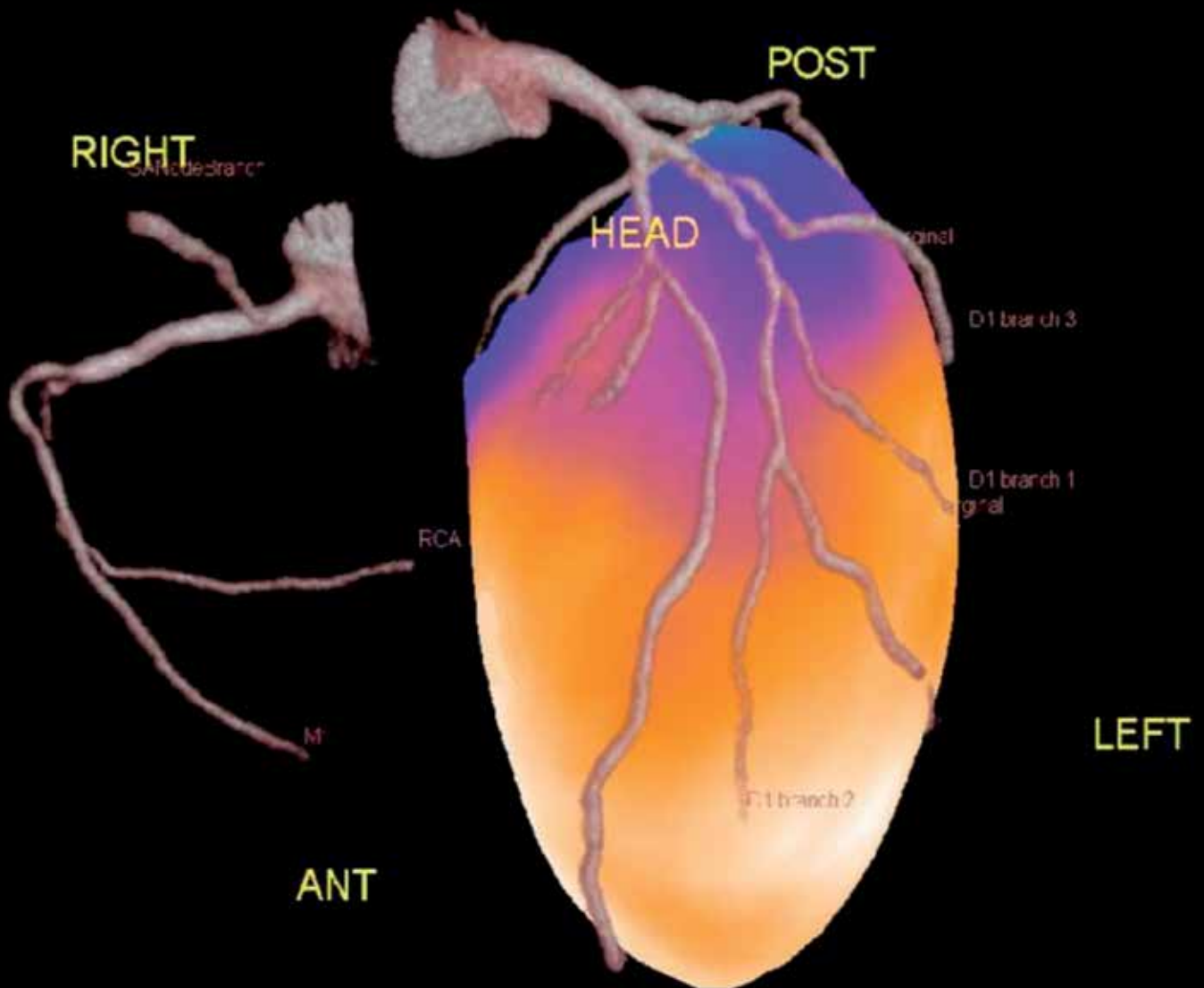


MEMO RAD

THEMA

Cardiovasculaire
Radiologie

JAARGANG 18 - NUMMER 1 - LENTE 2013





De Shimadzu Bransist Safire

Na een zeer succesvolle introductie op de internationale vakbeurzen, zijn Oldelft Benelux en Shimadzu een verdere samenwerking overeengekomen voor de levering en het onderhoud van de Bransist Safire interventielijn.

De Safire is leverbaar als plafond- en vloergemonteerde oplossing. Daarnaast kan gekozen worden tussen een 9 inch en 17 inch amorf Selenium flatpanel detector. Het 9 inch systeem kan in zowel monoplane en in alsook in biplane opstelling worden geïnstalleerd.

Uiteraard is de Safire lijn voorzien van alle moderne mogelijkheden zoals u deze van een hoogwaardig interventioneel systeem kan verwachten. Enkele voorbeelden hiervan zijn: lage dosis, bolus chase, RSM-DSA (geen noodzaak voor breath hold opnames), 3D imaging en CT-like imaging.

- **Amorph Selenium / directe conversie**
- **Circa 30% lagere dosis**
- **Realtime smoothed mask-digital subtraction (RSM-DSA)**

Voor meer informatie kunt u contact opnemen met uw account manager of met ons kantoor; telefoon 0318 583 400, info@oldelftbenelux.nl of bezoek onze website www.oldelftbenelux.nl

INHOUD

Ten geleide 4

THEMA

Cardiovasculaire Radiologie

zie vanaf pagina 5

ARTIKELEN

Nader Onderzoek Doodsoorzaak (NODO) – nieuwe regels omtrent onderzoek bij overlijden van minderjarigen – <i>dr. R.R. van Rijn, mr.dr. W.L.J.M. Duijst</i>	42
Radiologie in Baku, Azerbeidzjan – <i>dr. P.R. Algra, prof.dr. P. Pattynama, H. Vogel</i>	44
Interview Barbara Glastra van Loon – een MRI door de oren van een kunstenaar – <i>dr. P.R. Algra</i>	46

MEDEDELINGEN

Berichten uit de Historische Commissie	48
Jaarkalender NVvR	49
Radiologendagen 2013	50
Congressen en cursussen	51
Uitspraken Tuchtcollege 2008-2012	52

PERSONALIA

Jan Hendriks Prijs 2012	53
-------------------------	----

DIVERSEN

Nieuwsflits	43
Congresverslag Conference Course Dutch Society of Neuroradiology	54
Radiologogram 19	55
Boekrecensie Godfrey Hounsfield: Intuitive Genius of CT	56
Tips & Trucs	57
Casus 19 & 20	58
Tante Bep	60
Wenken voor auteurs	63
Colofon	63

Afbeelding op cover:

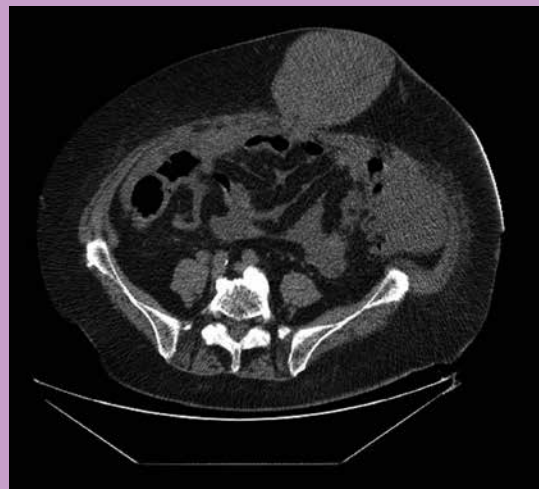
Gefuseerde beelden van 3D-reconstructie van perfusie middels MPS en afbeelding van de coronaire vaatboom. Zie pagina 33.

Met dank aan dr. J. Schaap, St. Antonius Ziekenhuis Nieuwegein.

BIJZONDER



Buikwandhernia met mesenteriaal vet.



1 jaar later veranderd aspect hernia bij aanwezig peritonitis carcinomatosa.

Ingezonden door Rob Maes

CORRECTIE

Het artikel 'De toekomst van de radiologie' in het winternummer van MemoRad (MemoRad 2012;17(4):9-10) door dr. Matthieu Rutten, dr. Gerrit Jager en Corry den Rooyen werd per abuis van een foutieve titel voorzien. De correcte titel had moeten luiden '**Het nieuwe opleiden: profiteren van voordelen en reduceren van nadelen**'.

Redactie MemoRad

Ten geleide



PAUL ALGRA

Met alle vormen van genoeg schrijf ik een kort Ten Geleide bij dit themanummer Cardiovasculaire Radiologie. Kort, omdat alle eer gaat naar de gastredacteur, prof.dr. Hildo Lamb. Hij en de auteurs zijn erin geslaagd een mooi themanummer samen te stellen, waarvoor vanaf deze zijde mijn complimenten!

Het nummer komt ook op een mooi moment, namelijk net nadat de Algemene Vergadering van de NVvR haar akkoord heeft gegeven aan de fusie van de opleidingen Nucleaire Geneeskunde en Radiologie per 1.1.2015. Een gezamenlijke opleiding komt de kwaliteit ten goede en zal in het algemeen onze positie als beeldvormers versterken.

Van belang is dat de radioloog een leidende rol houdt in de cardiale beeldvorming, als was het alleen maar om juridische redenen [1].

Nu we het toch over juridische zaken hebben: veel valt te leren van uitspraken van het Tuchtcollege. Een overzicht daarvan vindt u in dit nummer. Een artikel dat hier fraai op aansluit is *Nader Onderzoek Doodsoorzaak*. Graag ook uw aandacht voor de fraaie website die Huib Vogel maakte over zijn opleidingswerkzaamheden te Azerbeidzjan [2]. En als laatste: kunst van Barbara Glastra van Loon; ik kan u de Youtube-filmpjes van harte aanraden! [3].

Laat ik nog even stilstaan bij de themanummers die de redactie in de loop der jaren in MemoRad de revue heeft laten passeren (zie bijgaand overzicht). Aan het thema 'Cardiovasculaire Radiologie' werd ook in 2006 reeds aandacht geschonken. Twee van de toenmalige auteurs komt u ook in het huidige themanummer tegen: Lucia Kroft en Harrie van den Bosch.

De samenwerking tussen radioloog en cardioloog werd al in 2006 geaccentueerd in een bijdrage door radioloog Anje Spijkerboer (toentertijd tevens redacteur van MemoRad) en cardioloog Maarten Groenink, onder de titel '*Cardiale beeldvorming in de radiologie of radiologische beeldvorming in de cardiologie – samenwerking cardioloog en radioloog voor het beste resultaat*'. Een citaat: '*Op cardiologisch gebied maakt de radiologie enorme sprongen vooruit met zowel MRI als CT*'.

'Samenwerking' en 'sprongen vooruit' – u vindt beide terug in het huidige themanummer!

Themanummers MemoRad

2004	Onderwijs
2006	Cardiovasculaire Radiologie – Commercie in de Radiologie
2007	Molecular Imaging (in 2 delen)
2008	HORA-OOR – Historie – Screening
2009	Bijzonder gebruik van beeldvorming
2010	CIN (Contrast-Induced Nephropathy) – Secties
2011	Zorgpaden – Imaging over de grenzen heen
2012	Neuro-fMRI

Paul Algra

1. De **radioloog** wordt ingeschakeld om een beoordeling te geven die mogelijk verder strekt dan het gebied waarop de vraagstelling betrekking heeft. Uitspraak Tuchtcollege mei 2008. www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/08055.asd.pdf
2. www.bakuradiconsult.nl
3. www.youtube.com/watch?v=TT-v9Q3NkHl
<http://youtube/8J6ebK6G2Mk>

ORATIE

Ter gelegenheid van zijn benoeming tot 'Hoogleraar radiologie, in het bijzonder moleculaire en metabole cardiovasculaire beeldvorming', zal **professor Hildo Lamb** op maandag 3 juni 2013 om 16:15 uur zijn oratie uitspreken in het Groot Auditorium in het Academieggebouw te Leiden en officieel het ambt aanvaarden. Hierna zal een receptie plaatsvinden.

Cardiovasculaire Radiologie

Inleiding



HILDO LAMB

Cardiovasculaire beeldvorming heeft de afgelopen decennia een stormachtige ontwikkeling doorgemaakt en heeft een centrale plaats veroverd in het management van patiënten met cardiovasculaire aandoeningen. In dit lentenummer van MemoRad wordt vanuit een praktische invalshoek een overzicht gegeven van verschillende aspecten van dit radiologisch deelgebied. De historische context, organisatie, opleiding, huidige en toekomstige mogelijkheden van cardiovasculaire beeldvorming worden besproken. Financiële aspecten zullen worden besproken in een ander uitgave van MemoRad.

Het is de bedoeling om u op hopelijk aangename wijze op de hoogte te brengen van de snelle ontwikkelingen binnen dit vakgebied en u te motiveren om zelf aan de slag te gaan met cardiovasculaire beeldvorming in uw eigen centrum. Auteurs van de hoofdstukken in dit themanummer van MemoRad zijn allen gaarne bereid u te helpen met implementatie van de soms op het eerste gezicht moeilijke technieken.

Hierbij wil ik alle auteurs van harte bedanken voor hun bijdrage; hoopvol is vooral dat de 'nieuwe generatie' met zoveel enthousiasme heeft bijgedragen aan dit themanummer van MemoRad!

Namens het NVvR Sectiebestuur Cardiovasculaire Radiologie,
Prof.dr. H.J. Lamb

INHOUD

Inleiding – prof.dr. H.J. Lamb	5
Deel I – Praktische aspecten	5
1 De geschiedenis van de cardiale radiologie: Leids perspectief – prof.dr. A. de Roos	5
2a De Cardiostraat – het Alkmaarse model – dr. P.R. Algra et al.	8
2b Fast Track poli 'Pijn op de borst' in ZGT – het Twentse model – J.W. op den Akker et al.	9
3 Cardiovasculaire radiologie: het nieuwe opleidingsplan – H. van den Bosch, dr. H.W. van Es	11
Deel II – Dagelijkse praktijk	12
4 MRI bij ischemische cardiomyopathie – dr. R.N. Planken, dr. A.M. Spijkerboer	12
5 Niet-ischemische cardiomyopathie – dr. B.K. Velthuis, dr. H.W. van Es	16
6 Cardiale stress-MR – dr. Th.J.A. Kuijpers, dr. T.A.M. Kaandorp, dr. S.A. Rebergen	20
7 Extracardiale nevenbevindingen bij cardiale CT en MRI – dr. H.P. Stallman, dr. P.C.A. Jacobs, prof.dr. Y. v.d. Graaf	22
8 Triple rule out – prof.dr. J.E. Wildberger, dr. S.C.A.M. Bekkers	24
9 CT en MRI van het hart en de grote vaten: normale anatomie – prof.dr. A. de Roos	27
Deel III – Toekomstperspectief	29
10 Integrale, niet-invasieve beeldvorming van coronaire hartziekte door middel van CT – dr. R. Vliegenthart, dr. L.J. Kroft	29
11 Hybride beelddiagnostiek van de myocardperfusie met SPECT/PET-CTA – dr. R.A.M.J. Claessens, C.S.J. Duchateau	32
12 3D-MRI en weefselkarakterisatie – dr. T. Leiner, prof.dr. H.J. Lamb	37
13 Wie kaapt Wat van Wie? – prof.dr. J.M.A. van Engelshoven, prof.dr. W.Th.M. Mali, E.R. Ranschaert	40

De geschiedenis van de cardiale radiologie: Leids perspectief



ALBERT DE ROOS

In 1949 werd de opleiding cardiologie voor het eerst erkend door de Specialisten Registratie Commissie. Prof.dr. Ernst van der Wall (thans emeritus hoogleraar cardiologie te Leiden) bespreekt in het boek dat de inwendige geneeskunde kan worden beschouwd als de 'moeder' van de cardiologie. De cardiologie heeft ook een geestelijke 'vader', namelijk de radiologie. Dit kwam tot uiting in de samenwerking tussen radiologen en cardiologen bij hartkatheterisaties. Deze vader-zoonrelatie heeft zich later zodanig ontwikkeld dat cardiologie en radiologie meer los van elkaar kwamen te staan.

De Zweed Sven Ivar Seldinger introduceerde in 1953 de naar hem genoemde techniek om zich toegang te verschaffen tot het vaatsysteem. In Nederland werd deze techniek in 1959 door Prof.dr. Ad van Voorthuisen (emeritus hoogleraar radiologie te Leiden) geïntroduceerd na een verblijf in Stockholm. Van Voorthuisen verhaalt hoe Leiden na de aanstelling van thoraxchirurg Gerard Brom in 1950 een vooraanstaand centrum voor hartchirurgie is geworden, in het bijzonder aangeboren hartafwijkingen [2]. Caroline Bruins en Herman Snellen waren initiatiefnemers op het gebied van hartkatheterisatie en angiocardiografie. Deze onderzoeken werden in die tijd uitgevoerd door een kindercardioloog of een cardioloog, met assistentie van radiologen of laboranten vanwege de complexiteit van de procedures.

Sinds omstreeks 1980 werden een aantal nieuwe technieken voor non-invasieve beeldvorming ontwikkeld, zoals CT en MRI en nucleair-geneeskundige technieken, naast de bestaande echocardiografie. De opkomst van deze nieuwe en sterk verbeterde non-invasieve beeldvormende technieken was niet alleen van groot belang voor de ontwikkeling van de radiologie in de brede zin van het woord, maar ook voor het ontwikkelen van cardiovasculaire toepassingen. Bij de introductie van bijv. nieuwe MRI-technieken is er een natuurlijk proces

In het boek *'Een eeuw hart- en vaatziekten in Nederland'*, uitgegeven in 2004 door de Nederlandse Hartstichting en de Nederlandse Vereniging voor Cardiologie, wordt de geschiedenis van cardiovasculaire beeldvorming vanuit een cardiologisch perspectief belicht [1]. Een belangrijke mijlpaal is de toekenning van de Nobelprijs in 1924 aan Willem Einthoven (hoogleraar te Leiden) voor zijn uitvinding van het ECG. Een andere belangrijke mijlpaal is de introductie van selectieve coronairarteriografie in 1959 door Mason Sones in Amerika. In 1966 hebben de radioloog Jan Werner Ludwig (St. Antonius Ziekenhuis te Utrecht) en de cardioloog Albert Bruschke (thans emeritus hoogleraar cardiologie te Leiden) deze techniek in Nederland geïntroduceerd.

waarbij deze technieken eerst voor algemene bodytoepassingen worden geoptimaliseerd. De neuroradiologie, musculoskeletale radiologie en abdominale radiologie hebben zich revolutionair kunnen ontwikkelen en verbreden. De cardiovasculaire radiologie heeft in een latere fase ook enorm geprofiteerd van de optimalisatie van deze nieuwe technologische ontwikkelingen.

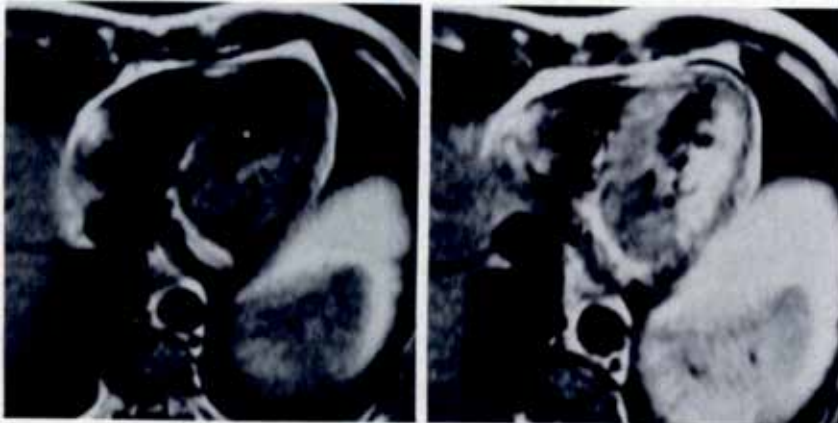
Sinds omstreeks 1983 heeft MRI veel bijgedragen tot de ontwikkeling van hernieuwde interesse voor cardiovasculaire radiologie wereldwijd. In Leiden waren Van Voorthuisen en Bruschke initiatiefnemers om deze non-invasieve technieken te ontwikkelen voor cardiale beeldvorming. In hun sporen hebben De Roos (thans hoogleraar radiologie te Leiden) en Van der Wall de samenwerking verder gestalte gegeven. Vanaf de plaatsing van het eerste MRI-apparaat in Leiden in 1983 nam MRI-onderzoek van het hart een belangrijke plaats in (Figuur 1 en 2). Vanaf het begin werd steun verleend aan deze nieuwe toepassing door het Interuniversitair Cardiologisch

Instituut Nederland (ICIN). Veel wetenschappelijk en klinisch toegepast cardiovasculair MRI-onderzoek heeft hieruit geresulteerd.

Sinds de jaren negentig van de vorige eeuw heeft cardiovasculaire CT eveneens een stormachtige ontwikkeling doorgemaakt. Deze non-invasieve techniek heeft nu een vaste plaats verworven in de cardiovasculaire beeldvorming. Cardiovasculaire beeldvorming, vooral met behulp van CT en MRI, is wereldwijd de inzet van een turf battle geworden. Ook in Nederland speelt dit een rol, maar in mindere mate dan bijv. in Amerika, waar zelfverwijzing en financiële prikkels een grotere rol spelen dan in Nederland. In het boek *'Van röntgenoloog naar radioloog'* wordt over de territoriumstrijd rond de radiologie opgemerkt dat het een algemeen verschijnsel is, als uiting van de aantrekkelijkheid van radiologische technieken voor een breed scala van andere specialisten! [3]. Zo bezien dient men turf battle als iets positiefs op te vatten, als een stimulans voor het ontwikkelen en toepassen van radiologische innovaties.



Figuur 1. 1983 - 0.15 Tesla-MRI; gebouw 30 AZL.



Figuur 2. Voorbeeld van spin-echo opname van het hart bij patiënt met infarct in laterale wand. Eerste panel is voor en tweede panel na toediening van intraveneus gadolinium, ongeveer 20 min post contrast. Deze zogenaamde 'late gadolinium enhancement' is in de jaren tachtig van de vorige eeuw ontwikkeld (zie beelden hierboven), maar is nu een van de meest relevante klinische MRI-toepassingen in de cardiologie. Dit is een van de eerste patiënten in Leiden die een late gadolinium MRI ondergingen (de Roos A, et al. AJR 1988;150:531-4).

In Nederland speelt de Sectie Cardiovasculaire Radiologie van de Nederlandse Vereniging voor Radiologie een cruciale rol in het ontwikkelen



Figuur 3. Philips 3T in LUMC.

van expertise, educatie en opleidingseisen voor dit onderdeel van de opleiding tot radioloog. De ledenlijst van de sectie getuigt eveneens van de brede belangstelling van een groot aantal collega's die zich speciaal verdiepen in dit onderdeel van de radiologie. De exponentiële groei van onderzoek op het gebied van cardiale CT biedt een illustratie van de rol van de radiologie en haar bijdrage aan zo'n nieuwe ontwikkeling [4]. Het bleek dat ongeveer 75% van alle artikelen op het gebied van cardiale CT uit vier landen kwam: Amerika, Duitsland, Japan en Nederland. Hieruit blijkt dat Nederland een pionier is bij het ontwikkelen en toepassen van deze nieuwe vorm van cardiovasculaire beeldvorming.

De aard van de publicaties is een interessante illustratie van de bijdrage van verschillende vakgebieden. Radiologen schreven vooral artikelen over algemene researchonderwerpen, basale aspecten, technologische vernieuwing en vroege klinische toepassingen. Cardiologen richtten zich meer op case reports en klinische trials met gebruikmaking van de nieuw ontwikkelde technologie. Een belangrijke rol bij deze publicaties is weggelegd voor basale wetenschappers en ingenieurs, die vooral in Amerika en Japan een dominante rol spelen bij deze technologische innovaties. Ook Nederlandse technici en beeldverwerkers spelen een vooraanstaande rol in het ontwikkelen van beeldverwerkingstechnieken voor cardiovasculaire diagnostiek, zoals quantitative coronary angiography (QCA software) [5]. Dit is ook een les voor hoe radiologen zich dienen op te stellen op het gebied van cardiovasculaire beeldvorming: de uitdaging is om voorop te lopen bij technologische innovatie en het ontwikkelen van nieuwe toepassingen! Als een techniek eenmaal uitgerijpt is en routinematig kan worden toegepast, zullen andere specialismen er steeds meer gebruik van maken in klinisch onderzoek en zal de rol van de radioloog naventant kleiner kunnen worden.

Cardiovasculaire radiologie wint aan belang niet alleen voor diagnostiek van verworven en aangeboren hartziekten, maar ook voor risicostratificatie van personen die nog asymptomatisch zijn. Risicostratificatie is bijv. van belang bij personen die een bepaalde predispositie voor hart- en vaatziekten hebben, zoals obesitas [6]. Het bijzondere van MRI-toepassingen in deze populatie is het feit dat non-invasief meerdere organen en het hartvaatsysteem kunnen worden onderzocht om in een vroeg stadium pathologische veranderingen op te sporen en op geleide daarvan in een vroege fase van het ziekteproces behandeling te kunnen starten, in de hoop latere complicaties te voorkomen.

Integratie van MRI, CT en nucleaire technieken is volop in ontwikkeling en zal nieuwe cardiovasculaire toepassingen opleveren op het gebied van zogenaamde moleculaire imaging, waarbij (ziekte)processen op cellulair en moleculair niveau kunnen worden gekarakteriseerd (Figuur 3). Recent is Hildo Lamb in Leiden als hoogleraar radiologie aangesteld om deze nieuwe ontwikkelingen op cardiovasculair gebied te ontwikkelen en uit te bouwen.

De integratie van deze imagingtechnologie en interventietoepassingen onder MRI-geleide staat nog in de kinderschoenen. Het is te verwachten dat 'macroscopische' en moleculaire non-invasieve imaging met hybride systemen verder geïntegreerd zal worden met MRI-interventietechnologie. Een ruim scala van cardiovasculaire toepassingen is denkbaar, bijv. stamceltherapie, elektrofysiologische interventies, kinder cardiologie, etc. De komende jaren zullen uitwijzen wat de impact en mogelijkheden van cardiovasculaire beeldvorming en beeldgeleide interventies opleveren. Van Voorthuisen zei bij de introductie van de eerste MRI in Leiden: "Het is al zo vaak anders gelopen met apparatuur dan iedereen had gedacht. Niemand kan voorzien hoe dit zal uitwerken. Ik denk wel dat NMR een eigen plaats in de medische techniek zal krijgen, maar ik durf niet te zeggen of het op grote schaal zal worden toegepast. Het zou ook best heel elitair kunnen blijven". Uiteindelijk blijken er vaak onvermoede en nieuwe toepassingen ontdekt te worden die verder reiken dan men oorspronkelijk verwachtte. ■

Prof.dr. A. de Roos
radioloog LUMC Leiden

Literatuur

1. Wall EE van der. In: Een eeuw hart- en vaatziekten in Nederland. Nederlandse Hartstichting, 2004.
2. Voorthuisen AE van. Van radiologie in Leiden, de dingen die voorbijgaan. Leidse alumnivereniging geneeskunde, 2007.
3. Algra PR, Bameveld Binkhuysen FH, Kingma LM. Territoriumstrijd om de radiologie. In: Rosenbusch G, Panhuysen J, Vellenga K, Knecht-van Eekelen A (red.). Van röntgenoloog naar radioloog 1901-2001. 's-Hertogenbosch: Nederlandse Vereniging voor Radiologie, 2001:31-9.
4. Itagaki MW, Suh RD, Goldin JG. Cardiac CT research: exponential growth. *Radiology* 2009;252:468-76.
5. Reiber JHC. Innovatie en valorisatie in medical imaging. Afscheidsrede. Leiden, 2012.
6. Meer RW van der, Lamb HJ, Smit JW, Roos A de. MR imaging evaluation of cardiovascular risk in metabolic syndrome. *Radiology* 2012;264:21-37.



De Cardiostraat – het Alkmaarse model



PAUL ALGRA



ROBERT BOER



GEERT GOMMANS



PHILIP VAN RIJN



REMCO KNOL



KEES VAN DIJKE

Sinds 2005 heeft Alkmaar als eerste niet-academisch ziekenhuis de beschikking over een PET-CT [1]. Na jaren van voorbereiding startte in 2012 in het Medisch Centrum Alkmaar de PET-CT voor de cardiologie. Hiervoor werd een tweede PET-CT aangeschaft. Dit leidde tot de Cardiostraat. Deze vorm van geïntegreerde diagnostiek bestaat uit een CT voor de CCTA (cardiac computed tomography angiography) Siemens dual source (Flash), PET/CT Siemens en cyclotron van IBA.

AANLEIDING TOT OPRICHTEN CARDIOSTRAAT EN AANSCHAF CYCLOTRON

De verschillende isotopen worden mondiaal slechts op een beperkt aantal plaatsen gemaakt; onder andere in Canada en Nederland (Petten). De productiecapaciteit is echter zo gering dat, als een der productieplaatsen uitvalt, dit meteen een tekort aan isotopen veroorzaakt [2]. Een eigen cyclotron maakt een ziekenhuis onafhankelijk van externe factoren. Met een cyclotron in eigen beheer kun je isotopen maken die de industrie commercieel niet interessant vindt. Het in eigen beheer maken van tracers maakt gebruik van kortlevende isotopen mogelijk.

$^{13}\text{NH}_3$ en ^{15}O PET, in combinatie met CCTA, vervangt myocardperfusie en reduceert fietstesten en coronairangiografieën [3]. Deze substitutie vormt de basis van de businesscase Cardiostraat.

ZORG CENTRAAL

De gedachte achter het concept 'Cardiostraat' is dat de beeldvormende diagnostiek van de bloedvoorziening van de hartspier als een eenheid (anatomie, pathofysiologie) kan worden aangeboden. De eenheid bestaat uit het geïntegreerd aanbieden van CCTA en isotopen. Dit zorgproces wordt door een cardioloog aangestuurd, die met behulp van deze diagnostiek kan, schakelen tussen de klinische zorgpaden.

Voorbeeld: een patiënt met laag tot intermediair risico van coronair lijden die instroomt met als startpunt de CCTA. Afhankelijk van de CCTA-uitkomst wordt besloten tot de volgende stap. Bij geheel normale coronairen wordt afgezien van verdere diagnostiek. Bij een met CCTA vastgestelde stenose wordt dit vervolgd met stressperfusie-diagnostiek met behulp van PET-NH_3 . Aan de hand van deze laatste bevindingen wordt gekozen tussen medicamenteuze therapie of interventie door percutane coronaire interventie (PCI).

SAMENWERKING

De fysieke aanwezigheid van de beeldvormende modaliteiten op één afdeling betekent dat een harmonieuze samenwerking van de disciplines radiologie, nucleaire geneeskunde en cardiologie een noodzaak wordt. Daarmee heeft men in Alkmaar al sinds de komst van de eerste PET-CT ervaring [4].

De gemeenschappelijke werkplek is de afdeling Nucleaire Geneeskunde, omdat alleen op die plaats gewerkt mag worden met radioactieve stoffen. De zeer korte halfwaardetijd van $^{13}\text{NH}_3$ (10 min) bepaalt eveneens plaatsing van CCTA in de nabijheid van het cyclotron c.q. de afdeling Nucleaire Geneeskunde.

De cardioloog houdt polikliniek op de afdeling Nucleaire Geneeskunde. Afhankelijk van de CCTA-bevindingen wordt tussen de diagnostische en therapeutische zorgpaden



gekozen. De verslaglegging geschiedt in principe drie tot vier dagen in de week door de aios radiologie en een tot twee dagen in de week door de aios nucleaire geneeskunde, in goed overleg met de cardioloog en nucleair geneeskundige en onder supervisie van de aandachtsradioloog. Door deze tripartiete overlegstructuur is er één gezamenlijk verslag met ondertekening van de betrokken specialisten. In de verslaglegging wordt melding gemaakt van de therapiekeuze die de cardioloog heeft gemaakt na kennisname van de CCTA/NH₃-stressbevindingen. Nadat de CCTA is gemaakt wordt binnen 30 min het vervolgbeleid voor diagnostiek en therapie vastgesteld door de cardioloog. Op deze manier werden er in 2012 zo'n 600 patiënten gezien op de polikliniek. Bij ongeveer 55% vond er een verandering van beleid plaats naar aanleiding van de CCTA, hetzij veranderen dan wel staken van medicatie, hetzij aanvullend (invasief) onderzoek; dit alles met een gemiddelde stralenbelasting van <2 mSv per patiënt [5].

CULTUUR

Een dergelijke samenwerking vergt een instelling die gericht is op het belang van de zorg en de kwaliteit van het medische metier die dat belang moet dienen.

Voor aios is het voordeel van deze cultuur dat zij de kans krijgen zich op de hoogte te stellen van de kennis van drie disciplines. Verdieping in cardiovasculaire beeldvorming en diagnostiek in het kader van differentiatie zoals bedoeld in het HORA-document is dan een reëel perspectief.

Van groot voordeel is gebleken dat er zich sinds 2005 in Alkmaar een samenwerking heeft ontwikkeld tussen radiologen en nucleair geneeskundigen in de beoordeling van PET/CT-diagnostiek, resulterend in één ongedeelde verslag.

Dr. P.R. Algra¹
R.O. Boer²
Dr. G.M.M. Gommans²
P.A.C. van Rijn³
Dr. R.J. Knol²
Dr. C.E. van Dijke¹

- ¹ afd. Radiologie MCA
² afd. Nucleaire Geneeskunde MCA
³ destijds aios radiologie MCA, thans radioloog Slingeland Doetinchem.

Literatuur

- Algra PR, Boer RO de, Gommans G, Heitbrink M. Geef die vlek een plek – PET-CT in Alkmaar. *MemoRad* 2004;9(3):11-2.
- www.radiologen.nl/files/file/MemoRad/2004/m2004-3-04%20PETCT%20Alkmaar.pdf
- www.zorgvisie.nl/Kwaliteit/Nieuws/2010/6/Tekort-isotopen-nog-tot-eind-juli-ZVS008711W/
- Gommans GMM. Jaarcongres Koninklijk Instituut Van Ingenieurs KIVI NIRIA. Enschede 11 oktober 2012.
- www.kiviniria.net/media/Techniekpromotie/Thema_skIVINIRIA/Zorg_en_techniek/Presentaties_tijdens_Jaarcongres/W302_Voorwaarden_voor_een_stralende_toekomst_voor_radioisotopen_Gommans.pdf
- Algra PR. MCA krijgt PET/CT apparaat. *Nieuwsreflex. Med Contact* 2004;30/31: <http://medischcontact.artsennet.nl/Nieuws-26/archief-6/Tijdschriftartikel/11517/MCA-krijgt-PETCTapparaat.htm>
- Rijn PA van, Geenen RW, Algra PR, Dijke CF van, Heestermans AA, Cornel JH, et al.. De ervaringen met de eerste 100 coronair CT angiografie bij laag-intermediaire risico patiënten bij een samenwerkingsverband tussen de afdelingen Radiologie, Nucleaire Geneeskunde en Cardiologie. *17e Radiologendagen*, P40, 27-28 sept. 2012.

Fast Track poli 'Pijn op de borst' in ZGT – het Twentse model



'Vakgroepoverstijgende samenwerking binnen de cardiale beeldvorming van doorslaggevend belang'. Jeroen op den Akker, radioloog (links op de foto) en Rogier Nijhuis, cardioloog (rechts op de foto).

HET BEGIN

Pijn op de borst is een veelvoorkomende klacht die door patiënten als zeer bedreigend wordt ervaren en mensen letterlijk en figuurlijk uit balans brengt. Het snel verminderen van stress en angst bij de patiënt is daarbij erg belangrijk. Door snelle interventies neemt de kans op een hartinfarct af. Tot nu toe moesten patiënten echter voor de verschillende onderzoeken meerdere keren terugkomen en kon de doorlooptijd oplopen tot wel twee maanden. ▶

Vanuit de cardiologie werd daarom in 2009 besloten een nieuw concept te ontwikkelen met een driedelig doel:

- verkorting van het diagnostisch proces
- snellere behandeling
- vergroting van de patiënttevredenheid

Tegelijkertijd kwam op de afdeling radiologie CT-apparatuur beschikbaar die het routinematig verrichten van cardiale onderzoeken mogelijk maakte. Hier vloeide een nieuwe samenwerking tussen de afdelingen Radiologie en Cardiologie uit voort: de Fast Track polikliniek 'Pijn op de borst' was een feit.

ORGANISATIE EN LOGISTIEK

Huisartsen en cardiologen melden patiënten met een laag tot intermediair risicoprofiel direct aan middels een standaardformulier. De fast track-cardioloog screent deze aanvragen. Patiënten ontvangen thuis de benodigde instructies en starten, indien nodig, enkele dagen voor het onderzoek met hartslagverlagende medicatie. Alle onderzoeken vinden op één ochtend plaats volgens een vast draaiboek. Patiënten worden gedurende de ochtend begeleid door de verpleegkundig specialist. Het bezoek bestaat standaard uit:

- anamnese
- lichamelijk onderzoek
- risicoberekening
- ECG
- echo cor
- fietsergometrie
- calciumscore / CTA coronairen

Een ervaren team van gespecialiseerde röntgenlaboranten verricht de radiologische onderzoeken. Het CT-onderzoek wordt direct achter een werkstation uitgewerkt en door de radioloog en de cardioloog



Fast Track poli in ZGT – het Twentse model.

gezamenlijk beoordeeld. Dit gebeurt volgens een vast stramen aan de hand van een gestandaardiseerd verslagformulier. Terminologie en systematiek zijn daarbij bewust op elkaar afgestemd, zodat radioloog en cardioloog 'dezelfde taal' spreken. Het resultaat is een consensusverslag.

De radioloog is verantwoordelijk voor de feitelijke verslaglegging in PACS, waarbij een identiek standaardverslagmodel wordt gehanteerd. De cardioloog gebruikt het consensusverslag voor de communicatie met de patiënt en zijn eigen administratie. Jaarlijks worden op die manier 500 CTA's coronairen verricht in ons ziekenhuis.

Ruim 30-35% van de patiënten heeft een contra-indicatie voor het ondergaan van een CTA coronairen. De meest voorkomende contra-indicaties zijn: ernstige nierfunctiestoornis, contrastallergie, niet corrigeerbare hoge hartfrequentie of ritmestoornis, sterk verhoogde calciumscore, zwangerschap, morbide adipositas en ernstig COPD. Deze patiëntengroep volgt een alternatief sneltraject: in plaats van de CTA coronairen ondergaan zij een myocardperfusiescan op de afdeling Nucleaire Geneeskunde.

Aan het einde van de ochtend bespreekt de cardioloog met de patiënt de uitslagen van de onderzoeken en het eventuele behandelplan. Indien nodig wordt nog dezelfde dag een hartkatheterisatie of interventie verricht.

Voor de evaluatie van angina pectoris bij patiënten die reeds bekend zijn met coronairlijden, willen we in de nabije toekomst een nieuw sneltraject middels PET-CT gaan aanbieden.

KRUISBESTUIVING DOOR SAMENWERKING

Het unieke van deze polikliniek is de nauwe samenwerking tussen de specialisten cardiologie, radiologie en nucleaire geneeskunde.

Zo brengt de gezamenlijke beoordeling van de CT-scan door een gespecialiseerd radioloog en cardioloog alle benodigde kennis samen. Op die manier kunnen de radiologische bevindingen optimaal geïnterpreteerd en gecorreleerd worden aan het persoonlijke profiel van de patiënt. Aan de hand hiervan wordt een individueel behandelplan opgesteld.

WINST VOOR IEDEREEN

Nauwe samenwerking houdt alle partijen kritisch, leidt tot kruisbestuiving en maakt het vak gewoon veel leuker. Dit leidt stevast tot een betere kwaliteit van dienstverlening. De patiënttevredenheid is dan ook groot. Daarnaast profiteren het ziekenhuis en de medewerkers van de optimale logistiek. Binnen de opleiding kunnen aios binnen de gekozen opzet kennis nemen van de multidisciplinaire benadering van deze patiëntengroep. Daarin heeft de specialist van vandaag een belangrijke voorbeeldfunctie voor de toekomst.

In onze optiek is vakgroepoverstijgende samenwerking binnen de cardiale beeldvorming daarom van doorslaggevend belang.

J.W. op den Akker, radioloog MRON
Dr. R.L.G. Nijhuis, cardioloog
C.H.J.M. Ticheler, nucleair geneeskundige
M. Bultje, verpleegkundig specialist cardiologie

De auteurs zijn werkzaam in ZGT (Ziekenhuisgroep Twente), met ziekenhuizen in Almelo en Hengelo.

Cardiovasculaire radiologie: het nieuwe opleidingsplan



HARRIE VAN DEN BOSCH



WOUTER VAN ES

Tijdens deze stages cardiovasculaire radiologie in de common trunk ligt de nadruk op het begeleiden en beoordelen van cardiovasculaire CT- en MRI-onderzoeken.

De aios bouwt kennis op over de indicatiestelling van de verschillende cardiovasculaire CT- en MRI-onderzoeken. Ook leert de aios de specifieke beeldbewerking die nodig is voor een correcte interpretatie van de verkregen beelden. De aios leert omgaan met post-processing software voor het uitwerken van MRA- en CTA-onderzoeken en leert deze te interpreteren. Verder verdiept de aios zich in relevante technische aspecten en artefacten. In de stages is ook een stage nucleair-geneeskundige beeldvorming geïncorporeerd. In goed overleg met de afdeling Nucleaire Geneeskunde neemt de aios kennis van de verschillende nucleair-geneeskundige cardiale onderzoeken en kan deze onder strenge supervisie begeleiden en beoordelen.

Door het CGS (College Geneeskundige Specialisten) zijn zeven algemene competenties geformuleerd op basis van de Canadese CanMEDs, te weten: medisch handelen, communicatie, samenwerking, organisatie, kennis in wetenschap, maatschappelijk handelen en professionaliteit. De medische opleidingsprogramma's nieuwe stijl zijn opgesteld vanuit het perspectief van deze competenties. De commissie Herziening Opleiding Radiologie (HORA), onder voorzitterschap van prof.dr. Matthijs Oudkerk, heeft bovengenoemde competenties verder uitgewerkt en meer toegesneden op de praktijk van de opleiding radiologie. Deze zijn terug te lezen in het boek 'Opleidingsplan Radiologie' (p. 23-32).

Gedurende de gehele opleiding worden de verschillende competenties per aandachtsgebied getoetst. Met behulp van toetsinstrumenten als bijv. een KPB (korte praktijkbeoordeling) kan het beheersingsniveau per (deel)competentie

Per 1 januari 2011 is het nieuwe opleidingsplan radiologie van start gegaan. De vernieuwde opleiding is opgebouwd op basis van tien orgaangebonden thema's. Deze thema's, waaronder cardiovasculaire radiologie, zijn opgesteld conform geldende Europese richtlijnen. De eerste fase van de opleiding wordt gevormd door een drie jaar durende common trunk. In de common trunk worden alle aandachtsgebieden in opeenvolgende stages gevolgd. Deze afzonderlijke stages worden beschreven in het regionale en lokale opleidingsplan en duren negen weken (\pm twee weken). In jaar 1 van de opleiding wordt door de aios een stage van negen weken cardiovasculaire radiologie gevolgd; in jaar 2 en 3 van de common trunk in totaal twaalf weken.

van de aios worden aangegeven. De beheersingsniveaus voor de competentie medisch handelen worden weergegeven in *Tabel I*.

Voor de overige competenties wordt aangegeven of de aios onder op of boven verwachting presteert, gerelateerd aan de fase van de opleiding.

In *Tabel II* wordt voor de common trunk het beheersingsniveau voor de cardiovasculaire radiologie aangegeven voor het einde van jaar 1 en jaar 3.

Jaar 4 en 5 van de opleiding vormen de differentiatiefase. In deze differentiatiefase zal de aios die de differentiatie cardiovasculaire radiologie volgt de helft van de tijd hieraan besteden. De andere helft van de opleidingstijd wordt besteed aan algemene, orgaangerichte stages. In de differentiatiefase verdiept de aios zijn kennis op het gebied van de cardiovasculaire CT en MRI en van de nucleair-geneeskundige onderzoeksmethoden. Naast het actief participeren aan wetenschappelijk onderzoek binnen de cardiovasculaire radiologie, doet de aios kennis op van de echocardiografie. Deze stage wordt in samenspraak met de afdeling

Cardiologie vormgegeven. De differentiant cardiovasculair neemt actief deel aan multidisciplinaire besprekingen en zit deze ook voor.

Aan het einde van de opleiding wordt er een onderscheid gemaakt tussen het te verwachten beheersingsniveau van een aios die cardiovasculair differentieert en een aios die orgaangericht is opgeleid. Hierbij wordt natuurlijk verwacht dat de differentiant cardiovasculaire radiologie een hoger beheersingsniveau op sommige competenties behaalt; zie hiervoor eveneens *Tabel II*.

Na het volgen van een differentiatie kan er nog een fellowship van een jaar gedaan worden. Als er geen differentiatie is afgerond, duurt het fellowship twee jaar. Een fellow wordt geacht de helft van de tijd aan de gebieden van het fellowship te besteden en de andere helft aan de algemene radiologie, dit in overleg tussen de fellowshipopleider en de fellow. Het fellowshipprogramma wordt opgesteld door de Sectie Cardiovasculaire Radiologie, en deze verzorgt ook de erkenning en visitaties. Aan het eind van ►

Tabel I. Competentieniveaus medisch handelen.

1.	heeft kennis van
2.	handelt onder strenge supervisie
3.	handelt onder beperkte supervisie
4.	handelt zonder supervisie
5.	superviseert en onderwijst
6.	- heeft superspecialistische kennis en ervaring
	- initieert en beoefent wetenschap op het gebied van de differentiatie
	- zit deelspecialistische werkbesprekingen voor
	- coördineert en initieert bij- en nascholing
	- voert vernieuwingen door en is betrokken bij de aanschaf van radiologische systemen
	- bewaakt kwaliteit en patiëntveiligheid volgens vigerende richtlijnen

Tabel II. Zie HORA-boekje pag. 72-76.

het fellowship wordt competentieniveau 6 (zie Tabel 1) verwacht voor de specifieke cardiovasculaire onderwerpen.

Daarnaast wordt van de fellow verwacht dat deze het Europees examen van de European Society of Cardiovascular Radiology (ESCR) haalt. Dit examen bestaat uit twee delen, die tweemaal per jaar afgenomen worden. Dit kan tijdens de ECR in Wenen en tijdens het jaarlijkse ESCR-congres in oktober.

Om in aanmerking te komen voor dit examen moet er eerst aan de volgende voorwaarden voldaan zijn:

- opsturen van een logboek met de cardiale beeldvormingservaring, waarvan de minimale eisen zijn 100/300 (life-cases/data-

base-cases) cardiale CT's en 100/300 cardiale MRI's;

- 40 bijscholingspunten in congressen/cursussen cardiale beeldvorming;
- aanbevelingsbrief van de opleider cardiale radiologie of afdelingshoofd, waarin ook staat dat de kandidaat minimaal drie maanden getraind is in cardiale CT en zes maanden in MRI.

Het eerste deel bestaat uit het volgen van de ESCR educational course tijdens het jaarlijkse congres, waarna een multiplechoice-examen afgelegd moet worden. Vervolgens bestaat het tweede deel uit een multiplechoice-examen met dertig vragen, gevolgd door een mondeling examen waarin enkele cases besproken worden. Behalve klinische vragen zijn er ook vragen over techniek. Naast fellows kan eenie-

der die aan deze eisen voldoet zich inschrijven voor dit examen. Verder informatie over dit examen is te vinden op www.escr.org.

Op dit moment zijn er drie klinieken waar het fellowship aangeboden wordt, namelijk UMCU, AMC en MUMC. Voor actuele informatie over verdere toewijzingen van fellowship-plaatsen kan contact worden opgenomen met de Sectie Cardiovasculaire Radiologie.

H.C.M. van den Bosch

radioloog Catharina Ziekenhuis Eindhoven

Dr. H.W. van Es

radioloog St. Antonius Ziekenhuis Nieuwegein

MRI bij ischemische cardiomyopathie



NILS PLANKEN



ANJE SPIJKERBOER

De ischemische cardiomyopathie (CMP) is een hartspierziekte als gevolg van onvoldoend zuurstofaanbod aan het myocard als gevolg van coronaire pathologie. Het hartinfarct is het eindstation van de ischemische cascade en is de belangrijkste doodsoorzaak in Nederland. Jaarlijks worden in Nederlandse ziekenhuizen circa 90.000 patiënten opgenomen in verband met coronaire hartziekten, waarvan per jaar ongeveer 4000 mannen en 3000 vrouwen aan een hartinfarct komen te overlijden [1]. Bij patiënten met een acuut myocardinfaarct met bijpassende ECG-afwijkingen (ST-elevaties) moet zo snel mogelijk een coronairangiografie worden gemaakt met aansluitende interventie om ischemisch maar nog niet geïnfarceerd myocard te revasculariseren. In een dergelijke setting is er geen tijd voor een MRI-onderzoek. Bij nog veel meer patiënten met uiteenlopende klachten van pijn op de borst die zich presenteren op de spoedeisende hulp, bij de huisarts of op de poli cardiologie, speelt MRI tegenwoordig echter een belangrijke rol. De ontwikkeling van pijn op de borst is een laat verschijnsel in de ischemische cascade (Figuur 1). Een gestoorde perfusie, diastolische en systolische disfunctie treden al vroeg in deze cascade op. MRI is in staat deze vroege afwijkingen met een hoge sensitiviteit en specificiteit te visualiseren en daarmee ischemie te detecteren [2-4]. Daarnaast is het met behulp van MRI ook mogelijk om een onderscheid te maken tussen gebieden van myocardischemie en infarct. Ook de uitgebreidheid van ischemie en infarct is met MRI goed te bepalen. Dit onderscheid is belangrijk en heeft klinische consequenties met betrekking tot revascularisatiemogelijkheden en prognose [5-7]. Ook bij patiënten met een bekend myocardinfaarct kan MRI een rol spelen voor de evaluatie van de uitgebreidheid en ernst van het infarct. De aan- en afwezigheid van oedeem, microvasculaire obstructie, intramyocardiaal hematoom en fibrose zijn prognostische bevindingen [8-14].

In dit stuk zullen in vogelvlucht de verschillende aspecten van cardiale MRI bij ischemische cardiomyopathie worden besproken.

ANATOMIE EN HET 17-SEGMENTENMODEL

In tegenstelling tot de meeste niet-ischemische CMP's houdt de ischemische CMP zich aan coronaire stroomgebieden. Kennis van de coronaire anatomie en stroomgebieden is daarom van groot belang.

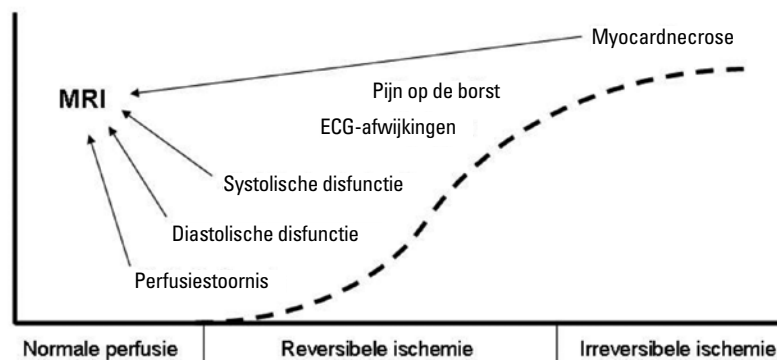
Er zijn verschillende segmentmodellen; internationaal gebruikt men het 17-segmentenmodel volgens de American Heart Association uit 2002, dat duidelijk en goed toepasbaar is (zie Figuur 2).

WANDBEWEGINGSSTOORNISSEN

Door ischemie van het myocard kunnen er, afhankelijk van de uitgebreidheid en duur van de ischemie, wandbewegingsstoornissen optreden. Wandbewegingsstoornissen (WBS)

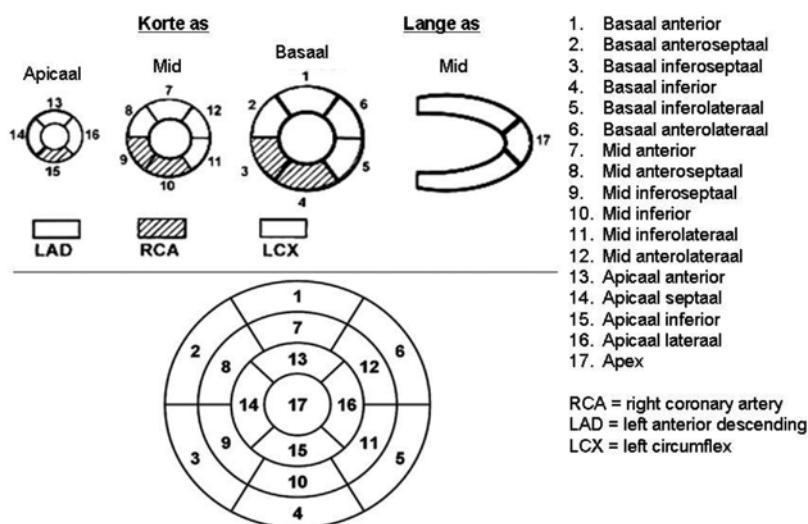
kunnen aan de hand van de cine-opnamen beoordeeld worden. Afhankelijk van de uitgebreidheid en transmuraliteit van een infarct zijn de WBS meer of minder uitgesproken. De 2-kamerview-, 3-kamerview- en 4-kamerview-opnamen worden gecorreleerd aan de kortetasopnamen. WBS kunnen worden ingedeeld op een 4-puntschaal: 1=normokinesie (normale contractiliteit); 2=hypokinesie (afgenomen verdikking en concentrische verplaatsing); 3=akinesie (geen verdikking of verplaatsing);

Ischemische cascade



Figuur 1. De ischemische cascade van verstoorde perfusie tot infarct.

Coronaire stroomgebieden: 17 segmenten



Figuur 2. Coronaire stroomgebieden en het 17-segmentenmodel.

4=dyskinesie (geen verdikking en excentrische / tegengestelde verplaatsing).

Met de cine-opnamen kunnen ook de einddiastolische en eindsystolische volumes worden bepaald en de ejectiefractie worden berekend (post-processing). Het gebruik van wit-bloed cinetechnieken leidt tot een betere diagnostische accuratesse dan het gebruik van zwart-bloed cinetechnieken [15].

WBS kunnen zowel optreden bij ischemie als bij een myocardiinfarct. Bij een coronaire occlusie treden er metabole veranderingen op. Het myocard gaat over van aerobe verbranding naar anaerobe verbranding. Bij anaerobe verbranding is de contractiliteit verminderd. Bij patiënten met langdurige ischemie op basis van coronairlijden kunnen WBS optreden als gevolg van een verandering in metabolisme met daardoor afgenomen contractiliteit; men spreekt van hi-

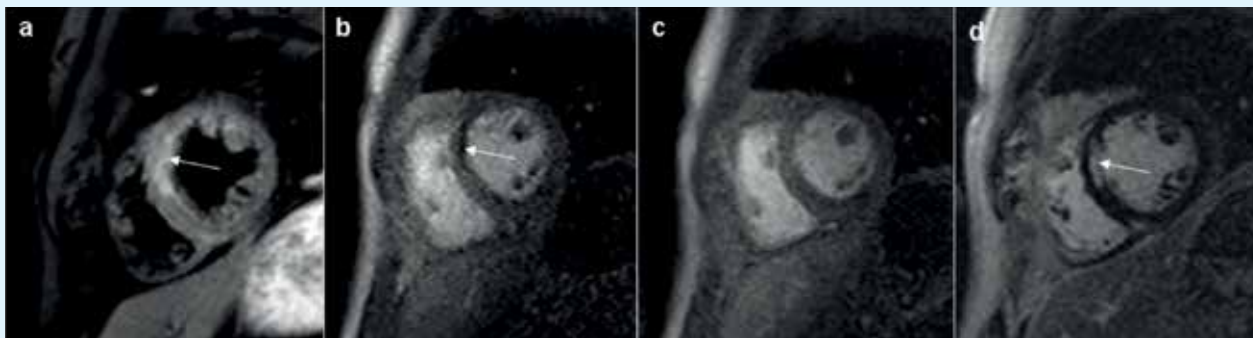
bernatie (myocardiale winterslaap). Hibernatie kan worden opgeheven door succesvolle revascularisatie. Maar ook bij patiënten die een succesvolle revascularisatie hebben ondergaan, kunnen nog (reversibele) WBS gevonden worden. Als de perfusie is hersteld maar de verbranding nog anaerob is, met daarbij WBS, spreekt men van stunning (overdonderd myocard), een reversibele WBS. Dus zowel hibernatie als stunning zijn reversibele WBS.

Naast de bewegelijkheid kan ook de myocarddikte worden beoordeeld. Bij een infarct wordt typisch ook myocardiale verdunning gezien. Afhankelijk van de uitgebreidheid kan dit leiden tot aneurysmavorming, een late complicatie van een myocardiinfarct. In een gebied van aneurysmavorming zijn WBS meestal dyskinetisch. Als gevolg van aneurysmavorming en WBS is er vaak sprake van een verstoorde

intraventriculaire hemodynamiek en kunnen er intraventriculaire stolsels ontstaan. Dit is een belangrijke bevinding, omdat mogelijk aanvullende antistolling geïndiceerd is teneinde complicaties van embolisatie te voorkomen.

PERFUSIE

Een verstoorde myocardiale perfusie is de eerste stap in de ischemische cascade. De perfusie verloopt van sub-epicardiaal via mid-myocardiaal naar sub-endocardiaal. Een perfusiestoornis treedt altijd als eerste sub-endocardiaal op, kan zich uitbreiden tot uiteindelijk sub-epicardiaal, en is dan transmuraal. Een ander kenmerk van een perfusiestoornis door coronairlijden is dat het zich beperkt tot een coronairstroomgebied. Indien meerdere coronairen zijn aangedaan kan het perfusiedefect ook in meerdere stroomgebieden zichtbaar zijn. Met MRI kunnen met behulp van een contrastbolus first-pass opnamen worden gemaakt. Deze worden meestal gemaakt in drie korte-asoriëntaties (apicaal, mid-ventriculair en basaal). Afhankelijk van de hartfrequentie kan dit worden aangevuld met 4-kamer-, 2-kamer- en 3-kameropnamen. In deze standaardopnamen zijn de verschillende coronaire stroomgebieden vertegenwoordigd. Het is dus goed mogelijk om met MRI de myocardiale perfusie (defecten) met hoge spatiale en temporele resolutie af te beelden. MRI heeft als meerwaarde boven de traditionele SPECT-perfusiebeeldvorming het voordeel dat het zeer sensitief is voor subtiele kleine sub-endocardiale perfusiedefecten die klinisch van betekenis zijn [2-4, 16]. Accurate detectie van deze perfusiedefecten is van belang bij de besluitvorming voorafgaand aan revascularisatie. De perfusie kan in rust maar ook bij inspanning worden onderzocht. Met behulp van een farmacologische stressor (bijv. adenosine of dobutamine) kan fysieke inspanning worden nagebootst. Hierdoor is een verschil in perfusie tussen een 'gezond' en 'aangedaan' coronairstroomgebied aan te tonen. Een perfusiedefect duidt op ischemie of infarct. Indien het perfusiedefect alleen aanwezig is bij inspanning, betreft het een reversibel perfusiedefect, en dan kan revascularisatie worden overwogen, in tegenstelling tot een irreversibel perfusiedefect. Zowel de uitgebreidheid van een perfusiedefect (aantal segmenten van het 17-segmentenmodel) als de reversibiliteit is een belangrijke prognostische parameter die betrokken wordt in de besluitvorming bij eventuele revascularisatie (zie het artikel over cardiale stress-MRI in deze MemoRad). ▶



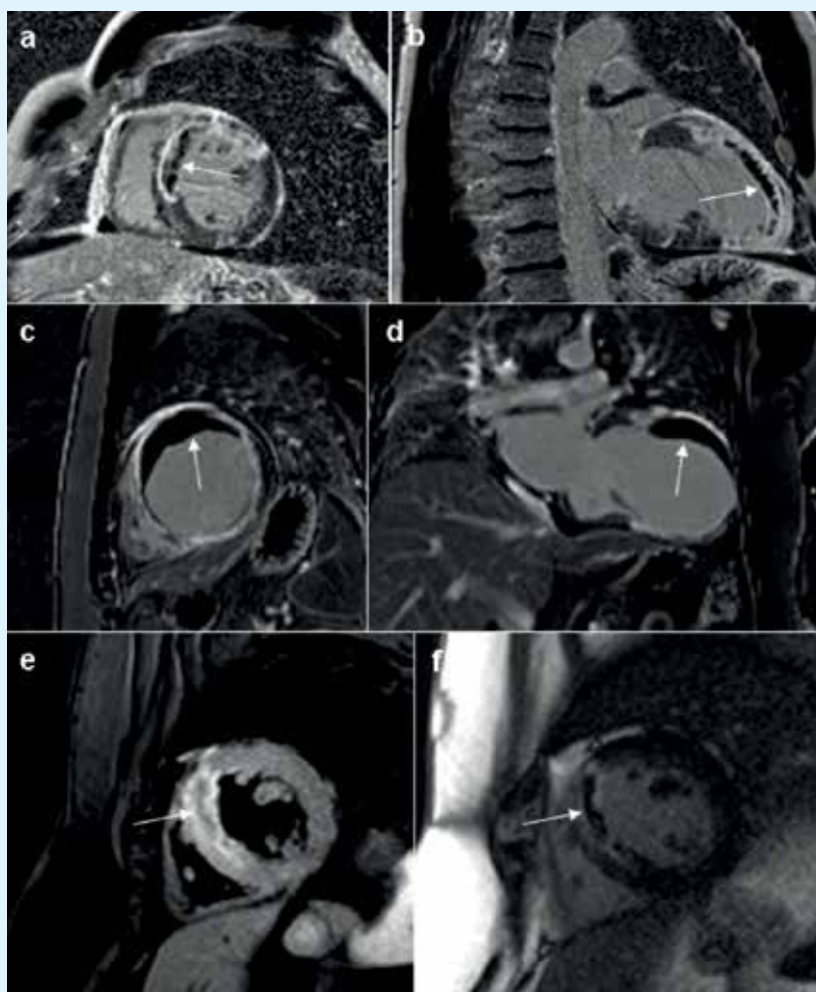
Figuur 3. Casus: 65-jarige man die werd opgenomen met houdingsgerelateerde pijn in de armen en atypische pijn op de borst, waarbij gezien zijn auto-immuun belaste voorgeschiedenis differentiaaldiagnostisch primair gedacht werd aan myopericarditis, acuut coronair syndroom, gezien ook verhoogde troponines. De korte-as MRI-beelden tonen anteroseptaal sub-endocardiaal oedeem op de T2 fatsat (a), een perfusiedefect op adenosinestress-perfusieopnamen (b), normale rustperfusie (c) en focale sub-endocardiale fibrose op de opnamen na intraveneus contrast (d). Conclusie verslag MRI: recent klein sub-endocardiaal infarct (tot 50% myocarddikte) anteroseptaal mid-ventriculair, met rondom een gebied van reversibele ischemie, met overigens goede systolische linkerventrikelfunctie. De pijn op de borst en de houdingsgerelateerde pijn in de armen werd geduid als NSTEMI (non-ST elevated myocardial infarction) en behandeld met PTA en stentplaatsing in proximaal gestenoseerde LAD.

LATE AANKLEURING NA INTRAVENEUS CONTRAST

In de acute fase van een infarct ontstaat oedeem als gevolg van een toegenomen vasculaire permeabiliteit, wat kan worden aangevoeld met een vet-onderdrukte T2-opname. Het gebied van oedeem kan worden beschouwd als 'area at risk' met daarin een kleiner gebied van necrose. De uitgebreidheid van het oedeem in relatie tot het infarct kan worden meegenomen in de besluitvorming bij revascularisatie [8]. Het gebied van oedeem kan als gevolg van globale hyperemie echter worden overschat [17]. In tegenstelling tot gezond myocard komt het extracellulaire contrastmiddel bij kapotte cellen ook 'intracellulair'. In deze gebieden is de uitwas vertraagd. Op termijn ontstaat in necrotische gebieden fibrose, waarin de uitwas eveneens vertraagd is. Het gevolg is uiteindelijk een hogere concentratie van gadolinium in een infarctgebied. Het infarct heeft hierdoor een kortere T1 dan gezond myocard, en dus ook meer 'aankleuring' op late opnamen na intraveneus contrast. Dit fenomeen wordt ook wel 'late (gadolinium) enhancement', of 'delayed (hyper)enhancement' genoemd, en hiermee wordt hetzelfde bedoeld. Het afbeelden van deze late aankleuring is een fraaie methode om de omvang van het infarct aan te tonen. Net als bij het perfusieonderzoek is bij late aankleuring het 17-segmentenmodel van belang bij de verslaglegging. De infarctering volgt het patroon van een perfusiedefect van sub-endocardiaal tot aan sub-epicardiaal ofwel transmuraal. De uitgebreidheid van een infarct heeft prognostische betekenis voor de ventrikelfunctie en overleving van de patiënten. Het percentage geïnfarceerd myocard heeft prognostische betekenis voor eventuele revascularisatie middels een percutane interventie of bypasschirurgie. Indien bij een infarct >50% van de myocarddikte betrokken is, dan is het effect van revascularisatie gering; de WBS zullen ter plaatse niet herstellen

en het myocard wordt als niet levensvatbaar beschouwd (non-viable) – dit in tegenstelling tot een infarct waarbij <50% myocarddikte is aangedaan. De levensvatbaarheid ofwel viabiliteit (viable <50% myocarddikte of non-viable >50% myocarddikte) kan goed

met MRI worden onderzocht, wat inzicht geeft in de prognose (Figuur 3) [18,19]. In de acute fase, de eerste dagen na een myocardinfarct, kan het gebied met late aankleuring worden overschat [20]. Bij patiënten met een doorgemaakt infarct



Figuur 4. Voorbeelden van MRI-opnamen na intraveneus contrast van patiënten met een doorgemaakt anteroseptaal infarct waarvoor revascularisatie; microvasculaire obstructie (a, b: curvilineaire hypointensiteit sub-endocardiaal), wandstandige trombus in het aneurysmatisch verwijde linkerventrikel (c, d: wandstandige hypo-intensiteit intraventriculair) en een intramuraal hematoom (e, f: hypo-intens signaal centraal in het gebied van hyperintens signaal op de T2 fatsat en een hypo-intens signaal met omgevend hyperintens signaal op de late opnamen na intraveneus contrast).

en status na revascularisatie kan met MRI ook naar andere prognostische bevindingen worden gekeken (Figuur 4).

Frequent treedt bij een uitgebreid myocardinfarct microvasculaire obstructie op. Hierbij is er sprake van een gebied van 'no-reflow' na revascularisatie door trombus in de kleine sub-endocardiale bloedvaten. In een dergelijk gebied is er geen reperfusie. Het gevolg is een sub-endocardiale curvilineaire hypo-intense rand op de late opnamen na intraveneus contrast (Figuur 4). Een andere complicatie van een groot infarct is een intra-myocardiaal hematoom. Centraal in het geïnfarceerde myocard bevindt zich dan een hypo-intens gebied op T2-gewogen opnamen en de late opnamen na intraveneus contrast. De aanwezigheid van microvasculaire obstructie en intra-myocardiaal hematoom is een belangrijke bevinding met prognostische waarde voor het optreden van 'major adverse cardiac events' (MACE) in de periode na een acuut myocardinfarct [10-14].

BEOORDELING EN VERSLAGLEGGING

Net als bij elk ander radiologisch onderzoek is bij de cardiale MRI een gestructureerde beoordeling en verslaglegging belangrijk, wat bijdraagt aan een optimale kwaliteit van de beeldinterpretatie en communicatie met de aanvrager. Nieuwe inzichten verkregen met MRI kunnen beter worden toegepast in de kliniek, waardoor de zorg voor de patiënt geoptimaliseerd kan worden. Afhankelijk van de klinische vraagstelling zal een verslag meer of minder details van bepaalde aspecten van het onderzoek bevatten. Het strekt te ver om in dit overzicht in te gaan op de mogelijke elementen van een MRI-verslag bij ischemische cardiomyopathie. Het spreekt voor zich dat alle facetten (anatomie, myocardopbouw, klepvitia, wandbewegingen, perfusie en late aankleuring) in meer of mindere mate van commentaar worden voorzien. Voor een officiële richtlijn over verslaglegging van cardiale MRI- onderzoeken verwijzen wij graag naar de website van de Society of Cardiovascular Magnetic Resonance (www.scmr.org) [21].

CONCLUSIE

MRI is een waardevolle modaliteit bij de diagnostiek van ischemische cardiomyopathie. Zowel in de (sub)acute fase als bij chronisch ischemische hartziekten speelt MRI in toenemende mate een belangrijke rol in de klinische praktijk. ■

Dr. R.N. Planken

radioloog, fellow cardiovasculaire beeldvorming, AMC Amsterdam

Dr. A.M. Spijkerboer

radioloog AMC Amsterdam

Literatuur

1. Deckers JW, Engelfriet PM, Dis I van, Blokstra A. Coronaire hartziekten samengevat. Nationaal Kompas Volksgezondheid, versie 4.9, 27 september 2012. RIVM, Bilthoven
2. Greenwood JP, Maredia N, Younger JF, Brown JM, Nixon J, Everett CC. Cardiovascular magnetic resonance and single-photon emission computed tomography for diagnosis of coronary heart disease (CE-MARC): a prospective trial. *Lancet*. 2012;379:453-60.
3. Jaarsma C, Leiner T, Bekkers SC, Crijns HJ, Wildberger JE, Nagel E, et al. Diagnostic performance of noninvasive myocardial perfusion imaging using single-photon emission computed tomography, cardiac magnetic resonance, and positron emission tomography imaging for the detection of obstructive coronary artery disease: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2012;59:1719-28.
4. Schwitler J, Wacker CM, van Rossum AC, Lombardi M, Al-Saadi N, Ahlstrom H, et al. MR-IMPACT: comparison of perfusion-cardiac magnetic resonance with single-photon emission computed tomography for the detection of coronary artery disease in a multicentre, multivendor, randomized trial. *Eur Heart J* 2008;29:480-9.
5. Bingham SE, Hachamovitch R. Incremental prognostic significance of combined cardiac magnetic resonance imaging, adenosine stress perfusion, delayed enhancement, and left ventricular function over preimaging information for the prediction of adverse events. *Circulation* 2011;123:1509-18.
6. Steel K, Broderick R, Gandla V, Larose E, Resnic F, Jerosch-Herold M, et al. Complementary prognostic values of stress myocardial perfusion and late gadolinium enhancement imaging by cardiac magnetic resonance in patients with known or suspected coronary artery disease. *Circulation* 2009;120:1390-400.
7. Gerber BL, Rousseau MF, Ahn SA, le Polain de Waroux JB, Pouleur AC, Philips T, et al. Prognostic value of myocardial viability by delayed-enhanced magnetic resonance in patients with coronary artery disease and low ejection fraction: impact of revascularization therapy. *J Am Coll Cardiol* 2012;59:825-35.
8. Raman SV, Simonetti OP, Winner MW 3rd, Dickerson JA, He X, Mazzaferri EL Jr, Ambrosio G. Cardiac magnetic resonance with edema imaging identifies myocardium at risk and predicts worse outcome in patients with non-ST-segment elevation acute coronary syndrome. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:2480-8.
9. Eitel I, Desch S, Fuernau G, Hildebrand L, Gutberlet M, Schuler G, Thiele H. Prognostic significance and determinants of myocardial salvage assessed by cardiovascular magnetic resonance in acute reperfused myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:2470-9.
10. de Waha S, Desch S, Eitel I, Fuernau G, Zachrau J, Leuschner A, et al. Impact of early vs. late microvascular obstruction assessed by magnetic resonance imaging on long-term outcome after ST-elevation myocardial infarction: a comparison with traditional prognostic markers. *Eur Heart J* 2010;31:2660-8.
11. de Waha S, Desch S, Eitel I, Fuernau G, Lurz P, Leuschner A, et al. Relationship and prognostic value of microvascular obstruction and infarct size in ST-elevation myocardial infarction as visualized by magnetic resonance imaging. *Clin Res Cardiol* 2012;101:487-95.
12. Cochet A, Lalande A, Lorgis L, Zeller M, Beer JC, Walker PM, et al. Prognostic value of microvascular damage determined by cardiac magnetic resonance in non ST-segment elevation myocardial infarction: comparison between first-pass and late gadolinium-enhanced images. *Invest Radiol* 2010;45:725-32.
13. Husser O, Monmeneu JV, Sanchis J, Nunez J, Lopez-Lereu MP, Bonanad C, et al. Cardiovascular magnetic resonance-derived intramyocardial hemorrhage after STEMI: Influence on long-term prognosis, adverse left ventricular remodeling and relationship with microvascular obstruction. *Int J Cardiol* 2012 Jun 8. [Epub ahead of print].
14. Eitel I, Kubusch K, Strohm O, Desch S, Mikami Y, de Waha S, et al. Prognostic value and determinants of a hypointense infarct core in T2-weighted cardiac magnetic resonance in acute reperfused ST-elevation-myocardial infarction. *Circ Cardiovasc Imaging* 2011;4:354-62.
15. Payne AR, Casey M, McClure J, McGeoch R, Murphy A, Woodward R, et al. Bright-blood T2-weighted MRI has higher diagnostic accuracy than dark-blood short tau inversion recovery MRI for detection of acute myocardial infarction and for assessment of the ischemic area at risk and myocardial salvage. *Circ Cardiovasc Imaging* 2011;4:210-9.
16. Wagner A, Mahrholdt H, Holly TA, Elliott MD, Regenfus M, Parker M, et al. Contrast-enhanced MRI and routine single photon emission computed tomography (SPECT) perfusion imaging for detection of subendocardial myocardial infarcts: an imaging study. *Lancet* 2003;361:374-9.
17. Zia MI, Ghugre NR, Connelly KA, Strauss BH, Sparkes JD, Dick AJ, Wright GA. Characterizing myocardial edema and hemorrhage using quantitative T2 and T2* mapping at multiple time intervals post ST-segment elevation myocardial infarction. *Circ Cardiovasc Imaging* 2012;5:566-72.
18. Kim RJ, Wu E, Rafael A, Chen EL, Parker MA, Simonetti O, et al. The use of contrast-enhanced magnetic resonance imaging to identify reversible myocardial dysfunction. *N Engl J Med* 2000;343:1445-53.
19. Gerber BL, Rousseau MF, Ahn SA, le Polain de Waroux JB, Pouleur AC, Philips T, et al. Prognostic value of myocardial viability by delayed-enhanced magnetic resonance in patients with coronary artery disease and low ejection fraction: impact of revascularization therapy. *J Am Coll Cardiol* 2012;59:825-35.
20. Dall'Armellina E, Karia N, Lindsay AC, Karamitsos TD, Ferreira V, Robson MD, et al. Dynamic changes of edema and late gadolinium enhancement after acute myocardial infarction and their relationship to functional recovery and salvage index. *Circ Cardiovasc Imaging* 2011;4:228-36
21. Hundley WG, Bluemke D, Bogaert JG, Friedrich MG, Higgins CB, Lawson MA, et al. Society for Cardiovascular Magnetic Resonance guidelines for reporting cardiovascular magnetic resonance examinations. *J Cardiovasc Magn Reson* 2009;11:5.

MEMORAD

Niet-ischemische cardiomyopathie



BIRGITTA VELTHUIS



WOUTER VAN ES

Er zijn twee classificaties voor de niet-ischemische cardiomyopathieën: de eerste is opgesteld door de American Heart Association [1], de tweede door de European Society of Cardiology [2]. De indeling van de American Heart Association onderscheidt primaire en secundaire cardiomyopathieën. Primaire oorzaken worden onderverdeeld in genetische (bijv. hypertrofische cardiomyopathie), gemengde (bijv. gedilateerde cardiomyopathie) en verkregen afwijkingen (bijv. takotsubo).

In dit overzicht volgen wij de classificatie van de European Society of Cardiology, die fenotypisch gericht is. Hierbij worden de cardiomyopathieën onderverdeeld in hypertrofische cardiomyopathie, gedilateerde cardiomyopathie, ARVC (aritmogene rechterventrikel-cardiomyopathie), restrictieve cardiomyopathie en een niet-geclassificeerde groep (bijv. non-compaction en takotsubo).

HYPERTROFISCHE CARDIOMYOPATHIE (Figuur 1)

Hypertrofische cardiomyopathie (HCM) komt voor bij 1:500 mensen, echter vaak asymptomatisch, waardoor HCM's veel minder worden gezien in de klinische praktijk. De meerderheid is autosomaal dominant overerfbaar, maar sommige genotype-positieve patiënten kunnen fenotype-negatief zijn (geen hypertrofie) [3,4]. HCM wordt gekenmerkt door linkerventrikel (LV)-hypertrofie zonder ventrikeldilatatie en zonder andere aanwijsbare oorzaak (zoals een aortaklepstenose of hypertensie), wat dezelfde mate van hypertrofie zou kunnen geven. Er is een verhoogd risico van plotse hartoortdood door aritmieën, trombo-embolische complicaties door atriumfibrilleren en hartfalen bij LV outflow tract (LVOT) obstructie, atriumfibrilleren en diastolische disfunctie [4].

Klinisch wordt HCM meestal herkend bij een einddiastolische wanddikte ≥ 15 mm; een wanddikte van 13-14 mm wordt gezien als grensgeval [3]. In dit grensgebied

van 13 tot 15 mm is er overlap van milde HCM met andere oorzaken van LV-hypertrofie, zoals hypertensie of fysiologische sportadaptatie, voornamelijk bij elite mannelijke sporters. Differentiatie met een sporthart is meestal goed mogelijk door de gebalanceerde volumetoename van ventrikels en atria in geval van een sporthart, gepaard gaande met symmetrische hypertrofie, normale diastolische functie en afwezigheid van LVOT-obstructie [5]. Cardiale MR-referentiewaarden voor de gezonde sportende en niet-sportende populatie zijn te vinden op www.referencecmr.nl.

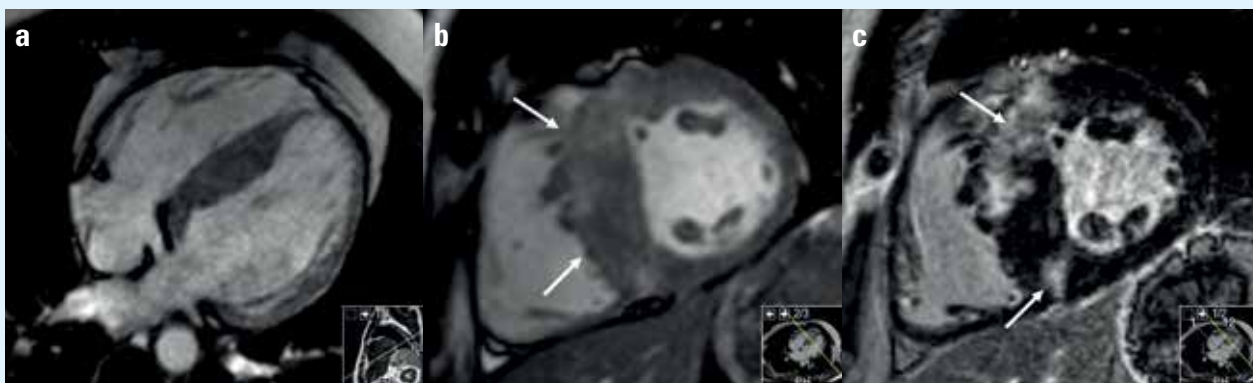
Ongeveer een derde van de HCM-patiënten toont LVOT-obstructie in rust, en nog een derde alleen bij provocatie (fysieke of dobutamine-stress) [3]. Mitralisklep-insufficiëntie is vaak secundair aan de LVOT-obstructie door de systolische voorwaartse beweging (systolic anterior motion, SAM) van het voorste mitralisklepblad. Indien medicamenteuze behandeling niet helpt bij LVOT-obstructie, kan septale alcoholablatie of myectomie worden overwogen [4].

Cardiale MRI is geïndiceerd bij patiënten met suspecte HCM als echografie inconclusief is om de diagnose te stellen, als de LV-hypertrofie onvolledig is afgebeeld (bijv. in geval van apicale hypertrofie), en om een andere diagnose uit te sluiten, zoals cardiale amyloidose of de ziekte van Fabry. Late gadolinium enhancement (LGE) is meestal vlekkelig en mid-myocardiaal en wordt vaak gezien septaal bij de RV-insertieplaats en op de plek met de meeste hypertrofie. LGE is van additionele prognostische waarde voor risicostratificatie bij HCM [6].

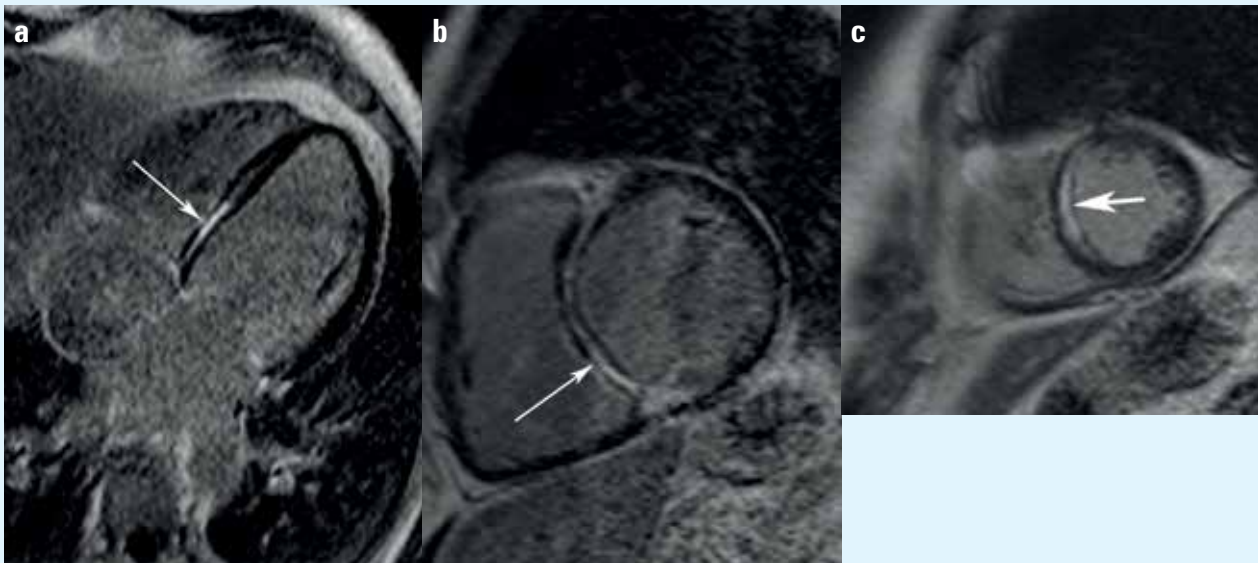
GEDILATEERDE CARDIOMYOPATHIE (Figuur 2)

Gedilateerde cardiomyopathie is gedefinieerd als linkerventrikeldilatatie (einddiastolische diameter >60 mm) en een verminderde ejectiefractie zonder hypertensie, kleplijden of coronaire afwijkingen die dit beeld kunnen verklaren. Het rechter ventrikel kan ook meedoen, maar dit is niet noodzakelijk voor de diagnose.

De oorzaken kunnen familiair en niet-familiair zijn. Bij 30-48% van de patiënten is een genetische oorzaak te vinden die in de meerderheid



Figuur 1. Patiënt met familiaire hypertrofische cardiomyopathie na reanimatie. 4-kamer cine (a), korte-as cine (b), en korte-as late-enhancement opname (c) tonen septale hypertrofie tot 28 mm wanddikte met uitgebreide vlekkelig mid-myocardiaal aankleuring passend bij fibrose (pijlen). Er was geen linkerventrikel outflow-obstructie of systolic anterior motion (SAM) van het anterior blad van de mitralisklep (niet getoond).



Figuur 2. Patiënt met gedilateerde cardiomyopathie. 4-kamer (a) en korte-as (b) late-enhancement opnamen tonen mid-myocardiale aankleuring in het septum passend bij fibrose (pijl). Figuur 2c toont subendocardiale aankleuring (pijl) bij een andere patiënt met ischemische cardiomyopathie.

autosomaal dominant is [7]. Niet-familiaire oorzaken zijn myocarditis, toxines (alcohol) en peripartum cardiomyopathie.

MRI toont met late enhancement óf geen aankleuring óf mid-myocardiale aankleuring, voornamelijk in het septum als gevolg van fibrosering. Deze aankleuring heeft vermoedelijk een slechte prognostische betekenis [8], hoewel dit als onafhankelijke voorspeller van mortaliteit wetenschappelijk nog niet aangetoond is [9]. Daarnaast kan met MRI betrouwbaar de ejectionfractie worden bepaald, kan een mitraalklepinsufficiëntie aangetoond worden en kan eventuele dissynchronie worden afgebeeld. Als de ejectionfractie $<35\%$ is, bestaat er een indicatie voor een ICD-implantatie [10].

Onderscheid met ischemische cardiomyopathie is belangrijk en goed te maken met MRI. Bij oude infarcten is er subendocardiale aankleuring in een stroomgebied van een coronairarterie.

ARITMOGENE RECHTERVENTRIKEL CARDIOMYOPATHIE / DYSPLASIE

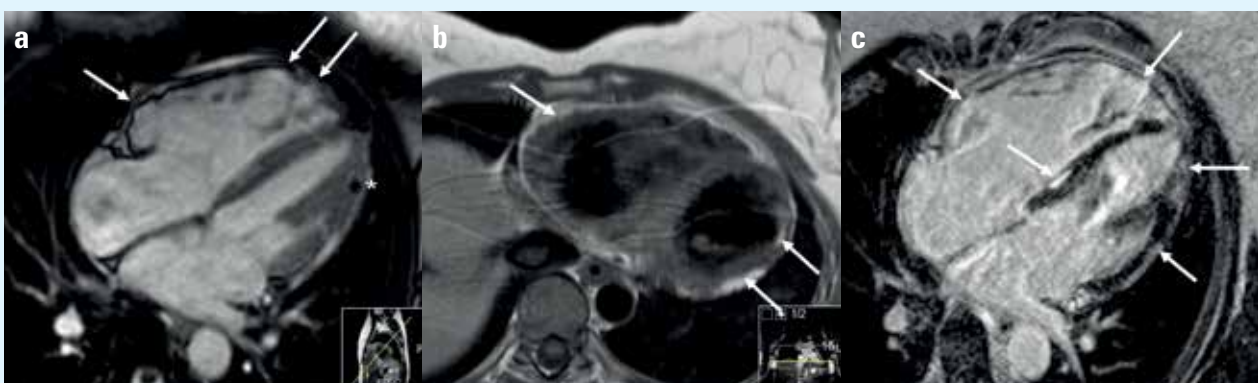
(Figuur 3)

Aritmogene rechterventrikel cardiomyopathie (ARVC) is een zeldzame progressieve ziekte van myocardiale celdood met fibreus-vettige degeneratie, die leidt tot wandverdunding, aneurysmata en geleidingsstoornissen met potentieel fatale ventriculaire aritmieën. Vooral het rechter ventrikel is aangedaan, maar linkerventrikelbetrokkenheid is vaak aanwezig; daarom wordt tegenwoordig ook wel gesproken van aritmogene cardiomyopathie.

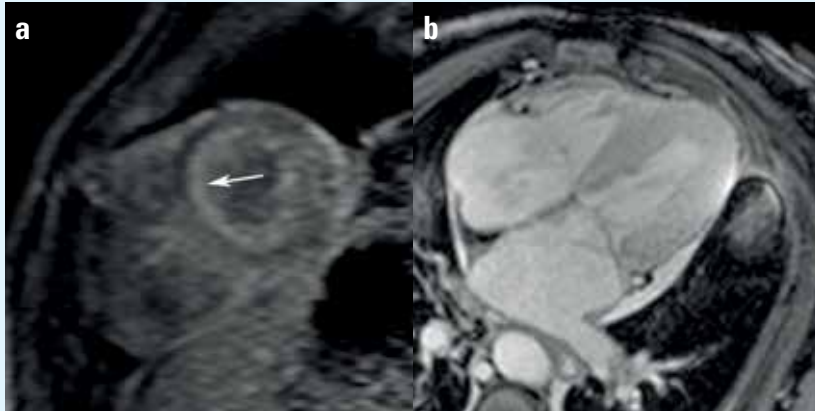
De diagnose van ARVC/D wordt tegenwoordig vastgesteld volgens de gemodificeerde Task Force Criteria (TFC) uit 2010, een aangepaste versie van de originele 1994 TFC [11]. Het is belangrijk deze criteria te handhaven om misdiagnose te voorkomen [12]. Een volledig scanprotocol en correcte interpretatie van de cardiale MRI zijn ook belangrijk voor de diagnose van ARVC [13]. Voor de diagnose zijn twee ma-

jor, één major en twee minor, of vier minor criteria vereist in verschillende categorieën: ECG; ventriculaire ritmestoornissen; rechterventriculaire functie en morfologie (beeldvorming); histopathologie (biopsie); en familiale voorgeschiedenis.

Beeldvorming kan slechts één minor of major criterium opleveren. De gemodificeerde MRI-criteria vereisen een focale RV-akinesie, dyskinesie of dyssynchrone RV-contractie, met daarbij een verlaagde RV-ejectionfractie (minor is $\leq 45\%$; major is $\leq 40\%$) of vergroot RV einddiastolisch volume (EDV), gecorrigeerd voor lichaamsgrootte (minor is ≥ 90 ml/m² bij vrouwen en ≥ 100 ml/m² bij mannen; major is ≥ 100 ml/m² bij vrouwen en ≥ 110 ml/m² bij mannen). Vooral het RV EDV komt regelmatig boven de TFC-drempelwaarden in de gezonde Nederlandse populatie, met name bij sporters [14]. LGE is geen criterium voor ARVC/D, maar kan wel richting geven aan elektrofysiologisch ►



Figuur 3. Patiënt met ARVC. (3a) Eindsystolische 4-kamer cine-opname toont dyskinetisch bulging basaal en apicaal (pijlen) in de laterale rechterventrikelwand. Er is een susceptibiliteitsartefact van vervetting zichtbaar in laterale wand linker ventrikel (*). (3b) Axiale T1 black-blood opname laat vervetting zien in de rechter en linker ventrikelwand (pijlen). (3c) 4-kamer phase-sensitive inversion-recovery (PSIR) late-enhancement opname toont aankleuring van de RV-wand, septum en LV-wand (pijlen).



Figuur 4. Korte-as late-enhancement opname (a) en eindsystolische 4-kameropname (b) van patiënt met restrictieve cardiomyopathie als gevolg van amyloïdose. Late-enhancement opname toont globale subendocardiale aankleuring (pijl) en bloed met weinig contrast in de ventrikels. De 4-kameropname toont dat de beide atria vergroot zijn.

onderzoek en het nemen van biopten. Phase sensitive inversion recovery (PSIR) geeft de beste en meest consistente LGE-beeldvorming van het RV [15].

RESTRICTIEVE CARDIOMYOPATHIE (Figuur 4)

Restrictieve cardiomyopathie wordt gekarakteriseerd door diastolische disfunctie met normaal linkerventrikelvolume en biatriale vergroting. Dit wordt veroorzaakt

door een verminderde compliantie van het myocard, waardoor de druk in het linker ventrikel snel toeneemt tijdens de diastole. Gevolgen zijn vergroting van de atria, wijde vena cava inferior, pleuravocht en ascites.

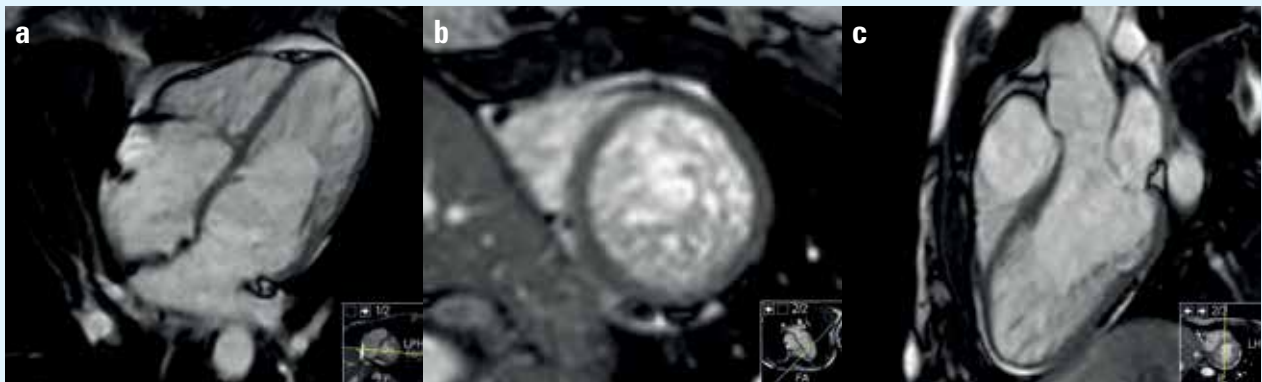
Oorzaken zijn amyloïdose, sarcoïdose en endomyocardiale fibrose [16]. Onderscheid met pericarditis constrictiva is klinisch moeilijk, maar met MRI goed te maken. Bij pericarditis constrictiva is het pericard verdikt en is er vaak

een paradoxale beweging van het septum zichtbaar, toenemend bij inspiratie [17].

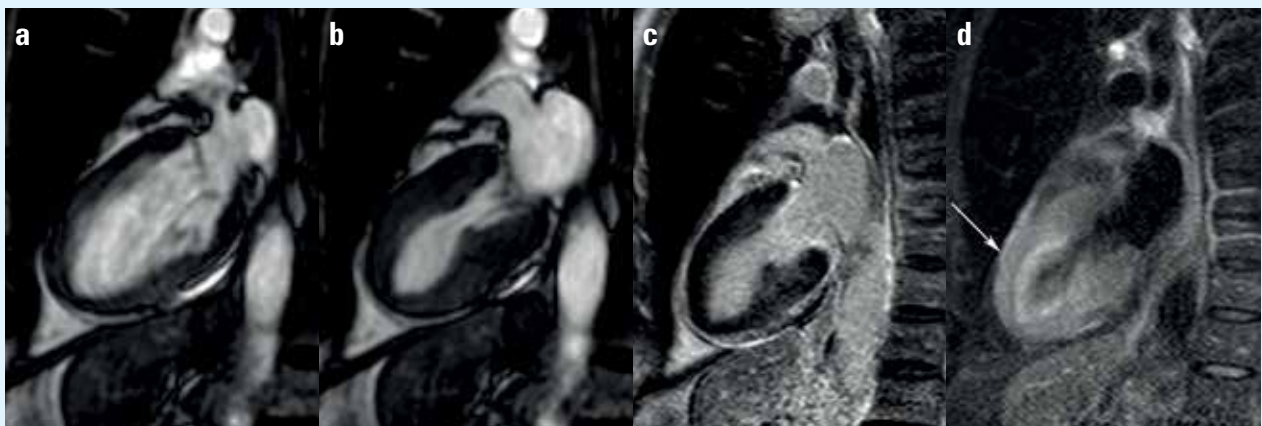
Cardiale amyloïdose veroorzaakt linkerventrikelhypertrofie, verdikte atriale wanden en verwijde atria. Doordat het amyloïd in het hele lichaam de interstitiële ruimte vergroot, is er een snellere wash-out van het contrast, waardoor het bloed vaak minder wit is op de late-enhancement opnamen. Kenmerkend op de late-enhancement opnamen is de globale subendocardiale aankleuring die zich in meer of mindere mate transmuraal uitbreidt [18].

NON-COMPACTION CARDIOMYOPATHY (Figuur 5)

Hypertrabeculatie van het linker ventrikel kent een breed spectrum, van normale variatie tot het pathologisch fenotype bekend als linkerventrikel non-compaction (IVNC) cardiomyopathie [19]. Er is ook belangrijke etnische variatie met meer uitgesproken hypertrabeculatie bij het zwarte ras [20]. Niet herkennen van de normale variatie leidt gemakkelijk tot overdiagnose. Op MRI voldoet men aan non-compaction criteria bij een einddiastolische non-compaction (hypertrabeculatie) tot compact (compacte



Figuur 5. Patiënt met non-compaction cardiomyopathie. 4-kamer- (a), korte- as (b), en LVOT (c) cine-opnamen tonen biventriculaire non-compaction. De ratio van non-compact tot compact myocard voldoet aan MRI non-compaction criteria (einddiastolisch ratio >2,3).



Figuur 6. Patiënte met takotsubo cardiomyopathie. Lange-as einddiastolische (a) en eindsystolische (b) opnamen tonen hypokinesie van de apicale wanddelen. Late enhancement (c) toont geen aankleuring, en T2-STIR opname (d) laat verhoogde signaalintensiteit zien in het aangedane gebied (pijl). Controleopname na drie maanden toont normale wandbewegingen eindsystolisch (e).

myocard) ratio van >2,3 [19,21]. Ook gezonde mensen kunnen aan deze criteria voldoen. Non-compaction (of hypertrabeculatie) kan geïsoleerd voorkomen (zonder comorbiditeit of andere cardiomyopathie) of in combinatie met congenitale hartafwijkingen, genetische syndromen, neuromusculaire ziekte en hypertrofie [21]. Familiair voorkomen is frequent, maar de fenotypische expressie is zeer heterogeen, met belangrijke overlap met hypertrofische en dilaterende cardiomyopathie. LVNC-cardiomyopathie gaat gepaard met een verhoogd risico van hartfalen, aritmieën, plotse hartdood en trombo-embolische complicaties. Het klinisch spectrum is echter breed, en de klinische prognose beter dan aanvankelijk werd gedacht.

TAKOTSUBO CARDIOMYOPATHIE

(Figuur 6)

Takotsubo cardiomyopathie is een reversibele cardiomyopathie die vaak wordt voorafgegaan door een stressvolle gebeurtenis bij postmenopauzale vrouwen. De kliniek, de ECG-afwijkingen en ook het laboratoriumonderzoek lijken op een acuut myocardinfarct. Deze patiënten krijgen daarom vaak een coronairangiografie, die meestal niet afwijkend is of afwijkingen vertoont die onvoldoende zijn om de kliniek te verklaren. Als er dan aanvullend een linker-ventrikelangiogram wordt verricht, toont dit hypokinesie van de apicale wanddelen. Dit angiografische beeld lijkt op een Japanse viskruik (takotsubo), waarmee inktvis gevangen wordt [22]. De oorzaak is niet geheel bekend, maar gedacht wordt dat een verhoogde concentratie van cardiotoxische catecholaminen een rol kan spelen. De therapie bestaat uit ondersteunende medicamenteuze maatregelen met beta-blokkers, ACE-remmers en orale anticoagulantia, totdat de systolische functie zich weer heeft hersteld [22].

MRI is een mooie niet-invasieve methode om de afwijkingen en het herstel af te beelden. Karakteristiek is er hypokinesie van de apicale wanddelen zonder late enhancement. Een waardevolle opname is de T2-STIR-opname, waar oedeem zichtbaar is in het aangedane myocard [23].

Dr. B.K. Velthuis
radioloog UMC Utrecht

Dr. H.W. van Es

radioloog St. Antonius Ziekenhuis Nieuwegein

Literatuur

1. Maron BJ, Towbin JA, Thiene G, Antzelevitch C, Corrado D, Arnett D, et al. Contemporary definitions and classification of the cardiomyopathies: An American heart association scientific statement from the council on clinical cardiology, heart failure and transplantation committee; quality of care and outcomes research and functional genomics and translational biology interdisciplinary working groups; and council on epidemiology and prevention. *Circulation* 2006;113:1807-16.
2. Elliott P, Andersson B, Arbustini E, Bilinska Z, Cecchi F, Charron P, et al. Classification of the cardiomyopathies: a position statement from the European society of cardiology working group on myocardial and pericardial diseases. *Eur Heart J* 2008;29:270-6.
3. Gersh BJ, Maron BJ, Bonow RO, Dearani JA, Fifer MA, Link MS, et al. 2011 ACCF/AHA guideline for the diagnosis and treatment of hypertrophic cardiomyopathy: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* 2011;124:2761-96.
4. Maron BJ, Maron MS. Hypertrophic cardiomyopathy. *Lancet* 2013;381:242-55.
5. Pelliccia A, Maron MS, Maron BJ. Assessment of left ventricular hypertrophy in a trained athlete: differential diagnosis of physiologic athlete's heart from pathological hypertrophy. *Prog Cardiovasc Dis* 2012;54:387-96.
6. Green JJ, Berger JS, Kramer CM, Salemi M. Prognostic value of late gadolinium enhancement in clinical outcomes for hypertrophic cardiomyopathy. *JACC Cardiovasc Imaging* 2012;5:370-7.
7. Jefferies JL, Towbin JA. Dilated cardiomyopathy. *Lancet* 2010;375:752-62.
8. Assomull RG, Prasad SK, Lyne J, Smith G, Burman ED, Khan M, et al. Cardiovascular magnetic resonance, fibrosis, and prognosis in dilated cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2006;48:1977-85.
9. Ismail TF, Prasad SK, Pennell DJ. Prognostic importance of late gadolinium enhancement cardiovascular magnetic resonance in cardiomyopathy. *Heart* 2012;98:438-42.
10. Epstein AE, DiMarco JP, Ellenbogen KA, Estes NA 3rd, Freedman RA, Gettes LS, et al. ACC/AHA/HRS 2008 guidelines for device-based therapy of cardiac rhythm abnormalities: A report of the American college of Cardiology/American heart association task force on practice guidelines (writing committee to revise the ACC/AHA/NASPE 2002 guideline update for implantation of cardiac pacemakers and antiarrhythmia devices) developed in collaboration with the American association for thoracic surgery and society of thoracic surgeons. *J Am Coll Cardiol* 2008;51:e1-62.
11. Marcus FI, McKenna WJ, Sherill D, Basso C, Baucé B, Bluemke DA, et al. Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia: proposed modification of the Task Force Criteria. *Circulation* 2010;121:1533-41.
12. Marcus F, Basso C, Gear K, Sorrell VL. Pitfalls in the diagnosis of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia. *Am J Cardiol* 2010;105:1036-9.
13. Tandri H, Macedo R, Calkins H, Marcus F, Cannon D, Scheinman M, et al. Role of magnetic resonance imaging in arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia: insights from the North American arrhythmogenic right ventricular dysplasia (ARVD/C) study. *Am Heart J* 2008;155:147-53.
14. Lujckx T, Velthuis BK, Prakken NH, Cox MG, Bots ML, Mali WP, et al. Impact of revised Task Force Criteria: distinguishing the athlete's heart from ARVC/D using cardiac magnetic resonance imaging. *Eur J Prev Cardiol* 2012;19:885-91.
15. Plaisier AS, Burgmans MC, Voncken EP, Prakken NH, Cox MG, Hauer RN, et al. Image quality assessment of the right ventricle with three different delayed enhancement sequences in patients suspected of ARVC/D. *Int J Cardiovasc Imaging* 2012;28:595-601.
16. O'Donnell DH, Abbara S, Chaitiraphan V, Yared K, Killeen RP, Martos R, et al. Cardiac MR imaging of nonischemic cardiomyopathies: Imaging protocols and spectra of appearances. *Radiology* 2012;262:403-22.
17. Francione M, Dymarkowski S, Kalantzi M, Rademakers FE, Bogaert J. Assessment of ventricular coupling with real-time cine MRI and its value to differentiate constrictive pericarditis from restrictive cardiomyopathy. *Eur Radiol* 2006;16:944-51.
18. Karamitsos TD, Francis JM, Neubauer S. The current and emerging role of cardiovascular magnetic resonance in the diagnosis of nonischemic cardiomyopathies. *Prog Cardiovasc Dis* 2011;54:253-65.
19. Oechslin E, Jenni R. Left ventricular non-compaction revisited: a distinct phenotype with genetic heterogeneity? *Eur Heart J* 2011;32:1446-56.
20. Lujckx T, Cramer MJ, Zaidi A, Rienks R, Senden PJ, Sharma S, et al. Ethnic differences in ventricular hypertrabeculation on cardiac MRI in elite football players. *Neth Heart J* 2012;20:389-95.
21. Petersen SE, Selvanayagam JB, Wiesmann F, Robson MD, Francis JM, Anderson RH, et al. Left ventricular non-compaction: insights from cardiovascular magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:101-5.
22. Jongman JK, van Tol CA, Nienhuis MB, Debrauwere J, San WJ, Elvan A. Viskruikinfarct: Reversibele cardiomyopathie door stressvolle gebeurtenis. *Ned Tijdschr Geneesk* 2009;153:B363.
23. Fernandez-Perez GC, Aguilar-Arjona JA, de la Fuente GT, Samartín M, Ghioldi A, Arias JC, et al. Takotsubo cardiomyopathy: Assessment with cardiac MRI. *AJR Am J Roentgenol* 2010;195:W139-W145.

Cardiale stress MR

Een aantal praktische overwegingen



Dirkjan Kuijpers, Dirk Kaandorp en Sidney Rebergen

Functionele onderzoeken grijpen in op de ischemische cascade. Met MR zijn er twee mogelijkheden:

1. MR voor het aantonen van wandbewegingsstoornissen tijdens stress (dobutamine);
2. MR voor het aantonen van perfusiedefecten tijdens vasodilatatie (adenosine of regadenoson).

Welke methode gebruikt wordt hangt veelal af van de lokale expertise van radiologen en cardiologen en de aanwezige apparatuur. Logistiek gezien bestaat er bij cardiale MR een tendens om 'te veel' te willen doen, wat vaak een enorme aanslag betekent op de beschikbare MR-tijd. Onderstaand enkele workflows die hierop ingaan.

Het eerste schema (Figuur 1) maakt een onderscheid tussen patiënten met en zonder myocardinfarct. Deze groep kun je in eerste instantie differentiëren met een CT-calciumscore. Patiënten met een CT-calciumscore van 0 hebben statistisch gezien een zeer goede prognose, waarbij verder functioneel onderzoek niet geïndiceerd is. Deze groep (ongeveer 30%) is direct af te scheiden van de patiënten bij wie de calciumscore niet gelijk aan 0 is.

Patiënten zonder bekend infarct zijn eenvoudig met 'stress-only' perfusie-MR te onderzoeken, waarbij rustopnamen en late-enhancement series niet nodig zijn om tot een diagnose te komen. Immers, elk perfusiedefect zal nagenoeg zeker worden veroorzaakt door ischemie. De scantijd voor een stress-only perfusie-MR is ongeveer 30 min. Patiënten met een door-gemaakt myocardinfarct hebben een hoog

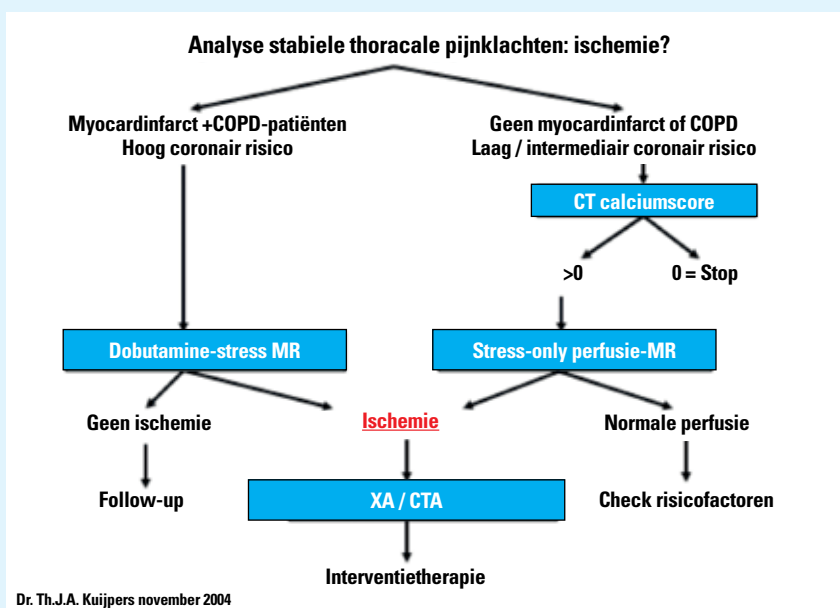
Bij de analyse van stabiele thoracale pijnklachten is de belangrijkste vraag of dit wordt veroorzaakt door zuurstoftekort in de myocardecellen. Met andere woorden: hoe is de daadwerkelijke perfusie van het myocard. Van belang is dat de prognose bij deze patiëntengroep wordt bepaald door het al of niet aanwezig zijn van een perfusiedefect (ischemie) en niet door de aanwezigheid van een of meerdere stenosen in de coronairen. In de work-up zal een functionele analyse het onderzoek van keuze zijn. Een normale perfusie heeft een uitstekende prognose en sluit significant coronair lijden uit. Bij een afwijkende perfusie kan gericht morfologische analyse plaatsvinden (CTA / XA). Indien deze basisprincipes in de cardiologie niet worden gerespecteerd, kunnen er situaties ontstaan waarbij patiënten niet op de juiste wijze behandeld worden.

cardiaal risico, waarbij een CT-calciumscore uiteraard geen toegevoegde waarde heeft. Dobutamine-stress MR geeft bij deze groep de extra mogelijkheid om bij lage dosis te kijken of er sprake is van vitaliteit in het infarctgebied. De gouden standaard voor het aantonen van vitaliteit is, in tegenstelling tot de veel toegepaste late-enhancement opnamen, nog steeds low-dose-dobutamine wandbewegingsanalyse. De scantijd voor een dobutamine-stress MR is 60 min, waarbij de aanwezigheid van een cardioloog een voorwaarde is.

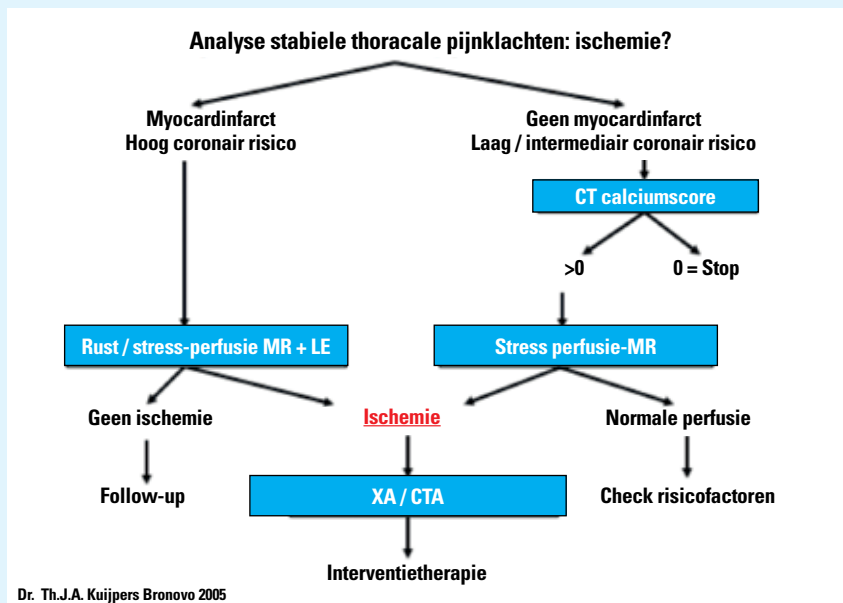
Indien dobutamine-stress MR-onderzoek om wat voor reden dan ook niet haalbaar is, kan worden uitgeweken naar een uitgebreid perfusieonderzoek (Figuur 2). Dit betreft een combinatie van rust- en stressperfusieseries, samen

met late-enhancement opnamen (60 min). Veelal ontstaat er echter nieuwe ischemie op de grensvlakken met het oude infarct, wat de beoordeling moeilijk kan maken. De sensitiviteit en specificiteit liggen bij dit gecombineerde onderzoek daarom dan ook beduidend lager dan bij dobutamine-stress MR.

Perfusie-MR heeft de afgelopen jaren een enorme ontwikkeling doorgemaakt en wordt op dit moment beschouwd als de gouden standaard voor het detecteren van myocardischemie. Meerdere grote studies hebben dit recent nog onomstotelijk vastgesteld [1-3] (Figuur 3). De resultaten met PET zijn vergelijkbaar met perfusie-MR. Als we echter andere factoren daarbij betrekken, zoals beeldresolutie, stralenbelasting, kostenfactor



Figuur 1.



Figuur 2.

en duur van het onderzoek, zal het duidelijk zijn dat perfusie-MR het onderzoek van keuze is. Vasodilatatie met adenosine is een zeer veilige methode, zodat dit onderzoek zonder bijzijn van een cardioloog kan worden uitgevoerd. De techniek is in vele publicaties beschreven en zal hier verder niet in detail ter sprake komen. Een beperking van adenosine is de contra-indicatie bij COPD-patiënten. Sinds kort is er een nieuwe selectieve vasodilatator op de markt (regadenoson), die veilig is voor COPD-patiënten. De MR-scanteknik met regadenoson is eenvoudig in vergelijking met adenosine. De vaste dosis (5 ml, 400 mcg) kan voor het onderzoek langzaam intraveneus worden toegediend, waarna de vasodilatatie

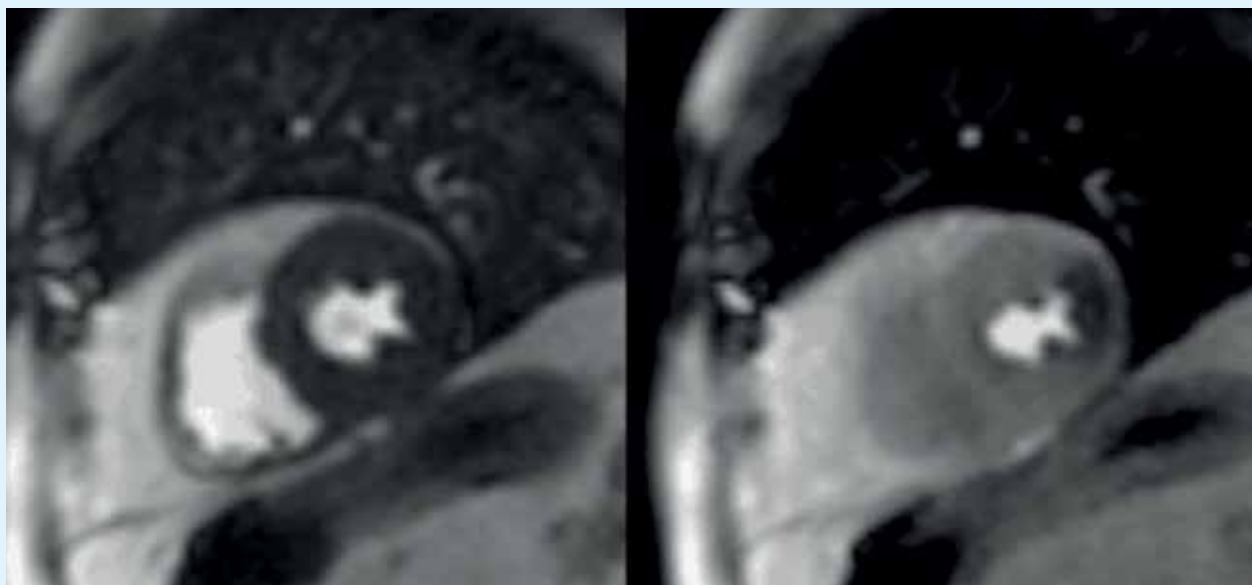
zeker 10-15 min persisteert. Het scanwindow is hierdoor aanzienlijk groter, waardoor de timing met gadolinium eenvoudiger is. Het nadeel is dat het middel duurder is en dat de patiënten na het onderzoek in geringe mate hypotensief kunnen zijn. Dit laatste kan tijdens een kortdurende opname goed worden opgevangen.

Dr. Th.J.A. Kuijpers
Dr. T.A.M. Kaandorp
Dr. S.A. Rebergen

radiologen Bronovo Ziekenhuis
 's-Gravenhage

Literatuur

1. MR-IMPACT: comparison of perfusion-cardiac magnetic resonance with single-photon emission computed tomography for the detection of coronary artery disease in a multicentre, multivendor, randomized trial. Schwitler J, Wacker CM, van Rossum AC, Lombardi M, Al-Saadi N, Ahlstrom H, et al. *Eur Heart J* 2008;29:480-9.
2. MR-IMPACT II: Magnetic Resonance Imaging for Myocardial Perfusion Assessment in Coronary artery disease Trial: perfusion-cardiac magnetic resonance vs. single-photon emission computed tomography for the detection of coronary artery disease: a comparative multicentre, multivendor trial. Schwitler J, Wacker CM, Wilke N, Al-Saadi N, Sauer E, Huettle K, et al. *Eur Heart J* 2012 Mar 4 (E-pub ahead of print).
3. Cardiovascular magnetic resonance and single-photon emission computed tomography for diagnosis of coronary heart disease (CE-MARC): a prospective trial. Greenwood JP, Maredia N, Younger JF, Brown JM, Nixon J, Everett CC, et al. *Lancet* 2012;379:453-60.



Figuur 3. Adenosineperfusie MR-studie. De afbeelding links toont een korte-asopname van het linker ventrikel met contrastmiddel in rechter en linker kamer, waarbij het myocard nog niet is aangekleurd. De afbeelding rechts toont aankleuring van het myocard, waarbij in het laterale segment sprake is van een transmuraal perfusiedefect. Dit is zeer suspect voor een significante stenose in de circumflextak van de linker coronairarterie (bevestigd met angiografie).

Extracardiale nevenbevindingen bij cardiale CT en MRI: You can't always get what you want



HEIN STALLMAN



PETER JACOBS



YOLANDA VAN DER GRAAF

Met de toegenomen populariteit van cardiale CT en MRI bij de evaluatie van pijn op de borst is er een grotere kans op de detectie van nevenbevindingen. Deze bijvangst maakt de interpretatie van cardiale onderzoeken lastig. Dit artikel benadrukt het belang van het kritisch beoordelen van extracardiale structuren en de centrale rol van de radioloog. Nevenbevindingen worden hier gedefinieerd als (mogelijk) klinisch relevante afwijkingen die niet gerelateerd zijn aan de presenterende klacht en gelegen zijn buiten het doelorgaan van het onderzoek.

Deze ruime definitie leert dat nevenbevindingen dus in elk type beeldvormend onderzoek kunnen optreden en in die zin dus een onvermijdelijk onderdeel van ons vakgebied zijn. Desondanks is er weinig literatuur beschikbaar over de lange termijn en de echte klinische betekenis van verschillende categorieën nevenbevindingen. Volgens ons is het van belang om bij de beoordeling van cardiale CT en MRI kennis te hebben van de mogelijke extracardiale bevindingen. De radioloog dient deze te herkennen, op waarde te schatten en er vervolgens een afgewogen advies over te geven. Hiervoor gebruikt hij zijn klinische ervaring en bestaande richtlijnen voor follow-up.

Hier komt in het veld van de cardiovasculaire beeldvorming nog een bijzondere factor bij: want hoewel potentieel aanwezig in alle beeldvormende onderzoeken, is er geen enkel ander deelgebied waarbij de nevenbevinding zoveel controversie heeft opgeroepen als in de cardiovasculaire radiologie. De tegenstanders wijzen op zowel economische als medisch-ethische effecten: extra kosten voor additionele diagnostiek, langjarige follow-up van de meest waarschijnlijke benigne pathologie, angst en onzekerheid bij patiënten, en eventueel zelfs iatrogene schade ten gevolge van (onnodige) invasieve diagnostiek.

De voorstanders wijzen op het potentiële nut: het vinden van nevenbevindingen kan een alternatieve diagnose betekenen voor de presenterende klacht, er kunnen *de novo* primaire tumoren worden ontdekt in een behandelbaar stadium van ziekte, of de afwezigheid van nevenbevindingen kan een geruststellend effect hebben (bijv. rokers met cardiale klachten en angst voor longkanker). Wat ons betreft is het systematisch

beoordelen van een onderzoek op de aanwezigheid van nevenbevindingen een integraal onderdeel van de diagnostiek. Diverse organen buiten het hart zijn met het onderzoek afgebeeld, en men kan vervolgens niet net doen of deze informatie er niet is. Systematische beoordeling overslaan staat in die zin gelijk aan de internist die een bloedbeeld aanvraagt en vervolgens alleen let op het Hb.

Dat de controverse juist binnen de cardiovasculaire radiologie hoog oplaat, komt mogelijk paradoxaal genoeg voort uit het feit dat cardiale CT juist gebruik maakt van een zo klein mogelijk field-of-view (FOV). Dit verbetert de resolutie van het afgebeelde orgaan. Hierdoor wordt in tegenstelling tot bijv. een standaard CT thorax benadrukt dat het doelorgaan specifiek het hart is en dat alle andere zichtbare anatomische structuren van ondergeschikt belang zijn in het beoordelen van het onderzoek. Nochtans is er zelfs bij een minimaal FOV altijd een aanzienlijk deel van het longparenchym en het mediastinum alsook een (klein) stuk van de bovenbuik in beeld, en daarmee een breed spectrum aan nevenbevindingen. Bij cardiale MRI zijn er weliswaar veel sequenties met een kleiner FOV, maar tot een standaardonderzoek behoren altijd een scout en vaak ook een T1- gewogen

(‘black blood’) opname waarop een groot deel van thorax en bovenbuik zijn afgebeeld.

CT

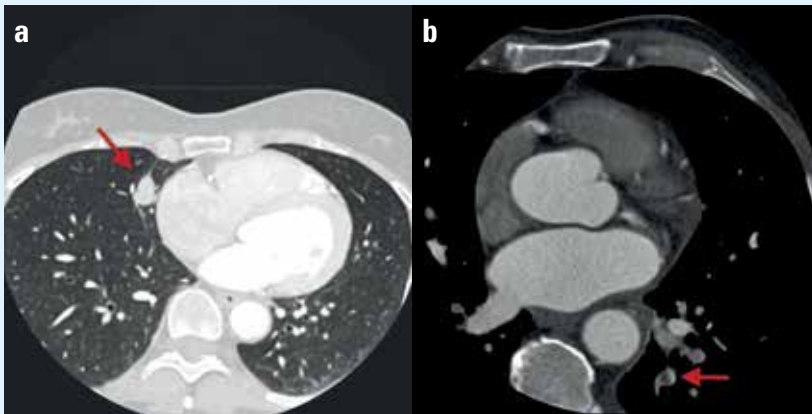
Review van de beschikbare studies naar de prevalentie van incidentele bevindingen bij cardiale CT (zowel electron-beam als multidetector CT) wijst uit dat deze gemiddeld 34% bedraagt (95% CI, 32,6-35,3%) [1]. Echter, het aantal klinisch relevante nevenbevindingen (bij gebrek aan solide outcome-data doorgaans gedefinieerd als een bevinding waarvoor aanvullende diagnostiek geadviseerd wordt) bedraagt 7,7% (95% CI, 7,0-8,3%). De overall prevalentie van nieuw gediagnosticeerde maligniteiten is 0,21%; dit betreft voor circa tweederde primaire longtumoren.

Specifieke voorbeelden van incidentele bevindingen die men kan tegenkomen bij het beoordelen van cardiale CT zijn pulmonale nodi, infiltratieve consolidaties, aanwijzingen voor interstitiële longziekte en pleurale pathologie; in het mediastinum pathologische lymfeklieren, wandverdickking van de oesophagus, thoracale aneurysmata of schildklierpathologie; in de bovenbuik focale leverlaesies of bijnierlaesies; en ten slotte sclerotische of lytische skeletlaesies (Tabel 1). Hiervan vormen intrapulmonale

Tabel 1.

Regio	Niet-cardiale bevinding
1. Bovenbuik	Lever, nier, bijnier, pancreas, milt: cyste of proces, galstenen, hernia diaphragmatica, maagdivertikel, ascites, aneurysma, lymfadenopathie.
2. Thoraxwand	Mammatumor, implantaten (ruptuur), elastofibroma dorsi, cutane nodus
3. Skelet	Rib- of wervelfractuur, osteonecrose humeruskop, sclerotische/lytische bothaarden
4. Long	Emfyseem, nodus, consolidatie, pleuravocht, pleurale plaque
5. Mediastinum	Pulmonale hypertensie, longembolie, lusoria (dysfagie), aortadissectie/aneurysma, lymfadenopathie, thymusrest, struma, wandverdickking oesophagus

Perifeer naar centraal: start het onderzoek met nevenbevindingen en zoek in elk compartiment. Per compartiment worden enkele voorbeelden genoemd.



Figuur 1. Extracardiale bevinding op CT. 1a. Axiale CTA coronairen (longsetting): 21 mm nodus in de middenkwab (pijlpunt). Relevantie: 75% kans op maligniteit bij doorsnede >20 mm. 1b. Axiale CTA coronairen, andere patiënt (wekedelensetting): longembolieën linker onderkwab (pijl). Opmerking: ook als er in de truncus pulmonalis sprake is van suboptimaal contrastaanbod, is het contrast in de segmentele takken vaak nog voldoende voor detectie.

nodi veruit de meest prevalentie incidentele bevinding (ca. 45% van alle gerapporteerde relevante nevenbevindingen) (Figuur 1). Deze worden doorgaans gedefinieerd als >3 mm en niet verkalkt. De prevalentie van dit type nodus bedraagt 3,4%. Aan de hand van de veelgebruikte Fleischner-criteria valt voor de categorie onbestemde noduli een duidelijk advies voor verdere follow-up te geven. Belangrijk is te vermelden dat bij het gebruik van een minimaal gereconstrueerd FOV slechts 20 tot 33% van de pulmonale nodi en nieuw ontdekte longtumoren in beeld kwam [2]. Wil men dus maximaal gebruikmaken van de beschikbare informatie, is het zaak om een in maximaal FOV gereconstrueerde serie in longsetting aan de standaardreconstructies toe te voegen.

MRI

Het aantal patiënten met nevenbevindingen gerapporteerd bij cardiale MRI varieert tussen 1% en 80%. Het wekt geen verbazing dat de laagste percentages gepubliceerd worden

door cardiologen in onderzoeken waar oude verslagen op nevenbevindingen worden nagelezen. Een prospectieve beoordeling gericht op nevenbevindingen door radiologen rapporteerde 80% nevenbevindingen [3]. Een deel van de patiënten heeft belangrijke nevenbevindingen die nieuw onderzoek of behandeling vereisen. Dit bedraagt in radiologische publicaties 10-20% bij volwassenen en 2% bij kinderen. Deze getallen worden met lede ogen bekeken door sommige cardiologen die ervoor kiezen nevenbevindingen met rust te laten. Het argument is dat de cascade aan diagnostiek alleen maar geld en morbiditeit kost, maar geen gezondheidswinst oplevert. Dit is te weerleggen door alle bevindingen op relevantie te toetsen en selectief aanvullend onderzoek te adviseren, bij uitstek de expertise van de radioloog. De radioloog gebruikt bij elk onderzoek patiëntkenmerken, oude onderzoeken en klinische ervaring om een afgewogen oordeel te vormen.

Een MRI van het hart bevat meestal een la-

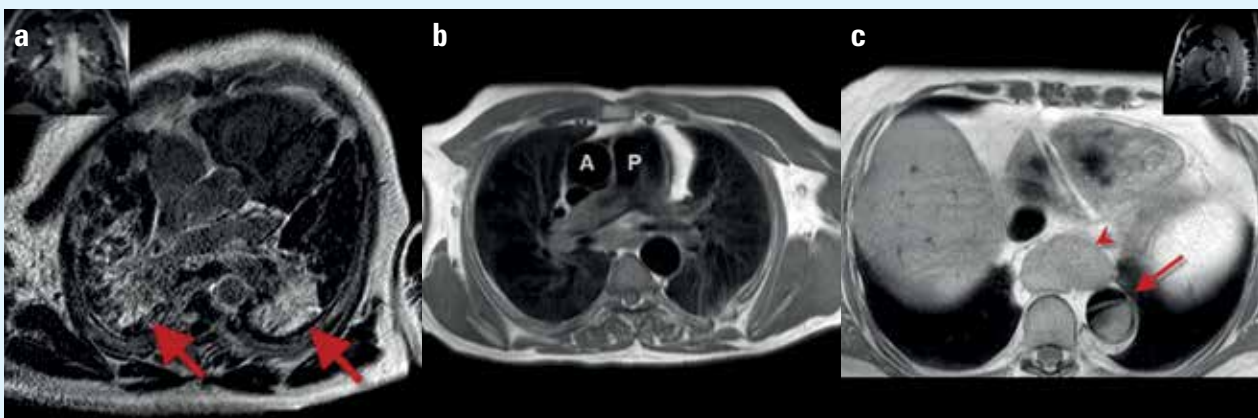
geresolutie scout-serie met een groot FOV en diverse series in cardiale vlakken. Voor maximaal rendement is het noodzakelijk alle series te gebruiken bij de beoordeling van nevenbevindingen. Een studie in 2012, specifiek gericht op extracardiale afwijkingen, beschrijft dat 80% van de nevenbevindingen gevonden wordt op de combinatie van scout, cine en late-enhancement series.

De scoutserie en eventuele axiale en coronale T1-gewogen 'black blood' opnamen vormen de basis bij het zoeken naar nevenbevindingen. De opnamen in cardiale vlakken zijn nuttig om de aanwezigheid te bevestigen en een artefact uit te sluiten. Daarnaast kan vroeg of late aankleuring van de afwijking op dynamische of late series aangetoond worden. Figuur 2 toont voorbeelden van sarcoidose, pulmonale hypertensie, aortadissectie en hernia diaphragmatica.

Het is van belang rekening te houden met MRI-specifieke artefacten. Zo kan bijv. veldinhomogeniteit aan de rand op de scoutopnamen wisselend beenmergsignaal van wervels of humeruskoppen geven, aliasing kan door overprojectie van de vethoudende subcutis een hyperintense lijn door het beeld veroorzaken.

De cardiale MRI is in ontwikkeling: snellere series met 3D cine en 3D flow worden nu uitgewerkt. Deze pakketten bevatten zeer veel informatie en zullen ook incidenteel pathologie buiten het hart tonen.

Ook nu al wordt regelmatig cardiale beeldvorming bij kinderen verricht. Gezien de verbeterde behandeling van congenitale hartziekten zal dit aantal waarschijnlijk toenemen. Deze leeftijdsgroep heeft een lage prevalentie van significante nevenbevindingen. Het op tijd onderkennen van extracardiale afwijkingen kan echter grote consequenties hebben. ►



Figuur 2. Extracardiale bevinding op MRI. 2a. vierkamer, late-enhancement opname: aankleurende perihilaire consolidaties bij sarcoidose (pijlen). Relevantie: in de helft van de gevallen is sarcoidose een asymptomatische nevenbevinding bij de ontdekking. 2b. transversale black blood opname: truncus pulmonalis wijder dan aorta ascendens, wijzend op pulmonale hypertensie. Relevantie: pulmonale hypertensie, longaandoening, trombo-embolische oorzaak of links/rechts-shunt. Op den duur irreversibele schade, Eisenmenger-fysiologie. 2c. transversale black blood opname: dissectie van aorta descendens (pijl) en sliding hernia diaphragmatica (pijlpunt). Relevantie: dissectie wordt chirurgisch (type A) of met antistolling / antihypertensiva (type B) behandeld. Een hernia diaphragmatica kan een verklaring vormen voor atypische retrosternale klachten.

SYSTEMATISCHE BEOORDELING

De radioloog is beter uitgerust om de verleiding van het hart te weerstaan en eerst de rest van het onderzoek te beoordelen. Stop als een moderne Odysseus je oren vol met was en bekijk rustig de scoutserie (ondanks protesten van de cardioloog). Dit voorkomt 'satisfaction of search': na het stellen van een mooie cardiale diagnose de longnodus of wervelfractuur missen. De aanpak, perifeer naar centraal, wordt beschreven in de *Tabel*. Ieder compartiment wordt met enkele voorbeelden toegelicht.

Een cardiale CT dient in long-, mediastinum- en in botsetting bekeken te worden, coronaal, sagittaal en transversaal. Bij het beoordelen van coronairen wordt meestal een 3 mm MIP (maximale intensiteit projectie) gebruikt om stenosen te graderen. Een 10 mm MIP kan ook helpen om snel longnodi op te sporen. Hierbij kan overwogen worden voor de beoordeling van nevenbevindingen een zo groot mogelijk FOV te reconstrueren uit de beschikbare ruwe data.

Bij MRI zijn vooral scout- en T1-gewogen black blood opnamen – vanwege het grote FOV – waardevol voor nevenbevindingen. De overige series (o.a. late enhancement, T2STIR, cine) kunnen gericht gebruikt worden voor het beoordelen van aankleuring, vocht versus vetcomponent of bevestiging van de afwijking in een ander anatomisch vlak.

Nadat het in de routine van het onderzoek is opgenomen, kost zoeken naar nevenbevindingen niet meer dan 1-2 min. Specifieke beoordeling gericht op nevenbevindingen levert een verdubbeling van significante nevenbevindingen [3].

In het algemeen geldt dat voorafgaand aan de beoordeling het de moeite loont om relevante oude beelden te activeren. Zo kunnen nevenbevindingen aan het eind van de verslaglegging meteen vergeleken worden met de ingeladen oude onderzoeken.

CONCLUSIE

Het adagium 'de patiënt heeft voor de gehele foto betaald' is ook van toepassing op cardiale CT en MRI. Deze onderzoeken bevatten vaak extracardiale bevindingen, waarvan een deel nieuw en klinisch relevant is. We kunnen niet net doen of die informatie er niet is. De radioloog beschikt over de juiste gereedschappen (patroonherkenning, klinische ervaring, PACS, toegang tot dossier) om het kaf van het koren te scheiden. De aanvrager rekent erop dat het verslag de klinische relevantie en advies over vervolgonderzoek duidelijk weergeeft.

KERNPUNTEN

- Bij 5-10% van de onderzoeken significante nevenbevindingen.
- Systematische beoordeling van nevenbevindingen toont de meerwaarde van de radioloog.

- Reconstructie van maximaal field of view (CT).
- Start met nevenbevindingen in vaste volgorde: buik, thoraxwand, skelet, long, mediastinum, cardiaal.
- Artefact: is de afwijking zichtbaar op andere sequenties of reconstructies?
- Beoordeel relevantie: aankleuring, groei (oude onderzoeken en dossier).
- Geef een advies: waarschijnlijk geen consequentie, specifieke anamnese of lichamelijk onderzoek, aanvullend onderzoek, controle.

Dr. H.P. Stallman

Dr. P.C.A. Jacobs

aios radiologie St. Antonius Ziekenhuis Nieuwegein

Prof.dr. Y. van der Graaf

klinisch epidemioloog Universiteit Utrecht

Literatuur

1. Jacobs P, Mali W, Grobbee D, Graaf Y van der. Prevalence of incidental findings in CT screening of the chest: a systematic review. *JCAT* 2008;32:214-21.
2. Northam IM, Koonce J, Ravenel JG. Pulmonary nodules detected at cardiac CT: comparison of images in limited and full fields of view. *Am J Roentgenol* 2008;191:878-81.
3. Wyttenbach R, Médioni N. Extracardiac findings detected by cardiac magnetic resonance imaging. *Eur Radiol* 2012;22:1295-302.

Triple rule out



JOACHIM WILDBERGER



BAS BEKKERS

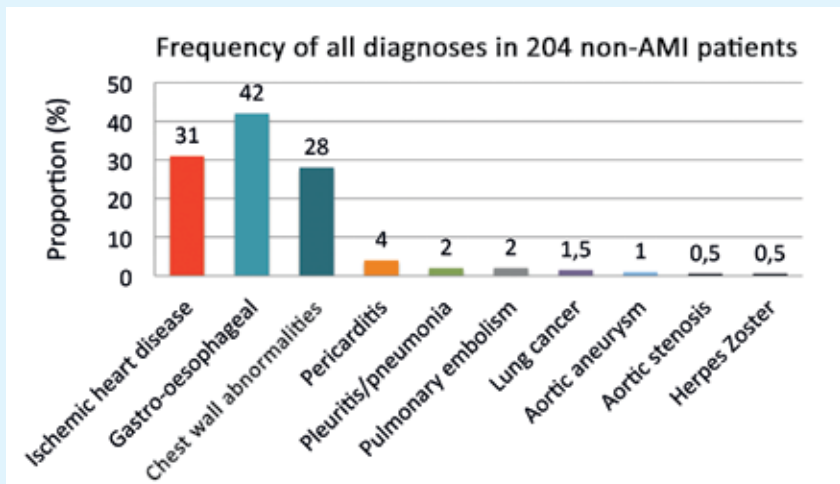
Minder dan 5% van deze patiënten heeft een STE-levatie acuut coronair syndroom (STE-ACS), en 25% heeft een non-STE-ACS, waarvoor initieel geen non-invasieve beeldvorming noodzakelijk is. Het leeuwendeel van de patiënten met acute pijn op de borst heeft een alternatieve, niet levensbedreigende diagnose zoals gastro-intestinale (42%) of

De term 'triple rule out' wordt vaak in de context van CT-angiografie voor de evaluatie van acute pijn op de borst ('acute chest pain') gebruikt. Enerzijds gaat het om het uitsluiten van drie verschillende potentieel levensbedreigende aandoeningen ('triple rule out'), anderzijds ook om de beeldvorming rondom patiënten met pijn op de borst. Acute pijn op de borst is een van de meest voorkomende redenen voor een bezoek aan de spoedeisende of eerste harthulp (SEH) en verantwoordelijk voor jaarlijks meer dan 8 miljoen consultaties in de VS.

musculoskeletale aandoeningen (28%), angst- of paniekstoornis (20%), peri-myocarditis (4%), pleuritis, pneumonie of pneumothorax (2%), longembolie (2%), aortale dissectie met aneurysma (1%), of aortaklepstenose (<1%) (*Figuur 1*).

Uit studies in het begin van deze eeuw bleek dat bij patiënten die werden geëvalueerd voor

acute pijn op de borst, een ACS in 2% werd gemist na follow-up. Dit ging gepaard met een hoge mortaliteit. Tegenwoordig zijn gevoelige biomarkers (high-sensitive troponine, D-dimeren, etc.) beschikbaar met een zeer hoge negatief-voorspellende waarde [2], waardoor het missen van een ACS (of longembolie of aorta-dissectie) minder waarschijnlijk is geworden.



Figuur 1. Alternatieve diagnoses bij 204 patiënten met acute pijn op de borst, bij wie een acuut myocardinfarct was uitgesloten en aanvullend niet-cardiovasculair onderzoek werd verricht (gemodificeerd van [1]).

De diagnose ACS is vooral gebaseerd op een zorgvuldige anamnese, lichamelijk onderzoek, ECG en (gevoelige) biomarkers, waarna een risicostratificatie zal volgen. Daarom is het van belang dat de initiële evaluatie en triage plaatsvinden door een deskundig arts met ervaring in acute cardiovasculaire pathologie. Het gebruik van sensitieve (en liefst zo specifiek mogelijke) biomarkers kan bepaalde diagnoses ondersteunen of juist verwerpen. Of aanvullend niet-invasief beeldvormend onderzoek moet plaatsvinden, zal hiervan afhankelijk zijn. Nadat acute aandoeningen zijn uitgesloten, moet gezocht worden naar een alternatieve, meestal niet levensbedreigende diagnose. Ook hier kan niet-invasief beeldvormend onderzoek een rol spelen, maar het aantonen van coronairlijden is hierbij minder van belang (*Figuur 1*). Gezien de lage prevalentie van occulte ACS zal slechts een klein deel van de patiënten voor een triple rule out-protocol in aanmerking komen.

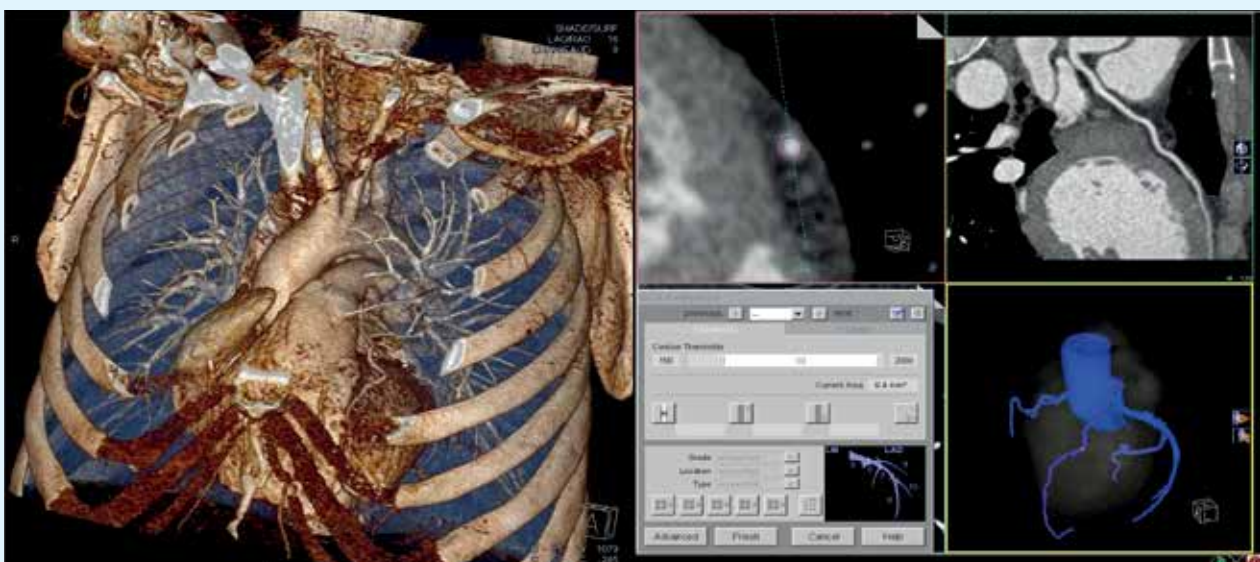
Uit radiologisch perspectief is de afgelopen jaren veel aandacht besteed aan de volgende onderwerpen:

Zijn de huidige imagingtechnieken geschikt om met één onderzoek (meestal CT-angiografie) drie belangrijke orgaansystemen af te beelden en te beoordelen – en dus acute longembolie, acute pathologie van de aorta en CAD (coronary artery disease) zeker uit te sluiten?

Dit is een 'shift in paradigm'. Wij zijn enerzijds gewend om conform ALARA ('as low as reasonably achievable') met behulp van röntgenstraling ziektebeelden op te sporen. Anderzijds wordt dezelfde röntgenstraling voor deze drie acute aandoeningen vanwege de hoge negatief-voorspellende waarde gebruikt om deze patiënten meteen na het onderzoek veilig naar huis te kunnen sturen (triple rule out).

Er is inmiddels voldoende bewijs dat CT-angiografie in staat is acute longembolieën en acute pathologie van de (thoracale) aorta uit te sluiten (of te bevestigen). Voor deze indicaties is multidetector spiraal CT de meest geschikte beeldvormende techniek; ze is hiervoor opgenomen in de verschillende richtlijnen [3,4].

De vraag hoe significant coronairlijden het beste kan worden uitgesloten is minder gemakkelijk te beantwoorden. Inmiddels zijn de volgende aspecten wel duidelijk: scannertechnologie met minder dan 64-slices wordt als 'outdated' beschouwd. Tegen deze achtergrond is coronaire CT-angiografie wel in staat significante coronaire stenosen bij patiënten met verwacht coronairlijden uit te sluiten. Hoge beeldkwaliteit kan met 64-slice scanners worden bereikt door gebruikmaking van retrospectief ECG-gating (tegen de kosten van een hoge stralingsdosis). Bij uitzondering kan het ook met een prospectief ECG-getriggerd protocol worden uitgevoerd, waarbij aan bepaalde randvoorwaarden moet worden voldaan (hartfrequentie <60/min, volledige medewerking van de patiënt tijdens de data-acquisitie, etc.). In 1/3 van de gevallen moet echter met een niet-diagnostische scan rekening gehouden worden [5]. Deze beperkingen kunnen wel worden opgelost met de meest recente scannertechnologie (256/320-slice scanners; tweedegeneratie dual-source CT). Snelle data-acquisitie in combinatie met iteratieve beeldreconstructietechnieken en high-pitch protocollen maken dit onderzoek robuust, geschikt voor de dagelijkse praktijk, en ook in termen van stralingsbelasting attractief (*Figuur 2*). ▶



Figuur 2. Negatieve CT-angiografie bij een patiënt met acute pijn op de borst, bij wie door initiële evaluatie d.m.v. anamnese, lichamelijk onderzoek, ECG en biomarkers een ACS was uitgesloten (klinisch: lage pre-test waarschijnlijkheid op CAD).

Vanzelfsprekend is deze techniek niet in staat invasieve coronaire angiografie volledig te vervangen, vooral niet voor patiënten bij wie door een hoge pre-test waarschijnlijkheid de kans aanwezig is dat naast de diagnose ook therapeutische handelingen noodzakelijk zijn (STE-ACS en veelal tropine-positieve NSTEMI-ACS).

De vragen die nu naar voren komen zijn: welke patiënten komen überhaupt in aanmerking voor deze scan? Is er behoefte aan een breed beeldvormend onderzoek – is deze aanpak kostenefficiënt en effectief?

In de dagelijkse praktijk is de triage van patiënten met acute pijn op de borst gebaseerd op een zorgvuldige anamnese, lichamelijk onderzoek, (seriële) ECG en gevoelige biomarkers. De verzamelde informatie wordt geïntegreerd en het risico van in-hospital, 30-dagen, en/of 1-jaars 'major adverse cardiac events' (MACE) berekend (m.b.v. TIMI en GRACE risk scoring systems). Het therapeutisch beleid is o.a. afhankelijk van deze eerste risicostratificatie.

Door een nieuwe generatie biomarkers met een hoge negatief-voorspellende waarde (zoals D-dimeren voor longembolie of acute aortadissectie, en 'high-sensitive troponins' voor ACS) is de rol van CT-angiografie bij de diagnostiek van acute pijn op de borst complexer geworden. Dit wordt nog eens versterkt doordat alternatieve beeldvormende technieken beschikbaar zijn, die coronaire anatomie met functionele informatie combineren (bijv. stress/rust cardiovasculaire MR in combinatie met een observatie-eenheid [6]).

Een geselecteerde subpopulatie (met een lage pre-test waarschijnlijkheid) komt voor een CT-scan in aanmerking. Dit blijft wel een logistieke uitdaging – vooral als 24/7-beschikbaarheid vereist is. Aan de andere kant zal deze techniek de triage van patiënten met pijn op de borst veranderen, vooral als coronaire CT-angiografie snel kan worden toegepast. Zo werden bijv. in de ROMICAT-II-studie alleen patiënten geïncludeerd tijdens 'weekday daytime hours' op afdelingen die een 'dedicated accelerated diagnostic protocol' konden bieden [7]. In de ROMICAT I-studie van dezelfde onderzoeksgroep waren 368 van initieel 1869 patiënten met pijn op de borst (voor langer dan 5 min) in de studie meegenomen (19,7%) [8]. Ook in de CT-STAT-studie is slechts een gedeelte van de gescreende patiënten geïncludeerd (749/6640 patiënten; 11,3%). Exclusie criteria waren naast inhoudelijke redenen (bekend coronairlijden,

etc.) contra-indicaties voor het CT-onderzoek en logistieke beperkingen.

CT-angiografie is snel en kosteneffectief gebleken, en mede hierdoor kan het een aanvullende rol spelen in de diagnostiek van acute pijn op de borst. Zo hebben de auteurs van de CT-STAT-studie aangetoond dat de tijdsbesteding en kosten van een CT-angiografie protocolvoordelig zijn ten opzichte van een stress/rust CMR-onderzoek in een populatie met een lage pre-test waarschijnlijkheid [9].

Litt et al. [10] hebben in hun 'real world'-studie aangetoond dat patiënten met een laag of intermediair risico van coronairlijden en een negatieve CT-angiografie minder dan 1% risico hebben van een myocardinfarct binnen 30 dagen follow-up (upper limit of the confidence interval). Hoffmann et al. [7] benadrukken dat vroegtijdig CT angiografisch coronair onderzoek bij patiënten met acute pijn op de borst, zonder aanwijzingen voor een acuut myocardinfarct, tot een efficiëntere (en snellere) besluitvorming leidt en dat dit opweegt tegen het nadeel van meer additionele tests op basis van de resultaten van de CT-scan. Vergeleken met standaard-triagetechnieken was CT-angiografie niet kosteneffectiever.

Uit de editorials en de discussies rondom deze studies wordt wel duidelijk dat er additionele vragen te beantwoorden zijn, vooral de hamvraag: **"In short, the question is not which test leads to faster discharge of patients from the emergency department, but whether a test is needed at all"** [11].

Deze vraag dient gezamenlijk door radiologen en cardiologen, SEH-artsen en nucleair geneeskundigen, alsmede iedereen die met deze vragen in de dagelijkse praktijk omgaat, beantwoord te worden. Nauwkeurige beeldvormende technieken zijn nu beschikbaar; de kunst is deze op de juiste wijze in te zetten bij de juiste patiënt. ■

Prof.dr. J.E. Wildberger
radioloog

Dr. S.C.A.M. Bekkers
cardioloog

mede namens: prof.dr. Harry J. Crijns (Cardiologie), dr. Marco Das (Radiologie), dr. Suzanne C. Gerretsen (Radiologie), Suzanne Gommers (Radiologie), Janneke Houwers (Radiologie), Caroline Jaarsma (Cardiologie), Ivo P. Joosen (Cardiologie), dr. Bas L. Kietselaer (Cardiologie/Radiologie), Casper Muhl (Radiologie), dr. Simon Schalla (Cardiologie), Martijn Smulders (Cardiologie), Matthijs O. Versteijlen (Cardiologie) en dr. Bob Weijts (Cardiologie).

Maastricht University Medical Center (MUMC)

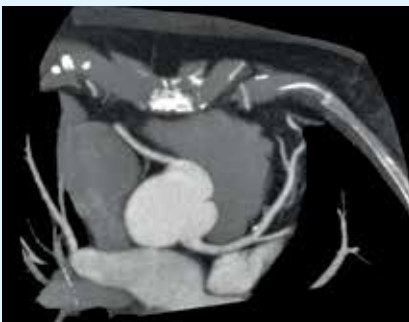
Literatuur

- 1 Fruergaard P, Launbjerg J, Hesse B, Jørgensen F, Petri A, Eiken P, et al. The diagnoses of patients admitted with acute chest pain but without myocardial infarction. *Eur Heart J* 1996;17:1028-34.
- 2 Aldous SJ, Richards M, Cullen L, Troughton R, Than M. Diagnostic and prognostic utility of early measurement with high-sensitivity troponin T assay in patients presenting with chest pain. *CMAJ* 2012;184:E260-8.
- 3 Bettmann MA, Baginski SG, White RD, Woodard PK, Abbara S, Atalay MK, et al. ACR Appropriateness Criteria® acute chest pain-suspected pulmonary embolism. *J Thorac Imaging* 2012;27:W28-31.
- 4 Achenbach S, Barkhausen J, Beer M, Beerbaum P, Dill T, Eichhorn J, et al. Consensus recommendations of the German Radiology Society (DRG), the German Cardiac Society (DGK) and the German Society for Pediatric Cardiology (DGPK) on the use of cardiac imaging with computed tomography and magnetic resonance imaging. *RofO* 2012;184:345-68.
- 5 Sá MI, Nicol ED, Stirrup J, Crean A, Roughton M, Padley SP, Rubens MB. Implications for single phase prospective CT coronary angiography for the diagnosis of significant coronary stenoses in clinical practice. *Int J Cardiol* 2011;147:393-7.
- 6 Miller CD, Hwang W, Hoekstra JW, Case D, Lefebvre C, Blumstein H, et al. Stress cardiac magnetic resonance imaging with observation unit care reduces cost for patients with emergent chest pain: a randomized trial. *Ann Emerg Med* 2010;56:209-19.
- 7 Hoffmann U, Truong QA, Schoenfeld DA, Chou ET, Woodard PK, Nagurney JT, et al. Coronary CT angiography versus standard evaluation in acute chest pain. *N Engl J Med* 2012;367:299-308.
- 8 Hoffmann U, Bamberg F, Chae CU, Nichols JH, Rogers IS, Seneviratne SK, et al. Coronary computed tomography angiography for early triage of patients with acute chest pain: the ROMICAT (Rule Out Myocardial Infarction using Computer Assisted Tomography) trial. *J Am Coll Cardiol* 2009;53:1642-50.
- 9 Goldstein JA, Chinnaiyan KM, Abidov A, Achenbach S, Berman DS, Hayes SW, et al. The CT-STAT (Coronary Computed Tomographic Angiography for Systematic Triage of Acute Chest Pain Patients to Treatment) trial. *J Am Coll Cardiol* 2011;58:1414-22.
- 10 Litt HI, Gatsonis C, Snyder B, Singh H, Miller CD, Entzikin DW, et al. CT angiography for safe discharge of patients with possible acute coronary syndromes. *N Engl J Med* 2012;366:1393-403.
- 11 Redberg RF. Coronary CT angiography for acute chest pain. *N Engl J Med* 2012;367:375-6.

CT en MRI van het hart en de grote vaten: normale anatomie



ALBERT DE ROOS



Figuur 1. Oblique MPR. Deze CT-figuur illustreert de oorsprong en het beloop van de coronairarteriën ter hoogte van de aortawortel.

De basis voor de interpretatie van normale en pathologische beelden is goede kennis van de normale anatomie en functie. Veel details van de anatomie van hart en grote vaten is ook zichtbaar op standaard CT-opnamen van de thorax. Het herkennen en benoemen van cardiale afwijkingen op standaard CT-opnamen van de thorax wordt daarom steeds relevanter voor de dagelijkse praktijk. Het is dus van belang dat de algemene radioloog goede kennis verwerft van de normale anatomie en van veelvoorkomende pathologie van het hart en de grote vaten, zodat relevante bevindingen niet gemist worden. Het diagnosticeren van bijv. pericarditis is

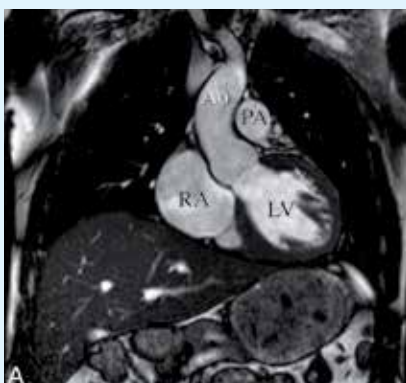
CT en MRI zijn uitstekend geschikt om het hart en de grote vaten in beeld te brengen. Deze doorsnedetechnieken hebben het voordeel ten opzichte van echocardiografie dat de opnamen in allerlei oriëntaties kunnen worden gemaakt of dat driedimensionale volumes achteraf bewerkt kunnen worden, zodat belangrijke structuren beter in beeld worden gebracht. Volume CT-opnamen kunnen bijv. achteraf bewerkt worden, zodat er reconstructies van de coronairarteriën in het beloop van de verschillende vaten kunnen worden gemaakt ('multiplanar reformatting') (zie *Figuur 1*). Gebruik van werkstations en bijbehorende software is onontbeerlijk om de maximale informatie uit CT- en MRI-beelden te halen.

geen onbelangrijke toevallsbevinding, maar een belangrijke differentiaaldiagnose van longembolie en aortadissectie, waar de radioloog dus bewust op dient te letten bij evaluatie van CT thorax bij patiënten met acute pijn op de borst. Zo is er een groot scala aan differentiaaldiagnosen bij patiënten met acute pijn op de borst waarbij CT van de thorax cruciale informatie kan verschaffen.

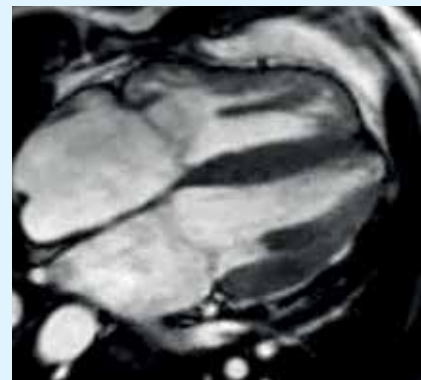
Stapsgewijs en op logische wijze dient de normale anatomie van hart en vaten te worden geanalyseerd. De zogenaamde *segmentele analyse* van de anatomie is hiervoor goed bruikbaar. Achtereenvolgens worden de atria, de hartkamers en de grote vaten benoemd (zie *Figuren 2 en 3*). De verschillende structuren hebben anatomische kenmerken waarmee zij kunnen worden geïdentificeerd. Het is ook belangrijk een goede ruimtelijke voorstelling te hebben over de ruimtelijke oriëntatie van hartstructuren en grote vaten. Kunt u zich bijv. ruimtelijk de positie van het rechter ventrikel of de oorsprong van de coronairarteriën uit de aortawortel onmiddellijk voorstellen? Probeer voor uzelf een doorsnede te tekenen in het transversale vlak en markeer

achtereenvolgens: rechter atrium, rechter ventrikel, a. pulmonalis, longvenen, linker atrium, linker ventrikel, kleppen en coronairvaten (zie *Figuur 2*).

Het normale rechter atrium heeft een driehoekig hartoor met een brede basis, wat naar ventraal doorloopt. De morfologie van het hartoor is belangrijk om een morfologisch linker en rechter atrium te onderscheiden. De klep tussen rechter atrium en rechter ventrikel wordt tricuspidaalklep genoemd en bevindt zich wat dichterbij de apex van het hart dan de mitraalklep, die zich tussen linker atrium en linker ventrikel bevindt (zie *Figuur 3*). Dit verschil in aanhechting van de tricuspidaalklep en mitraalklep is een belangrijk kenmerk om het rechter ventrikel (met bijbehorende tricuspidaalklep) te herkennen. De feitelijke positie van een ventrikel (bijv. voor of achter, links of rechts) of de wanddikte zijn geen kenmerken waaraan een ventrikel kan worden herkend. Het belang van het anatomisch correct benoemen van een ventrikel is vooral van belang bij het analyseren ►



Figuur 2. Coronale (A) en sagittale (B) MRI gradiënt-echo-beelden van normale anatomie. Ao= aorta ascendens; RA=rechter atrium; LV=linker ventrikel; PA=a. pulmonalis; RV=rechter ventrikel; LA=linker atrium; rPA=rechter a. pulmonalis.



Figuur 3. Einddiastolische 4-kameropname van het hart. De tricuspidaalklep bevindt zich wat dichterbij de apex van het hart dan de mitraalklep. Het gemakkelijkst is dit zichtbaar nabij de aanhechting van beide kleppen aan het interventriculaire septum. Dit verschil in positie van aanhechting tussen de tricuspidaalklep en mitraalklep is een belangrijk kenmerk om bijv. het rechter ventrikel te herkennen; dit hoort immers altijd bij de tricuspidaalklep.

van aangeboren hartafwijkingen, waarbij de normale anatomie geheel verstoord kan zijn.

Naast het verschil in aanhechting van tricuspidaal- en mitraalklep zijn er nog twee kenmerken die van dienst kunnen zijn om het rechter ventrikel te herkennen. De zogenaamde *moderator band* is een dwars verlopende spierbundel in de apex van het rechter ventrikel; deze structuur is kenmerkend voor het rechter ventrikel en wordt niet gezien in het morfologische linker ventrikel. Naast de moderatorband komen er ook papillairspieren in zowel het rechter als linker ventrikel voor, maar deze spierstructuren hebben een oriëntatie in de lengte van het ventrikel, in tegenstelling tot de moderatorband. Normaliter ontspringt de a. pulmonalis uit het rechter ventrikel. Rond het ontspringende vat is een spierrok zichtbaar. Deze spierrok of *infundibulum* is eveneens karakteristiek voor een morfologisch rechter ventrikel.

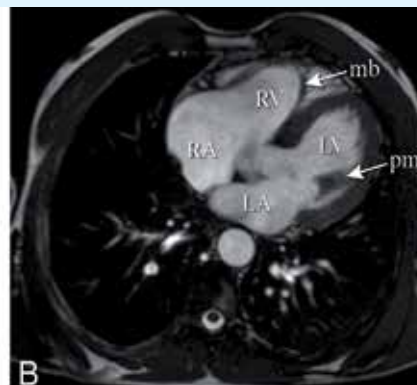
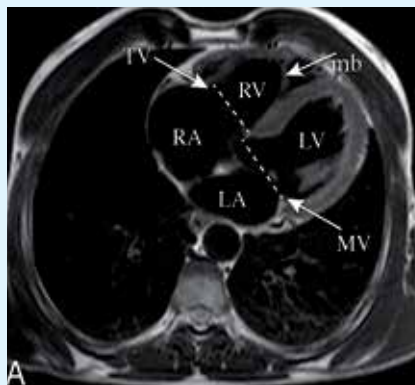
Samenvattend: onthoudt de volgende drie criteria voor het benoemen van een morfologisch rechter ventrikel: 1. meer apicale aanhechting tricuspidaalklep; 2. moderatorband; 3. infundibulum.

Het rechter atrium ontvangt bloed vanuit het myocard via de sinus coronarius die uitmondt aan de dorsale onderzijde van het hart, in de buurt van de inmonding van de v. cava inferior. De sinus coronarius is een belangrijke structuur voor het plaatsen van devices (bijv. ICD leads).

In de laterale wand van het rechter atrium is vaak een normale weefselrichel zichtbaar, de zogenaamde crista terminalis. Soms is de crista terminalis sterk ontwikkeld en kan verward worden met een pathologische structuur, zoals bijv. een myxoom.

Het zuurstofarme bloed wordt door het rechter ventrikel via de a. pulmonalis naar de longen gepompt en keert naar het linker atrium terug via een viertal longvenen (twee beiderzijds). Er is enige variatie in de anatomie van de longvenen. Regelmatig is er een extra longvene rechts en een gemeenschappelijk ostium voor de twee linker longvenen. De anatomie van de longvenen is van belang voor het plannen van katheterinterventies bij de behandeling van atriumfibrilleren.

Het linker atrium heeft een tubulair gevormd hartoor met een nauwe verbinding met het atrium, in tegenstelling tot de situatie in het rechter atrium. De morfologie van



Figuur 4. Normale MR-anatomie in het transversale vlak met spin-echo (A) en gradiënt-echo (B) techniek. RA=rechter atrium; stippelijntje gelabeld TV is het vlak van de tricuspidaalklep (TV); dit klepvlak ligt dicht bij de apex van het linker ventrikel dan het klepvlak van de mitraalklep (MV). mb=moderator band, kenmerkend voor een morfologisch rechter ventrikel (RV). LA=linker atrium; LV=linker ventrikel. Pm=papillairspier in linker ventrikel.

het linker en rechter atrium wordt herkend aan de vorm en grootte van de respectievelijke hartoren. Het linker hartoor is een voorkeursplek voor de vorming van een trombus bij patiënten met atriumfibrilleren. De anatomie van de hartoren en daarbijbehorende atria bepaalt de zogenaamde situs. Bij een situs solitus bevinden het linker en rechter atrium zich ter linker- en rechterzijde in de patiënt (normale anatomische verhoudingen). Bij situs inversus zijn deze verhoudingen omgedraaid. Bij situs ambiguus zijn er twee morfologische linker of rechter atria. Het benoemen van de situs is van belang bij het analyseren van complexe hartafwijkingen, omdat bepaalde hartafwijkingen met bepaalde situsafwijkingen gepaard gaan.

Het atriumseptum scheidt linker en rechter atrium en is zichtbaar als een dunne lineaire structuur. Een extra dun gedeelte is vaak in het midden van het atriumseptum zichtbaar, de fossa ovalis. Regelmatig kan een open foramen ovale persisteren en zichtbaar zijn op CT- of MRI-onderzoek. Een open foramen ovale is een risicofactor voor het optreden van TIA's en stroke.

Via de mitraalklep (voor- en achterblad) stroomt het zuurstofrijke bloed vanuit het linker atrium in het linker ventrikel. Het linker ventrikel is normaliter dikwandiger (normale wanddikte tijdens diastole 12 mm) en minder getrabeculariseerd dan het rechter ventrikel. Zoals eerder besproken hecht de mitraalklep wat verder van de apex af in het septum dan de tricuspidaalklep. Van nature is de apex van het linker ventrikel wat dunner, zonder dat er sprake is van een infarct of litteken. Op dynamische CT- en MRI-beelden is een goede indruk te krijgen van het openen en sluiten van de verschillende hartkleppen. Het linker ventrikel is normaliter via een uitstroombaan met de aorta verbonden. Er bevinden zich twee papillairspieren in het linker ventrikel, die vaak goed herkenbaar zijn in verschillende oriëntaties. Het is ook belang-

rijk de normale aortaklep te herkennen, aangezien een abnormaal aangelegde aortaklep een van de meest voorkomende hartafwijkingen is. Zo komt bijv. een bicuspide aortaklep frequent voor (let op configuratie, klepvercalcingen) en gaat gepaard met aneurysmavorming van de aorta ascendens. Let ten slotte op de aorta en de vertakkende vaten (zie *Figuur 4*).

CONCLUSIE

Met de huidige CT en MRI worden cardiovasculaire structuren routinematig met diagnostische kwaliteit afgebeeld. Het herkennen en analyseren van de normale anatomie van hart en grote vaten kan systematisch worden aangepakt door gebruik te maken van de segmentele analyse (benoemen atria-ventrikels-grote vaten en hun verbindingen). Herkenning van normale structuren vormt niet alleen de basis voor de diagnostiek van aangeboren hartafwijkingen, maar ook voor het herkennen van een scala van verworven pathologie.

Prof.dr. A. de Roos
radioloog LUMC Leiden

Integrale, niet-invasieve beeldvorming van coronaire hartziekte door middel van CT: een doorbraak binnen handbereik



ROZEMARIJN
VLEIAGENTHART



LUCIA KROFT

BEELDVORMING VOOR STELLEN DIAGNOSE CORONAIRE HARTZIEKTE

Coronaire hartziekte is, samen met kanker, de belangrijkste doodsoorzaak onder de Nederlandse bevolking. Er lopen in Nederland zo'n 300.000 mensen rond met klachten van pijn op de borst ten gevolge van coronaire hartziekte [1]. Deze patiënten moeten vaak meerdere tijdsintensieve en kostbare onderzoeken ondergaan die in een aanzienlijk deel van de gevallen niet-eenduidige resultaten opleveren. Stresstesten die verminderde doorbloeding van de hartspier tonen (ischemie), wijzen op de aanwezigheid van een vernauwing in een kransslagader (stenose). Dit dient bevestigd te worden door anatomisch onderzoek van de coronairen, zoals coronaire CT-angiografie (CTA) of conventionele coronairangiografie. Anderzijds is het moeilijk te voorspellen of een stenose, gedetecteerd met angiografie, ischemie veroorzaakt. De combinatie van anatomisch (coronair) en functioneel (myocard) onderzoek is van belang om het therapeutische beleid te bepalen.

De ideale situatie zou zijn dat met één niet-invasief onderzoek de diagnose coronairlijden onomstotelijk gesteld kan worden. Tot nu toe bestaat zo'n test nog niet. Dit kan mogelijk veranderen door een innovatieve CT-techniek, genaamd CT-perfusie (CTP). Met behulp van deze CT-techniek kan in één beeldvormend onderzoek zowel coronaire vernauwing als myocardischemie gedetecteerd worden.

CT-PERFUSIE ALS TOEVOEGING AAN CORONAIRE CT-ANGIOGRAFIE

Coronaire CTA heeft in korte tijd een belangrijke rol gekregen in de diagnostiek van patiënten met verdenking op coronairlijden. De voornaamste indicatie voor CTA is om significante stenosen uit te sluiten bij patiënten met laag tot intermediair risico van coronairlijden. Huidige protocollen voor coronaire CTA leveren veelal inherent informatie op over de doorbloeding van de hartspier (myocard). Daarnaast zijn er speciale CT-protocollen om myocardiale perfusie en viabiliteit te evalueren. CTP gaat uit van dezelfde principes als MRI-perfusie, aangezien de contrastmiddelen voor CT en MRI vergelijkbare contrastkinetica hebben.

Voor een volledig CTP-protocol worden opnamen gemaakt in rust en tijdens stress. De rustCTP-opname betreft meestal een reguliere coronaire CTA-serie. Hierop zijn de coronairen zichtbaar en tegelijkertijd de mate van aankleuring van het hartspierweefsel. Deze techniek kost geen extra scantijd of stralingsdosis. In principe is deze methode mogelijk met elke CT-scanner die voor coronaire CTA gebruikt wordt. Voor uitvoering van de stressCTP-opname worden twee basale technieken gebruikt: de statische 'snapshot'

afbeelding en de dynamische 'first pass'-afbeeldingstechniek [2].

STATISCHE CTP

Bij statische CTP wordt een enkele beeldserie van het hart getoond (d.w.z. op één moment in de tijd). Met betrekking tot beeldpresentatie is statische CTP grofweg vergelijkbaar met SPECT (single photon emission computed tomography). Verschillen in hartspierdoorbloeding kunnen met statische CTP kwalitatief en semi-kwantitatief worden beoordeeld. Indien een coronaire stenose ischemie veroorzaakt, wordt dit zichtbaar als een hypodens gebied in de hartspier t.g.v. verminderde contrastaankleuring. Het is belangrijk zich te realiseren dat statische CTP niet echt 'perfusie' afbeeldt, omdat er alleen gekeken wordt naar een beeld van contrastverdeling over de hartspier op het moment van beeldacquisitie.

DUAL-ENERGY CT

Een variatie op de statische CT-techniek is beeldacquisitie van meer dan één röntgenenergiespectrum, zogenaamde 'dual energy' techniek. Klinische ervaring in de cardiale CTP bestaat tot nu toe alleen met dual source CT-scanners [3,4]. Jodium heeft unieke absorptiekenmerken bij penetratie

door röntgenstraling met verschillende energieniveaus. Daardoor biedt dual energy CT de mogelijkheid de myocardiale verdeling van contrast weer te geven [5]. De informatie over contrastverdeling uit de twee CT-datasets wordt weergegeven als color map, geprojecteerd op multiplanar reformats van het linker ventrikel waaruit het contrast softwarematig is verwijderd (zie *Figuur 1* [2]). Op de color map kan de aanwezigheid van myocardiale bloedvolumedefecten beoordeeld worden.

DYNAMISCHE CTP

Bij dynamische CTP wordt de passage van een contrastbolus door het hartspierweefsel gevolgd. Hierbij worden meerdere beeldseries van het hart verkregen (d.w.z. meerdere momenten in de tijd). Dit kan qua beeldpresentatie worden vergeleken met de dynamische first pass MRI-techniek. Bij dynamische CTP kan de hartspierperfusie kwalitatief, semi-kwantitatief, maar in principe ook kwantitatief worden gemeten. De mogelijkheid bestaat om perfusiecurven te maken. Ook bij dynamische afbeelding gaat het primair om verschillen in aankleuring tussen normale en ischemische hartspier. Echt kwantitatief meten met de dynamische techniek is echter moeilijk. ►

De kwantitatieve meting wordt gedaan op basis van aannamen over het gedrag van jodiumhoudend contrast in het lichaam en op aannamen over de CT-technieken. Dit modelleren vergt expertise en wordt niet routinematig toegepast [6]. Met behulp van speciale CT-software wordt het verkrijgen van (semi-) kwantitatieve perfusiedata wel steeds gemakkelijker. Vaak wordt ook bij dynamische CTP-data gebruik gemaakt van een color map om de aanwezigheid van een perfusiedefect visueel te evalueren (zie *Figuur 2*).

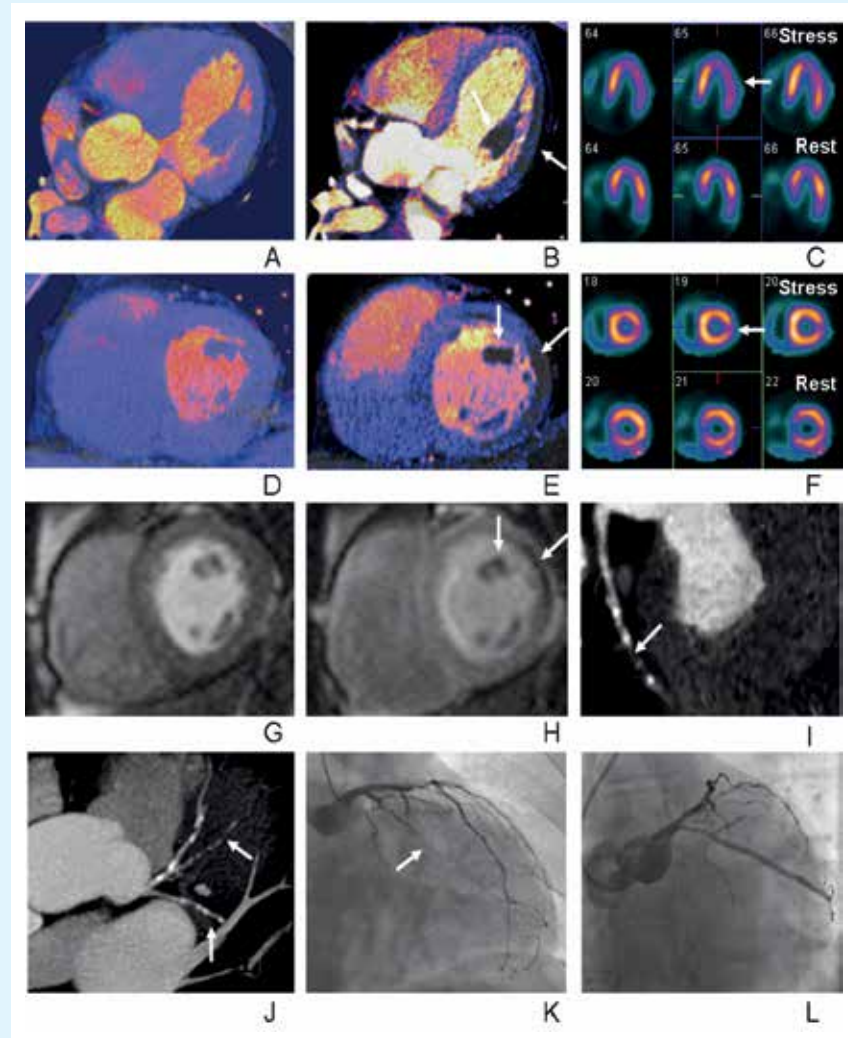
OVERIGE AANDACHTSPUNTEN BIJ CTP

Voor beide scantechnieken, zowel statisch als dynamisch, is het essentieel dat de opnamen precies worden geklokt op het moment dat de contrastbolus de hartspier in eerste circulatie passeert, omdat verschil in aankleuring van de hartspier dan maximaal is en verschillen alleen dan meetbaar zijn. De statische CTP kan worden uitgevoerd in spiraalmodus of met step-and-shoot techniek. Voor de dynamische CTP zijn moderne scanners nodig. Bij beperkte detectorbreedte (2x64-detector) kan worden gekozen voor een techniek met snel heen-en-weer schuivende tafel om het grootste deel van het linkerventrikel over een lengte van 7,3 cm dynamisch af te beelden ('shuttle mode'). Bij scanners met bredere detector (320-slice) kan het hele hart dynamisch worden afgebeeld in één rotatie en met stilstaande tafel.

Zoals bij elk electief CT-onderzoek met contrast dienen patiënten nuchter te zijn voorafgaand aan het onderzoek (ongeveer drie uur). Patiënten mogen twaalf uur voor het onderzoek geen cafeïnehoudende producten hebben genuttigd. De patiënt krijgt twee infusen, een voor injectie van jodiumhoudend contrastmiddel en een voor toediening van de stressmedicatie. Als stressor wordt meestal de vasodilatator adenosine toegediend (0,14 mg/kg/min). Toediening start drie tot vijf minuten voor scanstart, tot en met de opname. Tijdens toediening van de stressmedicatie wordt de patiënt bewaakt met automatische meting van hartfrequentie en bloeddruk, en met continue ECG-monitoring (optreden van ischemie) [7].

BEOORDELING VAN CTP-PATRONEN

De CTP-patronen zijn vergelijkbaar met die van nucleair onderzoek en MRI. Als de hartspier normaal doorbloed wordt, zal geen perfusiedefect worden gezien. Wel zijn er bij normale harten al regionale

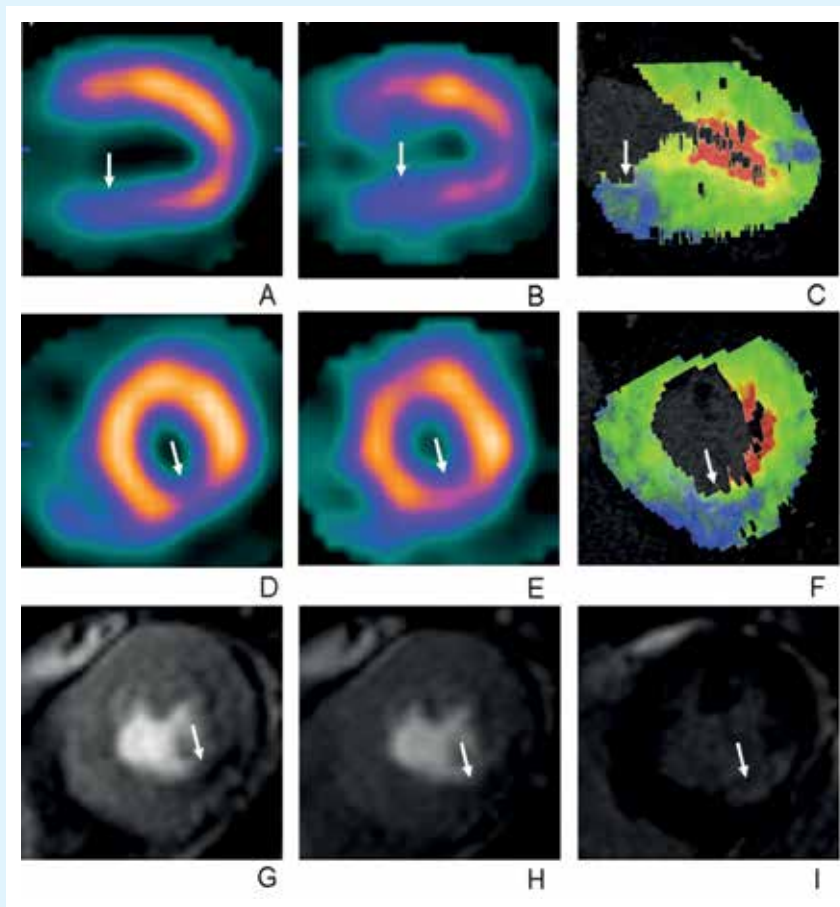


Figuur 1. Patiënt met verdenking op coronairlijden. Dual energy, statische CTP in rust (A, D) en onder stress (B, E) toont ischemie van de laterale linkerventrikelwand en de anterieure papillairspier (lange- as (A, B) en korte-as (D, E) opnamen). Goede correlatie met SPECT in rust en onder stress (lange-as (C) en korte-as (F) opnamen) en met perfusie-MRI in rust (G) en onder adenosinestress (H). CT van de linker circumflex coronairarterie (LCx) toont diffuse atherosclerose met subtotale afsluiting van het midsegment (multiplanar reformat (I) en maximum-intensity projectie (J)). Invasieve coronairangiografie (K) bevestigt diffuse atherosclerose van de LCx met subtotale afsluiting van het midsegment. Na stentplaatsing toont de coronairangiografie herstelde bloedflow door de LCx. Overgenomen uit [2]. Reprinted with permission from the American Journal of Roentgenology.

verschillen meetbaar in Hounsfield units, waarbij in het linker ventrikel vrije wand een lagere CT-densiteit wordt gemeten dan in de andere regio's. De verschillen tussen de septale en de laterale wand kunnen aanzienlijk zijn, tot 55%. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door beam-hardening artefacten. Dit kan de accuratesse van het perfusieonderzoek verminderen [8]. Een perfusiedefect tijdens stress, maar niet in rust, duidt op een reversibel defect en betekent ischemie (zie patiëntvoorbeeld in *Figuur 1* [2]). Een perfusiedefect tijdens stress en ook in rust is een irreversibel defect, en duidt meestal op infarct (zie *Figuur 2* [2]). Een late aankleuringsoptname (zonder contrast) kan worden overwogen om de mate van viabiliteit van het spierweefsel te bepalen, waarbij het niet-levensvatbare litteken late aankleuring vertoont.

KLINISCHE ERVARING EN STUDIERESULTATEN

In recente jaren zijn ongeveer 25 single-center studies gepubliceerd aangaande statische of dynamische CTP, met 20-50 patiënten per studie. Resultaten van deze studies duiden op goede overeenkomst tussen bevindingen op CTP in rust en tijdens adenosinestress met bevindingen op MRI en SPECT. De meeste studies tot nu toe gebruikten de statische CTP-techniek, en het overgrote deel van de onderzoeken was gebaseerd op dual source CT. Vergeleken met MRI waren de sensitiviteit en specificiteit van CTP voor reversibele perfusiedefecten resp. 89-93% en 72-99% [3,4]. Er is een sterke correlatie gevonden tussen CTP en SPECT voor de detectie en de uitgebreidheid van myocardiale perfusiedefecten in rust en tijdens stress [9,10]. Een belangrijk voordeel van CTP ten opzichte van SPECT is dat,



Figuur 2. Patiënt met voorgeschiedenis van myocardinfarct. SPECT in stress (A, D) en in rust (B, E) toont een persistent defect in de linkerventrikel-onderwand, duidend op infarctering (lange-as (A, B) en korte-as (D, E) opnamen). Perfusiekleurmap gebaseerd op dynamische CTP onder adenosinestress toont een overeenkomend perfusiedefect. Goede correlatie met MRI: adenosineperfusie-MRI (G, H) laat een persistent perfusiedefect zien, met late aankleuring op de delayed enhancement MRI (I). Overgenomen uit [2]. Reprinted with permission from the American Journal of Roentgenology.

vanwege verbeterde spatiale resolutie, ook een niet-transmuraal verschil in de doorbloeding van de hartspier (klein infarct) aangetoond kan worden. Met SPECT kunnen subendocardiale infarcten niet gedetecteerd worden. Ten opzichte van de gebruikelijke single energy CT-beelden is er een specifiek voordeel van dual energy color maps voor het aantonen van myocardiale bloedvolumedefecten [11].

Coronaire CTA heeft een bekende suboptimale specificiteit voor coronaire stenosen. Met andere woorden: een niet onaanzienlijk deel van patiënten met een positieve coronaire CTA blijkt bij nader onderzoek toch geen significant coronairlijden te hebben. Uit recente onderzoeken is gebleken dat toevoeging van CTP aan coronaire CTA de diagnostische waarde voor detectie van functioneel significante coronaire stenosen evident verbetert, vooral door optimalisatie van de specificiteit [12-14]. Om een voorbeeld te noemen: George et al. onderzochten de accuratesse van 64- en 256-detector CT voor detectie van hemodynamisch significante coronairstenose bij 26 patiënten met coronaire CTA en statische

CTP [12]. Zij vergeleken dit met invasieve coronairangiografie gecombineerd met SPECT-perfusie. Sensitiviteit en specificiteit voor CT waren op segmenteel niveau 79% en 91%, en op patiënniveau 86% en 92%. De auteurs concludeerden dat de combinatie van CTA + CTP op accurate wijze een perfusiedefect-veroorzakende coronairstenose kan aantonen. De andere studies toonden een toename van sensitiviteit van 83 naar 91%, en verbetering van specificiteit van 71 naar 91% bij toevoeging van CTP aan CTA [13,14].

Klinische resultaten over kwantitatieve bepaling van myocardperfusie met dynamische CTP zijn nog minimaal. In een recente studie met 33 patiënten bleek de optimale afkapwaarde om normale van ischemische myocardsegmenten te liggen bij een myocardiale bloedflow van 75 mL/100 mL/min [15]. Als op CTA een coronaire stenose te zien was, was deze in de helft van de gevallen bij invasieve coronaire angiografie hemodynamisch significant. Door toevoeging van meting van myocardperfusie middels dynamische CTP, ging de positief voorspellende waarde van CT omhoog van 49 naar 78%.

Onderzoekresultaten tot nu toe betreffen relatief kleine patiëntengroepen. Hierbij kan gemakkelijk selectiebias een rol spelen, omdat veelal patiënten uitgenodigd zijn waarvan bekend was dat ze een positieve SPECT-uitslag hadden. Dit kan leiden tot overoptimistische resultaten voor CTP. Grotere studies zijn nodig om de waarde van CTP als toevoeging aan CTA betrouwbaarder te bepalen. De resultaten van de eerste grotere studie, de CORE320-studie, worden naar verwachting binnenkort gepubliceerd. De CORE320-studie is een multicentrische multinationale studie [16], waaraan zestien centra uit acht landen hebben deelgenomen. Coronaire CTA en statische CTP werden uitgevoerd op een 320-detector CT bij 381 patiënten. Recent gepresenteerde studieresultaten lieten een hoge diagnostische accuratesse zien van de combinatie CTA + CTP voor detectie van flow-limiterend coronairlijden met indicatie voor revascularisatie, vergelijkbaar met de combinatie van invasief coronairangiogram + SPECT-perfusietest. Aangevoerd wordt dat met CT op robuuste wijze zowel anatomische als functionele informatie kan worden verkregen [17].

UITDAGINGEN

CTP-protocollen zijn momenteel in ontwikkeling. Het is nog niet duidelijk wat het beste CTP-protocol is, rust eerst of stress eerst, statisch of dynamisch? Eerst stress levert een betere sensitiviteit voor detectie van ischemie, maar als rust eerst wordt gedaan kan worden gestopt als coronairlijden op coronaire CTA uitgesloten wordt [18]. Het is nog onzeker of kwantitatieve CTP de diagnostische accuratesse voor ischemie verbetert t.o.v. visuele, kwalitatieve beoordeling van statische of dynamische CTP.

Er dienen nog meerdere uitdagingen onderzocht en opgelost te worden, zoals beperkte beoordeelbaarheid en bewegingsartefacten die perfusiedefecten simuleren [13,14,19], en suboptimale scanlengte voor dynamische CTP met 64-detector CT. De stralingsdosis is een ander punt van aandacht: de opgegeven doses voor een volledig CT-protocol (inclusief CTA en adenosinestress CTP) variëren van 3 tot ruim 20 mSv, waarbij dynamische CTP naar hogere doses neigt. Gezien de snelle ontwikkeling in CT-techniek verwachten we dat genoemde beperkingen en de stralingsdosis in de nabije toekomst kunnen worden vermindert door nieuwe scan- en reconstructietechnieken. ►

CONCLUSIE

Met nieuwe CT-technieken kan zowel anatomische als functionele informatie over coronairlijden worden verkregen. Dit brengt het lang beoogde doel van één niet-invasieve test voor integrale beeldvorming van coronairlijden dichterbij. De eerste onderzoeksresultaten zijn veelbelovend. Zo is de toegevoegde waarde van CTP aan coronaire CTA voor het aantonen en uitsluiten van hemodynamisch significante coronarstenosen al aangetoond in kleinere studies. Verder onderzoek is nodig om CTP als techniek te valideren en standaardiseren, en klinisch onderzoek in grotere studiepopulaties zal moeten aantonen of stress CTP voor routinematig gebruik in de klinische praktijk waarde heeft, en bij welke patiënten.

Dr. R. Vliegthart

radioloog, afdeling Radiologie & Center for Medical Imaging, North East Netherlands (CMI-NEN), UMC Groningen

Dr. L.J. Kroft

radioloog, LUMC Leiden

Literatuur

1. Website Nationaal Kompas Volksgezondheid (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu): www.nationaalkompas.nl
2. Vliegthart R, Henzler T, Moscariello A, Ruzsics B, Bastarrika G, Oudkerk M, Schoepf UJ. CT of coronary heart disease: Part 1, CT of myocardial infarction, ischemia, and viability. *AJR Am J Roentgenol* 2012;198:531-47.
3. Ko SM, Choi JW, Song MG, Shin JK, Chee HK, Chung HW, Kim DH. Myocardial perfusion

imaging using adenosine-induced stress dual-energy computed tomography of the heart: comparison with cardiac magnetic resonance imaging and conventional coronary angiography. *Eur Radiol* 2011;21:26-35.

4. Weininger M, Schoepf UJ, Ramachandra A, Fink C, Rowe GW, Costello P, Henzler T. Adenosine-stress dynamic real-time myocardial perfusion and adenosine-stress first-pass dual-energy myocardial perfusion CT for the assessment of acute chest pain: Initial results. *Eur J Radiol* 2012;81:3703-10.
5. Flohr TB, Klotz E, Allmendinger T, Raupach R, Bruder H, Schmidt B. Pushing the envelope: new computed tomography techniques for cardiothoracic imaging. *J Thorac Imaging* 2010;25:100-11.
6. Valdiviezo C, Ambrose M, Mehra V, Lardo AC, Lima JAC, George RT. Quantitative and qualitative analysis and interpretation of CT perfusion imaging. *J Nucl Cardiol* 2010;17:1091-100.
7. George RT, Arbab-Zadeh A, Miller JM, Vavere AL, Bengel FM, Lardo AC, Lima JA. Computed tomography myocardial perfusion imaging with 320-detector computed tomography accurately detects myocardial ischemia in patients with obstructive coronary artery disease. *Circ Cardiovasc Imaging* 2012;5:330-40.
8. Crossett MP, Schneider-Kolsky M, Troupis J. Normal perfusion of the left ventricular myocardium using 320 MDCT. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2011;5:406-11.
9. Okada DR, Ghoshhajra BB, Blankstein R, Rocha-Filho JA, Shturman LD, Rogers IS, et al. Direct comparison of rest and adenosine stress myocardial perfusion CT with rest and stress SPECT. *J Nucl Cardiol* 2010;17:27-37.
10. Tamarappoo BK, Dey D, Nakazato R, Shmilovich H, Smith T, Cheng VY, et al. Comparison of the extent and severity of myocardial perfusion defects measured by CT coronary angiography and SPECT myocardial perfusion imaging. *J Am Coll Cardiol Img* 2010;3:1010-9.
11. Arnoldi E, Lee YS, Ruzsics B, Weininger M, Spears JR, Rowley CP, et al. CT detection of myocardial blood volume deficits: dual-energy CT compared with single-energy CT spectra. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2011;5:421-9.
12. George RT, Arbab-Zadeh A, Miller JM, Kitagawa K, Chang H-J, Bluemke DA, et al. Adenosine stress 64- and 256- row detector computed tomography angiography and perfusion imaging: a pilot study evaluating the transmural extent of perfusion abnormalities to predict atherosclerosis causing myocardial ischemia. *Circ Cardiovasc Imaging* 2009;2:174-82.
13. Blankstein R, Shturman LD, Rogers IS, Rocha-Filho JA, Okada DR, Sawar A, et al. Adenosine-induced stress myocardial perfusion imaging using dual-source cardiac computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2009;54:1072-84.
14. Rocha-Filho JA, Blankstein R, Shturman LD, Bezerra HG, Okada DR, Rogers IS, et al. Incremental value of adenosine-induced stress myocardial perfusion imaging with dual-source CT at cardiac CT angiography. *Radiology* 2010;254:410-9.
15. Bamberg F, Becker A, Schwarz F, Marcus RP, Greif M, von Ziegler F, et al. Detection of hemodynamically significant coronary artery stenosis: incremental diagnostic value of dynamic CT-based myocardial perfusion imaging. *Radiology* 2011;260:689-98.
16. George RT, Arbab-Zadeh A, Cerci RJ, Vavere AL, Kitagawa K, Dewey M, et al. Diagnostic performance of combined noninvasive coronary angiography and myocardial perfusion imaging using 320-MDCT: the CT angiography and perfusion methods of the CORE320 multicenter multinational diagnostic study. *AJR Am J Roentgenol* 2011;197:829-37.
17. Lima JA, Maurer G. CORE320: Diagnostic performance of combined noninvasive coronary angiography and myocardial perfusion imaging using 320-row detector computed tomography: the CORE320 multicenter, multinational study. *ESC* 2012.
18. Techathit T, Cury RC. Stress myocardial CT perfusion. *J Am Coll Cardiol Img* 2011;4:905-16.
19. George RT, Ichihara T, Lima JA, Lardo AC. A method for reconstructing the arterial input function during helical CT: implications for myocardial perfusion distribution imaging. *Radiology* 2010;255:396-404.

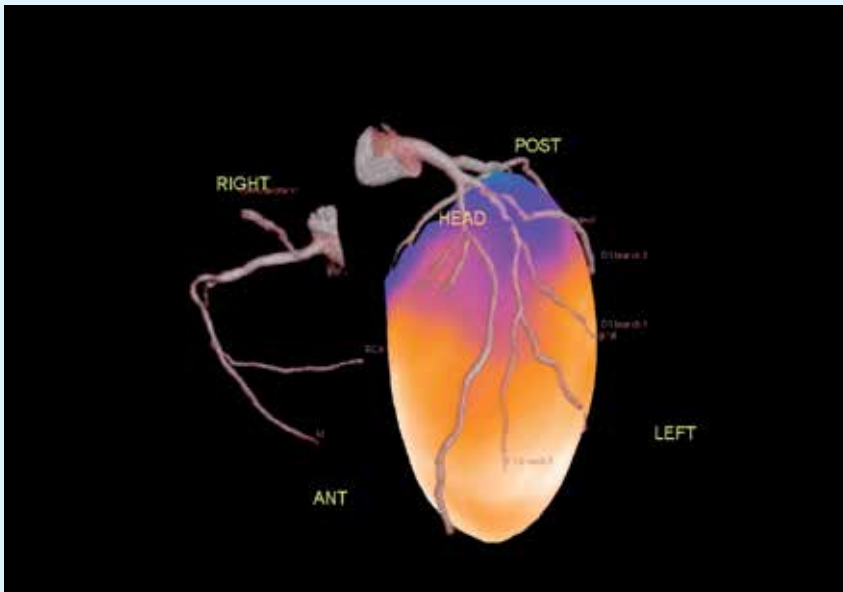
Hybride beelddiagnostiek van de myocardperfusie met SPECT/PET-CTA



ROEL CLAESENS

CHRISTIANNE
DUCHATEAU

Myocardperfusiescintigrafie (MPS) is een goed gevalideerde, goed beschikbare en robuuste niet-invasieve onderzoeksmethode voor de evaluatie van ischemische hartziekten. In tegenstelling tot angiografie beeldt MPS geen afwijkingen aan de kransslagaders af, maar maakt het de relevantie van stenosen van de coronairarteriën zichtbaar. MPS wordt gebruikt om patiënten te selecteren die in aanmerking komen voor invasieve coronairangiografie (ICA), al dan niet met interventie. MPS is nodig omdat klinische gegevens en elektrocardiografie (ECG) te weinig gevoelig en specifiek zijn om die selectie voldoende goed te kunnen maken.



Figuur 1. Gefuseerde beelden van een driedimensionale reconstructie van de perfusie middels MPS en afbeelding van de coronaire vaatboom, verkregen middels CTA op een SPECT-CT-camera. De CTA toont een gecalcificeerde stenose in de LAD (CTA-reconstructies niet apart afgebeeld); het myocardperfusiescintigram toont distaal van de stenose echter geen verminderde perfusie. NB Het rechter ventrikel wordt gewoonlijk niet gevisualiseerd met een MPS; de rechter coronairarterie projecteert zich dan ook niet rondom het afgebeelde myocard. Met dank aan dr. J. Schaap, St. Antonius Ziekenhuis Nieuwegein.

Thallium-201 is de eerste nucleïde die brede klinische toepassing kreeg voor planaire myocardscintigrafie [1]. Omdat de fysische eigenschappen van Tl-201 suboptimaal zijn (69-83 keV röntgenstraling en fysische halveringstijd van 73 uur), zijn er na 1980 technetium-99m-verbindingen ontwikkeld, die nog verreweg het meest voor MPS worden gebruikt: Tc-99m-MIBI [2] en Tc-99m-tetrofosmin (Myoview) [3]. De ontwikkelingen op het gebied van gammacamera-technologie, software en de beschikbaarheid van geschikte radiofarmaca hebben later geleid tot myocard SPECT, dat nu nog steeds de standaard is voor afbeelding van de perfusie van het myocard.

SPECT

(*single photon emission computed tomography*) SPECT MPS bestaat uit twee delen, waarbij de myocardperfusie zowel tijdens stress (ergometrie of farmacologisch) als in rust in beeld wordt gebracht. Door de stress- en de rustbeelden met elkaar te vergelijken kunnen relevante perfusiestoornissen in kaart worden gebracht. Bekende nadelen van SPECT MPS zijn de lange onderzoeksduur en de betrekkelijk hoge stralingsdosis. Daarnaast is een intrinsieke tekortkoming van SPECT MPS, dat de myocardperfusie alleen relatief kan worden beoordeeld. Dit wrekt zich vooral bij diffuse perfusieafwijkingen en bij meervatslijden. Een ander belangrijk tekort van SPECT van het myocard wordt/wordt gevormd door verzwakingsartefacten. Bekende oorzaken van verzwakingsartefacten zijn overprojectie door het diafragma bij zware patiënten, wat een artefact kan geven in de onderwand, en overprojectie van mamaweefsel, wat een artefact kan veroorzaken in

de voorwand. Verzwakingsartefacten hebben zowel een negatieve invloed op de sensitiviteit van SPECT MPS als op de specificiteit. Dankzij de introductie van hybride SPECT/CT-scanners is het mogelijk geworden verzwakingscorrecties uit te voeren. Door inzet van speciale collimatoren met bijbehorende software (bijv. IQ SPECT) en speciale camera's met solid state detectoren (bijv. D-SPECT) is de beeldkwaliteit belangrijk verbeterd en is de duur van het onderzoek sterk bekort. Een recente studie van Mc Ardle et al. liet zien dat sensitiviteit en specificiteit van SPECT MPS circa 85% bedragen [4].

PET

(*positron emission tomography*)

Met de komst van PET-camera's is er ook veel belangstelling voor het gebruik van deze camera's voor het in beeld brengen van de myocardperfusie. PET heeft een hogere spatiale resolutie (4-7 mm voor PET, 10-15 mm voor SPECT). PET scanners zijn gevoeliger dan gammacamera's, omdat ze zonder collimatoren werken en de detectoren in een PET-scanner een groter stoppend vermogen hebben dan het detectiekristal in een gammacamera. Verzwakingscorrectie en kwantificering met PET zijn beter mogelijk dan met SPECT. Ten slotte, de radiofarmaca die voor PET MPS beschikbaar zijn hebben een hogere extractiefactor dan de gangbare met Tc-99m gemarkeerde radiofarmaca voor MPS, waardoor met PET een betere contrastresolutie haalbaar is dan met SPECT.

Hartperfusieonderzoek met PET is echter nog steeds nagenoeg beperkt tot die centra die kunnen beschikken over een eigen cyclotron.

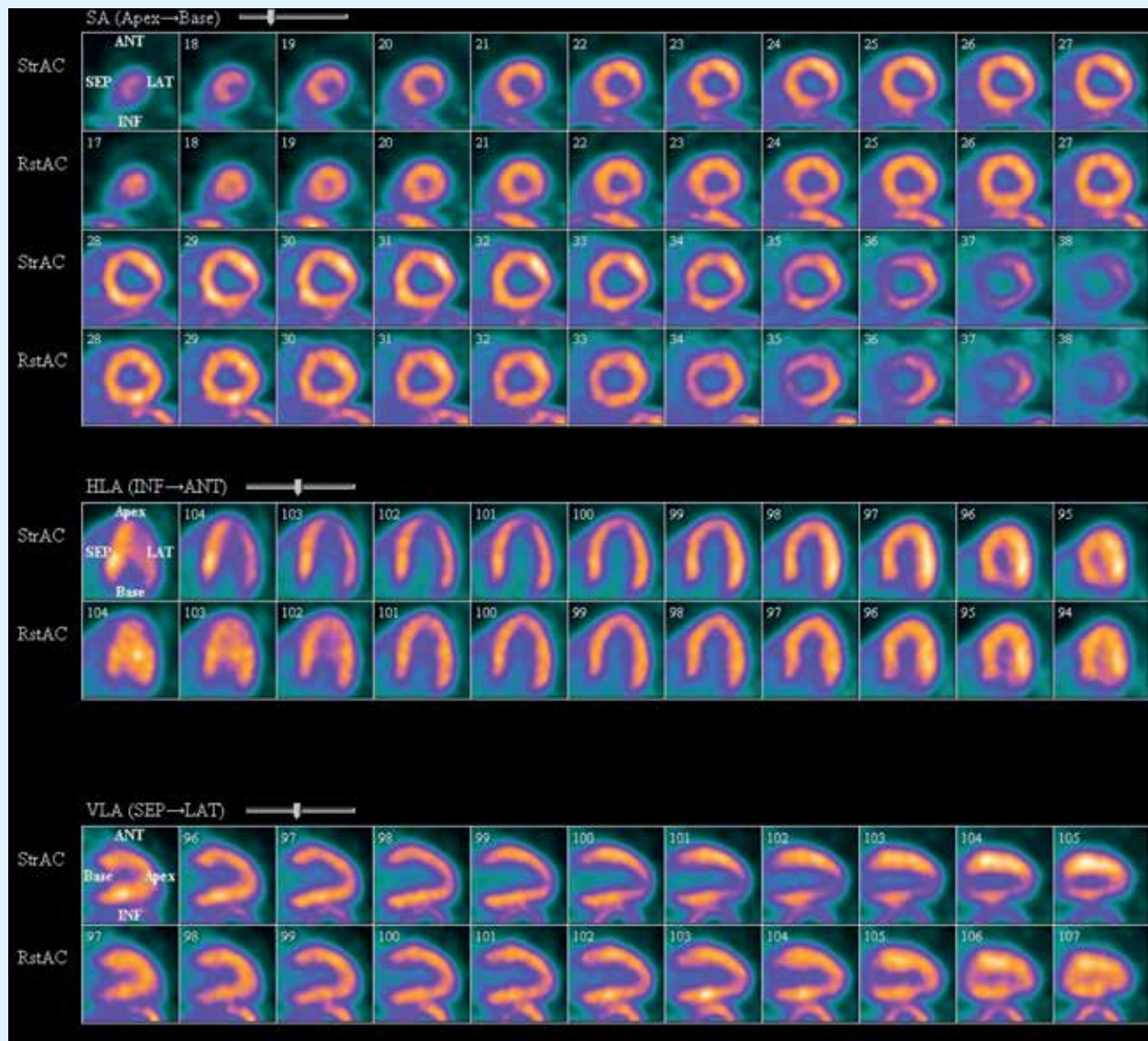
Dit hangt samen met de korte halfwaardetijden en de beperkte keuze van radiofarmaca voor MPS met PET: met O-15 gelabeld water (halveringstijd van O-15 circa 2 min) en met N-13 gelabeld ammonia (halveringstijd van N-13 circa 10 min). De introductie van nieuwe radiofarmaca, zoals rubidium-82-chloride en fluor-18-flurpyridaz, zal die situatie echter gaan veranderen. PET voor MPS heeft in potentie grote voordelen ten opzichte van SPECT, maar het valt te bezien of het de extra kosten waard is.

RUBIDIUM-82

Rubidium is een element dat chemisch sterk lijkt op kalium. Kalium wordt middels de natrium/kaliumpomp actief in de cellen van het myocard opgenomen. Rubidium heeft een lagere extractiefactor dan kalium, en de extractiefactor van rubidium is lager bij hogere flow, wat kwantificering bemoeilijkt. De extractiefactor in het myocard voor rubidium is hoger dan die voor Tc-99m-MIBI en Tc-99m-tetrofosmin, waardoor eerder na toediening al afbeeldingen kunnen worden gemaakt. Dit brengt met zich mee dat met rubidium, in tegenstelling tot technetiumpreparaten, ook ejectionfracties in stress kunnen worden bepaald. Rubidium-82 zendt positronen uit en is daarom geschikt voor PET. De positronenergie bij rubidium-82 is echter vrij hoog (2,6-3,4 MeV), waardoor de spatiale resolutie minder goed is dan bij gebruik van fluor-18, dat een positronenergie heeft van 0,6 MeV. Rubidium-82 heeft een zeer korte halveringstijd (75 sec). Dit vereist productie in de onmiddellijke omgeving van de patiënt. Gelukkig is daar geen cyclotron voor nodig, maar kan gebruik worden gemaakt van een generatorsysteem analoog aan de technetiumgenerator. De korte halveringstijd van rubidium-82 maakt het mogelijk de rust- en de stressstudie voor bepaling van de perfusie van het myocard in één sessie uit te voeren binnen 30-40 minuten. Een verder gevolg van de korte halveringstijd is de lagere stralingsbelasting bij gebruik van rubidium-82 in vergelijking met Tc-99m-MIBI en Tc-99m-tetrofosmin (circa 2 mSv voor Rb-82 en circa 6 mSv voor Tc-99m). Recente softwareontwikkelingen hebben het mogelijk gemaakt met PET de perfusie van het myocard in absolute zin te bepalen, uitgedrukt in ml/min/gram. Deze mogelijkheid is vooral van belang bij meervatslijden en diffuse perfusiestoornissen van het myocard.

RUBIDIUM-82-GENERATOR

Een generator voor de productie van Rb-82 is al in 1989 in de USA door de FDA geregistreerd. In een Rb-82-generator wordt gebruikgemaakt van strontium-82 als ►



Figuur 2. Verzwakingsgecorrigeerde stress- en rust-Rb-82 PET-beelden van een patiënt met status na reanimatie buiten het ziekenhuis en dotterprocedure met stents in LCX en RCA. De beelden laten een reversibel defect inferolateraal zien, maar niet in het LAD-gebied. De flow- en flowreserve-berekeningen vertoonden aanwijzingen voor drievatlijden (zie Figuur 3). Bij coronairangiografie werd een 95% stenose in de LCX gevonden, een 90% stenose in de proximale LAD en een 50% stenose in de RCA. Er werd opnieuw een dotterprocedure uitgevoerd van de LAD en de LCX. De patiënt werd vervolgens klachtenvrij.

moedernucleïde, dat met een halveringstijd van 25 dagen vervalt naar Rb-82. Dit brengt met zich mee dat een rubidiumgenerator zonder bijladen circa vier weken meegaat. De generator kan om de 10 minuten een nieuwe patiëntendosis Rb-82 leveren.

RUBIDIUM-82 PET

Vanwege de korte halfwaardetijd van Rb-82 kan het stress- en rustonderzoek in één sessie worden uitgevoerd. Omdat het onderzoek moet worden uitgevoerd met farmacologische stress, meestal met adenosine, wordt de patiënt op dezelfde wijze voorbereid als bij SPECT MPS met adenosine. Ook het toedieningsprotocol voor adenosine is gelijk aan dat bij SPECT. Bij patiënten die bekend zijn met COPD wordt ook wel regadenoson (A2A receptoragonist, selectieve coronaire vasodilatator) toegepast. Bij

gebruik van moderne PET-scanners is het mogelijk de Rb-82-dosis te beperken tot 1,1 GBq per onderzoek (in totaal dus 2,2 GBq voor rust én stress), wat een stralingsbelasting oplevert van ongeveer 2 mSv. Er bestaat enige discussie over welk onderzoek het eerst moet worden uitgevoerd, rust of stress. Het stressonderzoek zou het eerst kunnen worden uitgevoerd wanneer de verwachting bestaat dat met een stressonderzoek kan worden volstaan. Bij gebruik van regadenoson wordt het rustonderzoek bij voorkeur eerst uitgevoerd wegens de langere werkingsduur van regadenoson.

Voor verzwakingscorrectie van de PET-beelden wordt gebruikgemaakt van een CT-scan met lage dosis. Hiertoe zou ook gebruik kunnen worden gemaakt van een CT-scan voor bepaling van de calciumscore. De PET-beelden worden ECG-getriggerd en dynamisch opge-

nomen in zogenaamde list-mode. Dit stelt ons in staat ejectionfracties te bepalen en absolute waarden te berekenen voor de flow in de coronairarteriën. Wanneer er zowel een rust- als een stressonderzoek wordt uitgevoerd, kan ook de flowreserve rechtstreeks en niet-invasief worden berekend. Dit is vooral van meerwaarde bij diffuus coronarialijden en meervatlijden.

Tussen mei en december 2012 zijn in het Jeroen Bosch Ziekenhuis meer dan 600 patiënten met Rb-82 PET onderzocht met gebruik van een zelfontwikkeld generatorsysteem. Een systematische analyse van de resultaten ontbreekt nog. Toch kan zonder terughoudendheid worden gesteld dat de kwaliteit van de beelden goed is en dat ze beter beoordeelbaar zijn dan bij SPECT. De patiënten waren vrijwel zonder uitzondering tevreden met de korte duur van het onderzoek. Er hebben

zich geen complicaties voorgedaan die moesten worden toegeschreven aan Rb-82. Wel heeft één patiënt door een computerstoring een onnodig hoge dosis Rb-82 toegediend gekregen, maar die dosis (circa tweemaal zo hoog als gebruikelijk) vormde geen aanleiding tot ongerustheid.

RESULTATEN VAN SPECT MPS EN PET MPS MET RB-82

Van oudsher is myocardperfusiescintigrafie bedoeld om patiënten te selecteren voor wie een indicatie bestaat tot het uitvoeren van een ICA [5]. MPS heeft echter ook prognostische waarde: bij een normale of bijna normale SPECT MPS is de kans op een serieus hartprobleem circa 1%; bij afwijkende SPECT MPS is die kans viermaal zo groot ondanks een normale ICA [6]. SPECT MPS kan laesies missen bij meervatslijden, omdat vooral de meest ernstige perfusiestoornis zichtbaar wordt [7]. Bij een egaal verminderde perfusie van het myocard kan er geen onderscheid worden gemaakt tussen een normaal en een pathologisch beeld, omdat bij SPECT MPS slechts de relatieve perfusie in het myocard beoordeeld kan worden. Desondanks zijn tegenwoordig sensitiviteit en specificiteit van SPECT MPS 85% [4].

PET MPS heeft een hogere resolutie dan SPECT. Belangrijker is echter dat bij PET een nauwkeuriger verzwakkingscorrectie mogelijk is, waardoor ook kwantificering van de myocardperfusie tot de mogelijkheden behoort [8]. Die kwantificering is van essentieel belang bij diffuus coronarialijden en bij meervatslijden. Dit wordt geïllustreerd in de figuren 2 en 3. PET MPS heeft tegenwoordig dan ook een iets betere sensitiviteit en specificiteit dan SPECT (90%) [4]. Een ander voordeel van PET MPS met Rb-82 is, dat de ejectionfractie in stress-toestand en in rust kan worden bepaald, wat prognostische betekenis heeft en een bijdrage levert aan het onderkennen van meervats coronarialijden [9]. PET MPS is in ieder geval ook van voordeel bij patiënten met obesitas en bij

patiënten met een hoge pre-testkans op meervats coronarialijden [8].

HYBRIDE BEELDDIAGNOSTIEK: SPECT-CTA, PET-CTA EN CALCIUMSCORE

MPS kan perfusieafwijkingen en de ernst ervan detecteren, maar het kan de oorzaak, zoals atherosclerose, niet zichtbaar maken. MPS is ook moeilijker te interpreteren bij patiënten met decompensatio cordis en cardiomyopathie [7]. De beschikbaarheid van hybride camera's (SPECT-CT- en PET-CT-scanners) opent nu nieuwe mogelijkheden. Een (low-dose) CT-scan kan gebruikt worden voor verzwakkingscorrectie van SPECT- en PET-beelden.

Voorts kan bepaling van de calciumscore gemakkelijk aan het MPS-onderzoek worden toegevoegd in dezelfde sessie, en de daarvoor benodigde CT-scan kan tevens gebruikt worden voor verzwakkingscorrectie. Bij calciumscores ≥ 400 is de kans op een serieus hartincident $\geq 2\%$, wat vergelijkbaar is met die kans bij patiënten met bewezen coronarialijden [10]. Er bestaat een verband tussen atherosclerose, coronarialijden en calciumscore [11]. De calciumscore kan helpen bij het maken van keuzes bij het uitvoeren van hybridescintigrafie [7]. Vooral wanneer MPS normaal is, kan bepaling van de calciumscore helpen bij detectie van meervats coronarialijden.

Ten slotte kan, indien de hybride camera over een minstens 64-slice CT-scanner beschikt, een CTA van de coronairvaten worden verricht. Zoals uit meerdere studies blijkt, heeft cardio-CTA een hoge sensitiviteit en een zeer hoge negatief-voorspellende waarde voor het aantonen dan wel uitsluiten van stenosen in de coronairvaten [12, 13]. Cardio-CTA is in staat coronarialijden al zichtbaar te maken vóór het ontstaan van klachten van ischemie [7]. Bekende nadelen van CTA van de coronairen zijn dat een hoge calciumscore de beoordeling bemoeilijkt [12], de distale coronairtakken (diameter $< 1,5$ mm)

lastiger te beoordelen zijn [14], en stenosen gemakkelijk worden overschat, vooral bij verkalkte plaques. Hierdoor daalt de specificiteit aanzienlijk en is de positief-voorspellende waarde betrekkelijk laag [15, 16].

Er bestaat geen goede correlatie tussen de mate van coronairarteriestenose, zoals vastgesteld bij ICA, en de mate van vermindering van de coronaire flowreserve [17]. Een normale cardio-CTA sluit coronarialijden bijna uit. Het omgekeerde is echter vaak niet waar. Atherosclerose met stenosen van de coronairarteriën impliceert niet automatisch myocardische ischemie [7]. Bij slechts de helft van de laesies die bij coronaire CTA als significant worden geïdentificeerd, wordt een abnormale myocardperfusie gevonden [14, 18]. Vooral bij intermediaire laesies is aanvullende MPS nodig om die patiënten op te sporen die baat kunnen hebben bij revascularisatie [19].

Bij hybride scintigrafie met SPECT-CT of PET-CT wordt door het precies fuseren van de SPECT of PET en de CT-dataset informatie verkregen die niet haalbaar is met elk van beide datasets afzonderlijk. Het aantal niet-conclusieve resultaten wordt hierdoor gereduceerd [20]. Myocardperfusieonderzoek met PET-CTA kan in één sessie worden uitgevoerd en vraagt minder personeel dan twee afzonderlijke onderzoeken, en is daardoor mogelijk goedkoper [7]. Hybride myocardonderzoek met SPECT-CTA en PET-CTA wordt echter nog niet routinematig uitgevoerd, omdat vooraf niet altijd duidelijk is welke patiënten hiervoor in aanmerking komen. Er zijn aanwijzingen dat slechts bij 15-30% van de hartpatiënten de combinatie van SPECT of PET en CTA nodig is [21]. Meestal worden tegenwoordig MPS en CTA na elkaar uitgevoerd, en er wordt alleen een tweede scan uitgevoerd wanneer het resultaat van de eerst uitgevoerde scan onvoldoende conclusief is. Wanneer CTA als eerste onderzoek wordt uitgevoerd, is er nog bij circa 50% van de patiënten een indicatie voor een aanvullende MPS. [22]. Fusie van het myocardperfusiebeeld met een driedimensionale afbeelding van de coronairarteriën kan bij meervatslijden de oorzaak van de klachten goed zichtbaar maken [23, 24]. De verminderde gevoeligheid van CTA in distale segmenten van de coronaria wordt gecompenseerd door MPS-informatie. Anderzijds helpt CTA de tekorten van MPS bij meervatslijden te compenseren.

Combinatie van SPECT en CTA levert bij patiënten met een pre-testkans op coronarialijden van 15-85% een significante verbetering van de specificiteit (80% > 92%) en de positief-voorspellende waarde (69% > 85%) ►

	Flow (ml/g/min)				Reserve	
	Stress		Rest			
	mean	std dev.	mean	std dev.	mean	std dev.
LAD	1.42	0.47	0.94	0.18	1.60	0.68
LCX	1.11	0.50	0.78	0.18	1.44	0.55
RCA	1.18	0.33	0.83	0.16	1.43	0.33
Global	1.28	0.47	0.87	0.19	1.52	0.58

Figuur 3. Resultaten van flow- en flowreserve-berekeningen behorende bij het Rb-82 PET-onderzoek afgebeeld in *Figuur 2*. Flow en flowreserve zijn het meest afwijkend in LCX- en RCA-gebied, maar ook het LAD-gebied is niet normaal.

op zonder verlies aan sensitiviteit (95%) en negatief-voorspellende waarde (97%) [25]. MPS en CTA in combinatie uitgevoerd leveren aanvullende informatie over aard en uitgebreidheid van coronaire atherosclerose, en ze leiden ook tot een betere risicostratificatie. PET-CTA is accurater (98%) dan PET (92%) of CTA (90%) afzonderlijk [22].

Hybride MPS-CTA verdient alleen een plaats binnen de diagnostiek van coronarialijden wanneer de pre-testkans op coronarialijden 15-85% is. Voor patiënten met klachten passend bij – maar die nog niet bekend zijn mét – coronarialijden en met een pre-testkans op coronarialijden van minder dan 50%, is CTA waarschijnlijk voldoende om coronarialijden uit te sluiten. Bij normale CTA is geen verder onderzoek nodig. Afwijkingen gevonden bij CTA moeten echter middels MPS of ICA worden geverifieerd. Wanneer de pre-testkans op coronarialijden groter is dan 50% en de calciumscore hoog is, en wanneer een patiënt bekend is met microvasculaire endotheeldisfunctie, kan beter worden begonnen met MPS. CTA kan dan aanvullend worden uitgevoerd bij niet-conclusieve perfusiebevindingen, bij microvasculair en meervatslijden.

Hybride MPS-CTA kan leiden tot snelle en efficiënte diagnostiek, tot verbetering van de diagnostische accuratesse en tot vermindering van het aantal patiënten dat wordt verwezen voor invasieve diagnostiek (ICA).

CONCLUSIE

Hybride-cardio SPECT-CTA of PET-CTA is een veelbelovende, niet-invasieve methode van beelddiagnostiek, die naast plaquedetectie en bepaling van de vasculaire reactiviteit en endotheeldisfunctie identificatie van kritische coronaire stenosen mogelijk maakt, evenals beoordeling van de viabiliteit van het myocard. De accuratesse van een hybride onderzoek is hoger dan de som van twee afzonderlijke onderzoeken. Deze hybride vorm van beelddiagnostiek levert superieure diagnostische en prognostische informatie bij patiënten met een pre-testkans op coronarialijden tussen 15 en 85%. Nader zal moeten worden onderzocht of de kosten de resultaten waard zijn.

Dr. R.A.M.J. Claessens
nucleair geneeskundige Jeroen Bosch
Ziekenhuis 's-Hertogenbosch
C.S.J. Duchateau
nucleair geneeskundige HagaZiekenhuis
's-Gravenhage

Literatuur

- 1 Lebowitz E, Greene MW, Fairchild R, Bradley-Moore PR, Atkins HL, Ansari AN, et al. Thallium-201 for medical use. *J Nucl Med* 1975;16:151-5.
- 2 Jones AG, Abrams MJ, Davison A, Brodack JW, Toothaker AK, Adelstein SJ, et al. Biological studies of a new class of technetium complexes: the hexakis(alkylisonitrile)technetium(II) cations. *Int J Nucl Med Biol* 1984;11:225-34.
- 3 Kelly JD, Higley B, Archer CM, Canning LR, Chiu KW, Edwards B, et al. Technetium-99m complexes of functionalized diphosphines for myocardial imaging. In: Nicolini M, Bandoli G, Mazzi U, eds. *Technetium and rhenium in chemistry and nuclear medicine 3*. Cortina International: Verona, 1990:405-12.
- 4 Mc Ardle BA, Dowsley TF, deKemp RA, Wells GA, Beanlands RS. Does Rubidium-82 PET have superior accuracy to SPECT perfusion imaging for the diagnosis of obstructive coronary disease? A systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2012;60:1828-37.
- 5 Underwood SR, Anagnostopoulos C, Cerqueira M, Ell PJ, Flint EJ, Harbinson M, et al. Myocardial perfusion scintigraphy: the evidence. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004;31:261-91.
- 6 Adamu U, Knollmann D, Almutairi B, Alrawashdeh W, Deserno V, Vogt F, et al. Stress/rest myocardial perfusion scintigraphy in patients without significant coronary artery disease. *J Nucl Cardiol* 2010;17:38-44.
- 7 Flotats A, Knuuti J, Gutberlet M, Marcassa C, Bengel FM, Kaufmann PA, et al. Hybrid cardiac imaging: SPECT/CT and PET/CT. A joint position statement by the European Association of Nuclear Medicine (EANM), the European Society of Cardiac Radiology (ESCR) and the European Council of Nuclear Cardiology (ECNC). *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2011;38:201-12.
- 8 Le Gudulec D, Lautamäki R, Knuuti J, Bax JJ, Bengel FM. European Council of Nuclear Cardiology. Present and future of clinical cardiovascular PET imaging in Europe – a position statement by the European Council of Nuclear Cardiology (ECNC). *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2008;35:1709-24.
- 9 Lertsburapa K, Ahlberg AW, Bateman TM, Katten D, Volker L, Cullom SJ. Independent and incremental prognostic value of left ventricular ejection fraction determined by stress gated Rubidium 82 PET imaging in patients with known or suspected coronary artery disease. *J Nucl Cardiol* 2008;15:745-53.
- 10 Greenland P, Bonow RO, Brundage BH, Budoff MJ, Eisenberg MJ, Grundy SM, et al. ACCF/AHA 2007 clinical expert consensus document on coronary artery calcium scoring by computed tomography in global cardiovascular risk assessment and in evaluation of patients with chest pain: a report of the American College of Cardiology Foundation Clinical Expert Consensus Task Force (ACCF/AHA Writing Committee to Update the 2000 Expert Consensus Document on Electron Beam Computed Tomography) developed in collaboration with the Society of Atherosclerosis Imaging and Prevention and the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *J Am Coll Cardiol* 2007;49:378-402.
- 11 Rumberger JA, Simons DB, Fitzpatrick LA, Sheedy PF, Schwartz RS. Coronary artery calcium area by electron-beam computed tomography and coronary atherosclerotic plaque area. A histopathologic correlative study. *Circulation* 1995;92:2157-62.
- 12 Budoff MJ, Dowe D, Jollis JG, Gitter M, Sutherland J, Halamert E, et al. Diagnostic performance of 64-mul-

- tidetector row coronary computed tomographic angiography for evaluation of coronary artery stenosis in individuals without known coronary artery disease: results from the prospective multicenter ACCURACY (Assessment by Coronary Computed Tomographic Angiography of Individuals Undergoing Invasive Coronary Angiography) trial. *J Am Coll Cardiol* 2008;52:1724-32.
- 13 Miller JM, Rochitte CE, Dewey M, Arbab-Zadeh A, Niinuma H, Gottlieb I, et al. Diagnostic performance of coronary angiography by 64-row CT. *N Eng J Med* 2008;359:2324-36.
- 14 Di Carli MF, Dorbala S, Curilova Z, Kwong RJ, Goldhaber SZ, Rybicki FJ, et al. Relationship between CT coronary angiography and stress perfusion imaging in patients with suspected ischemic heart disease assessed by integrated PET-CT imaging. *J Nucl Cardiol* 2007;14:799-809.
- 15 Cademartiri F, Schuijff JD, Mollet NR, Malagutti P, Runza G, Bax JJ, et al. Multislice CT coronary angiography: how to do it and what is the current clinical performance? *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2005;32:1337-47.
- 16 Hoffmann U, Ferencik M, Cury RC, Pena AJ. Coronary CT angiography. *J Nucl Med* 2006;47:797-806.
- 17 Gould KL. Identifying and measuring severity of coronary artery stenosis. Quantitative coronary arteriography and positron emission tomography. *Circulation* 1988;78:237-45.
- 18 Hacker M, Jakobs T, Hack N, Nikolaou K, Becker C, von Ziegler F, et al. Sixty-four slice spiral CT angiography does not predict the functional relevance of coronary artery stenoses in patients with stable angina. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2007;34:4-10.
- 19 Hachamovitch R, Hayes SW, Friedman JD, Cohen I, Berman DS. Comparison of the short-term survival benefit associated with revascularization compared with medical therapy in patients with no prior coronary artery disease undergoing stress myocardial perfusion single photon emission computed tomography. *Circulation* 2003;107:2900-7.
- 20 Kaufmann PA. Cardiac hybrid imaging: state-of-the-art. *Ann Nucl Med* 2009;23:325-31.
- 21 Garcia EV, Gropler RJ. Ninth Nuclear Cardiology Invitational Conference, Annapolis, MD, 2008. *J Nucl Cardiol* 2008;15:e37-50.
- 22 Kajander SA, Joutsiniemi E, Saraste M, Pietilä M, Ukkonen H, Saraste A, et al. Clinical value of absolute quantification of myocardial perfusion with (15)O-water in coronary artery disease. *Circ Cardiovasc Imaging* 2011;4:678-84.
- 23 Schindler TH, Magosaki N, Jeserich M, Oser U, Krause T, Fischer R, et al. Fusion imaging: combined visualization of 3D reconstructed coronary artery tree and 3D myocardial scintigraphic image in coronary artery disease. *Int J Card Imaging* 1999;15:357-68; discussion 369-70.
- 24 Javadi MS, Lautamäki R, Merrill J, Voicu C, Epley W, McBride G, et al. Definition of vascular territories on myocardial perfusion images by integration with true coronary anatomy: a hybrid PET/CT analysis. *J Nucl Med* 2010;51:198-203.
- 25 Sato A, Nozato T, Hikita H, Miyazaki S, Takahashi Y, Kuwahara T, et al. Incremental value of combining 64-slice computed tomography angiography with stress nuclear myocardial perfusion imaging to improve noninvasive detection of coronary artery disease. *J Nucl Cardiol* 2010;17:19-26.

3D-MRI en weefselkarakterisatie



TIM LEINER



HILDO LAMB

MRI-beeldvorming van het hart is sterk in opkomst. Het superieure wekedelencontrast van MRI in vergelijking met andere modaliteiten, en de mogelijkheid om in een enkel onderzoek zowel anatomie als functie te evalueren, hebben geleid tot een almaar toenemende klinische vraag. Daarnaast is er steeds meer bewijs dat het gebruik van MRI-parameters zoals de mate en het patroon van delayed enhancement, prognostische waarde heeft bij meerdere aandoeningen [1]. Een belangrijk nadeel van de huidige klinisch gebruikte MRI-technieken is dat de acquisitie relatief veel MRI-tijd vergt; een onderzoeksduur van 45-60 minuten is eerder de norm dan uitzondering. Daarnaast blijft de visuele beoordeling van de MRI-beelden soms lastig.

In deze bijdrage worden nieuwe ontwikkelingen besproken die op korte termijn de kliniek gaan bereiken. Deze ontwikkelingen kunnen de onderzoeksduur belangrijk verkorten en de complexiteit aanzienlijk verminderen. Ook zal ingegaan worden op kwantitatieve weefselkarakterisatie-technieken zoals T1- en T2-mapping.

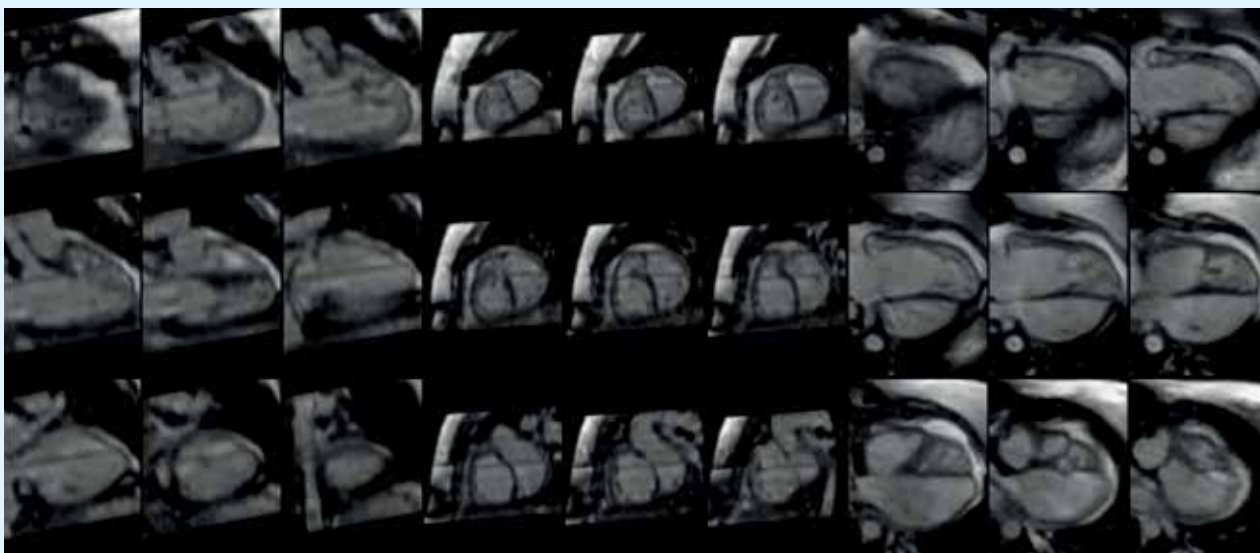
DE MIGRATIE VAN 2D- NAAR 3D-BEELDVORMING

Een van de belangrijkste recente ontwikkelingen in de cardiale MRI is de migratie van de 2D- naar 3D- en 4D-scantechnieken. De meest gebruikte scanprotocollen zijn zo opgebouwd dat er een serie afzonderlijke slices wordt geacquireerd van het hart in verschillende anatomische oriëntaties. Deze (tijdrovende) 2D-acquisitietechniek is deels nodig om het gewenste contrast te genereren (bijv. bij zwart-bloedopnamen), maar deels is dit ook noodzakelijk omdat een 3D-acquisitie te veel tijd kost en niet compatibel is met een korte ademstilstand.

Ontwikkelingen op het gebied van gradiënt-technologie (kortere TR) en spoeltechnologie met verdere toename van het aantal elemen-

ten, gecombineerd met de mogelijkheid hogere parallelle imagingfactoren te gebruiken, maken het mogelijk opnamen te maken in kortere tijd. Daarnaast is 'compressed sensing' (CS) recent geïntroduceerd. CS is een methode waarmee de k-ruimte verder 'undersampled' kan worden zonder noemenswaardig verlies van contrast- of spatiale resolutie, naast de meer bekende technieken zoals parallelle imaging, waarbij de versnelling wordt bereikt door meerdere spoel-elementen tegelijkertijd te gebruiken voor signaalontvangst. Door deze recente ontwikkelingen te combineren in de acquisitieprotocollen kunnen er aanzienlijke versnellingen worden bereikt t.o.v. van standaardprotocollen die nu in gebruik zijn. Bij de huidige acquisitie gaat veel tijd zitten in het geven van ademcommando's aan de patiënt,

waardoor een serie cineopnamen van het hart in de korte-asoriëntatie al gauw moet worden opgedeeld in 5-10 aparte opnamen met 1-2 slices per ademstilstand, afhankelijk van hoe lang een patiënt de adem kan inhouden. Gecombineerde toepassing van de boven beschreven versnellingstechnieken heeft in researchverband al geleid tot zgn. 4D-scanprotocollen waarmee een cineopname van het gehele hart kan worden gemaakt in slechts 1-2 ademstilstanden [2,3]. Ook zijn er al publicaties verschenen over dynamische 3D MR-perfusie-imaging van het hele linker ventrikel. Zo werd in de studie van Jogiya et al. een goede sensitiviteit en specificiteit van deze nieuwe methode gevonden in vergelijking met fractionele flowreserve-metingen [4]. ▶



Figuur 1. 33-jarige patiënt met status na atriale switchoperatie voor transpositie van de grote vaten. Reconstructies in de verticale lange-as (linker drie kolommen), korte-as (middelste drie kolommen) en 4-kameroriëntaties (rechter drie kolommen), gemaakt uit 40 s durende isotrope cine steady state free precession (bTFE) acquisitie (gemaakt in twee breath holds) met spatiale resolutie van 2,5x2,5x2,5 mm³. In vergelijking met de separate acquisities in de diverse oriëntaties is er tijdsbesparing van bijna 90%.

Ook voor perfusie-imaging is dit een aanzienlijke verbetering t.o.v. de nu klinisch gebruikte standaardmethode waarbij slechts drie korte-asslices worden afgebeeld. Tevens geldt voor real-time cardiac MRI dat cine-imaging nu mogelijk is met spatiale en temporele resolutie, nagenoeg vergelijkbaar met de huidige breath-hold cinetechnieken. Bij deze methode hoeft de adem niet meer ingehouden te worden en is binnen enkele hartslagen alle cine-informatie vergaard [5].

Het ligt in de verwachting dat de bovenbeschreven 3D- en 4D-methoden binnen enkele jaren in de kliniek toepasbaar zijn voor routinebeeldvorming. Hiermee kan de acquisitieduur van een standaard MRI-protocol voor evaluatie van zowel de linker- als de rechterventrikelfunctie en late enhancement naar verwachting worden teruggebracht tot minder dan tien minuten pure scantijd. Inclusief het positioneren van de patiënt op de tafel moet een routineonderzoek voor de meest voorkomende indicaties mogelijk zijn binnen 20-25 minuten. Een cruciaal verschil met de huidige technieken, waarbij voor elke gewenste oriëntatie aparte opnamen worden gemaakt (bijv. 2-, 3-, 4-kamer, korte-as en linkerventrikuluitstroombaan), is dat achteraf de gewenste oriëntaties uit de 4D-dataset moeten worden gereconstrueerd (Figuur 1). Vooral nog zijn er geen commercieel verkrijgbare softwarepakketten die hier specifiek op voorbereid zijn; maar ook hier zijn op korte termijn oplossingen te verwachten.

Een recente, nog niet gepubliceerde ontwikkeling op het gebied van de 3D-beeldvorming van het hart is om 3D-late enhancement MRI-beelden te vervaardigen

met correctie voor adembeweging, bijv. door gebruik te maken van de zogenaamde 'respiratory navigator'-techniek. Tijdens de 3D-opname van het gehele hart kan de patiënt gewoon doorademen; bovendien worden korte periodes met onregelmatige hartslag uitgemiddeld. Deze 3D-opnamen worden gemaakt in het transversale vlak en achteraf gereconstrueerd naar elke gewenste oriëntatie, bijv. lange- en korte-asbeelden (Figuur 2). Dit is vooral van belang bij onverwachte pathologie, waardoor achteraf het beste beeldvlak gekozen kan worden om de bevindingen met anderen te delen. Eigenlijk volgt MRI hier de benadering zoals al bekend van CT, een richting die in de komende jaren van groot belang zal blijken om de totale scanduur drastisch te verkorten: er is immers geen planning van de cine-, perfusie- en late enhancement-opnamen meer nodig! Een internationale werkgroep, waarbij beide auteurs van dit artikel betrokken zijn, is bezig een standaard-MRI-scanprotocol te ontwikkelen dat binnen dertig minuten een compleet MRI-hartonderzoek kan afleveren. Hierdoor wordt MRI-hart (weer) sterk competitief met andere beeldvormende modaliteiten voor het afbeelden van hart en vaten.

WEEFSELKARAKTERISATIE

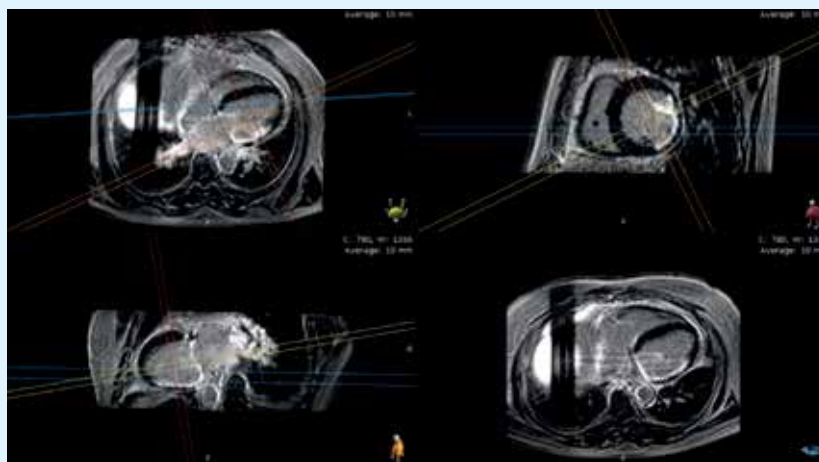
Het uitstekende wekedelencontrast van MRI kan gebruikt worden om informatie te vergaren over de samenstelling van verschillende weefsels in het hart. In de huidige klinische praktijk worden deze methoden voornamelijk *kwalitatief* toegepast: op basis van het eenvoudige kijken naar de beelden wordt een uitspraak gedaan over de aan- of afwezigheid van bijv. een infarctzone in het myocard op de delayed enhancement-beelden. De afgelopen tijd zijn echter vanuit diverse onderzoeksgroepen publicaties verschenen over *kwantitatieve* methoden om het myocard te karakteriseren,

de zogenaamde T1-, T2- en T2*-mapping. De essentie van deze methoden is het meten van de relaxatietijd(en) van het myocard om zo subtielere en diffuse hartspierschade betrouwbaarder en met betere reproduceerbaarheid in kaart te brengen.

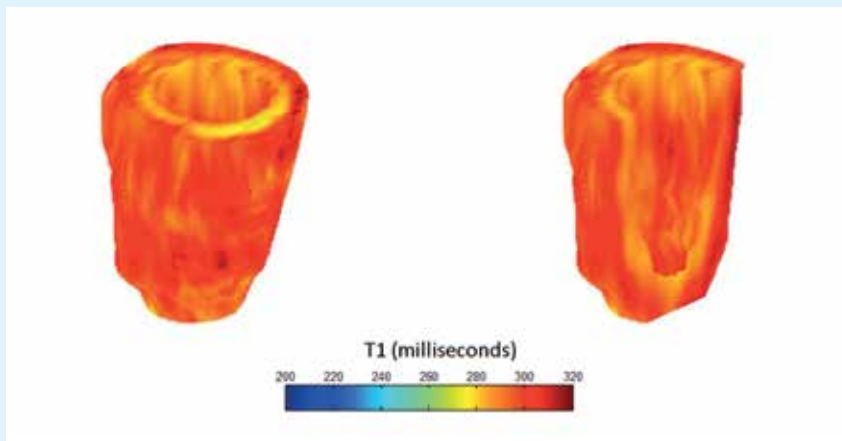
T1-mapping

T1-mappingtechnieken worden vooral gebruikt voor een betere karakterisering van diffuse fibrose in het myocard. Hoewel de conventionele inversion-recovery delayed enhancement imagingtechniek uitstekend geschikt is voor het aantonen en/of uitsluiten van focale infarcering of fibrose, dienen deze gebieden relatief scherp gedemarkeerd en uitgebreid te zijn alvorens zij met zekerheid als dusdanig geïdentificeerd kunnen worden. Ook dient er in principe een gebied met normaal (i.e. laag signaal of 'genuld') myocard te zijn om afwijkende gebieden aan te relateren. Indien er klinisch een verdenking is van een diffuus afwijkend myocard, zoals vaak gezien wordt bij diabetische cardiomyopathie, dilaterende of infiltratieve/restrictieve cardiomyopathieën, myocarditis, aritmogene cardiomyopathie (voorheen bekend als 'ARVC') of chronische aorta-insufficiëntie, dan kan T1-mapping een potentiële verbetering inhouden t.o.v. bestaande protocollen.

Myocardiale T1-waarden kunnen worden afgeleid uit de inversietijd-scoutopnamen ('Look-Locker'- of 'modified Look-Locker'- [MOLLI] opnamen), die vervaardigd worden om de tijd van optimale myocardnulling te bepalen na een 180-graden inversiepulss. Beide methoden komen zeer goed overeen, maar de MOLLI-methode is eleganter, omdat er telkens in dezelfde fase van de hartcyclus gemeten wordt; ook is de reproduceerbaarheid van de MOLLI-methode beter [6]. In de zeer recente studie van Sibley et al. bij 47 patiënten met verdenking op myocardiale fibrose, werd een significante correlatie van 0,57 gevonden tussen de gemiddelde myocardiale T1-waarde en het percentage fibrose bij histologie. Er werd in deze studie een significant hogere myocardiale T1-waarde gevonden bij een gezonde controlegroep vs. een groep patiënten met en een groep patiënten zonder delayed enhancement. De mate van fibrose in het myocard bij biopsie was de referentiestandaard bij dit onderzoek. Bij patiënten met een klinisch beeld van cardiomyopathie zonder aanwijzingen voor delayed enhancement varieerde het percentage fibrose van 1,5-19,1%, maar was de T1-waarde wel significant lager in vergelijking met de controlegroep [7]. De onderzoekers tonen daarmee aan dat T1-mapping inderdaad toegevoegde waarde heeft bij de diagnostiek van cardiomyopathie met diffuse infiltratie van het myocard. Een recente (nog niet gepubliceerde) benadering is om de



Figuur 2. MRI late enhancement-beelden vervaardigd met een 3T Ingenia MRI-systeem m.b.v. de respiratory navigator-techniek. Rechtsonder ziet u de originele scanrichting in het transversale vlak. Linksboven ziet u een 4-kamerreconstructie, linksom een 2-kamerreconstructie. Rechtsboven is een korte-asoriëntatie gereconstrueerd uit de transversale 3D-dataset. Elke gewenste oriëntatie is achteraf te reconstrueren. In dit voorbeeld is overduidelijk sprake van status na myocardinfarct in het stroomgebied van de circumflex. (Ongepubliceerde data van prof.dr. Hildo J. Lamb, LUMC, Leiden).



Figuur 3. 3D-reconstructie van T1-map van het gehele hart op basis van de combinatie van een korte-as Look-Locker en 3D late enhancement-scan van het hele hart in transversale oriëntatie. Het voordeel van deze benadering is dat uit een gewone late enhancement-opname achteraf een 3D T1-map kan worden berekend, dus zonder extra scantijd! In dit geval representeren de gele gebieden myocard met een kortere T1 dan de rode gebieden. Derhalve is hier een patroon herkenbaar van globale subendocardiale T1-verkorting, overeenkomend met de diagnose amyloidosis. (Ongepubliceerde data van prof.dr. Hildo J. Lamb, dr. Rob van der Geest, drs. Qian Tao, LUMC, Leiden).

Look-Locker-techniek te combineren met 3D late enhancement-opnamen van het hele hart, waardoor achteraf een 3D T1-map van het hele hart berekend kan worden (Figuur 3). Er wordt ook gewerkt aan technieken zonder contrast om native T1-maps te vervaardigen.

T2- en T2*-mapping

Met betrekking tot de waarde van T2-mapping geldt eenzelfde argumentatie als hierboven beschreven. Bij diffuse aantasting van het myocard is meting van de T2- en T2*-waarden van myocard een potentieel betrouwbaardere methode voor het opsporen van afwijkingen, vergeleken met de huidige werkwijze waarbij er gezond ogend myocard of skeletspier als referentie wordt gekozen bij visuele beoordeling. Daarnaast komen er in de dagelijkse praktijk met de huidige methode veel artefacten voor, zoals hoog signaal op de overgang tussen het linkerventrikel en de caviteit door langzaam stromend bloed, en variatie in signaalintensiteit t.g.v. fluctuaties in hartfrequentie en lengte van ademstilstand, evenals de positie van de afzonderlijke spoel-elementen van de oppervlakte-spoel t.o.v. de afwijking.

Myocardiale T2- en T2*-waarden worden gemeten door voor toediening van contrastmiddel T2-gewogen beelden op te nemen met verschillende echartijden. Voor T2-mapping worden er meestal 3-4 opnamen gemaakt met TE-waarden tussen 0 en 55 ms; voor T2*-opnamen worden meestal 7-8 echartijden gemeten. Vervolgens wordt per pixel een T2-waarde berekend door een mono-exponentiële curve te 'fitten' door de verschillende meetpunten van de signaalintensiteit versus echartijdcurve.

T2-mapping is klinisch interessant bij ziekten waarbij er (diffuus) oedeem in de hartspeer

wordt verwacht, zoals een acuut myocardinfarct, acute inflammatoire aandoeningen zoals myocarditis [8] en afstotingsreactie na harttransplantatie [9]. T2*-mapping is van waarde gebleken om de mate van ijzerstapeling in het myocard te bepalen en te vervolgen bij chelatietherapie bij patiënten met bijv. thalassaemia major [10,11]. Bij deze patiënten wordt in dezelfde sessie vaak ook direct de lever meege-scand, om ook daar de mate van ijzerstapeling vast te stellen.

Praktische aanpak

Via de volgende link kan gratis software gedownload worden waarmee op eenvoudige wijze T1-, T2- en T2*-mapping verricht kan worden op Windows computers: www.softpedia.com/get/Science-CAD/MRmap.shtml (12).

CONCLUSIES

Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van MRI-hardware en pulssequenties gaan in de nabije toekomst leiden tot radicaal snellere cardiac MR-scanprotocollen, waarmee de acquisitieduur niet wezenlijk langer meer zal zijn dan standaardonderzoeken van andere anatomieën. Het toepassen van mapping-technieken zal daarnaast leiden tot betere en kwantitatieve evaluatie van diffuse myocardafwijkingen.

Dr. T. Leiner¹
Prof.dr. H.J. Lamb²

radiologen, UMC Utrecht¹ & LUMC Leiden²

Literatuur

- Schuster A, Morton G, Chiribiri A, Perera D, Vanoverschelde J-L, Nagel E. Imaging in the management of ischemic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2012;59:359-70.
- Xu J, Kim D, Otazo R, Srichai MB, Lim RP, Axel L, et al. Towards a five-minute comprehensive cardiac MR examination using highly accelerated parallel imaging with a 32-element coil array: feasibility and initial comparative evaluation. *J Magn Reson Imaging* 2012 Nov 29; doi:10.1002/jmri.23955 [Epub ahead of print].
- Stralen M van, Habets J, Driessen M, Aidi El H, Pluim J, Leiner T. Dual breath-hold 3D whole heart cine cardiac MRI: feasibility and initial experience. *Proc Intl Soc Mag Reson Med* 2012:3843.
- Jogiya R, Kozerke S, Morton G, De Silva K, Redwood S, Perera D, et al. Validation of dynamic 3-dimensional whole heart magnetic resonance myocardial perfusion imaging against fractional flow reserve for the detection of significant coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 2012;60:756-65.
- Feng L, Srichai MB, Lim RP, Harrison A, King W, Adluru G, et al. Highly accelerated real-time cardiac cine MRI using k-t SPARSE-SENSE. *Magn Reson Med* 2012 Aug 6; doi: 10.1002/mrm.24440 [Epub ahead of print].
- Nacif MS, Turkbey EB, Gai N, Nazarian S, Geest RJ van der, Noureldin RA, et al. Myocardial T1 mapping with MRI: Comparison of look-locker and MOLLI sequences. *J Magn Reson Imaging* 2011;34:1367-73.
- Sibley CT, Noureldin RA, Gai N, Nacif MS, Liu S, Turkbey EB, et al. T1 Mapping in cardiomyopathy at cardiac MR: comparison with endomyocardial biopsy. *Radiology* 2012;265:724-32.
- Thavendiranathan P, Walls M, Giri S, Verhaert D, Rajagopalan S, Moore S, et al. Improved detection of myocardial involvement in acute inflammatory cardiomyopathies using T2 mapping. *Circ Cardiovasc Imaging* 2012;5:102-10.
- Usman AA, Taimen K, Wasielewski M, McDonald J, Shah S, Giri S, et al. Cardiac magnetic resonance T2 mapping in the monitoring and follow-up of acute cardiac transplant rejection: a pilot study. *Circ Cardiovasc Imaging* 2012;5:782-90.
- Smith GC, Carpenter JP, He T, Alam MH, Firmin DN, Pennell DJ. Value of black blood T2* cardiovascular magnetic resonance. *J Cardiovasc Magn Reson* 2011;13:21.
- Carpenter JP, He T, Kirk P, Roughton M, Anderson LJ, de Noronha SV, et al. On T2* magnetic resonance and cardiac iron. *Circulation* 2011;123:1519-28.
- Messroghli DR, Rudolph A, Abdel-Aty H, Wassmuth R, Kühne T, Dietz R, et al. An open-source software tool for the generation of relaxation time maps in magnetic resonance imaging. *BMC Med Imaging* 2010;10:16.

Wie kaapt Wat van Wie?



JOS VAN ENGELSHOVEN



WILLEM MALI



ERIK RANSCHAERT

De rondetafeldiscussie over 'Kapers op de kust' tijdens de recente Radiologendagen was bedoeld om een discussie op gang te brengen over hoe om te gaan met de toenemende concurrentie, vaak binnen eigen ziekenhuis. Winnifred van Lankeren en Ieneke Hartmann hebben hierover verslag gedaan in het herfstnummer 2012 van MemoRad [1]. Wij willen hier de discussie toespitsen op de cardiovasculaire radiologie (cardiale CT en MR) en op de interventieradiologie (IR).

Beeldvorming van hart en bloedvaten was begin jaren tachtig van de vorige eeuw maar een klein deel van ons vak. De cardiale diagnostiek door radiologen beperkte zich feitelijk tot thoraxfoto's om hart en longcirculatie te beoordelen. De echografie en ook de scintigrafie van het hart waren in belangrijke mate het terrein van de cardioloog. De radioloog speelde hierin geen rol van betekenis. Ook de echografie van het arterieel vaatsysteem is vanaf de beginjaren vooral het terrein van de vaatchirurg geweest. Er zijn natuurlijk uitzonderingen, maar dit was de dominante lijn. Waarschijnlijk was het zo dat de radioloog zich meer thuis voelde in het statisch anatomisch onderzoek, terwijl de cardioloog en vaatchirurg, en later ook bijv. de fleboloog, hun focus meer op dynamisch functioneel onderzoek richtten. Ook de diagnostische angiografie werd einde jaren zeventig vooral bedreven door de clinicus, mogelijk vanwege het vermeende invasieve karakter. Pas na introductie van de katheterangiografie werd dit, voor zover het niet het hart betrof, overgenomen door de radioloog. Deze heeft ook, zeker in Nederland, de beeldgeleide IR in al zijn facetten ontwikkeld en er mede voor gezorgd dat deze interventietechnieken momenteel meestal de behandelingen van eerste keuze zijn. De patiënt is daar enorm mee gebaat.

De tijd stond echter niet stil, en de afgelopen tien jaar zijn CT en MR zodanig doorontwikkeld dat deze technieken momenteel bij allerlei vermoede cardiovasculaire aandoeningen het onderzoek van keuze zijn. Omdat ze voor de patiënt slechts minimaal belastend zijn, worden ze betrekkelijk routinematig of op geringe indicatie toegepast. Sommigen willen zelfs screenend te werk gaan. Het gevolg is dat de diagnostische

katheterangiografie, zowel van de coronairvaten alsook van andere arteriën, langzaam verdwijnt en vervangen wordt door MR of CT. Datzelfde geldt, hoewel in mindere mate, ook voor het ultrageluidonderzoek van hart en bloedvaten. CT en MR zijn voor de cardioloog dus belangrijke onderzoekstechnieken geworden. Maar het zijn wel technieken die de radioloog van oudsher als zijn domein beschouwt. Wil de cardioloog nu de cardiale CT en MR diagnostiek kapen van de radioloog, of heeft de radioloog een deel van de cardiale diagnostiek overgenomen van de cardioloog? Het is maar hoe je het bekijkt, oftewel: wie kaapt wat van wie?

Op eenzelfde wijze kun je naar de interventieradiologie (IR) kijken. Nagenoeg alle beeldgeleide interventieprocedures waren vroeger chirurgische ingrepen, voor zover er überhaupt behandeling mogelijk was. De radioloog heeft dus heel wat werk van de chirurg overgenomen. Vooral van de vaatchirurg, maar ook van andere chirurgen. Zij proberen nu terrein terug te winnen, en ook hier kunnen we de vraag stellen: "Wie kaapt wat van wie?"

INTERVENTIERADIOLOGIE

Over en weer worden argumenten bedacht om de ander als kaper en als onvoldoende gekwalificeerd te karakteriseren. Zo zou de interventieradioloog, volgens sommige chirurgen, te weinig klinisch georiënteerd zijn om dit soort, vaak ingrijpende, behandelingen uit te voeren. De radioloog zou de interventie vooral zien als een truc, een handigheid, en te weinig klinisch betrokken zijn. Dit argument snijdt zeker hout. De radioloog is immers vaak minder op de hoogte van de klinische context van waaruit de behandeling geïnitieerd wordt. Sommige interventieradiologen zien de patiënt zelfs pas voor het eerst als deze al op de röntgentafel ligt. Het aantal interventieradiologen dat zelf vooraf de patiënt

ziet en achteraf het resultaat van de behandeling controleert, is met een lampje te zoeken. In de opleiding tot interventieradioloog wordt aan klinische vorming ook maar amper aandacht besteed. De chirurgen hebben hier dus enig recht van spreken, en daar moet de radiologie iets mee. Wij denken daarbij aan een substantiële klinische stage in de opleiding tot interventieradioloog, maar ook aan het reserveren van tijd voor de interventieradioloog voor klinische activiteiten, zoals klinische besprekingen, patiëntbegeleiding en follow-up. Een maatschap die de IR ziet als een trukendoos die qua tijdsbesteding niet meer mag kosten dan de trucjes duren, kan er beter mee ophouden en het primaat aan de chirurgen geven.

De radioloog vindt daarentegen dat je al dat beeldgestuurde interventiewerk moet poolen binnen één groep. Ook dat argument snijdt hout. IR is immers een vak dat handigheid en routine met de katheter vraagt. Om dat goed te doen moet je vaak, vrijwel dagelijks, meerdere van dit soort procedures uitvoeren. Een interventieradioloog kan die handigheid gemakkelijker verwerven en op peil houden, omdat hij alle soorten beeldgeleide katheteractiviteiten verricht (in het brein, thoracaal, abdominaal en perifeer) en dus een veel groter volume aan beeldgeleide interventies kan doen dan een neurochirurg of vaatchirurg. Voor het behouden van voldoende ervaring lijkt het nodig dat een interventieradioloog vrijwel dagelijks zo'n procedure doet. Dat zijn er dan ongeveer 200 per jaar. Dus laat die radioloog die twee keer per maand de katheter ter hand neemt er snel mee stoppen. Hij maakt meer ellende dan hij oplost. Waarschijnlijk moet de IR, vanwege die benodigde volumina, geconcentreerd worden in regionale samenwerkingsverbanden om ook voor kleine ziekenhuizen IR mogelijk te maken. Daarmee kan dan ook een 24/7-service gegarandeerd worden. IR betreft immers vaak

acut ingrijpen, en dat moet 24 uur van de dag en 7 dagen per week mogelijk zijn. Voorwaarde voor dit alles is dat interventieradiologen binnen hun maatschap de ruimte krijgen om dit te doen, inclusief de daarbij behorende klinische activiteiten. IR is nu eenmaal geen cashcow.

BEELDVORMING VAN HET HART

De discussie met de cardiologen over cardio-CT en cardio-MR betreft echt een 'turf battle'. Zowel radiologen als cardiologen willen graag de grote aantallen CT- en MR-verrichtingen declareren, waarvan de praktische uitvoering in belangrijke mate aan paramedici overgelaten kan worden. De cardiologen zijn van mening dat de cardiale diagnostiek als geheel in hun handen moet blijven en dat de radioloog de kennis ontbeert om de beelden binnen de klinische context te beoordelen. Radiologen daarentegen vinden dat beelden primair onbevooroordeeld, objectief, beoordeeld moeten worden en dat pas daarna correlatie met het klinische beeld moet plaatsvinden. Voorkomen moet worden dat je ziet wat je wilt zien. Bovendien leert de ervaring dat de cardioloog te veel op het hart gericht is en belangrijke pathologie daarbuiten gemakkelijk over het hoofd ziet. Een ander veel gehoord argument is dat het aantal CT- en MR-verrichtingen explosief zal stijgen indien deze techniek in handen komt van de cardioloog. Hij zou door zelfverwijzingen zijn eigen omzet en inkomen te veel kunnen sturen. Het indicatiegebied is immers niet heel scherp afgebakend. Het gaat hier dus vooral over geld; de turf battle. Zowel CT als MR zijn sterk geprotocolleerde procedures waarvan de beelden achteraf worden beoordeeld. Zoals

bij alle beelden die op een radiologieafdeling gemaakt worden zijn ook deze beelden direct online beschikbaar, en iedere behandelaar kan en mag zich daar een oordeel over vormen en zijn eigen interpretatie vergelijken met het verslag van de radioloog. De radioloog is objectiever in zijn beoordeling, kijkt ook naar zaken waar op dat moment klinisch niet aan gedacht wordt en toetst het beeld aan wat hij gebruikelijk ziet en wat normaal gevonden wordt. Hij is meer gespist op beeldartefacten die pathologie kunnen suggereren en is door zijn kennis van de techniek beter in staat alternatieve procedures voor te stellen. Met andere woorden: ook cardiale CT- en MR-scans dienen conform de gebruikelijke procedures op een radiologieafdeling afgehandeld te worden. Er is geen enkele reden om dit anders te doen.

Toch heeft ook de cardioloog enigszins gelijk als hij zegt dat de radioloog onvoldoende klinisch dan wel cardiologisch georiënteerd is. Cardiale beeldvorming is van oudsher bij de radiologen onderbelicht gebleven, en de daarvoor benodigde kennis moet nu snel ingehaald worden. Dat kost enige tijd en zou het beste kunnen gebeuren door gedurende het specialisatiedeel van de opleiding (de laatste twee jaar) een halfjaar stage klinische cardiologie in een erkende opleidingskliniek te volgen. Vanuit de radiologie moeten we dan echter ook de cardiologen in spé de gelegenheid bieden om zich zo'n periode te bekwamen in CT en MR. Op die manier ontstaat geleidelijk een samenwerkingsmodel waarbij radiologen en cardiologen begrip hebben van elkaars vakgebied, en daar zal de patiënt veel voordeel van hebben.

BESLUIT

Geld is vaak de diepere oorzaak van dit soort ruzies. Radiologiematenschappen geven interventieradiologen onvoldoende ruimte om ook hun klinische betrokkenheid waar te maken; 'ze moeten dicteren, want dat verdient'. En cardiologen willen zelf de cardiologische beeldvormende procedures declareren. De financiële angel zou uit deze discussie gehaald kunnen worden door alle beeldvorming in een 'all-in' tarief onder te brengen. Daar zijn heel wat goede argumenten voor aan te dragen, en waarschijnlijk komt samenwerking dan gemakkelijker tot stand. De oekaze van het bestuur van de NVvR om de radioloog niet meer te laten participeren aan de opleiding van andere specialismen, is echter het paard achter de wagen spannen en leidt absoluut tot niets. Het omgekeerde moet gebeuren: nodig andere specialismen uit voor onze fantastische bijscholingscursussen. Ook dat is immers samenwerken. ■

Maastricht, 1 november 2012

Prof. (em) dr. J.M.A. van Engelshoven

Maastricht

Prof.dr. W.Th.M.Mali

radioloog UMC Utrecht

E.R. Ranschaert

radioloog Jeroen Bosch Ziekenhuis

's-Hertogenbosch

Literatuur

1. Lankeren W van, Hartmann I. Rondetafeldiscussie: kapers op de kust. MemoRad 2012;17 (3):15-6.

STELLING

Nils Planken, 2007 (Maastricht)

Haemodialysis vascular access imaging

Het toenemend gebruik van high-tech apparatuur in de geneeskunde is niet alleen een gevolg van de vooruitgang in de geneeskunde maar ook het gevolg van een inadequate beheersing van de basisvaardigheden.

STELLING

Vincent Cappendijk, 2007 (Maastricht)

MRI van atherosclerose

Met de komst van superspecialistische radiologen dient zowel de sensitiviteit als de specificiteit toe te nemen.

STELLING

Indra Celine van den Bos, 2007 (Rotterdam)

State-of-the-art magnetic resonance imaging in the work-up of primary hepatocellular tumors

Voor een accurate navolging van het 'ALARA-principe' moet zowel de clinicus als de radioloog overmatig gebruik van computer tomografie vermijden, zeker wanneer dit geen toegevoegde waarde kan bieden aan de reeds bekende (klinische) diagnose.

(ALARA – as low as reasonably achievable)

Nader Onderzoek DoodsOorzaak (NODO)

Nieuwe regels omtrent onderzoek bij overlijden van minderjarigen



RICK VAN RIJN



WILMA DUIJST

Vanaf 1 oktober 2012 is de wetgeving omtrent het nader onderzoek doodsoorzaak (NODO) bij minderjarigen in werking getreden. Deze wet houdt in dat in alle gevallen waarbij in Nederland een minderjarige overlijdt er verplicht met de forensisch arts contact moet worden opgenomen voor overleg (artikel 10a lid 1 Wet op de lijkbezorging, WLB). De forensisch arts overlegt met de behandelend arts of er sprake is van een niet natuurlijke of natuurlijke doodsoorzaak. In geval van een evident niet natuurlijke doodsoorzaak verricht de forensisch arts de lijkschouw en wordt de zaak voorgelegd aan de officier van justitie, die desgewenst aanvullend onderzoek (vaak via het Nederlands Forensisch Instituut) kan bevelen.

In geval van een natuurlijk overlijden, dat verwacht en verklaard is, kan de behandelend arts het A- en B-formulier invullen en wordt het stoffelijk overschot vrijgegeven aan de ouders/verzorgers. Is er echter sprake van een aangenomen natuurlijk maar niet verwacht of verklaard overlijden, dan treedt de NODO-procedure in werking. Het doel van de procedure is om bij een onverklaard overlijden van een minderjarige de doodsoorzaak te achterhalen door middel van een 'neutraal onderzoek'. Neutraal duidt erop dat voorafgaande aan de procedure geen aanwijzingen bestaan voor een niet-natuurlijk overlijden, en evenmin is er een natuurlijke doodsoorzaak (ziekte) aan

kinderarts (KA) van dienst. In Nederland zijn er voorlopig twee centra (het Wilhelmina Kinderziekenhuis – UMCU en het Emma Kinderziekenhuis – Vrouw Kind Centrum, AMC & VUmc Amsterdam) aangewezen als NODO-centrum. Deze twee centra doen om de week dienst voor de NODO. Indien de NODO-FA en NODA-KA het eens zijn met de werkdiagnose 'natuurlijk onverwacht en onverklaard overlijden', zal het stoffelijk overschot voor nader onderzoek naar het NODO-centrum van dienst worden overgebracht.

Nu kunt u zich afvragen: wat heb ik hier als radioloog mee te maken? In dit artikel zullen wij de juridische aspecten uiteenzetten die ook voor radiologen van belang zijn.

JURIDISCH KADER

Een belangrijk juridisch aspect van de NODO-procedure is dat er geen voorafgaande toestemming van de ouders vereist is. Alleen indien wordt overgegaan tot autopsie is toestemming van de ouders vereist (art. 74 WLB). Dit ontslaat de betrokkenen natuurlijk niet van het goed informeren van de ouders over de procedure.

Een ander belangrijk punt, dat ook de radiologen kan raken, is het feit dat de NODO-FA

“Dit betekent de facto dat het beroepsgeheim voor deze categorie patiënten is opgeheven: de vraag ontvangen betekent de gegevens overhandigen.”

te wijzen waardoor de dood is ingetreden. Het doel van de procedure is dus niet, in tegenstelling tot wat in sommige media geïmpliceerd wordt, om gemiste gevallen van niet-natuurlijke dood op te sporen.

Binnen de NODO-procedure overlegt de NODO-forensisch arts (FA) met een NODO-

het recht heeft relevante informatie te verzamelen. Op grond van art. 10a lid 3 WLB zijn de behandelend arts en andere betrokken hulpverleners verplicht de NODO-FA op diens verzoek terstond die informatie, inzage en afschrift van bescheiden te verstrekken die deze noodzakelijk acht in het kader van het nader onderzoek. Dit betekent de facto dat het beroepsgeheim voor deze categorie patiënten is opgeheven: de vraag ontvangen betekent de gegevens overhandigen. Omdat deze verzoeken op alle momenten van de dag, ook in de avonduren en weekenden, kunnen worden gedaan, is het verstandig binnen uw organisatie afspraken te maken over hoe aan deze verzoeken gehoor zal worden gegeven. De ouders zijn gebaat bij een vlotte afwikkeling van de procedure; hiervoor is het van groot belang dat de informatie van behandelaars en andere hulpverleners snel wordt verkregen.

PLAATS EN BETEKENIS VAN DE RADIOLOGIE

In alle casus die binnen de NODO-procedure vallen wordt radiologisch onderzoek verricht. Dit onderzoek bestaat uit een whole body CT

“In alle casus die binnen de NODO-procedure vallen wordt radiologisch onderzoek verricht.”

van alle kinderen, ongeacht de leeftijd. Daarnaast wordt bij alle kinderen tot en met vier jaar oud een volledige skeletstatus vervaardigd volgens de richtlijnen van het Royal College of Radiologists. Voor zowel het CT als het conventionele onderzoek gebruiken de beide NODO-centra identieke radiologieprotocollen.

Het doel van het radiologisch onderzoek is richting te geven aan het vervolgonderzoek door de NODO-FA en NODO-KA. Tevens kunnen congenitale afwijkingen opgespoord worden die anders mogelijk gemist worden. Indien er een duidelijke doodsoorzaak wordt gevonden, wordt de NODO-procedure gestaakt; hetzelfde geldt als er aanwijzingen worden gevonden voor een niet-natuurlijke dood.

De beoordeling van het postmortale radiologisch onderzoek gebeurt in het eerste jaar door de radiologen verbonden aan de NODO-centra. Op termijn is de verwachting dat deze groep uitgebreid zal worden met andere kinderradiologen binnen Nederland.

CONCLUSIE

Hoewel de meeste radiologen in Nederland nooit direct met de NODO-procedure te maken zullen krijgen, is het wel van belang kennis te nemen van de wet- en regelgeving omtrent deze procedure. Met name het opheffen van het medisch beroepsgeheim voor deze categorie patiënten is voor alle betrokken zorgprofessionals van belang.

Het eerste jaar van de NODO-procedure wordt door de ministeries van Volksgezondheid, Welzijn en Sport en van Veiligheid en Justitie gezien als een pilotjaar. Na dit jaar, of eerder indien er vijftig kinderen zijn geïnccludeerd, wordt besloten of en in welke vorm de NODO-procedure doorgang zal vinden. Ook zal dan worden besloten of dit in de huidige twee centra blijft of dat er meer centra in Nederland zullen worden aangewezen.

Dr. R.R. van Rijn

kinderradioloog

Emma Kinderziekenhuis-AMC Amsterdam

Mr.dr. W.L.J.M. Duijst

GGD IJsselland

NIEUWSFLITS

Promotie 18 januari 2013

Borstoperatie slaagt vaker met echo-apparaat

Borstkankeroperaties verlopen beter als de chirurg een echo-apparaat gebruikt tijdens de ingreep. De kans dat de volledige tumor in één keer verwijderd kan worden, stijgt dan van 83 naar 97 procent. Dat blijkt uit promotieonderzoek aan het VUmc in Amsterdam.

Zonder echo worden borsttumoren verwijderd op basis van wat de chirurg voelt tijdens de operatie. Hierbij bestaat de kans dat hij te veel gezond weefsel weghaalt, of dat er juist kwaadaardige cellen achterblijven.

Sociaal belastend

Promovendus Nicole Krekel over haar onderzoek: “Met behulp van de echo was het minder vaak nodig om opnieuw te opereren, de borst te amputeren of te bestralen. Zonder gebruik van de echo werd tweemaal te veel weefsel verwijderd.” Dat laatste leidt vaak tot een slechter cosmetisch resultaat. Dat kan voor de vrouw psychisch en sociaal belastend zijn.

Krekel ontdekte dat de echoprocedure relatief eenvoudig te leren is. Na ongeveer acht operaties onder supervisie heeft een chirurg de methode onder de knie en kan hij zelfstandig aan de slag.

Landelijk in te voeren

Volgens Krekel is de manier van opereren snel landelijk in te voeren, omdat elk ziekenhuis al over echo-apparatuur beschikt. “En omdat er minder aanvullende behandelingen nodig zijn, zullen de behandelkosten verminderen en dus een besparend effect hebben.” Wellicht is dat ook een reden voor ziekenhuizen om het gebruik van de echo in te voeren, aldus Krekel. (ANP)

Radiologie in Baku, Azerbeidzjan



PAUL ALGRA



PETER PATTYNAMA



HUIB VOGEL

Azerbeidzjan heeft een eeuwenoude cultuur met Perzische, Arabische, Turkse en USSR invloeden. Het maakte deel uit van de oude zijderoute (karavanserais e.d.). De recente Russische invloeden uiten zich o.a. in een sterke culturele traditie (opera, ballet, nu jazz). Azerbeidzjan heeft een van de snelst groeiende economieën, mede dankzij olie- en gasrevenue. Maar er is ook corruptie, en de rijkdom bevindt zich in handen van enkelen. Op de lijst van Transparency International staat Azerbeidzjan 139/174; ter vergelijking: Nederland 9/174.



Baku aan de Kaspische Zee.

Het huidige Azerbeidzjan laat nog veel restanten zien van de overheersing van de Sovjet-Unie die duurde van 1920 tot 1992. Nadat Azerbeidzjan zelfstandig werd, oriënteerde het zich ook op West-Europa.

Dat blijkt uit het lidmaatschap van de Council of Europe, de organisatie van het Eurovisie Songfestival 2012, het UEFA onder 17 dames-toernooi, de eerste Europese Spelen in 2015 (waarvan Baku gastheer zal zijn), evenals de wens lid te worden van de EU.



De Nederlandse radiologen hebben een goede naam achtergelaten en zijn uitgenodigd voor guest lectures aan de Universiteit van Baku.

Ook de gezondheidszorg is in beweging. De Azerbeidzjaanse overheid heeft de West-Europese gezondheidszorg als voorbeeld genomen. In dat kader is een groep van West-Europese medisch specialisten in Baku om de opleiding vorm te geven. Worldmed is de organisatie daarvoor in Baku, en door Viamedica worden de medisch specialisten geworven.

Er zijn ook Nederlandse radiologen in klinieken in Baku geweest, te weten in Badamdar, Merkezi en Oncology Centre. Om tot een vergelijkbaar



In het algemeen kunnen ambassades veel betekenen voor startende ondernemingen. De Nederlandse ambassadeur te Baku, mr. A. Uijterlinde, is van bijzonder grote waarde geweest om ons snel de mores van het land bij te brengen.

er de wens conventioneel bariumonderzoek te leren, want dat is goedkoper dan een CT-scan. En je moet goed motiveren waarom je i.v. contrast wilt geven; het maakt het onderzoek twee keer zo duur.

Er valt dus nog een hoop te doen en te leren in Baku!

Dr. P.R. Algra
radioloog Medisch Centrum Alkmaar
Prof.dr. P. Pattynama
radioloog Groene Hart Ziekenhuis Gouda
H.J.Ph. Vogel
freelanceradioloog

www.transparency.org/cpi2012/results
www.worldmed.az
www.viamedica.nl

niveau te komen als de West-Europeanen, moeten de aios nog veel aandacht besteden aan radiologische anatomie en pathologie. Het basisniveau moet hoger, en niet altijd is het duidelijk op grond waarvan een assistent tot de opleiding is toegelaten. Het enthousiasme bij de aios is echter groot, wat het doceren tot een plezierige bezigheid maakt. Een efficiënte methode om te leren is de opdracht om powerpoint-voordrachten te verzorgen, en colleges aan de hand van CTIsus worden sterk gewaardeerd. Interessante gevallen, cases of the day, casus pro diagnosi worden geplaatst op de website www.bakuradiconsult.nl; deze site is volop in ontwikkeling.

De toegang tot de Azerbeidzjaanse gezondheidszorg is niet voor iedereen drempelloos, zeker als je niet verzekerd bent. Een verzekering is vaak gebonden aan een baan. Geen baan, geen verzekering, en dus contant betalen. De caissières zijn dan ook talrijk en nemen een belangrijke plek in het ziekenhuis in. Er wordt pas i.v. contrast gegeven als duidelijk is dat de patiënt of zijn verzekering daar extra voor betaalt.

Het gezondheidssysteem is nog op de oude USSR-leest geschoeid (afdeling voor colon-irrigatie!). De rijken gaan naar Turkije, Moskou of Duitsland. Dat wil men wel veranderen. De zittende dokters, gebrekkige opleiding, slechte beloningen en ingeslepen patronen van cliëntelisme zijn problematisch. Vaak komen patiënten pas naar het ziekenhuis als de pathologie al ver is gevorderd. Soms ook blijft het alleen bij een foto, omdat de behandeling te duur is.

Deze omstandigheden zorgen ervoor dat je ver voortgeschreden pathologie ziet die je in Nederland niet meer tegenkomt. Ook bestaat



De Nederlandse ambassade in Baku.



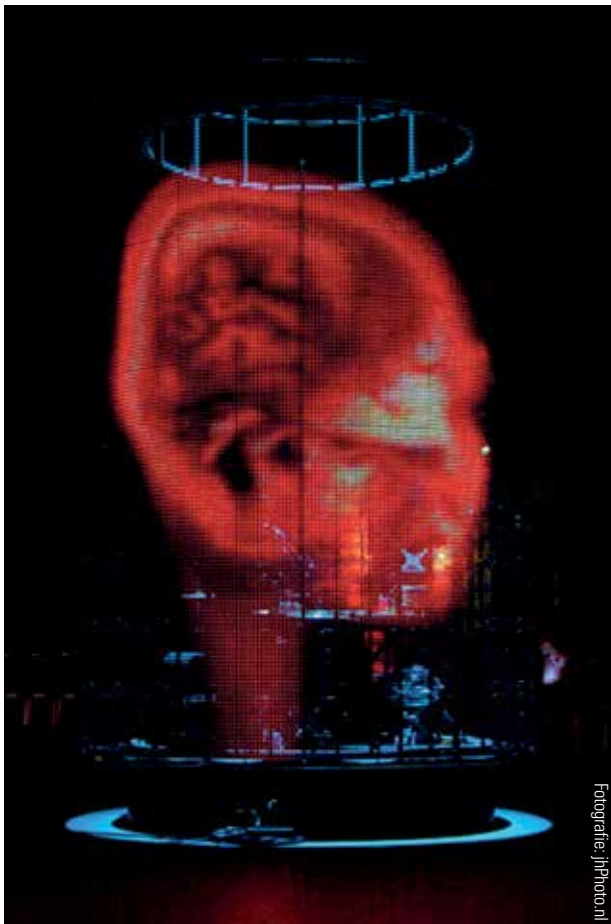
Van links naar rechts Elshan, Huib Vogel, Fuad. Zittend Turkan.

Een MRI door de oren van een kunstenaar

Een MRI-onderzoek is vaak een indrukwekkende ervaring voor de patiënt. Hoewel er veel aan wordt gedaan om geluidsoverlast te beperken, blijft het MRI imponerend. Of inspirerend, zoals in geval van kunstenaar en ex-patiënte Barbara Glastra van Loon.

Hoe kwam de MRI in jouw leven?

Het begon met hoofdpijn en lichtflitsen, lange tijd geduid als migraine. Toen daar persoonlijkheidsveranderingen bij kwamen, belandde ik bij de psychiater.



Afbeelding 1. Binnen 4 meter hoge cilinders spelen musici, terwijl er op de wanden MRI-afbeeldingen zichtbaar worden en weer verdwijnen. Zie ook afb. 2.



Barbara Glastra van Loon

Het zat blijkbaar tussen mijn oren, en inderdaad, na een zware epileptische aanval kwam de neuroloog in zicht. Hij vertrouwde het niet en liet een MRI maken. Daarop werd een 8 cm grote hersentumor gezien (frontaal gelegen meningioom). Een succesvolle open hersenoperatie van 14 uur in 2005 redde mijn leven, waarna een intensieve revalidatie volgde. Weer leren praten, lopen, concentreren en focussen werd de opdracht. Ook al die wonden in m'n hoofd de tijd gunnen te kunnen genezen, want kapotte hersenen kunnen je doodziek maken.

Ondanks de eiergrote gaten die achter zijn gebleven in de frontale cortex, en dankzij eindeloos oefenen, zijn er bypasses/nieuwe verbindingen ontstaan en lijk ik, in ieder geval van buiten, een gewoon functionerend mens. Dat is niet echt zo, maar accepteren en camoufleren is mijn tweede natuur geworden.

Vanwaar je fascinatie met MRI?

Techniek is iets dat me mijn hele leven heeft gefascineerd. Ik groeide op in een landelijke omgeving, net buiten het oude dorp Oegstgeest, waar mijn broers sleutelden aan auto's. Dat neem je in je op en neem je mee. Na mijn middelbare school heb ik antropologie gestudeerd, maar toen ik terugkwam van een lange zelf gearrangeerde stage in de bergen bij de indianen in Oaxaca, Mexico, besefte ik dat met blond haar en blauwe ogen het veldwerk niet voor mij was weggelegd. Je bent en blijft altijd een vreemdeling (*what's in a name, Barbara*), en hoe kun je dan ooit goed werk

verrichten. Ik besepte dat ik iets anders moest vinden dat ik zou kunnen bijdragen, en besloot in ieder geval de techniek weer op te zoeken. De opleiding Edelsmeden werd mijn tussenstation, waarna de Gerrit Rietveld volgde. Mijn geld verdiende ik als parttime en autodidactisch automonteur. Sinds 1984 werd ik monumentaal kunstenaar en realiseerde bijna 16 grote tijdelijke werken en veel klein werk op eigen initiatief of in opdracht.

Na de operatie in 2005 volgden meerdere postoperatieve controle-MRI's. Je afsluiten voor de herrie die 'door je hoofd gaat' is onmogelijk, en ik besloot om in plaats daarvan te gaan luisteren. Ik was sowieso inmiddels geïntrigeerd geraakt door deze machine en besloot er 'iets' mee te doen.

Hoe pak je zo'n project aan?

Het begon allemaal toen ik bij een korte pitch in aanmerking kwam voor een subsidie. Bij de toekenning van de subsidie hielp het dat ik eerder grote projecten voltooid had. Onmiddellijk daarna ben ik in 'mijn' ziekenhuis de geluiden van een MRI gaan opnemen, en omdat ik nu over geld beschikte kon ik zes componisten de opdracht geven hierop een stuk te componeren. In 2009 is het project gestart. Pas vier jaar later waren, met behulp van sponsors en fondsen, de financiën rond. In de zomer van 2012 zijn er vijf voorstellingen in de Gashouder in Amsterdam geweest. Totaal heb ik er dus vier jaar parttime aan gewerkt. In mijn gezonde leven had ik minder dan een jaar fulltime werken ervoor nodig gehad.

Wat betekent een MRI voor jou?

De geluiden van deze machine zijn hard, maar tevens spannend. Het is maar net hoe je ernaar luistert. Ik kon verschillende patronen herkennen, klankkleuren, ritmes.

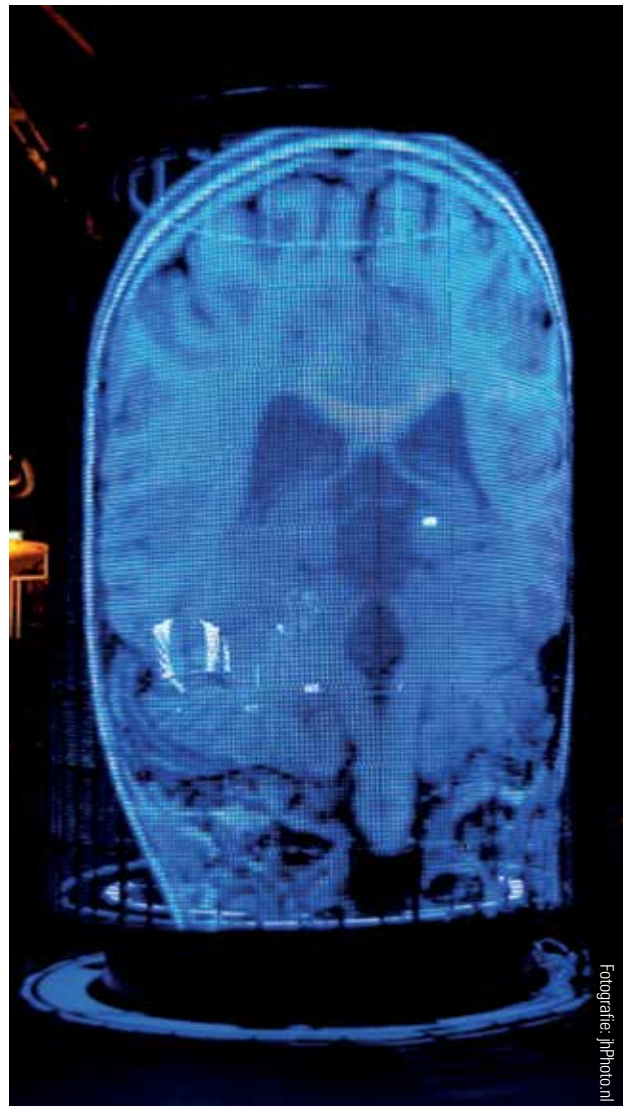
Ik ben zowel in het AMC als in het VUmc geweest. Alle scanners, afhankelijk van merk, sterkte en leeftijd, zijn weer anders. Hoewel ik geen last heb van claustrofobie, vind ik de combinatie van een enge ruimte en veel lawaai benauwend. Dan is het prettig als je via een spiegeltje naar de laborant kunt kijken, hoewel ik altijd mijn ogen sluit en mij elders waan, want de geluiden zijn niet af te sluiten, die zul je moeten ondergaan.

Hoe is de MRI hoorbaar en zichtbaar geworden?

'Een klanksculptuur' noemde Joep Stapel het in de NRC van 12 januari 2012. De MRI komt terug in alle cirkelvormen, zoals de drie kokervormige projectieschermen die als reusachtige zuigers in ultra slow motion omhoog en omlaag bewegen. Daarbinnen zaten de musici, soms aan ons oog en oor onttrokken door geluidsdichte binnenkokers. Rondom luidsprekers die een soundscape vol verontrustende MRI-samples aanstuurden. Een klankwereld die tegelijk fascinerend en beangstigend was, soms oorverdovend, dan weer uiterst klein. De installatie heb ik ontworpen en is door professionele constructeurs gebouwd.

WIE IS BARBARA GLASTRA VAN LOON?

Barbara (geb. 1952), dochter van Jan Glastra van Loon (1921-2001), rechtsfilosoof, staatssecretaris en senator voor D'66. Karel Glastra van Loon (1962-2005), de auteur, was haar volle neef. Belangrijke producties zijn onder andere *Neigend IJzer*, *Time seeking Circles* en *De zang van een voortgaande beweging*.



Afbeelding 2.

Hoe kom je aan de naam *Over Cirkels, Mijn Ziel* en *A-coustic*?

'Over' staat voor 'het verhaal over' leven, dan ziek worden, bijna sterven, een diagnose, een operatie, revalidatie en weer terug naar het leven. 'Cirkels' is direct verbonden met de vorm van een MRI en 'the circle of life'. 'Mijn Ziel' duidt op het gegeven dat ondanks de aan de tumor gerelateerde periode van persoonlijkheidsveranderingen, mijn ziel is blijven bestaan. 'A-coustic' staat voor de akoestiek van de muziek die kan klinken, kan worden uitgedoofd en weer kan klinken. ■

Barbara Glastra van Loon werd geïnterviewd door onze redacteur Paul Algra.

Zie: www.komjeook.org/16276/nl/barbara-glastra-van-loon
www.youtube.com/watch?v=TT-v9Q3NkHI
www.youtube.com/watch?v=8J6ebK6G2Mk

Berichten uit de Historische Commissie

Op 6 december 2012 vond de 6^e Domusdag plaats in Domus Medica te Utrecht, georganiseerd door de Stichting Historia Medicinæ en de KNMG, o.l.v. prof.dr. M. van Lieburg.

Ditmaal was het thema 'Reizende dokters' (Medische reizen in de twintigste eeuw). Er waren ongeveer 150 belangstellenden, huisartsen en specialisten uit alle disciplines. In zeven voordrachten werd een schitterend palet geboden van reizende artsen over de hele wereld. Om te beginnen 'Reizen als dokter, reflectie op veertig jaar reiservaringen' (dr. Marten van Wijhe); daarna 'Reizende artsen en het Koninklijk Aardrijkskundig Genootschap' (dr. Paul van den Brink, KNAG/ Universiteit Utrecht); 'Over Slauerhof als scheepsarts' (dr. Wim Haseu); 'Arts en exploratie – medische expedities op Nieuw-Guinea vanaf 1903 (dr. Barend Haeseker); 'De reizen van prof. Brouwer door Amerika' (in de jaren vijftig) (dr. Peter Koehler). Deze prachtige dag werd afgesloten met een magistraal overzicht 'Sporen en beelden van reizende dokters' door prof. Mart van Lieburg, en ten slotte 'Reizen in ruste' door Willem Cense, voorzitter van de Stichting Historia Medicinæ. T.z.t. zal een uitgebreider verslag verschijnen in Medisch Contact.

Vanwege het bereiken van de 65-jarige leeftijd ging ondergetekende in de loop van 2012 met pensioen. Op 12-12-'12 nam ik officieel afscheid van ZGT (Ziekenhuis Groep Twente) in de Twentezaal van het Twenteborg Ziekenhuis in Almelo, met de presentatie van mijn boek 'Een leven in de radiologie en de paardensport'. Het werd in ontvangst genomen door de voorzitter van de Raad van Bestuur, Meindert Schmidt, en door de wethouder van Cultuur van Almelo, Gerrit van Woudenberg. Ik dank de talrijke aanwezigen voor hun belangstelling.

Hoofdstuk 1 van het boek vertelt over de röntgenologie in de tijd van mijn vader van 1943 tot 1988 in Den Haag en Rotterdam, en over de wereldcongressen, de boeken en methoden uit die tijd. Hoofdstuk 2 vertelt over de ontwikkeling van röntgenologie naar radiologie in mijn eigen tijd (1973-2012). Hoofdstuk 3 legt in het kort voor de leek uit wat de essentie is van paardrijden en dressuur, en wat de karakters en wederwaardigheden van mijn paarden in de loop van veertig jaar waren. Hoofdstuk 4 bevat mini-memoires met foto's.

Het tweede deel van het boek (hoofdstuk 5-9) is een vervolg op mijn eerste boek in 2003, 'De geschiedenis van de radiologie in Almelo'. De ontwikkeling van de radiologie tot het centrum van het medisch handelen in het ziekenhuis wordt beschreven en de opleiding van veertig arts-assistenten in dit steeds groeiende vak. Ook beschreven worden de verbouwing van de ziekenhuizen en de radiologische afdelingen in Almelo en Hengelo in 2007, en de nieuwe apparatuur en de digitalisering.



Ten slotte komen de fusies van de Almelse radiologie met eerst Hengelo (2010) en daarna met Enschede en Winterswijk (2012) aan bod, en natuurlijk alle mensen en gebeurtenissen die hiermee te maken hadden en hebben.

Inmiddels ontdekte Frans Zonneveld, lid van de Historische Commissie, al een eerste onnauwkeurigheid in de geschiedschrijving. Hij stuurde mij de volgende aanvullingen:

Op pag. 59 in hoofdstuk 2 van je boek schrijf je rechts boven dat Philips had besloten dat spiraal CT niet rendabel zou zijn geweest. Dat is echter geheel niet de reden waarom met het project werd gestopt. Zoals je weet kwam die scanner oorspronkelijk uit de EMI-keuken in de vorm van het Topaz-project. Philips heeft die ontwikkeling eind 1980 van EMI overgenomen. EMI had er als slimmigheidje een röntgenbuis in gezet met een vaste anode maar met een scannend focus. Dit had als voordeel dat bepaalde metingen tweemaal werden gedaan, waardoor de verschillen konden worden

weggekalibreerd. Het grote nadeel van een vaste anode was echter dat de buis, weliswaar continu, maar toch maximaal met 4 kW kon worden belast, en dat bleek voor korte bodyscans zoals longscans, veel te beperkend te zijn, zeker voor een buis die qua constructie zeer complex en duur was. De buis was dus een te grote beperking voor het scannerontwerp. Het is vreemd dat de Philips-directie zich dat niet eerder bij de bezoeken aan EMI had gerealiseerd, want er was al eerder ervaring met CT met een vaste buisanode (Tomoscan 200), maar toen mocht de scan nog 20 seconden duren.

Dan nog een opmerking over de multislice CT.

Omdat de eerste scanner aller tijden, de EMI Mark I, al twee plakken had (en kort daarna ook de Ohio Nuclear body scanner), wordt over het algemeen pas bij 4 plakken over multislice gesproken. Deze techniek is in 1998 tijdens de RSNA geïntroduceerd door GE, Siemens, Marconi Medical Systems (combinatie van Picker en Elscint, in 2001 overgenomen door Philips) en Toshiba.

Ik wilde deze aanvullingen degenen die het boek reeds bezitten niet onthouden. Ook zijn ze nuttige aanvullingen op het artikel 'Wie was de 'uitvinder' van de spiraal-CT?', dat Frans en ik schreven in MemoRad 2009;14(1): 33-6. Tevens sluit deze discussie mooi aan op de boekbespreking van Hounsfield door Frans Zonneveld elders in deze MemoRad.

Leuk waren ook de aanvullingen van Lucas Kingma; vooral de eerste aanvulling gaf de oplossing van een jarenlang groot raadsel: namelijk hoe Medisch Contact aan mijn naam was gekomen als kandidaat voor de titel 'winnaar van de sportende medicus' in 2003:

Blz. 64

De aanmelding bij MC is gedaan via contacten vanuit de Radiologie met de Orde. Daar was de vraag neergelegd; deze werd toen o.a. aan mij doorgespeeld. Ik heb toen jouw naam als suggestie doorgegeven. En ziet ... je werd het.

Blz. 96

Het betreft hier geen Rolls Royce maar een Daimler. Ik ga door met het lezen van je interessante boek.

Mijn boek is nog te bestellen door een e-mail te sturen aan Kees@Vellenga.nl. Kosten 22 euro op banknr. 566712393. Het staat trouwens binnenkort ook op NetRad.

Op dezelfde wijze en voor dezelfde prijs is ook 'Het Historisch Hoekje van MemoRad 2009-2012' (zijnde een bundel van de ongeveer dertig artikelen die de Historische Commissie in die vier jaar publiceerde) nog te bestellen.

Kees Vellenga

STELLING

Nicky Peters, 2009 (Utrecht)

MRI in nonpalpable breast lesions:
towards less invasive diagnosis and treatment

In de flamenco geldt: met het ritme mee is goed, tegen het ritme in nog veel beter.

JAARKALENDER NVvR 2013

(onder voorbehoud van wijzigingen)

Algemene Vergaderingen

(op donderdag tijdens SWC in Ede)

20 juni

10 oktober

Bestuursvergaderingen

9 april

6 mei

10 juni

8 juli

9 september

14 oktober

11 november

9 december

Vergaderingen Commissie voor Beroepsaangelegenheden (CvB)

12 juni

25 september

6 november

Vergaderingen Commissie Kwaliteitsvisiting

16 april

23 mei

20 juni

5 september

10 oktober

20 november

10 december

Vergaderingen Concilium Radiologicum

30 mei

12 september

14 november

Voortgangstoetsen Jaarbeurs Utrecht

19 april

8 november

Radiologendagen Brabantallen 's-Hertogenbosch

26 t/m 27 september

Sandwichcursussen Reehorst Ede

18 t/m 21 juni: Hoofdhalsradiologie en Neuroradiologie

8 t/m 11 oktober: Thorax-Cardiovasculair

Sluitingsdatum inleveren kopij MemoRad

15 april

15 juli

15 oktober

Kijk voor de meest actuele versie op www.radiologen.nl



KONING, KEIZER, RADIOLOOG



RADIOLOGENDAGEN

26 - 27 SEPTEMBER 2013



**1931 Congrescentrum
Brabanthallen
's-Hertogenbosch**

Abstractdeadline: Woensdag 17 april 2013
(incl. zgn. educatieve abstracts)

Travel
Grant
RSNA
abstracts

Voor meer informatie, abstracts & inschrijving:



Nederlandse Vereniging voor Radiologie
Radiological Society of the Netherlands



**congress
company**

Congress Company
Tel 073 - 700 35 00
info@congresscompany.com
www.congresscompany.com



CONGRESSEN & CURSUSSEN 2013

ACUTE / EMERGENCY

20 t/m 26 april
Emergency Radiology in Burgundy.
www.emergencyradiologyinburgundy.com

Beaune

20 t/m 21 juni
ESER Annual Scientific Meeting 2013.
www.eser-society.org

Milaan

1 t/m 2 juli
Oxford Emergency/On Call Radiology Course.
www.oxradcourses.com

Oxford

9 t/m 12 oktober
American Society of Emergency Radiology 2013
Annual Meeting. www.erad.org

Cambridge/USA

ABDOMINAL / GASTROINTESTINAL

18 t/m 20 april
18th ESGAR Hands-on Workshop on
CT-Colonography. www.esgar.org

Kopenhagen

10 t/m 11 mei
2nd ESGAR Pancreas Workshop. www.esgar.org

Lissabon

4 t/m 7 juni
ESGAR 2013 - 24th Annual Meeting and
Postgraduate Course. www.esgar.org

Barcelona

19 t/m 20 september
13th ESGAR Liver Imaging Workshop. www.esgar.org

Stockholm

2 t/m 4 oktober
19th ESGAR Hands-on Workshop on CT-Colono-
graphy. www.esgar.org

Wenen

BREAST

14 t/m 17 april
The Breast Course 2013. www.thebreastpractices.com

Boedapest

27 t/m 31 mei
Breast and Female Imaging. www.emricourse.org

Brussel

3 t/m 7 juni
International Course - Digital Breast Cancer
Screening for Radiologists. www.lrcb.nl

Nijmegen

12 én 13 september
Workshop Breast Tomosynthesis. www.trompmedical.com

Castricum

11 t/m 12 oktober
EUSOBI - Annual Scientific Meeting. www.eusobi.org

Rome

23 t/m 25 november
Breast MRI: Science, Technique, and Interpretation,
Including Clinical Correlation and Recent
Developments. www.proscan.com

Chicago

CARDIAC

8 t/m 11 oktober
Sandwichcursus Thorax – Cardiovasculair.
www.radiologen.nl

Ede

17 t/m 18 oktober
Cardiovascular with CT correlation.
www.emricourse.org

Leiden

24 t/m 26 oktober
ESCR - Annual Scientific Meeting 2013.
www.escr.org

Londen

11 t/m 14 december
EuroEcho-Imaging 2013. www.escardio.org/
euroecho-imaging

Istanbul

CHEST

8 t/m 11 juni
3rd World Congress of Thoracic Imaging 2013.
www.wcti2013.org

Seoul

19 t/m 21 september
ESMRMB - School of MRI - Advanced MR Imaging
of the Chest. www.school-of-mri.org

Valencia

8 t/m 11 oktober
Sandwichcursus Thorax – Cardiovasculair.
www.radiologen.nl

Ede

FORENSIC

13 t/m 14 mei
2nd Congress of the International Society of Forensic
Radiology and Imaging (ISFRI).
www.isfri.org

Zürich

GENERAL

26 t/m 27 september
Radiologendagen. www.radiologen.nl

's-Hertogenbosch

1 t/m 6 december
99th Scientific Assembly and Annual Meeting
RSNA. www.rsna.org

Chicago

GENITOURINARY

19 t/m 22 september
ESUR 2013. www.esur2013.org

Istanbul

HEAD & NECK

18 t/m 21 juni
Sandwichcursus Hoofdhalsradiologie en
Neuroradiologie. www.radiologen.nl

Ede

3 t/m 5 oktober
ESHNR - Annual Scientific Meeting 2013.
www.eshnr.eu

Izmir

3 t/m 7 oktober
ASHNR 46th Annual Meeting. www.ashnr.org

Miami Beach

INTERVENTION

1 t/m 4 mei
GEST 2013 Europe. www.gest2013.eu

Praag

29 mei t/m 1 juni
Interventional Oncology Sans Frontières Congress.
www.iosfc2013.org

Cernobbio (Como)

MAGNETIC RESONANCE
9 t/m 13 september
Basis MRI Physics. www.emricourse.org

Brussel

3 t/m 5 oktober
ESMRMB - 30th Annual Scientific Meeting.
www.esmrmrb.org

Toulouse

MANAGEMENT

9 t/m 11 oktober
MIR Annual Scientific Meeting 2013.
www.mri-online.org

Nice

MOLECULAR IMAGING

26 t/m 28 mei
European Molecular Imaging Meeting - EMIM
2013. www.emim.eu

Turiijn

26 t/m 29 juni
CARS 2013 Computer Assisted Radiology and
Surgery. www.cars-int.org

Heidelberg

MUSCULOSKELETAL

15 t/m 16 mei
Musculoskeletal Ultrasound Basic Course.
www.boerhaavenascholing.nl

Leiden

30 mei t/m 1 juni
STOLLER: A Comprehensive Tutorial in Musculo-
skeletal Imaging. www.StollerMSKCourse.com

Las Vegas

13 t/m 15 juni
ESSR 2013 Annual Scientific Meeting. www.essr.org

Marbella

26 t/m 29 november
Advanced Orthopaedic and Joint MRI: Emphasis on
Small Joints. www.proscan.com

Chicago

NEURO

13 t/m 16 mei
Image-Based Neurodiagnosis: Intensive Clinical
and Radiology Review. proscan.com/fw/main/
default.asp?DocID=1355&n=Courses

Cincinnati

5 t/m 6 juni
Cursus Praktische neuroanatomie en
neuroradiologie. www.paog.nl

Amsterdam

18 t/m 21 juni
Sandwichcursus Hoofdhalsradiologie en
Neuroradiologie. www.radiologen.nl

Ede

17 t/m 18 december
Cursus Praktische neuroanatomie en
neuroradiologie. www.paog.nl

Amsterdam

ONCOLOGY

29 mei t/m 1 juni
Interventional Oncology Sans Frontières Congress.
www.iosfc2013.org

Cernobbio (Como)

27 t/m 29 juni
OIC2013 Oncologic Imaging Course. www.oncoic.org

Dubrovnik

PAEDIATRIC

14 t/m 18 mei
Society for Pediatric Radiology. Fetal/Neonatal
Imaging. www.pedrad.org

San Antonio, TX

3 t/m 7 juni
50th Annual Meeting and 36th Postgraduate Course
ESPR. www.espr.org

Boedapest

3 t/m 5 oktober
ECPR 2013: Cardiovascular and thoracic imaging.
www.espr.org

Rotterdam

ULTRASOUND

9 t/m 10 mei
ESOR ASKLEPIOS Course on Contrast Enhanced
Ultrasound. www.esor.org

Londen

Uitspraken Tuchtcollege 2008-2012

In MemoRad 2008 (Algra P, Scheffers J. MemoRad 2008;13(1):14-5) hebben we een overzicht van Uitspraken Tuchtcollege gegeven over de periode 1998-2007. In die acht jaar leverde de zoekterm 'radioloog' 78 hits op. Hieronder staan de resultaten vermeld van de zoektocht met de term 'radioloog' over de periode 2008-2012. In vijf jaar is nu het aantal hits 143. Er lijkt dus een aanmerkelijke toename van uitspraken te zijn waarin een radioloog wordt genoemd, namelijk van minder dan 10 per jaar naar bijna 30 per jaar. De website van het tuchtcollege (www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl) is m.i.v. 2010 gewijzigd in <http://tuchtrecht.overheid.nl/nieuw/gezondheidszorg/>. Hieronder volgt een selectie uit de 143 hits.

Interpretatie neuro CT/MRI; abces of tumor

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/2008.192.pdf
www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/06-181.zwl.pdf

Gemiste lunatumkanteling op x-foto

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/2009t024.dh.pdf

Informatieplicht complicatie risico RFA-therapie

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/08136.asd.pdf

CT-scan fibreuse dysplasie en opinie ouders over verslag hiervan

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/2008t046b.dh.pdf
<http://tuchtrecht.overheid.nl/zoeken/resultaat/uitspraak/2012/YG1891?zoekterm=radioloog&DomeinNaam=gezondheidszorg&Pagina=3&ItemIndex=23>

Cardioloog mist longaesie op thoraxfoto

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/08055.asd.pdf

Gynaecoloog stelt verkeerde diagnose op echo; radioloog stelt correcte diagnose Implanon

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/08-040zwolle.pdf

C2# niet zichtbaar op X wel op CT; verlate diagnose

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/2008.172.pdf

Interpretatie X geïnclaveerde collumfractuur

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/2007t047.dh.pdf

Interpretatie mammografie; retrospectief zichtbare tumor niet verwijtbaar

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/2007t107.dh.pdf

HNP met wortelcompressie CWK op MRI hoeft nog geen operatie-indicatie te zijn

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/07-022.zwl.def.pdf

Niet correcte verslaglegging X heup

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/07-06.zwl.def.pdf

of verbeningskern AC-gewricht? Ontbrekende klinische gegevens

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/2007.027.pdf

Staad BOZ bij ileus noodzakelijk

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/2007.273.pdf

Behandelaar mag niet voorbijgaan aan radiologische dd op hersen-MRI

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/2007.119.pdf

Relatie kliniek en MRI-bevindingen CWK

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/2007.215.pdf

Microkalk niet gezien op mammogram; analoog vs digitaal

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/06340.asd.pdf

Verwijzend arts mag zich verlaten op oordeel radioloog CT thorax

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/2006.003.2.pdf

Complicatie antegrade arteriepunctie

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/07.01.ehv.pdf

Pneumothorax als complicatie plaatsen porth a cath

www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/images/06350.asd.pdf

Vermeende reactie op oraal contrastmiddel

<http://tuchtrecht.overheid.nl/zoeken/resultaat/uitspraak/2012/YG2311?zoekterm=radioloog&DomeinNaam=gezondheidszorg&Pagina=1&ItemIndex=2>

<http://tuchtrecht.overheid.nl/zoeken/resultaat/uitspraak/2012/YG2311?zoekterm=radioloog&Pagina=2&ItemIndex=11>

Gemiste rib

<http://tuchtrecht.overheid.nl/zoeken/resultaat/uitspraak/2012/YG2288?zoekterm=radioloog&DomeinNaam=gezondheidszorg&Pagina=1&ItemIndex=6>

Achteraf zichtbare sinus cavernosus meningeoom is geen verwijtbaar fout

<http://tuchtrecht.overheid.nl/zoeken/resultaat/uitspraak/2012/YG2269?zoekterm=radioloog&DomeinNaam=gezondheidszorg&Pagina=1&ItemIndex=7>

Mammadiagnostiek; X of echo en supervisie aios

<http://tuchtrecht.overheid.nl/zoeken/resultaat/uitspraak/2012/YG2089?zoekterm=radioloog&DomeinNaam=gezondheidszorg&Pagina=2&ItemIndex=15>

Mammadiagnostiek en vervolg

<http://tuchtrecht.overheid.nl/zoeken/resultaat/uitspraak/2012/YG2046?zoekterm=radioloog&DomeinNaam=gezondheidszorg&Pagina=2&ItemIndex=16>

Organisatie rondom mammadiagnostiek

<http://tuchtrecht.overheid.nl/zoeken/resultaat/uitspraak/2012/YG2013?zoekterm=radioloog&DomeinNaam=gezondheidszorg&Pagina=2&ItemIndex=17>

Bulging vs (kleine-) hnp als vermeend onjuiste operatie-indicatie

<http://tuchtrecht.overheid.nl/zoeken/resultaat/uitspraak/2012/YG1995?zoekterm=radioloog&DomeinNaam=gezondheidszorg&Pagina=2&ItemIndex=18>

Retrospectief zichtbare laesie nier vormt geen verwijtbaar fout

<http://tuchtrecht.overheid.nl/zoeken/resultaat/uitspraak/2012/YG1836?zoekterm=radioloog&DomeinNaam=gezondheidszorg&Pagina=3&ItemIndex=28>

Bij levensbedreigende bevindingen (ic aortadissectie A) moet directe berichtgeving plaatsvinden

<http://tuchtrecht.overheid.nl/zoeken/resultaat/uitspraak/2011/YG1639?zoekterm=radioloog&DomeinNaam=gezondheidszorg&Pagina=4&ItemIndex=35>

Verzuimd te wijzen op risico angiografie

<http://tuchtrecht.overheid.nl/zoeken/resultaat/uitspraak/2011/YG1553?zoekterm=radioloog&DomeinNaam=gezondheidszorg&Pagina=4&ItemIndex=40>

Vermeende trage verslaggeving thorax CT

<http://tuchtrecht.overheid.nl/zoeken/resultaat/uitspraak/2011/YG1562?zoekterm=radioloog&DomeinNaam=gezondheidszorg&Pagina=5&ItemIndex=43>

Gemiste bijniermetastase op CT wordt longarts verweeten

<http://tuchtrecht.overheid.nl/zoeken/resultaat/uitspraak/2011/YG1515?zoekterm=radioloog&DomeinNaam=gezondheidszorg&Pagina=5&ItemIndex=46>

Echo kan pancreasafwijkingen missen, en dus is vervolgonderzoek nodig

<http://tuchtrecht.overheid.nl/zoeken/resultaat/uitspraak/2011/YG1485?zoekterm=radioloog&DomeinNaam=gezondheidszorg&Pagina=5&ItemIndex=48>

Gemiste fractuur en waarde van fractuurbespreking

<http://tuchtrecht.overheid.nl/zoeken/resultaat/uitspraak/2012/YG2288?zoekterm=radioloog&Pagina=2&ItemIndex=15>

Verslaglegging niet conform richtlijnen

<http://tuchtrecht.overheid.nl/zoeken/resultaat/uitspraak/2012/YG2158?zoekterm=radioloog&Pagina=3&ItemIndex=23>

Paul Algra
redactie MemoRad

Jan Hendriks Prijs 2012



JOOST NDEREND

Ter nagedachtenis aan de grote verdiensten van Jan Hendriks voor de Nederlandse radiologie, met name de screening op het gebied van borstkanker, wordt er sinds 2011 een jaarlijkse prijs die de naam van Jan Hendriks mag dragen, toegekend aan een radioloog of radioloog i.o.

De Jan Hendriks Prijs wordt mede mogelijk gemaakt door Tromp Medical BV en is dit jaar uitgereikt aan de heer J. Nederend, werkzaam in het Catharina Ziekenhuis te Eindhoven.

Deze prijsuitreiking vond plaats op 1 november 2012 tijdens de najaars-ALV van de Sectie Mammariadiologie van de NVvR.

Voor meer informatie over toekenning van de prijs zie de website van het LRCB: www.lrcb.nl/Hoofdmenu/hetlrcb/nieuws/Jan_Hendriks_prijs_2012.aspx

Literatuur

- Nederend J, Duijm LE, Voogd AC, Groenewoud JH, Jansen FH, Louwman MW. Trends in incidence and detection of advanced breast cancer at biennial screening mammography in The Netherlands: a population based study. *Breast Cancer Res* 2012 Jan 9;14(1):R10.



Samenvatting wetenschappelijk onderzoek door de heer Joost Nederend

De meeste vrouwen overlijden aan borstkanker nadat deze ziekte in een gevorderd stadium is vastgesteld. Eerdere studies hebben aangetoond dat screening kan leiden tot een afname van het aantal borstkankers welke in een vergevorderd stadium worden gediagnosticeerd.

In een retrospectief onderzoek bepaalden wij de trends in de incidentie van deze 'advanced' carcinomen, gedefinieerd als borstkankers groter dan 2 centimeter en/of borstkankers met lymfekliermetastasen. Gedurende een periode van twaalf jaar bepaalden wij bij ruim 85.000 gescreende vrouwen in de regio Eindhoven en De Kempen de frequentie van deze *advanced* carcinomen en we onderzochten tevens welk percentage van deze tumoren potentieel in een vroeger stadium hadden kunnen worden gedetecteerd bij een eerdere screeningsronde.

Tenslotte bepaalden wij risicofactoren voor de diagnose van advanced cancer.

In tegenstelling tot andere studies vonden we gedurende de studieperiode 1997-2008 helaas geen afname in het percentage middels screening gedetecteerde borstkankers. Tevens bleek dat het merendeel van de *advanced* carcinomen (59%) niet eventueel in een vroeger stadium had kunnen worden opgepikt bij de tweejaarlijkse screening, met name omdat veel advanced carcinomen niet zichtbaar waren bij een eerdere screeningsronde en omdat advanced tumoren frequent werden vastgesteld bij een eerste screeningsronde.

Tenslotte was een screeningsinterval van meer dan 2 jaar een risicofactor voor de diagnose borstkanker in een gevorderd stadium.

8th Conference Course of the Dutch Society of Neuroradiology

Evidence Based Imaging and Treatment

15-16 november 2011, Nemo, Amsterdam

Deze door de Sectie Neuroradiologie van de NVvR georganiseerde cursus werd bezocht door 198 deelnemers van verschillende disciplines: radiologie, neurologie, neurochirurgie, klinische epidemiologie, vaatchirurgie, en biomedical engineering and physics. De deelnemers kwamen uit Nederland, België, Oostenrijk, Indonesië, Engeland, Ierland en Noord-Amerika. De eerste dag was gewijd aan ischemische beroerte, de tweede dag aan hemorrhagische beroerte.

Op de eerste dag werd een overzicht gegeven over de huidige standaard van logistiek en intraveneuze behandeling van acute ischemische beroerte. Dr. Albert Yoo, interventieneuroradioloog van MGH, Boston, gaf vervolgens een boeiende presentatie over de mogelijkheden en beperkingen van verschillende CT- en MRI-technieken m.b.t. de selectie van patiënten voor endovasculaire behandeling. Na een presentatie over endovasculaire behandelmethoden werd een update gegeven van de trials over acute ischemische beroerte die momenteel lopen in Nederland (DUST, MRCLEAN en BASICS). De middag was gewijd aan het klinische spectrum, diagnostiek en behandeling van stenose van de hals- en intracraniale vaten, gevolgd door een sessie over pathofysiologie, kliniek en diagnostiek van small vessel disease.

De dag werd afgesloten met de uitreiking van de Lourens Penning Prijs, een prijs voor de beste publicaties op neuroradiologisch gebied in Nederland in de afgelopen drie jaar. De prijs werd uitgereikt aan Joanna Schaafsma, neuro-interventiefellow in het AMC, voor haar publicaties over de vergelijking tussen MRA en DSA voor de follow-up van gecoïlde intracraniale aneurysmata.



Dr. Albert Yoo

Op de tweede dag kwamen diverse aspecten van de non-invasieve diagnostiek van intracerebrale bloeding aan de orde, gevolgd door een sessie over cavernieuze malformaties, durale arterioveneuze fistels en arterioveneuze malformaties. Ook lopende trials op dit gebied werden besproken, waaronder de DIAGRAM-studie ter beoordeling van



Joanna Schaafsma ontvangt de Lourens Penning Prijs van mevrouw Penning en dr. Jan Cees de Groot, neuroradioloog UMCG en voorzitter van de jury.

de waarde van aanvullende diagnostiek bij parenchymbloedingen, de TOACT-studie ter bestudering van de voordelen van invasieve behandeling van sinustrombose, en de ARUBA-studie voor het bepalen van de optimale behandelstrategie van asymptomatische intracerebrale AVM's.

De middag was geheel gewijd aan diagnostiek, behandeling en follow-up van intracraniale aneurysmata. Hierbij werd regelmatig verwezen naar de Richtlijn Subarachnoïdale Bloeding. Deze richtlijn is recent opgesteld door de betrokken wetenschappelijke verenigingen, die dan ook aanwezig waren bij de presentaties. Daarnaast werd een update gegeven over de langetermijnresultaten van de ISAT-studie door dr. Andrew Molyneux van het Nuffield Department of Surgery, Oxford, en hoofdonderzoeker van deze studie. Prof. Regli uit het Universitäts-Spital Zurich presenteerde een fraai geïllustreerde voordracht over de mogelijkheden van de neurochirurgische aneurysmabehandeling.

Als organisatie kunnen we terugkijken op een zeer geslaagde tweedaagse cursus, niet alleen gezien de enorme toeloop aan inschrijvingen (de cursus was ruim overtekend), maar ook wat de vele positieve reacties na afloop betreft.

Prof.dr. C.B.L.M. Majoie, neuroradioloog AMC Amsterdam

Dr. R. van den Berg, interventieneuroradioloog AMC Amsterdam

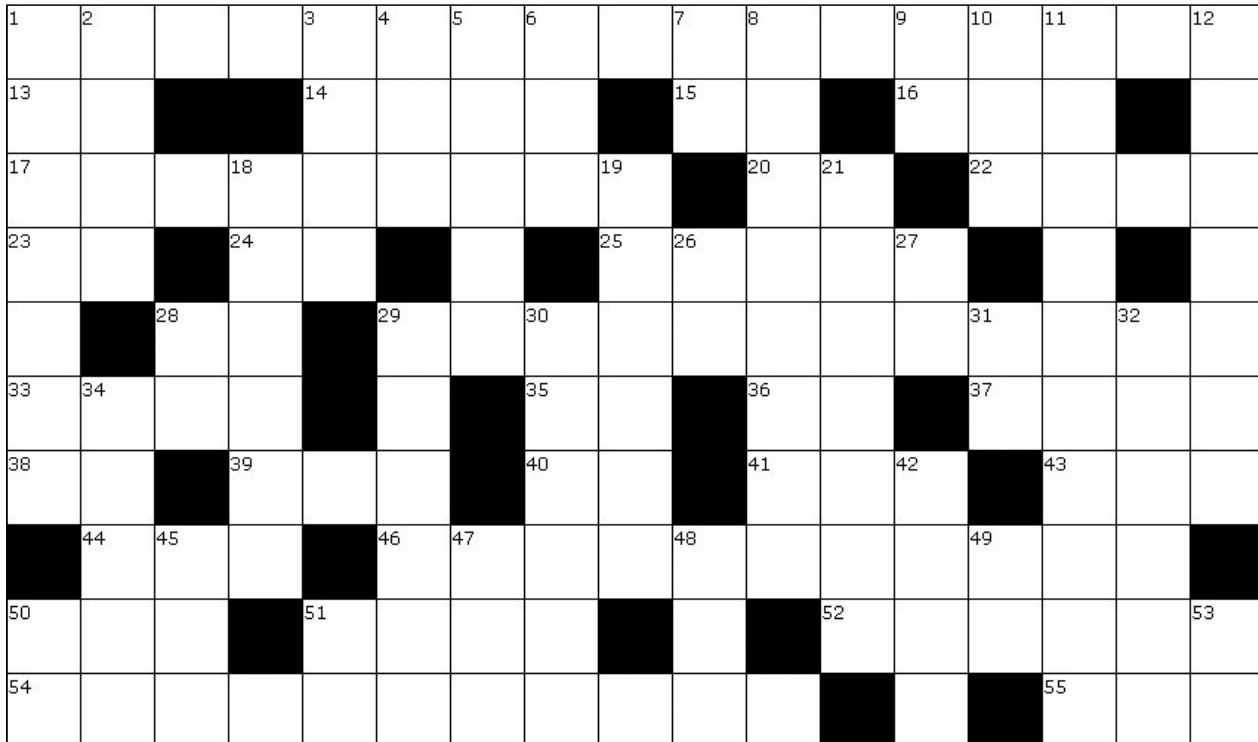
Prof.dr. A. van der Lugt, neuroradioloog Erasmus MC Rotterdam

Correspondentieadres:

Prof.dr. C.B.L.M. Majoie, Afd. Radiologie, C1-426

Academisch Medisch Centrum, Postbus 22660, 1100 DD Amsterdam

Radiologogram 19



Hierbij radiologogram nummer negentien van collega Menno Sluzewski. Onder de goede inzenders wordt een boekenbon van 50 euro verloot. Oplossingen moeten uiterlijk maandag 13 mei binnen zijn op het bureau van de NVvR (t.a.v. Jolanda Streekstra – Postbus 2082 – 5260 CB Vught). Oplossing en bekendmaking van de winnaar in het zomernummer van MemoRad 2013.

VERTICAAL

1 W.C. (7) **2** Noor met susceptibiliteitsartefacten op de MRI (4) **3** tussen Bergen en Stockholm (4) **4** willen een onafhankelijke staat in Spanje (3) **5** rinkelt niet meer zo veel bij de radiologen (5) **6** daar wordt op de radiologieafdeling het vaakst in geprikt (3) **7** hoort erbij (2) **8** onwelriekende aandoening van het ooglid (8) **9** wordt densiteit in uitgedrukt (2) **10** een verhoogde mi is een voorwaarde (3) **11** feest met messen (10) **12** zo is Julien Puylaert op zijn best (7) **18** acetabulum (6) **19** primaire, hooggradige hersentumoren hebben op MRI vaak een grillig (6)

21 boete gedaan hebbend met azijn (7) **26** .. results found (2) **27** bevruchting zonder gemeenschap (2) **28** element van kleine soldaatjes (2) **29** verlicht de buis (6) **30** hij hem tot kalmte (6) **31** die omroep is niet plaatsgebonden (2) **32** carcinoom van dit orgaan komt vooral voor bij mannen tussen de 15 en 40 jaar (6) **34** dichters van heldendichten (5) **42** pauze (4) **45** SVP (3) **47** ... cyaankali (3) **48** raket schild van Reagan (3) **49** bestaat ongeveer 1% van de atmosfeer uit (2) **50** zo wordt contrast via de V6 doorgaans gegeven (2) **51** om en nabij maligniteit (2) **53** is nu MDL (2)

HORIZONTAAL

1 bij die aandoening voel je niet meer of je stevig in het zadel zit (17) **13** ounce (2) **14** a characteristic finding of internal fistulae in Crohn's disease on MR enteroclysis is the '.... – sign' (4) **15** 'how I do ...' (2) **16** niet modern (3) **17** nieuw bloed? (9) **20** rond &, funky en soulful (2) **22** Gaaikema (4) **23** periode tussen de RF-pulsen (2) **24** de ... cursus in Davos (voor chirurgen) (2) **25** DS (5) **28** samen met Cu brons (2) **29** aandoening als je je O.B. te lang laat zitten (12) **33** 2CV (4) **35** domeincode voor de Verenigde Arabische Emiraten (2) **36** staat in Delft, Enschede en Eindhoven (2) **37** staat een onbetaalde rekening (4) **38** achtervoegsel van domeinen van websites uit Nepal (2) **39** voorkomt remsporen (3) **40** past voor gewricht en restaurant (2) **41** ... & Jul (3) **43** pathologische verbinding tussen twee boezems (3) **44** grote (zorg)verzekeraar uit Eindhoven (3) **46** kogelvrij orgaan (11) **50** afdeling in het ziekenhuis (3) **51** past voor case en turkey (4) **52** som van de eerste vier kwadranten (6) **54** trek om te trillen in de neurologie (11) **55** zijrivier van de Dije in het stroomgebied van de Schelde (3)



Oplossing radiogram 18 uit het winternummer 2012.

De winnaar van de boekenbon ter waarde van € 50 is emeritus lid dr. G.H. Hardy uit Meerssen.

Godfrey Hounsfield: Intuitive Genius of CT

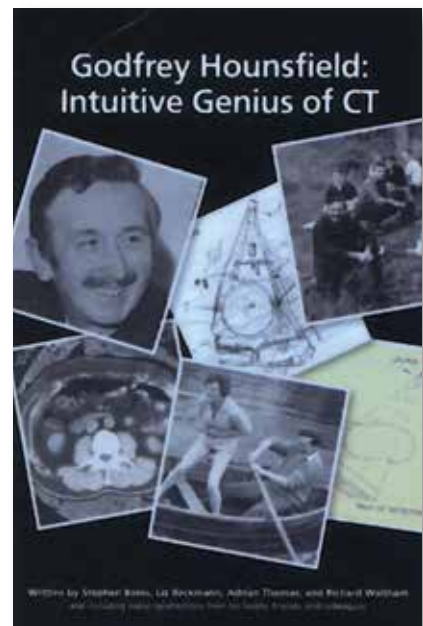
Sir Godfrey Newbold Hounsfield (28 aug. 1919-12 aug. 2004) is de uitvinder van de CT-scanner. Hij ontwikkelde het eerste commerciële apparaat van dit type tussen 1967 en 1972 vanuit de Central Research Laboratories (CRL) van EMI in Hayes, Middlesex, UK. Hoewel er al een korte autobiografie¹ was gepubliceerd in het kader van de Nobelprijs die hij in 1979 samen met Allan Cormack ontving, is dit de eerste uitgebreide bio-grafie die door een aantal collega's en bekenden ruim acht jaar na zijn dood is gepubliceerd.

Het boek beschrijft in 12 hoofdstukken en 9 appendices (261 pagina's) het leven van deze dyslectische, verstrooide, zorgeloze vrijgezel die een uitgesproken interesse voor mechanische en elektronische zaken had. Daardoor heeft hij zich, vooral tijdens en direct na de oorlog, zodanig technisch

weten te bekwamen dat hij in 1949 bij EMI werd aangenomen en daar jarenlang als radaren computerpionier heeft gewerkt. Toen EMI zijn te kleine computertak in 1968 overdeed aan ICT (het latere ICL), belandde Hounsfield in 1967 al in het CRL, waar hij de kans kreeg een speciaal patroonherkenningproject uit te voeren dat uiteindelijk tot de uitvinding van de computertomografie heeft geleid.

Het boek beschrijft het leven van Hounsfield van zijn geboorte tot zijn dood, inclusief de familieomstandigheden, en is doorspekt met anekdotes die de uitzonderlijke intuïtieve technische begaafdheid van Hounsfield onderstrepen, terwijl hij op school een zeer middelmatige en ongeïnteresseerde leerling was.

Er is veel gebruikgemaakt van lange citaten. Het gevolg hiervan is dat er haperingen optreden in de chronologie van het verhaal, waardoor ook herhalingen onvermijdelijk worden, wat op



zijn beurt de leesbaarheid heeft aangetast. Ook worden er vele kleine details genoemd die niet elke lezer zullen interesseren. Dat wordt gelukkig gecompenseerd door vele humoristische anekdotes. Door alle verhalen heb je wel het gevoel dat je Godfrey Hounsfield leert kennen als mens.

En dan komt ineens dat boeiende verhaal over hoe hij tijdens een gedwongen vakantie op het principe-idee van de CT-scanner komt, eerst nog in de vorm van herkenning van gedrukte of geschreven tekens, maar al snel wordt het een algemeen probleem van de reconstructie van een 3x3-matrix met getallen waarvan alleen de sommaties in de loodrechte en diagonale richtingen bekend zijn. In december 1967 was het probleem al gesimuleerd op een computer met een 8x8-matrix, en langzaam werd de medische toepassing van het proces duidelijk. Wat ook duidelijk wordt is dat het lukt vanwege Hounsfields obsessieve doorzettingsvermogen, want oorspronkelijk had hij alleen toestemming voor één test, terwijl hij de



Uitreiking van de Ziedses des Plantes tomografiemedaille aan Godfrey Hounsfield en William Oldendorf op 4 oktober 1974 in Würzburg tijdens de 11. Jahrestagung Deutsche Gesellschaft für Neuroradiologie Würzburg. V.l.n.r. William Oldendorf, Martin Lindauer (dierfysioloog, vz. van het fysisch-med. Genootschap Würzburg), Bernard Ziedses des Plantes, Godfrey Hounsfield, Georg Schaltenbrand (neuroloog), Johannes Lang (anatom), Mashalla Nadjmi, (neuroradioloog; vz. van de Jahrestagung). Foto-archief Frans Zonneveld.

¹ Jan Lindsten (Ed.): Nobel Lectures in Physiology or Medicine (1971-1980), World Scientific Publishing Co., Singapore, Dec. 1992, ISBN 981-02-0790-5.

computer niet kon programmeren en iemand anders dat voor hem ook niet mocht doen. En dan moet men ook nog bedenken dat EMI geen enkele interesse in de medische markt had en ook geen geld in de ontwikkeling van een scanner wilde steken.

Hoe dit zich allemaal verder ontwikkelt is in het boek beschreven als een meeslepend verhaal dat voor vrijwel iedereen in de CT-wereld volkomen nieuw is. Daarbij stijgt de verbazing als men bedenkt dat de totale ontwikkelkosten de helft waren van de verkoopprijs van één scanner. Ondertussen was Hounsfield zeer teleurgesteld toen hij ontdekte dat de radiologen waar hij mee sprak, geen voorstelling hadden van de voor CT karakteristieke hoge contrastresolutie en dus geen voordeel zagen in het CT-principe met z'n toen nog slechte spatiale resolutie. Deze emoties worden in het boek goed weergegeven. Het tijdelijke dieptepunt is de schijnbaar onoplosbare financiële crisis waarin het project in 1970 terecht komt, en hoe dit

uiteindelijk wordt opgelost door vier scanners aan het ministerie van Gezondheid te verkopen en de ontwikkelkosten te dekken uit de winst. Twee maanden voor de eerste klinische scan op 1 oktober 1971 wordt dit contract getekend, en de rest is geschiedenis, want toen werd het potentieel van CT duidelijk en begon het geld en de interesse te stromen.

Het boek beschrijft dat allemaal, inclusief de annoncering op 19 en 20 april 1972, de ontwikkeling van verbeterde hoofd- en bodyscanners (hoewel dit beter had gekund), de uitreiking van de Nobelprijs en alles wat daarna nog gebeurt, en het zet een aantal zaken recht die vroeger verdoezeld of onderbelicht zijn gebleven. Jammer is dat de slechte relatie tussen de

Amerikaanse en Britse CT-ontwikkelafdelingen in appendix 4 is terechtgekomen, want dit was de hoofdoorzaak van de teloorgang van EMI's CT-business in 1980.

Al met al is het toch een zeer lezenswaardig boek voor ieder die zich interesseert voor hoe een begaafde en gedreven technicus, door zijn inzet en vasthoudendheid, een wezenlijke bijdrage aan de radiologische diagnostiek weet te leveren in een situatie die beheerst wordt door een enorm tekort aan financiële middelen. ■

Frans W. Zonneveld

Stephen Bates, Liz Beckmann, Adrian Thomas, Richard Waltham.
Godfrey Hounsfield: Intuitive Genius of CT.
The British Institute of Radiology (www.bir.org.uk) (2012)
ISBN 978-0-905749-75-4

Tips & Trucs

(Deze rubriek wordt verzorgd door Rob Maes)

App-tip

App macdonaldscriteria – **MS-diagnose** – voor radiologen/neurologen-gratis – zie ook www.ciwit.nl.
Te vinden onder zoeken op MS in de appstore.

Literatuurtips

Shah VP, Tunik MG, Tsung JW.

Prospective evaluation of point-of-care ultrasonography for the diagnosis of pneumonia in children and young adults.

Arch Pediatr Adolesc Med. Published online Dec 10, 2012. doi:10.1001/2013.jamapediatrics.107

Willemink MJ, de Jong PA, Leiner T, de Heer LM, Nievelstein RA, Budde RP, Schilham AM.

Iterative reconstruction techniques for computed tomography Part 1: Technical principles.

Eur Radiol 2013 Jan 12. [Epub ahead of print]

Willemink MJ, Leiner T, de Jong PA, de Heer LM, Nievelstein RA, Schilham AM, Budde RP.

Iterative reconstruction techniques for computed tomography Part 2: Initial results in dose reduction and image quality.

Eur Radiol 2013 Jan 16. [Epub ahead of print]

Internettip

Grap of echt onderzocht? Missen Amerikaanse radiologen echt dansende aap?

www.wtf.nl/weird-science/8559/ben-je-blind-ofzo.html

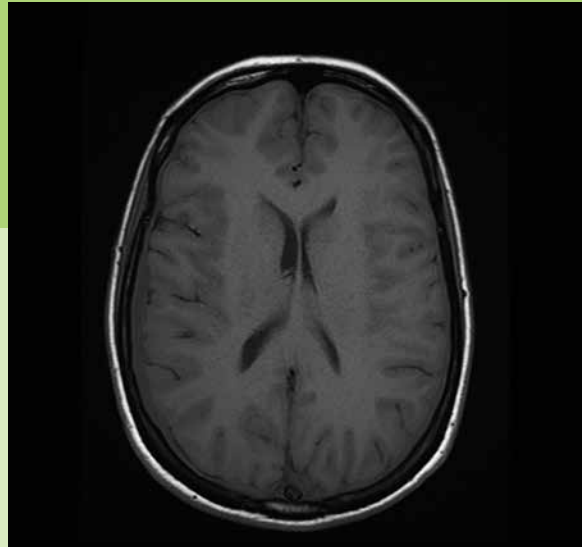
Interactieve module os petrosum (uit Radiographics mei, maar vrij toegankelijk)

<http://uwmsk.org/temporalbone/atlas.html>

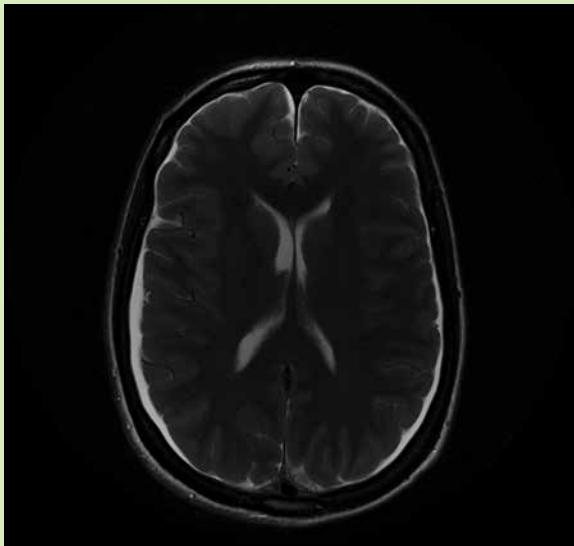
Casus 19

Ingezonden door Johan Tan, radioloog,
en Donna van der Dussen, neuroloog

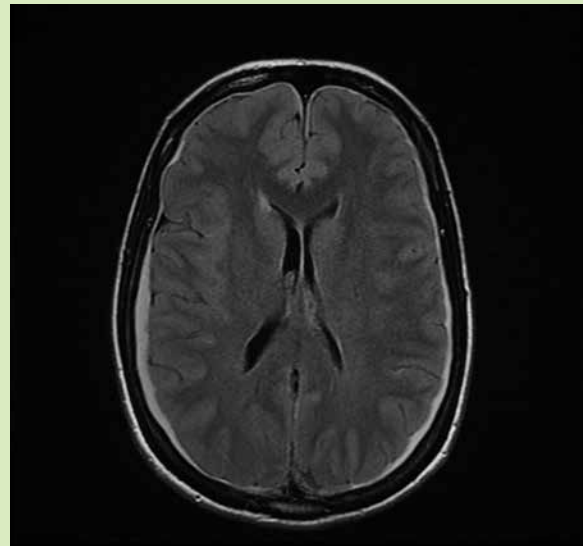
Een 37-jarige vrouw met een blanco voorgeschiedenis en acuut optredende hevige, stekende pijn aan de linkerzijde van het hoofd, wordt voor MRI ingestuurd door neuroloog.



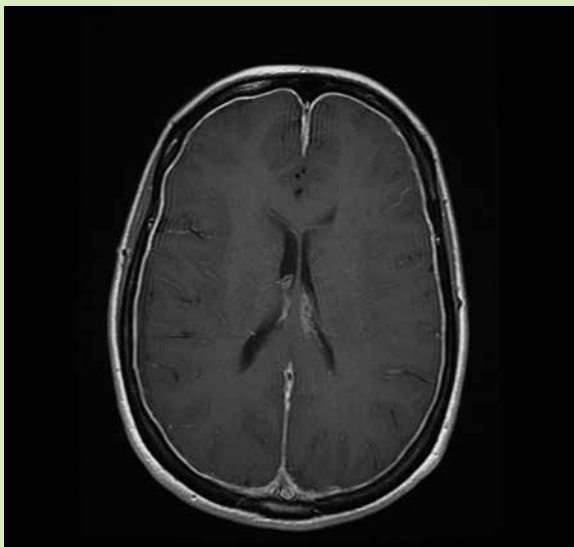
1. T1



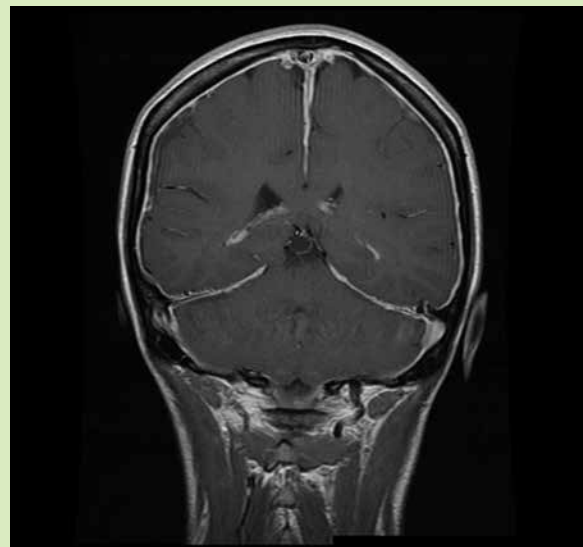
2. T2



3. T2 flair



4. na contrast



5. na contrast (2)

Uw diagnose?

Oplossing zie pagina 62.

Casus 20

Ingezonden door Julia Galuzina, agio, en dr. Adriaan Moelker, Erasmus MC

Myocardperforatie na ablatie

Klinische informatie

- Status na LV-ablatie in het linker ventrikel inferior lateraal i.v.m. hartritmestoornissen
- Post-interventieklachten van dyspnoe, pijn vastzittend aan de ademhaling
- CTA thorax
- Vraagstelling: longembolie?
- Op CTA thorax geen aanwijzingen voor longembolie
- Er wordt een afwijking in het hart gezien, naar aanleiding waarvan een CTA hart wordt verricht



Uw diagnose?

Oplossing zie pagina 62.

Tante Bep



George Ziedses des Plantes

juni 2012
Zaans MC Zaandam
met pensioen



geen foto
beschikbaar



Sabine Jiskoot

oktober 2012
van Isala Zwolle
naar St. Jansdal Harderwijk



geen foto
beschikbaar



Philip van Rijn

oktober 2012
van MCA Alkmaar
naar Slingeland Doetinchem



Lonkeke Yo

maart 2013
van Antonius Nieuwegein
naar Catharina Eindhoven



Ben Halfhide

??
van Groene Hart Gouda
naar Suriname



Mark Smoreburg

april 2013
van Maartenskliniek Nijmegen
(fellow)
naar Bernhoven Uden (staf)



Jan Willem Kuiper

februari 2013
van Lange Land Zoetermeer
naar Ikazia.Rotterdam



Heyder Alkefaji

van Martini Groningen
naar St. Jansdal Harderwijk



Matthijs Kater

van UMC Utrecht
naar UMC Groningen



James Liem

februari 2013
van Erasmus MC Rotterdam
(aios)
naar ZGT voor fellowship
abdomen



Edze Hummel

van aios naar staf
UMC Groningen



Tijmen Korteweg

van Rijnstate Arnhem
naar UMC Groningen



Erik Paalman

februari 2013
MCA Alkmaar
met pensioen.



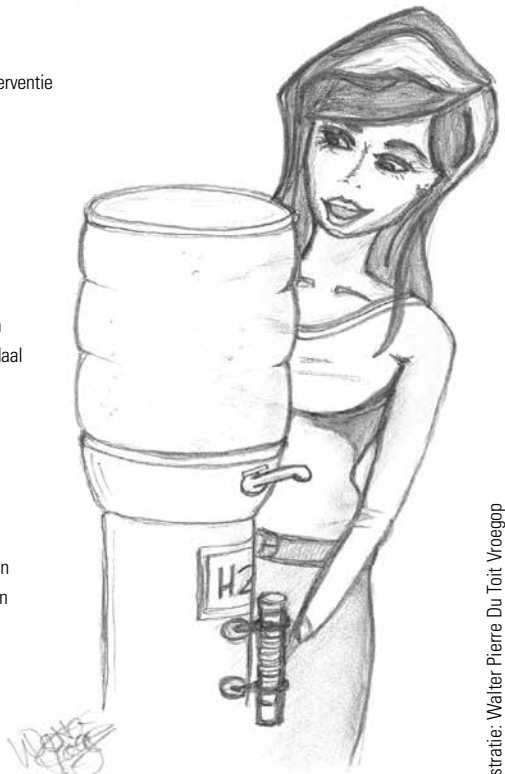
Aart Issa

van VUmc/Alkmaar
naar St. Jans Weert



Nora Voormolen

van LUMC Leiden
naar UMC Groningen



Illustratie: Walter Pierre Du Toit Vroegop

Populaire disciplines



In Wintersportdorp Les Deux Alpes blijken maar liefst 3 radiologie-traumatologie centra aanwezig, populair.

Creatief



Creatief vormgegeven menukaart van de NVVR uit 1963 – een historisch feestmaal te Groningen. Groningse medici uit die tijd waren o.a.: Jack Blickman (radioloog), Niemeijer (chef de clinique), Lourens Penning (neuroradioloog), Coen Stam (radiotherapeut), Martien Woldring (nucleair geneeskundige).

Oplossing casus 19

Bevindingen

1. Frontopariëtaal beiderzijds subduraal vocht. De dichtheid van het vocht is niet dezelfde als die van liquor (zie T2 flair).
2. Na contrasttoediening sterke aankleuring van de dura mater en tentorium.
3. Bij lumbaalpunctie: lage openingsdruk (4 cm H₂O) en normale liquorsamenstelling.

Diagnose: liquorhypotensiesyndroom.

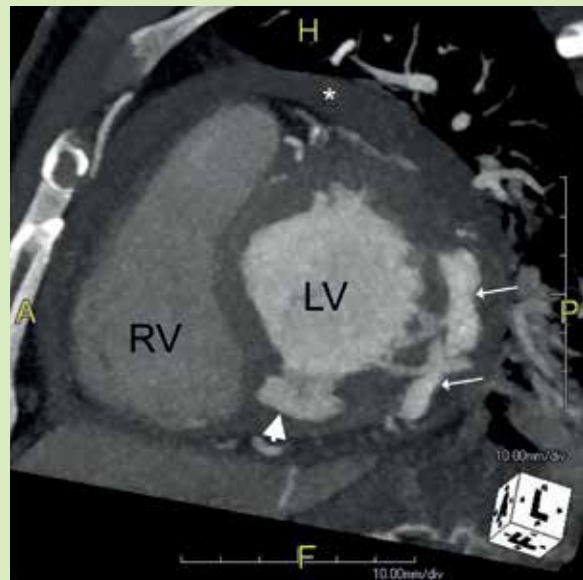
Oplossing casus 20

CTA hartbevindingen

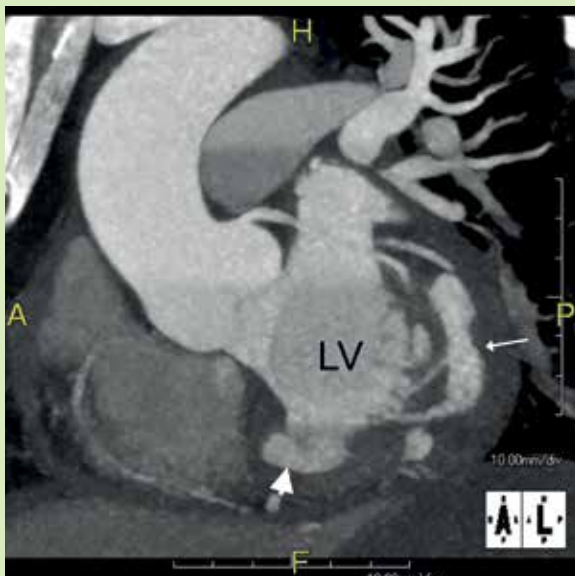
- Inferolaterale LV-wand toont 3 crypten met contrastextravasaat richting pericard
- Inferior wand LV toont diepe ulceratie, nog beperkt tot het myocard
- Pericardvocht met een densiteit rond 55 HU, passend bij bloed



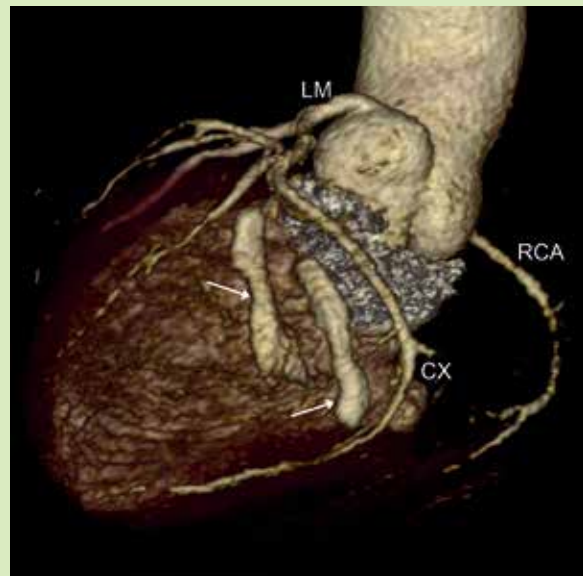
Figuur 1: Inferolaterale LV-wand toont crypten gevuld met contrast



Figuur 2: Inferior wand LV toont diepe krater (arrowhead); crypten in de inferolaterale en laterale wand (pijl); hemopericardium (*)



Figuur 3: Inferior wand LV toont diepe krater (arrowhead); crypten in de inferolaterale en laterale wand (pijl)



Figuur 4: 3D-afbeelding van met contrast gevulde iatrogene crypten (pijl)

Wenken voor auteurs

MemoRad is een van de uitgaven van de Nederlandse Vereniging voor Radiologie, naast NetRad (www.radiologen.nl, www.nvvr.net), het Jaarboek met de ledenlijst en EduRad (met samenvattingen van de Sandwichcursussen).

MemoRad dient om de doelstellingen van de NVvR te verwezenlijken, namelijk het bevorderen van de Radiologie en de belangen van de leden. MemoRad moet dan ook een podium zijn voor nieuwe ontwikkelingen, discussies en verder voor alles wat er leeft binnen de NVvR. Hoewel het accent ligt op het verenigingsleven, de leden en maatschappelijke ontwikkelingen, zijn ook wetenschappelijke artikelen welkom. Daarnaast wordt aandacht geschonken aan inaugurele redes, afscheidscolleges, recent verschenen proefschriften, congresagenda etc.

Eindverantwoordelijk voor de inhoud is de secretaris van de Nederlandse Vereniging voor Radiologie.

AANKLEDING VAN ARTIKELN

Om van MemoRad een aantrekkelijk blad te maken en tevens het verenigingsleven te stimuleren, vragen wij aan de auteurs om op de volgende wijze mee te werken aan de artikelen.

1. Verzin een pakkende, uitdagende titel
2. Stuur een (pas)foto mee
3. Vermeld onder de titel roepnaam en achternaam
4. Geef zelf een aanzet voor tussenkopjes om de structuur van het artikel te accentueren
5. Vermijd lange zinnen en onnodig gebruik van niet-Nederlandse terminologie
6. Vermeld onder het artikel:
 - 6.1. titel(s), alle voorletters en achternaam
 - 6.2. belangrijkste (beroepsmatige) bezigheid, bijvoorbeeld radioloog, neuroradioloog, emeritus-radioloog, etc.
 - 6.3. voor het artikel relevante functies, bijvoorbeeld voorzitter CvB
 - 6.4. instituut waar auteur werkzaam is: naam en plaatsnaam
 - 6.5. correspondentieadres

INZENDEN VAN KOPIJ

Kopij dient digitaal te worden aangeleverd, bij voorkeur per e-mail naar memorad@radiologen.nl. Het alternatief is het opsturen van een cd naar het bureau van de NVvR (Postbus 2082, 5260 CB Vught).

ILLUSTRATIES

Illustraties en foto's kunnen per post worden opgestuurd indien geen gedigitaliseerde versie voorhanden is. Illustraties dienen te zijn genummerd en voorzien van naam van de auteur en indicatie van de bovenzijde. Foto's mogen niet beschadigd worden door bijvoorbeeld paperclips.

Onderschriften worden op een aparte pagina vermeld in de tekst.

Waar nodig dient de auteur bij de eigenaar van het auteursrecht om toestemming te vragen voor reproductie van de figuren.

LITERATUURVERWIJZINGEN

In de tekst worden verwijzingen aangegeven met arabische cijfers tussen vierkante haken: [1]. Deze nummers corresponderen met de opgave in de literatuurlijst. Deze lijst wordt onder het kopje 'Literatuur' geplaatst aan het eind van de tekst. De literatuurlijst is opgesteld volgens de Vancouver-methode. Na het cijfer volgen namen en voorletters. Indien er meer dan zeven auteurs zijn worden alleen de eerste zes genoemd en vervolgens et al. Vervolgens de volledige titel van de publicatie, naam van het tijdschrift volgens de Index Medicus met het jaartal, jaargang- nummer, gevolgd door de eerste en laatste bladzijde. Bij handboeken volgen na de naam van de redacteur de titel, plaats, uitgever en jaar van publicatie.

VOORBEELDEN:

1. Wit J de, Hein P. Nieuwe ontwikkelingen in radiologie op Nederlandse zeeschepen. Ned Tijdschr Geneesk 2000;126:13-8.
2. Ruyter MA de. Kosmische straling. In: Nelson B, red. Handboek stralingshygiëne. Rotterdam: Hulst, 2001.

Colofon

MemoRad is een uitgave van de Nederlandse Vereniging voor Radiologie en verschijnt viermaal per jaar in een oplage van 1850 exemplaren. Het tijdschrift wordt toegezonden aan alle leden van de vereniging alsmede aan een selecte groep geïnteresseerden.

MemoRad staat onder redactionele verantwoordelijkheid van de secretaris van de NVvR.

© 2013 Nederlandse Vereniging voor Radiologie

Niets uit deze uitgave mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande toestemming van de Vereniging.

ISSN 1384-5462

De redactie is niet aansprakelijk voor de inhoud van onder auteursnaam opgenomen artikelen en van de advertenties.

REDACTIE MEMORAD/NETRAD

Dr. P.R. Algra, Alkmaar
F.W.H. Brouwer, 's-Gravenhage (NetRad)
M.C. van Dorth-Rombouts, 's-Gravenhage (NetRad)
A. Fioole-Bruining, Amsterdam
B.W. Haberland, Naarden (eindredactie)
Dr. I.J.C. Hartmann, Rotterdam
Dr. W. van Lankeren, Rotterdam
Dr. R.M. Maes, Den Helder (coördinatie)
H. Pieterman, Rotterdam (namens bestuur NVvR)
J.M. Scheffers, Delft
J. Schipper, 's-Gravenhage
Dr. C.J.L.R. Vellenga, Almelo

REDACTIEADVISEURS

Dr. R. van Dijk Azn, Nijmegen
Mr. J. Streekstra-van Lieshout, Vught

REDACTIE EN BUREAU VAN DE NVvR

Nederlandse Vereniging voor Radiologie
Postbus 2082, 5260 CB Vught
tel.: (0800) 023 15 36 of (073) 614 14 78
e-mail: memorad@radiologen.nl – nvvr@radiologie.nl
internet via www.radiologen.nl of www.nvvr.net

Advertentietarieven op aanvraag bij de NVvR.

VORMGEVING

Nic. Ammerlaan bno, grafisch ontwerper, Bussum

DRUK

Klomp Grafische Communicatie bv, Amersfoort



SIEMENS



Echografie met ACUSON Freestyle

Draadloos met eindeloos veel voordelen

Belemmering in ergonomie en onderzoeksnelheid door transducer-kabels. Infectierisico, ondanks steriele hoezen. Met de introductie van de ACUSON Freestyle – 's werelds eerste draadloze echografiesysteem – behoren dit soort nadelen tot het verleden.

Siemens Healthcare is er in geslaagd om een echografie-systeem te ontwikkelen zonder transducer-kabels. Hierdoor is het systeem uitermate geschikt voor klinische toepassingen in steriele omgevingen, zoals interventieradiologie, anesthesiologie, critical care, een katheterisatiekamer of

spoedeisende zorg. Ze verbeteren vasculaire toegang en maken echografisch geleide therapeutische interventies en biopsies eenvoudiger.

Een baanbrekende innovatie dus, met veel bredere toepassingsmogelijkheden voor echografie. Bovendien een belangrijke stap voorwaarts in patiëntvriendelijke zorg.

Meer weten? Neem dan contact met ons op via healthcare.nl@siemens.com

www.siemens.nl/healthcare