



DE BLOEDDRUK VAN STEPHEN HALES

Staat het bloed onder druk? Is die druk meetbaar? En is die constant? Wat is de stroomsnelheid van het bloed? En is die overal gelijk? Dit waren enkele fysiologische vragen waar begin 18de eeuw nog geen antwoord op was.

Die raadsels prikkelden het brein van een veelzijdig getalenteerd en geleerd Engelsman, dominee Stephen Hales (1677-1761). Tijdens zijn theologische studies had hij vernomen dat er over God al heel wat bekend was, maar bitter weinig over de mens. Newton had de zwaartekracht ontdekt en Boyle de relatie tussen de druk en het volume van gassen. Maar waren die wetmatigheden ook toepasbaar op het bloed van de mens?

Testapparatuur

Voor zijn experimenten gebruikte Hales een levend paard. Voor de rest bestond zijn testapparatuur uit het gebruikelijke labogerief: een vlijm, naald en draad, glazen buizen en emmers om het bloed op te vangen.

Het paard was een veertien jaar oude merrie die rijp was voor het slachthuis. Met behulp van twee boerenknechten bond dominee Stephen Hales het dier stevig vast op een houten staketsel in een van die liefelijk glooiende landschappen waar het regenachtige Engeland om bekend staat. Met een vlijm opende hij op 15 december 1726 de linker hals en bond de halsslagader af. Tussen de twee knopen knipte hij het bloedvat doormidden en bracht in de twee uiteinden een koperen T-buisje aan van 4 mm diameter. Op dat pijpje monteerte hij een glazen buis van dezelfde diameter en 2,7 meter hoog. Na het ontknopen van de ligaturen steeg het paardenbloed pijlsnel omhoog in de buis tot een hoogte van 2,51 meter. In een kladschriftje noteerde hij die waarneming maar zag tevens nog iets

anders: het bloedpeil kwam niet tot rust op 2,51 meter; maar schommelde lichtjes op en neer. Hij noteerde de hoogste en de laagste stand en vermoedde daar een cyclische beweging in. Een soort eb-en-vloed ritme dat schijnbaar synchroon verliep met de hartslag van het paard. Zo ontdekte Hales wat cardiologen vandaag de systolische en diastolische bloeddruk noemen.

Hartstochtelijke vragen

Om de wetmatigheden van de bloedcirculatie te leren kennen moest de ex-theoloog ook het algehele bloedvolume in het paard becijferen én de hoeveelheid bloed in de hartpomp. Voor dit laatste herinnerde hij zich een experiment uit zijn studentenjaren aan het Corpus Christi College te Cambridge. In een fysiologisch practicum had hij daar ooit de luchtpijptakken van een dode hond met lood ingespoet. Na het stollen van het lood en het afborstelen van het rottend longweefsel daarrond, werd hij beloond met een blik op een ontzagwekkend mooi vertakkende bronchusboom. Hetzelfde procédé paste hij toe op het paardenhart. Hij spoot de kamers in met lood en krabde nadien de spierlaag weg. Uit het loden afgietsel was hij in staat een berekening te maken van de hoeveelheid bloed die bij elke hartslag uit de linker ventrikel werd gepompt. Vandaag noemen de cardiologen dit de ejectiefractie.

De volgende vraag die Stephen Hales zich stelde was of een paardenhart wel representatief was voor het hele dierenrijk. En voor de mens? Zo

herhaalde hij zijn bloeddruk-experiment op schapen, honden en enkele kleinere zoogdieren. Uit zijn metingen concludeerde hij dat hoe kleiner het dier was, hoe sneller de hartslag, en hoe lager de bloeddruk.

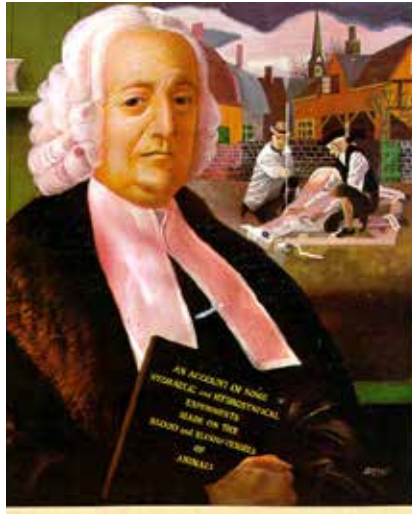
En nog was onze parameter-freak niet tevreden. Nu wou Hales weten of de druk en de snelheid waarmee het bloed in het lichaam stroomde, in elk orgaan dezelfde waren. Daarvoor legde hij onder zijn microscoop een reeks levende organen en berekende de snelheid waarmee de rode bloedlichaampjes door de haarvaten stroomden. Uit dit experiment concludeerde hij dat het bloed in de longen ongeveer vijf keer zo snel stroomde als elders in het lichaam.

Bloedvolume

De volgende vraag die hij zich stelde was of er een verband bestond tussen de bloeddruk en de hoeveelheid bloed in het vaatsysteem. Om dit te testen nam dominee Hales een ander aftands paard dat na de proef in malse paardenbiefstukken zou gehakt worden. Nadat hij de bloeddruk met zijn hoger vermeld buizensysteem nogmaals had gemeten, tapte hij na elke meting exact één liter bloed af (vandaar de emmers). In zijn schriftje noteerde hij na elke aderslating de nog resterende druk in het systeem. Na 17 tapbeurten viel de bloeddruk nagenoeg helemaal weg en stierf het paard. Uit zijn berekeningen concludeerde Hales dat er inderdaad een verband bestond tussen de bloeddruk en het bloedvolume. En dat er in een



de eerste bloeddrukmeting
te velde



Hales met op achtergrond
zijn experiment



William Hogarth Gin Lane

paardenlichaam zo'n 18 liter bloed
rondcirkuleerde.

Maar toen Stephen Hales nadien zijn
tabellen nauwkeurig bekeek, krabde
hij zich in het haar. Als exact weten-
schapper had hij graag een reken-
kundig evenredige bloeddrukdaling
gezien bij het dalen van het bloedvo-
lume. Maar op het eind van de proef
zat er echter een kleine 'opstoot' in. Na
wat wenkbrauwingefrons bedacht hij
een mogelijke reden. Toen zijn paard
na 14 tapbeurten (van één liter elk)
in zware bloedarmoede verkeerde,
begon het beest 'diep te zuchten'. Do-
minee Hales interpreteerde dit als een
ultieme poging van het paard om zich
in agonale doodstrijd, zoals hij het op
het sterfbed bij veel van zijn parochia-
nen had gezien, te verweren tegen het
nakend einde.

HÆMASTATICS.			
The quantity of blood let out.		The several heights of the blood after these evacuations.	
Quarts	Pints	Feet	Inches
1	0	9	8
2	1	9	8
3	2	9	8
4	3	9	8
5	4	9	8
6	5	9	8
7	6	9	8
8	7	9	8
9	8	9	8
10	9	9	8
11	10	9	8
12	11	9	8
13	12	9	8
14	13	9	8
15	14	9	8
16	15	9	8
17	16	9	8
18	17	9	8

He did not bleed half a pint more after this last trial, before he expired.

The relation between volume and pressure of the blood in a horse.

Uit die waarneming trok Hales ook en-
kele praktische conclusies in verband
met het aderlaten, hét paardenmiddel
uit die tijd bij allerlei ziekten. Onder-

meer over de hoeveelheid bloed die
veilig kon afgetapt worden zonder
dood te bloeden. Een meer psycholo-
gische conclusie uit de proef betrof het
'diepe zuchten'. Omdat diep zuchten
de bloeddruk bij zijn paard had doen
stijgen, adviseerde Hales iedereen die
een dipje had, of zich depressief voel-
de, eens flink diep te zuchten.

Veelzijdig onderzoeker

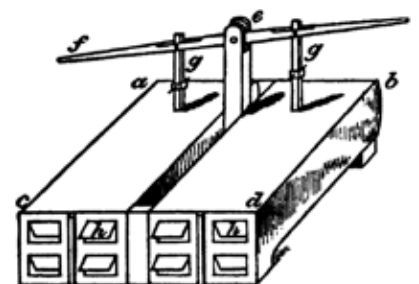
Naast de ontdekker van de bloeddruk
bij mens en dier is dominee Step-
hen Hales ook bekend geworden
als pionier van de plantenfysiologie.
Met een proefopstelling die al even
zo vernuftig in elkaar stak als zijn
paardenbloeddrukmeter, ontdekte hij
het mechanisme waarbij het sap in de
stengels opstijgt tot in de allerhoogste
bladeren. Het is gewoon het gevolg
van verdamping uit de poriën in de
bladeren en de opstijgende druk van
de capillariteit in kleine vaten.

Tijdens een boottocht op de Tha-
mes zag hij op een dag de ellendige
toestand waarin de roeiers onderdeks
moesten werken. Omdat de zweet-
lucht er te hakken was, kwam hij op
het idee de ruimte te verluchten met
een ventilator. Niet met een elektrisch
schroefblad zoals we dat vandaag
kennen. Als godgeleerde wist Hales
dat orgelpijpen aangeblazen worden
door een blaasbalg. Na twee weten-
schappelijke artikelen over dat wind-
blazend accordeon werd het in heel
Engeland toegepast om in bedompte
scheepsruimten, koolmijnen, gevan-
genissen en ziekenhuizen verse lucht
te pompen.

Omdat zeelui tijdens hun exotische
reizen gebrek hadden aan zuiver water
zocht Hales naar methoden om het te
distilleren uit zeewater. Hij onderzocht
ook hoe groenten en vlees voor lange-
re tijd bewaard konden worden. Toen
rond 1720 in Londen de 'Gin plaag'
toesloeg met allerlei sociale drama's
als gevolg, liet hij als geheelonthouder
van zich horen. Hij schreef er een boek
over: "Admonition to the Drinkers of
Gin, Brandy". En in 1736 was hij een van
de medeondertekenaars van de 'Gin
Act' die de consumptie van die goed-
kope sterkedrank aan banden legde.

Conclusie

Of dominee Stephen Hales op het
Laatste Oordeel in de hemel of de hel
zal terechtkomen weten we niet. Alles
zal afhangen van in welke rekenkundi-
ge tabel Sinte Pieter hem zal klasse-
ren. In die van de meedogenloze paar-
denbeul of die van een menslievende
Prometheus, die velerlei godsgehei-
men aan de mensheid openbaarde. ■



Hales pneumatische ventilator