

Vývoj dýchacího systému

Při **vývoji dýchacího systému** jako první vzniká začátkem 4. týdne z ventrální strany předního střeva **laryngotracheální výchlípk**. Zvýšená hladina *kyseliny retinové* (RA – retinoic acid) v mezodermu vyvolá v přilehlém endodermu expresi transkripčního faktoru **TBX4**, který podmiňuje umístění laryngotracheální výchlípky. Z toho vyplývá, že **epitel** dýchacího systému je původu **endodermového**. Zbytek (tj. vazivo, chrupavky a svaly) vzniká z **mezenchymu splanchnopleury**, který objímá přední střevo.

Výchlípka ze začátku široce komunikuje s předním střevem. Během jejího dalšího růstu zde vznikají dvě podélné **tracheoesofageální řasy**, které později srůstají a vytváří **tracheoesofageální septum**. To od sebe rozdělí jícen a tracheu s **branchopulmonálními výchlípkami**.

Larynx

Larynx vzniká z počátečního úseku laryngotracheové výchlípky. Je vystlaný epitelem entodermového původu. Chrupavky a svaly pocházejí z mezenchymu 4. a 6. žaberního oblouku. Původ svalů vysvětluje tak inervaci laryngu pomocí nervus vagus (n. laryngeus superior – 4. žaberní oblouk, n. laryngeus recurrens – 6. žaberní oblouk).

Při proliferaci buněk epitelu dochází také ke změně tvaru vstupu do laryngu. Z původní sagitální štěrbiny vzniká otvor ve tvaru písmene **T**. Během diferenciacie chrupavek ve štítnou a prstencovou se mění jejich tvar v aditus laryngis. V době diferenciacie rychle proliferují buňky epitelu a otvor se přechodně uzavírá. Vakuolisací epitelu se průchod znovu otevře a po okrajích se vytvoří základy ventriculus laryngis ohraničené pomocí plica vocalis a plica vestibularis.

Trachea, bronchy, plíce

Dvě **branchopulmonální výchlípky**, které vycházejí z laryngotracheální výchlípky, se na počátku 5. týdne zvětšují a vytvářejí základ obou hlavních bronchů. Vpravo se výchlípka dělí na tři části (budoucí *sekundární bronchy*) a vlevo na dvě. Další dělení na budoucí *terciární bronchy* (též *segmentální*) je základem pro **branchopulmonální segmenty**. Koncem 6. měsíce je vytvořeno přibližně 17 dělení, dalších 6 dělení proběhne ještě postnatálně. Bronchiální strom má tedy **23** dělení.

Plíce vrůstají do **perikardoperitoneálních kanálů**. Ty jsou nakonec odděleny *pleuroperitoneálními* a *pleuroperikardovými řasami* od dutiny peritoneální a perikardové. Jak plíce vrůstají do dutiny, z mezodermu splanchnopleury vzniká **viscerální pleura** a z mezodermu somatopleury se stává **parietální pleura**. Vzhledem k tomu, že plíce se při růstu posunují kaudálně, leží při narození bifurkace trachey u *Th4*.

Diferenciace plic

Diferenciaci plic můžeme rozdělit do 4 stádií:

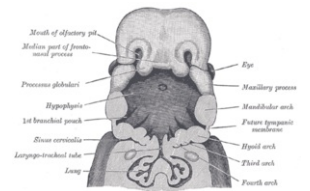
- Pseudoglandulární stádium** – 5. až 16. týden, bronchiální strom se větví až k *terminálním bronchiolům*. Respirační bronchioly ani alveoly nejsou ještě vytvořeny.
- Kanalikulární stádium** – 16. až 26. týden, terminální bronchioly se dělí dále na dva a více *respirační bronchioly* a ty dále na tři až šest *ductus alveolares*. Kubické buňky vystylající bronchioly se začínají oplošťovat a vznikají alveolární epitelové buňky – pneumocyty I. typu, ke kterým se přibližují krevní a lymfatické kapiláry.
- Stádium terminálních váčků** – 26. týden až porod, tvoří se *terminální váčky* (též primitivní alveoly). Kapiláry jsou již těsně přilehlé ke stěnám váčků.
- Alveolární stádium** – 8. měsíc fetálního vývoje až dětství, už vytvořeny zralé alveoly, mají těsný kontakt s kapilárami.

Pneumocyty II. typu produkují **surfaktant** se začínají diferencovat koncem 6. měsíce a počet kapilár dostatečný pro dýchání se dosahuje v průběhu 7. měsíce. Před narozením jsou alveoly vyplněny směsí z hlenu bronchiálních žlázek, tekutiny s vysokým obsahem chloridů a malým obsahem proteinů a surfaktantu.

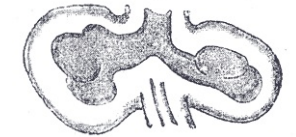
Surfaktant zde začíná narůstat hlavně 14 dní před porodem. Fosfolipidy, které ho tvoří, se dostanou do amniotické tekutiny, podněcují přítomné makrofágy a ty pronikají placentou do uterusu, kde produkují *interleukin 1beta*. Tato látka indukuje tvorbu *prostaglandinů*, které stimulují začátek děložních kontrakcí. Tímto mechanismem plod ovlivňuje začátek porodu.

Plod vykonává **respirační pohyby již před porodem**. Dochází kvůli nim k aspiraci amniotické tekutiny, mají velký vliv na vývoj plic a respirační svaly se takto také připravují na svoji budoucí činnost.

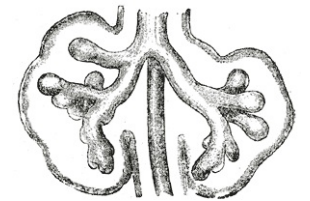
Vývoj plic pokračuje i postnatálně. Plíce novorozence obsahují kolem dvaceti milionů alveolů, kdežto plíce dospělého kolem 300 milionů.



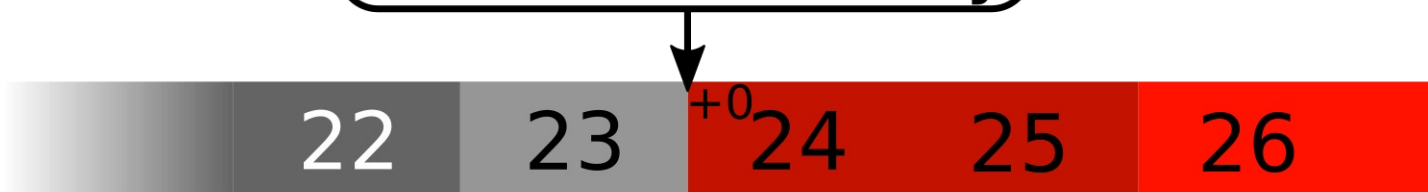
Hlava a krk 32 dní starého embrya, pohled z ventrální strany, spodina dutiny ústní a farynx je odstraněn.



Plicní pupeny asi 4 týdny starého embrya.



Hranice viability



NOVOROZENEC

EXTRÉMNĚ

TĚŽKĚ

kanalikulární

sakulární stadi

Odkazy

Související články

- Vrozené vývojové vady dýchací soustavy
- Vývoj tělních dutin, mezenterii a bránice
- Trachea
- Plíce
- Larynx

Použitá literatura

- SADLER, Thomas W. *Langmanova lékařská embryologie*. 1. vydání. Praha : Grada, 2011. 432 s. ISBN 978-80-247-2640-3.
- MALÍNSKÝ, Jiří a Václav LICHNOVSKÝ. *Přehled embryologie člověka v obrazech*. 2. vydání. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2001. 176 s. ISBN 80-244-0243-2.