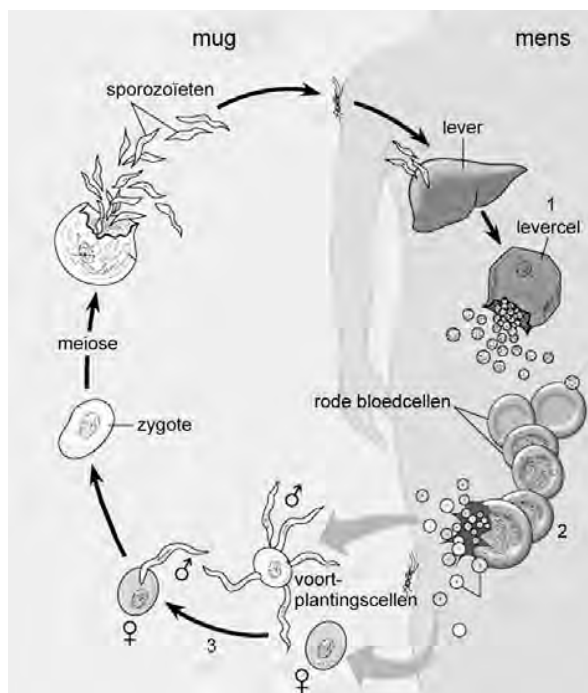


## Afwijkend hemoglobine

Sikkelcelanemie en  $\alpha$ -thalassemie zijn ziekten bij de mens die worden veroorzaakt door afwijkend hemoglobine. Het gen dat bij sikkelcelanemie is veranderd, maakt deel uit van chromosoom 11, terwijl een afwijkend gen van chromosoom 16  $\alpha$ -thalassemie veroorzaakt. De twee onveranderde genen zijn samen verantwoordelijk voor goed werkende hemoglobinemoleculen. Ze coderen respectievelijk voor  $\beta$ - en  $\alpha$ -hemoglobine. Sikkelcelanemie en  $\alpha$ -thalassemie treden alleen op bij mensen die homozygoot zijn voor het betreffende, afwijkende gen. De ziekten worden gekenmerkt door klachten als lusteloosheid en vermoeidheid.

Malaria is een ziekte die wordt veroorzaakt door de eencellige *Plasmodium*. Bij de ontwikkeling en verspreiding van de parasiet dienen de mens en de mug afwisselend als gastheer (zie afbeelding 1).

afbeelding 1



De malariamuggen steken om bloed op te zuigen. Als een mug iemand steekt die al besmet is, krijgt zij, met het opgezogen bloed, voortplantingscellen van de parasiet binnen. In de darm van de mug (3 in afbeelding 1) vindt bevruchting plaats. Hierna vermeerderd de parasiet zich en komt ten slotte in de speekselklieren van de mug. Als de mug vervolgens iemand steekt die nog niet besmet is, worden kiemen (sporozoïeten in afbeelding 1) van *Plasmodium* bij het volgende slachtoffer geïnjecteerd. De kiemen komen daarna in de lever (1 in afbeelding 1) terecht, waar ze zich ontwikkelen. In de lever deelt de parasiet zich ongeslachtelijk. In een bepaalde ontwikkelingsfase komen de eencelligen in het bloed in rode bloedcellen terecht (2 in afbeelding 1). Daarin delen ze zich, tot de rode bloedcel uiteenvalt, waarna de nieuwe generatie parasieten opnieuw rode bloedcellen binnendringt. Dit herhaalt zich meerdere keren. Symptomen van malaria zijn koortsaanvallen, bloedarmoede en een opgezette milt.

In de tekst worden drie ziekten beschreven. Tegen sommige ziekten kunnen allerlei voorzorgsmaatregelen getroffen worden om het aantal slachtoffers zo laag mogelijk te houden.

- 2p **16** Tegen welke van de drie beschreven ziekten zouden na de geboorte bepaalde voorzorgsmaatregelen kunnen helpen?
- A tegen  $\alpha$ -thalassemie
  - B tegen malaria
  - C tegen sikkelcelanemie
  - D tegen  $\alpha$ -thalassemie en sikkelcelanemie
  - E tegen alle beschreven ziekten
  - F tegen geen van de beschreven ziekten

Eén van de symptomen van zowel sikkelcelanemie als  $\alpha$ -thalassemie is vermoeidheid.

- 2p **17** Leg uit waardoor deze vermoeidheid wordt veroorzaakt.

Over de genetische variatie van de parasiet worden twee uitspraken gedaan:

- 1 De genetische variatie onder de zygoten neemt toe bij het ontstaan van zygoten in de darm van de mug.
- 2 De genetische variatie neemt toe bij het ontstaan van de sporozoïeten in de speekselklieren van de mug.

- 2p **18** Welk van deze twee beweringen is juist?
- A Geen van beide beweringen is juist.
  - B Alleen bewering 1 is juist.
  - C Alleen bewering 2 is juist.
  - D Beide beweringen zijn juist.

De malariaparasiet komt het lichaam van de mens binnen via een muggensteek en ontwikkelt zich verder in de lever (zie afbeelding 1).

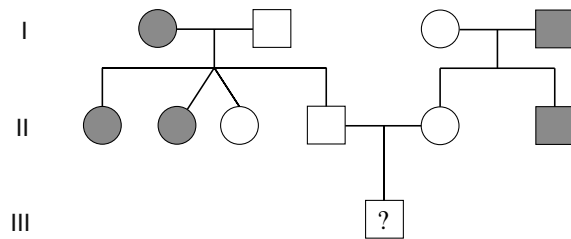
- 2p **19** Ga ervan uit dat de parasiet de kortste weg aflegt om van het **begin** van het armhaarvatennet in de lever te komen. Door welke bloedvaten komt de parasiet dan achtereenvolgens?
- A alleen in bloedvaten met zuurstofarm bloed
  - B alleen in bloedvaten met zuurstofrijk bloed
  - C eerst in bloedvaten met zuurstofarm bloed en daarna in bloedvaten met zuurstofrijk bloed
  - D eerst in bloedvaten met zuurstofrijk bloed en daarna in bloedvaten met zuurstofarm bloed
  - E eerst in bloedvaten met zuurstofarm bloed, daarna in bloedvaten met zuurstofrijk bloed en daarna weer in bloedvaten met zuurstofarm bloed
  - F eerst in bloedvaten met zuurstofrijk bloed, dan in bloedvaten met zuurstofarm bloed en daarna weer in bloedvaten met zuurstofrijk bloed

Personen die één afwijkend allel hebben voor  $\alpha$ -thalassemie óf voor sikkelcelanemie (de zogenaamde dragers) zijn niet ziek, maar zijn hierdoor wel beter beschermd tegen malaria dan mensen die geen of twee afwijkende allelen hebben, hetzij voor  $\alpha$ -thalassemie, hetzij voor sikkelcelanemie. Omdat vooral in tropische en subtropische landen malaria nog een van de belangrijkste doodsoorzaken is, komen personen met deze genafwijkingen in deze gebieden veel voor.

- 2p **20** Waardoor komen dragers van sikkelcelanemie en  $\alpha$ -thalassemie in gebieden met malaria veel meer voor dan in West Europa? Licht je antwoord toe.

Hieronder is een stamboom weergegeven van een familie waarin  $\alpha$ -thalassemie voorkomt.

**afbeelding 2**



Legenda:

- = ♂  $\alpha$ -thalassemie    □ = ♂ gezond  
● = ♀  $\alpha$ -thalassemie    ○ = ♀ gezond

Van het jonge kind in de derde generatie (III) is nog niet bekend of het aan de ziekte gaat lijden.

- 2p **21** Hoe groot is de kans dat dit kind  $\alpha$ -thalassemie ontwikkelt?
- A 0
  - B 1/16
  - C 1/8
  - D 1/4
  - E 1/2