

Bloedsomloop

Inhoudsopgave

1	Introductie	1
2	Theorie	1
3	Verkennen opstelling	2
4	Onderzoeksvragen en werkplan	5
5	Metingen	6
6	Rapportage	6

1 Introductie

Het menselijk lichaam bestaat uit een zeer groot aantal cellen. Elke cel heeft voedingsstoffen en zuurstof nodig. Elke cel moet zijn afvalstoffen en koolstofdioxide kwijt. Dat alles moet bij de cel afgeleverd en opgehaald worden. Daarvoor is een fijnvertakt transportsysteem nodig. Met dit experiment gebruik je een model van de bloedsomloop om de bloeddruk te meten op verschillende plekken in het systeem. Het doel van de proef is om beter te begrijpen hoe de bloeddruk werkt.

2 Theorie

Om je goed voor te bereiden op het experiment wordt eerst de theorie bestudeerd.

2.1 Bloedsomloop

Dat transportsysteem is de bloedsomloop. Deze bloedsomloop bestaat uit het hart en een stelsel van wijde en nauwe elastische bloedvaten: de aorta, slagaders, capillairen, aders en vena cava. Het hart werkt als pomp die het bloed door de bloedvaten laat stromen. Het bloed is het transportmiddel waarmee stoffen bij de cellen van weefsels en organen worden afgeleverd en opgehaald. Het hart perst het bloed onder druk de aorta en daarna verder het bloedvatenstelsel in. Er is dus sprake van een bloeddruk. Een meting van deze bloeddruk is vaak een onderdeel van een onderzoek naar de lichamelijke conditie. Een te lage of te hoge bloeddruk kan namelijk wijzen op storingen in de bloedsomloop. Maar een te hoge bloeddruk kan ook het gevolg zijn van stress. Bij zo'n meting wordt de bovenwaarde en de onderwaarde van de bloeddruk (of: de systolische en de diastolische druk) gemeten. Dat gebeurt steeds op dezelfde plaats van het lichaam: bij de bovenarm, op de hoogte van het hart. En dat gebeurt ook steeds onder dezelfde omstandigheden: bij een lichaam in rust. Een meting op deze plaats en onder deze omstandigheden levert – als alles goed is – de normale boven- en onderwaarde van 120/80 voor de bloeddruk.

Opdracht 1: Bloeddrukmeting

Een bloeddrukmeting wordt steeds uitgevoerd op dezelfde plaats (bovenarm) en onder dezelfde omstandigheden (lichaam in rust).

- Welke veronderstelling kun je hieruit afleiden over de bloeddruk op verschillende plaatsen in het lichaam? Wat zou daarvan de oorzaak kunnen zijn?
- Welke veronderstelling kun je hieruit afleiden over de bloeddruk bij verschillende mate van inspanning? Wat zou daarvan de oorzaak kunnen zijn?

Een onderzoek naar het wel of niet juist zijn van deze twee veronderstellingen is aan het lichaam zelf moeilijk uit te voeren. De bloeddruk is niet op alle plaatsen van het lichaam te meten. En een meting van de bloeddruk tijdens inspanning kan – bijvoorbeeld bij een bewegend lichaam – lastig zijn. De veronderstellingen zijn makkelijker te controleren met metingen van de ‘bloeddruk’ in een meetopstelling met een mechanisch model van de bloedsomloop.

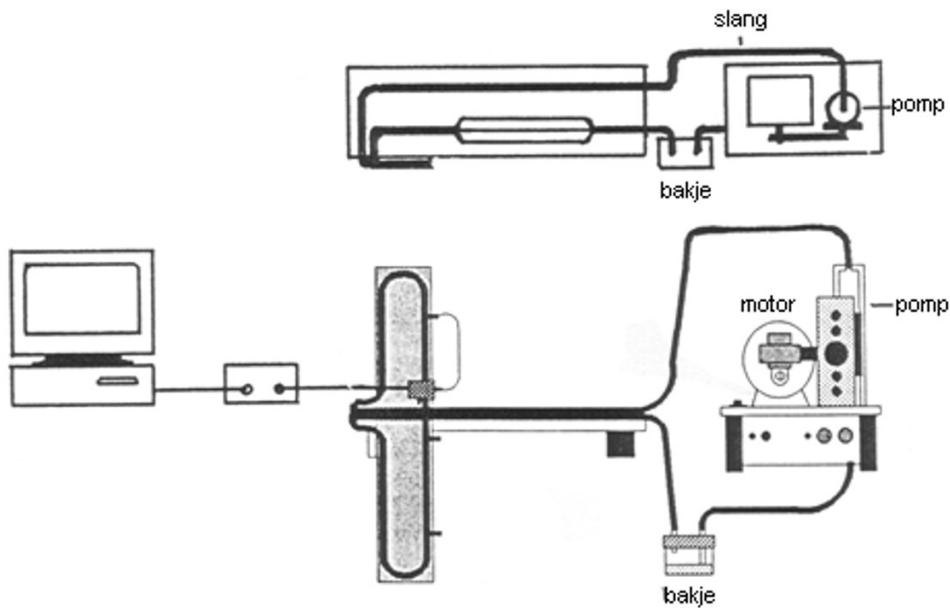
3 Verkennen opstelling

Je gaat nu aan de slag met de opstelling waarbij je eerst zal lezen over hoe de opstelling werkt en daarna een aantal proefmetingen zal uitvoeren. Op deze manier begrijp je goed hoe de opstelling werkt. Daarna ga je, op basis van deze kennis, het werkplan opstellen.

3.1 De opstelling

In figuur 2 is het mechanisch model van de bloedsomloop weergegeven. In dit model wordt water gebruikt als bloed. De belangrijkste onderdelen van het model zijn een pomp, een soepele dikke slang, een aantal parallel geschakelde dunne slangen en een bakje. Deze vier onderdelen zijn samengebracht in het horizontale gedeelte van het model. Met dit gedeelte is de bloeddruk in de verschillende onderdelen van de bloedsomloop te onderzoeken. Daarnaast bevat het model een verticaal gedeelte. Met dit gedeelte is het verloop van de bloeddruk op verschillende hoogte in het lichaam te onderzoeken.

De pomp in het model wordt aangedreven met een motor. De pomp bestaat uit een soepele slang met daarin twee kleppen. Tussen de twee kleppen is de slang gevuld met water. Door het indrukken van de slang wordt het water door de bovenste klep uit de pomp geperst. Bij het weer loslaten van de slang sluit de bovenste klep zich, en wordt via de onderste klep water aangezogen uit het bakje. Bij elke slag van de pomp wordt een hoeveelheid water door het model gepompt. Dit slagvolume ΔV is regelbaar met een knop aan de zijkant van de pomp. De slagfrequentie f is regelbaar met de knop op de grondplaat van de motor.



Figuur 1: Bovenaanzicht (boven) en zijaanzicht (onder) van het mechanisch model van de bloedsomloop.

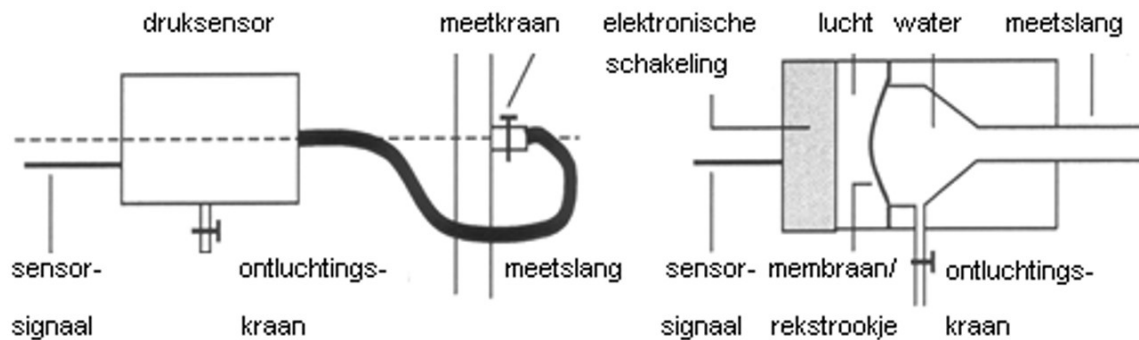
Opdracht 2: Bloedsomloop

Het mechanisch model van de bloedsomloop bestaat uit een pomp, een slangenstelsel en een bakje. Het model is gevuld met water. Het is de vraag of dit een goed model van de bloedsomloop is.

- Zoek in de literatuur informatie over de bouw van de bloedsomloop in het menselijk lichaam, over de manier waarop het hart zorgt voor het rondpompen van het bloed, en over de eigenschappen van het bloed.
- Vergelijk deze informatie over de bloedsomloop met het mechanisch model: welke onderdelen van de bloedsomloop vind je waar in het model terug? In hoeverre is het model een vereenvoudiging van de bloedsomloop? Zijn deze vereenvoudigingen naar jouw idee aanvaardbaar?

Drukmeting

Op een groot aantal plaatsen in het model zijn meetkranen aangebracht om de waterdruk te kunnen meten. De waterdruk wordt gemeten met een druksensor zoals weergegeven in figuur 2. De druksensor geeft als uitgangssignaal een spanning die recht evenredig is met de waterdruk. De druksensor is aangesloten op de computer, die de uitgangsspanning van de druksensor registreert als functie van de tijd.



Figuur 2: Meting van de waterdruk met de druksensor (links). De druksensor wordt met een meetkraan verbonden via een meetslang. In de druksensor (rechts) zit een membraan dat door de druk van het water doorbuigt. Hoe groter de waterdruk is, des te groter is de doorbuiging van het membraan. Deze doorbuiging wordt met een rekstrookje op het membraan gemeten. Bij uitrekking verandert de weerstand van het rekstrookje. Hoe groter de doorbuiging van het membraan en dus de uitrekking van het rekstrookje is, des te groter is de weerstandsverandering. Deze weerstandsverandering van het rekstrookje wordt met een elektronische schakeling omgezet in een verandering van de uitgangsspanning van de druksensor.

Opdracht 3: Drukregistratie

Bij een meting van de waterdruk is op het beeldscherm van de computer een drukregistratie zichtbaar: de gemeten waterdruk als functie van de tijd.

- Schets hoe zo'n drukregistratie er uit zou kunnen zien: hoe verandert de waterdruk p op een bepaalde plaats in het model in de loop van de tijd t ? Bedenk hierbij hoe de pomp in het model zorgt voor het rondpompen van het water.
- Bedenk hoe je de slagfrequentie f van de pomp in het model kunt bepalen uit de drukregistratie op het beeldscherm.
- Bedenk hoe je het slagvolume ΔV van de pomp in het model kunt bepalen met behulp van een maatglas, een stopwatch en de drukregistratie op het beeldscherm.

3.2 Proefmeting

Voordat je nu in het volgende onderdeel bij opdracht 9 je werkplan kunt uitvoeren, is eerst een verkenning van de meetopstelling en de meetmethode nodig. Voor het doen van goede metingen is het nodig dat er alleen water door het model stroomt. Er mogen – net als in de bloedsomloop – geen luchtbelletjes in het water zitten. De meetopstelling moet dus eerst ontlucht worden, zoals beschreven in opdracht 4. Bij opdracht 5 ga je na onder welke meet-omstandigheden een goede drukmeting met de druksensor mogelijk is. Bij opdracht 6 doe je enkele oriënterende metingen om wat ervaring met het omgaan met de meetopstelling te krijgen.

Opdracht 4: Meetopstelling ontluchten

Haal alle luchtbelletjes uit de meetopstelling. Als je een slang dicht bij een luchtbel een beetje optilt, zie je de bel 'opstijgen'. Zo kun je een luchtbel naar een meetkraan verplaatsen en via de kraan uit de opstelling laten weglopen.

Opdracht 5: Drukmeting

De waterdruk wordt gemeten met de druksensor. Dit is een gevoelig en duur meetinstrument – ga er dus voorzichtig mee om. Voor een goede meting van de waterdruk zijn de volgende twee meetomstandigheden belangrijk: de druksensor moet ontlucht zijn, en moet zich op dezelfde hoogte bevinden als de meetkraan. In deze opdracht ga je na dat deze meetomstandigheden van belang zijn voor een goede drukmeting.

- **Ontluchten**

Draai de ontluchtungskraan van de druksensor dicht. Sluit de druksensor via de meetslang aan op een meetkraan, zoals weergegeven in figuur 2. Zet de druksensor op dezelfde hoogte als de meetkraan. Draai de meetkraan open, en bekijk de gemeten druk op het beeldscherm van de computer. Draai nu de ontluchtungskraan van de druksensor open. Draai deze kraan pas weer dicht als er water uit de ontluchtungskraan komt, en er ook geen luchtbelletjes meer in de meetslang zitten. De meetslang en de druksensor zijn nu volledig gevuld met water. Bekijk opnieuw de gemeten druk op het beeldscherm. Welke invloed heeft het ontluchten van de druksensor op de gemeten druk?

- Waarom is het voor een goede drukmeting belangrijk om de druksensor te ontluchten?

- **Meethoogte**

Beweeg de (inmiddels ontluchte) druksensor wat omhoog of omlaag, en bekijk de gemeten druk op het beeldscherm van de computer. Welke invloed heeft het hoogteverschil tussen de druksensor en de meetkraan op de gemeten druk? Waarom is het voor een goede drukmeting belangrijk dat de druksensor en de meetkraan zich op dezelfde hoogte bevinden?

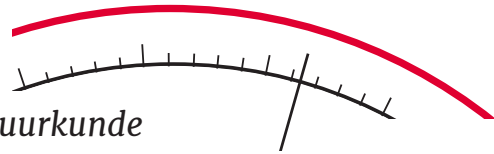
Opdracht 6: Drukregistratie

Met behulp van de druksensor is op het beeldscherm van de computer een drukregistratie zichtbaar te maken: de waterdruk p op een bepaalde plaats in het model als functie van de tijd t . Uit zo'n drukregistratie zijn de bovenwaarde p_s van de waterdruk (of: de systolische druk), de onderwaarde p_d van de waterdruk (of: de diastolische druk) en de slagfrequentie f van de pomp te bepalen. Met enkele aanvullende metingen is bovendien het slagvolume ΔV van de pomp te bepalen. In deze opdracht ga je na hoe je deze vier grootheden bepaalt.

Sluit de druksensor aan op een willekeurige meetkraan in het model. Zorg daarbij voor de juiste meetomstandigheden: ontlucht de druksensor en zet deze op dezelfde hoogte als de meetkraan. Zet de pomp aan, en maak met de computer een drukregistratie voor het bepalen van p_s , p_d en f . Doe daarna de aanvullende metingen voor het bepalen van ΔV . Bepaal deze vier grootheden uit de drukregistratie en de aanvullende metingen.

4 Onderzoeksvragen en werkplan

Na de theoretische voorbereiding en het verkennen van de opstelling kun je nu de onderzoeksvraag en een werkplan op te stellen.

**Opdracht 7: Onderzoeksvragen**

Formuleer de onderzoeksvraag die je met deze opstelling wilt beantwoorden. Gebruik hiervoor de kennis die je hebt opgedaan in de voorbereiding. Je moet de onderzoeksvraag kunnen beantwoorden met deze opstelling. Stel voor de onderzoeksvraag een hypothese op. De hypothese is wat je verwacht dat het antwoord zal zijn op de onderzoeksvraag.

Opdracht 8: Werkplan

Stel nu het werkplan op waarin in ieder geval de volgende punten behandeld worden:

- De onderzoeksvraag en hypothese.
- De grootheden die gevarieerd worden.
- De grootheden die gemeten worden en hoe deze metingen gedaan worden.
- Het aantal metingen.
- Hoe de data weergegeven wordt.

Laat het werkplan controleren voordat je verder gaat.

5 Metingen

Nadat je de voorbereiding hebt uitgevoerd en het werkplan is goedgekeurd door de docent of assistent, kan je het experiment gaan uitvoeren.

Opdracht 9: Metingen

Zoek met behulp van de meetopstelling volgens je werkplan een antwoord op de onderzoeksvraag en controleer de opgestelde hypothese.

6 Rapportage

Afhankelijk van wat je docent van je verwacht rapporteer je met een schriftelijk verslag of een presentatie over het onderzoek. Zorg ervoor dat in dit verslag of deze presentatie de volgende onderdelen duidelijk naar voren komen:

- De onderzoeksvraag en hypothese.
- Een beschrijving en een uitleg van de werking van de meetopstelling.
- Grafische weergave van de meetresultaten.
- Verwerking en interpretatie van de meetresultaten.
- Het antwoord op de onderzoeksvraag verkregen door de meetresultaten.