

## Technologie voor waardegedreven hartzorg

**Citation for published version (APA):**

Dekker, L. R. C. (2019). *Technologie voor waardegedreven hartzorg*. Technische Universiteit Eindhoven.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 11/10/2019

**Document Version:**

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

**Please check the document version of this publication:**

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

**General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

**Prof.dr. Lukas Dekker**  
**11 oktober 2019**

**INTREEREDE**  
**Technologie voor**  
**waardegedreven hartzorg**

**TU/e**

**EINDHOVEN**  
**UNIVERSITY OF**  
**TECHNOLOGY**

**FACULTEITEN ELECTRICAL ENGINEERING EN BIOMEDISCHE TECHNOLOGIE**

INTREEREDE PROF.DR. LUKAS DEKKER

# Technologie voor waardegedreven hartzorg

Uitgesproken op 11 oktober 2019  
aan de Technische Universiteit Eindhoven

## Introductie

Mijnheer de Rector Magnificus, College van Bestuur van de Technische Universiteit Eindhoven, Raad van Bestuur Catharina Ziekenhuis, geachte collega's, beste familie en vrienden, zeer gewaardeerde toehoorders,

Het vakgebied cardiologie ontstond naar schatting rond 1950, als een afsplitsing van de interne geneeskunde; in ieder geval vond in 1951 het eerste congres van American College of Cardiology plaats. Sindsdien zijn de levensverwachting en kwaliteit van leven voor hartpatiënten spectaculair verbeterd, wat voor een zeer belangrijk deel berust op de toepassing van technologische innovaties. Juist dit aspect heeft mij als student medicijnen richting de cardiologie getrokken. Het is mij dan ook een grote eer om voor u te staan als cardioloog van het Catharina Ziekenhuis en als nieuwbakken hoogleraar op de Technische Universiteit Eindhoven. Met groot genoegen aanvaard ik dan ook mijn leeropdracht:

### **Technology for outcome-driven cardiac care**

In deze rede wil ik aandacht besteden aan de betekenis van medische technologie voor de cardiologische zorg van de toekomst. Ik zal dat, na een kort historisch overzicht, doen vanuit een breder, maatschappelijk perspectief, alsook vanuit een meer omschreven, cardiologisch perspectief, te weten mijn vakgebied hartritme-stoornissen.

## Cardiologie

Het hart zendt veel signalen uit, die goed te meten zijn. Het hart maakt geluid, het is elektrisch actief en het beweegt. Het geluid werd voor het eerst benut door René Laennec uit Frankrijk, die in 1816 de stethoscoop bedacht. Een simpel instrument dat nog steeds van grote waarde is in de dagelijkse cardiologie. Het hart is elektrisch zeer actief en dat kunnen we goed meten en vastleggen. De Nederlandse arts met grote belangstelling voor natuurkunde, Willem Einthoven, vond de snaargalvanometer uit, die hij gebruikte voor het vastleggen van de elektrische activiteit van het hart. Einthoven standaardiseerde deze registraties, wat wij nu kennen als het ECG en hij stelde in die periode vele nieuwe diagnoses, die wij nog steeds dagelijks gebruiken.<sup>1</sup> Sterker nog, Einthoven introduceerde de allereerste vorm van e-health omdat het ECG via elektrische bedrading op afstand af te lezen was; hij ontving in 1924 de Nobelprijs. In 1880 werd de basis gelegd voor de huidige echocardiografie, omdat in dat jaar de Franse natuurkundige Pierre Curie de piëzzo-elektrische eigenschappen van bepaalde kristallen ontdekte. Hierdoor konden deze kristallen geluidsgolven in heel hoge frequenties uitzenden en ze weer opvangen. De diagnostische waarde van ultrageluid werd rond 1940 door de Oostenrijker Karl Theodore Dussik als eerste benut; later ontwikkelde hieruit de echografie van het hart. Ook werk uit Einthoven mag in dit korte, historisch overzicht over de grote waarde van technologische innovaties voor de cardiologische zorg, niet ontbreken. Ik noem hier met trots mijn collega uit het Catharina ziekenhuis, professor Nico Pijls en professor Frans van de Vosse, hoogleraar Cardiovasculaire Biomedische Technologie aan deze Universiteit. Samen met hun medewerkers hebben zij, op basis van basaal onderzoek naar de fysische eigenschappen van de kransslagaders, ervoor gezorgd dat de bepaling van de 'fractional flow reserve', als klasse 1A-indicatie, is doorgedrongen tot de internationale richtlijnen bij de behandeling van vernauwingen van de kransslagaders.<sup>2</sup>

Cardiologie kent inmiddels meerdere deelspecialismen, zoals interventiecardiologie, hartfalenzorg, beeldvorming en elektrofysiologie. Dat laatste, oftewel de behandeling van hartritmestoornissen, is mijn aandachtsgebied binnen de cardiologie. Er bestaan vele vormen van hartritmestoornissen, maar uiteindelijk betreft het altijd een abnormale elektrische activatie van het hart, waardoor ook de spieractiviteit, de samentrekking, abnormaal verloopt. Er bestaat een grote variatie, waaronder bijvoorbeeld:

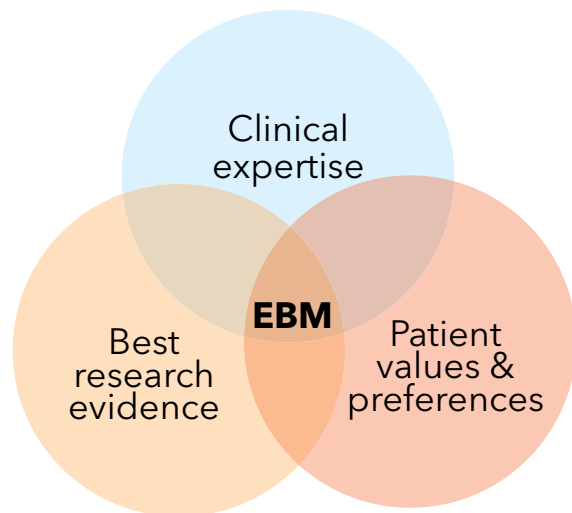
- goedaardige overslagen, die iedereen wel eens heeft;
- boezemfibrilleren, dat voorkomt bij minstens 5% van de 70-plussers en dat gepaard gaat met een verhoogde kans op een herseninfarct;
- kamervibrilleren, dat bestaat uit een zeer snelle, chaotische elektrische geleiding in de hartkamers, dat kan optreden bij een acuut hartinfarct en dan leidt tot een fatale hartstilstand.<sup>3</sup>

Ik zal in het verloop van mijn rede verder uitweiden over deze laatste 2 vormen van ritmestoornissen. Ook in dit relatief jonge deelgebied, is het meer dan duidelijk dat cardiologen telkens goed in staat zijn om innovaties voortvarend toe te passen in de dagelijkse zorg voor patiënten. In 1968 werd de eerste behandeling beschreven voor een vorm van hartritmestoornissen, die wordt bepaald door een extra spiervezel tussen boezem en kamer, het Wolff-Parkinson-White syndroom; hiervoor was indertijd wel openhartchirurgie nodig. In 1991 (ik was bijna klaar met mijn co-schappen) publiceerde Warren Jackman als eerste de resultaten over het gebruik van een katheter via de lies voor deze toepassing.<sup>4</sup> Binnen luttele jaren was deze katheter-ablatie gemeengoed over de hele wereld en heeft deze methode van behandeling, die mijn dagelijks werk als cardioloog bepaalt, mede door talloze andere innovaties, een enorme vlucht genomen.

Naast de technologische innovaties die hebben bijgedragen aan de verbetering van de cardiale zorg, speelde de ontwikkeling van 'evidence based medicine' (EBM) op een andere manier een grote rol. Hoewel het gedachtengoed al veel langer bestond, werd het pas begin jaren 90 breed omarmd. Het doel van dit nieuwe paradigma was om uitkomsten van behandeling te verbeteren door zoveel mogelijk wetenschappelijk bewijs als basis te nemen boven gewoontes, autoriteit of pathofysiologische redentatie. Hiermee kwamen al snel klinische trials boven andere vormen van intelligentie te staan. Vele trials, met de 'randomized controlled trial' voorop, zijn inmiddels gepubliceerd. Hierop zijn vele 'guidelines' gebaseerd en dat heeft zeker de kwaliteit van onze zorg sterk verbeterd. De oorspronkelijke beschrijving van 'evidence based medicine' door Sackett, bevatte de 3 elementen: 'clinical judgement', 'relevant scientific evidence' en 'patients' values and preferences' (Figuur 1).<sup>5</sup> In de loop van de jaren is het deel 'relevant scientific evidence' de boventoon gaan voeren, waardoor onterecht de indruk ging ontstaan dat 'evidence based medicine' hetzelfde is als statistisch significant. Deze dominante betekenis, die aan gepubliceerde klinische onderzoeken werd toegekend, lokte dan ook kritiek uit. Klinische onderzoeken worden als regel uitgevoerd na selectie van de patiënten die deelnemen; vrouwen en oudere patiënten zijn bijvoorbeeld hierdoor bijna altijd ondervertegenwoordigd. Bovendien blijft de vraag

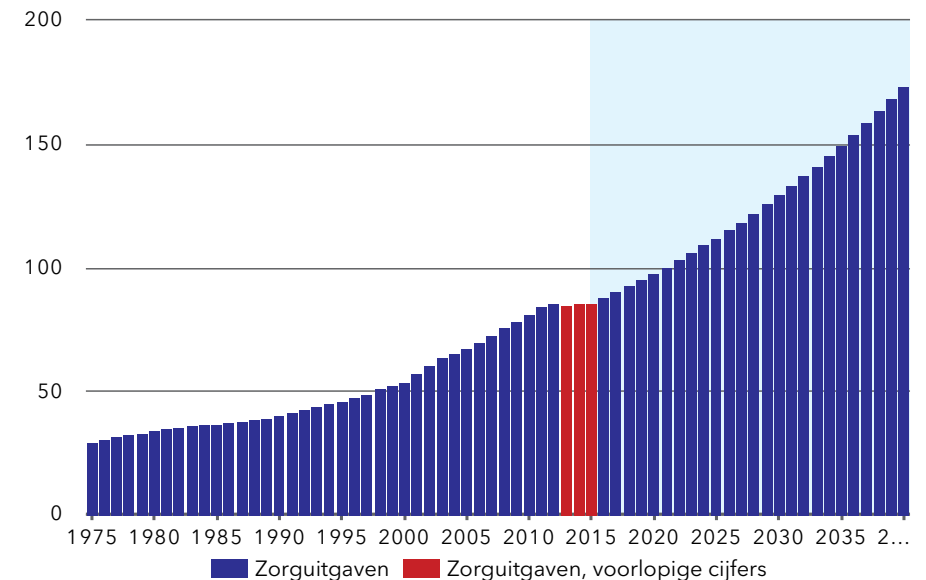
of de gegevens uit een groot onderzoek van toepassing zijn op die ene individuele patiënt, die tegenover de dokter in de spreekkamer zit en die bijna altijd nog meer aandoeningen met zich meedraagt dan de geselecteerde patiënten uit het onderzoek. Langetermijneffecten worden ook te weinig onderzocht.

Andere punten van kritiek komen voort uit de focus op bewijs, waardoor soms uit het oog wordt verloren dat statistische significantie niet hetzelfde is als klinische relevantie. Het grote academische belang van publiceren hoeft niet altijd bevorderlijk te zijn voor objectieve kennisvergaring, omdat negatieve resultaten veel minder vaak gepubliceerd worden dan positieve resultaten; dit wordt publicatie-bias genoemd. Ik wil uw vertrouwen in de medische wetenschap niet schaden, maar wil wel het belang benadrukken van de aanvullende methodes van kennisvergaring die zich nu aandienen. We leggen veel meer gegevens van heel veel mensen, over langere perioden vast en kunnen deze gegevens steeds slimmer analyseren. Dit gaat ons helpen om voor elke individuele patiënt de beste behandeling op de lange termijn te kiezen. Door sommigen wordt deze nieuwe ontwikkeling gezien als het einde van het EBM-tijdperk. Niets is minder waar, zou ik zeggen. We krijgen alleen maar meer inzichten beschikbaar om de andere 2 EBM-elementen, 'clinical expertise' en 'patient values and preferences', meer invulling te geven.



Figuur 1. Oorspronkelijke elementen bij 'evidence based medicine' (EBM).

We staan voor zeer grote uitdagingen om de gezondheidszorg betaalbaar en bereikbaar te houden. Factoren als toename van chronische ziekten, vergrijzing, en toenemende welvaart met bijbehorende welvaartsziekten, drijven de kosten steeds meer op. De verwachting is dat in 2040 in Nederland de zorgkosten verdubbeld zullen zijn tot een jaarlijkse 174 miljard euro als we op deze manier doorgaan; dit wordt vooral bepaald door de stijgende kosten per persoon. In Nederland is de behandeling van hart- en vaatziekten goed voor 15% van de totale zorgkosten. In de USA wordt inmiddels 20% van het bruto nationaal product (BNP) aan gezondheidszorg besteed, terwijl de levensverwachting gelijk is aan landen waar slechts 2% BNP aan zorg wordt besteed. Met andere woorden, steeds meer geld in zorg pompen zal niet automatisch leiden tot een meer gezonde en gelukkige populatie. Voor de gezondheidszorg van de toekomst zullen de noodzakelijke oplossingen wat mij betreft ontstaan vanuit Value Based Health Care (VBHC) en nieuwe medische technologie.



Figuur 2. De verwachte zorgkosten in Nederland volgens CBS en RIVM.

## Hart voor de zaak

### VALUE BASED HEALTH CARE

Het concept Value Based Health Care werd in 2006 door professoren Michael Porter, een gerenommeerde marketing-expert, en Elizabeth Olmsted Tiesberg, een innovatie-expert, geïntroduceerd via een boek getiteld 'Redefining health care: creating value-based competition on results'.<sup>6</sup> Later volgden nog vele artikelen in de medische topbladen en vrijwel alle bestuurders, beleidsmakers, vooruitstrevende artsen en alle andere betrokken partijen in de zorg, zien dit denkmodel inmiddels als oplossing voor de oncontroleerbare kostenontwikkeling in de zorg. De centrale grootheid die Porter en Tiesberg introduceerden is "patiëntwaarde", die zij definiëren als de breuk: patiëntrelevante uitkomst over de geassocieerde kosten. Als alle betrokken partijen in de zorg, artsen, ziekenhuisbestuurders, verzekeraars en, in ultimo, ook de medische industrie, deze patiëntwaarde hanteren als centrale waarde, dan kunnen belangen worden gelijkgeschakeld, leidend tot betere uitkomsten voor de patiënt tegen lagere, controleerbare kosten. Porter en Tiesberg geven handvatten om dit te bereiken, zoals multidisciplinaire behandelteams, optimale data-verzameling en data-analyse van uitkomsten en het monitoren van kosten bij elke individuele patiënt. Zij wijzen ook op het belang van een veel betere, transmurale samenwerking tussen zorgverleners, en financiering voor de gehele zorg-keten op basis van de gezamenlijk geleverde kwaliteit. Alle grote bedrijven in de medische technologie en farmacie zijn inmiddels ook bezig hun strategie aan te passen aan deze grote, wereldwijde ontwikkeling van Value Based Health Care. Er zal, naar mijn idee, een zachte revolutie nodig zijn, omdat nu alle partijen nog muurvast zitten in sterk uiteenlopende lokale belangen en patronen. Een traditionele verzekeraar vergoedt ziekenhuizen nog per behandeling, maar niet op basis van kwaliteit, lees patiëntrelevante uitkomsten. De medische industrie richt zich op de verkoop van zoveel mogelijk producten, maar wordt niet afge-rekend op patiëntrelevante uitkomsten. Stelt u zich een wereld voor waarin dat wel zo zou zijn, en waarin door de kosten in de noemer, er een gedeelde stimulus is om het beter en goedkoper te doen. Het doet mij groot genoegen u te kunnen melden dat, in een tijd waarin vooral veel experts praten over VBHC, die zachte revolutie in de regio Eindhoven al is begonnen, door ook echt VBHC-projecten te realiseren. Dat we in het Catharina Ziekenhuis hierin vooroplopen, is voor een heel groot deel toe te schrijven aan het denkvermogen en organisatietalent van

dr. Dennis van Veghel, die ook recent promoveerde op dit onderwerp. In 2012 zijn de hartchirurgen en de cardiologen één groep gaan vormen, als eerste stap om schotten weg te nemen en zo de zorg voor hartpatiënten te optimaliseren; er is fors geïnvesteerd in zinnige verzameling van data, die vervolgens ook voortdurend worden geanalyseerd door een multidisciplinaire Commissie Kwaliteit, die ook verbetertrajecten start; er zijn stabiele en vertrouwelijke samenwerkingsverbanden met andere ziekenhuizen en huisartsen ontwikkeld. Ontschotting en samenwerking zijn belangrijke voorwaarden voor de uitvoering van VBHC. In de regio Eindhoven bestaat dan ook een uniek samenwerkingsverband voor hartzorg tussen 1<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> lijn, genaamd het Nederlands Hart Netwerk (NHN). Nauwgezette verzameling van patiëntgegevens en relevante uitkomsten is binnen het ziekenhuis goed georganiseerd; de landelijke registratie, voorheen Meetbaar Beter, inmiddels de Nederlands Hart Registratie (NHR), is hier ontstaan. Een laatste voorbeeld van onze daadwerkelijke implementatie van het VBHC-gedachtengoed is een revolutionair experiment van het Catharina Ziekenhuis en zorgverzekeraar CZ om de hoogte van vergoedingen aan het ziekenhuis mede afhankelijk te maken van de kwaliteit van zorg, en niet langer alleen van volume.<sup>7</sup> Bovenstaande initiatieven werden maar liefst 3 maal onderscheiden met de 'VBHC-prize' uit handen van de eerder genoemde Michael Porter; in 2014 voor Meetbaar Beter, in 2016 voor het verzekeringscontract en in 2018 voor het Nederlands Hart Netwerk. De toekomst is in dit opzicht ook goed geborgd, want recent zijn 2 arts-onderzoekers en een ingenieur hun promotietrajecten gestart, die gericht zijn op verbetering van patiëntwaarde door processen in de zorg te verbeteren. Zij zullen zich richten op beslissings-ondersteuning bij ingrepen aan hartkleppen, het optimaliseren van secundaire preventie door een gedeelde aanpak met 1<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup>, en 3<sup>e</sup> lijn, en het ontwikkelen en testen van dynamische, gepersonaliseerde zorg-protocollen bij de voorbereiding van een ingreep, de ingreep zelf en de nazorg. Dit gaat ons in staat stellen om medisch onderzoek, behandeling en chronische zorg veel meer specifiek te maken voor elke individuele patiënt. Selectief gebruik van kostbare medische diagnostiek en het eerder bereiken van het door de patiënt gewenste behandelgoal, zullen de kwaliteit van leven verbeteren en de kosten verlagen.

### MEDISCHE TECHNOLOGIE

Grote verbeteringen in behandeling en preventie hebben geleid tot een indrukwekkende reductie in sterfte ten gevolge van hart- en vaatziekten, zelfs een sterkere vermindering ten opzichte van andere grote ziektebeelden. Desondanks blijven hart- en vaatziekten de oorzaak van 1/3 van alle sterftegevallen wereldwijd.

Dit is een gevolg van de onstuitbare expansie van risicofactoren en de verspreiding van de westerse levensstijl over steeds meer delen van de wereld. Dit probleem, dat inmiddels wordt gezien als een economische bedreiging, krijgt hiermee ook aandacht buiten de traditionele medische wereld om, zelfs op Europees niveau door de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling, dat hierover in juni 2015 een lijvig rapport publiceerde (OESO oftewel OECD).<sup>8</sup> Value Based Health Care zal en moet bij de aanpak van dit enorme gezondheidsprobleem van grote toegevoegde waarde zijn, maar er is ook veel meer vernieuwing op andere vlakken nodig om de wereldwijde gezondheidszorg betaalbaar en dus voor iedereen bereikbaar te houden. Naast VBHC zal nieuwe technologie, nog veel meer dan voorheen, onderdeel moeten zijn in de gezondheidszorg van de toekomst. Sterker nog, medische technologie en VBHC kennen voor de noodzakelijke oplossingen in de gezondheidszorg een grote wederzijdse afhankelijkheid. Het verzamelen en analyseren van data over bijvoorbeeld de langetermijntuitkomsten van behandelingen van ritmestoornissen, een belangrijk element van VBHC, vraagt om breed toepasbare monitoring technologie. Verbeteren van patiëntwaarde door gezondheid en kwaliteit van leven te bevorderen en kosten te verminderen, zal veel meer nadruk gaan leggen op screening met tijdige behandeling van risicofactoren en ziekten; ook dit vraagt om nieuwe vormen van technologie. Omgekeerd, ontwikkeling van nieuwe medische technologie zal niet meer tot een product leiden als het niet gaat bijdragen aan een betere patiëntwaarde. Om VBHC en medische technologie samen de sleutel te laten vormen voor de oplossingen voor een betere en betaalbare zorg, zullen zeker nog grote veranderingen doorgevoerd moeten worden, zodat de zo verschillende werelden in de gezondheidszorg veel dichterbij elkaar komen.

Hoe verschillend die werelden nu nog zijn, illustreer ik graag met een simpel voorbeeld uit de dagelijkse praktijk: een patiënt op mijn spreekuur wilde mij recent een pdf'je van zijn Apple Watch sturen, omdat het Apple-algoritme daarop boezemfibrilleren had vastgesteld. Interessant daarbij is dat de Food- and Drug Administration (FDA) deze smartwatch in september 2018 heeft vrijgegeven ("cleared") voor het vaststellen van ritmestoornissen. Als dokter roept dit voor mij vragen op. Moet ik twijfelen aan die metingen als ik duidelijk boezemfibrilleren zie, maar wel via een apparaatje dat we niet kennen als medisch diagnosticum? Gaan straks alle patiënten mij pdf'jes van heel veel verschillende smartwatches sturen? Ik ga nog een stapje verder met een mogelijk toekomstbeeld voor 2030: een kersverse hoogleraar rijdt in zijn zelfsturende auto naar zijn inauguratie op de TU/e. Zijn Apple Watch en de stoel van zijn auto registreren een hoge bloeddruk en overslagen van zijn hart. Het Apple Health Center vertelt hem, op basis van de

10<sup>e</sup> Apple Heart Study (de 1<sup>e</sup> Apple Heart Study is al gedaan, maar niet gepubliceerd op dit moment), dat door zijn stress van de afgelopen weken hij een 3% kans op een infarct heeft en dat hij gezien moet worden in een ziekenhuis. Zijn auto rijdt automatisch naar het Philips Ziekenhuis, zijn komst is aangekondigd, hij wordt onderzocht, niets aan de hand, en 20 minuten later is hij weer op weg naar de Blauwe Zaal van de TU/e om opgelucht zijn oratie uit te spreken.

Zeker geen utopie in technologisch opzicht en voor velen het echte beeld van de toekomst, maar, zoals u weet, liggen er tussen droom en daad wetten en praktische bezwaren in de weg. Een optimale interactie tussen de academische, industriële en medische werelden, maar vooral ook grote veranderingen in de traditionele gezondheidszorg, zijn noodzakelijk om op een goede manier dit nieuwe tijdperk verder te betreden. Hoe mooi zou het voor een patiënt met chronisch, ernstig hartfalen zijn, als slimme sensoren hem of haar thuis volgen en als een algoritme bij een dreigende verslechtering bepaalt welke zorgverlener wanneer betrokken moet worden om verdere verergering of ziekenhuisopname te voorkomen: de wijkverpleegkundige, de huisarts of de cardioloog. Deze technologie is er al lang, maar de implementatie vindt maar niet plaats. De grote tech-bedrijven beschikken over enorme budgetten en veranderbereidheid, terwijl er in de gezondheidszorg steeds grotere financiële beperkingen worden opgelegd in een rigide vergoedingensysteem, waarin de betalingen worden gebaseerd op aantal verrichtingen en niet op patiënt-relevante uitkomsten, zoals het voorkomen van een beroerte, of het voorkomen van een ziekenhuisopname door tijdige signalering van een dreigende verslechtering bij een patiënt met chronisch hartfalen. Dit voorbeeld maakt ook duidelijk dat nieuwe technologieën zeer veel data zullen opleveren, die alleen betekenis krijgen als ze op juiste wijze worden geanalyseerd en gedeeld. Maar, de steeds strengere regelgeving met betrekking tot privacy en wetenschappelijk onderzoek, maakt ook hier de drempel voor implementatie steeds hoger. Een andere uitdaging is dat er nieuwe, aanvullende competenties bij artsen en andere zorgverleners aangeleerd moeten worden om adequaat om te gaan met de grote hoeveelheden gegevens van patiënten. Ik zie het als een belangrijk deel van mijn taak als hoogleraar om bij te dragen aan bovenstaande oplossingen voor de zorg van de toekomst en ik realiseer me daarbij maar al te goed dat dit een ijdele hoop zou zijn als ik geen deel was van het Eindhoven MedTech Innovation Center (e/MTIC), dat zich richt op bovenstaande uitdagingen. In dit samenwerkingsverband in de Brainport regio Eindhoven, waarin alle partijen voor med-tech innovatie goed vertegenwoordigd zijn, te weten, academie (TU/e), top-afdelingen van 3 ziekenhuizen (Catharina Ziekenhuis, Maxima Medisch Centrum en Slaapcentrum Kempenhaeghe) en medische industrie (Philips), worden de voorwaarden

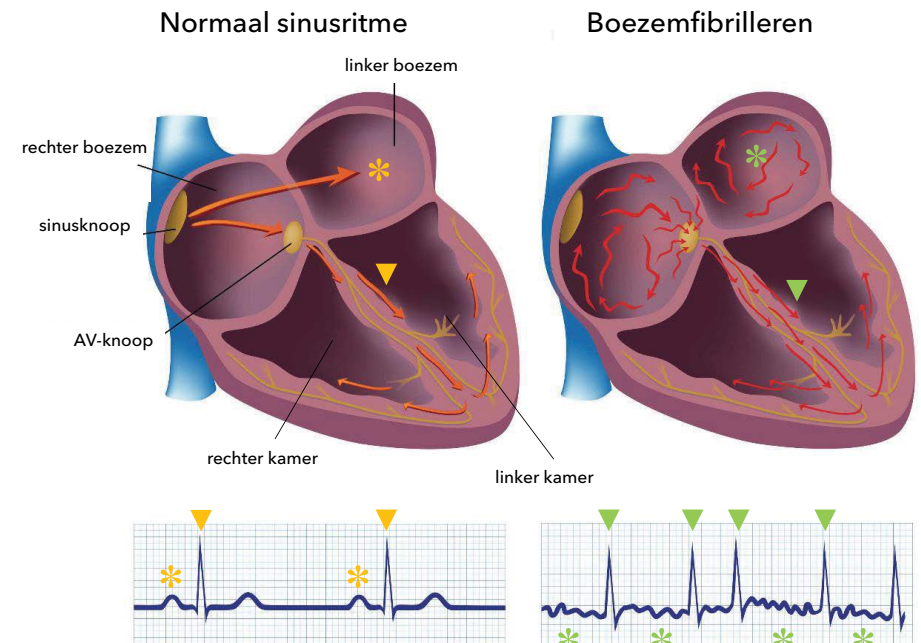


geschapen en de ideeën uitgewerkt om medische technologieën zo snel mogelijk te ontwikkelen en toepasbaar te maken voor patiënten, volgens de principes van Value Based Health Care. De voorwaarden omvatten onder andere een solide en schaalbare data-infrastructuur, die ruimte biedt voor grote hoeveelheden data en artificial intelligence, maar ook een kenniscentrum voor wet- en regelgeving. De ideeën komen voort uit vraagstellingen vanuit patiëntwaarde, waarvoor technologische innovaties de oplossing kunnen bieden. Er vinden op dit moment veelbelovende ontwikkelingen plaats, zoals op het gebied van patiënt-monitoring op afstand en op het gebied van beeldvorming. Artificial intelligence zal van zeer grote waarde zijn voor de toekomstige gezondheidszorg en ook daar richt e/MTIC zich dus op. Zoveel kennis en ambitie op fietsafstand, de hoge mate van vertrouwen en de reacties van regionale en nationale overheden, vormen de ideale uitgangssituatie om dit jonge samenwerkingsverband te laten uitgroeien tot een speler van wereldformaat op het gebied van medische technologie in de context van patiëntwaardegedreven gezondheidszorg. Het is voor mij een grote vreugde om in deze omgeving te werken.

## Rek en trek, en op tijd zijn

### SMART MONITORING

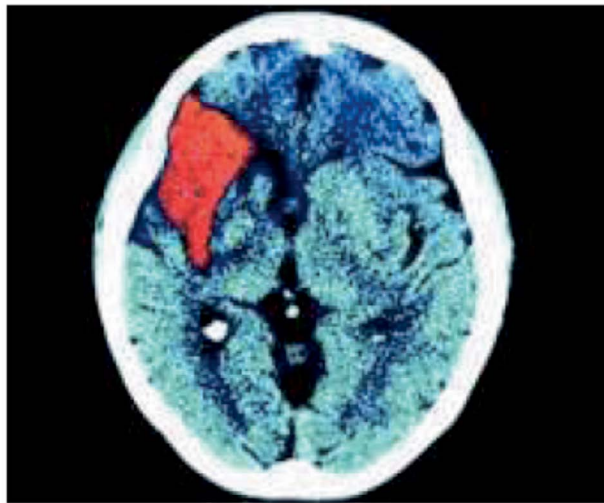
In het tweede deel van mijn rede zal ik verder uitweiden over de ontwikkelingen binnen mijn cardiologisch vakgebied, hartritme stoornissen. Uiteraard zal ik dat doen met inachtneming van bovenbeschreven, brede ontwikkelingen in de gezondheidszorg.



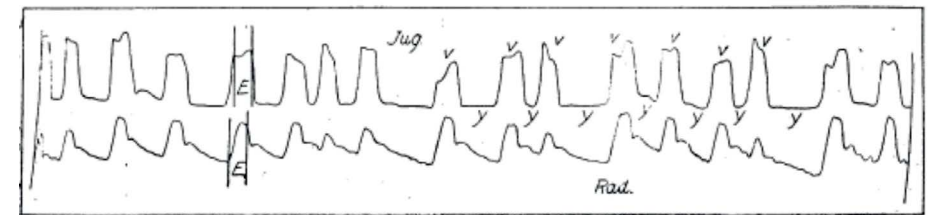
Figuur 3. Schematische weergave van de 4 hartkamers, met de 2 boezems boven. Links: geordende activatie tijdens normaal sinusritme. Rechts: onregelmatigheid tijdens boezemfibrilleren.

Boezemfibrilleren, ook wel atriumfibrilleren (AF), is de meest voorkomende ritme stoornis. Het komt vaker voor bij het vorderen van de leeftijd, met meer dan 5% prevalentie bij 70-plussers. Boezemfibrilleren kent aanvankelijk een aanvalsgewijs patroon (paroxysmaal); in de loop van jaren kan het een blijvend karakter gaan

krijgen (permanent). AF wordt gekenmerkt door het, vaak dus aanvalsgewijs, optreden van een zeer snelle, chaotische elektrische activiteit in de hartboezems, wat meerdere gevolgen heeft (Figuur 3). De boezems trekken niet meer goed samen waardoor er stase van bloed kan ontstaan. Stilstaand bloed leidt tot stolselvorming; deze stolsels kunnen vervolgens losraken en een verstopping in een ander bloedvat veroorzaken, zoals in de hersenen met een beroerte als gevolg (Figuur 4). Een ander gevolg is een irregulaire en vaak te snelle activiteit van de hartkamers, die bij vele, maar lang niet alle mensen, leidt tot klachten van vermoeidheid, hartkloppingen, kortademigheid of hartfalen. Een van de eerste beschrijvingen van deze irregulaire en inequale polsslag is uit 1904 en afkomstig van James MacKenzie, waarin hij AF beschrijft als 'delirium cordis' (Figuur 5).<sup>9</sup> Tijdige opsporing kan veel problemen voorkomen, omdat er goede behandelingen bestaan, zoals bloedverdunners om een beroerte te voorkomen. Helaas wordt nog te vaak de diagnose pas na een groot herseninfarct gesteld; de schattingen over hoe vaak een beroerte het eerste symptoom is van boezemfibrilleren lopen uiteen van 5% tot 37%. Door de wisselende symptomatologie en het aanvalsgewijs voorkomen vormt de opsporing van boezemfibrilleren een urgente, technologische uitdaging in een verouderende samenleving.

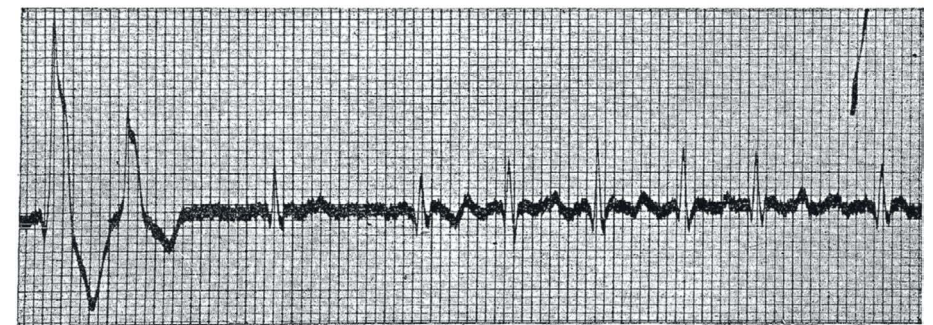


Figuur 4. Het dramatische beeld van het herseninfarct van een patiënt bij wie het boezemfibrilleren niet tijdig was ontdekt.



Figuur 5. De onregelmatige veneuze (boven) en arteriële (onder) drukgolven bij boezemfibrilleren, zoals in 1904 gemeten door James MacKenzie.

Willem Einthoven publiceerde in 1906, kort na de publicatie van MacKenzie, de eerste elektrische registratie van boezemfibrilleren op het door hem uitgevonden ECG (Figuur 6).<sup>1</sup> Sindsdien is het ECG, met alle technische verbeteringen in de daaropvolgende jaren die het zeer eenvoudig toepasbaar maakten, het diagnosticum geworden om AF vast te stellen. Een verdere uitwerking is de methode die in 1947 door dr. Jeff Holter werd geïntroduceerd en waarmee het hartritme voor 1 dag tot maximaal 1 week continu kan worden vervolgd (Figuur 7). Deze techniek wordt tot op de dag van vandaag als eerste keus gebruikt voor de screening op boezemfibrilleren. Hoewel de kastjes gelukkig een stuk kleiner zijn geworden dan op de foto, blijft het een belastend onderzoek voor de patiënt. Bovendien, het onderzoek is kostbaar en de diagnostische opbrengst blijft laag, omdat er niet over langere perioden gescreend kan worden, wat wel nodig is om boezemfibrilleren adequaat op te sporen.

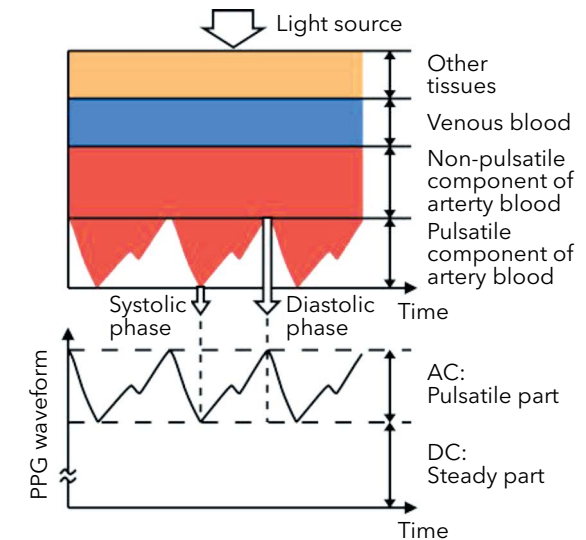


Figuur 6. Eerste electrocardiogram van een patiënt met boezemfibrilleren, gemaakt door Willem Einthoven in 1906. De eerste 2 complexen zijn ventriculaire extra-systoles. De onregelmatige QRS complexen, het ontbreken van de P-toppen en de kleine, irregulaire signalen op de basislijn wijzen op boezemfibrilleren (zie ook Figuur 3).

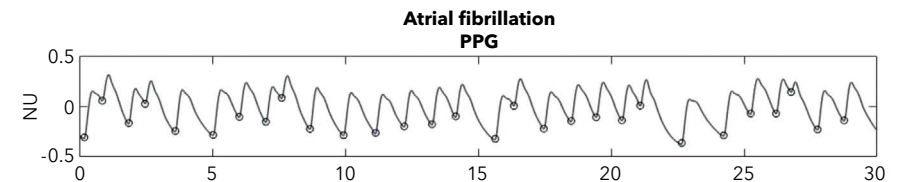


Figuur 7. Jeff Holter in 1947.

In e/MTIC-verband wordt op dit moment hard gewerkt om een breed toepasbare, niet invasieve en goedkope technologie verder te perfectioneren om gedurende langere tijd op AF te kunnen screenen. Met het opvangen en slim analyseren van de reflectie van licht vanuit een kleine lichtbron op de huid, zoals een polshorloge, kan de hartslag worden bepaald. Deze techniek wordt photoplethysmografie (PPG) genoemd en wordt ook gebruikt in consumentenproducten zoals sporthorloges (Figuur 8). Inmiddels kunnen we op zeer betrouwbare wijze boezemfibrilleren vaststellen.<sup>10</sup> U ziet de opvallende overeenkomst als het PPG-sigitaal in Figuur 9 horizontaal wordt gespiegeld met het sigitaal van MacKenzie uit Figuur 5, dat hij 115 jaar geleden mat.



Figuur 8. Schema van PPG-technologie. Bron ref. 11.



Figuur 9. Registratie van AF met photoplethysmografie. Bron: ref 10.

We zien boezemfibrilleren niet alleen bij mensen op leeftijd, maar ook steeds vaker bij mensen met een hoge bloeddruk en overgewicht. Slaapstoornissen, en met name slaapapneu, waarbij er langdurige ademstops optreden, vormen ook een zeer belangrijke, en mogelijk zelfs meest belangrijke, maar lang miskende, risicofactor voor boezemfibrilleren. Binnen e/MTIC wordt met prof. Sebastiaan Overeem van het Kempenhaeghe Slaapcentrum ook hard gewerkt om deze PPG-technologie te gebruiken voor screenen op deze risicofactor voor AF, slaapapneu. Het tijdig behandelen van slaapapneu kan veel leed door boezemfibrilleren voorkomen, maar inmiddels weten we ook dat de cardiologische behandeling van boezemfibrilleren veel minder succesvol is, als niet ook gelijktijdig het onderliggende slaapapneu wordt behandeld.<sup>12</sup> Deze kruisbestuiving tussen twee

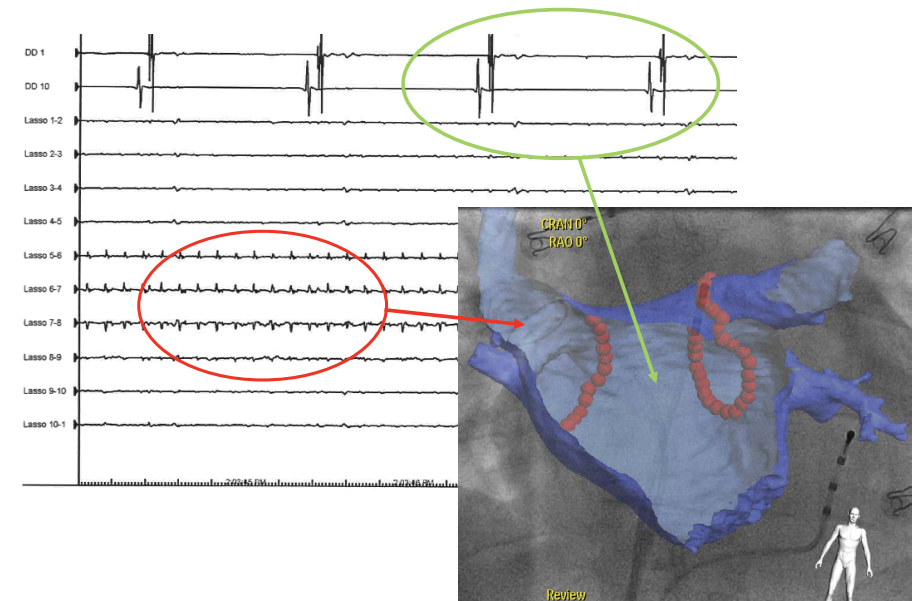
medische vakgebieden, technologische experts en talentvolle promovendi is even uniek als stimulerend en zou niet bestaan zonder e/MTIC.

Dat fascinerende PPG-signaal lijkt ook informatie te bevatten die van grote waarde zou kunnen zijn bij de diagnose, risicobeoordeling en behandeling van patiënten met hartfalen. Hartfalen krijgt door de steeds betere overleving van het acute hartinfarct en de verbeterde zorg van andere chronische aandoeningen in de vergrijzende populatie de proporties van een epidemie. Het onderzoek, dat net is gestart, richt zich op het met het PPG-signaal in kaart brengen van de dynamische contractie-eigenschappen van de hartspeer. Een gezond hart gaat bij snellere ritmes krachtiger kloppen ('force-frequency relation'), maar een falend hart niet. Bovendien, gedraagt het falende hart zich anders na een te vroege slag gevolgd door een pauze van de hartcontracties (post-extrasystolische potentiatie). Deze fenomenen zijn goed bekend uit invasieve metingen in mensen. Ik wijs er graag op dat we dit fenomeen al kunnen zien in de registratie uit 1904, zoals afgebeeld in Figuur 5. De onderste lijn is de arteriële drukcurve en hierbij valt op dat na een langer interval de amplitude van de drukgolf hoger is, dan na een kort interval. De PPG-techniek gaat het wellicht mogelijk maken om dit ook langdurig en ambulant te vervolgen, wat de mogelijkheid biedt hartfalen beter en langduriger te monitoren om daarmee de behandeling beter af te stemmen en patiënten met risico's op verergering van hartfalen of zelfs op plotse dood, tijdig te identificeren. Deze PPG-technologie zijn we dus nu aan het perfectioneren om zo tijdig gezondheidsproblemen vast te kunnen stellen en om daarmee preventieve behandelingen te geven. Tijdige behandeling van slaapapneu vermindert de kans op boezemfibrilleren; tijdige vaststelling van boezemfibrilleren geeft de mogelijkheid tot preventieve bloedverdunners. Hoe mooi zou het zijn als we de chronische patiënt met hartfalen veel stabielere kunnen houden, zodat acute opnames in het ziekenhuis niet meer nodig zijn. Maar, zoals boven vermeld, er liggen zeker nog grote uitdagingen in het verschieft om deze technologie zijn werkelijke betekenis te laten krijgen vanuit value-based health care perspectief.

## KATHETER-ABLATIE

Naast de bloedverdunners kent de behandeling bij boezemfibrilleren een andere pijler, namelijk het voorkomen of verminderen van de klachten, die door hun onvoorspelbare en beangstigende karakter vaak een sterk negatieve invloed op de kwaliteit van leven van patiënten hebben. De behandeling voor de klachten kan worden uitgevoerd met medicijnen, wat vaak niet effectief is, of met katheter-

ablatie of een minimaal-invasieve chirurgische ingreep. De ablatie-behandeling is gebaseerd op het inzicht, eind vorige eeuw verkregen in Bordeaux, dat de in-monding van de longaderen (pulmonaalvenen) in de linker boezem het gebied is waar het boezemfibrilleren ontstaat.<sup>13</sup> De voor de hand liggende medische redenatie om deze gebieden dan ook elektrisch volledig los te koppelen van de rest van het hart, heeft vervolgens een enorme vlucht genomen. Deze pulmonaalvenen-isolatie vormt inmiddels de meest uitgevoerde verrichting van een elektro-fysioloog en verbeteringen in uitkomsten worden nog steeds bereikt. Figuur 10 illustreert dit concept van volledige isolatie. U ziet de blauwe 3D-reconstructie van de linker boezem met de longaderen geprojecteerd in de Röntgen-doorlichting; fibrilleren is aanwezig in de longaderen, maar tegelijkertijd is er een normaal ritme in de rest van de boezem door een volledige elektrische isolatie. Volledige elektrische isolatie wordt nu beschouwd als de hoeksteen van een succesvolle behandeling, maar desondanks zijn de langere termijn succesansen, zelfs bij de



Figuur 10. Opengewerkte 3D-weergave (EP-navigator) van de linker boezem met de longaderen zoals gebruikt bij ablaties. De lijnen van groene balletjes in de boezem zijn een weergave van de littekens gemaakt door de cardioloog om de longaderen elektrisch te isoleren. In de longader, met rode pijl, ziet u zeer snelle elektrische activiteit (de Lasso elektrodes), oftewel fibrilleren, gemeten met de cirkelvormige katheter die vaag te zien is, terwijl in de boezem, met de groene pijl, een rustig, regelmatig ritme te zien is, sinusritme, gemeten met de 4-polige katheter laag in beeld (DD1, DD10) vanuit het hart zelf en met het oppervlakte ECG (V1).

optimale kandidaten, na een eerste ingreep rond de 75%. Ook zijn er risico's, die deels gerelateerd zijn aan het streven naar die elektrische isolatie, wat bij sommige patiënten lastig kan zijn en dan leidt tot overmatig ableren; er kan een perforatie van de hartwand optreden, letsel van de nervus phrenicus of zelfs een fistel naar de slokdarm, wat gelukkig zeer zeldzaam is.

De zoektocht naar verbetering van succesansen en veiligheid wordt op dit moment volledig beheerst door het verbeteren van de techniek om tot volledige isolatie te komen, maar kan ook beginnen met vraagtekens plaatsen bij de grondbeginselen. En, er zijn goede redenen om het concept van de volledige isolatie als enig therapeutisch effect van de ablatie tegen het licht te houden. We vertellen onze patiënten dat de eerste 3 maanden na de ablatie nog ritmestoornissen kunnen ontstaan, zonder dat dat consequenties heeft voor de langere termijn. Deze periode wordt, erg onwetenschappelijk, de 'blinding period' genoemd en is uiteraard niet compatibel met de hypothese van volledige isolatie. Interessant genoeg hebben meerdere studies aangetoond dat mensen jarenlang geheel klachtenvrij kunnen zijn, terwijl bij een controle-onderzoek in tweede instantie bleek dat de isolatie niet volledig meer was.<sup>14</sup> Er wordt veel energie gestoken in de ontwikkeling van nieuwe ablatie-technieken om wel blijvende isolatie te bereiken, wat soms ook weer leidt tot meer procedurele complicaties. Ook is het op dit moment, ondanks veel onderzoek, niet mogelijk om tijdens de ingreep te beoordelen of de ablatie-laesies een permanent karkater zullen hebben. Er is en blijft dus nog steeds kans op herstel van elektrische geleiding door het herstellend vermogen van het hartweefsel. Beter patiëntuitkomsten kunnen niet worden bereikt zonder fundamenteel onderzoek. En waar beter dan in Bordeaux zelf kan bovenstaand concept van volledige isolatie op de proef worden gesteld. Een prikkelend idee, dat samen met drs. Lisa Gottlieb en dr. Ruben Coronel in Bordeaux en inmiddels ook onderzoekers in e/MTIC wordt uitgewerkt, betreft de invloed van mechanische factoren op niet alleen het ontstaan maar ook de behandeling van ritmestoornissen. Rek van de hartspierwand beïnvloedt de elektrische eigenschappen van het hart en maakt daarmee het hart meer gevoelig voor het ontstaan van ritmestoornissen. Zoals boven gemeld, ontstaat boezemfibrilleren dan ook veel eerder bij mensen van wie de linker hartboezem wordt opgerekt door hoge bloeddruk, een klepgebrek, overgewicht of slaapapneu, wat leidt tot een hogere wandspanning vooral in de gebieden die we traditioneel ableren, de inmondingen van de longaderen. Omgekeerd, is het logisch te redeneren dat een afname van die rek ook kan leiden tot minder gevoeligheid voor boezemfibrilleren. Littekens krimpen en worden stug in de loop van de tijd. De hypothese die nu in Bordeaux getoetst wordt, is dat de littekens die de cardioloog maakt ook krimpen

en stugger worden, wat ook ritmestoornissen tegengaat door het verminderen van de wandspanning, los van de elektrische isolatie. Het feit dat onvolledige littekens toch bij zoveel mensen afdoende zijn, evenals die 'blinding period' kunnen hiermee wel worden verklaard. In Bordeaux hebben we in MRI's van patiënten aangetoond dat de wandspanning rondom de inmonding van de longaderen inderdaad lager wordt na ablatie. Als we kunnen gaan aantonen dat de mechanische eigenschappen van een ablatielitteken de wandspanning verlagen en daarmee het ontstaan van boezemfibrilleren aanvullend tegengaan, dan opent dat de weg naar verbetering en wellicht simplificering van de ablatietherapie door het ontwikkelen van nieuwe littekenpatronen. Computermodellen zouden dan de elektrofysioloog bij elke individuele patiënt kunnen aanwijzen waar een litteken geplaatst moet worden om tot optimale beïnvloeding van de wandspanning te komen, zonder overbehandeling door een onterecht streven naar volledige isolatie.

## Het verdere vervolg

Het talent, de intelligentie en de toekomstvisie van de mensen met wie ik werk in het Eindhoven MedTech Innovation Center, het Nederlands Hart Netwerk, in Bordeaux en het Catharina Hartcentrum, maken het mij mogelijk een beeld van de toekomstige hartzorg te schetsen, zonder dat ik daarbij de angst heb om voor idealist te worden versleten. Het bovenstaande is een verzameling van grotere en kleinere elementen die bijdragen aan het beeld van de verdere toekomst, dat ik hier nog verder wil uitbreiden. In deze Brainport regio kunnen we een grote impact hebben op de zorg van de toekomst die, naar mijn idee, op een aantal wezenlijke punten zal verschillen van de huidige zorg. Value Based Health Care en medische technologie zullen bepalend zijn. Screening, preventie, optimalisatie van behandelingen, beslissingsondersteuning en samenwerking zullen in dat kader vanuit medisch perspectief meer aandacht gaan krijgen, terwijl de medisch-technologische ontwikkelingen daarop zullen aansluiten met breed-toepasbare sensoren, geavanceerde opslag en analyse van data, nieuwe beeldvormende technieken en modelvorming. Vanuit organisatorisch oogpunt zullen de traditionele schotten tussen 1<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup>, en 3<sup>e</sup> lijn zijn geminimaliseerd, door het gezamenlijk gebruiken van data en zal een gedeeld financieel systeem voor de vergoedingen door de verzekeraars, dat niet meer volledig is gebaseerd op het aantal verrichtingen maar grotendeels op de kwaliteit van de in gezamenlijkheid geleverde zorg, een einde maken aan escalerende zorgkosten. We zijn er zeker nog niet, maar op elk van deze fronten, te weten medische technologie, data-verzameling en analyses, organisatie van zorg en samenwerking, zijn reeds indrukwekkende en tastbare resultaten geboekt, wat mij het vertrouwen geeft dat de volgende fase ook gerealiseerd gaat worden.

Het succes van het samenspel tussen VBHC en medische technologie is ook afhankelijk van het aanleren van aanvullende competenties. Ik verwacht dat artsen en andere zorgverleners veel meer dan voorheen omringd zullen zijn door vele vormen van medische technologie. Dashboards voor het volgen van sensoren op afstand, artificial intelligence voor interpretatie van diagnostisch onderzoek, zoals CT-scan en MRI, en beslissingsondersteuning zullen onderdeel worden van de dagelijkse praktijk. Samenwerking met andere zorgverleners in het gehele behandeltraject van een patiënt zal op vele manieren, zoals het delen van gegevens, transmurale zorgpaden maar ook financiering van zorg, andere eisen gaan stellen

aan zorgverleners en zorgorganisaties. Voor de ontwikkelaars van medische technologie wordt de toegevoegde waarde van medische innovaties gemeten volgens de VBHC-principes. Koppeling van het hele innovatieproces, van vraagstelling tot en met implementatie, aan patiëntwaarde, zal in belangrijke mate moeten gaan bijdragen aan de goede oplossingen voor de zorg van de toekomst. Ik zie het als een van mijn taken om een positieve bijdrage te leveren aan deze integratie van VBHC en medische technologie door kennis te delen, mensen te verbinden en de patiënt centraal te stellen.

Lokale en nationale overheden delen het belang van bovenstaande, brede ontwikkelingen die de basis zullen vormen voor de gezondheidszorg van de toekomst. In dat kader heb ik hoge verwachtingen van de samenwerking met de Dutch CardioVascular Alliance (DCVA), die in december 2018 is opgericht en waarin onder andere de Hartstichting, NWO, 4TU en KNAW, de handen ineenslaan om het aantal chronisch zieken en vroegtijdige sterftegevallen door hart- en vaatziekten in 2030 met een kwart te verminderen.

## Uit het hart

Dit hoogleraarschap geeft mij het voorrecht om met veel slimme en gedreven mensen uit vele disciplines samen te werken. Dit is inspirerend en geeft veel vertrouwen in de toekomst. Ik benut graag de gelegenheid om mijn dankbaarheid te betuigen.

Ik dank het College van Bestuur van de Technische Universiteit Eindhoven en de bestuurders van de faculteiten Electrical Engineering en Biomedical Engineering voor het instellen van deze leerstoel en het in mij gestelde vertrouwen. Dr. Piet Batenburg en de overige bestuursleden van het Catharina Ziekenhuis, wil ik danken voor hun rol in het innovatieve klimaat in ons ziekenhuis en de productieve samenwerking.

Het Eindhoven MedTech Innovation Center (e/MTIC) is op 14 juni 2018 officieel gestart. Ik dank de medeoprichters voor het vertrouwen en de energie om hier een groot succes van te maken. In de eerste plaats noem ik prof.dr. Jan Bergmans, die voor mij de basis heeft gelegd op de TU/e. Veel dank ook aan de overige mensen van het eerste uur: dr.ir. Carmen van Vilsteren, dr.ir. Ton Flaman, prof.dr. Edwin van den Heuvel, dr.ir. Kees van der Klauw, prof.dr. Guid Oei en prof.dr. Frans van de Vosse. Bij voorbaat dank ik de promovendi voor hun gedrevenheid en vertrouwen: Sjoerd Bouwmeester, Maarten van den Broek, Linda Eerikäinen, Lisa Gottlieb, Gijs van Steenberghe, Niels Verberkmoes en Sicui Zhang.

Ik dank prof.dr. Massimo Mischi voor de prettige samenwerking en ik kijk uit naar de verdere samenwerking op het gebied van geavanceerde echocardiografische beeldvorming bij ablaties. Zo ook dank ik prof.dr. Sebastiaan Overeem; ik kijk uit naar de verdere stappen in het gezamenlijk onderzoek naar ritmestoornissen en slaap.

In 2008 verhuisde ons gezin naar de regio Eindhoven omdat ik zo graag in het Catharina Ziekenhuis wilde werken. Mijn belangstelling was indertijd vooral gewekt door inmiddels oud-collega's dr. Jacques Koolen en dr. Albert Meijer, waarvoor ik hen nog steeds dankbaar ben. Ik werk met grote vreugde en trots in dit geweldige geïntegreerde hartcentrum van het Catharina Ziekenhuis. Terugkijkend naar de situatie in 2008 zijn er ontzettend veel mooie en goede veranderingen geweest.

Dank, collega's, voor de samenwerking, het vertrouwen en de collegialiteit. Eén man, dr. Dennis van Veghel, verdient hier een speciaal woord van dank, omdat zijn visie en daadkracht essentieel zijn voor ons succes op het gebied van VBHC.

Uiteraard denk je verder terug bij het schrijven van een dankwoord. Ik ben professioneel grotendeels gevormd op de afdelingen Experimentele en Klinische Cardiologie van het AMC in Amsterdam. Prof.dr. Giel Janse, dr. Ruben Coronel en dr. Tobias Op 't Hof hebben me veel bijgebracht op wetenschappelijk gebied; prof.dr. Arthur Wilde en prof.dr. Henk Lie ben ik zeer erkentelijk voor de geboden kansen.

Ik kan op geen enkele manier volledig zijn in dit dankwoord, maar het ontbreken van enkele woorden over mijn vrouw en kinderen zou een groot onrecht zijn. Onze zonen, Loek en Moos, zijn geweldig goed gelukt, daar kan geen artificial intelligence aan bijdragen. Ik realiseer me dat ik meer van jullie leer dan omgekeerd. Tot slot, Nanne, jij kan alles echt mooier maken.

Ik heb gezegd.

## Referenties

1. Einthoven W. Het tele-cardiogram. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*. 1906; 22: 1517-47.
2. Pijls NH, De Bruyne B, Peels K, et al. Measurement of fractional flow reserve to assess the functional severity of coronary-artery stenoses. *N Engl J Med*. 1996;334:1703-8.
3. Dekker LRC, Bezzina CR, Henriques JPS, et al. Familial sudden death is the most important risk factor of primary VF. A case-control study in acute myocardial infarct patients. *Circulation*. 2006; 114: 1140-1145.
4. Jackman WM, Wang X, Friday KJ, et al. Catheter ablation of accessory atrioventricular pathways (Wolff-Parkinson-White syndrome) by radiofrequency current. *N Engl J Med*. 1991;324:1605-11.
5. Sackett DL, Rosenberg WMC, Muir Craig JA. *BMJ*. 1996;312:71-72.
6. Porter ME, Teisberg EO. Redefining health care: creating value-based competition on results. Boston; *Harvard Business School Press*, 2006.
7. van Veghel D, Schulz DN, van Straten AHN et al. Health insurance outcome-based purchasing: The case of hospital contracting for cardiac interventions in the Netherlands. *Int J of Health Care Mangement*. 2018;11:371-8.
8. Cardiovascular Disease and Diabetes: Policies for Better Health and Quality of Care, OECD Health Policy Studies, *OECD Publishing*, 2015. Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264233010-en>
9. MacKenzie J. Observations on the inception of the rhythm of the heart by the ventricle. *British Medical Journal*. 1904; 529-36.
10. Bonomi AG, Schipper F, Eerikäinen LM, et al. Atrial Fibrillation Detection Using a Novel Cardiac Ambulatory Monitor Based on Photo-Plethysmography at the Wrist. *J Am Heart Assoc*. 2018;7:e009351.
11. Tamura T, Maeda Y, Sekine M. Wearable Photoplethysmographic Sensors—Past and Present. *Electronics* 2014, 3(2), 282-302.
12. Fein AS, Shvilkin A, Shah D, et al. Treatment of Obstructive Sleep Apnea Reduces the Risk of Atrial Fibrillation Recurrence After Catheter Ablation. *JACC*. 2013;62:300-5.
13. Haissaguerre M, Jais P, Shah D, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med*. 1998;339:659-66.
14. Pratola C, Baldo E, Notarstefano P, et al. Radiofrequency Ablation of Atrial Fibrillation. Is the Persistence of All Intraprocedural Targets Necessary for Long-Term Maintenance of Sinus Rhythm? *Circulation*. 2008;117:136-43.



## Curriculum vitae

Prof.dr. Lukas Dekker werd op 1 februari 2019 benoemd tot deeltijd-hoogleraar Technology for Outcome-driven Cardiac Care bij de faculteiten Electrical Engineering en Biomedische Technologie.

Lukas Dekker (1967) promoveerde in 1996 cum laude bij de afdeling Experimentele Cardiologie van het Academisch Medisch Centrum in Amsterdam. Na zijn klinische opleiding werkte hij vervolgens als cardioloog en elektrofysioloog in dat ziekenhuis. Vanaf 2008 zette hij zijn werkzaamheden voort in het Catharina Ziekenhuis in Eindhoven. Tussen 2012 en 2015 was hij voorzitter van het hart-centrum aldaar. Hij is medeoprichter en bestuurslid van het Eindhoven MedTech Innovation Center (e/MTIC). e/MTIC is een grootschalige samenwerking van TU/e, Philips en 3 ziekenhuizen in de Brainport regio Eindhoven en heeft tot doel medische technologie sneller en efficiënter te ontwikkelen en te implementeren voor betere patiëntuitkomsten en lagere zorgkosten; e/MTIC kent op dit moment 3 klinische aandachtsgebieden waarvan het cardiovasculaire domein er één is. Dekker is ook medeoprichter en bestuurslid van het Nederlands Hart Netwerk (NHN), een samenwerking tussen huisartsen en cardiologen in de regio Zuidoost-Brabant, gericht op verbetering van kwaliteit van hartzorg.

### Colofon

#### Productie

Communicatie Expertise  
Centrum TU/e

#### Fotografie cover

Rob Stork, Eindhoven

#### Ontwerp

Grefo Prepress,  
Eindhoven

#### Druk

Drukkerij Snep, Eindhoven

**ISBN 978-90-386-4862-0**  
**NUR 954**

Digitale versie:  
[www.tue.nl/oraties/](http://www.tue.nl/oraties/)

**Bezoekadres**

Gebouw 1, Auditorium  
Groene Loper, Eindhoven

**Navigatieadres**

De Zaale, Eindhoven

**Postadres**

Postbus 513  
5600 MB Eindhoven  
Tel. (040) 247 9111  
[www.tue.nl/plattegrond](http://www.tue.nl/plattegrond)

The logo for TU/e, consisting of the letters 'TU/e' in a bold, sans-serif font. The 'e' is lowercase and has a distinctive shape with a horizontal bar at the top.

**EINDHOVEN  
UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY**