

TRACTUS NERVOSI - DRÁHY NERVOVÉ

Tractus - nervová dráha (zkratka tr.)

Homogenní skupina neuronů, která propojuje 2 šedé struktury CNS a vede nervové vzruchy stejné povahy. V ryze anatomickém pojetí jsou všechny nervové dráhy **jednoneuronové**.

Funkční pojetí nervových drah

Ve funkčním pojetí existují **dráhy jednoneuronové** i **víceneuronové**. **Víceneuronové dráhy** jsou řetězce neuronů spojených stejnou funkcí. Všechny neurony takového řetězce vedou nervové vzruchy stejné povahy.

Řazení neuronů víceneuronových drah

- 1) Neurony jsou seřazeny longitudinálně za sebou (vzestupně nebo sestupně) a propojují tak mezi sebou různé etáže CNS. Výchozí struktura prvního neuronu řetězce je odlišná od cílové struktury posledního neuronu. Patří **dlouhé projekční dráhy** (projikují z jedné etáže CNS do etáže jiné).
- 2) Neurony jsou uspořádány do **dráhového okruhu**: 1. neuron dráhového okruhu začíná v určité šedé struktuře CNS a jeho poslední neuron se do výchozí struktury znovu vrací. Výchozí a cílová struktura dráhového okruhu je tedy totožná. Nejjednodušší dráhové okruhy jsou dvouneuronové.

V dalším výkladu se budeme přidržovat funkčního pojetí drah, běžně používaného v klinice.

Klasifikace drah

▪ Dráhy projekční

Jsou to **dráhy dlouhé**. Propojují mezi sebou šedé struktury (jádra, kůru) uložené v odlišných etážích CNS – projikují tedy z jedné etáže do jiné etáže. Některé jsou jednoneuronové, jiné víceneuronových.

▪ Dráhy krátké

Propojují mezi sebou 2 šedé struktury v éže etáži CNS. V anatomickém i funkčním pojetí jsou to jednoneuronové dráhy.

▪ Dráhy vzestupné a sestupné

- **dráhy vzestupné**: projekční dráhy, které spojují nižší etáž CNS s vyšší etáží.
- **dráhy sestupné**: projekční dráhy, které spojují vyšší etáž CNS s etáží nižší.

▪ Dráhy přímé a nepřímé

- **dráhy přímé** = projekční dráhy, které propojují výchozí a cílovou strukturu krátkou málonuronovou cestou. Jsou vývojově mladé..
- **dráhy nepřímé** = projekční dráhy, které propojují výchozí a cílovou strukturu delší - víceneuronovou cestou.. Jsou vývojově staré.

▪ Dráhy motorické + dráhy senzitivní a sensorické

- **dráhy motorické** jsou zapojeny do regulace hybnosti
- **dráhy senzitivní** vedou do CNS čítí od exteroceptorů, proprioreceptorů a interoreceptorů
- **dráhy sensorické** vedou do CNS čítí od smyslových receptorů

DRÁHY MOTORICKÉ

Rozumí se jimi soubor všech nervových drah, které jsou zapojeny do regulace hybnosti. Patří k nim **dráhy pyramidové a extrapyramidové**.

DRÁHY PYRAMIDOVÉ

Jsou to projekční **přímé** motorické dráhy **volní hybnosti** (tj. vůlí ovládané hybnosti). Jsou fylogeneticky i ontogeneticky mladé: u člověka se jejich myelinizace dokončuje teprve v průběhu několika let po narození. Novorozenec je proto tvorem extrapyramidovým.

Spojují motorickou kůru hemisféry s motoneurony předních rohů míšních a s motoneurony jader hlavových nervů jednoneuronovou cestou. Začínají v primární motorické kůře. Jejich

název je odvozen od průběhu přes pyramidy prodloužené míchy. Patří k nim **tractus cortico-spinalis a tractus cortico-nuclearis**.

TRACTUS CORTICO-SPINALIS

Dráha volní hybnosti trupu a končetin. Anatomicky jednoneuronová dráha, která spojuje primární motorickou kůru s motoneurony předních rohů míšních.

Funkčně dvouneuronová dráha: **1. neuron (centrální, horní)** spojuje motorickou kůru s motoneurony předních rohů míšních. **2. neuron (periferní, dolní)** spojuje přední rohy míšni s příčně pruhovanými svaly.

• **1. neuron**

- Začíná v primární motorické kůře - **Brodmannova area 4** - v rozsahu horních 2/3 gyrus praecentralis (viz **Penfieldův motorický homunkulus**)
- Průběh:
Z kůry pokračuje do bílé hmoty hemisféry, odtud do kmene mozku a nakonec do bílé hmoty míchy. Postupně probíhá v:
 - **centrum semiovale**: zde je široce „vějířovitě“ uspořádána
 - **vnitřním poudru**: v jeho zadním ramenu
 - **bazálních nástavbách** všech částí kmene: Název dráha pyramidová je odvozen od průběhu v **pyramidách** prodloužené míchy (což je bazální nástavba oblongaty).
 - **míše**, kde probíhá v postranních a předních provazcích míšních jako **tr. cortico-spinalis lateralis** a **tr. cortico-spinalis ventralis**
- Křížení
 - Vlákna 1. neuronu se kříží a spojuje tak motorickou kůru jedné hemisféry s kontralaterálními rohy míšními a jejich prostřednictvím se svaly kontralaterální poloviny těla.
 - Největší počet vláken se kříží na rozhraní prodloužené a hřbetní míchy v **decussatio pyramidum**. Po zkřížení probíhají v míše jako **tractus cortico-spinalis lateralis**.
 - Vlákna nezkrížená v dekusaci probíhají v míše jako **tractus cortico-spinalis ventralis**. I tato vlákna se kříží, ale teprve na úrovni míšního segmentu, v jehož předních míšních rozích končí.

• **2. neuron**

- Spojuje přední rohy míšni s homolaterálními příčně pruhovanými svaly trupu a končetin. Je tvořen **motoneurony předních rohů míšních**.
- Průběh: axony motoneuronů předních rohů vystupují z míchy cestou předních kořenů míšních
- Zakončení představují **motorické (nervosvalové) ploténky** příčně pruhovaných svalů trupu a končetin, v nichž je nervový vzruch transformován ve svalový stah.

TRACTUS CORTICO-NUCLEARIS

Dráha volní hybnosti příčně pruhovaných svalů hlavy. Anatomicky jednoneuronová dráha - spojuje motorickou kůru s motorickými jádry hlavových nervů. Funkčně dvouneuronová dráha. Dráha probíhá v těsném sousedství traktu kortiko-spinálního.

• **1. Neuron**

- Začíná v dolní třetině primární motorické kůry - v **gyrus praecentralis** (viz **Penfieldův motorický homunkulus**), **BA 4** „gyrus frontalis (BA 8, 44), gyrus occipitalis (BA 4, 19)- pro oko-hybné nervy

- Probíhá v bílé hmotě hemisféry: nejdříve v **centrum semiovale**, potom ve **vnitřním poudru (capsula interna)** v genu.
- Ve kmeni se postupně zakončuje na **motorických neuronech jader hlavových nervů**, uložených v různých výškových úrovních kmene (ncl.originis V., VII., IX., X., XI., XII.) a ncl.originis okohybných nervů.
- Křížení:
Situace je odlišná od tr. cortico-spinálního: některá motorická jádra hlavových dostávají vlákna zkřížená, jiná jádra vlákna nezkřížená.
 - Zakončení na motoneuronech motorických jader hlavových nervů.
 - **2. neuron** spojuje neurony motorických jader hlavových nervů s příčně pruhovalými svaly: perikarya 2. neuronu tvoří **motorická jádra hlavových nervů**, axony 2. neuronu probíhají cestou hlavových nervech.

Somatotopická organizace pyramidových drah

1. neuron pyramidových drah je v celém průběhu **somatotopicky organizován**.

- V primární motorické kůře „**stojí člověk na hlavě - zavěšen za nohy ve fissura interhemispherica**“ = **Penfieldův motorický homunkulus**: tr. cortico-spinalis začíná v horních 2/3 primární motorické kůry, tr. cortico-nuclearis v její dolní 1/3.
- V capsula interna se „**člověk postavil na nohy**“ - hlava je vepředu, noha vzadu: tr. cortico-nuclearis probíhá v genu, tr. cortico-spinalis v přední části crus posterior.

DRÁHY EXTRAPYRAMIDOVÉ (MIMOPYRAMIDOVÉ)

Řadí se sem všechny motorické dráhy, které neprocházejí pyramidami. Expy dráhy se dělí na:

- **Projekční dráhy extrapyramidové**
- **Spoje (motorických) bazálních ganglií**
- **Dráhy mozečku**
- **Fasciculus longitudinalis medialis (FLM)**

Projekční extrapyramidové dráhy

Vývojově staré projekční dráhy, které spojují motorickou kůru hemisféry s motoneurony předních rohů míchy viceneuronovou cestou, s „přepojením“ v kmenových motorických jádrech (např. RF, ncl. ruber,).

Patří k nim např.

- **Tr. cortico-reticulo-spinalis** s přepojením v motorickém systému RF
- **Tr. cortico-rubro-spinalis** s přepojením v nucleus. ruber středního mozku)

Spoje bazálních ganglií

- BG jsou propojena mezi sebou i s dalšími motorickými strukturami mozku (např. motorickou kůrou či motorickým thalamem). Většina spojů BG má ráz **okruhů**. V okruzích BG se pohybuje množství neurotransmitterů.
- Důležitým okruhem je **okruh nigro-striato-nigrální**, v jehož nigro-striatální části se pohybuje dopamin - produkovaný neurony SN a axonálním transportem dopravovaný do striata. Jeho nedostatek ve striatu je hlavní příčinou Parkinsonovy choroby.
- Hlavním okruhem BG je okruh **kortiko-striato-palido-thalamo-kortikální**, v němž se „cizeluje“ plán pohybu vytvořený motorickou kůrou.

Dráhy mozečku

- Aferentní a eferentní **dráhy archi-, paleo- a neocerebella**.
- **Okruh kortiko-ponto-cerebello-thalamo-kortikální**, v němž se „opravuje“ plán pohybu vytvořený motorickou kůrou - před vlastním provedením volního pohybu.

Fasciculus longitudinalis medialis (FLM) - dráha konjugovaných pohybů očí a hlavy (konjugované pohyby očí a hlavy = sdružené pohyby očí a hlavy týměž směrem)

Vývojově starý svazek, který u člověka samostatně (bez účasti kůry mozkové) zprostředkovává **mimovolní konjugované pohyby očí** v závislosti na poloze hlavy, jako odpověď na vestibulární stimuly.

- Prochází celým kmenem (proto longitudinalis), ve kmeni je uložen podél středové roviny (proto „medialis“).
- Ve svazku jsou zapojena
 - **motorická jádra okohybných nervů (n. III, IV, VI)**: inervují příčně pruhované okohybné svaly, provádějící pohyby bulbů
 - **vestibulární jádra n. VIII** (pohyby očí se dějí v závislosti na poloze hlavy)

DRÁHY SENSITIVNÍ

Přímé senzitivní dráhy

Vedou čítí z extero-, propio- a interoreceptorů do CNS.

- vedou čítí do specifických senzitivních jader thalamu a po přepojení v nich do primární senzitivní kůry (gyrus postcentralis, Brodmannova a. 3,1,2).
 - Podle toho, kudy jejich 1. neuron probíhá se dělí na:
 - senzitivní **dráhy míšní**: Jejich 1. neuron vstupuje do míchy. Vedou uvědomělé čítí z trupu a končetin.
 - senzitivní dráhy **hlavových nervů**: Jejich 1. neuron je veden cestou hlavových nervů V, VII, IX, X do mozkového kmene. Vedou uvědomělé čítí z obličejové části hlavy.
 - Podle kvality vedeného čítí se dělí na:
 - dráhy **hrubého** (protopatického) **čítí**
 - dráhy **jemného** (epikritického) **čítí**
 - Podle průběhu drah v bílé hmotě míchy a podle makroskopického vzhladu 2. neuronu ve kmeni mozkovém se dělí na:
 - **dráhy antero-laterálního systému**: 2. neuron části těchto drah probíhá v antero-laterálních provazcích míšních. Vedou **protopatické čítí**.
 - **dráhy lemniskární**: Jejich 2. neuronu po zkřížení ve kmeni mozkovém má vzhled bílé stužky a nese název **lemniscus** (l. lemniscus - pásek, stužka). Vedou **epikritické čítí a uvědomělou propriocepci**.

Čítí jemné, hrubé a proprioceptivní a jejich vedení

- **Čítí hrubé, protopatické**
 - Zahrnuje vývojově staré kvality čítí, které informují živočicha o noxách, které ohrožují jeho zdraví či život: **čítí tepla** (a chladu) a **bolesti**.
 - Vedené je vývojově starými projekčními **dráhami**
- **Čítí jemné, epikritické**
 - Zahrnuje vývojově mladé kvality čítí: **čítí dotekové, hmat, diskriminační čítí** (rozlišování 2 bodů)
 - Vedené je vývojově mladými projekčními **dráhami**
- **Čítí proprioceptivní** – čítí svalové, šlachové a kloubní

Senzitivní dráhy míšní

- **Míšní dráhy hrubého čítí** (míšní dráhy antero-laterálního systému)

- Jejich 1. neuron sídlí mimo CNS ve spinálním gangliu a končí v homolaterálním ncl. proprius zadních rohů míchy.
- 2. neuron představují buňky ncl. proprius, jejichž axony se ještě v míše **kříží** a přecházejí do druhostranných předních a postranních provazců míšních (proto dráhy antero-laterálního systému).
- Dráhy jsou v celém svém průběhu somatotopicky organizovány.

Patří k nim:

➤ **Tractus spino-thalamicus: 3-neuronová dráha**

- **1. neuron:** tvoří **T-buňky spinálních ganglií** - jejich axony vstupují cestou zadních kořenů do míchy a končí v homolaterálním ncl. proprius
- **2. neuron:** začíná v ncl. proprius, v míše se kříží se a pokračuje v kontralaterální ½ míchy jako **tr. spino-thalamicus lateralis et anterior** (jeho průběh v předních a postranních provazcích míšních dal název celému systému projekčních drah hrubého čítí). Končí v příslušných specifických sensitivních jádrech kontralaterálního (vzhledem k ncl. proprius) thalamu.
- **3. neuron** - neuron **thalamo-kortikální** spojuje thalamus s primární sensitivní kůrou: končí v kůře horních 2/3 g. postcentralis (viz Penfieldův sensitivní homunkulus), BA 3,1,2.

• **Míšní dráha jemného čítí a uvědomělé proriocepce (dráhy lemniskární):**

Vývojově mladé přímá projekční sensitivní dráha. Patří sem především:

➤ **Míšní dráha dráha zadních provazců (míšní dráha jemného čítí, tractus spino-bulbo-thalamo-corticalis)**

- **1. neuron** je uložen ve spinálních gangliích. Axony pseudounipolárních buněk ganglií vstupují cestou zadních kořenů do bílé hmoty homolaterálních zadních provazců míšních a pokračují přes ně do homolaterálních jader zadních provazců v prodloužené míše.
- **2. neuron**(ncl.gracilis et cuneatus medialis) se kříží. Spojuje jádra zadních provazců s kontralaterálním specifickým sensorickým thalamem. 2. neuron po zkřížení tvoří **lemniscus medialis** (fibrae arcuatae internae).
- **3. neuron** spojuje thalamus s primární sensitivní kůrou v horních 2/3 gyrus postcentralis - viz sensitivní Penfieldův homunkulus, BA 3,1,2.

Senzitivní dráhy hlavových nervů (trigeminové systémy)

Vedou do CNS uvědomělé čítí z obličejové části hlavy. Dělí se - obdobně jako přímé sensitivní dráhy míšní - na:

- dráhy vedoucí hrubé čítí (dráhy antero-laterálního systému)
- dráhy vedoucí jemné čítí (dráhy lemniskární)

Jejich **1. neuron** probíhá v hlavových nervech V, VII, IX, X a jimi je přiváděn do **trigeminových sensitivních jader** ve kmeni mozkovém: perikarya 1. neuronu jsou reprezentována „**T**“**buňkami sensitivních ganglií hlavových nervů** (tato ganglia jsou obdobou míšních ganglií), **dendrity** „**T**“ buněk vedou do ganglií čítí jemné, hrubé a uvědomělé proriocepce z hlavy, **axony** „**T**“ bb. pseudounipolárních ganglií se zakončují v **sensitivních trigeminových jádrech n. V** (ncl. spinalis, ncl. pontius) ve kmeni mozkovém. **2. neuron** (**senzitivní trigeminová jádra n. V** (ncl. spinalis, ncl. pontius))spojuje sensitivní jádra trigeminu s kontralaterálním specifickým sensorickým thalamem.

3. neuron -**thalamo-kortikální** spojuje thalamus s primární sensitivní mozkovou kůrou v dolní 1/3 g. postcentralis - viz Penfieldův sensitivní homunkulus, BA 3,1,2.

Nepřímé sensitivní dráhy

Neprocházejí thalamem - vedou neuvědomělé proprioceptivní cití do kůry spinálního mozečku.

Z několika drah, vedoucích neuvědomělé proprioceptivní cití do mozečku, uvádíme pouze

- **Tr. spinocerebellaris anterior a posterior:** 1. neurony („T“ bb. spinálních ganglií) končí v homolaterálním ncl. Stilling-Clarac (ncl. thoracicus) zadních rohů míchy. 2. neurony (ncl. thoracicus) probíhají skrze bílou hmotu míchy a kmene mozkového a cestou mozečkových pedunkulů vstupují do kůry spinálního mozečku.
- **Tr. bulbocerebellaris:** 1. neuron je T buňka spinálních ganglií, 2. neurony tvoří těla ncl.cuneatus lateralis jejichž neurity jdou jako fibrae arcuatae externae do mozečku přes pedunculli cerebellares inferiores.

