

Exercise magnetic resonance imaging in congenital heart disease

Het doel van de studie beschreven in dit proefschrift was het ontwikkelen en valideren van een protocol om met behulp van magnetic resonance imaging (MRI) de hartfunctie te bestuderen in rust, tijdens fietsinspanning en gedurende de herstelfase na inspanning bij gezonde vrijwilligers en bij patiënten met een gecorrigeerde aangeboren hartafwijking.

De waarde van MRI om de morfologie en functie van het hart te bestuderen bij patiënten met een gecorrigeerde of gepallieerde aangeboren hartafwijking is beschreven in hoofdstuk 2. Verschillende MRI-technieken kunnen worden gebruikt bij het vervolgen van deze patiënten. Met spin-echo MRI is het mogelijk om structuren te visualiseren die moeilijk te beoordelen zijn met andere beeldvormende technieken. Spin-echo MRI is daarom sensitief in het opsporen van vernauwingen of verwijdingen na interventie. Omdat de ventriekelfunctie na verloop van tijd kan verslechteren na correctie of palliatie van een aangeboren hartafwijking, is het gebruik van gradiënt-echo MRI essentieel bij het vervolgen van deze patiënten, aangezien geen andere beeldvormende techniek een dergelijke gedetailleerde bestudering van de hartfunctie toelaat zonder geometrische aannames. Fase-contrast MRI is bij uitstek geschikt om de functie van hartkleppen te bestuderen, aangezien het met deze techniek mogelijk is lekkage en vernauwing van de kleppen te kwantificeren. Het berekenen van het volume door een shunt is een andere toepassing van fase-contrast MRI. Recent is MRI met gebruik van contrast geïntroduceerd voor het afbeelden van vaatafwijkingen. De intraveneuze toediening van gadolinium verhoogt de signaalintensiteit van bloed en maakt het mogelijk om gedurende één ademstilstand driedimensionaal bloedvaten af te beelden.

Een verminderde inspanningscapaciteit is een vrijwel algemene bevinding in de verschillende groepen van patiënten met een gecorrigeerde of gepallieerde aangeboren hartafwijking. Bestudering van de reactie van het hart op inspanning kan disfunctie aantonen die niet zichtbaar is in rust. Voor een goede interpretatie van de reactie van het hart op inspanning en de relatie tot de inspanningscapaciteit moet de functie van het hart bij voorkeur worden gekwantificeerd. Niet-invasieve kwantificatie van hartvolumina en -functie, met name die van de rechterhartkamer, in rust en met inspanning is beperkt met nucleaire ventriculografie en echocardiografie. Het doel van de studie beschreven in hoofdstuk 3, was het evalueren van de reactie van beide hartkamers op liggende fysieke inspanning met behulp van een zeer snelle MRI-techniek. De volumina en functie van beide hartkamers werden gemeten bij 16 gezonde vrijwilligers in rust en tijdens een MRI-inspanningsprotocol. Het slagvolume en de ejectionfractie van beide kamers stegen in reactie op inspanning. Het eindsystolisch volume van zowel de linker- als rechterkamer daalde van rust naar inspanning, terwijl het einddiastolisch volume van beide hartkamers gelijk bleef. De resultaten van het onderzoek komen overeen met de huidige zienswijzen met betrekking tot de fysiologie van het hart. Daarom concluderen wij dat inspannings-MRI, gebruikmakend van een fietsergometer, een valide manier is om fysiologische veranderingen van het hart in reactie op inspanning te bestuderen.

In hoofdstuk 4 is inspannings-MRI gebruikt om mogelijke veranderingen in longkleplekkage en hartfunctie in reactie op inspanning te bestuderen bij 15 patiënten na correctie van de tetralogie van Fallot. De tetralogie van Fallot wordt gekenmerkt door een verplaatsing van de wand tussen de longslagader en de aorta. Hierdoor ontstaan een ventrikelseptumdefect, een stenose van de longslagader, overrijden van de aorta over het interventriculaire septum en secundair een hypertrofie van de rechterhartkamer. Na correctie wordt bij deze patiënten vaak een lekkage van de longslagaderklep gezien, hetgeen een chronische volumeoverbelasting van de rechterhartkamer veroorzaakt. In reactie op inspanning werd bij deze patiënten een daling van de longkleplekkage gezien. Voorts was, in vergelijking met 16 controles, de reactie van de rechterhartkamer afwijkend, zich uitend in een stijging van het einddiastolisch volume, waarbij het eindsystolisch volume en de ejectionfractie onveranderd bleven. De abnormale reactie van de rechterhartkamer op inspanning is waarschijnlijk een gevolg van het nadelige effect van langdurige volumeoverbelasting door de longkleplekkage. Inspannings-MRI kan derhalve goed gebruikt worden om de hartfunctie in rust en tijdens inspanning te bestuderen, en dit protocol kan waardevol zijn bij de timing van eventuele re-interventie na Fallot-correctie.

De toepassing van inspannings-MRI om de hartfunctie van volwassen patiënten na atriale correctie van transpositie van de grote vaten te bestuderen is beschreven in hoofdstuk 5. De functie van beide hartkamers en de bloedstroom in de bovenste holle ader werden gemeten in rust en gedurende een MRI-inspanningsprotocol bij 27 patiënten na atriale correctie van transpositie van de grote vaten. De resultaten werden vergeleken met 14 gezonde controles. De patiënten hadden een lagere zuurstofopnamecapaciteit vergeleken met de controles. Het slagvolume en de ejectiefractie van beide hartkamers veranderden bij de patiënten niet significant in reactie op inspanning. Het einddiastolisch en eindsystolisch volume van de systemische rechterhartkamer steeg in reactie op inspanning, in tegenstelling tot de controles, bij wie het einddiastolisch volume gelijk bleef en het eindsystolisch volume afnam. Bij de patiënten was de inspanningscapaciteit gerelateerd aan de ejectiefractie van de rechterkamer en aan de percentuele verandering in ejectiefractie van de rechterkamer van rust naar inspanning. Als reactie op inspanning veranderde de ratio tussen de systolische en diastolische piekstromen in de bovenste holle ader, terwijl bij de controles deze ratio niet veranderde. Concluderend werd, met behulp van MRI, een afwijkende reactie op inspanning van beide hartkamers en ook van de bloedstroom in de bovenste holle ader geobserveerd bij patiënten na atriale correctie van transpositie van de grote vaten.

In de hoofdstukken 6 en 7 wordt de toepassing beschreven van zeer snelle MR-bloedstroommetingen om veranderingen in de hartfunctie gedurende de herstelfase na inspanning te bestuderen. Herstel van de hartfunctie na inspanning is tot op heden nog niet bestudeerd bij patiënten na chirurgische correctie van de tetralogie van Fallot en bij patiënten na atriale correctie van transpositie van de grote vaten. In hoofdstuk 6 hebben we veranderingen in slagvolume van de linkerhartkamer gedurende de herstelfase na inspanning bestudeerd bij zes operatief gecorrigeerde Fallot-patiënten en negen gezonde vrijwilligers. De bloedstroom in de ascenderende aorta, die het slagvolume van de linkerhartkamer representeert, werd gemeten in rust, tijdens inspanning en gedurende een 4½ min durende periode na inspanning. Er werd geen significant verschil gezien in het herstel van de hartslag tussen de patiënten en de vrijwilligers. Bij zowel patiënten als vrijwilligers steeg het slagvolume na het stoppen van inspanning. Bij de patiënten steeg het slagvolume echter significant meer. Bij de vrijwilligers daalde het slagvolume na 2 min tot rustniveau, terwijl het slagvolume bij de Fallot-patiënten tot 4 min na inspanning significant verhoogd bleef. MR-bloedstroommetingen maken het mogelijk om het slagvolume van de linkerhartkamer te vervolgen gedurende de herstelfase na inspanning. Het herstel van de hartslag van de Fallot-patiënten was binnen de grenzen van normaal. Lange tijd na correctie van de tetralogie van Fallot werd echter een vertraagd herstel van het slagvolume van de linkerhartkamer gevonden. Dit vertraagde herstel kan het resultaat zijn van disfunctie van de linkerhartkamer tijdens inspanning en afwijkingen in de ademhaling, die een vervroegd begin van het anaëroob metabolisme gedurende inspanning induceren.

In hoofdstuk 7 is met behulp van MR-bloedstroommetingen het herstel van het hart na inspanning bestudeerd bij asymptomatische patiënten na atriale correctie van transpositie van de grote vaten. De bloedstroom in de ascenderende aorta, die het slagvolume van de systemische hartkamer representeert (i.e. de rechterhartkamer bij de patiënten en de linkerhartkamer bij de controles), werd gemeten bij 10 asymptomatische patiënten die atriale correctie van transpositie van de grote vaten hadden ondergaan, en bij 12 gezonde controles in rust, tijdens inspanning en gedurende een periode van 8 min na inspanning. In reactie op inspanning lieten het hartritme, het slagvolume en het hartminuutvolume een kleinere stijging zien bij de patiënten vergeleken met de controles. Na inspanning werd geen significant verschil gezien in afname van het hartritme tussen beide groepen. Bij de patiënten was het verloop van het slagvolume gedurende de herstelfase significant verschillend ten opzichte van de controles. Het slagvolume, uitgedrukt als percentueel verschil ten opzichte van de rustwaarde, bleef significant verhoogd van 2½ tot 8 min na inspanning. Als gevolg hiervan bleef ook het hartminuutvolume significant verhoogd van 4½ tot 7 min na inspanning. Het herstel van het hartritme van de patiënten na atriale correctie van transpositie van de grote vaten verloopt binnen normale grenzen. Daarentegen is het herstel van de hartfunctie, gemeten met behulp van MR-bloedstroommetingen, vertraagd bij asymptomatische patiënten na atriale correctie van transpositie van de grote vaten. Dit afwijkende herstel kan een uiting zijn van disfunctie van de systemische rechterhartkamer en een veranderde metabole reactie op inspanning.

Algemene conclusie

In rust is de MRI geëvolueerd tot een waardevolle afbeeldingstechniek in het vervolgen van patiënten met een gecorrigeerde of gepallieerde aangeboren hartafwijking. Gebruikmakend van MRI is een afwijkende hartfunctie gevonden bij verschillende groepen patiënten met een gecorrigeerde of gepallieerde aangeboren hartafwijking. Vroege disfunctie van het hart kan soms echter alleen worden opgespoord wanneer hiernaar onder stresscondities wordt gekeken. In dit proefschrift worden de validatie en applicatie beschreven van inspannings-MRI om de hartfunctie te bestuderen in reactie op fietsinspanning en gedurende de herstelfase na inspanning. Zowel de reactie van de hartfunctie op inspanning als het herstel van de hartfunctie na inspanning waren afwijkend bij patiënten na correctie van de tetralogie van Fallot en bij patiënten na atriale correctie van transpositie van de grote vaten, hoewel in rust de hartfunctie van beide patiëntengroepen relatief normaal was. Inspannings-MRI kan bijdragen aan vroegtijdige detectie van disfunctie van de rechterkamer bij deze patiënten. Verder onderzoek is nodig om de onderliggende mechanismen van afwijkende hartfunctie in reactie op inspanning en gedurende de herstelfase na inspanning in beide patiëntengroepen te bestuderen. Bovendien moet de waarde van inspannings-MRI bij de klinische begeleiding van beide patiëntengroepen worden bepaald.

Leiden, 7 maart 2002

Promotoren

Prof.dr. A. de Roos

Prof.dr. E.E. van der Wall

Copromotor

Prof.dr. W.A. Helbing

Referent

Dr. M.A. Gatzoulis

Arno A.W. Roest

aawroest@hotmail.com

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.