

Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.

IJzertekort in de topsport

Arthur is een getalenteerde marathonschaatser en traint iedere dag. Zijn prestaties zijn de laatste tijd echter iets teruggelopen. Zijn trainer denkt dat dit veroorzaakt wordt door ijzertekort.

- 2p 1 IJzertekort kan leiden tot een verlaagd hemoglobinegehalte in het bloed. Leg uit hoe een verlaagd hemoglobinegehalte leidt tot verminderde prestaties.

IJzer is een essentiële, maar ook giftige voedingsstof. Vrije ijzer-ionen (Fe^{2+} of Fe^{3+}) veroorzaken namelijk schade aan weefsels. Vrijwel al het ijzer in het lichaam is gebonden aan eiwitten en de ijzeropname vanuit de darmen wordt nauwkeurig gereguleerd.

Ferritine is een eiwit dat ijzer kan opslaan door het te binden. Vrijwel alle ferritine bevindt zich in cellen, maar er is ook een kleine hoeveelheid aanwezig in bloedplasma. Met behulp van de volgende formule kan de totale hoeveelheid ijzer die in het lichaam aan ferritine gebonden is (Y) worden bepaald:

$$Y = 120 \times m \times \text{FB}$$

Y: aan ferritine gebonden ijzer in het lichaam (in μg)

m: lichaamsgewicht (in kg)

FB: ferritinegehalte bloedplasma (in $\mu\text{g/L}$)

De trainer stuurt Arthur naar de sportarts. Zij onderzoekt hoeveel procent van het bloedvolume wordt ingenomen door rode bloedcellen: de hematocrietwaarde. Verder onderzoekt zij het hemoglobinegehalte en het ferritinegehalte in het bloed van Arthur.

De resultaten van het bloedonderzoek van Arthur worden vergeleken met de gemiddelde waarden van mannen (tabel 1).

tabel 1

	Arthur	gemiddelde waarde mannen
hematocrietwaarde bloed (in %)	41	47
hemoglobinegehalte bloed (in mmol/L)	9,2	9,8
ferritinegehalte bloedplasma (in $\mu\text{g/L}$)	17	150
lichaamsgewicht (in kg)	68	85

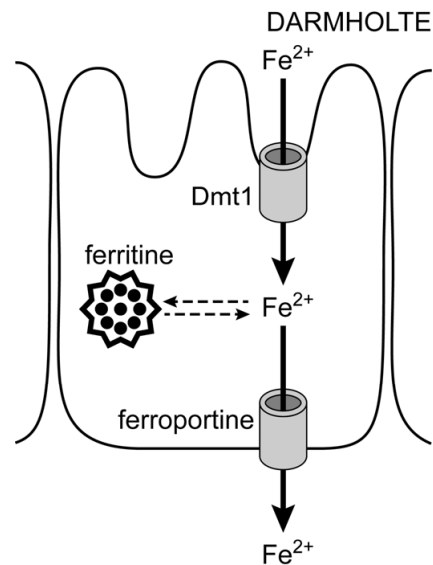
Naar aanleiding van het bloedonderzoek worden de volgende uitspraken gedaan:

- 1 Het volumepercentage rode bloedcellen in het bloed van Arthur is lager dan gemiddeld.
- 2 De hoeveelheid hemoglobine per rode bloedcel is bij Arthur lager dan gemiddeld.
- 3 De totale hoeveelheid aan ferritine gebonden ijzer is bij Arthur ongeveer 1,4 gram lager dan gemiddeld.

2p **2** Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Het bloedonderzoek doet vermoeden dat Arthur een dreigend ijzertekort heeft. Hij gaat op advies van de arts meer ijzerhoudende voedingsmiddelen eten, in combinatie met groenten en fruit met een hoog vitamine-C-gehalte. In de darmen wordt ijzer opgenomen in de vorm van Fe^{2+} . Afbeelding 1 laat zien dat een darmcel een Fe^{2+} -ion opneemt met behulp van het membraaneiwit Dmt1. In de darmcel is het eiwit ferritine aanwezig. Het transporteiwit ferroportine transporteert Fe^{2+} -ionen vanuit de darmcel naar het bloed.

afbeelding 1



Bij een lage ijzerconcentratie in het bloed wordt de expressie van bepaalde genen aangepast zodat meer ijzer uit de voeding kan worden opgenomen. Hierdoor stijgt de ijzerconcentratie in het bloed.

2p **3** Wordt de expressie van het gen voor Dmt1-eiwit bij een lage ijzerconcentratie in het bloed hoger of lager? En de expressie van het gen voor ferroportine?

genexpressie Dmt1	genexpressie ferroportine
A hoger	hoger
B hoger	lager
C lager	hoger
D lager	lager