



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Evolving imaging techniques for the assessment of cardiac structure and function and their potential clinical applications

Shanks, M.

Citation

Shanks, M. (2013, September 5). *Evolving imaging techniques for the assessment of cardiac structure and function and their potential clinical applications*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/21650>

Version: Corrected Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/21650>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/21650> holds various files of this Leiden University dissertation.

Author: Shanks, Miriam

Title: Evolving imaging techniques for the assessment of cardiac structure and function and their potential clinical applications

Issue Date: 2013-09-05

SAMENVATTING EN CONCLUSIE

De algemene inleiding van dit proefschrift beschrijft nieuwe beeldvormingsmodaliteiten ter evaluatie van beweging en deformatie van hartspierweefsel, alsook niet-invasieve bepaling van elektromechanische eigenschappen van het hart. Basisprincipes van deze nieuwe technieken, waaronder tissue Doppler en 2-dimensionele speckle tracking beeldvorming, worden beschreven, en hun potentiële klinische meerwaarde wordt samengevat. Daarenboven bespreken we ontwikkelingen in 3-dimensionele beeldvormingstechnologie, waaronder diens cruciale rol in de promotie van toekomstige ontwikkeling van percutane benaderingen voor klepaandoeningen. Tot slot geven we de objectieven en een inhoudsopgave van het proefschrift weer.

Deel I

De algemene inleiding van dit proefschrift focust op de evaluatie van myocardiale mechanica en de invloed hierop bij behandeling van diverse hartziekten, bestudeerd door nieuwe echocardiografische technieken, waaronder myocard deformatie imaging en kleurgecodeerde tissue Doppler imaging.

De nadruk in **Hoofdstuk 1** ligt op bepaling van linker ventriculaire deformatie parameters door middel van 2-dimensionele speckle tracking imaging, toegepast in patiënten met coronair lijden en diens prognostische waarde ter predictie van klinische afloop. Tijdens acute ischemie gaat diastolische dysfunctie vaak vooraf aan ontstaan van systolische dysfunctie. Nieuwe globale en ladingsonafhankelijke diastolische functie indices van het linker ventrikel, afgeleid van longitudinale strain en strain rate analyse, bieden incrementele prognostische waarde bovenop linker ventrikel ejectie fractie metingen. Dit laat toe vroegtijdig hoog risico patiënten met een acuut hartinfarct op te sporen, niet enkel met een verminderde, maar tevens met een bewaarde systolische linker ventrikel functie.

Gewijzigde verspreiding van elektrische hart activiteit is een cruciale determinant van abnormale mechanica in een falend linker ventrikel, resulterend in asynchrone cardiale beweging en verminderde linker ventriculaire twist. Herstel van synchrone linker hart activiteit is geassocieerd aan amelioratie van myocardiale functie in patiënten met hartfalen die respons vertonen op cardiale resynchronisatie therapie. Synchronisatie van de systolische contractie van het linker ventrikel verklaart deels de baten van cardiale resynchronisatie therapie. Niettemin werd aangetoond dat diastolische dyssynchronie frequenter is dan systolische dyssynchronie (51.9% versus 46.2%) in patiënten met hartfalen en een breed QRS complex, zoals beschreven in **Hoofdstuk 2**. Bovendien kwam gelijktijdige diastolische en systolische dyssynchronie voor in slechts 28.6% van de patiënten. Dit suggereert dat onderliggende pathofysiologische mechanismen van beide situaties mogelijks verschillen van elkaar. Een interessante bevinding was dat zowel diastolische als systolische dyssynchronie significant

verbeterden in patiënten met respons op cardiale resynchronisatie therapie. Dit suggereert dat biventriculaire pacing niet enkel resulteert in systolische resynchronisatie, maar tevens in een meer synchroon relaxatie patroon, mogelijk door gereduceerde diastolische ventriculaire interactie, wat zou kunnen leiden tot verbeterde vulling van het linker ventrikel. Deze hypothese werd aansluitend bevestigd in **Hoofdstuk 3**, waar cardiale resynchronisatie een gunstig effect bleek uit te oefenen op de diastolische performantie van het linker ventrikel in responders en patiënten met hartfalen van niet-ischemische origine. Tot slot biedt **Hoofdstuk 4** een overzicht van effecten van cardiale resynchronisatie therapie op nieuwe echocardiografische parameters van performantie van het linker ventrikel. Bepaling van torsie van het linker ventrikel in patiënten met hartfalen en cardiale resynchronisatie therapie kan mogelijk een hulp zijn om de pathofysiologische mechanismen van respons op deze hartfalen therapie te doorgronden.

Deel II

Voornamelijk gedurende de laatste decades heeft significante vooruitgang in echografische, elektrische en computer technologie het mogelijk gemaakt real-time volumetrische beeldvorming van complexe cardiale anatomie tot stand te brengen. We beschrijven zich ontwikkelende klinische applicaties van 3-dimensionele echocardiografie en hun integratie met andere niet-invasieve beeldvormingstechnieken, waarbij mitralisklep evaluatie de focus is van **Deel IIA**.

Hoofdstuk 5 biedt een samenvatting van geavanceerde klinische applicaties van 3-dimensionele echocardiografie, zoals voor bepaling van cardiale kamer volumes, linker ventrikel dyssynchronie, quantificatie van klep abnormaliteiten en zijn meerwaarde tijdens cardiale interventies. De mitralisklep in het bijzonder heeft een complexe zadelvormige configuratie, waardoor de evaluatie van deze klep op basis van 2-dimensionele echocardiografie een hele uitdaging kan vormen. Niettemin hangt het alsmar toenemende gebruik van minimale invasieve heekunde en percutane klep herstel technieken in sterke mate af van accurate evaluatie van klepanatomie. Recent ontwikkelde software voor quantificatie van de mitralisklep op basis van 3-dimensionele echocardiografie is klinisch geschikt voor een uitgebreide analyse van klepgeometrie, vergelijkbaar met metingen berustend op multidetector row computer tomografie, zoals weergegeven in **Hoofdstuk 6**. Daarenboven biedt 3-dimensionele echocardiografie de unieke mogelijkheid om de ernst van mitralisklepinsufficiëntie te quantificeren door directe visualisatie van de vena contracta area, vergelijkbaar met magnetische resonantie beeldvorming. Deze techniek onderschat gevoelig minder regurgiterende volumes in vergelijking met 2-dimensionele echocardiografie (1.2% en 21.3%, respectievelijk, vergeleken met magnetische resonantie beeldvorming), en dit voornamelijk bij patiënten met eccentriche regurgiterende jets, zoals beschreven in **Hoofdstuk 7**.

In **Deel IIB** wordt de rol van multi-modaliteit beeldvorming beschreven voor percutane aortaklep implantatie. **Hoofdstuk 8** behandelt integratie van 2-dimensionele en 3-dimensionele

echocardiografie, computed tomografie en magnetische resonantie beeldvorming voor de evaluatie voor, tijdens en na de procedure. Deze integratie kan eventueel bijdragen tot een reductie van procedurele complicaties en waardevolle data aanvoeren ter ontwikkeling van nieuwe devices. Accurate metingen van de aortawortel, bijvoorbeeld, alsook evaluatie van de spatiale relatie met coronaire ostia en de uitgebreidheid van valvulaire calcificaties zijn cruciaal ter bepaling van geschiktheid voor transcatheter aortaklep implantatie en selectie van de correcte prothese maat. Toepassing van nieuwe geautomatiseerde multi-detector computed tomografie post-processing software resulteert in snellere metingen terwijl maximale accuraatheid en reproduceerbaarheid behouden blijven, vergeleken met manuele technieken. Dit draagt mogelijk bij tot standaardisatie van metingen en bevordert procedureel succes **(Hoofdstuk 9)**. Bovendien biedt deze toepassing ook informatie betreffende het ideale angiografische projectievlak van de aortaklep annulus, wat kan bijdragen tot reductie van fluoroscopie en procedure tijd. Voorafgaand aan percutane aortaklep implantatie, kan directe meting van de vaak ellipsvormige cross-sectionele aorta annulus- en linker ventrikel outflow tract oppervlakte middels 3-dimensionele echocardiografie en multi-detector row computed tomografie tevens de mogelijkheid bieden om meer accuraat slagvolumes te berekenen. **(Hoofdstuk 10)**

Conclusie

Recent ontwikkelde technieken voor quantificatie van hartspierweefsel beweging en deformatie op basis van tissue Doppler en 2-dimensionele speckle tracking beeldvorming hebben fundamenteel de wijze veranderd waarop echocardiografie globale en regionale myocard functie karakteriseert. Evaluatie van de mechanica van hartspierweefsel door deze nieuwe beeldvormingstechnieken biedt informatie omtrent cardiale functie die incrementeel is aan conventionele echocardiografische parameters. In het bijzonder staat myocardiale deformatie beeldvorming toe een onderscheid te maken tussen actieve en passieve myocard contractie, wat impliceert dat deze techniek een meer accurate wijze zou kunnen zijn om myocard viabiliteit en uitgebreidheid van myocard litteken te evalueren. Bovendien kan op basis van analyse van multi-directionele componenten van myocardiale deformatie vroegtijdige myocard dysfunctie opgespoord worden in patiënten met een behouden linker ventrikel ejectie fractie die wellicht zullen evolueren tot overt systolisch of diastolisch hartfalen. Directe bepaling van myocard relaxatie zou incrementele informatie kunnen verschaffen omtrent linker ventrikel diastolische functie welke minder ladingsafhankelijk is in vergelijking met conventionele Doppler-afgeleide parameters. Niet-invasieve bepaling van elektromechanische eigenschappen van het hart door middel van deze nieuwe beeldvormingstechnieken kunnen bovendien ook ons begrip omtrent pathofysiologie van hartfalen verder voortstuwten en nuttig zijn bij monitoring van therapie-effecten. Tot slot komt 3-dimensionele echocardiografie steeds dichterbij implementatie in de routine klinische praktijk. Samen met multi-detector row computed tomografie en magnetische resonantie imaging, zou 3-dimensionele

echocardiografie een integraal onderdeel kunnen worden van cardiale multi-modaliteit beeldvorming, doelend op het weergeven van accurate data welke bijdragen tot gunstige klinische afloop en verbetering van de levenskwaliteit van de patiënt.