

# Zárodečné buňky



## O správnosti článku se vede diskuse.

O obsahu článku „Zárodečné buňky“ se nyní debatuje. Více informací naleznete v diskusi.

Zárodečné buňky jsou buňky specializované na založení nového jedince. Zralé **vajíčko** i **spermie** nesou jen poloviční počet chromosomů, to znamená, že jsou haploidní. Jejich splynutím (vniknutím spermie do vajíčka) se vytvoří zárodek nového diploidního organismu se schopností velmi rychlého buněčného dělení a diferenciace.

## Spermatogeneze

Spermatozoa vznikají v procesu nazvaném spermatogeneze, která se odehrává v semenotvorných kanálcích ve varlatech, počínaje pubertou až do smrti. Spermatozoa vznikají z primordiálních zárodečných buněk (spermatogonií) po proběhlé serii dělení (mitotických a meiotických). Sertoliho buňky k tomu dodávají potřebné živiny a hydrolytické enzymy potřebné pro vytvoření zralé spermie. Leydigovy buňky, umístěné v intersticiálním prostoru mezi semenotvornými kanálky, produkují testosteron. Při dosažení pohlavní zralosti procházejí primitivní zárodečné buňky (spermatogonie) řadou několika dělení. Nově vzniklé elementy sledují jednu ze dvou následujících cest:

1. mohou zůstat jako nediferencované buňky – **spermatogonie typu A**;
2. diferenciace v průběhu následujících mitotických cyklů na **spermatogonie typu B**.

Spermatogonie typu B dávají vzniknout **primárním spermatocytům**, které vstupují do první meiotické profáze. V této chvíli obsahuje primární spermatocyt 46 (44 + XY) chromosomů a 4N DNA (N = haploidní set chromosomů – 23 u člověka – a množství DNA v tomto setu obsažené). Výsledkem prvního meiotického dělení jsou **sekundární spermatocyty** (22 + X nebo 22 + Y a množství DNA 2N). Sekundární spermatocyty vstupují velmi rychle do druhého meiotického dělení a dávají vzniknout **spermatidám**. Mezi prvním a druhým meiotickým dělením neprobíhá žádná S-fáze (tedy žádná syntéza DNA), takže během druhého dělení je množství DNA zredukováno na polovinu (1N), čímž vznikají elementy s haploidní počtem chromosomů i množstvím DNA. Tím se spermie stává vysoce specializovanou buňkou, nesoucí genetický materiál mužského jedince, opatřenou velkou pohyblivostí, s možností plavat proti proudu a proniknout do svého cíle – ženského vajíčka – v době oplozování.

Syndrom nepohyblivých spermií je způsoben nedostatkem dyneinu nebo jiných proteinů, zajišťujících pohyb bičíku. Porucha je obvykle spojena s chronickým zánětem respiračního traktu, protože stejný efekt postihuje i axonemata řasinek (cilií) epitelových buněk dýchacích cest (Kartagenerův syndrom).

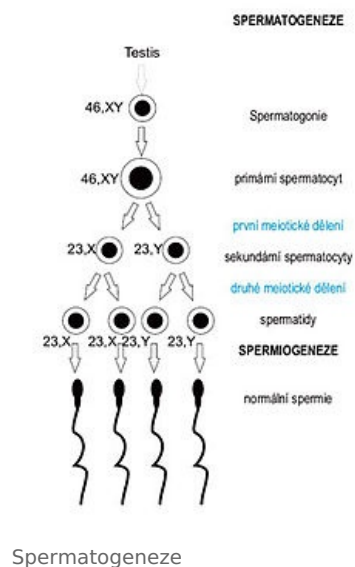
## Oogeneze

Oocyty se vyvíjejí v procesu zvaném oogeneze. Začíná už v prenatálním období, kdy ve vaječnicích embrya veškeré pohlavní buňky diferencují na **primární oocyty**. Ty vstupují do meiotického dělení. Oocyty se však dostávají pouze do **profáze meiózy I** a v tomto bodě se celý proces zastaví až do nástupu pohlavní zralosti ženy. Během tohoto zastavení v profázi se hromadí a skladuje žloutek a proteiny potřebné pro vývoj embrya v časných fázích po oplodnění. Vajíčko tak nabývá na velikosti.

Při sexuální zralosti jedince je několik oocytů stimulováno periodicky působením hormonů menstruačního cyklu, což vede k dokončení meiózy I. Projeví se to asymetrickým dělením, při němž většina žlutkové cytoplasmy zůstane ve vyvinutém oocytu, který se nyní nazývá **sekundární oocyt** (ootida). Druhá polovina chromosomů je vypuzena z oocytu, vytvářejíc malé zbytkové struktury – polární tělíska. Proces se zastaví v metafázi II. Za toto zastavení je odpovědný tzv. cytostatický faktor.

Mechanismus, kterým se to děje, není zatím zcela objasněn. Předpokládá se působení signální cesty, která zahrnuje protoonkogen *c-mos* (a jeho produkt) a MAP-kinázu (mitogeny aktivovaná proteinkináza). Soudí se, že Mos-protein je také proteinkináza syntetizovaná během oogeneze, která aktivuje MAP-kinázu přímo nebo nepřímo. Aktivovaná MAP-kináza zastaví vývoj oocytu v metafázi II. Při fertilizaci po inkorporaci spermie do oocytu je Mos-protein degradován, aktivita cytostatického faktoru je inhibována, takže meiotické dělení se dokončí.

Druhé dělení je však také asymetrické. Vzniká kompletní oplozené vajíčko. Důvodem asymetrického rozdělení během oogeneze je zajištění dostatku živin v cytoplasmě vajíčka, aby s nimi vydrželo až do doby implantace v děloze. V době nástupu menarche je většina z 1–2 milionů fetálních oocytů degradována a zůstává pouze 300 000–400 000; z tohoto počtu pouze 350 až 400 se dočká ovulace během reprodukčního věku ženy.



# Diferenciace pohlavních buněk

## Diferenciace testikulárních buněk

Gonadální primordium je reprezentováno gonádovou lištou, která je progresivně kolonizována extraembryonálními prvopohlavními zárodečnými buňkami. První rozpoznatelná událost svědčící pro testikulární diferenciaci je patrná od 7. týdne gestace, kdy se začnou vyvíjet primordiální Sertoliho buňky. Leydigovy buňky se začínají tvořit v 8. týdnu a zmnožují se do 12. až 14. týdne. Po porodu degenerují a v intersticiální tkáni dočasně mizí, nová populace se začne objevovat až s nástupem puberty.

## Diferenciace ovariálních buněk

Začíná později než je tomu u testes, ale brzy dosahuje většího stupně zralosti. Ve 12.-13. týdnu některá oogonia, umístěná v nejhlubší vrstvě kortexu, vstoupí do meiotické profáze. V 7. měsíci gestace:

- všechny zárodečné buňky vstupují nebo se zastaví v meiotické profázi;
- buňky fetální granulózy produkují estrogény (podobně jako ve stejném vývojovém stupni tvoří fetální varlata testosteron);

Avšak produkce ovariálního AMH (anti-müllerian-hormon) je prokazatelná až po narození.

## Procesy kapacitace, fertilizace a implantace

**Fertilizace** není pouhá fúze spermie s vajíčkem, ale spojení haploidního mužského a ženského genomu. K tomuto splynutí spermie s vajíčkem dochází ve vejcovodu a embryo je přeneseno pomocí buněk vejcovodu do děložní dutiny, kde dojde k **implantaci**, tj. zanoření embrya do děložní sliznice. V průběhu tohoto transportu se energie a živiny pro embryo získávají ze žlutkové cytoplasmy. Po implantaci dochází k napojení na krevní cirkulaci matky.

Spermie za pohybu ženským reprodukčním ústrojím podstupuje tzv. **kapacitaci**. Do této doby spermie není schopná oplodnit vajíčko. Mechanismus kapacitace není ještě podrobněji znám. Pravděpodobně sekrety ženského pohlavního ústrojí pozměňují plasmatickou membránu spermií tak, že to umožní vazbu spermie na vajíčko. Tato vazba (spojení) se děje prostřednictvím *zona pellucida*, což je extracelulární matrix bohatá na glykoproteiny, která obklopuje vajíčko. Je složena ze tří proteinů: ZP-1, ZP-2 a ZP-3. ZP-3 slouží jako aktuální receptor pro spermie. Tato vazba navodí uvolnění hydrolytických enzymů z akrosomálních váček hlavičky spermie, které natráví zonu pellucidu v místě spojení se spermií. Plasmatická membrána spermie a vajíčka splynou a jádro spermie s genetickým materiálem je zavzato do vajíčka. Splynutí obou membrán naruší cytoplasmatická granula pod membránou, z kterých se uvolní enzymy, které vně membrány natráví glykoproteiny zóny pellucida. To pak znemožní, aby další spermie se spojila s vajíčkem. Současně se aktivuje „spící“ cytoplazma oocyty. Zvyšuje se koncentrace intracelulárního  $Ca^{2+}$ , což způsobí inaktivaci cytostatického faktoru s následným dokončením meiózy, při níž mateřský a otcovský genom, uložený v chromosomech, se spojí a vytvoří jádro zygoty. Následuje velmi rychlé dělení embryonálních buněk.

## Odkazy

### Související články

- Kmenové buňky
- Mitóza
- Meióza
- Kmenové buňky (Patobiochemie)

### Zdroj

- MASOPUST, Jaroslav, et al. *Patobiochemie buňky*. 1. vydání. Praha : Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, 2003. 344 s. s. 77-79. ISBN 80-239-1011-6.

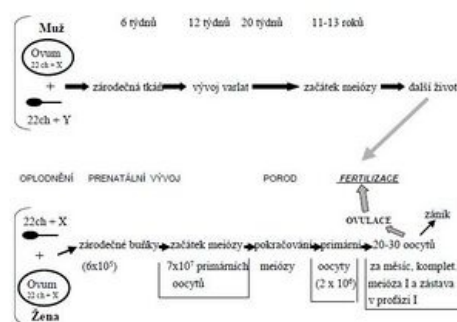
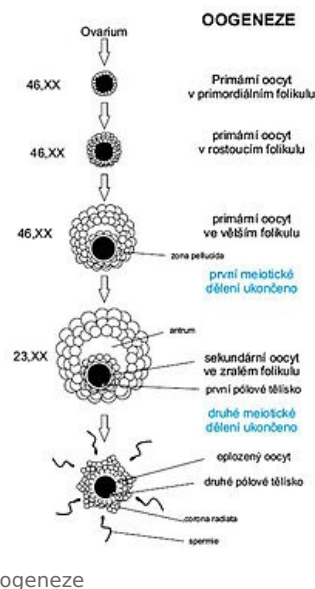


Schéma vývoja pohlavných buniek