

Razendsnelle evolutie in Tibet

Toen Gijs tijdens de zomervakantie zes weken met zijn ouders in Tibet was, verbaasde hij zich over het gemak waarmee de Tibetanen over de bergpaden liepen. Zelfs met een flinke hoeveelheid bagage hielden hun Tibetaanse berggidsen een hoog tempo aan, terwijl een aantal van hen een shagje rookte. Gijs zelf was, zeker de eerste dagen, na een paar honderd meter al uitgeput. “Door de grote hoogte is er hier minder lucht”, vertelde zijn vader. “Daarom zijn wij sneller moe. De Tibetanen zijn gewend aan de lucht hier. Waarschijnlijk bevat hun bloed meer rode bloedcellen”. Dat leek Gijs onwaarschijnlijk, want hij wist dat een te hoog gehalte aan rode bloedcellen gevaarlijk is voor de gezondheid.

Zelfs de rokende berggidsen hadden minder last van het lage zuurstofgehalte dan Gijs. En dat is vreemd, want rokers hebben in het algemeen sneller last van zuurstofgebrek dan niet-rokers.

- 2p 1 Waardoor hebben rokers sneller last van zuurstofgebrek dan niet-rokers?
- A De verbranding in de sigaret haalt zuurstof uit de ademplucht. Hierdoor komt er minder O_2 in de longen van de rokers.
 - B Sigarettenrook bevat koolstofmonoxide. Koolstofmonoxide verhindert bij rokers de binding van O_2 aan hemoglobine.
 - C Teer zorgt voor mutaties in de rode bloedcellen, die daardoor bij rokers minder goed O_2 vervoeren.
- 2p 2 Waardoor levert een te hoge concentratie rode bloedcellen in het bloed gezondheidsrisico's op?
- A De doorstroming in de haarvaten is verlaagd, waardoor de bloeddruk daalt.
 - B De osmotische waarde van het plasma is verstoord, waardoor weefsels uitdrogen.
 - C Er is te weinig plaats voor witte bloedcellen, waardoor de afweer verstoord raakt.
 - D Het bloed is te stroperig, waardoor de bloeddruk toeneemt.

Na terugkomst leest Gijs in een artikel dat uit onderzoek is gebleken, dat de concentratie rode bloedcellen in het bloed van de Tibetanen juist lager is dan die van Europeanen.

De Tibetanen zijn evolutionair aangepast aan de zuurstofarmere omgeving. Ongeveer 3000 jaar geleden trokken de voorouders van de Tibetanen vanaf de Chinese laagvlakten naar het gebied dat nu Tibet heet. De Han-Chinezen, die nog steeds in de lager gelegen gebieden in China wonen, stammen af van de voorouders die achterbleven. Oorspronkelijk behoorden deze twee volken dus tot dezelfde populatie. Een uitgebreide analyse van het DNA van Tibetanen en Han-Chinezen resulteerde in de vondst van een mutatie die bij negentig procent van de Tibetanen voorkomt, en nauwelijks bij de Han-Chinezen.

Alleen Tibetanen die homozygoot zijn voor de mutatie hebben een verlaagde concentratie rode bloedcellen. De concentratie rode bloedcellen van heterozygote Tibetanen is vergelijkbaar met die van Han-Chinezen. Het gen, waarin de mutatie werd aangetroffen, blijkt betrokken te zijn bij het registreren van het zuurstofgehalte in het bloed.

1p 3 Leg uit of het mutantgen dominant of recessief is.

Het vóórkomen van het allel bij de meerderheid van de Tibetanen is een voorbeeld van een zeer snelle evolutie.

2p 4 Welke factor heeft gezorgd dat dit mutantgen in zo'n korte tijd bij zo'n groot deel van de populatie Tibetanen voorkomt?

- A mutatie
- B selectie
- C successie
- D variatie

Na drie weken in Tibet kostte het Gijs een stuk minder moeite om de bergpaden op te klimmen. Toch heeft Gijs het normale gen dat bij de Tibetanen gemuteerd is.

Processen die tot deze verbetering van zijn conditie hebben geleid zijn (in willekeurige volgorde):

- 1 Een verhoogde productie van rode bloedcellen in het beenmerg;
- 2 Een verandering van de hoeveelheid zuurstof in de longblaasjes;
- 3 Een verandering van de afgifte van het hormoon erythropoëetine (EPO) door de nieren;
- 4 Een aanpassing van het vervoer van zuurstof door de bloedbaan naar de spieren.

2p 5 Wanneer speelt het normale gen bij Gijs een rol in de verbetering van zijn conditie?

- A na proces 1 maar voor proces 2
- B na proces 1 maar voor proces 4
- C na proces 2 maar voor proces 3
- D na proces 4 maar voor proces 3