

■ Skabt i Hans billede ...

# Menneskets reproduktion

af Randy J. Gulizza, P.E., M.D.

Oversat af Holger Daugaard

Et nyt liv er startet i det øjeblik en menneskelig sædcelle forener sig med et menneskeligt æg. Det lyder simpelt, ikke sandt? Man kan selv vurdere det, men man bliver nødt til at følge med meget nøje for at fange alle detaljerne og omhyggeligt stykke dem sammen, ligesom man ville følge et fantastisk mysterium.

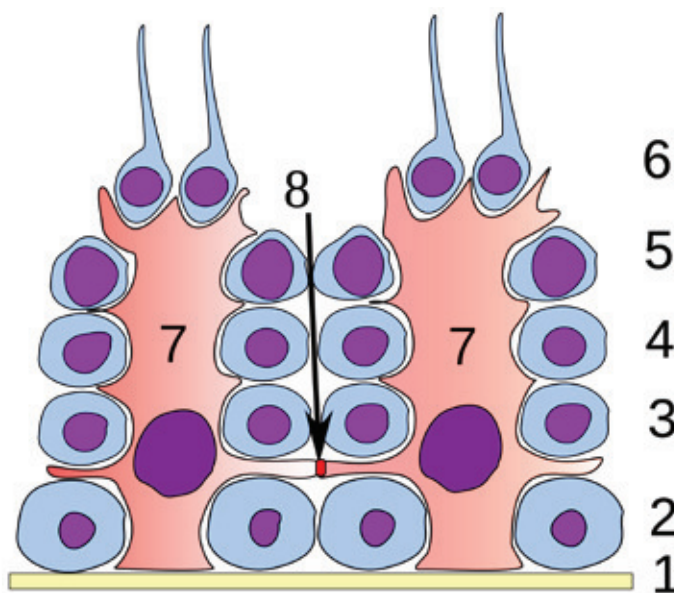
Rejsen for en enkelt sædcelle fra produktion til befrugtning begynder med hurtigt delende celler i testiklen kaldet spermatogonier. Disse delinger er afgørende for at forsyne sædcellen med 23 kromosomer – præcis halvdelen af det antal der findes i menneskets almindelige celler. Når sædcellen smelter sammen med ægget, som også har gennemgået delinger i kvindens æggestok, vil de fuldtallige 46 kromosomer være til stede. Men cellemekanismer tillader små variationer i informationerne i visse dele af kromosomerne der skal blandes i løbet af delingerne. Dette sikrer at hver enkelt sædcelle og æg bærer de korrekte informationer for at danne et normalt menneske; men hvert menneske er forskelligt og unik med hensyn til de nøjagtige træk der vil blive udtrykt af den nye person. Den genetiske kombination i det nyligt befrugtede æg vil være helt ulig enhver anden person der nogensinde har levet før – eller nogensinde vil blive født bagefter.



## Sædcellen

Sædcellen starter som en rund, ubevægelig celle. Den er omgivet af andre celler i testiklerne der kaldes sertoliceller. De sørger for at omdanne sædcellen til en slank svømmemaskine der er i stand til at overføre sin genetiske information til ægget. Sertoliceller forsyner de udviklende sædceller med nærings-

de interne bestanddele i cellerne bliver præcist omarrangeret således at sædcellen får form af en lang og slank celle med en piskelignende hale. En vigtig struktur, det acrosomale legeme, der efterhånden vil udvikle meget eroderende enzymer der er i stand til at opløse membraner omkring andre celler, bliver lavet af sertolicellerne på spidsen af sædcellerne hvor de forsegles i et beskyttende lag.



**Testiklens inderste cellelag**, det såkaldte "germinal-epitel": 1 basal-laminatet (tidligere også kaldet basalmembranen) er et tyndt lag der ligger mellem overfladevævet (epitelet) eller andre sammensatte cellegrupper (fx muskler) og bindevævet; 2 spermatogonier; 3 spermatocyt af 1. orden; 4 spermatocyt af 2. orden; 5 (umoden) spermatid; 6 modne spermatider; 7 sertolicellen; 8 et snævert forbindelsesled (blod-testis-barrieren)

## Testosteron

En høj koncentration af det mandlige hormon *testosteron* i testiklerne er vigtigt for dannelsen af normale sædceller.

Hvor kommer dette stof fra? Langt fra testiklerne frigiver hjernens hypothalamus hormonet gonadotropin-releasing-hormon (GNRH) som stimulerer hypofysen til at frigive endnu to hormoner der transporteres via blodbanen til testiklerne – nemlig det follikel-stimulerende hormon FSH og det luteiniserende hormon LH. LH stimulerer andre celler i testiklerne (der kaldes Leydigs celler) til at fremstille enorme mængder af testosteron. FSH får nu sertolicellerne til at producere androgen-bindende proteiner<sup>1</sup> der vil binde det testosteron der

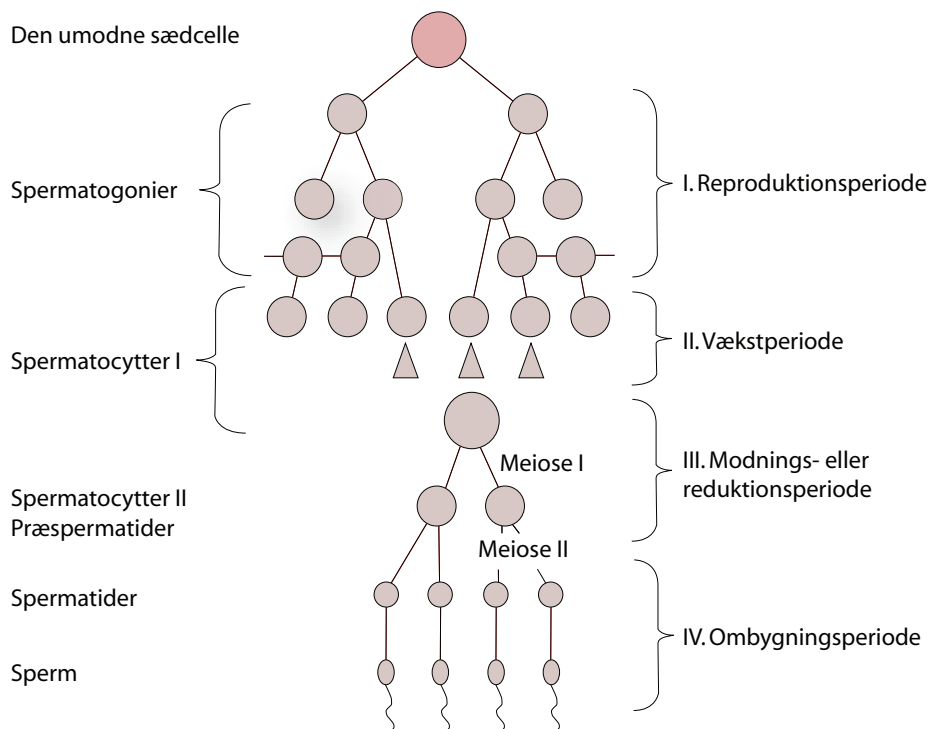
<sup>1</sup> med stimulerende effekt på de maskuline køns karakterer



stoffer. På dette punkt i udviklingen af sæd må der nemlig ikke være i kontakt med blod som ellers normalt overfører næringsstoffer. Store mængder væske, kaldet cytoplasma, fjernes også fra sædcellerne ved hjælp af sertolicellerne, og

produceres i Leydig's celler, hvor det så udøver sin virkning på sædcellernes udvikling.

Som testosteronniveauet stiger, vil det også cirkulere i hele kroppen. Når den korrekte koncentration af testosteron (sammen med en koncentration af hormonet inhibin som laves i sertolicellerne) cirkulerer tilbage til hypothalamus og hypofysen i hjernen, er dette signal til at nedsætte produktionen af FSH og LH – den såkaldte feedback-mekanisme. Når testosteronkoncentrationen falder, er dette modsat signal til at øge mængden af FSH og LH – og processen kan gentages.



**Sædcelleudviklingen.** Fra umoden sædcelle til aktionsklar sperm.

**Bag lås & slå**

Tilbage til forklaringen på hvordan sædcellerne bliver holdt fra kontakt med blodet. De er låst bag en barriere af meget tætte forbindelser mellem sertolicellerne. Den benævnes "blod-testis-barrieren."

Hvorfor? En mand begynder ikke at producere sæd før puberteten, og markørerne på de nye sædceller er ikke blevet programmeret ind i hans immunforsvar. Var det ikke for denne barriere ville sædcellerne af mandens eget immunforsvar blive anset for at være fremmede celler og dermed blive ødelagt, altså gøre manden steril. Hvis forbindelsen mellem sertolicellerne er brudt, hvilket er hvad der sker når testiklerne bliver betændt under en infektion med parotitisvirus, kan antistoffer bane sig vej fra blodstrømmen forbi barrieren og ødelægge spermen.

**Fjendtligt miljø**

Sperm placeret inde i en kvinde befinder sig i et meget fjendtligt miljø – med funktioner der enten ødelægger

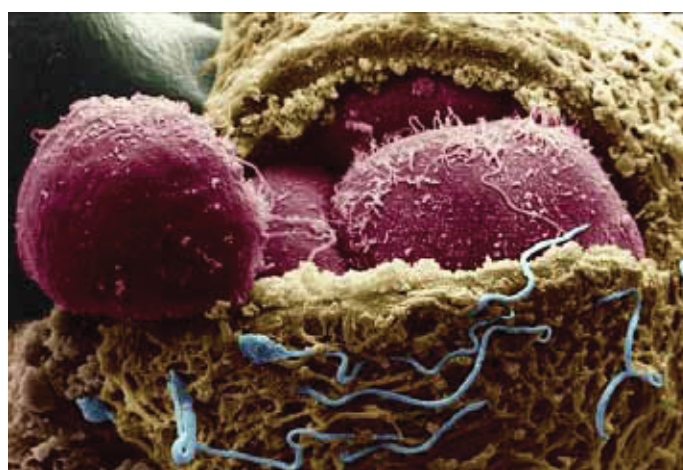
mikroskopiske enheder eller blokerer indgangen til hendes krop.

Det normale vaginale miljø er meget surt (pH 3,5) hvilket undertrykker farlig bakteriel vækst – men som også dræber spermceller! Væsker der er produceret af den mandlige sædblære, udgør derfor en del af sædvæsken og neutraliserer dermed syren. Det neutrale miljø aktiverer derefter spermen. En tyk klæbrig slim blokerer også den lille cervikale åbning ind i livmoderen. Men en anden del af sædvæsken der kaldes prostaglandiner, får denne slim til at blive mere flydende. Og ikke helt tilfældigt er slimen også blevet gjort endnu tyndere på grund af en stigning i kvindens østrogenniveau omkring den tid hvor hun har æggløsning.

Nu er sæden i stand til at svømme gennem slimet i livmoderen – alt imens stoffer i slimet konverteres til energi.

Livmoderen er beskyttet af millioner af celler i kvindens immunsystem som dræber mikroskopiske angribere. Denne hindring overvindes ved stoffer i sæden der har en lokal, men meget bredspektret, immunosuppressiv virkning. Den dæmper altså hendes immunrespons. Dette kan gøre kvinden sårbar over for infektioner, men et andet stof i sæden, seminalplasmin, kan dræbe bakterier og har en beskyttende virkning.

Koordinerede bevægelser af hårlignende fremspring kaldet cilier på celler der forer livmoderen, kombineret med små rytmiske sammentrækninger af livmoderen, producerer en væskestrøm der skubber fremmedlegemer ud af livmoderen. Dette ville normalt være umuligt for sædcellerne at svømme imod. Endnu et stof der



De røde kugler på denne illustration er celler – nemlig det begyndende foster i form af en udifferentieret celleklump.

indeholdes i sædvæsken, forårsager dog at disse bevægelser i kvindens livmoder vender retning og trækker sædvæsken op i livmoderen og dermed hjælper sæden på sin rejse.



### Frisk sæd ikke godt

Overraskende nok er friskproduceret sæd ude af stand til at befrugte ægget.

Mange funktioner i sædcellerne ændres af stoffer der produceres af de kvindelige reproduktive organer. Husk f.eks. sædens acrosomale legeme der blev nævnt tidligere. En af de vigtigste ændringer er når livmoderens sekreter fjerner glycoproteiner fra acrosomets beskyttende lag. Dette tillader eroderende enzymer fra sædcellen at nedbryde det beskyttende lag af celler rundt om ægget og eksponere sin cellemembran, så en sædcelle kan befrugte ægget.

Den kunstfærdige koordinering mellem kvindelige sekreter og mandlige sædceller er beskyttende for manden – uden det beskyttende lag omkring acrosomet ville høje koncentrationer af sædceller i en mands krop kunne ødelægge funktionen af hans kønsorganer hvis de eroderende enzymer blev frigivet for tidligt.

Akrosomet er belagt med proteinet bindin der kun vil klæbe til særlige artsspecifikke receptorer på ægget. Det sikrer at kun sæd fra den samme art kan befrugte ægget. På mindre end et sekund efter sædcellens kontakt med ægget åbnes mange kanaler i æggets membran, hvilket tillader transport af positivt ladede natriumioner ( $\text{Na}^+$ ). Dette skaber en elektrisk ladning over den ydre overflade af ægget der blokerer andre sædceller fra at trænge ind og inaktiverer alle tilbageværende bindin-receptorer på ægget.

Samtidig frigives stoffer lige inden for æggets cellemembran der binder vandmolekyler og får membranen til

at svulme op, så de resterende sædceller på ydersiden frigøres. Dette forhindrer at der kommer genetisk materiale fra andre sædceller ind i ægget, hvilket ville være fatalt for barnet og i visse tilfælde også moderen.

### Fantastisk?

Faktisk er dette en enkel beskrivelse der kunne uddybes betydeligt\*. Som det ses, kræver reproduktionen et koordineret samspil for at få levedygtigt afkom. Det omfatter det cellulære niveau i det reproduktive system, de neurologiske, hormonelle systemer og kredsløbet, og kræver stoffer der fremstilles uafhængigt af hinanden til at ændre handlinger i kvindens krop.

Evolutionslitteraturen er fyldt med spekulative historier om disse processers oprindelse, men er blottet for enhver reel videnskabelig dokumentation til forklaring af dem. Mere sandsynligt er det at en Designer står bag. ■



Hvis du ikke tror på UNDERE, skulle du måske tænke på at du selv udgør et UNDER!

Kilden til denne artikel (hvor også litteraturhenvisningerne kan findes):

Guliuza, R. 2009. Made in His Image: Human Reproduction. Acts & fakta. 38 (1): 14.

\*Læs yderligere detaljer om dette avancerede IC-system i Origo 127, artiklen *Befrugtningen*.

MØD også ORIGO  
på Facebook  
– skabelse.dk viser vej.

