

Mužský reprodukční systém

Mužské pohlavní buňky jsou tvořeny v procesu **spermatogeneze**, který probíhá po celý život muže mimo břišní dutinu - ve varlatech uložených v šourku. Díky této lokalizaci je teplota ve varlatech přibližně o 2-3°C nižší, než je teplota těla, což je nezbytná podmínka pro správný vývoj spermií. Zajištění tepelné homeostázy varlat je dáno tzv. *protiproudovou výměnou tepla*. Na udržení teploty se podílí *musculus cremaster*, který reaguje na změnu teploty. Vlivem chladu se sval kontrahuje a zvedá šourek blíže k tělu, naopak působením tepla sval relaxuje a šourek se tedy vzdaluje od těla.

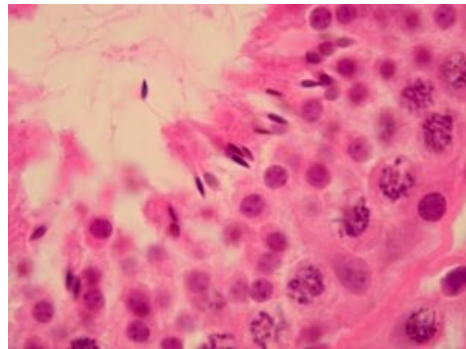
Denně vzniká 200-400 milionů spermií ze spermatogonií, které se tvoří ze zárodečných buněk stěny semenného kanálku varlete.

Plodné období může trvat od puberty až do smrti, ale ve vyšším věku je snížena schopnost erekce, menší libido a nižší fyzická výkonnost, která je nutná k pohlavnímu styku.

Mužské pohlaví je determinováno geneticky při oplození - normální mužský karyotyp je **46, XY**. Na krátkém raménku Y chromozomu se nachází gen pro specifický protein SRY, který hraje velmi důležitou funkci při vývoji mužského pohlaví. Mutace tohoto genu vede k rozvoji ženského fenotypu - žena 46, XY. SRY stimuluje buňky varlat k produkci humorálních látek. Do 6. týdne prenatalně je struktura primitivních gonád jednoduchá, je tvořena kůrou i dřením - jedná se o tzv. *indiferentní stádium*. Od 7. týdne prenatalně nastává diferenciace a u mužského pohlaví kůra gonád zaniká, varlata se tvoří z dřene. Pomocí dihydrotestosteronu se z **Wolfových vývodů** tvoří nadvarle a chámovod. Od 8. týdne se začíná vytvářet zevní genitál.

Varlata

Varlata jsou mužská párová pohlavní žláza, nachází se v šourku mimo břišní dutinu. Hlavní funkcí varlat je tvorba spermií a syntéza mužských pohlavních hormonů. Každé varle je rozděleno vazivovými septy asi na 300 lobulů, které jsou vyplněny 2 až 4 kličkami semenotvorných kanálků. Ty se následně spojují a ústí do nadvarlete, které skladuje nově vzniklé spermie. Nezbytně nutnou součástí jsou velké Sertoliho buňky, které obklopují spermie v různém stádiu vývoje. **Sertoliho buňky** jsou navzájem propojeny těsnými kontakty a jsou součástí hemotestikulární bariéry, jejich hlavní funkcí je zajištění živin tvořícím se spermiím. V intersticiu jsou také uloženy **Leydigovy buňky**, které pod vlivem luteinizačního hormonu (LH) secernují androgeny - testosteron.



Histologický řez varletem

Steroidogeneze

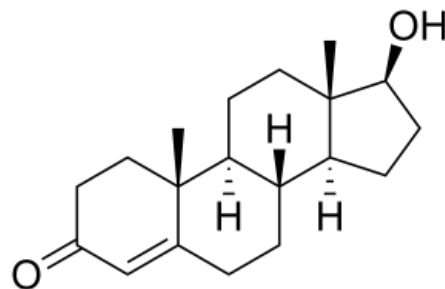
Steroidogeneze neboli tvorba steroidních hormonů začíná v hypothalamu, který dostává informaci z centrálního nervového systému o nutné produkci steroidních hormonů. Neurony v oblasti **area preoptica** a **nucleus arcuatus** začnou produkovat **GnRH**, což je regulační hormon. Syntéza GnRH není konstantní, ale je v *pulzech*. Hypothalamus je pomocí portálního systému propojen s hypofýzou, která obsahuje receptor pro GnRH. Díky tomu začne probíhat pulzní sekrece **luteinizačního hormonu**. Neplatí to pro **FSH**, ten má jinou frekvenci. **LSH** a **FSH** putují krví k buňkám varlat a jsou následně zodpovědné za steroidogenezi. Funguje zde *negativní zpětná vazba* v mozku, která je zprostředkována *estradiolem*, což je metabolit přeměny testosteronu. Receptory pro LH jsou na Leydigových buňkách v intersticiu a receptory pro FSH jsou na Sertoliho buňkách. Buňky jsou od sebe odděleny **hemotestikulární bariérou**.

Androgeny

Testosteron působí ve varlatech, v hypofýze a ve svalech. Androgeny jsou metabolizovány v játrech a vylučovány jsou pomocí ledvin. V prostatě, šourku, penisu, kosti a kůži je testosteron prohormonem, ale tvoří i strukturu 2-3 krát účinnější - **dihydrotestosteron**. Aromatáza v játrech, v mozku a v tukové tkáni mění testosteron na estradiol.

Funkce testosteronu

- prenatalně stimuluje diferenciaci a růst vnitřního mužského pohlavního systému
- prenatalně stimuluje sestup varlat do šourku pomocí tříselného kanálu
- v období puberty zahajuje spermatogenezi (zvýšená hladina testosteronu v pubertě)
- navozuje po pubertě růst zevního genitálu - penis, varlata, šourek
- zajišťuje rozvoj sekundárních pohlavních znaků (růst ochlupení, vlasů a vousů, hrtan se rozšiřuje a tím se mění výška hlasu)
- zvyšuje proteosyntézu (svalová hypertrofie) - anabolické účinky
- vytváří mužské sexuální chování
- stimuluje syntézu erythropoetinu (příčina pohlavních rozdílů v počtu



Chemická struktura testosteronu

Spermatogeneze

Spermatogeneze se skládá z dvou typů buněčného dělení - mitóza a meióza.

Nejdříve se *spermatogonie* (diploidní buňky) mitoticky rozdělí na dvě dceřiné spermatogonie - jedna zůstává součástí populace jako kmenová buňka při bazální membráně. Druhá buňka migruje mezi Sertoliho buňky, nazýváme jí *primární spermatocyt*, podle prvního meiotického dělení, které se zastaví v profázi I - dokončení prvního meiotického dělení proběhne až v pubertě za vzniku *sekundárního spermatocytu*. Ty následně podléhají druhému meiotickému dělení a po dokončení vznikají haploidní *spermaticy*, které se pomocí spermatohistogeneze přeměňují ve zralé spermie, které se uvolňují do lumen kanálku.

Celá spermatogeneze od přeměny spermatogonie ve spermatocyt až do období uvolnění zralých spermií trvá zhruba **72 dní**.

Spermie

Zralá spermie je tvořena hlavičkou, která obsahuje pouze jádro s chromozomy. Hlavička je kryta akrozomem, který je tvořen převážně v Golgiho aparátu, obsahuje enzymy, které usnadňují průnik spermie přes obaly vajíčka. Ve střední části spermie nacházíme velké množství mitochondrií, které slouží jako zdroj ATP pro pohyby bičíku. Mitochondrie jsou děděny výhradně od matky, otcovy spermie se na vývoji zygoty nepodílí. Bičík je vybaven systémem jedenácti mikrotubulů, které umožňují pohyb spermií přes pochvu, dělohu až do vejcovodu, kde nejčastěji dochází k oplození vajíčka. Do vejcovodu se spermie dostanou za 10-60 min po styku. Po ukončení vývoje se dostávají spermie do nadvarlete, postupně nabývají pohyblivosti, která je do ejakulace utlumena inhibičními proteiny. Rychlost spermií je 1-4 mm/min. Neutrální a alkalické prostředí rychlost zvyšuje (pH ejakulátu), kyselé prostředí v pochvě spermie zpomaluje, vyšší teplota zvyšuje rychlost spermií. Schopnost oplození si udržují spermie asi jeden měsíc. Při ejakulaci dochází k současnému uvolnění sekretu seminálních váčků (obsahuje fruktózu) a prostaty.

Ejakulát

Objem ejakulátu je individuální, kolísá mezi 2,5-4,5 ml. Je tvořen hlavně spermiemi a zbytek je sekret *vas deferens* (sekret semenných váčků, prostaty a hlen bulbouretrálních žlázek). Ejakulát má pH okolo 7,5. Po vypuzení do pochvy se fibrinogen mění na fibrin a vytvořené koagulum udržuje ejakulát v zadních partiích pochvy. Působením prostatického specifického antigenu se koagulum asi za 15-30 min rozpustí a pohyblivost spermií opět narůstá. Životnost spermií v ejakulátu při tělesné teplotě je cca 24-48 hodin. Zmražený ejakulát je možné uchovávat i několik let.

V 1 ml ejakulátu se nachází 35-200 milionů živých a pohyblivých spermií. Pokud počet spermií klesne pod 20 milion, je muž téměř neplodný.

Pohlavní spojení

Hlavní podstatou erekce penisu je vazodilatace arteriol a vazokonstrikce vén *corpora cavernosa penis*, což se může například vyvolat drážděním erotogenních oblastí nebo psychickým podnětem. Senzitivní informace je přenášena dostředivou dráhou skrz *nervus pudendus* do **plexus sacralis** a dále do sakrální míchy. Informace je dále vedena vzestupnými drahami do mozku, kde je vyvolán pocit sexuálního vzrušení. Erekce je navozena parasympatickými vlákny, které vychází ze sakrální míchy a končí na hladké svalovině *corpora cavernosa*, *corpus spongiosum* a na hladké svalovině cév. Na zakončení vláken se uvolňuje acetylcholin a oxid dusnatý, který vyvolává vazodilataci arteriol. Zvýšený přívod krve při venózní vazokonstrikci vede k naplnění sinusoid topořivých těles a k erekcí penisu.

Odkazy

- sexuální dysfunkce u mužů
- penis
- spermatogeneze
- testosteron
- spermie
- gametogeneze

Použitá literatura

- TROJAN, Stanislav, et al. *Lékařská fyziologie*. 4., přeprac. a uprav vydání. Praha : Grada, 2003. 772 s. ISBN 80-247-0512-5
- SILBERNAGL, Stefan a Agamemnon DESPOPOULOS. *Atlas fyziologie člověka*. 6. vydání. Praha : Grada, 2004. s. 244, 264. ISBN 80-247-0630-X