

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

**@Astro\_andre**

Onderstaande tweet met foto (afbeelding 1) werd door de Nederlandse astronaut André Kuipers verzonden nadat hij drie maanden in het ruimtestation ISS had gewerkt.

**afbeelding 1**



**Andre Kuipers @Astro\_andre**

Echo opnames van de oogbol, om te onderzoeken hoe de oogzenuw verandert in gewichtloosheid.

Ruimtereizen zijn een flinke aanslag op het lichaam van een astronaut. Vooral de gewichtloosheid speelt hierbij een grote rol. Normaal pompt het hart het bloed tegen de zwaartekracht in naar het hoofd, terwijl door diezelfde zwaartekracht de bloedstroom naar de buik en de benen juist iets makkelijker verloopt. Bij gewichtloosheid komt hierin verandering, waardoor de bloeddruk in de benen lager is dan normaal, en in het hoofd juist hoger is dan normaal. Het lichaam ervaart de verhoogde bloeddruk in het hoofd als een vochtoverschot, waardoor de urineproductie in de nieren wordt verhoogd.

Nadat gewichtloosheid is ingetreden, vindt er een verandering in de hormoonproductie plaats waardoor de urineproductie wordt verhoogd.

2p 1

- Van welk hormoon verandert dan de productie?
- Wordt de concentratie van dit hormoon in het bloed hoger of juist lager? Verklaar je antwoord.

**afbeelding 2**



Doordat er geen zwaartekracht is, hoeven astronauten zich niet erg in te spannen om te bewegen. Daarom moeten ze tweemaal per dag sporten, bijvoorbeeld rennen op de loopband (afbeelding 2), zodat het hart in conditie blijft.

Onderzoek aan eerdere ruimtereizigers heeft uitgewezen dat het hart soms wel 25% van zijn spiermassa verliest door een gebrek aan lichamelijke inspanning.

- 2p 2 Van welk deel van het hart zal dan de meeste spiermassa verloren gaan?
- A van de linkerboezem
  - B van de linkerkamer
  - C van de rechterboezem
  - D van de rechterkamer

In afbeelding 1 is te zien hoe bij André Kuipers een echo van het oog wordt gemaakt om te onderzoeken hoe de oogzenuw verandert tijdens gewichtloosheid. De aanleiding voor dit onderzoek is dat bij een aantal van zijn collega's die langdurig in de ruimte verbleven, het gezichtsvermogen was afgenomen. Tijdens ruimtereizen ontstaat er door de verhoogde bloeddruk in het hoofd meer hersenvocht. Dit veroorzaakt bij sommige astronauten een zwelling van de oogzenuw waardoor deze de achterkant van de oogbol mogelijk platdrukt. MRI-scans lieten zien dat bij een kwart van de astronauten de achterkant van de oogbol inderdaad was afgeplat.

- 2p 3 Welke oogafwijking zal het gevolg zijn van de vormverandering van de oogbol? En welke lenzen kunnen deze afwijking verhelpen?

afwijking	lenzen
A bijziendheid	negatieve
B bijziendheid	positieve
C verziendheid	negatieve
D verziendheid	positieve

Ook de zwelling van de oogzenuw zelf draagt mogelijk bij aan het verminderd gezichtsvermogen bij de astronauten.

- 2p 4 Welk proces in de oogzenuw wordt verstoord door de zwelling waardoor het gezichtsvermogen mogelijk afneemt?
- A impulsgeleiding in een motorische zenuw
  - B impulsgeleiding in een sensorische zenuw
  - C impulsoverdracht in een motorische zenuw
  - D impulsoverdracht in een sensorische zenuw