

# Prenatální období



## O správnosti článku se vede diskuse.

O obsahu článku „Prenatální období“ se nyní debatuje. Více informací naleznete v diskusi.

Pro dělení prenatálního vývoje člověka existuje několik systémů, např. 10 Jiráskových stadií (8 embryonálních, 1 fetální, 1 prenatální), nebo 23 Carnegieho stadií. Hodnotíme zárodek podle zevních charakteristik. Při hodnocení vývojových stadií zárodku je důležité rozlišovat mezi stářím gestačním a anatomickým.

Mezi 3.–8. týdnem těhotenství označujeme vyvíjejícího se jedince jako embryo, po 9. týdnu jako plod až do doby porodu (poté již hovoříme o novorozenci).

## Periodizace nitroděložního vývoje

Periodizace intrauterinního vývoje může být založena na základě několika různých charakteristik:

- **podle času** – většinou ale neznáme přesný okamžik oplození;
- **podle velikosti konceptu** – nevýhodou jsou zde individuální rozdíly, platí to tedy hlavně statisticky;
- **podle počtu somitů** – poměrně přesná metoda, ale lze ji použít pouze mezi 20. až 35. týdnem (před 20. týdnem ještě žádné nejsou, po 35. týdnu už splývají);
- **podle váhy** – zde jsou také individuální rozdíly, kromě toho embryo nelze vážit na základě ultrazvukového vyšetření;
- **podle morfologických charakteristik** – nejpřesnější způsob, lze porovnávat s ostatními živočišnými druhy, např. Jiráskova periodizace.



7týdenní lidské embryo při mimoděložním těhotenství.

Prenatální vývoj lze rozdělit na tři hlavní období. První období je **embryonální**, během tohoto období se vytváří buňky, tkáně a orgány, trvá cca 8 týdnů. Další období je období **fetální**. Poslední období je kolem porodu a je to období **perinatální**.

## Stadia vývoje podle Jiráska

1. **Jednobuněčné** – začíná oplozením, ootida, zygota, **1. den**.
2. **Blastomerické** – začíná rýhováním oocyty (dělí se, ale nezvětšuje se jeho objem), vytváří se útvar zvaný morula, **2.–3. den**.
3. **Blastodermové** – vzniká blastocysta (do prostoru mezi buňkami začne vnikat tekutina až se vytvoří jednotná dutina), **4. den**.
4. **Dvojvrstevný terčík** – tvoří se epiblast, hypoblast, **2. týden**.
5. **Trojvrstevný terčík s osovými strukturami** – vytváří se 3 zárodečné listy, **3. týden**.
6. **Trubicovité embryo** – dochází k formování somitů, uzavírání nervové trubice, **4. týden**.
7. **Embryo tvaru C** – embryo se ohne do lordózy, vznik končetin, **5.–6. týden**.
8. **Pozdní embryonální období** – utvoří se končetiny (včetně prstů), na konci dojde k uzavření očních štěrbin → **konec embryonálního období**.
9. **Fetální období** – konec prvního trimestru (po ukončení embryonálního období), **druhý a třetí trimestr**.
10. **Perinatální období**<sup>[1][2]</sup>.

## První týden vývoje člověka

### Zygota

Oplozené vajíčko se mění v zygotu, v níž probíhají opakovaná mitotická dělení (rýhování). Zygota se nejprve rozdělí na dvě blastomery, ty dále na čtyři atd. Rýhování probíhá ve vejcovodu, blastomery jsou obklopeny *zona pellucida* (v mikroskopu je průhledná, proto pellucida).

Jakmile se dosáhne devítibuněčného stádia, blastomery se k sobě přimykají a vytváří kompaktní buněčnou kouli (tzv. kompaktace, je podmíněna adhezivními molekulami (E-kadheriny – glykoproteiny, kompaktace je zahájena v 16buněčném embryu). Zárodek tvořený 12–15 blastomery se označuje jako morula, vzniká asi 3 dny po oplození.

### Blastogeneze

Kolem 4. dne vstupuje morula do dělohy a začíná se v ní objevovat dutina vyplněná tekutinou – dutina blastocysty. Je to proto, protože zona pellucida zaniká a tekutina dovnitř vniká z děložní dutiny. Dutina se zvětšuje a blastocysta se oddělí na dvě části:

- tenká zevní vrstva buněk – **trofoblast** (dává vznik zárodečné části placenty);
- skupina centrálně uložených blastomer, vnitřní buněčná masa neboli inner cell mass (ICM) (**embryoblast**). Tyto buňky jsou **pluripotentní** – mohou dát vznik jakékoli buněčné struktuře mimo trofoblastu (tyto buňky se používají právě jako kmenové buňky – embryonic stem cells – ESC).

Blastocysta dva dny volně pluje v děložním sekretu a zona pellucida postupně degraduje a zaniká, což umožní blastocystě rychlé zvětšení objemu. Obvykle se blastocysta 6. den po oplození uchyťí na epitelu endometria, nejčastěji svým embryonálním pólem. Trofoblast začíná proliferovat a diferencuje se ve dvě vrstvy:

- vnitřní vrstvu: skládá se z jednotlivých buněk a označuje se jako **cytotrofoblast**;
- zevní masu: **syncytiotrofoblast** – mnohojaderná cytoplasmatická hmota (syncytium), kde se ztrácejí hranice mezi buňkami (tyto buňky jsou polyploidní (savci)).

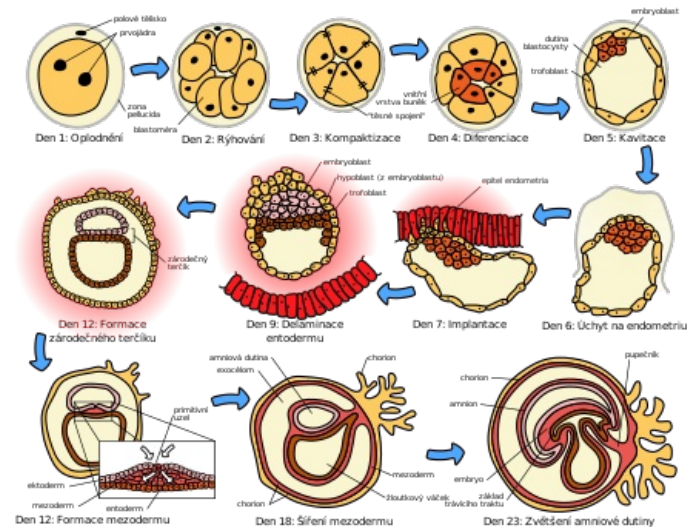
7. den vzniká delaminací na povrchu cytotrofoblastu (neboli epiblastu) – **hypoblast**. Syncytiotrofoblast produkuje hormon lidský choriogonadotropin (hCG) – ten se pak dostává do lakun v okolí a tudy do mateřské krve, kde se dá měřit (**marker těhotenství**), jeho funkcí je udržení funkce žlutého tělíska (corpus luteum gravidarum)<sup>[3]</sup>.

## Druhý týden vývoje člověka

### 8. den

**Blastocysta** je částečně začleněna do *endometria* dělohy (do které vniká díky proteolytickým enzymům buněk syncytiotrofoblastu) a aby se tam mohla vsoukat, musí se blastocysta částečně kolabovat.

- **Trofoblast** se diferencuje ve dvě vrstvy (v oblasti kolem vnitřní buněčné masy) – vnitřní vrstva = **cytotrofoblast** a vnější mnohojaderná vrstva bez viditelných hranic mezi buňkami = **syncytiotrofoblast**. Buňky *cytotrofoblastu* se dělí, nalézáme zde mitotické figury. Buňky *cytotrofoblastu* putují do *syncytiotrofoblastu*, kde fúzí a ztrácejí svoji individuální plazmatickou membránu. U buněk *syncytiotrofoblastu* nenalézáme mitotické figury.
- Buňky **embryoblastu** (vnitřní buněčná masa) se také diferencují ve dvě vrstvy – vrstva kubických buněk přiléhajících k dutině blastocysty = **hypoblast** a vrstva vysokých cylindrických buněk = **epiblast**.



První 3 týdny vývoje

Dohromady tvoří hypoblast a epiblast plochou placičku. Uvnitř epiblastu se utváří dutinka, ta se zvětšuje a stává se z ní **amniotická dutina**. Buňky epiblastu přiléhající k *cytotrofoblastu* se nazývají **amnioblast**. Amniotickou dutinu ohraničuje amnioblast spolu s epiblastem. **Stromální buňky** v děložní sliznici se naplňují glykogenem a lipidy, nabývají polyedrického tvaru a přeměňují tak endometrium v deciduu (sebe pak v deciduální buňky). Deciduální buňky poblíž syncytiotrofoblastu degenerují, jsou pak pohlceny zárodkem (tzv. **histiotrofie**).

### 9. den

Blastocysta je hlouběji v endometriu. Místo, kde blastocysta vnikla do endometria se uzavřelo fibrinovým koagulem = **operkulum**. *Trofoblast* se dále vyvíjí hlavně na embryonálním pólu, kde se v syncytiu vytvářejí dutinky. Nakonec se tyto dutinky spojí a vytvoří větší lakuny. Zároveň na **abembryonálním pólu** ploché buňky vytvářejí tenkou **exocoelomovou** = **Heuserovu membránu**, ta lemuje vnitřní povrch cytotrofoblastu. Heuserova membrána spolu s hypoblastem ohraničuje **exocoelomovou dutinu** = **primitivní žloutkový váček**.

### 11. až 12. den

Od 11./12. dne je blastocysta úplně zabudovaná do stromatu endometria a povrchový epitel endometria je v místě vniku blastocysty zcela reepitelizován. Lakuny v syncytiu vytvářejí vzájemně *kommunikující síť*, hlavně na embryonálním pólu, na abembryonálním (opačném) pólu je *trofoblast* tvořen převážně buňkami *cytotrofoblastu*. Buňky **syncytiotrofoblastu** penetrují hlouběji do stromatu endometria zde narušují endoteliální vrstvu krevních kapilár (překrvené a dilatované *sinusoidy*). Nakonec dojde ke spojení sinusoid s lakunami a mateřská krev vstoupí do lakunárního systému. Maternální krev začne protékat trofoblastickým systémem lakun, začne *uteroplacentární cirkulace*. Mezitím se mezi vnitřním povrchem *cytotrofoblastu* a zevním povrchem exocoelomové dutiny objeví nová populace buněk odvozených od buněk žloutkového váčku. Tyto buňky vytvoří jemnou vazivovou tkáň = **extraembryonální mesoderm**. V extraembryonálním mesodermu se poměrně rychle vytvoří velké dutinky, když tyto dutinky splynou, vytvoří se dutina = **extraembryonální coelom** = **choriová dutina**. Choriová dutina obklopuje primitivní žloutkový váček a amniotickou dutinu a to s výjimkou místa, kde je **zárodečný terčík** spojený s trofoblastem **zárodečným stvolem** (*connecting stalk*).

- Extraembryonální mesoderm pod *cytotrofoblast* a kolem amniotického váčku je označován jako

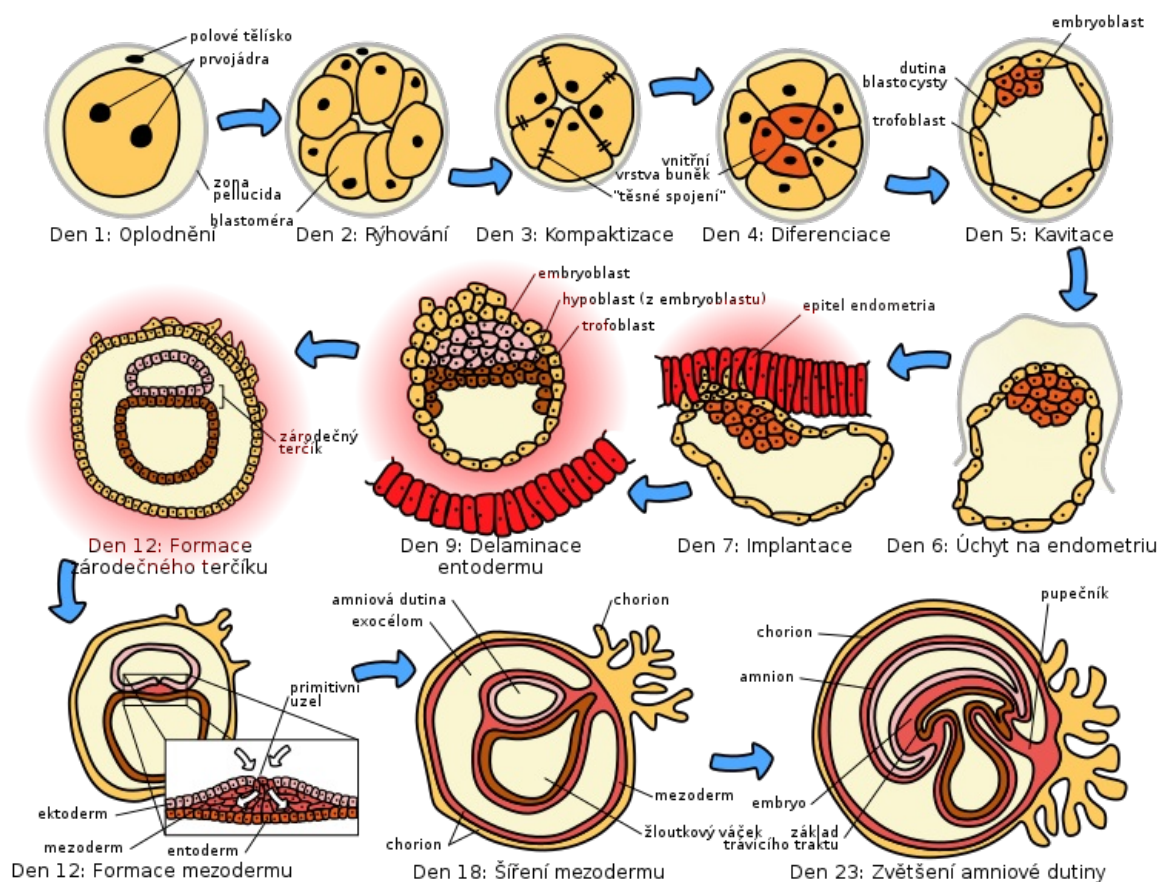
*extraembryonální somatopleurální mesoderm.*

- Extraembryonální mesoderm kryjící žloutkový váček se označuje jako extraembryonální splanchnopleurický mesoderm.

Terčík setrvává relativně malý.

### 13. den

Od 13. dne je povrchový defekt v endometriu obvykle zahojený. Někdy nastane krvácení v místě *implantace* (zvýšený průtok krve v lakunárních prostorech). Toto krvácení může nastat kolem 28. dne menstruačního cyklu a může tedy být zaměněno za normální menstruační krvácení. *Trofoblast* má charakteristickou *klkovitou* strukturu. Buňky *cytotrofoblastu* lokálně proliferují a penetrují *syncytiotrofoblast* a formují tak buněčné sloupce obklopené syncytiem = **primární klky**. *Hypoblast* produkuje další buňky, ty migrují podél vnitřní stěny *Heuserovy membrány*. Tyto buňky proliferují a nakonec utváří dutinu uvnitř *exocoelomové dutiny* **sekundární žloutkový váček** (**definitivní žloutkový váček**). Ten je mnohem menší než *exocoelomová dutina* (*primitivní žloutkový váček*). Během formování definitivního žloutkového váčku je velká část *exocoelomové dutiny* oddělena. Oddělená část představuje **exocoelomovou cystu**, která je často nalézána v *extraembryonálním coelomu* (*choriové dutině*). Zatímco *extraembryonální coelom* expanduje a formuje velkou dutinu (*choriovou dutinu*), *extraembryonální mesoderm* leží na vnitřní straně *cytotrofoblastu* jako **choriová plotna**. Jediné místo, kde *extraembryonální mesoderm* protíná *choriovou dutinu*, je **zárodečný stvol**. S rozvojem krevních cév se zárodečný stvol stává **pupečnickým provazcem** (*umbilical cord*).<sup>[4]</sup>



## Embryonální období (3.-8. týden)

🔍 Podrobnější informace naleznete na stránce Čtvrtý až osmý týden intrauterinního vývoje.

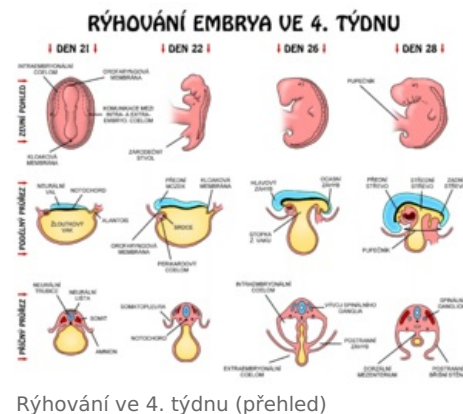
### 3. týden

Hlavním procesem třetího týdne vývoje je **gastrulace**, tj. invaginace buněk epiblastu, které se tak stávají zdrojem všech tří vrstev trojvrstevného zárodečného terčíku. Dochází ke vzniku notochordu (*chordy dorsalis*) přes stadium *chordomesodermového výběžku*. Pozorujeme vznik ocasního hrbolku, prvních somitů, neurální ploténky a neurální brázdy.

### 4. týden

Dochází k vytváření záhybů:

- **Hlavový záhyb:**
  - vyklenování mozku do amniové dutiny, pak převis nad srdcem;
  - septum transversum, základ srdce, perikardová dutina, orofaryngová;



Rýhování ve 4. týdnu (přehled)



- membrána přechází na ventrální stranu zárodku;
- mezi oblast mozku a srdce se dostává přední střevo (odděleno orofaryngovou membránou);
- dochází ke změně tvaru intraembryonálního coelomu.
- **Kaudální záhyb:**
  - růst základů míchy do délky;
  - je sem zavzato zadní střevo s rozšířeným koncem – kloakou;
  - allantois je zčásti inkorporován.
- **Laterální záhyby:**
  - rychlý růst míchy a somitů;
  - okraje se ohýbají a zabalují okraje zárodečného terčíku ventrálně – tím embryo získává válcovitý tvar;
  - zavzato střední střevo – spojení omezeno na sopku žloutkového vaku.

Uzavírá se přední (25. den) i zadní (27. den) neuroporus, vyvstává přední mozek a somit.

Další struktury vznikající během 4. týdne:

- faryngové oblouky;
- končetinové pupeny;
- srdce začíná čerpat krev;
- vznikají základy jater, plic, žlučníku, pankreatu, urorektální septum;
- objevují se sluchové váčky, plakody čočky;
- prolamuje se orofaryngová membrána;
- obličejové výběžky.

## 5. týden

- Vývoj hlavy (roste mozek), obličejové výběžky se dostávají do kontaktu se srdcem;
- sinus cervicalis – 2. oblouk přerůstá 3. a 4.;
- končetinové pupeny – horní pádlovité, dolní ploutvovité;
- mesonefrická lišta.

## 6. týden

- Palmární ploténky – digitální paprsky;
- ušní hrbolky splývají, meatus acusticus externus;
- pigment do sítnice – oko je vidět;
- hlava se pořád zvětšuje a překrývá srdeční hrbol;
- trup a krk se začínají napřimovat;
- první spontánní pohyby, umbilikální hernie.

## 7. týden

- Mezi digitálními paprsky vznikají zářezy, končetiny rotují;
- žloutková stopka, umbilikální herniace;
- počíná osifikace HK, zformován obličej.

## 8. týden

- Prsty HK separovány, dolní ještě ne;
- typicky lidský vzhled;
- cévní pleteň skalpu;
- víčka začínají srůstat, dochází k uzavření očních štěrbin, což je považováno za ukončení embryonálního období.

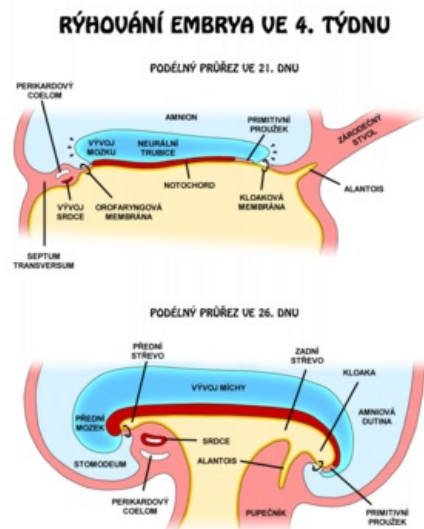
## Fetální období

Fetální období začíná v 9. týdnu, kdy jsou již všechny struktury těla založeny, a trvá až do porodu, tedy do 38. týdne. Od 25. týdne těhotenství (perinatální stadia) už se při případném předčasném porodu obecně nemluví o plodu, ale o nedonošenci.

## Odkazy

### Související odkazy

- Gametogeneze
- Fertilizace
- Rýhování vajíčka
- První týden vývoje zárodku
- Druhý týden vývoje zárodku



Rýhování embrya ve 4. týdnu

- Třetí týden vývoje zárodku
- Čtvrtý až osmý týden vývoje zárodku

## Reference

1. SADLER, Thomas, W. *Langmanova lékařská embryologie*. 1. české vydání. Praha : Grada, 2011. 414 s. ISBN 978-80-247-2640-3.
2. VAJNER, Luděk. *Obecná embryologie I* [přednáška k předmětu Embryologie a vývojová biologie, obor Všeobecné lékařství, lékařská 2.lékařská fakulta UK]. Praha. 6.11.2011. Dostupné také z <<https://dl1.cuni.cz/course/view.php?id=1055>>.
3. MOORE, Keith L. a T. V. N. PERSAUD. *Zrození člověka: embryologie s klinickým zaměřením*. 1. vydání. Praha : ISV, 2002. 564 s. ISBN 80-85866-94-3.
4. MOORE, Keith L a T. V. N PERSAUD. *Zrození člověka*. 1. vydání. Praha : ISV, 2002. 564 s. ISBN 80-85866-94-3.

## Použitá literatura

- SADLER, Thomas W. *Langmanova lékařská embryologie*. 1. vydání. Praha : Grada, 2011. 432 s. ISBN 978-80-247-2640-3.