** oblast periferie senzitivně inervovaná jedním zadním míšním kořenem (= jedním míšním segmentem), skládá se z **DERMATOMU** (oblast kůže) a oblasti útrobní a svalů inervovaných senzitivně stejným zadním kořenem

**Areae radicales viscerales (útrobní kořenové okrsky):** oblasti vnitřních orgánů jejich senzitivní inervace je vedena do míchy cestou jednoho míšního nervu a jeho kořenů

**Area radicularis motorica:** oblast svalů motoricky inervována jedním předním míšním kořenem (**myotom**)

**Areae nervinae (nervové okrsky):** oblast periferie inervována jedním periferním nervem (a.n. sensitiva + a.n. motorica)

# Míšní dermatomy

- každému míšnímu segmentu odpovídá určitá kožní oblast, která je senzitivně zásobena příslušným míšním nervem - **dermatom**
- prostřednictvím těchto anatomických vztahů je možno veškerý tělesný povrch rozdělit do segmentů čili **dermatomů** (sousedící dermatomy se mohou překrývat – nikoli však přes střední čáru)

Anesteziolog musí znát dermatomy kožní inervace i segmentální nervové zásobení, aby mohl plánovat rozsah anestezie a přizpůsobit jej očekávanému výkonu.

**DERMATOM- kožní oblast inervovaná z jednoho míšního nervu ( míšního segmentu)**



- rozdíl mezi dermatomem (area radicularis sensitiva) a area nervina (sensitiva)

## Míšní nerv

Zadní větev (ramus posterior)

1. Míšní segment

2. Míšní segment

3. Míšní segment

Nervová pleteň  
Přední větve (rr. anteriores)

**Dermatom 1 a 2**

**Area nervina (sensitiva)**

## Areae radicales viscerales (útrobní kořenové okrsky):

oblasti vnitřních orgánů jejich senzitivní inervace je vedena do míchy cestou jednoho míšního nervu a jeho kořenů

- **zadní kořen vede somatosenzitivitu**



- **i viscerosenzitivitu**



- při vedení bolesti z útroeb tak může dojít k jevu, kdy impulzy z orgánů jsou (na úrovni spinálního ganglia nebo míchy) převedeny na neurony vedoucí vněmy z kůže, což vede k přecitlivělosti daného okrsku kůže na dotek, tyto okrsky, typické pro jednotlivé vnitřní orgány se nazývají

**HEADOVY zóny.**

## HEADOVY zóny

- podobně, při poškození vnitřního orgánu se může bolest přenášet i do jiné oblasti těla, inervované senzitivně **stejným zadním míšním kořenem** – **IRADIACE** bolesti, typicky např. iradiace bolesti u infarktu myokardu do ulnární strany levé HK (ale často i jinam, např. do dolní čelisti)

- **Obrázky:**
- **Atlas der Anatomie des Menschen/Sobotta. Putz,R., und Pabst,R. 20. Auflage. München:Urban & Schwarzenberg, 1993**
- **Netter: Interactive Atlas of Human Anatomy.**
- **Naňka, Elišková: Přehled anatomie. Galén, Praha 2009.**
- **Čihák: Anatomie I, II, III.**
- **Drake et al: Gray's Anatomy for Students. 2010**