

# Třetí týden vývoje zárodku

**Třetí týden** vývoje je charakterizován vznikem *primitivního proužku*, vývojem *notochordu* a *diferenciací tří zárodečných listů* (*gastrulací*).

## Gastrulace

Gastrulace je proces, kdy se dvouvrstevný terčik mění na trojvrstevný. Začíná formováním primitivního proužku na povrchu epiblastu. Každý z konečných zárodečných listů dává vznik určitým tkáním:

Zárodečný list	Odvozená tkáň
<b>ektoderm</b>	kůže a její deriváty (řasy, vlasy, chlupy, nehty), CNS a PNS, sítnice aj.
<b>endoderm</b>	respirační soustava (hrtan, průdušnice, plíce), trávicí soustava mimo ústní dutinu a řitního otvoru (játra, žlučník, slinivka břišní, žaludek, tenké a tlusté střevo)
<b>mezoderm</b>	svaly, pojivo, kardiiovaskulární systém (srdce, cévy, krev), lymfatický systém, kosti, reprodukční a vylučovací systém

## Primitivní proužek

Na počátku třetího týdne se kaudálně ve střední rovině dorzální plochy objeví zřetelná opacita tvořená zesíleným pruhem **epiblastu**. Vzniká proliferací a migrací buněk epiblastu směrem k mediální rovině terčíku. Proužek se kaudálně prodlužuje a přední koncová část prolifерuje a vytváří **primitivní uzel**. Současně pozorujeme, že se v ose proužku vytváří podélná **primitivní brázdička**, která vpředu navazuje na prohlubeninu v uzlu – na **primitivní jamku**. Jamka i brázdička jsou výsledkem invaginace buněk epiblastu.

### Buňky odstupující z primitivního proužku vytvářejí

- mezi epiblastem a hypoblastem řídkou sít embryonálního pojiva – **mezenchym**,
- některé buňky epiblastu nahradí též hypoblast a formují ve stropě žloutkového vaku **embryonální endoderm** (tedy jak ektoderm, mezoderm tak endoderm vycházejí všechny z epiblastu!),
- buňky, které neopustí epiblast přes proužek, se pak nazývají **embryonální ektoderm**.

Primitivní proužek vytváří intenzivně mezoderm až do začátku čtvrtého týdne, kdy tvorba ustává. Proužek se relativně i absolutně zmenšuje a stává se bezvýznamnou strukturou v kostrční krajině. Koncem čtvrtého týdne podléhá degenerativním změnám a mizí. Pokud přetrvává, může dávat u plodu základ *sakrokokcygeálnímu teratomu*.

## Hlavový výběžek a notochord

### Hlavový výběžek

Z primitivního uzlu se směrem dopředu vytváří ve tvořícím se mezenchymu solidní buněčný provazec – **hlavový výběžek**. V jeho ose se vytváří lumen – **notochordový kanálek**. Výběžek roste mezi ektodermem a endodermem, až dosáhne k malé cirkulární oblasti tvořené cylindrickými endodermálními buňkami (prechordální ploténka), kde se jeho růst zastaví. **Prechordální ploténka** je přímý srůst ektodermu a endodermu (chybí mezi nimi mezoderm), později tvoří orofaryngovou membránu.

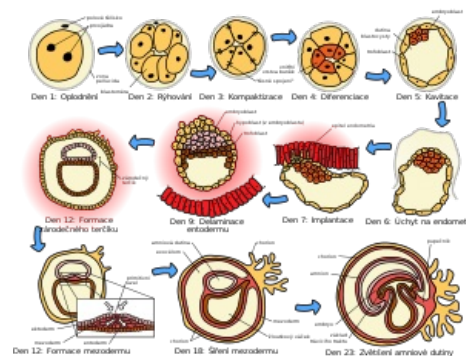
### Další osudy buněk primitivního proužku

Některé buňky migrují až k okrajům terčíku, vycestovávají ven a podílejí se na tvorbě extraembryonálního mezenchymu. Další buňky obcházejí oblast prechordální ploténky a dostávají se před ní (v těchto místech jsou základy kardiogenní oblasti). Podobně jako je vpředu prechordální ploténka, nachází se v zadní části terčíku kloakální ploténka, která tvoří pozdější oblasti řiti a také neobsahuje vmezeřený mezoderm.

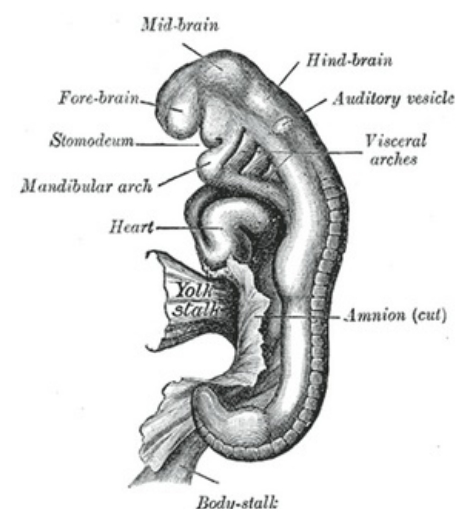
### Uprostřed třetího týdne mezoderm odděluje ekto a endoderm s výjimkou tří míst:

- orofaryngové membrány** vpředu,
- ve střední rovině kraniálně od primitivního uzlu v průběhu **hlavového výběžku**,
- kloakální membrány** vzadu.

### Notochord (chorda dorsalis)



První tři týdny vývoje



Zárodek mezi 18. a 21. dnem.

Notochord je tyčinkovitý buněčný útvar vznikající transformací hlavového výběžku.

## Funkce

- vytyčuje **osu** zárodku, propůjčuje jí pevnost,
- slouží jako **základ vývoje axiálního skeletu**,
- vyznačuje příští **polohu obratlů**.

## Mechanismus vývoje

Hlavový výběžek se prodlužuje a prohlubováním primitivní jamky vzniká uvnitř **notochordový kanálek**. Spodina hlavového výběžku splývá s přilehlým entodermem, splynulé buňky postupně degenerují a vznikají **otvory** komunikující se žloutkovým váčkem. Otvory splývají a spodina hlavového výběžku mizí. Horní část výběžku pak vytváří plochou, dorzálně konvexní notochordovou ploténku. Buňky ploténky proliferují, ploténka se stáčí ventrálně a přemění se v **solidní notochord** (proces začíná kraniálně). V místě primitivního uzlu přetrvává určitou dobu **canalis neurentericus** (přechodné spojení amnia a žloutkového váčku), po dokončení vývoje notochordu obliteruje. Endoderm se spojí a notochord se od něj oddělí.

Notochord je důležitá struktura, kolem níž se vytváří páteř, postupně degeneruje a zbytky se zachovávají jako **nucleus pulposus** v meziobratlové ploténce. Tvoba notochordu je hlavním hybatelem série signálních dějů vývoje embrya – např. ovlivňuje nad ním uložený ektoderm, který se ztlušťuje a vytváří neurální ploténku, základ CNS.

## Alantois

Alantois pochází z řečtiny – allas je salám, jitrnice. Objevuje se kolem 16. dne jako malé vyduté divertikulum zadní stěny žloutkového váčku, které vybíhá směrem do zárodečného stvolu.

- U ptáků, plazů a některých savců nabývá velkého vakovitého tvaru a má funkci respirační nebo slouží jako rezervoár moči,
- u lidí je **nepatrná, protože hlavní funkce přebírá amnion a placenta**.

Podílí se na počátcích krve tvorby a na vývoji močového měchýře. S růstem měchýře se stává z alantois **urachus** (pozdější plica umbilicalis mediana). Důležitou funkci hrají cévy alantois, ze kterých se vyvíjí **aa. a v. umbilicalis**.

## Klinické zajímavosti

- Perzistence canalis neurentericus – velmi vzácně, centrální kanál míchy je spojen s průsvitem střeva,
- pozůstatky notochordu – může se z nich vyvíjet nádorový proces – chordom, obvykle na bazi lební či sakrálně,
- v pupečníku plodu se pomocí USG mohou objevit alantoické cysty.

## Vytváření neurální trubice

**Neurulace** je proces vytváření neurální ploténky a neurálních valů a jejich uzavírání. Je ukončena koncem 4. týdne, kdy se uzavírá zadní neuroporus.

### Neurální ploténka a trubice

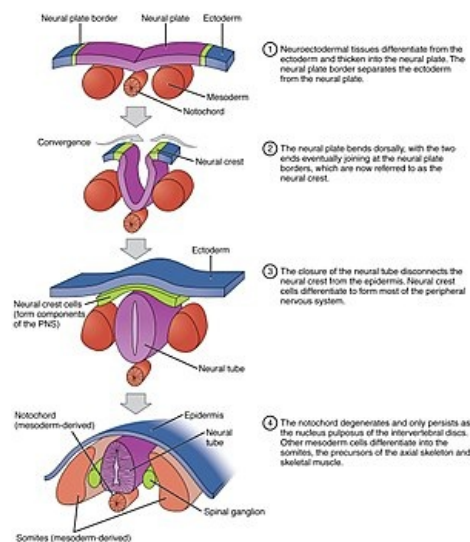
Povrchový ektoderm nad notochordem se ztlušťuje a vytvoří podélně orientovaný útvar z vysokých epitelových buněk – neurální ploténku. Zprvu odpovídá rozsah neurální ploténky hlavovému výběžku, později jeho rozsah přesahuje. Okolo 18. dne neurální ploténka invaginuje podél dlouhé osy a mění se v neurální brázdičku vybíhající v neurální valy (zřetelné hlavně v kraniální oblasti – počátek vývoje mozku). Koncem 3. týdne valy splývají a mění se na neurální trubici – základ CNS. Neurální trubice se záhy odpojuje od povrchového ektodermu, který se nad ní uzavírá – to se dokončuje v průběhu 4. týdne.

### Vznik neurální lišty

Při splývání neurálních valů se některé buňky ektodermu na vrcholu valů uvolňují od spojení s ostatními buňkami. Oddělují se jak od neurální trubice tak od ektodermu, cestují dorzolaterálně od trubice a vytvářejí neurální lištu. Záhy se lišta rozdělí na levou a pravou a obě části dále cestují po obvodu trubice a dávají vznik senzorickým gangliím hlavových a míšních nervů. Mnoho buněk neurální lišty cestuje nejrůznějšími směry a rozptýlí se v mezenchymu.

### Z neurální lišty pochází

- Spinální ganglia i ganglia autonomního systému,
- částečně i ganglia n. V, VII, IX a X,
- Schwannovy buňky,
- buňky obalů mozkových (hlavně pia mater a arachnoidea),
- pigmentové buňky, elementy dřeně nadledvin, část svalových a skeletálních komponent hlavy a zubů.



**Neurulace.** *Neural plate* – neurální ploténka; *neural crest* – neurální val; *neural tube* – neurální trubice

## Klinické zajímavosti

- Poruchy neurulace dávají za vznik defektům neurální trubice, což je jedna z nejčastějších VVV,
- nejčastější a nejtěžší vada je anencefalie nebo meroanencefalie (úplné či částečné chybění mozku).

## Vývoj somitů

Během vytváření notochordu a neurální trubice prolifерuje po obou stranách intraembryonální mezoderm a vzniká tak silný podélný sloupec – **paraxiální mezoderm**. Ten pak přechází do stran do **intermediálního mezodermu**, který se dále do stran ztenčuje do **laterálního mezodermu**. Laterální mezoderm souvisí s extraembryonálním mezodermem kryjícím žloutkový vak a amnion. Ke konci třetího týdne se paraxiální mezoderm začíná diferencovat do párových kuboidních útvarů – **somitů** (prvosegmentů). Koncem 5. týdne je přítomno 42–44 párů somitů. Somity obsahují uprostřed dutinu zvanou myocél, která záhy vymizí. Počet somitů je určujícím faktorem poukazujícím na stáří zárodku během 4. a 5. týdne. První somity se objevují v okcipitální krajině, rychle jich přibývá kaudálním směrem. Vyvíjí se z nich většina axiálního skeletu spolu se svaly a kožní dermis.

## Vývoj intraembryonálního celomu

Intraembryonální celom znamená tělní dutina zárodku. Základ této dutiny vidíme v malých izolovaných celomových dutinkách či váčcích v laterálním a kardiogenním mezodermu. Váčky splývají v podkovovitou dutinu – **intraembryonální celom**. Dutina tím rozštěpí laterální mezoderm na dva listy:

- somatický (parietální list) – souvisí s extraembryonálním mezodermem kryjícím amnion,
- splanchnický (viscerální list) – přechází do extraembryonálního mezodermu pokrývající žloutkový vak.

V průběhu druhého měsíce se celom rozdělí do tří dutin – perikardiální, párové pleurální a peritoneální.

## Časný vývoj kardiovaskulární soustavy

Na počátku třetího týdne vzniká také **angiogeneze**, která se odehrává v extraembryonálním mezodermu žloutkového váčku, zárodečného stvolu a choria. Cévy zárodku se začínají tvořit o dva dny později. Důvod, proč vzniká cévní soustava tak časně je ten, že ve žloutkovém váčku je málo žloutku a je naléhavá potřeba dopravy živin do narůstajícího zárodku. Koncem druhého týdne je výživa zajištěna mateřskou krví prostřednictvím difúze cestou embryonálního celomu a žloutkového vaku. Během třetího týdne se vyvíjí primordiální uteroplacentární cirkulace.

## Vaskulogeneze a hematogeneze

Mezenchymové buňky – **angioblasty** se shlukují a vytvářejí izolované skupiny – **krevní ostrůvky**. Uvnitř ostrůvků se objevují malé dutinky, které vznikají splýváním mezibuněčných štěrbin. Angioblasty se oplošťují a přeměňují na endotelové buňky obkružující dutinky. Prostory vycpané endotelem záhy splývají a vytvářejí síť endotelových kanálků. Krvinky vznikají koncem 3. týdne z endotelových elementů (hemocytoblastů) v extraembryonálních tkáních. V samotném zárodku vzniká krevtvorba až od pátého týdne (především v játrech a ve slezině, kostní dřeni a v lymf. uzlinách). Fetální a definitivní erytrocyty jsou patrně odvozeny od rozličných prekursorů.

## Primordiální oběhová soustava

Srdce a velké cévy vznikají z mezenchymových buněk v kardiogenní zóně. Během třetího týdne se vyvíjejí párové endokardiální srdeční trubice, které posléze splývají v primitivní srdeční trubici. Primární srdce se spojuje s cévami zárodku, stvolu, choria a žloutkového váčku a vzniká primordiální oběhová soustava. Koncem 3. týdne již krev cirkuluje, srdce začíná tepat mezi 21. a 22. dnem. Je to první systém, který začíná fungovat.

## Další vývoj choriových klků

Brzy po svém vzniku se **primární** choriové klky začnou větvit. Začátkem třetího týdne do nich začíná vrůstat mezenchym, který začne tvořit jejich vnitřní část – vytváří se tím **sekundární** choriové klky. Klky pokrývají celý povrch choriového vaku. V mezenchymu se začínají vyvíjet cévy a mění tím klk na klk **terciální**. Buňky cytotrofoblastu prolifерují a pronikají syntitiotrofoblastem a vytvářejí cytotrofoblastický plášť, který obklopí choriový vak a připevní ho k endometriu. Klky, které jsou upevněny prostřednictvím cytotrofoblastického pláště, jsou úponové klky.

## Odkazy

### Související články

- Neurulace
- Prenatální vývoj: Zárodek • Plod
- Gametogeneze • Fertilizace • Typy vajíček a jejich rýhování
- První týden vývoje zárodku • Druhý týden vývoje zárodku • Třetí týden vývoje zárodku • Čtvrtý až osmý týden

## Zdroj

- MOORE, Keith L. a T. V. N. PERSAUD. *Zrození člověka*. 1. vydání. Praha : ISV, 2002. 564 s. ISBN 80-85866-94-3.