

## Evolutie van de menstruatie

---

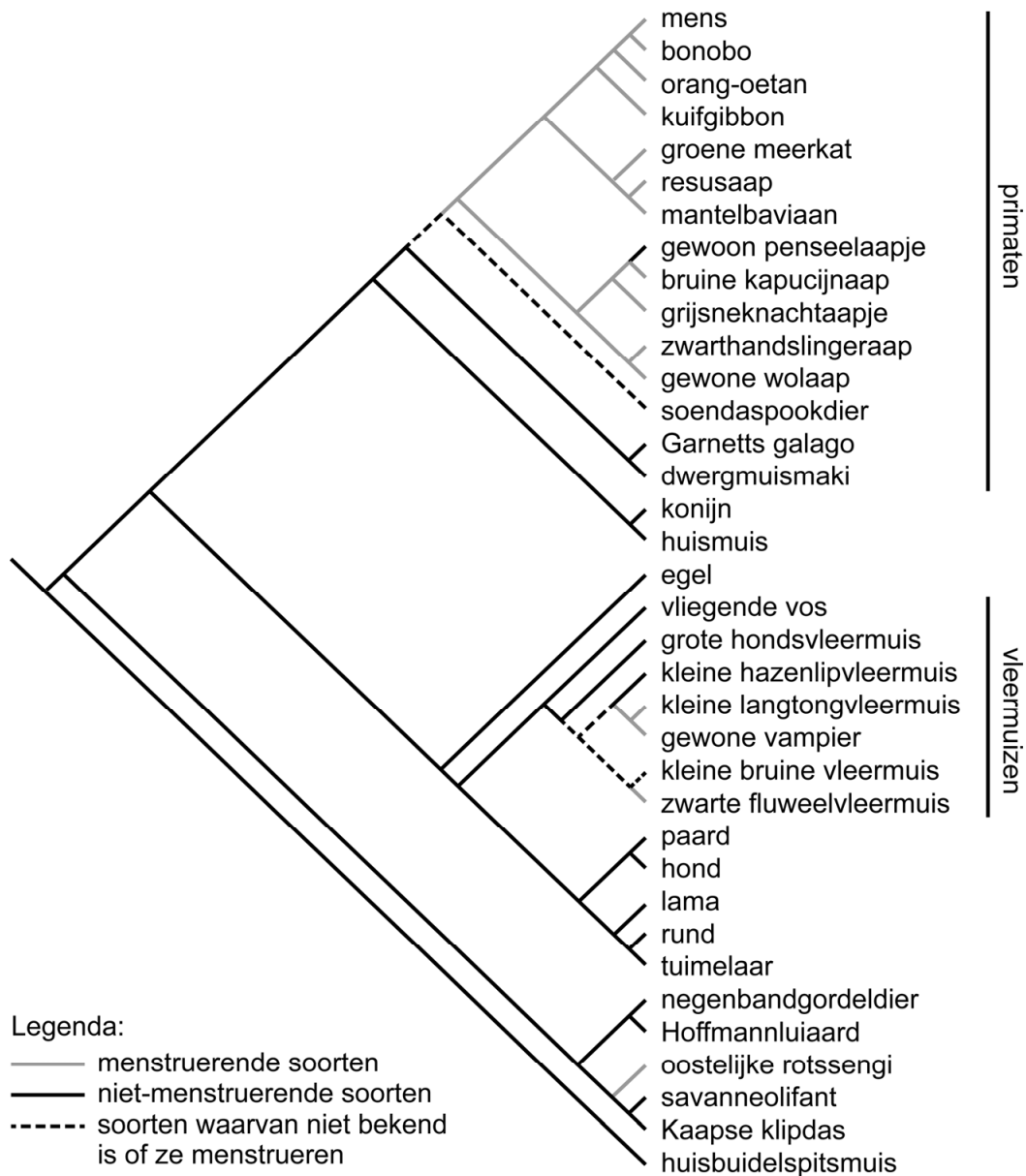
De mens is een van de weinige zoogdieren die menstrueert. Evolutiebiologen onderzoeken hoe dit in de evolutie is ontstaan.

Bij zoogdieren wordt tijdens de rijping van eicellen in de eierstokken het baarmoederslijmvlies dikker door de invloed van oestrogeen. Het gereedmaken van het verdikte baarmoederslijmvlies voor de innesteling van een embryo wordt bij niet-menstruerende zoogdieren pas in gang gezet als een embryo in de baarmoeder aanwezig is. De baarmoederslijmvliescellen van de moeder worden dan aangezet tot decidualisatie. Dit is het vormen van een cellaag (de decidua) waarin het embryo zich kan innestelen. Als de innesteling uitblijft, wordt dit verdikte baarmoederslijmvlies niet afgestoten maar geabsorbeerd. Er volgt dus geen menstruatie.

Bij menstruerende zoogdieren begint de vorming van de decidua 'vanzelf': het progesteron dat door het geel lichaam wordt afgegeven, veroorzaakt de celdifferentiatie in het baarmoederslijmvlies. Dit wordt **spontane** decidualisatie genoemd. Bij de menstruatie wordt de decidua afgescheiden.

Menstruatie is relatief recent in de evolutie ontstaan. In afbeelding 1 is in een fylogenetische stamboom van een groot aantal zoogdieren aangegeven of ze wel of niet menstrueren of dat dat niet bekend is.

afbeelding 1



Drie beweringen over de fylogenetische stamboom in afbeelding 1 zijn:

- 1 Menstruatie is in de evolutie ten minste drie keer onafhankelijk ontstaan.
- 2 Tijdens de evolutie van primaten is het menstrueren in ten minste één afstammingslijn weer verloren gegaan.
- 3 Menstruerende vleermuizen zijn meer verwant aan primaten dan niet-menstruerende vleermuizen.

2p 21 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende bewering **wel** of **niet** wordt ondersteund door de fylogenetische stamboom in afbeelding 1.

Huismuizen menstrueren niet (afbeelding 1). Het is onderzoekers echter wel gelukt een menstruatie bij huismuizen op te wekken. Hiervoor lieten ze een huismuisvrouwje paren met een onvruchtbaar huismuismanntje. Hierdoor ontstond een schijnzwangerschap: het geel lichaam geeft progesteron af, waardoor kenmerken van een zwangerschap ontstaan. Tijdens deze schijnzwangerschap werd het oppervlak van het baarmoederslijmvlies heel voorzichtig bekrast, waardoor decidualisatie optrad. Na tien dagen eindigde de schijnzwangerschap en trad er bij het huismuisvrouwje een bloeding uit de baarmoeder op.

De bloeding bij dit huismuisvrouwje en de maandelijkse menstruatie bij de mens worden op dezelfde manier in gang gezet.

- 2p **22** Leg uit hoe bij de mens afwezigheid van een embryo leidt tot de menstruatie.

Sommige wetenschappers zien een evolutionair verband tussen de bloeding na een schijnzwangerschap bij de huismuis, en de menstruatie bij primaten. De eigenschap menstruatie zou dan zijn ontstaan uit de eigenschap bloeden na schijnzwangerschap.

- 1p **23** Welk gegeven zou dit evolutionaire verband aannemelijk maken?
- A dat het soendaspookdier menstrueert
  - B dat de dwergmuismaki bloedt na een schijnzwangerschap
  - C dat het konijn bloedt na een schijnzwangerschap

Een evolutionaire verklaring voor het ontstaan van spontane decidualisatie is dat de moeder zich hiermee beschermt tegen het embryo. Doordat moeder en foetus geen identiek genenpakket hebben, zijn hun belangen evolutionair gezien verschillend. De foetus probeert via de placenta zo veel mogelijk voedingsstoffen aan de moeder te onttrekken. Het belang van de moeder is investeren in de groeiende foetus, maar ook in toekomstige kinderen.

Op verschillende organisatieniveaus komt het evolutionaire moeder-foetus-conflict naar voren. Twee veranderingen tijdens innesteling en vroege zwangerschap zijn:

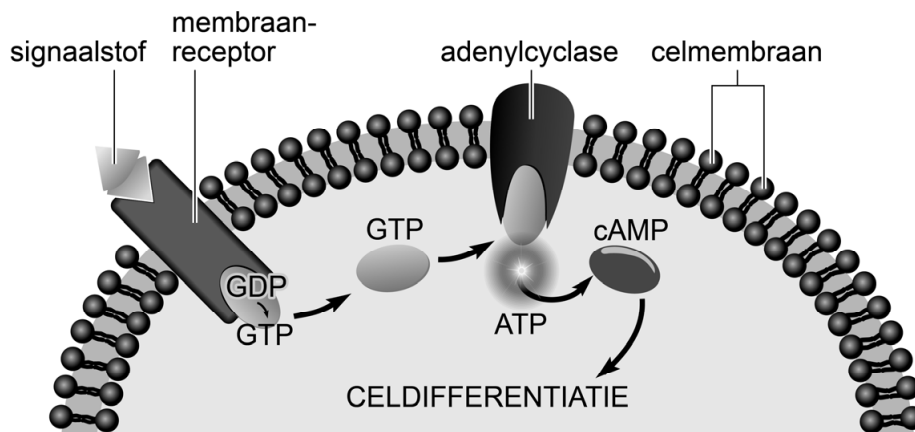
- 1 De slagadertjes in de decidua van de moeder verliezen hun spierweefsel.
  - 2 Placentahormonen maken de moeder minder gevoelig voor insuline.
- 2p **24** Licht toe dat zowel verandering 1 als verandering 2 gunstig is voor de foetus.

Een andere verklaring voor het ontstaan van spontane decidualisatie is dat de cellen van de decidua de kwaliteit van het embryo 'beoordelen'. De innesteling van embryo's met grote chromosomale afwijkingen wordt geremd, waarna de decidua kan worden afgestoten: een miskraam. Dit gebeurt naar schatting met 30 tot 60% van de embryo's.

- 1p **25** Licht toe wat het evolutionaire voordeel is van zo'n miskraam.

De vorming van de decidua wordt bij niet-menstruerende zoogdieren veroorzaakt doordat het embryo via een aantal tussenstappen zorgt voor een toename van de second messenger cAMP in de cellen van het baarmoederslijmvlies, die daardoor differentiëren tot decidua-cellen. Bij menstruerende zoogdieren leidt progesteronproductie tijdens de maandelijkse cyclus tot de toename van cAMP en de daaropvolgende celdifferentiatie van de baarmoederslijmvliescellen. In afbeelding 2 is deze signaalcascade schematisch weergegeven.

afbeelding 2



1p 26 Licht toe dat cAMP een second messenger wordt genoemd.

Drie uitspraken die de werking van progesteron bij menstruerende zoogdieren in verband brengen met een toename van cAMP in baarmoederslijmvliescellen zijn:

- 1 Progesteron vormt met de membraanreceptor een complex dat aan het DNA bindt en zo de expressie van cAMP verhoogt.
- 2 Progesteron zet bepaalde cellen aan tot de afgifte van een signaalstof die bindt aan de membraanreceptor op baarmoederslijmvliescellen.
- 3 Progesteron veroorzaakt in baarmoederslijmvliescellen verminderde expressie van het enzym adenylyclase.

2p 27 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende uitspraak **wel** of **niet** juist kan zijn.

Tijdens de zwangerschap en de daaropvolgende zoogperiode ligt de menstruatiecycclus van menstruerende zoogdieren stil. Het zuigen van het jong beïnvloedt de afgifte van GnRH en LH bij het moederdier.

2p 28 Wordt door het zogen de afgifte van GnRH bij de moeder gestimuleerd of geremd? En wordt de afgifte van LH dan gestimuleerd of geremd?

GnRH-productie	LH-productie
----------------	--------------

- |                |              |
|----------------|--------------|
| A gestimuleerd | gestimuleerd |
| B gestimuleerd | geremd       |
| C geremd       | gestimuleerd |
| D geremd       | geremd       |