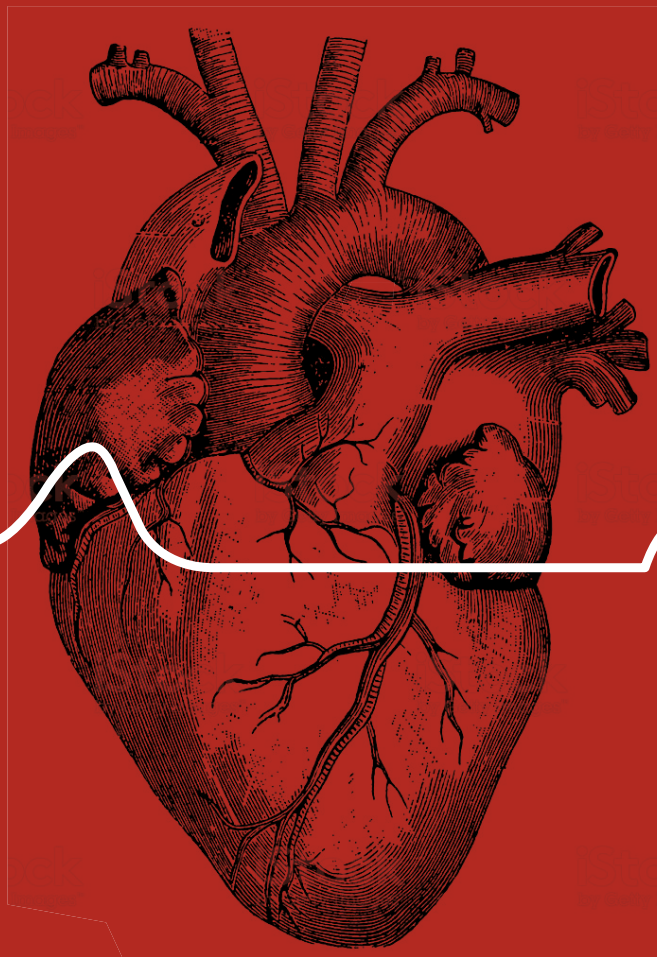


Hector de Beaufort, Maarten-Jan Cramer en Jacob Six

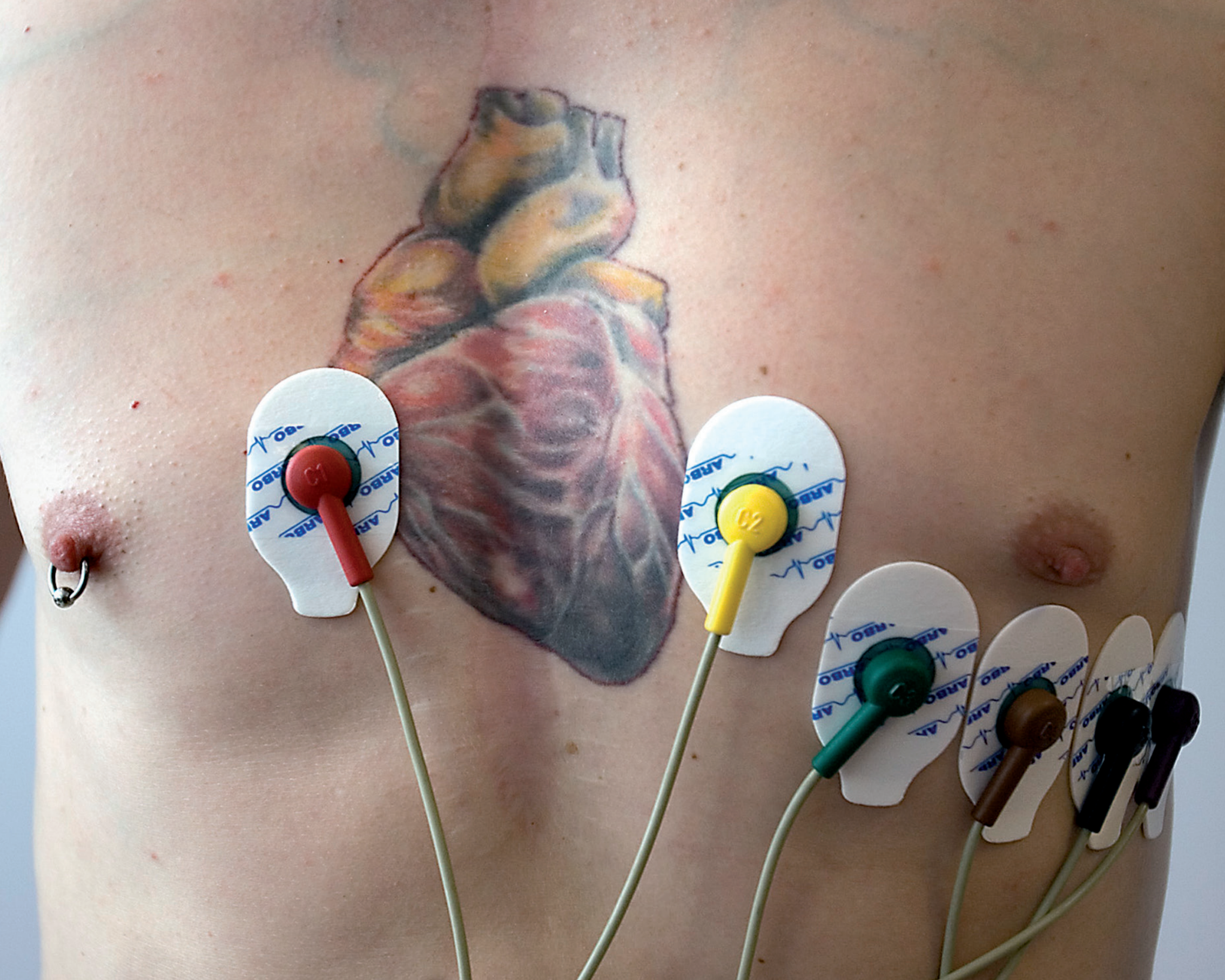
De cardiologie vereenvoudigd



Zevende druk

Boom

De cardiologie vereenvoudigd



De cardiologie vereenvoudigd

Een didactische wegwijzer voor

hartfunctielaboranten
gespecialiseerde verpleegkundigen
paramedici
artsen
researchmedewerkers

dr. H.W.L. de Beaufort, dr. M.J.M. Cramer, dr. A.J. Six

in samenwerking met dr. Y. Appelman, dr. B.E. Backus, drs. Y. Bekhuis, prof. dr. R.P.J. Budde, S.H.M. Cramer, drs. S.A. Groeneveld, dr. K. Taha

Zevende herziene druk

Boom

Aan de totstandkoming van deze uitgave is de uiterste zorg besteed. Voor informatie die nochtans onvolledig of onjuist is opgenomen, aanvaarden auteur(s), redactie en uitgever geen aansprakelijkheid. Voor eventuele verbeteringen van de opgenomen gegevens houden zij zich gaarne aanbevolen.

Eerste druk: april 2002

Tweede druk: februari 2003

Derde herziene druk: april 2006

Vierde herziene druk: september 2008

Vijfde herziene druk: januari 2011

Zesde herziene druk: april 2013

Zevende herziene druk: april 2023

Omslagontwerp: Coco Bookmedia, Amersfoort

Opmaak binnenwerk: Twin Media BV, Zeist

Foto p. 8: Amsterdam Museum, René Gerritsen

© 2023, dr. H.W.L. de Beaufort, dr. M.J.M. Cramer, dr. A.J. Six | Boom.

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden veeleelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van reprografische vereenvoudigingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp, www.reprorecht.nl). Voor het overnemen van (een) gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (art. 16 Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot de Stichting PRO (Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie, Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.stichting-pro.nl).

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

ISBN 9789024448913

NUR 870

www.boomhogeronderwijs.nl

Inhoud

Voorwoord	7	5 Stolling en antistolling	65
1 Anatomie van het hart (met beeldmateriaal van prof. dr. R.P.J. Budde)	9	5.1 Inleiding	65
1.1 Inleiding	9	5.2 Het stollingssysteem	66
1.2 Het hart als geheel	9	5.3 Stolling in het hart	70
1.3 Onderdelen van de anatomie	12	5.4 Stollingwerende medicatie	71
2 Fysiologie van het hart	19	6 Klepaandoeningen en ziekten van hartspier, pericard en aorta	79
2.1 Inleiding	19	6.1 Hartkleppen en hartklepaandoeningen	79
Onderdelen fysiologie en pathofysiologie	19	De aortaklep	80
3 Hart- en vaatziekten	25	Aortaklepstenose	81
3.1 Inleiding	25	Aortaklepinsufficiëntie	84
3.2 Atherosclerose	25	De mitralisklep	85
3.3 Risicofactoren	27	Mitralisklepstenose	88
Cholesterol en triglyceriden	28	Mitralisklepinsufficiëntie	92
Hypertensie	31	Mitralisklepprolaps	95
3.4 Samenhang tussen hart- en vaatziekten	35	Pulmonalisklep	98
3.5 Algemene therapie van hart- en vaatziekten	36	Tricuspidalisklep	98
4 Ischemische hartziekten	39	6.2 Shunts	99
4.1 Chronisch coronair syndroom	39	6.3 Complexe congenitale hartziekten	100
4.2 Acute coronaire syndromen	43	6.4 Endocarditis	101
4.3 Oud hartinfarct	51	6.5 Overige hartziekten	102
4.4 Therapie bij ischemische hartziekten	55	Linkerventrikelhypertrofie	102
Behandelwijzen	55	Myocarditis	103
Percutaneous coronary intervention (PCI)	56	Cardiomyopathie	103
Coronary arterial bypass graft (CABG)	60	Pericarditis	105
		Tamponade	106
		Myxoom	106
		6.6 De aorta	107
		Dextrocardie en situs inversus	108

7 Hart en longen	111	9 Hartfunctieonderzoek	175
7.1 Inleiding	111	9.1 Het ECG	175
7.2 Hartfalen	113	Het ECG: inleiding	175
7.3 Diagnostiek en behandeling van hartfalen	115	Registreren van het ECG	178
7.4 Longoedeem	117	Patroonherkenning in het ECG en beoordeling	182
7.5 Longembolie	117	9.2 Ergometrie	193
		De inspanningstest voor ischemiedetectie	197
		Inspanningsonderzoek met spirometrie / meting van de VO ₂ max	201
8 Hartritme	121	9.3 Holter	203
8.1 Sinusritme	121	9.4 Echocardiografie	205
Normaal sinusritme	124	Algemene principes	205
8.2 De vertraagde hartritmen	124	Doppler	210
Bradycardie	124	Evaluatie van de functie van de linkerkamer	216
Sinusbradycardie en sinusarrest	125	Oesofagus-echocardiografie	218
Sino-atriaal blok (SA-blok)	126	Stress-echocardiografie	219
Atrioventriculair blok (AV-blok)	127	9.5 Cardiologisch onderzoek met isotopen	220
Bundeltakblok en hemiblok	129	Isotopen	220
8.3 De versnelde hartritmen	132	Myocardperfusiescintigrafie	220
Tachycardie	132	Gated SPECT	222
Sinustachycardie	132	Positron emissie tomografie (PET)	222
Sick sinus syndrome	133		
Paroxismale supraventriculaire tachycardie (PSVT)	134		
Boezemfibrilleren	137		
Behandeling van boezemfibrilleren	140	10 X-thorax	225
Boezemflutter	142		
Chaotisch boezemritme	144	11 Multi slice CT-scan van het hart	231
Extrasystolen	144		
AV-junctional premature beats	146	12 Magnetische Resonantie Imaging (MRI)	237
Ventriculaire tachycardie, AIVR en torsade de pointes	148		
Torsade de pointes	152	13 Hartkatheterisatie	243
Ventrikelfibrilleren en ventrikelflutter	153	Inleiding	243
Erfelijke kamerritmesyndromen	154	Hemodynamische metingen	249
Het syndroom van Wolff, Parkinson en White (WPW-syndroom)	157	Coronaire anatomie	253
8.4 Differentiële diagnose van breed-QRS-complex-tachycardie	160	Projecties	254
8.5 De pacemaker	161	14 Appendix	259
Kennismaking met de pacemaker	161	Methodologie en klinische beslissonde	259
Soorten pacemakers	162		
Indicaties en de keuze van pacemakers	165	15 Register	263
Parameters	168		
Geleiders	169		
De uitwendige pacemaker	170		
Implanteerbare cardioverter-defibrillator (ICD)	171		

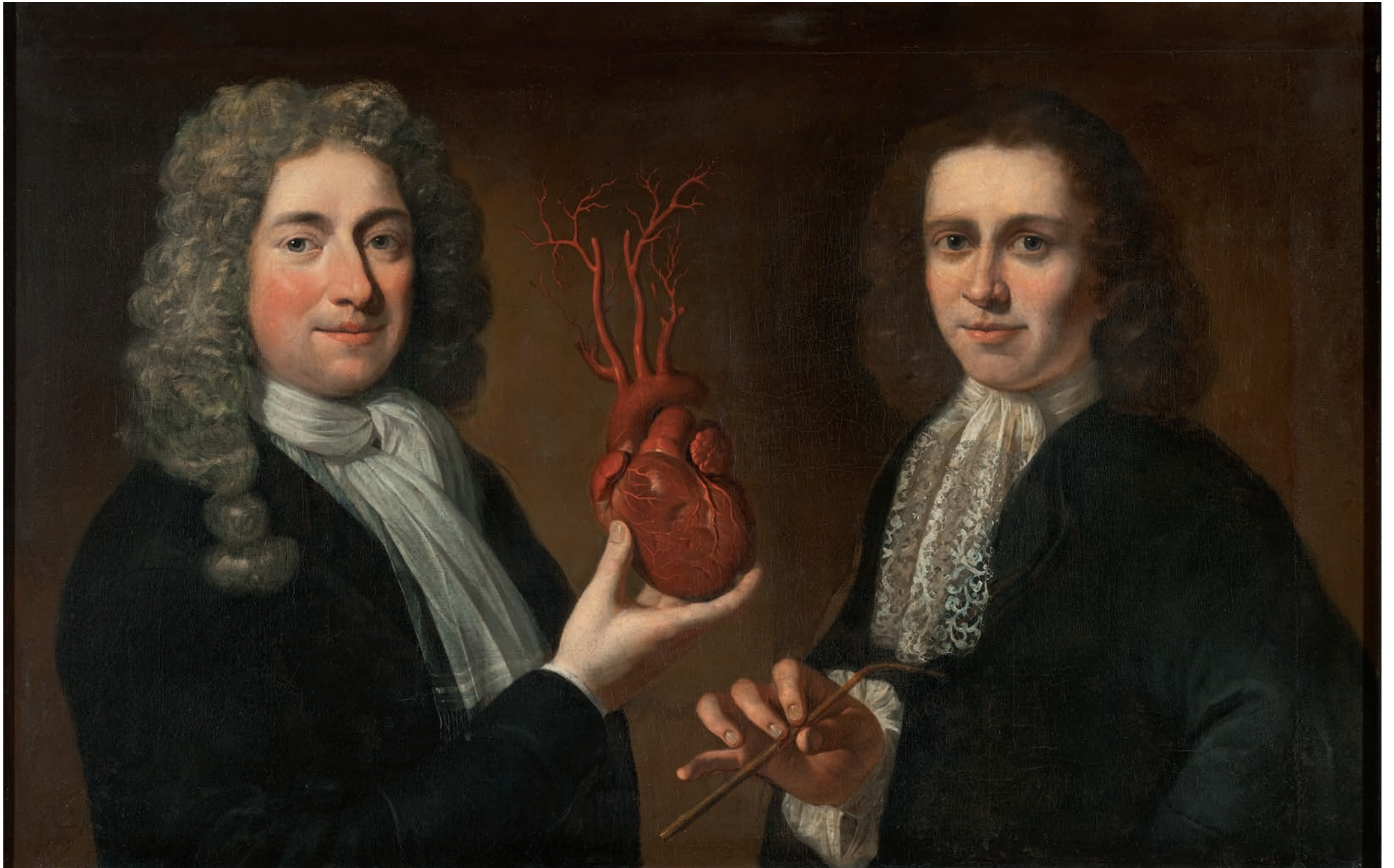
Voorwoord

De cardiologie vereenvoudigd is het leerboek voor iedereen die zich professioneel met hart- en vaatziekten bezighoudt maar geen cardioloog is. We denken dan vooral aan hartfunctielaboranten, verpleegkundigen op de hartbewaking, de intensive care en de cardiologische kliniek, assistenten op de hartkatheterisatiekamer, pacemakertechnici, fysiotherapeuten en medewerkers van farmaceutische bedrijven.

Het boek verscheen voor het eerst in 2002 en werd volledig bedacht en geschreven door mijn oom Jacob Six. Hij heeft hierbij eenvoud en leesbaarheid voor ogen gehad, legde anatomische en functionele aspecten uit in paragrafen over toegepaste cardiologie, vermeidt artsenjargon zo veel mogelijk en koos waar mogelijk voor Nederlandse in plaats van Latijnse en Engelse benamingen. Dankzij deze benadering heeft het boek een vaste plaats gekregen in allerlei opleidingen, waardoor er regelmatig nieuwe drukken met aanvullingen en verbeteringen konden verschijnen. Zo zijn bijvoorbeeld in de vierde druk op veler verzoek aparte, beknopte hoofdstukken over anatomie en fysiologie toegevoegd, kwamen hier in de vijfde druk hoofdstukken over cardiale CT en MRI bij en kende de zesde druk een nieuw hoofdstuk over stolling en antistolling. Graag danken wij hierbij nogmaals allen die bij de totstandkoming van voorgaande drukken ondersteuning hebben geleverd.

In tegenstelling tot voorgaande drukken is deze zevende, geheel herziene druk niet volledig zelfstandig door Six geschreven. In plaats daarvan hebben we een diverse redactie samengesteld die in het afgelopen jaar in verschillende samenstellingen bijeen is gekomen, vaak aan de eettafel bij Six thuis, om gezamenlijk honderden aanvullingen en verbeteringen in de tekst en de afbeeldingen aan te brengen en verouderde begrippen juist weg te laten. Graag bedanken wij hier alle betrokkenen bij deze nieuwe druk, te weten: Yolande Appelman, Barbra Backus, Youri Bekhuis, Ricardo Budde, Maarten-Jan Cramer, Sophie Cramer, Sanne Groeneveld en Karim Taha. De indeling van het boek hebben we zoveel mogelijk hetzelfde gehouden, alleen hoofdstuk 4 over ischemische hartziekten kwam niet meer overeen met de huidige praktijk en is ingrijpend in indeling veranderd. Verder werden verspreid door het boek alinea's toegevoegd, onder andere een volledig nieuwe paragraaf over PET-CT. Uiteindelijk hebben we zo gepoogd om de cardiologische praktijk anno 2022 correct weer te geven en daarbij de oorspronkelijke geest van het boek te bewaren. Wij hopen dat deze nieuwe druk een verbetering zal blijken en houden ons aanbevolen voor commentaren en correcties.

Hector de Beaufort
Utrecht, augustus 2022



Schilderij van Jurriaen Pool (1666-1745). Twee overlieden van het chirurgengilde: Cornelis Boekelman en Jan Six. Gesigneerd en gedateerd 1699. Museum Boerhaave te Leiden.
NB De schilder was een schoonzoon van de beroemde anatoom Frederick Ruyjsch, die vermoedelijk medeverantwoordelijk was voor de anatomisch correcte afbeelding van het hart.

Anatomie van het hart

met beeldmateriaal van prof. dr. R.P.J. Budde

1

1.1 Inleiding

Het hart kan worden gedefinieerd als een geheel van vier gespierde holten die samen als pomp functioneren. De pompwerking ontstaat doordat de gespierde wanden van die hartholten ritmisch samentrekken. Door zo'n samentrekking wordt het bloed als het ware vooruit geduwd.

In menig tekst kan men lezen dat het hart een holle spier is, maar dat is eigenlijk onjuist. Een holle spier is namelijk heel wat anders dan een gespierde holte. Een holle spier is bijvoorbeeld een kalfsbiefstuk die men overlangs, parallel met de spiervezels opensnijdt om er een cordon bleu van te maken. Bij het hart lopen de meeste spiervezels circulair rond de hartholten.

Het hart bestaat uit een linker en een rechter harthelft die qua bloedstroom strikt van elkaar zijn gescheiden. De rechter harthelft verzorgt de longdoorstroming, de linker harthelft die van het lichaam. Zuurstofarm bloed uit de lichaamswefsels stroomt vanuit de kleinere aders naar de bovenste en onderste holle ader, die hun inhoud in de rechterboezem laten lopen. De rechterboezem pompt het bloed in de rechterkamer, die het op zijn beurt via de longslagaders naar de longen pompt. In de longen neemt het bloed zuurstof op en geeft koolzuur af. Vanaf de longen komt het zuurstofrijke bloed via de longaderen in de linkerboezem. Die stort het uit in de linkerkamer. De linkerkamer pompt het bloed via de aorta en de daarvan aftakke slagaders naar de lichaamswefsels, waar het bloed zuurstof afgeeft en koolzuur opneemt. Zo zijn we weer terug waar we begonnen zijn. Daarom spreekt men over circulatie.

Elke hartslag bestaat uit twee fasen, namelijk de diastole en de systole. De diastole is de fase waarin het bloed van de boezems (of atria; de Belgen spreken van voorkamers) naar de kamers (of ventriekels) stroomt. Dat gebeurt ten dele door passieve uitstorting en ten dele door actieve samentrekking van de boezemwand. De systole

is de fase waarin de kamers hun inhoud krachtig in de slagaderen pompen. Zie ook hoofdstuk 2.

Tussen diverse compartimenten van het hart zitten kleppen, die ervoor zorgen dat het bloed maar één kant op kan stromen.

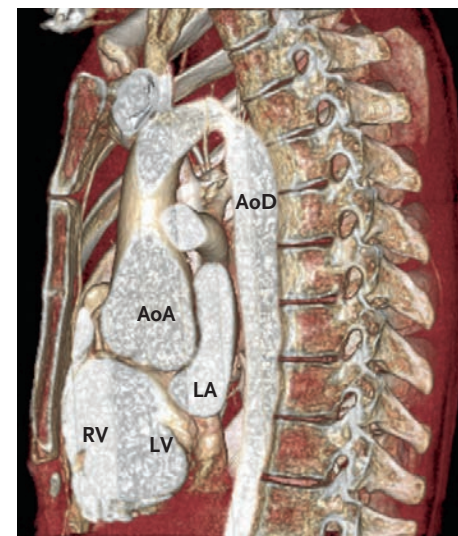
Een bijzonder onderdeel van het vaatsysteem wordt gevormd door de kransvaten. Die vormen de bloedvoorziening van het hart zelf. De meeste hartziekten worden veroorzaakt door afwijkingen in de kransslagaderen.

1.2 Het hart als geheel

Positie van het hart

Het hart is een vuistgroot orgaan dat in het midden van de borstkas ligt. De punt van het hart (de apex) steekt naar links uit, zodat het zwaartepunt van het hart links van de middenlijn ligt. De voorkant van het hart ligt vrijwel tegen het borstbeen aan. Het is daarvan alleen gescheiden door enkele vliezen. Achter het hart liggen de slokdarm, de aorta en de wervelkolom. Aan beide zijanten is het hart omgeven door longen. Het hart ligt op het middenrif (diafragma): de gespierde scheidswal tussen borst- en buikholte. De ribben, het borstbeen en de wervelkolom vormen samen een kooi rond de inhoud van de borstkas.

Door de ligging in een sterke kooiconstructie met een zachte voering aan de binnenkant is het hart goed beschermd tegen geweld, terwijl er ook voldoende ruimte is voor het hart om te kunnen kloppen en voor de longen om uit te zetten voor de ademhaling. De constructie is dynamischer dan de eveneens goede bescherming van de hersenen in de schedel, die wel schokbestendig is, maar geen beweging toelaat. Gezien het algemene voorkomen van deze bouw bij alle gewervelde diersoorten is deze ongetwijfeld van belang voor het overleven van de diersoort.



Afbeelding 1.1

Doorsnede overlangs van de borstkas. Deze en volgende opnames zijn gemaakt bij een 19-jarige gezonde man.

Beeldvorming met multi slice CT-scan.

De borstkas is overlangs doorgesneden, iets links van het midden. De hartkamers liggen onder in de afbeelding. Van de aorta ziet men zowel het stijgende (AoA) als het dalende (AoD) deel. Het hart ligt op het diafragma en achter het borstbeen. Door de gebruikte techniek kleurt het bloed grijs in de linker harthelft plus de aorta. In de rechter harthelft kleurt het bloed hier wit.

LEGENDA VOOR ALLE AFBEELDINGEN IN DIT HOOFDSTUK

Ao	Aorta	
AoA	Aorta Ascendens	Stijgende aorta
AoD	Aorta Descendens	Dalende aorta
AP	Arteria Pulmonalis	Grote longslagader
AV	Aortic Valve	Aortaklep
LA	Left Atrium	Linkerboezem
LCA	Left Coronary Artery	Linker kransslagader
LV	Left Ventricle	Linkerkamer
MV	Mitral Valve	Mitralisklep
PM	Papillary Muscle	Papillaire spier
PV	Pulmonary Vein(s)	Longader(s)
RA	Right Atrium	Rechterboezem
RCA	Right Coronary Artery	Rechter kransslagader
RV	Right Ventricle	Rechterkamer
S	Sternum	Borstbeen
VCI	Vena Cava Inferior	Onderste holle ader
VCS	Vena Cava Superior	Bovenste holle ader

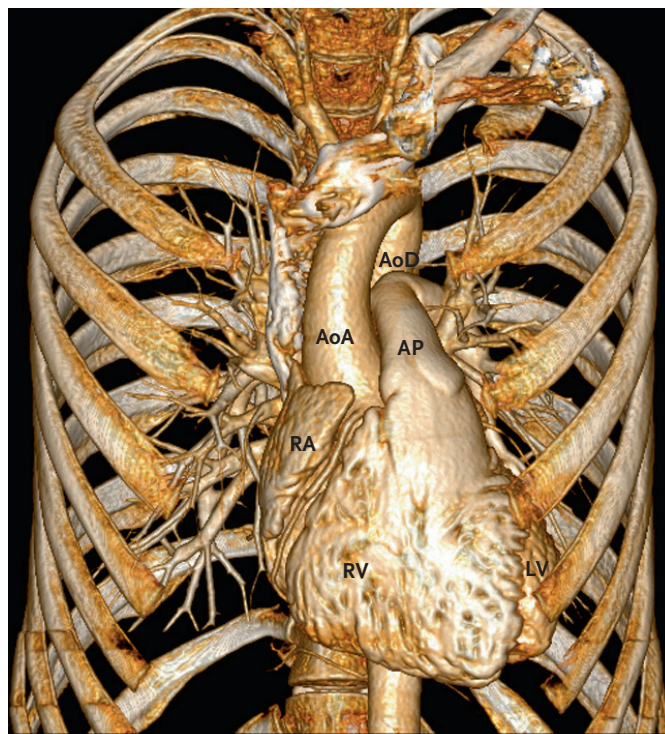
Anatomische benamingen en afkortingen

Net als elders in dit boek worden in de tekst vooral Nederlandse benamingen gebruikt, zoals linkerkamer in plaats van linkerventrikel. In de kliniek worden het Latijn, het Engels en het Nederlands willekeurig door elkaar gebruikt. Het gangbare spraakgebruik wordt hier gevolgd, wat nogal wat inconsistenties tot gevolg heeft.

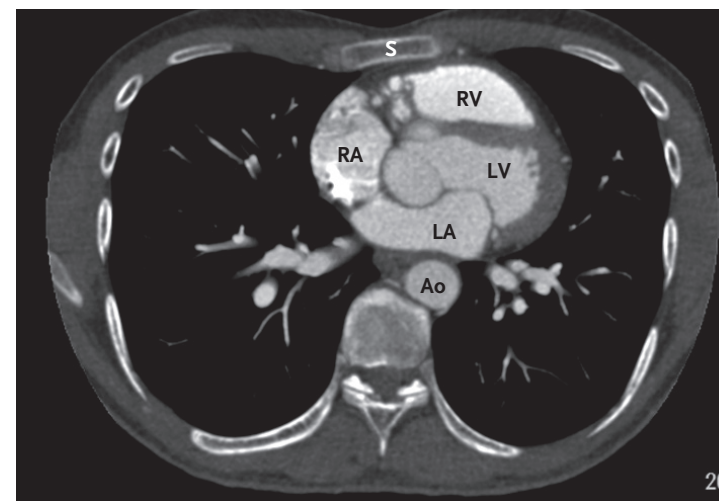
In de vakliteratuur gebruikt men veel uit het Latijn overgenomen woorden die zijn verengelt en in een Engelse woordvolgorde zijn geplaatst. Voor onderstaande afkortingen is die aanpak gevolgd. Bijvoorbeeld de rechter kransslagader heet in het Latijn Arteria Coronaria Dextra, wat in het Engels Right Coronary Artery (RCA) wordt.

Linker en rechter

Zoals altijd in de geneeskunde wordt bij de benoeming van rechts en links uitgegaan van de positie binnen de mens, dus rechts is voor de kijker links en vice versa. Dat geldt in principe ook bij het hart, maar hier is iets bijzonders aan de hand. De rechter harthelft hoort namelijk niet bij de rechter lichaamshelft maar bij de longcirculatie en de linker harthelft heeft ook niets te maken met de linker lichaamshelft maar met de lichaamscirculatie. Zo pompt de



Afbeelding 1.2
Opengewerkte borstkas met de ligging van het hart.
Beeldvorming met multi slice CT-scan.
De positie van het hart in de borstkas gezien van middenvoor. Met behulp van een computerprogramma zijn het borstbeen en een gedeelte van de daaraan verbonden ribben verwijderd, evenals de longen. Van de longen ziet men wel de takken van de grote long(slag)aders.



Afbeelding 1.3
Dwarse doorsnede van de borstkas en het hart.
Doorsnede van thorax en hart verkregen door CT. Men kijkt als het ware van onderaf tegen een dwars doorsgesneden lichaam aan. Het borstbeen ziet men op deze afbeelding boven het hart. De wand van de rechterkamer ligt er strak tegenaan. De longen liggen aan beide zijden van het hart. Onderin ziet men de wervelkolom met de daarlangs lopende aorta.

rechterkamer net zo goed bloed naar de rechter- als de linkerlong. De rechterkamer is ook niet het spiegelbeeld van de linkerkamer en voor de boezems geldt hetzelfde. Het hart is dus geen symmetrisch gebouwd orgaan, ook al doen schematische tekeningen soms anders vermoeden.

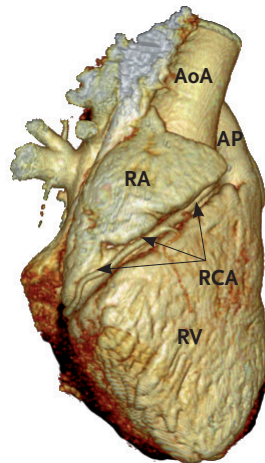
De rechterkamer vormt het grootste deel van de voorzijde van het hart. De linkerkamer vormt vooral de achter- en linkerzijde van het hart. Logischer zou zijn geweest te spreken van de voorste en achterste hartkamer in plaats van respectievelijk rechter en linker, maar eeuwenoude tradities in de naamgeving zijn moeilijk te doorbreken. De beide boezems worden benoemd naar de bijbehorende kamers. De rechter en linker kransslagader zijn wel onmiskenbaar rechts en links gepositioneerd. Ze zijn niet gekoppeld aan rechter en linker hartkamer, hebben ook niets te maken met de rechter en linker lichaamshelft en verschillen onderling fors in grootte.

Afbeelding 1.4 a-f
Multi slice CT-scan.

Het hart van zes zijden bekeken.

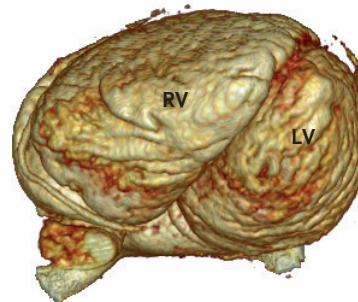
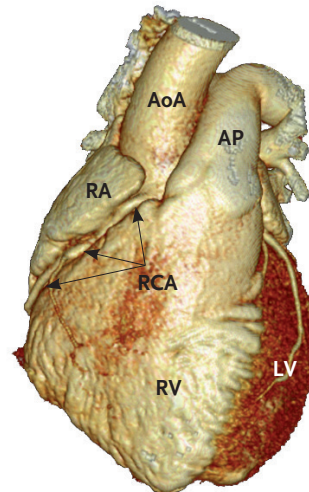
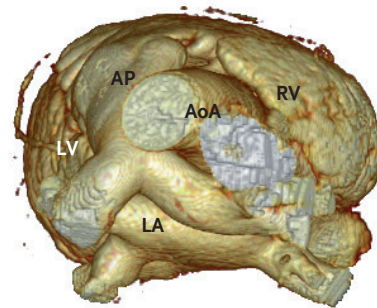
a. Vooraanzicht van het hart.

Het vooraanzicht wordt voornamelijk bepaald door de rechterkamer (RV), waaruit de longslagader (AP) ontspringt. Hierin ziet men enig reliëf door de pulmonalis-klep. Achter de AP ontspringt de aorta (Ao). Aan de rechterzijde van het hart is een stukje rechterboezem (RA) te zien. Tussen RA en RV ziet men het beginstuk van de rechter kransslagader (RCA). Het rode gedeelte is de linkerkamer (LV), waarover een tak van de linker kransslagader loopt. De gleuf tussen LV en RV noemt men de voorste interventriculaire groeve.



d. Rechter zij aanzicht van het hart.

Het rechter zij aanzicht bestaat vooral uit de rechterkamer (RV) met daarboven de rechterboezem (RA). Daar weer boven ziet men aorta ascendens (AoA).



e. Onderaanzicht van het hart.

Vanuit de onderzijde, de kant van het middenrif, ziet men voornamelijk de beide hartkamers.

f. Boveenaanzicht van het hart.

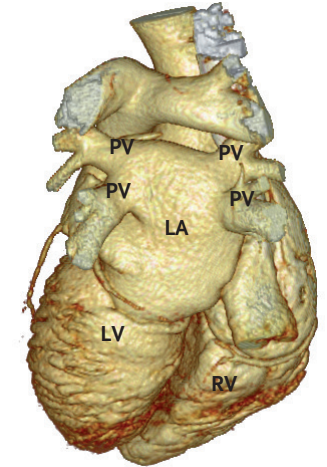
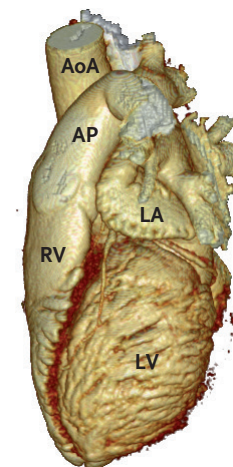
Bovenin de afbeelding ziet men de longslagader (AP), die achter de aorta ascendens (AoA) splitst in beide longtakken.

b. Linker zij aanzicht van het hart.

Het linker zij aanzicht bestaat voornamelijk uit de linkerkamer (LV). Verder ziet men een randje van de rechterkamer (RV) met de daaruit ontspringende longslagader (AP). Het gegroefde uiterlijk van de LV is een drogbeeld als het gevolg van de gebruikte beeldtechniek; van nature is het hart glad aan de buitenkant.

c. Achteraanzicht van het hart.

In dit achteraanzicht ligt de linkerboezem (LA) midden in beeld. Hierin monden vier longvenen (PV) uit. De gleuf tussen linker- en rechterkamer (LV en RV) is de achterste interventriculaire groeve.



Rangschikking van de hartholten

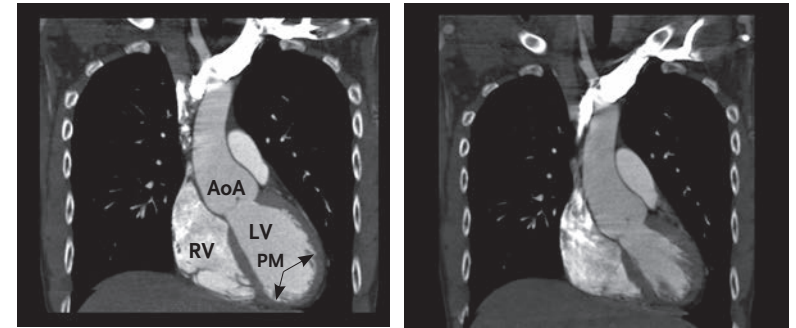
De vier hartholten zijn op een schematische tekening gemakkelijk te onderscheiden, maar door de uiterst compacte bouw van het hart blijkt de oriëntatie nogal lastig. Om enig gevoel voor de anatomische verhoudingen te krijgen is het nuttig om het hart en de borstkas vanaf verschillende kanten te bekijken.

1.3 Onderdelen van de anatomie

Linker harthelft

De linker harthelft bestaat uit zes delen.

- 1 De wand van de linkerboezem waarin de vier longaderen uitmonden.
- 2 De linkerboezem ligt als een puntmuts op de linkerkamer. De wand is dun en glad. De inwendige diameter van de linkerboezem is normaal 26 tot 40 mm. Dat komt overeen met een inhoud van 50 tot 100 ml (ruwweg een borrelglas). Bij pompfunctiestoornissen van de linkerkamer en vooral ook bij aandoeningen van de mitralisklep raakt de linkerboezem verwijd, waardoor de inhoud kan verdubbelen. De punt van de linkerboezem is het linker hartoor (linker auricula) die naar voren wijst. Dit is het minst functionele deel van het hart.
- 3 De linkerkamer is een sterke gespierde holte, geschikt als hogedrukpomp. Vlak voordat deze contraheert, bedraagt de inwendige diameter van een gemiddelde linker hartkamer bij vrouwen 43 tot 55 mm en 47 tot 58 mm bij mannen. Een normale wand is 6 tot 11 mm dik. In de binnenwand van de kamer komen richels spierweefsel voor, die men trabekels noemt. In de linkerkamer ligt de mitralisklep, die verderop onder 'Hartkleppen' wordt besproken. Verder treft men in de linkerkamer papillaire spieren aan. Zij dienen om de bladen van de mitralisklep op hun plaats te houden. Deze spieren zijn zo groot als het laatste vingerkootje van de pink.
- 4 De aortaklep vormt het begin van de aorta.
- 5 De aorta ascendens is het begin van de hoofdslagader van het lichaam. De eerste centimeters van de aorta worden anatomisch tot het hart gerekend. De diameter van de aorta bedraagt circa 3 cm.
- 6 Vlak boven de aortaklep takken de beide kransslagaderen af. Zij lopen over de oppervlakte van de hartspier, binnen het pericard (nadere uitleg verderop).



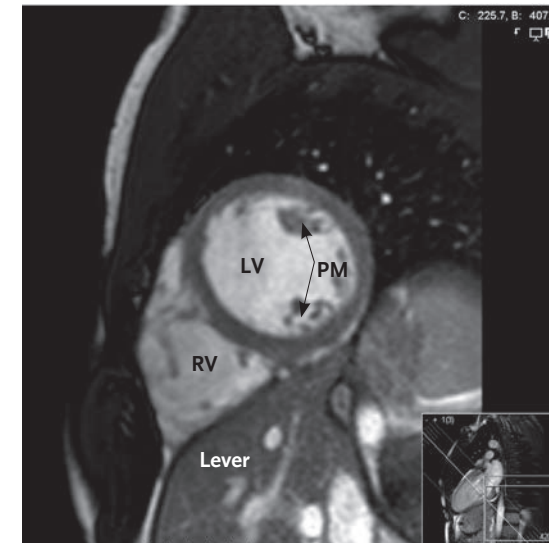
Afbeelding 1.5

Doorsnede overlangs van borstkas en hart.

CT-scan van het hart.

De borstholte is overlangs doorgesneden met een snijvlak dat min of meer evenwijdig loopt met het borstbeen. In de linkerkamer (LV) ziet men de papillaire spieren (PM). Het snijvlak heeft het stijgende been van de aorta (AoA) overlangs getroffen.

De linker afbeelding is de einddiastolische toestand, wanneer de hartkamers een maximaal volume bevatten. De rechter afbeelding is de eindsystolische toestand. De kamers zijn samengetrokken waardoor de wand dikker is en de inhoud kleiner.



Afbeelding 1.6

MRI van het hart.

Dit is een zogeheten korte-as opname, waarin de wand van de linkerkamer (LV) een cirkel vormt. De linkerkamer heeft een vrij dikke spierwand. De beide papillaire spieren (PM) zijn duidelijk zichtbaar. De rechterkamer (RV) heeft op doorsnede de vorm van een puntmuts en heeft een dunnere wand.

Deze opname komt voort uit een schuine doorsnede van de thorax. Onder het hart ziet men op deze doorsnede de lever, die in de rechter bovenbuik ligt. Rechtsonder is (heel klein) een overzichtsofbeeld opgenomen waarop de snijrichting is aangegeven.

Rechter harthelft

De rechter harthelft bestaat uit vier delen.

- 1 Drie aderen monden uit in de wand van de rechterboezem. De vena cava superior brengt het bloed uit de bovenste lichaamshelft. De vena cava inferior vervoert het bloed uit de onderste lichaamshelft. De sinus coronarius is de ader die het bloed uit het hartweefsel zelf naar de rechterboezem voert.
- 2 De rechterboezem ligt als een puntmuts over de rechterkamer heen. De punt wordt het rechter hartoor (rechter auricula) genoemd. Net als het linker hartoor wijst deze naar voren.
- 3 De rechterkamer is in vergelijking met de linkerkamer een lage-druk pomp. De inwendige diameter is normaliter < 30 mm. De rechterkamer heeft een veel dünnere wand dan de linkerkamer met zeer diepe groeven tussen de trabekels. In die groeven is de wand van de rechterkamer slechts enkele millimeters dik. Een relatief grote structuur in de rechterkamer is de tricuspidalisklep.
- 4 De grote longslagader (de arteria pulmonalis) ontspringt uit de rechterkamer. Anders dan bij de aortaklep bevindt de pulmonalisklep zich pas na enkele centimeters in de arteria pulmonalis. De longslagader eindigt in een T-splitsing met een tak voor de rechter- en de linkerlong.

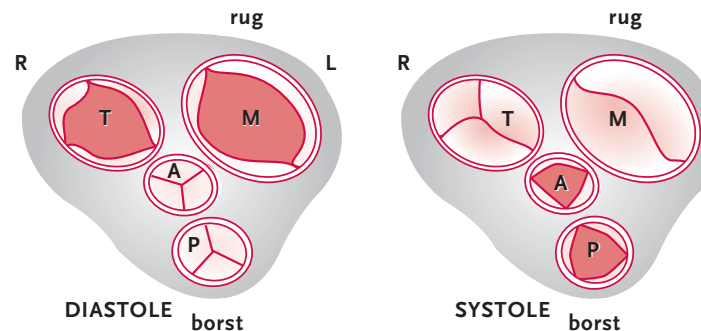
Hartkleppen

Zowel in de rechter als in de linker harthelft komen twee kleppen voor: er is één klep tussen boezem en hartkamer en één tussen kamer en het bijbehorende grote bloedvat (aorta en arteria pulmonalis). Zo bestaan er dus $2 \times 2 = 4$ kleppen.

De beide kleppen tussen boezems en kamers zijn trechtervormig, terwijl de kleppen tussen de kamers en aorta of arteria pulmonalis schijfvormig zijn. De vormverschillen hangen wellicht samen met de drukverhoudingen.

- De mitralisklep verbindt de linkerboezem met de linkerkamer.
- De aortaklep is gelokaliseerd in de aansluiting van de linkerkamer op de aorta.
- De tricuspidalisklep is de verbinding tussen de rechterboezem en rechterkamer.
- De pulmonalisklep is gelokaliseerd in de arteria pulmonalis.

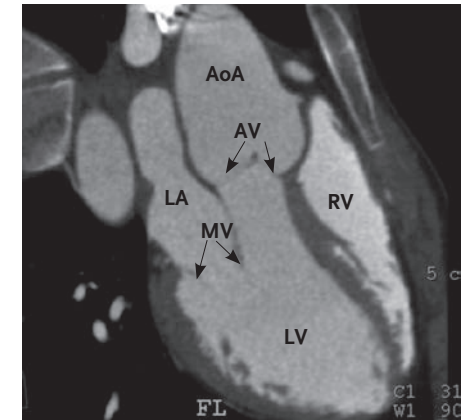
De kleppen houden het bloed tegen in bepaalde fasen van de pompcyclus, zodat het bloed maar in één richting kan stromen. Ze gaan open en dicht door de drukverschillen tussen de verschillende ruimten en bewegen daardoor alleen met de stroom mee. Meteen na de samentrekking van een hartdeel sluit de voorliggende klep. Dus meteen nadat de boezems zijn samengetrokken en het bloed in de kamers is, duwt het bloed gelijktijdig de mitralis- en tricuspidalisklep dicht. Vervolgens trekken de kamers samen, waarbij de aorta- en pulmonalisklep zich openen en de mitralis- en tricuspidalisklep gesloten blijven. Na de samentrekking van de kamers sluiten de aorta- en pulmonalisklep zich weer.



Afbeelding 1.8

Bovenaanzicht van de kleppen.

Schematische weergave van het hart, van boven gezien, nadat de boezems zijn verwijderd. Elke klep is aangegeven met een letter: Pulmonalis-, Aorta-, Mitralis- en Tricuspidalisklep.



Afbeelding 1.7

Doorsnede van het hart over de lengteas.

CT-scan van het hart.

Men kijkt als het ware vanuit de rechterzijde van de patiënt op een snede midden door de borstholte. Achter het borstbeen ligt de rechterkamer (RV). In de linkerkamer (LV) ziet men zowel de aortaklep als de mitralisklep. De afbeelding is gemaakt tijdens de diastole: de mitralisklep (MV) staat open en aortaklep (AV) is dicht.

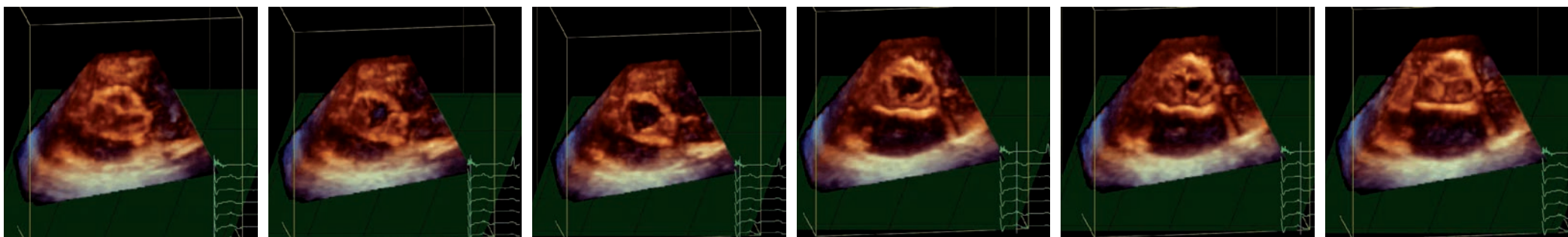
Afbeelding 1.9

3-D echocardiografie van de kleppen in de linker harthelft. In het daarbij afgebeelde ECG kan men aflezen in welke fase van de hartcyclus men verkeert. De bovenste 'filmstrip' geeft de aortaklep weer in verschillende fasen. De onderste 'filmstrip' betreft de mitralisklep op dezelfde momenten van de hartcyclus. (Beeldmateriaal van dr. M.J.M. Cramer.)

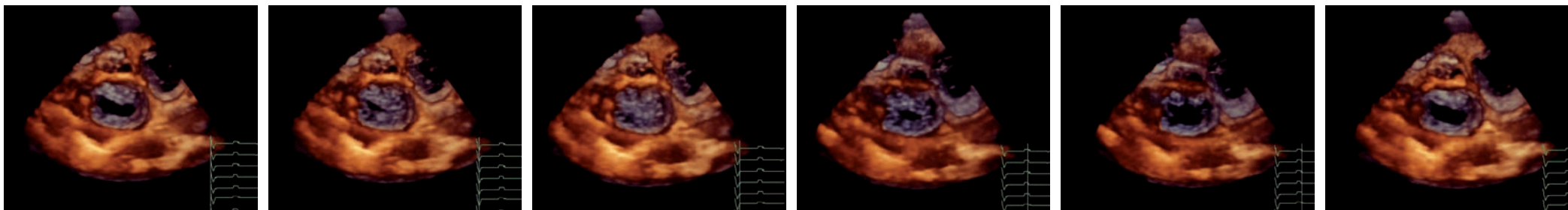
De mitralisklep verbindt de linkerboezem met de linkerkamer. Tijdens de systole is de bloeddruk in de kamer hoog en die in de boezem laag. De klep dient om te voorkomen dat het bloed tijdens de systole vanuit de linkerkamer terug de boezem in wordt gepompt. De mitralisklep bestaat uit twee langgerekte, holle bladen, waardoor de vorm wat weg heeft van een bisschopsmiter. De term 'mitralis' (= mijter) duidt daar ook op. Aan de bovenzijde zijn de beide klepbladen verbonden met de annulus, de weefselring die de grens vormt tussen boezem en kamer. Ook bij de mitralisklep noemt men de sluitlijn tussen twee klepbladen commissuren. Zo-

wel het voorste (anterior) als het achterste (posterior) blad eindigt in een reeks dunne maar ijzersterke draadjes, *chordae tendinae* genoemd. De chordae zijn verbonden met de hartspier via de papillaire spieren (de antero-laterale en postero-mediale papillaire spier). Deze vormen één geheel met de wand van de linkerkamer. Via de papillaire spieren en chordae worden de uiteinden van de klep tijdens de systole op hun plaats gehouden. Zonder chordae zouden de bladen van de mitralisklep tijdens de systole de linkerboezem in geperst worden.

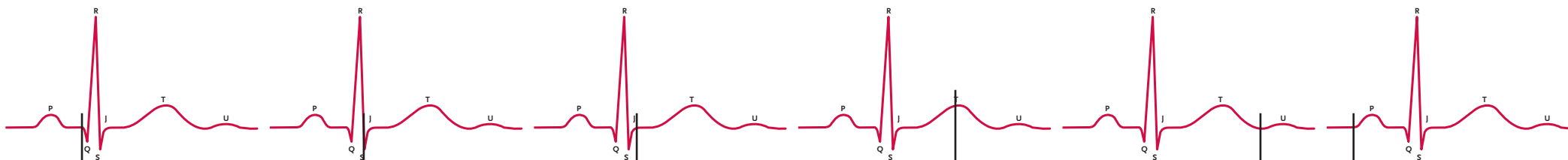
Aortaklep



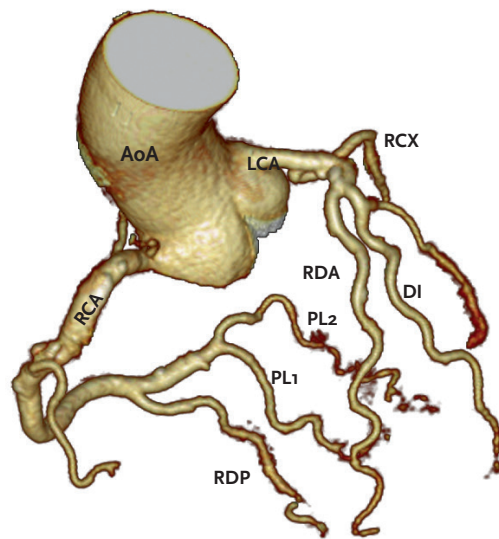
Mitralisklep



- | | | | | | |
|--------------|------------------|----------------|---------------|-----------------|----------|
| A | B | C | D | E | F |
| Einddiastole | Vroege systole | Midden systole | Eind systole | Vroege diastole | Diastole |
| Gesloten | Begint te openen | Open | Sluitbeweging | Bijna dicht | Dicht |



De aortaklep vormt de verbinding tussen de linkerkamer en de aorta. De klep bestaat uit drie gelijke delen die samen een cirkel vormen. Die drie klepbladen worden ‘cusp’ of ‘cuspis’ (meervoud: cuspides) genoemd. De sluitlijn tussen twee cuspides heet een commissuur. De klep dient om te voorkomen dat het bloed vanuit de aorta in de linkerkamer teruglekt tussen twee hartslagen in.



Afbeelding 1.11

De aortawortel.

Multi slice CT-scan.

Men ziet de aortawortel met als het ware een afgietsel van de aortaklep; daarboven de eerste centimeters van de aorta ascendens. Vlak boven de klep takken beide kransslagaderen af.

De rechter kransslagader (RCA) is in dit geval relatief groot (ten koste van de ramus circumflexus).

De linker kransslagader (LCA) splitst al na een centimeter in een ramus descendens anterior (RDA) en een wat kleinere ramus circumflexus (RCX) (die in deze projectie niet goed te zien is). De ramus descendens anterior geeft aan het begin een vrij grote diagonale tak af (DI).

Met de gebruikte beeldvormende techniek kunnen alleen de grotere takken worden afgebeeld.

De tricuspidalklep is de verbinding tussen de rechterboezem en de rechterkamer. De klep dient om te voorkomen dat het bloed tijdens de systole vanuit de rechterkamer terug de boezem in wordt gepompt. De klep is net als de mitralisklep trechtervormig doch bestaat uit drie (in plaats van twee) langgerekte holle bladen. De bladen zijn aan de brede zijde verbonden met de annulus van de rechter harthelft en aan het uiteinde via chordae verbonden met de wand van de rechterkamer. Papillaire spieren ontbreken hier.

De kleppen komen uitvoeriger aan bod in het hoofdstuk klepaandoeningen en ziekten van hartspier, pericard en aorta (zie pagina 79).

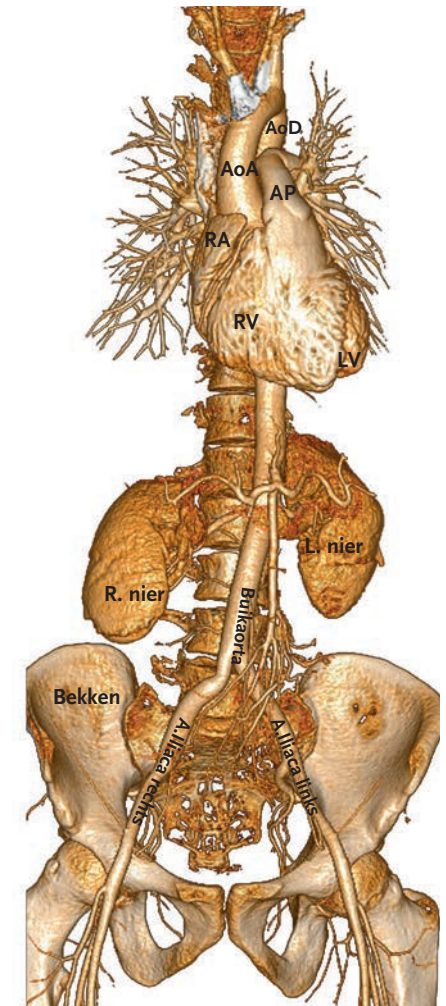
De pulmonalklep is de tweelingbroer van de aortaklep, gelegen in de arteria pulmonalis. Ook deze klep bestaat uit drie gelijke klepblaadjes die samen een cirkel vormen. De klep houdt in de diastole het bloed in de longslagader tegen, dat anders in die fase naar de rechterkamer zou terugleken.

Opbouw van de spierwand

De wand van de hartkamers bestaat uit drie moeilijk van elkaar te scheiden spierlagen plus endocard en pericard. In de dikke middelste spierlaag lopen de spiervezels circulair, rondom de hartholte. De buitenste spierlaag is dun en heeft een kurkentrekkerachtig verloop. De binnenste spierlaag loopt in de lengte van de kamer. Door een combinatie van deze spieropbouw met de niet exact gelijktijdige elektrische prikkeling van alle delen van het hart maakt het hart een soort massage- of wurgbeweging waardoor het bloed nog beter naar voren wordt gestuwd. Dat voortstuwende bewegingspatroon bestaat ook in de boezems.

De aorta en de belangrijkste aftakkingen

De aorta ontspringt aan de aortaklep. Het vat is daar ongeveer 3 cm breed. Al snel maakt het vat een soort haarspeldbocht. Dit gedeelte heet de arcus aortae. Uit de arcus ontspringen de belangrijke slagaderen voor het hoofd en beide armen. Het dalende been van de aorta heet de aorta descendens. Ter hoogte van de navel splitst het vat in de arteria iliaca communis rechts en links, die onder meer beide benen van bloed voorzien.



Afbeelding 1.10

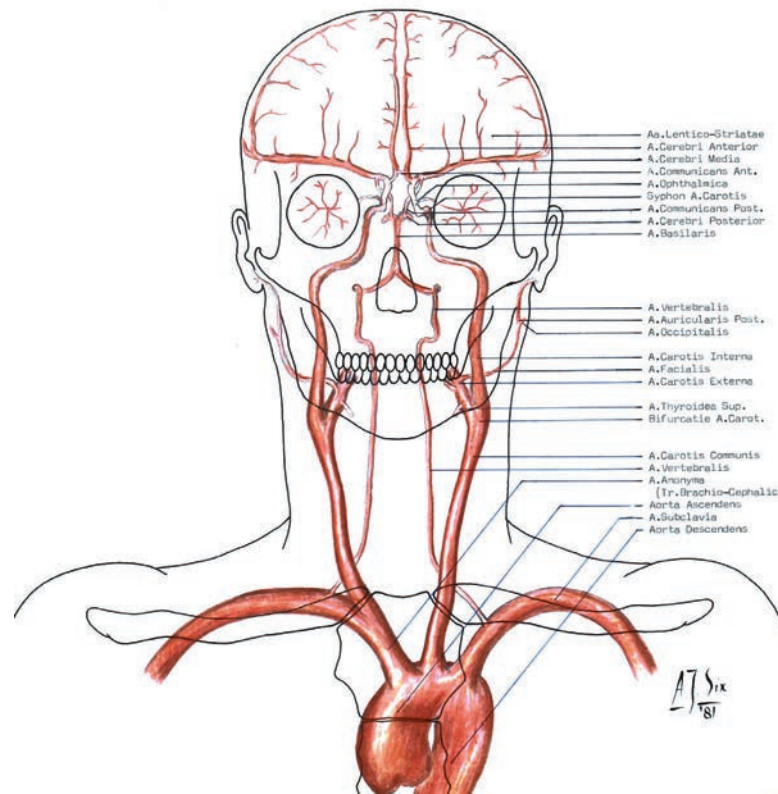
Het hart en de vertakkingen van de aorta (vooraanzicht).

Multi slice CT-scan.

Boven het hart is de aortaboog te zien. Daarvan takken de halsvaten af. Onder het hart komt de aorta descendens tevoorschijn, die links voor de wervelkolom ligt. Er zijn aftakkingen voor het maagdarmsstelsel en beide nieren. Daarna splitst de aorta in de arteria iliaca communis rechts en links.

Onderin de foto ziet men bekken en heupgewricht.

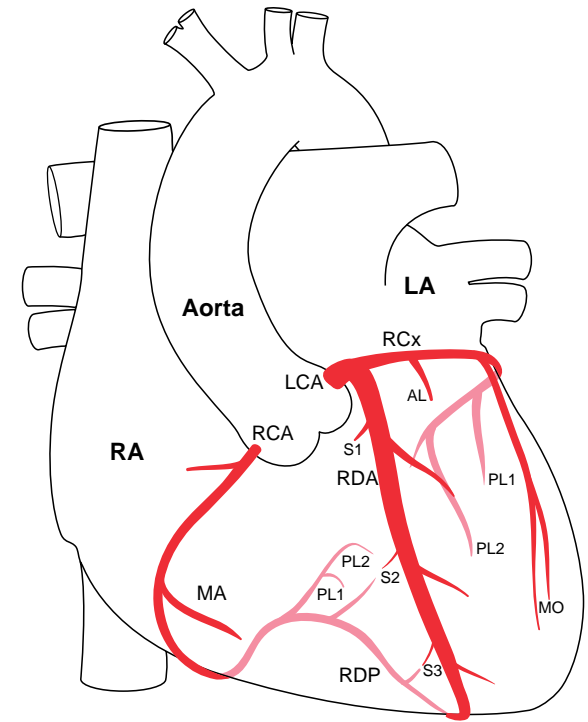
Van de aortaboog takken de halsvaten af. Via deze vaten worden voornamelijk de hersenen, het aangezicht en de armen van bloed voorzien. De hersenen kunnen niet langer dan enkele seconden zonder zuurstof. Mede daarom heeft de bloedvoorziening veel reservecapaciteit door middel van parallel aangelegde aanvoerwegen. Door onderlinge verbindingen kan het ene bloedvat de functie van een ander overnemen. Centraal staat de cirkel van Willis, een soort rotonde van slagaderlijke verbindingen, midden in de hersenen.



Afbeelding 1.12
Takken van de aortaboog.
De eerste aftakkende slagader is de arteria anonyma of truncus brachiocephalicus. Na enkele centimeters splitst deze zich in een arteria subclavia voor de rechterarm en carotis communis voor de rechter hoofdhalft. De tweede tak van de aortaboog is de linker arteria carotis communis. De derde tak is de linker arteria subclavia.

De kransslagaderen

De anatomie van de kransslagaderen wordt uitgewerkt in het onderdeel Coronaire anatomie van hoofdstuk 13 over hartkatheterisatie (pagina 253 en verder).



Afbeelding 1.13
Schematische weergave van de coronaire vaatboom.

Pericard, epicard en endocard

Het endocard vormt de binnenbekleding van de hartspier en de kleppen. Endocard is vrijwel niet te scheiden van het onderliggende weefsel. Het vormt een barrière tegen de schurende werking van het bloed en tegen het binnendringen van bacteriën, die af en toe in de bloedbaan terecht kunnen komen.

Het pericard is het vlies dat het hart rondom omsluit. Officieel bestaat dit uit twee lagen, namelijk een binnenste laag die ook epicard wordt genoemd en een buitenste laag die als los vlies tegen het hart aan ligt. In de klinische praktijk bedoelt men met de term pericard alleen het buitenste, losse vlies dat in het Nederlands het hartzakje wordt genoemd. Onder de microscoop blijkt pericardweefsel vooral collageen, in mindere mate elastische vezels en capillaire bloedvaten te bevatten. Fibrosing van het pericard wordt zelden gezien. Het pericard heeft weinig

Circa veertig procent van de westerse bevolking krijgt te maken met hart- en vaatziekten. Voor de behandeling van die miljoenen patiënten worden cardiologen bijgestaan door paramedici zoals hartfunctie- en röntgenlaboranten, technici, researchmedewerkers en gespecialiseerde verpleegkundigen op CCU, ICU en EHBO. Speciaal voor hen is dit boek ontwikkeld. Het is ook geschikt voor studenten in het hoger gezondheidszorgonderwijs, arts-assistenten en huisartsen.

De cardiologie vereenvoudigd volgt de praktijk van het klinisch leren: het contact met de patiënt komt eerst aan bod, daarna volgt de theorie. In het boek worden de meest voorkomende aandoeningen in de cardiologie in heldere, eenvoudige taal beschreven, ondersteund door talloze kleurenfoto's en afbeeldingen van ECG's op ware grootte.

Deze zevende druk is aangepast aan de huidige cardiologische praktijk. Met name hoofdstuk 4 over ischemische hartziekten is ingrijpend herzien. Ook is een geheel nieuwe paragraaf toegevoegd over de PET-CT.

Jacob Six was ruim dertig jaar werkzaam in diverse Nederlandse klinieken en in de internationale geneesmiddelenresearch. Hij is de bedenker van *De cardiologie vereenvoudigd* en stelde de eerste zes drukken samen. Voor deze zevende, geheel vernieuwde druk werd hij bijgestaan door **Maarten-Jan Cramer**, cardioloog in het Universitair Medisch Centrum Utrecht en **Hector de Beaufort**, cardiothoracaal chirurg in opleiding in het St. Antonius Ziekenhuis Nieuwegein.

