

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

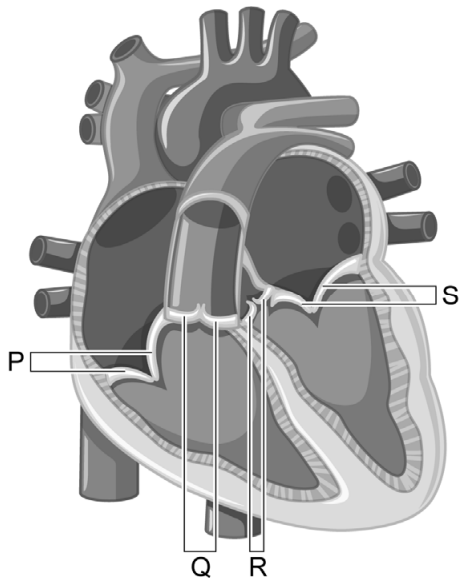
## Een nieuwe hartklep, door het lichaam zelf gemaakt

In Nederland worden jaarlijks ongeveer vijfduizend hartkleppen vervangen door kunsthartkleppen. Bij kinderen met een kunsthartklep, moet de klep meerdere keren worden vervangen, omdat een kunsthartklep niet meegroeit. Biomedisch ingenieur Carlijn Bouten werkt aan een oplossing voor dit probleem.

In het hart zijn vier kleppen aanwezig:

- twee slagaderkleppen (afbeelding 1, Q en R)
- twee kleppen tussen de boezems en kamers (afbeelding 1, P en S)

### afbeelding 1



- 1p 1 Noteer de letter die de klep aangeeft waarlangs zuurstofarm bloed vanuit de kamer richting de longen gaat.

Twee mogelijke hartafwijkingen zijn:

- 1 De aortaklep is te stug en opent daardoor niet goed.
- 2 De aortaklep is te slap en sluit daardoor niet goed.

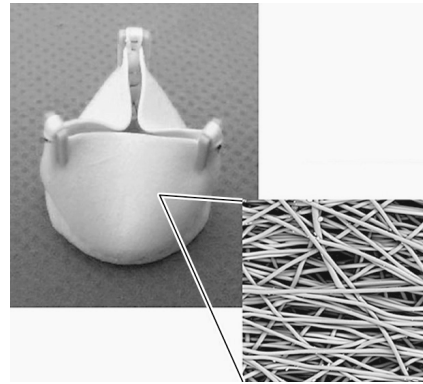
- 2p 2 Bij welke afwijking stroomt er per minuut minder bloed door de aorta naar de organen in het lichaam, in vergelijking met een normaal functionerend hart bij een gelijke inspanning van de hartspier?
- A bij geen van beide
  - B alleen bij 1
  - C alleen bij 2
  - D zowel bij 1 als bij 2

Als er minder bloed naar de organen stroomt, ontstaat eerder vermoeidheid door een gebrek aan energie.

- 2p 3 Leg uit waardoor energiegebrek ontstaat als er minder bloed naar de organen stroomt.

Bouten heeft een slagaderklep ontwikkeld van een biologisch afbreekbare kunststof (afbeelding 2). Na de implantatie worden tussen de kunstvezels van de slagaderklep witte bloedcellen en bindweefselcellen ingevangen. Tegen de tijd dat de bindweefselcellen voldoende stevige en elastische eiwitten (collageen en elastine) hebben aangemaakt, wordt de kunststof afgebroken.

**afbeelding 2**



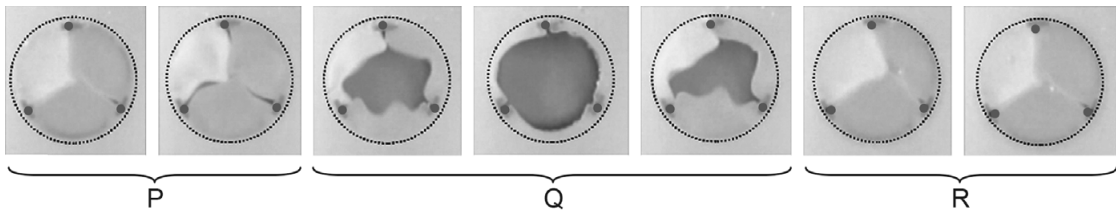
Het grote probleem bij een geïmplanteerde kunstklep is dat het materiaal bloedstolling veroorzaakt.

- 1p 4 Noteer het vaste bloedbestanddeel dat het proces van bloedstolling in werking zet.

Het functioneren van de kunstklep is in het laboratorium getest in een kunstslagader onder de omstandigheden die heersen in een longslagader. In plaats van bloed werd een zoutoplossing door de kunstklep heen gepompt.

In afbeelding 3 zijn foto's te zien van een filmpje van het functioneren van de kunstklep als longslagaderklep. De foto's beslaan één hartcyclus, waarvan de drie achtereenvolgende perioden zijn aangegeven met letters.

**afbeelding 3**



De drie fasen van de hartcyclus zijn:

- hartpauze
- samentrekken boezems
- samentrekken kamers

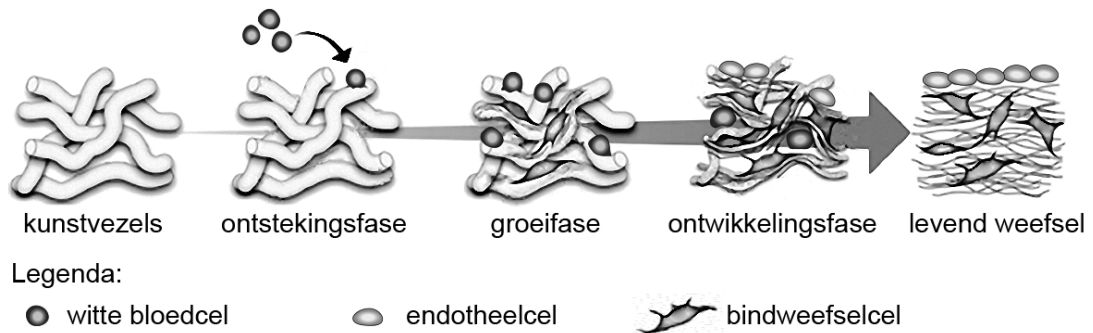
- 1p 5 Schrijf de letters P, Q en R onder elkaar en noteer de bijbehorende fase erachter.

- 2p 6 Na de test onder de omstandigheden die heersen in de longslagader, is de kunstklep getest onder de omstandigheden die heersen in de aorta. Is de bloeddruk in de aorta hoger of lager dan in de longslagader? En het zuurstofgehalte?

	<u>bloeddruk in aorta</u>	<u>zuurstofgehalte in aorta</u>
A	hoger	hoger
B	hoger	lager
C	lager	hoger
D	lager	lager

Na de succesvolle tests in het laboratorium is de kunstklep bij schapen geïmplant op de plaats van de longslagaderklep. Gedurende een jaar werd de gezondheid van deze schapen gecontroleerd. Uit dit onderzoek blijkt dat het weefsel van de geïmplanteerde klep verschillende fasen doorloopt om uiteindelijk een 'levende' klep te worden (afbeelding 4).

#### afbeelding 4



De eerste cellen die het kunstvezelnetwerk van de kunstklep binnendringen, zijn witte bloedcellen die in weefsels op zoek zijn naar lichaamsvreemde stoffen. Deze cellen veroorzaken in de kunstklep een ontstekingsreactie.

- 1p 7 Welk type witte bloedcel is dit?
- A B-cel
  - B cytotoxische T-cel
  - C macrofaag

Tijdens de groeifase komen verschillende stamcellen het kunstvezelnetwerk binnen vanuit het bloed en het omringende hartweefsel van het schaap. Gestimuleerd door de ontsteking gaan deze stamcellen zich delen om nieuwe cellen (bindweefsel- en endotheelcellen) te vormen. Over de groeifase worden de volgende uitspraken gedaan:

- 1 Uit één stamcel ontstaat na mitose één endotheelcel en één bindweefselcel.
- 2 Een endotheelcel krijgt zijn vorm en functie door celdifferentiatie.
- 3 Celdifferentiatie wordt bepaald door veranderingen in genexpressie.

2p 8 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Tijdens de ontwikkelingsfase worden de kunstvezels afgebroken, zodat uiteindelijk alleen hartklepcellen overblijven in een netwerk van stevige en elastische eiwitten. De restanten van de kunstvezels worden opgeruimd door witte bloedcellen die deze restanten opnemen in een blaasje. Dit blaasje versmelt vervolgens met een bepaald celorganel, zodat de kunststofrestanten verteerd kunnen worden.

1p 9 Met welk celorganel versmelt het blaasje zodat de kunststofrestanten verteerd kunnen worden?

- A met een lysosoom
- B met een mitochondrium
- C met een ribosoom
- D met het endoplasmatisch reticulum
- E met het golgi-systeem