

**Fontys Paramedische Hogeschool**

**Opleiding MBRT**

**Reductie van  
ghosting artefacten  
bij T2 MRI scans van de lever**

Bram Nibbeling

PCN: 2146574

Begeleider: Geert van Overbruggen

Juni 2013

## **Voorwoord**

Het verslag dat voor u ligt heb ik geschreven ter afronding van mijn studie Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken (MBRT) te Eindhoven.

Mijn dank gaat in het bijzonder uit naar Cindy Maandag en Geert van Overbruggen. Cindy Maandag heeft mij vanuit het Catharina Ziekenhuis geholpen met het verkrijgen van de benodigde data en heeft daarvoor de nodige overuren moeten maken. Geert van Overbruggen heeft mij voorzien van de nodige feedback en heeft mij daarmee geholpen om tot dit eindresultaat te komen. Daarnaast ben ik alle proefpersonen erg dankbaar voor hun vrije tijd die ze hebben opgegeven om mee te doen aan dit onderzoek.

Eindhoven, mei 2013

Bram Nibbeling

## **Samenvatting**

### **Achtergrond**

Om te bepalen welke ademhalingscompensatiemethode het ontstaan van ghosting artefacten het meeste reduceert in MRI beelden van de lever, zijn 4 verschillende methodes met elkaar vergeleken. Deze methodes zijn: gate and track, trigger and track, PEAR en respiratory triggering. Aanleiding voor het onderzoek is het optreden van deze artefacten op MRI beelden van de lever in het Catharina ziekenhuis in Eindhoven. De onderzoeksvraag luidt:

*Welke ademhalingcompensatiemethode (gate and track, trigger and track, PEAR of respiratory triggering) resulteert, bij patiënten die ademhalingsinstructies niet goed op volgen, in de minste ghosting artefacten?*

### **Methode**

Voor dit onderzoek is toestemming verkregen van de raad van bestuur van het Catharina ziekenhuis. Alle deelnemers hebben voor deelname schriftelijk een informed consent getekend. Dit onderzoek is uitgevoerd op een Philips Ingenia 1,5T MRI scanner. Voor de evaluatie van de gate and track, trigger and track en respiratory triggering methode zijn de beelden van 12 gezonde proefpersonen beoordeeld op aanwezigheid van ghosting artefacten. Ter evaluatie van de PEAR sequentie zijn de beelden van 10 proefpersonen beoordeeld. Alle beelden zijn door 2 radiologen beoordeeld. Zij hebben aan de beelden een score toegekend op een schaal van 1 tot en met 4, waarbij 1 staat voor geen artefacten en 4 voor ernstig storende artefacten. De mate waarin ghosting artefacten aanwezig waren, is vervolgens weergegeven in een tabel en de spreiding van de resultaten is weergegeven in boxplots waarin de mediaan, eerste en derde kwartiel en hoogste en laagste waarde staan aangegeven.

### **Resultaten**

De ademhalingscompensatiemethodes die bij beide beoordelaars het beste beoordeeld worden, zijn de gate and track en de trigger and track methode. Deze resulteerden in de minste ghosting artefacten. Voor de beoordeling van de TSE gate and track, TSE trigger and track en de TSE respiratory triggering sequentie is een kappa waarde van 0,68 berekend. Voor de beoordeling van de FFE PEAR sequentie is een afzonderlijke kappa waarde berekend van 1,00.

### **Conclusie**

In dit onderzoek werd onderzocht welke ademhalingcompensatiemethode (gate and track, trigger and track, PEAR of respiratory triggering), bij patiënten die ademhalingsinstructies niet goed op volgen, in de minste ghosting artefacten resulteert. De gate and track methode en de trigger and track methode resulteren bij de in dit onderzoek gebruikte sequenties in de minste ghosting artefacten.

## **Summary**

### **Purpose**

To determine which breathing compensation method is the most effective at reducing ghosting artifacts in MRI liver imaging, four different methods are compared. These methods are: *gate and track*, *trigger and track*, *PEAR* and *respiratory triggering*. The reason this research was conducted is the appearance of ghosting artifacts in liver MRI's at the Catharina hospital in Eindhoven. The research question is:

*Which breathing compensation method (gate and track, trigger and track, PEAR or respiratory triggering) results in the least amount of ghosting artifacts, in patients that do not follow up on breathing instructions?*

### **Method**

The board of directors of the Catharina hospital approved this study. Written informed consent was obtained from all participants before commencement. This research was conducted on a Philips Ingenia 1.5T MRI scanner. For evaluation of the *gate and track*, *trigger and track*, *PEAR* and *respiratory triggering* method, images of 12 healthy test subjects were rated for presence of ghosting artifacts. For evaluation of the *PEAR* sequence, images of 10 healthy test subjects were rated. All images were rated by two radiologists. They rated all images on a scale from 1 to 4. Images with no artifacts were rated 1 and images with seriously obstructive artifacts were scored 4. The degree of presence of ghosting artifacts was then displayed a table and the spread of the results was displayed in box plots. In the box plots median, first and third quartile and the highest and lowest value were included.

### **Results**

The breathing compensation methods that were rated best, were *gate and track* and *trigger and track*. These methods reduced ghosting artefacts by the most. For the rating of the *TSE gate and track*, the *TSE trigger and track* and the *TSE respiratory triggering* sequences, a kappa value of 0.68 was determined. For the rating of the *FFE PEAR* sequence, a separate kappa value was determined. This was 1.00.

### **Conclusion**

The aim of this research was to determine which breathing compensation method (*gate and track*, *trigger and track*, *PEAR* or *respiratory triggering*) results in the least amount of ghosting artefacts, in patients that do not follow up on breathing instructions? With the sequences used in this research, the *gate and track* and the *trigger and track* method resulted in the least ghosting artefacts.

## **Inhoud**

|                                     | Pagina |
|-------------------------------------|--------|
| Inleiding                           |        |
| Detecteren van leverlaesies met MRI | 7      |
| MRI artefacten                      | 7      |
| Ademhalingsartefacten               | 7      |
| Probleemstelling                    | 8      |
| MRI sequenties                      | 9      |
| Turbo spin echo                     | 9      |
| Fast field echo                     | 9      |
| Ademhalingscompensatiemethodes      | 9      |
| TSE gate and track                  | 9      |
| TSE trigger and track               | 10     |
| FFE PEAR                            | 10     |
| TSE respiratory triggering          | 10     |
| Methode                             |        |
| Deelnemers                          | 11     |
| MRI                                 | 12     |
| Analyse                             | 13     |
| Ethiek                              | 15     |
| Resultaten                          | 16     |
| Discussie                           |        |
| Evaluatie                           | 19     |
| Andere studies                      | 19     |
| Vergelijkbaarheid van de sequenties | 19     |
| Beperkingen van de statistiek       | 20     |
| Andere technieken                   | 20     |
| Conclusie en aanbevelingen          |        |
| Conclusie                           | 21     |
| Aanbevelingen                       | 21     |
| Literatuur                          | 22     |

Bijlagen:

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| I Beoordelingsformulier projectplan        | 24 |
| II Informatiebrief voor proefpersonen      | 26 |
| III Informed consent formulier             | 29 |
| IV Brief van de Raad van Bestuur           | 31 |
| V Voorbeeld afbeeldingen voor beoordelaars | 32 |

## **Inleiding**

### **Detecteren van leverlaesies met MRI**

Jaarlijks wordt in Nederland bij ruim 500 mensen de diagnose primaire leverkanker gesteld.<sup>1</sup> Veel vaker nog worden metastases van andere tumoren in de lever aangetroffen. De meeste solide tumoren zaaien uit naar de lever.<sup>2</sup> Behalve kanker zijn er ook andere chronische leveraandoeningen zoals lever cirrose, en virale hepatitis. Er sterven jaarlijks in Nederland ongeveer 880 mensen aan deze andere chronische leveraandoeningen. Magnetic Resonance Imaging (MRI) is een veel gebruikt instrument om leveraandoeningen in beeld te brengen. Door de grote gevoeligheid voor verschillen in weefselsamenstelling is het mogelijk om middels MRI, zelfs zonder intraveneus contrast, de meeste leverlaesies te detecteren.<sup>3</sup>

### **MRI artefacten**

Een probleem bij MRI scans is dat beweging van de patiënt artefacten kan veroorzaken in de afbeeldingen.<sup>4</sup> Het kan hier gaan om willekeurige bewegingen of om onwillekeurige bewegingen zoals ademhaling en beweging van het hart. Een andere vorm van onwillekeurige beweging van de patiënt die artefacten kan veroorzaken

is de (pulserende) stroming van bloed in de grote bloedvaten zoals de aorta, de vena cava en de a. carotis.<sup>5-6-7-8-9</sup> Artefacten dienen zoveel mogelijk voorkomen te worden omdat ze effect kunnen hebben op de kwaliteit van diagnose en omdat ze verward kunnen worden met pathologie.<sup>10</sup>

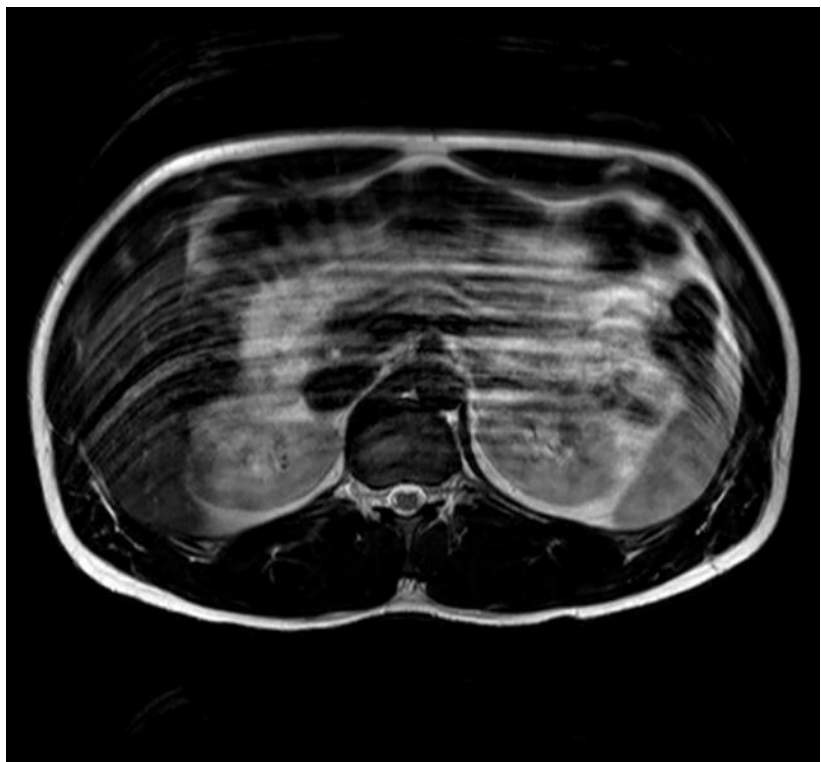
### **Ademhalingsartefacten**

Bewegingsartefacten die als gevolg van ademhaling worden waargenomen bij MRI scans van de lever zijn ghosting en blurring artefacten.<sup>11</sup> Blurring manifesteert zich als een

vervaagd beeld en verminderde

spatiële resolutie. Ghosting artefacten beelden zich af als repeterende patronen in de faserichting.

(figuur 1) Het ghosting artefact ontstaat door protonen die verplaatsen tijdens het coderings- en



**Figuur 1.** Het ghosting artefact is zichtbaar als een repeterend patroon in de faserichting.

aquisitieproces. In tegenstelling tot de frequentiecodering zit er bij fasecodering enige tijd tussen de codering en het uitlezen van het signaal. Vindt er in deze tijd beweging plaats, dan kan dit ghosting artefacten veroorzaken.<sup>4</sup>

Om bewegingsartefacten te voorkomen kunnen korte sequenties gebruikt worden waarbij de patiënt de adem gedurende enkele seconden inhoudt.<sup>12</sup> Dit kan met een gewone Turbo Spin Echo (TSE) maar vooral de half-Fourier acquisition single shot TSE (HASTE) is een sequentie die hiervoor veel gebruikt wordt. Deze sequentie biedt een goede beeldkwaliteit en maakt laesie detectie goed mogelijk.<sup>13</sup>

Een nadeel van deze sequenties is dat de patiënt een aantal keren zijn adem in moet houden gedurende de acquisitie. Bij sequenties met een zware T2 weging in combinatie met een fijne matrix, kan de periode dat de patiënt zijn adem in moet houden erg lang worden. Wanneer er veel dunne slices gemaakt worden moet de patiënt het adem inhouden ook nog vaak herhalen. Als alternatief kan er dan gekozen worden voor sequenties die gebruik maken van ademhalingcompensatiemethodes zoals trigger and track, gate and track, Phase Encoded Artefact Reduction (PEAR) of respiratory triggering. Deze technieken maken het mogelijk om artefact vrije beelden te maken terwijl de patiënt gewoon doorademt.<sup>14-15</sup>

### **Probleemstelling**

Het Catharina ziekenhuis maakt gebruik van de T2 TSE sequentie met trigger and track ademhalingcompensatie. Deze sequentie is gelijk aan de trigger and track sequentie die in dit onderzoek gebruikt wordt. Ondanks de ademhalingscompensatie zijn op de beelden van deze scans soms toch artefacten te zien. Verwacht wordt dat deze veroorzaakt worden door onregelmatige ademhaling waardoor de ademhalingcompensatiemethode faalt. De patiënten waarbij dit probleem optreedt zijn onder andere patiënten die niet of onvoldoende bij kennis zijn om instructies op te volgen en patiënten die als gevolg van bijvoorbeeld een taalbarrière de instructies niet volledig begrijpen.

Er zijn een aantal methoden ontwikkeld om bewegingsartefacten tegen te gaan zonder ademhalingsinstructies te geven. Binnen dit onderzoek zullen een aantal van deze methoden nader bekeken worden. De methoden die in dit onderzoek vergeleken worden zijn respiratoire triggering, de Navigator echo techniek en PEAR. Van al deze methodes is aangetoond dat ze ghosting artefacten kunnen verminderen.<sup>14-15</sup> Welke methode de minste ghosting artefacten oplevert bij een MRI leverscan is nog niet aangetoond. In dit onderzoek wordt onderzocht welke ademhalingcompensatiemethode (gate and track, trigger and track, PEAR of respiratory triggering), bij patiënten die ademhalingsinstructies niet goed op volgen, in de minste ghosting artefacten resulteert.

## **MRI sequenties**

### ***TSE***

De TSE is een veel gebruikte MRI sequentie en het is de basis van drie van de vier sequenties die in dit onderzoek gebruikt zijn. Het is eigenlijk een doorontwikkelde vorm van de Spin Echo (SE) sequentie. Een belangrijk aspect van de SE sequentie is de 180 graden puls. Deze volgt na een halve echotijd op de exciterende puls en wordt gebruikt om de protonen te refaseren. Hierdoor hebben inhomogeniteiten van het magneetveld geen invloed meer op het ontvangen signaal en is het signaal enkel nog een gevolg van spin-spin interacties. Nu wordt er een T2 in plaats van een T2\* signaal ontvangen. De TSE is een SE waarbij gebruik wordt gemaakt van meerdere 180 graden pulsen na één enkele exciterende puls. Op deze manier kan er in korte tijd meer signaal ontvangen worden. De TSE sequenties in dit onderzoek maken allemaal gebruik van de multi-slice techniek. Dit houdt in dat er meerdere slices tegelijk gescand worden. Op deze manier wordt de tijd opgevuld tussen het moment waar geen echo's meer worden gemeten van de eerste serie 180 graden pulsen tot aan het moment van de volgende exciterende puls. Deze tijd wordt nu gebruikt met het scannen van de volgende slice.<sup>9</sup>

### ***FFE***

De coherente Fast Field Echo (FFE) sequentie maakt geen gebruik van 180 graden pulsen en resulteert daarom in een gedeeltelijk T2\* contrast. De echo's van de FFE volgen allemaal direct op een excitatiepuls. De fliphoek van deze puls is vrij in te stellen. De fliphoek is bepalend voor de signaal intensiteit en dus voor de signaal ruis verhouding. Samen met de echotijd is de fliphoek ook van invloed op het T2\* contrast omdat deze de mate van transversale magnetisatie bepaalt. Bij de tweede excitatiepuls is, wanneer de repetitietijd niet te lang is, nog een transversale magnetisatie aanwezig. De resterende transversale magnetisatie zorgt ervoor dat de transversale magnetisatie na de tweede excitatiepuls groter is dan na de eerste excitatiepuls. Ditzelfde geldt weer voor de derde excitatiepuls ten opzichte van de tweede. Na enkele pulsen ontstaat een stabiele toestand die steady state wordt genoemd. Dit treedt vooral op bij weefsels met een lange T2, waardoor er een combinatie van T2 en T2\* contrast ontstaat.<sup>7</sup>

## **Ademhalingscompensatiemethodes**

### ***TSE gate and track***

Bij TSE gate and track wordt de TSE sequentie gecombineerd met gating en tracking. Gating houdt in dat alleen data verzameld tijdens het einde van elke expiratie wordt bewaard. De rest wordt weggegooid en opnieuw verzameld. De ademhaling wordt bijgehouden met behulp van zogeheten navigator echo's. Navigator echo's zijn afkomstig van radiofrequente (RF) pulsen die vlak voor of na ieder shot worden gegenereerd. Het beeld dat hiermee wordt gereconstrueerd, wordt enkel gebruikt

om de ademhaling te monitoren. Om gebruik te kunnen maken van deze functie, moet er op de scout scan een volume ingetekend worden waarvan de beweging vervolgen wordt bijgehouden. Voor de locatie van dit volume wordt bij beeldvorming van de lever het diafragma gekozen. Tracking houdt in dat de slices in hun geheel met behulp van dezelfde navigator echo's ten opzichte van elkaar op de juiste plaats gezet worden.<sup>16</sup>

### ***TSE trigger and track***

Bij TSE trigger and track wordt de TSE sequentie gecombineerd met triggering en tracking. Bij triggering wordt de sequentie, met behulp van navigator echo's, gesynchroniseerd met de ademhaling. Er vindt een trigger plaats wanneer het navigator signaal het begin van een uitademing detecteert. De acquisitie start echter pas na de trigger delay. Het trigger delay dient ingesteld te worden. Het moment waarop getriggerd wordt is in te stellen als gating window. De repetitietijd wordt automatisch aangepast.<sup>16</sup>

### ***FFE PEAR***

Bij FFE PEAR wordt de FFE sequentie gebruikt. PEAR staat voor Phase Encoded Artefact Reduction. Bij PEAR wordt een pneumatische sensor gebruikt om de ademhaling te monitoren. De buitenste lijnen van het k-vlak worden gevuld tijdens het einde van de expiratie, wanneer er weinig beweging is. Deze buitenste lijnen zijn gevoeliger voor beweging omdat ze bepalend zijn voor de resolutie van de afbeelding. Het centrale deel van het k-vlak wordt in de rest van de tijd gevuld. Met dit centrale deel wordt het contrast van de afbeelding bepaald. Beweging heeft op dit proces minder invloed.<sup>6</sup> In plaats van de TSE techniek die voor de andere sequenties gebruikt wordt, is de PEAR sequentie op de FFE techniek gebaseerd.

### ***TSE respiratory triggering***

Net als bij de TSE trigger and track, wordt bij respiratory triggering de sequentie gesynchroniseerd met de ademhaling. In plaats van een extra echo wordt hier gebruik gemaakt van een sensor die onder een buikband bevestigd zit. Net als bij de trigger and track sequentie wordt de repetitietijd automatisch aangepast aan de ademhaling.<sup>16</sup> De sequentie die wordt gebruikt is de TSE.

De onderzoeksvraag luidt:

*Welke ademhalingcompensatiemethode (gate and track, trigger and track, PEAR of respiratory triggering) resulteert, bij patiënten die ademhalingsinstructies niet goed op volgen, in de minste ghosting artefacten?*

## **Methode**

### **Deelnemers**

Het onderzoek is een diagnostisch onderzoek met achttien gezonde proefpersonen. Het aantal personen dat alle onderzoeken ondergaan heeft is vier. Het aantal personen dat enkel de TSE gate and track, TSE trigger and track en TSE respiratory triggering ondergaan heeft is acht. Zes personen hebben enkel de FFE PEAR sequentie ondergaan. De proefpersonen waren mannen en vrouwen tussen 21 en 38 jaar. In- en exclusiecriteria zijn terug te vinden in tabel 1. Slecht gehoor was een exclusie criterium omdat de proefpersonen ademhalingsinstructies accuraat op moesten kunnen volgen. Omdat de MRI scanner een sterke magneet bevat, heeft elke deelnemer een vragenlijst in moeten vullen over aanwezigheid van metalen in het lichaam. Aanwezigheid van niet te verwijderen magnetische metalen was een exclusiecriteria voor het onderzoek. Uiteindelijk zijn er geen deelnemers geëxcludeerd van het onderzoek. De deelnemers zijn geworven in het sociale milieu van de onderzoekers.

**Tabel 1.** In- en exclusiecriteria voor deelname aan het onderzoek.

| <b>Inclusiecriteria</b>                                   | <b>Exclusiecriteria</b>                                       |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Persoon kan makkelijk een uur stilliggen                  | Slecht gehoor                                                 |
| Persoon is gemotiveerd om mee te werken aan het onderzoek | Aanwezigheid van niet afneembare metalen in of op het lichaam |
| Persoon is tussen de 18 en 60 jaar oud                    | Verdenking op aanwezigheid van metaalsplinters in de ogen     |
|                                                           | Claustrofobie                                                 |
|                                                           | Aanwezigheid van een pacemaker                                |
|                                                           | Aanwezigheid van vaatclips in de hersenen                     |

## **MRI**

Het onderzoek is uitgevoerd op een 1,5 Tesla (T) Philips Ingenia scanner. Drie coils zijn gebruikt voor ontvangst van het signaal: De losse anterior coil, de posterior coil die geïntegreerd is in het MRI bed en de in het toestel geïntegreerde Qbodycoil. Er zijn enkel transversale beelden gebruikt voor dit onderzoek. Bij alle patiënten zijn per sequentie 40 slices van 5mm gemaakt. Om een patiënt met onregelmatige ademhaling te simuleren hebben de deelnemers een aantal ademhalingscommando's gekregen. Tussen de commando's door mochten ze normaal ademen. Tijdens elke sequentie is de deelnemers na 30 seconden gevraagd om te kuchen. Na 60 seconden werd gevraagd één maal te zuchten en na 90 seconden werd gevraagd om de adem drie seconden in te houden. De gebruikte sequenties zijn: TSE gate and track, TSE trigger and track, FFE PEAR en TSE respiratory triggering. De PEAR techniek is niet in combinatie met TSE te gebruiken. Dit komt doordat de TSE functie ook een specifieke volgorde van de invulling van het k-vlak vereist. De TSE maakt gebruik van een echotrein. Deze echo's volgen allemaal op een hun eigen 180 graden puls. Ze hebben allemaal een ander contrast. Meestal worden deze in lineaire volgorde in het k-vlak weggeschreven. Dat wil zeggen dat de middelste echo in het midden van het k-vlak terecht komt en dat deze dus bepalend is voor het contrast. Omdat ze beide hun eigen invulling van het k-vlak vereisen, zijn TSE en PEAR niet te combineren in één sequentie. Om deze reden is voor de PEAR sequentie een FFE gebruikt. Een nadeel van de FFE sequentie is dat deze sequentie in gedeeltelijk T2\* contrast resulteert in plaats van het T2 contrast van de andere sequenties waarmee hij vergeleken wordt. Er is toch voor deze sequentie gekozen omdat een FFE met enkel T2 contrast (time reversed FFE) een onacceptabel lange scantijd van meer dan 40 minuten zou hebben. Dit is door het gebruik van de coherente FFE terug gebracht naar 8 minuten.

Alle sequenties hadden een Field Of View (FOV) van 400 x 350mm en het Number of Signal Aquisitions (NSA) was 2. Het gating window van de scans die van de navigator echo's gebruik maakten was 5mm. Het trigger delay stond ingesteld op 0 seconden. De TSE sequenties waren multishot en hadden allemaal een echotrein van 28 echo's. Echotijd is bij alle sequenties 100ms behalve bij de PEAR sequentie. Deze is op FFE gebaseerd en heeft een echotijd van 18ms. Dat levert een redelijk vergelijkbaar contrast op met de rest van de sequenties. De echotijd van 18ms is een veelvoud van 4,6 waardoor water en vet in fase met elkaar precesseren. Wanneer water en vet uit fase zijn, kan dat het contrast, voor weefsels die zowel water als vet bevatten, beïnvloeden. Bij de TSE sequenties wordt gebruik gemaakt van een fliphoek van 90 graden en een repetitietijd van 2923ms. Bij de FFE PEAR is de ingestelde fliphoek 35 graden en de repetitietijd 155ms. Een repetitietijd van 155ms is bij een FFE lang genoeg om T1 weging uit te sluiten. Een nog kortere repetitietijd zou resulteren in T1 weging en in een minder intens signaal door onvolledige longitudinale relaxatie.<sup>6</sup> Voor maximale signaalintensiteit is de fliphoek ingesteld in de buurt van de Ernsthoek. Dat is de fliphoek die, bij een gegeven repetitietijd, het meeste signaal oplevert.<sup>17</sup> De Ernsthoek is berekend met de volgende formule:

$$\text{Cos(Ernsthoek)} = e^{-TR/T1}$$

Voor leverweefsel in een 1,5T magneet en een repetitietijd van 155ms is de Ernsthoek 40 graden. De Philips Ingenia scanner heeft een functie die de te verwachten signaal ruis verhouding berekend op basis van voorgaande scans. Deze functie gaf de beste signaal ruis verhouding bij een fliphoek van 35 graden. Voor de instellingen van de FFE PEAR sequentie is deze functie gebruikt. Vandaar de fliphoek van 35 graden in plaats van de handmatig berekende 40 graden.

### **Analyse**

Om de mate te bepalen waarin artefacten aanwezig waren zijn alle beelden door twee radiologen beoordeeld. De gemaakte opnames zijn geanonimiseerd aan de radiologen aangeboden. De beoordelaars hebben aan elke afbeelding een cijfer toegekend op een vierpunts Likertschaal. Het cijfer geeft de ernst van eventueel aanwezige ghosting artefacten aan. Er is gekozen voor een vierpuntsschaal, waarbij 1 staat voor geen artefacten en 4 staat voor aanwezigheid van ernstig storende artefacten. Er is gekozen voor de vierpuntsschaal omdat deze schaal voldoende mogelijkheden biedt om onderscheid te maken in de mate waarin artefacten aanwezig zijn, zonder dat het voor beoordelaars te complex en tijdrovend wordt om de afbeeldingen te beoordelen. Er is niet gekozen voor een drie- of vijfpuntsschaal omdat aanwezigheid van een middelpunt in de schaal, meer ruimte geeft voor de neiging tot sociaal wenselijk antwoorden.<sup>18</sup> Welke scores bij de verschillende oordelen horen is te zien in tabel 2. Deze tabel is voor aanvang van de beoordeling, samen met een voorbeeld van elke categorie, voorgelegd aan de beoordelaars. De voorbeelden die aan de beoordelaars zijn voorgelegd zijn opgenomen in bijlage V. Op de verworven data is beschrijvende statistiek toegepast. Dat houdt in dat er naast berekening van de totaalscore ook een boxplot is gemaakt en een modus is bepaald. De belangrijkste reden om te kiezen voor beschrijvende statistiek is dat het aantal proefpersonen te klein is om goede toetsende statistiek toe te kunnen passen. Om de interobserver betrouwbaarheid te bepalen is de Kappa waarde berekend. De kappa waarde is berekend zoals in de voorbeelden van tabel 3 en 4 te zien is. Een kappa waarde > 0,6 wordt beschouwd als betrouwbaar.

**Tabel 2.** De tabel geeft aan welke artefacten bij elke score horen. De beoordelaars hebben hiernaast ook nog een voorbeeld afbeelding gekregen voor elke score.

| Criteria            | Waarden                 |                            |                            |                                      |
|---------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
|                     | 1                       | 2                          | 3                          | 4                                    |
| Ghosting artefacten | Geen artefacten te zien | Lichte artefacten aanwezig | Matige artefacten aanwezig | Ernstig storende artefacten aanwezig |

**Tabel 3.** Hier is de kappa waarde berekend van een fictief onderzoek waarbij de beoordelaars overal dezelfde waardes ingevuld hebben. Dit resulteert in een kappa waarde van 1. De kappa waarde wordt verkregen door de voor kans gecorrigeerde geobserveerde overeenkomst te delen door de voor kans gecorrigeerde potentiële overeenkomst. In de linker tabel staat weergegeven in hoeverre de beoordelaars dezelfde scores aan de beelden hebben toegekend. In de rechter tabel staat weergegeven in hoeverre deze overeenkomst op toeval gebaseerd is. Dit wordt berekend door het rijtotaal met het kolomtotaal te vermenigvuldigen om de uitkomst daarvan vervolgens te delen door het totaal aantal waarnemingen. De kans dat de overeenkomst op toeval gebaseerd is wordt groter naarmate dezelfde scores vaker terugkomen. Als beide beoordelaars bijvoorbeeld overal een drie voor geven is de kans groter dat deze overeenkomst op toeval berust. De kansovereenkomst wordt verkregen door de cellen uit de rechter tabel bij elkaar op te tellen. De voor kans gecorrigeerde geobserveerde overeenkomst ontstaat door de kansovereenkomst van de overeenkomst af te trekken. (in het voorbeeld 100% - 5%) De voor kans gecorrigeerde potentiële overeenkomst ontstaat door 100% te delen door de kansovereenkomst.

|               |   | Beoordelaar 1 |   |   |   |    |
|---------------|---|---------------|---|---|---|----|
|               |   | 1             | 2 | 3 | 4 |    |
| Beoordelaar 2 | 1 | 0             | 0 | 0 | 0 | 0  |
|               | 2 | 0             | 5 | 0 | 0 | 5  |
|               | 3 | 0             | 0 | 5 | 0 | 5  |
|               | 4 | 0             | 0 | 0 | 5 | 5  |
|               |   | 0             | 5 | 5 | 5 | 15 |

|               |   | Beoordelaar 1 |     |     |     |    |
|---------------|---|---------------|-----|-----|-----|----|
|               |   | 1             | 2   | 3   | 4   |    |
| Beoordelaar 2 | 1 | 0             |     |     |     | 0  |
|               | 2 |               | 1,7 |     |     | 5  |
|               | 3 |               |     | 1,7 |     | 5  |
|               | 4 |               |     |     | 1,7 | 5  |
|               |   | 0             | 5   | 5   | 5   | 15 |

Overeenkomst = 15  
 Overeenkomst % = 100%  
 Kansovereenkomst % = 5%  
 Kans gecorrigeerde geobserveerde overeenkomst % = 95%  
 Kans gecorrigeerde potentiële overeenkomst % = 95%  
**Kappa = 1,00**

**Tabel 4.** Hier is de kappa waarde berekend van een fictief onderzoek waarbij de beoordelaars overal verschillende waardes ingevuld hebben. Dit resulteert in een kappa waarde van 0.

|               |   | Beoordelaar 3 |   |   |   |    |
|---------------|---|---------------|---|---|---|----|
|               |   | 1             | 2 | 3 | 4 |    |
| Beoordelaar 2 | 1 | 0             | 0 | 0 | 0 | 0  |
|               | 2 | 0             | 0 | 0 | 0 | 0  |
|               | 3 | 0             | 0 | 0 | 5 | 5  |
|               | 4 | 0             | 0 | 5 | 0 | 5  |
|               |   | 0             | 0 | 5 | 5 | 10 |

|               |   | Beoordelaar 3 |   |     |     |    |
|---------------|---|---------------|---|-----|-----|----|
|               |   | 1             | 2 | 3   | 4   |    |
| Beoordelaar 2 | 1 | 0             |   |     |     | 0  |
|               | 2 |               | 0 |     |     | 0  |
|               | 3 |               |   | 2,5 |     | 5  |
|               | 4 |               |   |     | 2,5 | 5  |
|               |   | 0             | 0 | 5   | 5   | 10 |

|                                                   |             |
|---------------------------------------------------|-------------|
| Overeenkomst =                                    | 0           |
| Overeenkomst % =                                  | 0%          |
| Kansovereenkomst % =                              | 5%          |
| Kans gecorrigeerde geobserveerde overeenkomst % = | 0%          |
| Kans gecorrigeerde potentiële overeenkomst % =    | 95%         |
| <b>Kappa =</b>                                    | <b>0,00</b> |

### **Ethiek**

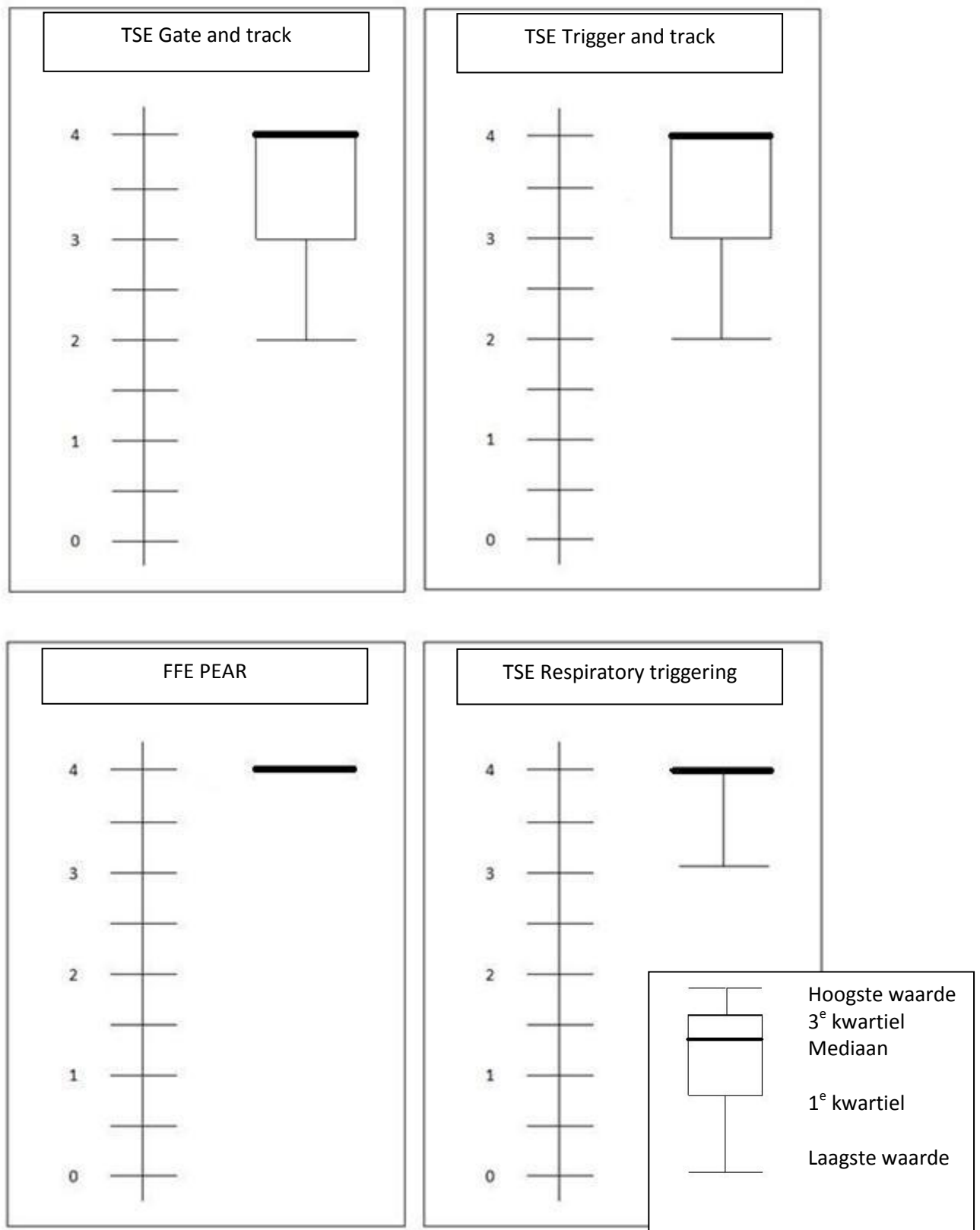
De deelnemers aan dit onderzoek zijn niet aan bijzondere risico's blootgesteld. Op dit moment leveren scans van de lever, met enige regelmaat, te veel artefacten op. Een gevolg hiervan is dat diagnoses minder goed gesteld worden.<sup>10</sup> Dit rechtvaardigt onderzoek waaraan een laag risico verbonden is. De deelnemers zijn op vrijwillige basis gerekruteerd. Plaatsnemen in een MRI scanner kan voor (licht) claustrofobische mensen een bezwaar zijn. Deelnemers zijn daarover van te voren schriftelijk geïnformeerd. Ze zijn ook geïnformeerd over de stappen die door de onderzoekers genomen zouden zijn op het moment dat op de beelden medisch relevante afwijkingen gevonden waren. De onderzoekers hebben de deelnemers aan een code gekoppeld die alleen bij hen bekend is. Deze code is tijdens het onderzoek aan de beelden gekoppeld in plaats van de naam. Deelnemers zijn niet op de hoogte gebracht van de onderzoeksresultaten. Alle deelnemers zijn geïnformeerd middels een informatiebrief (bijlage II) en hebben schriftelijk toegestemd met deelname vóór aanvang van het onderzoek. Zij hebben dit gedaan door middel van het tekenen van een informed consent formulier. (Bijlage III) De raad van bestuur van het Catharina Ziekenhuis heeft middels een brief (bijlage IV) aangegeven dat dit onderzoek niet WMO plichtig is. Toestemming van de Medisch Ethische Toetsing Commissie (METC) was daarom niet nodig. Er is wel schriftelijke toestemming van de raad van bestuur van het Catharina ziekenhuis verkregen. (bijlage IV)

## **Resultaten**

Voor dit onderzoek zijn de beelden van 18 vrijwilligers geanalyseerd. Uiteindelijk zijn er geen deelnemers geëxcludeerd van het onderzoek. De ademhalingscompensatiemethodes die bij beide beoordelaars het beste scoren, zijn de gate and track en de trigger and track methode. In tabel 5 zijn de resultaten van het onderzoek weergegeven. De boxplots in figuur 2 geven de verdeling van alle scores weer. De beste score die is toegekend is twee. Dat houdt in dat de beoordelaar vond dat er lichte artefacten aanwezig waren. Dit was bij de gate and track methode en bij de trigger and track methode. De hoogste waarde was voor alle sequenties vier. Een score van vier houdt in dat er ernstig storende artefacten aanwezig waren. In tabel 6 zijn de demografische gegevens van de proefpersonen verwerkt. De berekende kappa waarde voor de TSE gate and track, de TSE trigger and track en de respiratory triggering sequentie is 0,68. Dat duidt op voldoende interobserver betrouwbaarheid. De FFE PEAR beelden zijn niet door dezelfde radiologen beoordeeld als de rest. Hiervoor is een afzonderlijke kappa waarde berekend. Deze was 1,00.

**Tabel 5.** In de tabel staan de totaalscores. Modus en mediaan zijn voor iedere sequentie hetzelfde. De verschillen zijn te zien bij de laagste toegekende scores en bij het eerste kwartiel.

|                            | <b>modus</b> | <b>mediaan</b> | <b>laagste waarde</b> | <b>1e kwartiel</b> | <b>3e kwartiel</b> | <b>hoogste waarde</b> |
|----------------------------|--------------|----------------|-----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| TSE gate and track         | 4            | 4              | 2                     | 3                  | 4                  | 4                     |
| TSE trigger and track      | 4            | 4              | 2                     | 3                  | 4                  | 4                     |
| FFE PEAR                   | 4            | 4              | 4                     | 4                  | 4                  | 4                     |
| TSE respiratory triggering | 4            | 4              | 3                     | 4                  | 4                  | 4                     |



**Figuur 2.** De boxplots geven de verdeling van de resultaten weer. De gate and track en trigger and track sequentie tonen de meeste spreiding in de resultaten.

**Tabel 6.** Demografische gegevens van de proefpersonen. De linker tabel toont de gegevens van de deelnemers aan het onderzoek met de PEAR sequentie. De rechter tabel toont de deelnemers die de gate and track, trigger and track en respiratory triggering sequenties ondergaan hebben.

| Proefpersoon | leeftijd | geslacht | Proefpersoon | leeftijd | geslacht |
|--------------|----------|----------|--------------|----------|----------|
| PEAR 1       | 31       | v        | Test 1       | 22       | v        |
| PEAR 2       | 36       | v        | Test 2       | 26       | m        |
| PEAR 3       | 29       | v        | Test 3       | 25       | m        |
| PEAR 4       | 37       | v        | Test 4       | 28       | m        |
| PEAR 5       | 33       | m        | Test 5       | 28       | v        |
| Test 4       | 28       | m        | Test 6       | 30       | m        |
| Test 2       | 26       | m        | Test 7       | 24       | v        |
| PEAR 8       | 26       | m        | Test 8       | 24       | v        |
| Test 5       | 28       | v        | Test 9       | 21       | m        |
| Test 6       | 30       | m        | Test 10      | 21       | m        |
|              |          |          | Test 11      | 27       | v        |
|              |          |          | Test 12      | 30       | v        |

## **Discussie**

### **Evaluatie**

Het doel van dit onderzoek was het zoeken naar de ademhalingscompensatiemethode die het beste ghosting artefacten reduceerd. Van de verschillende ademhalingscompensatiemethodes die in dit onderzoek zijn vergeleken, komen de gate and track methode en de trigger and track methode als beste naar voren.

### **Andere studies**

In tegenstelling tot de resultaten van deze studie rapporteerden Seung Soo Lee et al.<sup>14</sup> dat de respiratory triggering techniek tot meer reductie van artefacten leidt dan de navigator techniek. Dit terwijl beide onderzochte navigator technieken, gate and track en trigger and track, in dit onderzoek juist beter scoren dan de respiratory triggering. Een mogelijke oorzaak hiervoor is de kortere echotrein die in het onderzoek van Seung Soo Lee et al. werd gebruikt. De lengte van de echotrein bij het onderzoek van Seung Soo Lee et al. verschilde ook per sequentie, terwijl die in dit onderzoek bij alle TSE gebaseerde sequenties gelijk is gehouden. Het verschil in echotreinlengte binnen het onderzoek van het onderzoek van Seung Soo Lee et al. kan ook een verklaring zijn voor het verschil in resultaten tussen de onderzoeken. Bij het onderzoek van Seung Soo Lee et al. lagen de resultaten van de van navigator gebruikmakende sequenties en de van respiratory triggering gebruikmakende sequentie overigens dusdanig dicht bij elkaar dat aan de klinische relevantie getwijfeld kan worden. Een belangrijke conclusie die aan deze discrepantie gebonden kan worden, is dat het optreden van ghosting artefacten een gevolg is van de combinatie van de ademhalingscompensatiemethode met andere instellingen zoals de echotreinlengte.

### **Vergelijkbaarheid van de sequenties**

De FFE PEAR beelden zijn niet door dezelfde radiologen beoordeeld als de andere beelden. Dit zou twijfels op kunnen roepen over de vergelijkbaarheid van de FFE PEAR resultaten, met de rest van de resultaten. Doordat de interobserver betrouwbaarheid bij de FFE PEAR sequentie 100% was, is te stellen dat het verschil in beoordelaars in dit geval weinig tot geen invloed heeft gehad op de resultaten. Voor de FFE PEAR sequentie zijn slechts gedeeltelijk dezelfde personen gebruikt als voor de andere drie sequenties. Dit maakt de vergelijking van de verkregen resultaten minder betrouwbaar. Een derde kanttekening bij de FFE PEAR sequentie is dat het contrast op deze beelden, een T2\* contrast is in plaats van het T2 contrast van de andere sequenties.

### **De statistiek**

Iedere sequentie die in dit onderzoek onderzocht en vergeleken is, is getest op minstens 10 proefpersonen. Omdat de ademhaling van echte patiënten tot op zekere hoogte onvoorspelbaar is, zou een onderzoek met fantomen hier inferieur zijn geweest. Een tekortkoming van dit onderzoek is dat het aantal proefpersonen te laag was om betrouwbare toetsende statistiek toe te passen. Hierdoor is dit onderzoek beperkt tot beschrijvende statistiek.

De beelden zijn door radiologen op een ordinale schaal beoordeeld. Door het gebruik van een ordinale schaal kunnen er geen betrouwbaar gemiddelde en standaard deviatie bepaald worden. Bij de beoordeling door de radiologen zijn de beelden in een vaste volgorde aangeboden. Hierdoor kan er enige bevooroordeeldheid ontstaan zijn bij de beoordeling. De interobserverbetrouwbaarheid is bepaald met behulp van de kappa waarde. De kappa waardes waren voldoende tot goed.

### **Andere technieken**

Naast de ademhalingscompensatiemethodes die in dit onderzoek onderzocht zijn is er nog de techniek die onder verschillende namen als Multivane, Blade en Propeller bekend staat. Bij deze techniek wordt de faserichting telkens enkele graden verdraaid waardoor afwijkingen die daaraan gerelateerd zijn gemiddeld worden over alle richtingen. Volgens onderzoek van Nanko et al.<sup>19</sup> is dit een effectieve methode om ghosting artefacten tegen te gaan.

## **Conclusie en aanbevelingen**

### **Conclusie**

In dit onderzoek werd onderzocht welke ademhalingscompensatiemethode (gate and track, trigger and track, PEAR of respiratory triggering), bij patiënten die ademhalingsinstructies niet goed op volgen, in de minste ghosting artefacten resulteert. De gate and track methode en de trigger and track methode resulteren bij de in dit onderzoek gebruikte sequenties in de minste ghosting artefacten.

### **Aanbevelingen**

Het meten van de tijd die verschillende ademhalingscompensatiemethodes kosten, was geen onderdeel van dit onderzoek. Bij eventueel vervolgonderzoek zou het een aanbeveling zijn om de tijdsduur ook te meten. Ook de tijdsduur van het onderzoek kan immers doorslaggevend zijn bij de keuze voor een ademhalingscompensatiemethode. De Multivane, Blade of Propeller techniek<sup>19</sup> is ook een methode die de moeite waard lijkt om mee te nemen in een dergelijk onderzoek.

Bij het ontwikkelen van een sequentie die gebruik maakt van een ademhalingscompensatiemethode, is het belangrijk om te onthouden dat ghosting artefacten een gevolg zijn van de combinatie van de ademhalingsmethode met andere instellingen zoals de echotreinlengte. Bij ontwikkeling van een nieuwe sequentie moet dus altijd rekening gehouden worden met beide factoren.

## Literatuur

1. Beschrijving van Kanker in de lever. [www.mlds.nl](http://www.mlds.nl). Beschikbaar via: <http://www.mlds.nl/ziekten/107/kanker-in-de-lever/>. Geraadpleegd 2013 april 19.
2. Schefter TE, Kavanagh BD. Radiation Therapy for Liver Metastases. *Seminars in Radiation Oncology* 2011; 21: 264-270.
3. Leeuwen van MS. Beeldvorming van leverafwijkingen. *Hepatologie.org*. Beschikbaar via: <http://www.hepatologie.org/uploads/108/22/cursusboek2002.pdf#page=96>. Geraadpleegd 2013 april 14.
4. Westbrook C, Kaut Roth C, Talbot J. *MRI in practice*. Oxford: Blackwell Publishing; 2011. p. 442.
5. Kuribayashi H, Worthington PL, Bradley DP, Checkley DR, Tessier JJ, Waterton JC. Misregistration artifacts in image-derived arterial input function in non-echo-planar imaging-based dynamic contrast-enhanced MRI. *Journal of magnetic resonance imaging* 2007; 25: 1248-1255.
6. Zuurbier R, Nahuis J, Geers-Van Gemeren S, Dol-Jansen J, Dam T. *Magnetic Resonance Imaging*. Maarssen: Elsevier gezondheidszorg; 2011. P. 390.
7. Bink EJ. *MRI principes*. 2004. P. 75.
8. Boussel L, Herigault G, Vega A de la, Nonent M, Douek PC, Serfaty JM. Swallowing, arterial pulsation, and breathing induce motion artifacts in carotid artery MRI. *Journal of magnetic resonance imaging* 2006; 23: 413-415.
9. Dam T, Lip R, Weissman F. *Techniek in de radiologie*. Maarssen: Elsevier gezondheidszorg; 2003. p. 624
10. Erasmus LJ, Hurter D, Naudé M, Kritzing HG, Aho S. A short overview of MRI artefacts. *SA Journal of radiology* 2004; August: 13-17.
11. White MJ, Hawkes DJ, Melbourne A, Collins DJ, Coolens C, Hawkins M et al. Motion Artifact Correction in Free-Breathing Abdominal MRI Using Overlapping Partial Samples to Recover Image Deformations. *Magnetic resonance in medicine* 2009; 62: 440-449.

12. Eatesam M, Noworolski M, Tien PC, Nystrom M, Dodge JL, Merriman RB et al. Liver Diffusivity in Healthy Volunteers and Patients With Chronic Liver Disease: Comparison of Breathhold and Free-Breathing Techniques. *Journal of magnetic resonance imaging* 2012; 35: 103-109.
13. Lee G, Jeong YK, Kim JC, Kang EM, Kim PN, Auh JH, Chien D, Laub G. Fast T2-weighted liver MR imaging: comparison among breath-hold turbo-spin-echo, HASTE, and inversion recovery (IR) HASTE sequences. *Abdominal Imaging* 2000; 25: 93-99.
14. Seung Soo Lee, Jae Ho Byun, Hyo-Suk Hong, Seong Ho Park, Hyung Jin Won, Yong Moon Shin et al. Image quality and focal lesion detection on T2 weighted MR imaging of the liver: Comparison of two high-resolution free-breathing imaging techniques with two breath-hold imaging techniques. *Journal of magnetic resonance imaging* 2007; 26: 323-330.
15. Kreft B, Layer G, Steudel A, Spiller L, Heuck A, Müller A et al. Evaluation of turbo spin echo sequences for MRI of focal liver lesions at 0.5 T. *European Radiology* 1994; 4: 106-113.
16. Phillips applicatiegids. deel 3, versie 4.1
17. Ernst Pulse Angle. USC.es. Beschikbaar via:  
<http://desoft03.usc.es/rmnweb/calibrations/Ernstcalculator.htm>. Geraadpleegd 2013 juni 1.
18. Garland R. The MidPoint on a Rating Scale: Is it Desirable? *Marketing Bulletin* 1991; 2: 66-70
19. Nanko S, Oshima H, Watanabe T, Sasaki S, Hara M, Shibamoto Y. Usefulness of the Application of the BLADE Technique to Reduce Motion Artifacts on Navigation-Triggered Prospective Acquisition Correction (PACE) T2-Weighted MRI (T2WI) of the Liver. *Journal of magnetic resonance imaging* 2009; 30: 321–326.

## Bijlage I



### B4 Beoordelingsformulier projectplan

Naam: Bram Nibbeling Studentnr: 2146574  
Datum: 22-5-2013  
Titel: Reductie van Glucose Aanpak bij de MS scans van de Lerer

#### Algemeen

- Spelling en taalgebruik zijn correct ☒ ja / ☐ nee

#### Inleiding (Probleemomschrijving en probleemstelling)

- De probleemomschrijving is voldoende helder geformuleerd ☒ ja / ☐ nee

- Uit de probleemomschrijving, blijkt de maatschappelijke en paramedische relevantie ☒ ja / ☐ nee

- Op basis van de probleemstelling wordt een concrete en relevante vraagstelling (of meerdere) geformuleerd met eventueel sub vragen ☒ ja / ☐ nee

#### Doelstelling en/ of vraagstelling

De doelstelling en/ of vraagstelling is:

- Voldoende helder en concreet geformuleerd ☒ ja / ☐ nee

- Relevant voor een gekozen doelgroep binnen de (paramedische) beroepspraktijk ☒ ja / ☐ nee

- Praktisch uitvoerbaar ☒ ja / ☐ nee

- Haalbaar binnen de tijd ☒ ja / ☐ nee

#### Methode

-Er wordt voldoende inzicht gegeven in soorten activiteiten en soorten bronnen voor het uitvoeren van het onderzoek en het tot stand komen van het product ☒ ja / ☐ nee

-De uitkomstmaten worden beschreven ☒ ja / ☐ nee

-De gebruikte meetinstrumenten worden beschreven en de gemaakte keuzes beargumenteerd. ☒ ja / ☐ nee

-De deelnemers worden beschreven inclusief in- en exclusiecriteria ☒ ja / ☐ nee

-De beoogde analyse wordt beschreven en beargumenteerd ☒ ja / ☐ nee

-Er is een ethische paragraaf toegevoegd (uitzondering: literatuurstudie) ☒ ja / ☐ nee

#### Projectproduct (indien van toepassing)

Het projectproduct:

- Sluit aan bij de probleemstelling, vraagstelling en doelstelling ☒ ja / ☐ nee

- Is bruikbaar voor de gekozen doelgroep ☒ ja / ☐ nee

- Sluit aan bij de wens van de opdrachtgever ☒ ja / ☐ nee

- De producteisen zijn nauwkeurig omschreven ☒ ja / ☐ nee

### Tijdpad

- Het tijdpad geeft voor het project als geheel een globale fasering en tijdbesteding en voor de eerstkomende weken een steeds gedetailleerdere invulling ☒ ja ☐ nee
- In de tabel zijn belangrijke momenten (typografisch opvallend) vastgelegd, (bv. contactmomenten, inlevermomenten e.d.) ☒ ja ☐ nee
- In het tijdpad wordt al een globale invulling gegeven van de taakverdeling bij de geplande activiteiten ☒ ja ☐ nee

### Begrote kosten

Er wordt een helder inzicht gegeven in:

- De te verwachten soorten kosten qua geld en uren ☒ ja ☐ nee
- De verdeling van deze kosten (projectleider, student, opleiding) ☒ ja ☐ nee

### Literatuur

- Gebruikte en geplande literatuur is specifiek en in voldoende omvang genoemd ☒ ja ☐ nee
- Er wordt verwezen naar relevante en recente literatuur ☒ ja ☐ nee
- Literatuurverwijzingen, in lopende tekst en in literatuurlijst, worden gegeven volgens de Schrijfwijzer (Wouters 2012) ☒ ja ☐ nee

Toelichting:

*Net projectplan! Succes met het invullen!*

Alle bovenstaande punten moeten met 'ja' beantwoord zijn om een voldoende voor het project te krijgen. De begeleider bespreekt met de student op welke punten wijzigingen nodig zijn.

**Beoordeling:**

☒ Voldoende ☐ Onvoldoende

Naam begeleider:

GEERS van OVEN beaucken

Datum + Handtekening

22-5-13

*[Handtekening]*

Naam interne beoordelaar:

Monica van Dam - Beaurken

Datum + Handtekening

22-5-13

*[Handtekening]*

## **Bijlage II**

### **Vergelijking van methodes voor het minimaliseren van ademhalingsartefacten bij een MRI lever onderzoek.**

Geachte heer/mevrouw,

Wij vragen u vriendelijk om mee te doen aan een medisch- wetenschappelijk onderzoek betreffende het vergelijken van methodes voor het minimaliseren van ademhalingsartefacten bij een MRI lever onderzoek. Voordat u de beslissing neemt of u mee wilt doen, is het belangrijk om meer te weten over het onderzoek. Lees deze informatiebrief rustig door. Eventueel kunt het met partner, vrienden of familie bespreken. Hebt u na het lezen van de informatie nog vragen? Dan kunt u terecht bij de onderzoeker. Achteraan in deze brief vindt u zijn/ haar contactgegevens.

#### **Doel van het onderzoek:**

De beeldkwaliteit van een MRI scan van de lever wordt beïnvloed door de ademhaling van de patiënt. De ademhaling zorgt ervoor dat het middenrif en dus ook de lever heen en weer beweegt tijdens het scannen. Dit veroorzaakt fouten op de afbeelding waardoor er afwijkingen in de lever gemist kunnen worden deze fouten noemen we artefacten. Er zijn verschillende methodes om deze artefacten te minimaliseren. Met dit onderzoek worden de methodes met elkaar vergeleken om straks in de praktijk de beste methode toe te passen.

#### **Welke diagnostische test wordt er uitgevoerd?**

Er wordt een MRI scan van de lever uitgevoerd met verschillende ademhalingscorrectie methodes. De standaard methode wordt gebruikt als referentie methode. Alle methodes zijn bekend en worden uitgevoerd volgens een bestaand protocol.

#### **Hoe wordt het onderzoek uitgevoerd?**

Op alle proefpersonen zullen alle onderzoeksmethodes worden uitgevoerd. Alle protocollen worden achter elkaar door gescand dus dit zal voor u als 1 scan worden ervaren. De totale duur van het onderzoek zal +/- 60 minuten zijn. U zult dus éénmalig +/- 60 minuten in de MRI scan liggen.

**Wat wordt er van u verwacht?**

U hoeft geen dieet te volgen. De medicatie die de u gebruikt hoeft niet gestaakt te worden. Voor het onderzoek dient u een screeningsformulier in te vullen (zie bijlage). U dient voor het onderzoek ademcommando's op te kunnen volgen. Deze ademcommando's zullen overeen komen met regelmatig en onregelmatig kunnen ademen.

**Welke bijwerkingen kunt u verwachten?**

Van het onderzoek ondervindt u geen bijwerkingen. Tijdens het onderzoek ligt u in een MRI scanner. Dit is een tunnelvormige ruimte van ongeveer anderhalve meter lang. Deze is open aan de voor- en achterzijde maar toch kan dit voor mensen met claustrofobie onprettig zijn en een reden zijn om niet met het onderzoek mee te doen.

**Wat zijn mogelijke voor- en nadelen van deelname aan dit onderzoek?**

Het onderzoek zal u ongeveer 2 uren kosten op de dag van het onderzoek. Het onderzoek zal beelden opleveren en een arts zal die beelden beoordelen. Indien hieruit zaken naar voren komen die medisch handelen vereisen, zal de arts contact met u opnemen. U dient dan op eigen initiatief nader onderzoek te laten verrichten.

**Wat gebeurt er als u niet wenst deel te nemen aan dit onderzoek?**

Deelname aan dit onderzoek is geheel vrijwillig. U kunt zonder opgave van reden altijd stoppen met het onderzoek. Uw deelname kan ook door de onderzoeker beëindigd worden.

**Wat gebeurt er als het onderzoek is afgelopen?**

Het onderzoek heeft voor u geen persoonlijke gevolgen. Daarom zullen wij u ook niet op de hoogte brengen van de testresultaten. Er zijn geen risico's voor het tussentijds beëindigen van het onderzoek voor uw gezondheid. U hoeft na afloop van het onderzoek geen andere procedures te doorlopen.

**Wat gebeurt er met uw gegevens?**

Gegevens die de onderzoeker tijdens het onderzoek over u verzamelt, blijven geheim. De onderzoeker slaat uw gegevens op met een code. In rapporten over het onderzoek wordt die code gebruikt. Alleen de onderzoeker weet welke code u heeft.

**Wordt uw huisarts en/of behandelend specialist geïnformeerd bij deelname?**

Nee, omdat het geen diagnostisch onderzoek betreft, wordt uw huisarts niet op de hoogte gebracht van uw deelname.

**Zijn er extra kosten/is er een vergoeding wanneer u besluit aan dit onderzoek mee te doen?**

Nee, voor deelname aan dit onderzoek is geen vergoeding beschikbaar gesteld

**Wilt u verder nog iets weten?**

Dan kunt u uw vraag stellen aan één van de onderzoekers.

Onderzoekers:

- |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Sofie Kampshof<br/>studente MBRT<br/><a href="mailto:s.kampshof@student.fontys.nl">s.kampshof@student.fontys.nl</a><br/>tel: 0627533354</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Bram Nibbeling<br/>Student MBRT<br/><a href="mailto:b.nibbeling@student.fontys.nl">b.nibbeling@student.fontys.nl</a><br/>tel: 0614992279</li></ul> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Bijlagen**

- Screeningsformulier MRI

### **Bijlage III**

#### **Vergelijking van methodes voor het minimaliseren van ademhalingsartefacten bij een MRI lever onderzoek.**

☐ Ik heb de informatiebrief voor de proefpersoon gelezen. Ik kon aanvullende vragen stellen.  
Mijn vragen zijn genoeg beantwoord. Ik had genoeg tijd om te beslissen of ik meedoe.

☐ Ik weet dat meedoen helemaal vrijwillig is. Ik weet dat ik op ieder moment kan beslissen om toch niet mee te doen. Daarvoor hoef ik geen reden te geven.

☐ Ik weet dat sommige mensen mijn gegevens kunnen zien. Die mensen staan vermeld in de informatiebrief.

☐ Ik geef toestemming om mijn gegevens te gebruiken, voor de doelen die in de informatiebrief staan.

Ik wil meedoen aan dit onderzoek.

Naam proefpersoon:

Handtekening:

Datum : \_\_ / \_\_ / \_\_

Ik verklaar hierbij dat ik deze proefpersoon volledig heb geïnformeerd over het genoemde onderzoek.

Naam onderzoeker:

Handtekening:

Datum: \_\_ / \_\_ / \_\_

-----

## Bijlage IV

Middelweglaan 2 - 5623 B Eindhoven  
Postbus 1350 - 5602 ZA Eindhoven  
www.catharinaziekenhuis.nl

 **catharina**  
ziekenhuis

postadres:  
Afdeling Radiologie  
T.a.v. mw. C. Maandag

ALHIER

afdeling: Raad van Bestuur  
afdelingsnummer: 840 - 228 8402  
contactpersoon: 840 - 228 8407  
afdeling: 840 - 228 8407  
overleglocatie: MLI-235  
ruimte: METC

plaats: Eindhoven, 4 maart 2013

overwerp: Niet-WMO-onderzoek

Protocol: Vergelijking van methodes voor het minimaliseren van ademhalingsartefacten bij een MRI lever onderzoek

Geachte mevrouw Maandag,

Betreffende bovengenoemde studie en het schrijven d.d. 08-02-2013 van de heer B. Nibbeling, student MBRT aan de Fontys Hogeschool Eindhoven, delen wij u mede dat de METC van mening is dat deze studie niet WMO-plichtig is, aangezien er geen sprake is van het onderwerpen van personen aan handelingen of het opleggen aan personen van een bepaalde gedragwijze.

De commissie heeft het onderzoeksprotocol alleen getoetst in het kader van de zorgvuldigheid ter verkrijging van een verklaring van geen bezwaar. Het toetsingskader voor het onderzoek is derhalve niet de WMO, maar de Gedragscode Gezondheidsonderzoek (Code goed gedrag, zie [www.FMwV.nl](http://www.FMwV.nl)), alsmede de Wet bescherming persoonsgegevens (WBP). De Gedragscode Gezondheidsonderzoek vormt een uitwerking van met name het bepaalde in de Wet op de geneeskundige behandelingsovereenkomst (WGBO) over het gebruik van patiëntengegevens in wetenschappelijk onderzoek.

Mits de Gedragscode Gezondheidsonderzoek alsmede de WBP in acht genomen wordt, hebben wij geen bezwaar tegen uitvoeren van het onderzoek in het Catharina Ziekenhuis Eindhoven.

Met vriendelijke groet  
Namens de Raad van Bestuur,

  
Dr. P.L. Batenburg  
Voorzitter

AWG



## **Bijlage V**

