

# Vývoj míchy

Základ centrální nervové soustavy tvoří na začátku **3. týdne** ploténka ztlustělého ektodermu, **neurální ploténka**. Má tvar pantoflíčky ležící ve střední čáře na dorzální straně embrya před primitivním uzlem (Hensenovým). Laterální okraje ploténky se zvedají a vytvářejí neurální valy. Neurální valy se přibližují k sobě až nakonec srostou, a vytvoří neurální trubici. Srůstání začíná v krční krajině a pokračuje kraniálním i kaudálním směrem. Náhle začínají neurální valy srůstat, neurální trubice má otvory *neuroporus anterior et posterior*. Uzavírání neuroporů postupuje kraniálně i kaudálně a v stádiu 18–20 somitů dochází k úplnému uzavření předního neuroporu (25. den), uzavěr zadního neuroporu se uskutečňuje o dva dny později.

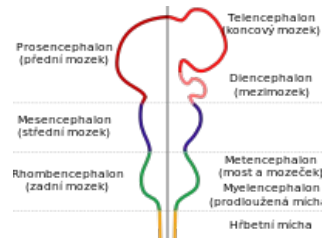


Schéma mozkových váčků embrya

**Na hlavovém konci neurální trubice se tvoří 3 primární mozkové váčky**

1. přední mozek neboli *prosencephalon*;
2. střední mozek neboli *mesencephalon*;
3. zadní mozek neboli *rhombencephalon*.

**Současně se tvoří 2 ohbí**

1. týlní ohbí neboli *flexura cervicalis* – hranice zadního mozku a míchy;
2. temenní ohbí neboli *flexura cephalica* – oblast středního mozku.

**Změny v 5. týdnu**

1. prosencephalon se skládá ze 2 částí:
  - *telencephalon* neboli koncový mozek;
  - *diencephalon* neboli mezimozek.
2. Mesencephalon.
3. Rhombencephalon:
  - *metencephalon*;
  - *myelencephalon*.

**Hřbetní mícha (*medulla spinalis*) má uvnitř kanálek (*canalis centralis*), který pokračuje do dutiny v mozkových váčcích**

- v rhomboencephalon – 4. mozková komora;
- v diencephalon – 3. mozková komora;
- v telencephalon, resp. mozkové hemisféry – postranní mozkové komory jsou spojeny se třetí komorou pomocí *foramen interventriculare (Monroi)*;
- v mezencephalon – *aquaeductus mesencephali (Sylvii)*.

## Vrstvy míchy

**Neuroepitelová vrstva**

- Neuroepitelové buňky tvoří stěnu právě vytvořené neurální trubice, *canalis centralis*. Celou stěnu neurální trubice tyto buňky prostupují, a ještě před uzavřením a hlavně po uzavření neurální trubice se rychle dělí a jejich počet masivně narůstá. Vzniká tak silná vrstva víceřadého neuroepithelu.
- Z neuroepitelových buněk se po uzavření trubice diferencuje další generace buněk, charakterizované jako buňky s velkým světlým jádrem a tmavým jadérkem – prekursorové buňky neuronů, neuroblasty.

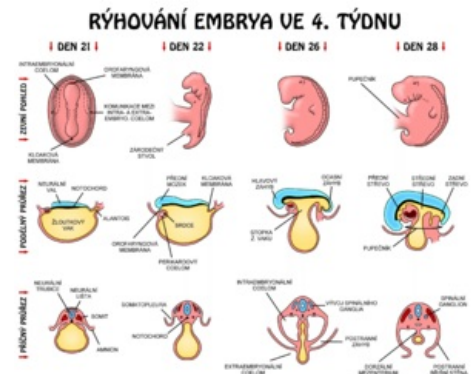
**Plášťová vrstva**

- Vytvářejí ji neuroblasty.
- Je kolem periventrikulární neuroepitelové vrstvy.
- Později z ní vzniká šedá hmota.

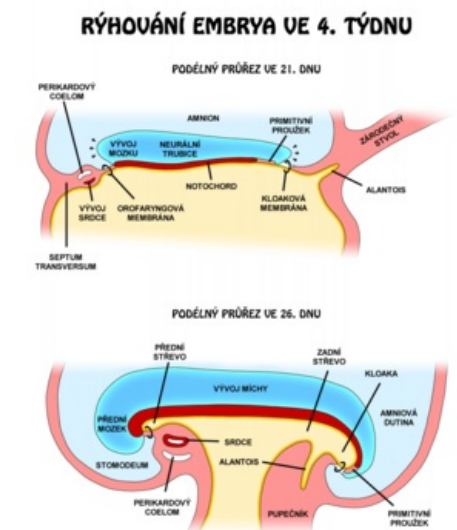
**Okrajová vrstva**

- Obsahuje nervová vlákna vystupující z neuroblastů plášťové vrstvy.
- Myelinizací získává bělavý vzhled – bílá hmota míšní.

## Ploténky míchy



4. týden embryonálního vývoje



4. týden embryonálního vývoje

Neustálým množováním neuroblastů v plášťové vrstvě neurální trubice dochází k jejímu zmožutnění na ventrálním a dorsálním okraji.

### **Bazální ploténka** – ventrální ztlustění

- obsahuje diferencující se motoneurony předních rohů míšních – motorická oblast míchy.

### **Alární ploténka** – dorsální ztlustění

- senzitivní oblast míchy.

Hranicí alární a bazální ploténky je **sulcus limitans**.

Části neurální trubice ležící ve střední čáře dorsálně jsou označovány jako **stropová ploténka** a části ležící ventrálně jako **spodinová ploténka** a jsou bez neuroblastů; obsahují křížící se nervová vlákna.

Mezi oblastí basální a alární ploténky se diferencuje skupina neuronů, které vytvářejí menší postranní roh – jedná se o skupinu neuronů, projikují do sympatické části autonomního nervového systému a které jsou vytvořeny jen hrudní (Th1-Th12) a horní bederní (L1-L3) částí míchy.

## **Histogeneze neurální trubice**

### **Neurony**

- pocházejí z neuroblastů, které vznikají dělením neuroepithelových buněk. Nejprve mají centrální výběžek, který směřuje k lumen centrálního kanálku jako přechodný dendrit, vycestuje do plášťové vrstvy podél radiálně uspořádaných gliových buněk, toto vlákno mizí a neuroblast je dočasně kulatý a bez výběžku – **apolární neuroblast**. Později se diferencují dva nové cytoplazmatické výběžky na protějších stranách buněčného těla – **bipolární neuroblast**. Jeden z výběžků roste rychleji a vytváří primitivní axon a výběžek na opačné straně se větví a vytváří primitivní dendrity – **multipolární neuroblast**, z něhož se vyvíjí zralý **neuron**. Ten ztrácí schopnost dělení.

**Axony neuronů basální ploténky** pronikají okrajovou zónou a vystupují na ventrolaterálním obvodu hřbetní míchy. Vedou motorické vzruchy z míchy do svalů a společně vytvářejí **přední kořen míšních nervů**.

**Axony neuronů alární ploténky** pronikají do okrajové zóny míchy a tam běží buď vzestupně, nebo sestupně do různých úrovní míchy a stávají se z nich **asociační a projekční neurony a interneurony**.

### **Gliové buňky**

- **Pocházejí z glioblastů**, které vznikají z neuroepithelových buněk. Migrují z neuroepithelové periventrikulární vrstvy do plášťové vrstvy, kde se diferencují v astrocyty dvojího typu – **plazmatické a fibrilární astrocyty**. **Oligodendrocyty** pocházejí také z glioblastů, migrují do okrajové zóny a vytvářejí myelinové pochvy sestupných a vzestupných axonů procházejících touto okrajovou zónou.
- **Mikroglie** – mají velkou schopnost fagocytovat, vznikají z buněk mezenchymu, které byly dopraveny do CNS spolu s vrůstajícími cévami.
- V periventrikulární zóně se nacházejí buňky, které nevycestovaly a diferencují se v **ependymové buňky**, vystylají dutiny CNS. V periventrikulární zóně se nacházejí také **kmenové nervové buňky**.

### **Buňky neurální lišty**

- Během neurulace se z neuroektodermy diferencují podél neurálních valů. Vznikají v celé délce neurální trubice, kromě rostrální části prosencephala. Vznikají z nich:
  - spinální ganglia na zadních kořenech míšních nervů;
  - postgangliové neurony autonomních nervů;
  - buňky dřeně nadledvin;
  - Schwannovy buňky;
  - melanocyty;
  - odontoblasty;
  - část obalů mozku;
  - ektomesenchym žaberních oblouků.
- V dalším vývoji neurony spinálních ganglií vytvářejí dva výběžky:
  1. **Centrálně směřující výběžky (centripetální)** vstupuje do míchy na jejím dorsolaterálním obvodu, tvoří zadní kořen míšní a končí buď v zadním míšním rohu nebo stoupá okrajovou zónou do prodloužené míchy.
  2. **Do periferie rostoucí výběžky (centrifugální)** se přikládají k ventrálním kořenům míšních nervů a společně tvoří míšní nerv. Tyto výběžky končí v periférii v senzitivních receptorech.

## **Míšní nervy**

Ve 4. týdnu vyrůstají z předních rohů míšních axony motoneuronů a vytvářejí **přední míšní kořeny**.

**Zadní míšní kořeny** jsou tvořeny souborem vláken vycházejících z buněk spinálních ganglií. **Centrifugální výběžky** se připojují k ventrálním kořenům míšních nervů a společně vytvářejí míšní nerv. Ten se krátce potom dělí na přední a zadní větev.

## Myelinizace

**Myelinovou pochvu periferních nervů** vytvářejí Schwannovy buňky. Ty pocházejí z neurální lišty a migrují do periferie. Obtácejí se okolo axonů (vznikají myelinové lamely) a od začátku 4. prenatálního měsíce tvoří Schwannovu myelinovou pochvu.

**Myelinovou pochvu nervových vláken v CNS** tvoří oligodendrocyty, které se na rozdíl od Schwannových buňek podílejí na myelinizaci více axonů.

Některé axony přicházející z vyšších oddílů mozku do míchy nejsou myelinizovány ještě na konci 1. postnatálního roku. Dráhy CNS se začínají myelinizovat až v době, kdy se začínají funkčně uplatňovat.

## Změny polohy míchy v páteřním kanálu

Ve 3. měsíci leží mícha v celé délce páteřního kanálu a nervy vystupují do foramina intervertebralia v úrovni svých výstupů z míchy. V průběhu vývoje se páteřní kanál spolu s dura mater prodlužují mnohem rychleji než mícha, a tak se její konec postupně dostává na stále vyšší úroveň.

- U novorozence v oblasti **L3**,
- v dospělosti úrovni **L2 - L3** a dále pokračuje tenké vlákno – filum terminale. Obaluje jej pouze pia mater a upíná se k periostu kostrče. Saccus durae matris a subarachnoideální prostor pokračuje až do úrovně **S2**.

Výsledkem tohoto růstu je šikmý výstup kořenových vláken míšních nervů z foramen intervertebralia směrem kaudálním. Pod koncem míchy tvoří kořenový svazek – **cauda equina**.

Dura mater zůstává fixována ke stěnám páteřního kanálu a neposouvá se spolu s míchou.

## Odkazy

### Související články

- Vrozené vady nervové soustavy
- Vývoj mozku

### Použitá literatura

- SADLER, Thomas W. *Langmanova lékařská embryologie : Překlad 10. vydání*. 1. vydání. Praha : Grada Publishing, a. s, 2011. 432 s. ISBN 978-80-247-2640-3.
- MOORE, Keith L a T.V.N PERSAUD. *Zrození člověka : Embryologie s klinickým zaměřením*. 1. vydání. 2000. 564 s. ISBN 80-85866-94-3.
- SADLER, T.W. *Langman's Medical Embryology*. 10. vydání. 2006. 385 s. ISBN 978-0-7817-9485-5.