

Bloeddoping

De schaatssport werd 4 juli 2009 opgeschrikt door een grote dopingaffaire. De internationale schaatsbond ISU maakte bekend dat de Duitse schaatsster Claudia Pechstein betrapt zou zijn op bloeddoping. Tot dan toe had het schaatsen een schoon imago. De ISU vond bij Pechstein een verdachte uitslag na het bloedonderzoek tijdens het WK allround in februari 2009. Ze werd met terugwerkende kracht voor twee jaar geschorst als gevolg van een serie onderzoeken, waarbij afwijkende bloedwaarden zijn geconstateerd. "Unsere Sonnenschein", zoals de bijnaam van Pechstein luidt, is een van de meest succesvolle Duitse sportsters ooit. In 2009 werd zij voor de derde keer Europees kampioene. In 2011 vierde ze haar rentree met een overwinning op de vijf kilometer. Bij bloeddoping worden eigen rode bloedcellen eerst afgenomen en later weer geïnjecteerd. Het effect lijkt op dat van het gebruik van het hormoon EPO; het aantal rode bloedcellen wordt kunstmatig verhoogd om een betere prestatie neer te zetten.

Zowel EPO als de receptoren voor EPO behoren tot dezelfde groep stoffen.

1p **6** Tot welke scheikundige groep behoren beide stoffen?

2p **7** Waar bevinden zich cellen met receptoren voor EPO?

- A** in de alvleesklier
- B** in het beenmerg
- C** in de bijnieren
- D** in de lever
- E** in de milt
- F** in de nieren

Onder natuurlijke omstandigheden kan ook bij ijzergebrek een verandering in de concentratie EPO in het bloed worden gemeten.

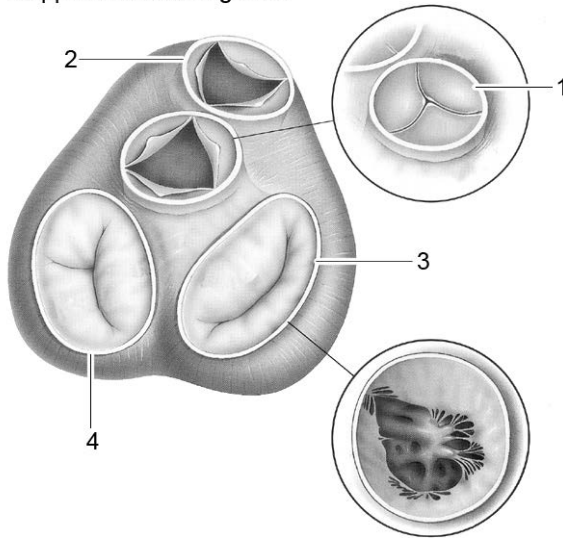
3p **8** Leg in drie stappen uit hoe ijzergebrek een verandering in de EPO-concentratie veroorzaakt en geef aan of de EPO-concentratie hoger of lager wordt.

In afbeelding 1 is een doorsnede getekend van het hart, ter hoogte van de kleppen. In de afbeelding staan:

- 1 de aortaklep
- 2 de longslagaderklep
- 3 de tweeslippige klep (mitralisklep)
- 4 de drieslippige klep (tricuspidalisklep)

afbeelding 1

Kleppen van boven gezien



- 2p 9 Passeert een in het lichaam gevormd EPO-molecuul kleppen van het hart tussen de plaats van afgifte en de plaats van werking? Zo ja, in welke volgorde passeert een molecuul EPO dan **achtereenvolgens** de kleppen van het hart?
- A nee
 - B ja, via 2 en 1
 - C ja, via 3 en 2
 - D ja, via 4 en 1
 - E ja, via 3, 1, 4 en 2
 - F ja, via 4, 2, 3 en 1

Bloeddoping is met name effectief bij duursporten. Al weken tot maanden voordat de te leveren sportieve prestatie moet plaatsvinden, wordt bloed afgenomen van de sporter. Na afname wordt het plasma van het afgenomen bloed gescheiden van de bloedcellen en alleen dit concentraat aan bloedcellen wordt tot maximaal enkele maanden ingevroren bewaard. Direct na afname herstelt het bloedvolume in de bloedbaan zich.

- 2p 10 Van waaruit wordt het bloedvolume direct aangevuld?
- A uit het beenmerg
 - B uit de blaas
 - C uit de speekselklieren
 - D uit het weefselvocht

Naar het effect van bloeddoping is onderzoek gedaan bij hardlopers. Enige tijd na bloedafname zijn de bloedcellen door het lichaam aangevuld en is de bloedsamenstelling weer normaal. Enkele dagen tot een week voor de sporter moet presteren, worden de afgenomen bloedcellen teruggebracht in het lichaam (infusie), waardoor er meer bloedcellen in de bloedbaan circuleren dan normaal. Verwacht wordt dat dit het uithoudingsvermogen van de sporter verhoogt, omdat deze nu meer zuurstof kan opnemen.

Proefpersonen werden in drie groepen ingedeeld die een van de volgende behandelingen kregen:

groep 1: geen infusie;

groep 2: infusie met eigen bloedcellen;

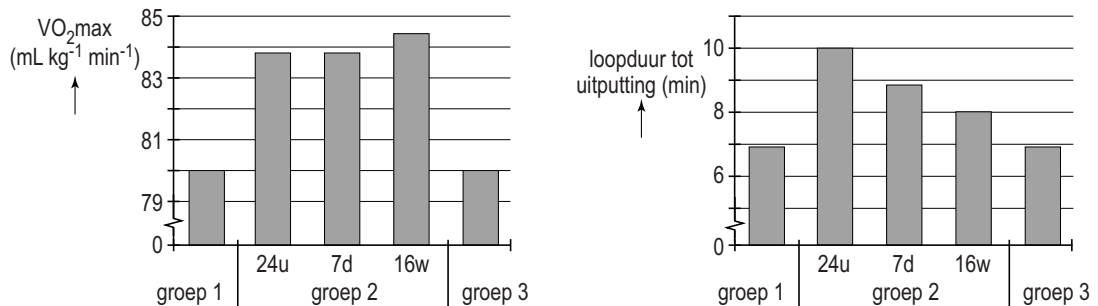
groep 3: schijninfusie: dezelfde handelingen als bij groep 2, maar in plaats van bloedcellen wordt een isotonische zoutoplossing gebruikt als infusie.

De maximale hoeveelheid O_2 die door het bloed kan worden opgenomen ($VO_2\text{-max.}$) werd onderzocht. Daarnaast werd bepaald hoe lang de loopduur (in minuten) was tot er uitputting optrad. De metingen werden 24 uur na infusie uitgevoerd.

Bij groep 2 werden deze metingen na 7 dagen en na 16 weken herhaald.

De resultaten van het onderzoek staan in twee grafieken (zie afbeelding 2).

afbeelding 2



Over dit onderzoek worden de volgende uitspraken gedaan:

- 1 In dit onderzoek is de schijninfusie een controleproef.
- 2 Uit het onderzoek blijkt dat door bloeddoping tot ten minste 16 weken na infusie een verhoogde waarde voor het zuurstofvervoer door het bloed meetbaar is.
- 3 Uit het onderzoek blijkt dat door bloeddoping tot ten minste 16 weken na infusie een verhoogde prestatie van loopduur tot maximale uitputting meetbaar is.

2p 11 Welke uitspraken zijn op grond van bovenstaande gegevens juist?

- A alleen 1 en 2
- B alleen 1 en 3
- C alleen 2 en 3
- D alle drie de uitspraken

Naast infusie met eigen bloed bestaat bij bloeddoping ook transfusie met donorbloed. Zelfs als het donorbloed tot dezelfde bloedgroep behoort, kan deze vorm van bloeddoping eenvoudig worden opgespoord met DNA-technieken.

- 2p 12 Welke bloedbestanddelen uit het bloed van de sporter kunnen voor de opsporing gebruikt worden?
- A alleen bloedplaatjes
 - B alleen rode bloedcellen
 - C alleen witte bloedcellen
 - D zowel rode bloedcellen als bloedplaatjes
 - E zowel rode als witte bloedcellen
 - F zowel witte bloedcellen als bloedplaatjes

Het grootste gevaar van bloeddoping en het gebruik van EPO is het toenemen van de viscositeit (stroperigheid) van het bloed. Er vindt een verandering plaats in de hematocrietwaarde van het bloed: het volumepercentage van het bloed dat uit celbestanddelen bestaat.

Hierover worden de volgende uitspraken gedaan:

- 1 De viscositeit neemt toe doordat in het bloedplasma de osmotische waarde lager is dan in de celbestanddelen.
- 2 De viscositeit neemt toe doordat er in de bloedbaan per liter meer rode bloedcellen circuleren dan voor de bloeddoping.
- 3 De viscositeit neemt toe doordat er in de rode bloedcellen meer zuurstof aanwezig is dan voor de bloeddoping en deze cellen daardoor opzwellen.

- 2p 13 Welke van deze uitspraken is of welke zijn juist?
- A alleen 1
 - B alleen 2
 - C alleen 3
 - D zowel 1 als 2
 - E zowel 1 als 3
 - F zowel 2 als 3