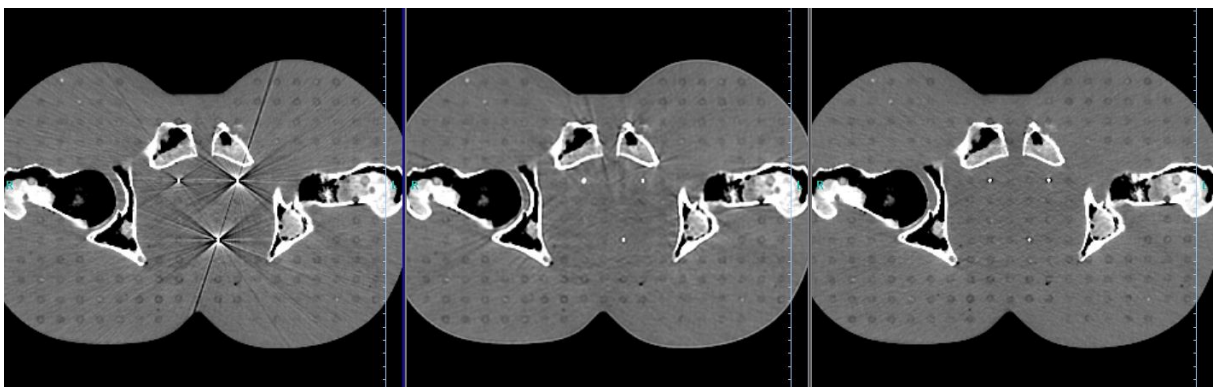


Fontys Paramedische Hogeschool

Opleiding Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken

Optimalisatie CT beelden

Metaalartefactreductie bij gebruik van prostaatmarkers



Student:

Sanne van Campenhout

Studentnummer: 2065330

E-mail adres: s.vancampenhout@student.fontys.nl

Afstudeerbegeleiding:

Jolanda Vos

Zeeuws Radiotherapeutisch Instituut

Vlissingen

Mei 2013

Voorwoord

In het kader van het afstuderen aan de bachelor opleiding Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken (MBRT) aan de Fontys Paramedische Hogeschool (FPH) te Eindhoven is dit onderzoek “Optimalisatie CT beelden: Metaalartefactreductie bij gebruik van prostaatmarkers” tot stand gekomen.

Het onderzoek is individueel uitgevoerd en geschreven en is een onderdeel van het onderzoek “Optimalisatie CT beelden binnen radiotherapie”. Daphne Schager, medestudent aan de opleiding MBRT, heeft onderzoek gedaan naar dosisreductie voor computertomografie (CT) scans op een radiotherapie afdeling.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Zeeuws Radiotherapeutisch Instituut (ZRTI) te Vlissingen. Het instituut heeft in januari 2012 de GE Medical Systems Discovery CT 590 RT klinisch in gebruik genomen. Tijdens het scannen van patiënten waarbij goudmarkers zijn geplaatst, bleek dat deze goudmarkers veel streak- en beamhardeningartefacten veroorzaken. Hierdoor werd het intekenen van het Clinical Target Volume (CTV), Planning Target Volume (PTV) en Organs at Risk (OaR) in CT beelden belemmerd. Optimalisatie van het CT protocol voor prostaat was een vereiste.

Graag wil ik een aantal personen bedanken. Allereerst klinisch fysicus dr. Mariëlle van Hinsberg en klinisch fysisch medewerker Rob Viveen voor de begeleiding binnen het ZRTI. Costas Laiopoulos voor het deelnemen aan de blinde beoordeling die ik samen met dr. Mariëlle van Hinsberg, Rob Viveen en Daphne Schager heb uitgevoerd. Tevens vanuit de praktijkbegeleiding Dirk-Jan Westerhof en Manja van der Maas.

Buiten het Radiotherapeutisch instituut wil ik de volgende personen bedanken voor de ondersteuning tijdens het tot stand komen van dit verslag: Tessa Lansu, SJuly van Campenhout, Jeroen van Campenhout en Fons Pierssens. Daarnaast Jolanda Vos voor de begeleiding vanuit de opleiding.

Sanne van Campenhout
Vlissingen, 31 mei 2013

Naam Student;
Campenhout, Sanne van

Namens het ZRTI;
Westerhof, Dirk-Jan

Namens Fontys;
Vos, Jolanda

Handtekening;

Handtekening;

Handtekening;

Samenvatting

Achtergrond. Dit onderzoek toont aan met welke kilovoltage (kV), pitch en Display Field Of View (DFOV), met behulp van softwareprogramma Metal Deletion Technique (MDT), streak- en beamhardeningartefacten ontstaan vanuit prostaatmarkers gereduceerd kunnen worden waarbij de contrastresolutie, minimaal gelijk blijft aan een referentieprotocol.

De volgende twee hoofdvragen zijn hierbij tot stand gekomen:

1. Met welke kV, pitch en DFOV kunnen streak- en beamhardeningartefacten gereduceerd worden met behulp van softwareprogramma Metal Deletion Technique bij gebruik van goudmarkers, waarbij de contrastresolutie minimaal gelijk blijft aan het referentieprotocol?
2. Met welke kV, pitch en DFOV zijn polymarkers in beeld te brengen, waarbij de contrastresolutie minimaal gelijk blijft aan het referentieprotocol?

Methode. Het onderzoek betreft een fantoomstudie. Goudmarkers en polymarkers zijn in een RANDO® Phantom⁹ geplaatst. 135 CT scans zijn uitgevoerd binnen het ZRTI met uiterste instellingen van kV, pitch en DFOV en met instelwaarden behorende bij het referentieprotocol. Een blinde beoordeling is uitgevoerd door vijf beoordelaars voor artefacten en contrastresolutie. Tevens is een open beoordeling uitgevoerd per DFOV. Daarnaast is een kwantitatieve analyse uitgevoerd met behulp van geplaatste Regions of Interest (ROI) tussen prostaatmarkers, in meer naar buiten gelegen weefsel en in botstructuur. Alle data zijn beschrijvend geanalyseerd.

Resultaten. Voor goudmarkers geldt dat verlaging van kV en pitch, verhoging van DFOV en gebruik van MDT artefacten reduceren. Daarnaast geldt dat verlaging van pitch, verhoging van kV en DFOV zonder gebruik van MDT de contrastresolutie verbeteren. Polymarkers kunnen optimaal gescand worden met 120kV, een pitch van 0,938:1 en een DFOV van 50cm².

Conclusie. Goudmarkers kunnen optimaal gescand worden met een instelling van 140kV, een pitch kleiner dan 1 en een DFOV van 50cm² of 65cm², zonder gebruik van MDT. metaalartefactreductie en contrastresolutie zijn optimaal bij gebruik van polymarkers. Gebleken is dat polymarkers optimaal in beeld te brengen zijn met behulp van de parameterswaarden uit het referentieprotocol.

Summary

Background. The aim of this study was to examine which kilovolt (kV), pitch and Display Field of View (DFOV), using software program Metal Deletion Technique (MDT), may optimize streak and beam hardening artifacts and results in contrast resolution equal to a reference protocol using prostate markers.

The following two objectives and questions were established:

1. Which kV, pitch and DFOV can optimize streak- and beam hardening artifacts, using software program Metal Deletion Technique when using gold markers, where the image quality remains at least equal to the reference protocol?
2. Which kV, pitch and DFOV gives optimal images for polymer markers, replacing gold markers, where the image quality remains at least equal to the reference protocol?

Method. This study concerns a phantom study. Gold markers and polymer markers are placed in a RANDO® Phantom⁹. 135 CT scans were made within the ZRTI with extreme settings of kV, pitch and DFOV and set values associated with the reference protocol. A blind assessment was done by five reviewers for artifacts and image quality. Also an open assessment was added per DFOV. Besides, a quantitative assessment has been carried out using placed Regions of Interest (ROI's) between prostate markers, in tissue and in bone structure. All data is analyzed descriptively.

Results. For gold markers generally applies that lowering kV and pitch, increased DFOV and the use of MDT reduce artifacts. In addition, lowering pitch, increasing kV and DFOV without using MDT improves optimal image quality. Polymer markers can be scanned with a setting of 120kV, a pitch of 0,938:1 and a DFOV of 50cm².

Conclusion. Gold markers can be scanned optimal with a setting of 140kV, a pitch smaller than 1 and a DFOV of 50cm² or 65cm², without using MDT. The metal artifact reduction and contrast resolution are optimal when using polymer markers. It has been found that polymer markers will be optimal imaged using the parameters out of the reference protocol.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	7
1.1 Doelstelling	9
1.2 Hoofdvragen en deelvragen	9
 2. Methode	 11
2.1 Onderzoeksontwerp	11
2.2 Fantoom.....	12
2.3 Meetinstrumenten	13
2.4 Dataverzameling.....	13
2.5 Ethische aspecten	15
2.6 Data-analyse	15
 3. Resultaten	 16
3.1 Goudmarkers en Metal Deletion Technique.....	16
3.1.1 kV – Artefacten	16
3.1.2 kV – Contrastresolutie	17
3.1.3 Pitch – Artefacten	18
3.1.4 Pitch – Contrastresolutie	18
3.1.5 DFOV – Artefacten	19
3.1.6 DFOV – Contrastresolutie	19
3.1.7 Goudmarkers - Standaarddeviatie ROI	20
 3.2 Polymarkers.....	 21
3.2.1 kV – Artefacten	21
3.2.2 kV – Contrastresolutie	21
3.1.3 Pitch – Artefacten	22
3.2.4 Pitch – Contrastresolutie	22
3.2.5 DFOV – Artefacten	23
3.2.6 DFOV – Contrastresolutie	23
3.2.7 Polymarkers - Standaarddeviatie ROI	24
 3.3 Totaal score blinde beoordeling	 24

1. Inleiding

Radiotherapie is naast chemotherapie en chirurgie één van de behandelmethoden bij patiënten met carcinomen¹. Deze vorm van therapie wordt toegepast bij ongeveer de helft van alle patiënten met een carcinoom¹. Voordat een patiënt een radiotherapeutische behandeling zal ondergaan, wordt een CT scan vervaardigd¹. Op de CT beelden zullen het Clinic Target Volume (CTV), Planning Target Volume (PTV) en Organs at Risk (OaR) ingetekend worden¹. Wanneer een patiënt ingebrachte metalen bevat zoals implantaten of protheses levert dit artefacten op in het CT beeld².

Patiënten met prostaatcarcinoom worden vaak behandeld door middel van radiotherapie¹. Voordat een patiënt een radiotherapeutische behandeling ondergaat worden goudmarkers geplaatst in de prostaat, zodat positieverificatie voorafgaand aan iedere bestraling geoptimaliseerd kan worden³. Er dient een CT scan vervaardigd te worden om de prostaat en goudmarkers in beeld te brengen³. Goudmarkers veroorzaken, omdat ze van metaal zijn, streak- en beamhardeningartefacten². Streakartefacten ontstaan doordat een deel van de röntgenbundel door goudmarkers wordt geabsorbeerd. Hierdoor ontstaat photon starvation⁴. Dit betekent dat detectoren weinig tot geen uittreedosis ontvangen vanaf de plaats waar goudmarkers zich bevinden⁴. De CT scanner is niet in staat om reconstructies uit te voeren op de plaats van goudmarkers en het is onmogelijk om juiste hounsfield waarden (HU's) te berekenen voor het gebied rondom goudmarkers⁴. Met HU wordt de absorptie van röntgenstraling in een voxel bedoeld⁴. Dit zorgt voor witte strepen (streaks) en zwarte strepen (beamhardening) in het CT beeld⁴. Beamhardeningartefacten ontstaan doordat de gemiddelde energie van de bundel toeneemt door absorptie van de materie⁴. Sterke artefacten zoals streakartefacten zijn vooral zichtbaar in axiale beelden na reconstructie door middel van filter back projection⁴.

Volgens Stradiotti et al⁵ geldt dat hoe hoger de kilovolt (kV) piek, des te groter de kans dat de röntgenstraal door het metaal heen kan dringen⁴. Tevens zorgt een hogere instelling van de milliampère (mA) voor dit resultaat⁵. In hetzelfde artikel staat beschreven dat een kleine pitch en metalen met een lager atoomnummer streakartefacten verminderen⁵. Een metaal met een lager atoomnummer absorbeert minder röntgenstraling⁴. Dit betekent dat meer informatie de detectoren bereikt bij een metaal met een lager atoomnummer⁴. Een kleinere pitch verbetert contrastresolutie in CT beelden⁴. Pitch geeft in millimeter (mm) de tafelverschuiving per rotatie weer ten opzichte van de scansnelheid en is te bepalen met behulp van de volgende formule⁴:

$$\text{Pitch} = \frac{\text{Tafelverschuiving per rotatie}}{\text{bundelbreedte}}$$

CT beelden kunnen geoptimaliseerd worden door gebruik te maken van een juiste window width (WW) en window level (WL)⁴. Met WW wordt het aantal gebruikte HU's bepaald en verdeeld over 256 grijswaarden⁴. Ieder weefsel heeft een andere dichtheid, absorbeert röntgenstraling in andere mate en heeft daarom een andere HU⁴. HU's die buiten dit gebied vallen worden geheel wit of geheel zwart afgebeeld. WL is de gemiddelde HU die ingesteld wordt en is het midden van WW⁴.

Uit de studie van Lee et al⁶ is gebleken dat softwareprogramma's voor metaalartefactreductie (MARs) een grote invloed hebben op het reduceren van metaalartefacten op een dual-energy CT⁶. Dit is een CT scanner die met verschillende spanningsniveaus werkt⁶. Lee et al⁶ hebben onderzoek gedaan naar metaalartefacten bij twee verschillende metalen, namelijk roestvrij staal en titanium⁶. Vooral bij roestvrij staal was zonder gebruik van MARs een enorm hoge kV nodig om metaalartefacten zoveel mogelijk te reduceren⁶. Er is duidelijk verschil te zien met scans waar wel MARs gebruikt worden⁶. Lee et al⁶ hebben een suggestie gedaan betreffende de meest optimale parameters voor het reduceren van metaalartefacten in CT beelden. Voorbeelden hiervan zijn: een DFOV van 20cm² tot 30cm², een pitch van 1,375:1 en een buisspanning 80kV tot 140kV⁶. Lee et al⁶ hebben naast het bepalen van invloed van MARs tevens onderzoek gedaan naar invloed van DFOV⁶. Uit dit onderzoek blijkt dat adequate selectie van DFOV verbetering oplevert voor zowel de visualisatie van een roestvrijstalen prothese, als voor beeldkwaliteit van botten en weefsels rondom deze prothese⁶. Hakkert et al⁴ geven aan dat een DFOV van 25cm² en 50cm² het meest gangbaar zijn⁴. Wanneer een kleinere DFOV dan 25cm² gekozen wordt, wordt de reconstructie alleen uitgevoerd met behulp van ruwe data uit de middelste detectoren⁴. Deze detectoren vertonen minder afwijkingen⁴. Bij dezelfde dosis resulteert dit in betere contrastresolutie, omdat effectievere data gebruikt wordt voor het reconstrueren⁴.

Gedurende het onderzoek van Lee et al⁶ is de contrastresolutie in ieder beeld op vijf verschillende plaatsen door middel van een ROI met eenzelfde grootte gemeten⁶. De standaarddeviatie (SD) is gemeten en geregistreerd voor ieder beeld⁶. Volgens Hakkert et al⁴ kan beeldkwaliteit beoordeeld worden door drie resoluties, namelijk de spatiële, temporele en contrastresolutie die wisselend beïnvloed worden door verschillende parameters⁴. Uit het onderzoek van Lee et al⁶ blijkt dat bij onderzoek naar metaalartefactreductie, dit vooral contrastresolutie betreft⁶. Contrastresolutie is de mate waarin weefsels met een laag natuurlijk contrast, dus kleine HU verschillen, optimaal van elkaar zijn te onderscheiden⁴.

Binnen de radiotherapie bevatten CT beelden veel streak- en beamhardeningartefacten, bij gebruik van goudmarkers. Hierdoor wordt het intekenproces van zowel CTV, PTV als OaR bemoeilijkt. Wanneer het intekenen niet nauwkeurig uitgevoerd kan worden, kan het zijn dat niet de gehele tumor of te veel omliggende kritieke organen bestraald worden. Dit komt de patiënt niet ten goede. Om het intekenproces te verbeteren dient optimalisatie plaats te vinden voor CT beelden bij gebruik van prostaatmarkers. Uiteindelijk resulteert dit in een succesvollere radiotherapeutische behandeling bij prostaatcarcinoom.

Binnen het ZRTI is sinds januari 2012 de CT scanner (GE Medical Systems Discovery CT 590 RT) klinisch in gebruik genomen. Momenteel wordt er gebruik gemaakt van een standaard CT protocol voor de prostaat, nader te noemen prostaatprotocol, dat tijdens de testperiode van de CT scanner tot stand is gekomen. Dit protocol is niet eerder geoptimaliseerd. De parameters zijn overgenomen van de leverancier. Het standaard prostaatprotocol wordt in dit onderzoek gezien als het referentieprotocol. Daarnaast wordt niet standaard gebruik gemaakt van een MAR. Het ZRTI heeft wel de beschikking over softwareprogramma Metal Deletion Technique (MDT)⁷. Alle HU's met een waarde hoger dan 3000 worden bewerkt door dit softwareprogramma⁷.

Een andere manier om metaalartefacten te reduceren is door gebruik te maken van prostaatmarkers van een metaal met een lager atoomnummer⁴ of een niet-metaal, bijvoorbeeld een marker van polymeer⁸. Ook wel polymarker genoemd. Onderzoek van Abboud et al⁸ geeft aan dat polymarkers een densiteit van 1300kg/m³ hebben. De HU ligt rond de 200, wat vergelijkbaar is met spongiewat⁸. Polymarkers kunnen ter vervanging van goudmarkers geplaatst worden in de prostaat. Deze markers zijn niet eerder ingebracht bij patiënten die voor prostaatbehandeling komen binnen het ZRTI. Het is daarom niet bekend met welke kV, pitch en DFOV polymarkers optimaal in beeld te brengen zijn met behulp van CT scanner.

1.1 Doelstelling

Doel van dit onderzoek is het optimaliseren van CT beelden voor patiënten met prostaatcarcinoom waarbij radiotherapie toegepast zal worden en waarbij prostaatmarkers zijn geplaatst. Dit onderzoek is tweezijdig en omvat daarom twee doelstellingen:

1. Optimaliseren van CT beelden voor patiënten met goudmarkers in de prostaat waarbij radiotherapie toegepast zal worden. Met optimalisatie wordt bedoeld dat streak- en beamhardeningartefacten daar waar mogelijk gereduceerd worden en dat de contrastresolutie van het beeld minimaal gelijk blijft aan het referentieprotocol. Uiteindelijk levert dit een optimale intekening van CTV, PTV en OaR op.
2. Optimaliseren van CT beelden voor patiënten met prostaatcarcinoom door gebruik te maken van polymarkers in plaats van goudmarkers, waarbij de contrastresolutie minimaal gelijk blijft aan het referentieprotocol.

1.2 Hoofdvragen en deelvragen

1. Met welke kV, pitch en DFOV kunnen streak- en beamhardeningartefacten zoveel mogelijk gereduceerd worden met behulp van softwareprogramma Metal Deletion Technique bij gebruik van goudmarkers, waarbij de contrastresolutie minimaal gelijk blijft aan het referentieprotocol (prostaatprotocol)?
 - Hoe veranderen streak- en beamhardeningartefacten bij aanpassing van kV, pitch en DFOV met en zonder toepassing van softwareprogramma Metal Deletion Technique bij gebruik van goudmarkers?
 - Wat gebeurt er met de contrastresolutie bij aanpassing van kV, pitch en DFOV bij gebruik van goudmarkers?

2. Met welke kV, pitch en DFOV zijn polymarkers, als vervanging van goudmarkers, optimaal in beeld te brengen, waarbij de contrastresolutie minimaal gelijk blijft aan het referentieprotocol (prostaatprotocol)?
- Wat gebeurt er met de contrastresolutie bij aanpassing van kV, pitch en DFOV bij gebruik van polymarkers?

2. Methode

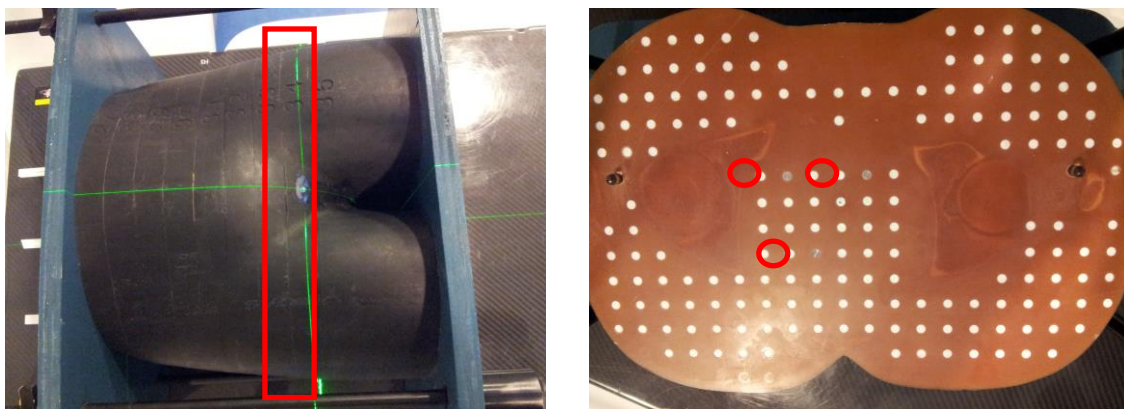
2.1 Onderzoeksontwerp

Dit onderzoek omvat een kwantitatieve fantoomstudie waarbij patiënten met prostaatmarkers zijn nagebootst. In de praktijk wordt er binnen het ZRTI een prostaatprotocol gebruikt, dit protocol is gezien als referentieprotocol.

Het CT systeem binnen het ZRTI is een systeem waarbij gebruik gemaakt wordt van één energie die voorafgaand aan het onderzoek ingesteld dient te worden. Aan de hand van in literatuur gevonden suggesties betreffende parameters zijn verschillende experimenten uitgevoerd.

Alle scans zijn uitgevoerd met behulp van het RANDO® Phantom⁹. Dit fantoom bestaat uit verschillende plakken. Omdat alleen het gebied waar normaal gesproken de prostaat zich bevindt van belang is, is van het fantoom alleen het bekkengebied gescand. Dit houdt in dat alleen de plakken 27 t/m 35 van het fantoom zijn gescand. De positie van het fantoom is vastgelegd met behulp van een positielat die ter hoogte van punt H4 op de scantafel is bevestigd (bijlage I, figuur 5). Daarnaast zijn er markeringen van suremark®¹⁰ bevestigd aan de laterale en ventrale zijde van het fantoom⁹ (bijlage I, figuur 6 en 7). Met behulp van laserlijnen en de positielat is het fantoom iedere scan op dezelfde manier gepositioneerd. De gehele positionering is terug te vinden in bijlage I.

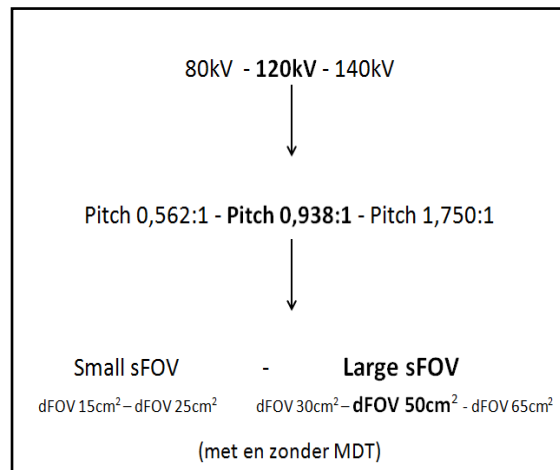
De plaats van de prostaatmarkers is bepaald door het retrospectief analyseren van vijf prostaatscans die op patiënten zijn uitgevoerd. Uit alle scans bleek dat goudmarkers ter hoogte van beide heupkoppen, ventraal in de slice, zijn gepositioneerd. Een CT scan van het RANDO® Phantom⁹ is uitgevoerd om de plaats van de prostaatmarkers en het scangebied te bepalen. De markers zijn geplaatst in plak 34 van het fantoom (figuur 1). Dit kwam overeen met slice 27 in het CT beeld. Deze slice is gebruikt voor analyse. Eén scan duurde maximaal 22 seconden.



Figuur 1 Plaats van goudmarkers in het RANDO® Phantom⁹

De scans zijn uitgevoerd met de uiterste parameterwaarden voor kV, pitch en DFOV die op het systeem in te stellen zijn, namelijk 80kV en 140kV, een pitch van 0,562:1 en 1.750:1, een Small Scan

Field Of View (SFOV) (25cm^2) met een Display Field Of View (DFOV) van 15cm^2 en 25cm^2 en een Large SFOV (50cm^2) met een DFOV van 30cm^2 en 65cm^2 . Daarnaast is een scan uitgevoerd met dezelfde kV (120kV), pitch (0,938:1) en Large SFOV met DFOV van 50cm^2 als het referentieprotocol. Het DFOV van 65cm^2 is, omdat het Large SFOV maximaal 50cm^2 omvat, kleiner gereconstrueerd. Alle scanparameters zijn weergegeven in figuur 2.



Figuur 2 Scanparameters experiment. Dikgedrukt is volgens de het referentieprotocol.

De mA is softwarematig, aan de hand van de scout, per coupe door de CT scanner bepaald met behulp van smart mA. Het bereik van smart mA lag tussen 50mA en 800mA. De Noise Index (NI) is bij iedere scan ingesteld op 17,68. Deze waarde is een standaard waarde binnen het referentieprotocol en is door het ZRTI bepaald. De parameters zijn kruislings gevarieerd voor zowel het RANDO® Phantom⁹ met goudmarkers als met polymarkers. Dit betekent dat (3kV's * 3pitches * 5 DFOV's) 45 scans met goudmarkers en 45 scans met polymarkers zijn uitgevoerd. Voor scans met goudmarkers is vervolgens post-processing toegepast met behulp van softwareprogramma Metal Deletion Technique (MDT). CT beelden met goudmarkers zijn opgeslagen met en zonder toepassing van MDT. In totaal zijn 45 beelden met goudmarkers, 45 beelden met goudmarkers na toepassing van MDT en 45 beelden met polymarkers opgeslagen en beoordeeld.

In bijlage II is de scanvolgorde schematisch weergegeven. Eerst zijn CT scans met goudmarkers uitgevoerd gevolgd door CT scans met polymarkers.

2.2 Fantoom

Er is gebruik gemaakt van RANDO® Phantom⁹ met serienummer 714. Dit fantoom is een antropomorf. Dit betekent dat het qua eigenschappen lijkt op een menselijk lichaam. Het bevat een natuurlijk menselijk skelet van normale grootte. Het is gegoten in een mal die een representatieve lichaamscontour omvat. De mal is gevormd uit een hard plastic op basis van isocyanaat, een synthetisch rubber. Dit materiaal is bestand tegen veroudering, temperatuur, vochtigheid en andere omgevingsfactoren. Het fantoom is bestand tegen röntgenstraling. Hiernaast is het materiaal chemisch

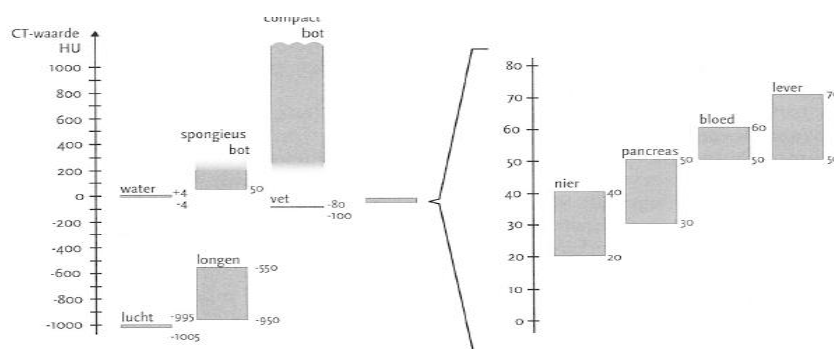
en fysisch bewerkt tot een dichtheid van $0,985\text{g/cm}^3$. Het atoomnummer van 7,30 is vergelijkbaar met de samenstelling van spieren, lichaamsvet en vloeistoffen. Dit betekent dat het gaat om een weefsel-equivalent fantoom. Het bekkengebied van het fantoom bestaat uit plakken met een dikte van $2,5\text{cm}$ ⁹.

2.3 Meetinstrumenten

De scans zijn uitgevoerd op het GE Medical Systems Discovery CT 590 RT met behulp van het hierboven beschreven RANDO® Phantom⁹. Drie goudmarkers van Best Medical International inc. met een afmeting van 1 bij 5mm per stuk, bestaande uit 99,99% zuiver goud en 0,01% medisch kwaliteit titanium zijn gebruikt voor het onderzoek. Daarnaast zijn drie polymarkes van Macromedics B.V. met een afmeting van 1 bij 5mm per stuk, bestaande uit PEEK-opima polymeer en een kern van medisch kwaliteit roestvrijstaal, gebruikt.

2.4 Dataverzameling

Een testpatiënt is aangemaakt met als naam: MAR (afkorting van metaalartefactreductie). CT scans met goudmarkers hadden als naam MAR1. Eén scout is gemaakt. Deze had serienummer 1. Hierna zijn achtereenvolgens scans uitgevoerd volgens bijlage II. De serienummers zijn genummerd van 2 tot en met 46. CT scans met polymarkes hadden als naam MAR2. De serienummers zijn gelijk aan de scans met goudmarkers. Alle CT beelden zijn opgeslagen op een DICOM-server en als back-up in de afstudeer map op de O-schijf van het ZRTI. Per scan is slice 27 doorgezonden naar Etiam Open Lite Box. Dit is het programma waarin de beelden zijn beoordeeld. Alle beelden zijn bekeken in abdomen setting, waarbij de WW was ingesteld op 400 en de WL op 40. Dit betekent dat het bereik 400 HU's omvatte met een gemiddelde HU van 40, wat overeen komt met de in het abdomen gelegen weefsels². Het bereik van de WW lag binnen een HU van -160 en 240. Zowel botten als andere weefsels werden hierdoor zichtbaar op de CT beelden. Er is gekozen voor beoordeling met een vaste WW en WL. De beoordelaars hebben hierdoor alle beelden in dezelfde contrastsetting beoordeeld.



Figuur 3 Hounsfieldwaarden weefsels⁴

De CT beelden zijn visueel beoordeeld op de aanwezigheid van streak- en beamhardeningartefacten en op contrastresolutie. De beoordeling is uitgevoerd met behulp van een scorelijst die in bijlage III is

toegevoegd. Volgens Hakkert et al⁴ is beeldkwaliteit optimaal wanneer met een zo laag mogelijke dosis toch diagnostiek mogelijk is⁴. Bij radiotherapeutische beelden betekent dit dat organen goed te onderscheiden zijn. Hiernaast is de beeldkwaliteit beoordeeld op standaarddeviatie (SD) door middel van het plaatsen van Regions Of Interest (ROI's). Per beeld zijn drie ROI's geplaatst in het softwareprogramma Advantage Sim. Deze ROI's zijn in ieder CT beeld op dezelfde plaats gepositioneerd: 1) Tussen de drie prostaatmarkers 2) in naar buiten gelegen weefselstructuur 3) in botstructuur. Met behulp van ROI's is de SD gekwantificeerd. Een kleinere SD resulteerde in een homogener beeld met minder ruis⁴.

De beoordeling is uitgevoerd op basis van blinde beoordeling door vijf personen die minimaal twee jaar CT ervaring hadden. Beelden zijn één voor één getoond en beoordeeld met behulp van het beoordelingsformulier van bijlage III.

Deze beoordelingsmethode kon ertoe leiden dat meerdere beelden eenzelfde optimale waarde toegekend kregen, terwijl er grote verschillen zichtbaar waren tussen de beelden. Ter optimalisatie van de blinde beoordeling is een open beoordeling uitgevoerd door dezelfde beoordelaars. Beelden met verschillend ingestelde parameters zijn per DFOV (15cm², 25cm², 30cm², 50cm² en 65cm²) met behulp van softwareprogramma Etiam Open Lite Box in één oogopslag op een klinisch diagnostisch beeldscherm geanalyseerd. Dit betekent dat steeds 9 beelden met elkaar zijn vergeleken, namelijk (3kV's * 3 pitch). Door middel van overleg en aan de hand van de scores afkomstig uit de blinde beoordeling, is het optimale beeld bepaald. Per DFOV weergave is het meest optimale beeld gekozen. De vijf per DFOV geselecteerde optimale beelden zijn naast elkaar geprojecteerd. Hieruit is weer het meest optimale beeld gekozen. Dit laatste beeld is uiteindelijk vergeleken met het referentiebeeld. De volgorde van beeldweergaves is zichtbaar in bijlage IV. De CT beelden zijn terug te vinden in bijlage VII.

Met behulp van deze procedure is de invloed van kV en pitch beoordeeld. Om de invloed van DFOV op streak- en beamhardeningartefacten en contrastresolutie te bepalen zijn de vijf verschillende instellingen van DFOV volgens het referentieprotocol (120kV, pitch 0,938:1) in beeld gebracht en vergeleken. Deze totale methode is uitgevoerd voor zowel goudmarkers, goudmarkers met het softwareprogramma MDT en polymarkers. Om de invloed van MDT te bepalen zijn met behulp van het beeld afkomstig uit het referentieprotocol, de beelden met en zonder MDT naast elkaar weergegeven (bijlage V en VII). Uiteindelijk zijn de beelden, die gescand zijn met behulp van het referentieprotocol, voor goudmarkers, goudmarkers met het softwareprogramma MDT en polymarkers met elkaar vergeleken.

De combinatie van blinde en open beoordeling resulteerde in een conclusie waarin de invloed van kV, pitch en DFOV op streak- en beamhardeningartefacten en contrastresolutie bij gebruik van polymarkers en goudmarkers beschreven staat.

2.5 Ethische aspecten

Het onderzoek is zonder deelnemers of patiënten uitgevoerd. Het gaat om een niet WMO-plichtig onderzoek. Daarnaast was er geen toestemming nodig van de Medisch Ethische Toets Commissie (METC).

2.6 Data-analyse

Door middel van beschrijvende statistiek is het onderzoek geanalyseerd. De resultaten van de blinde beoordeling zijn ingevoerd in het softwareprogramma Statistical Package for Social Sciences (SPSS) Statistics 19. Op het beoordelingsformulier in bijlage III zijn de SPSS waarden tussen haakjes weergegeven. Per beeld zijn alle scores opgeteld. De totaalscores zijn terug te vinden in bijlage VIII. Beelden met lage scores vormden de meest optimale beelden. Met behulp van SPSS is de invloed per parameter (kV, pitch en DFOV) bepaald.

De met ROI bepaalde SD is per ROI (tussen prostaatmarkers, in meer naar buiten gelegen weefselstructuur en in botstructuur) ingevoerd in SPSS. Door middel van SPSS is per parameter (kV, pitch en DFOV) de score voor ROI uitgezet in staafdiagrammen om de invloed van de parameters op de SD te bepalen. Hierbij is uitgegaan van het referentieprotocol waarbij één parameter als variabele is gezien. De staafdiagrammen zijn terug te vinden in bijlage VI.3 voor goudmarkers en bijlage VI.6 voor polymarkers.

3. Resultaten

Tabellen en grafieken zijn gevormd per groep (goudmarkers, goudmarkers met MDT en polymarkers) en per parameter (kV, pitch en DFOV). Gegevens zijn geanalyseerd met behulp SPSS op artefacten en contrastresolutie aan de hand van het referentieprotocol waarbij één parameter als variabele werd gezien.

De blinde beoordeling is gebaseerd op een vijfpuntsschaal waarbij cijfer 1 het optimale resultaat en cijfer 5 het minimale resultaat betekent. Voor alle parameters zijn staafdiagrammen vervaardigd. Deze zijn terug te vinden in bijlage VI.1 en VI.2 voor goudmarkers en VI.4 en VI.5 voor polymarkers.

Tijdens de open beoordeling zijn meerdere CT beelden per DFOV en per groep (goudmarkers, goudmarkers met MDT en polymarkers) in beeld gebracht. Door middel van overleg zijn conclusies getrokken. De beeldweergaves zijn terug te vinden in bijlage VII.

Als derde beoordeling is door middel van het plaatsen van ROI's in verschillende gebieden de standaarddeviatie bepaald. Tabellen die hierbij zijn ontstaan, zijn terug te vinden in bijlage VI.3 voor goudmarkers en goudmarkers met MDT en bijlage VI.6 voor polymarkers.

In paragraaf 3.1 zijn de resultaten voor goudmarkers en goudmarkers met behulp van softwareprogramma MDT weergegeven. In paragraaf 3.2 de resultaten voor polymarkers. De parameters worden in beide paragrafen in dezelfde volgorde behandeld, namelijk: kV, pitch en DFOV. Deze parameters zijn weer onderverdeeld in resultaten voor artefacten en resultaten voor contrastresolutie.

3.1 Goudmarkers en Metal Deletion Technique

3.1.1 kV – Artefacten

Blinde beoordeling

Uit tabel 1 blijkt dat zowel 80kV als 140kV streakartefacten het meest reduceren bij gebruik van goudmarkers. kV heeft geen invloed op streakartefacten bij goudmarkers met MDT.

Voor zowel goudmarkers als goudmarkers met MDT geldt dat verlaging van kV zorgt voor reductie van beamhardeningartefacten.

Open beoordeling

Uit de open beoordeling is gebleken dat verhoging van kV artefacten laat toenemen. Dit is te zien in bijlage VII.1 Randon goudmarkers zijn veel streak- en beamhardeningartefacten zichtbaar. Een

instelling van 80kV veroorzaakt, bij goudmarkers met MDT, nieuw gevormde streakartefacten vanuit het bot door de softwarematige reconstructie van MDT (bijlage VII.2).

Het CT beeld met serienummer 11 (bijlage IV en VII.1 (DFOV65/80kV/pitch 0,938:1)), met een instelling van 80kV, geeft een optimaal visuele beeld voor goudmarkers. Dit beeld is vergeleken met het referentieprotocol. Op het CT beeld met serienummer 11 worden artefacten meer onderdrukt dan in het CT beeld gescand volgens referentieprotocol.

Voor goudmarkers met MDT gaf het beeld met serienummer 2 (bijlageVII.2 (DFOV 15/80kV/pitch 0,562:1)), gescand met 80kV, het optimale CT beeld. In vergelijking met het referentieprotocol bleek dat het beeld gescand met het referentieprotocol een optimaal beeld vertoonde.

Tabel 1 Blinde beoordeling artefacten voor kV bij goudmarkers

	kV					
	80		120		140	
	Goudmarkers	Goudmarkers MDT	Goudmarkers	Goudmarkers MDT	Goudmarkers	Goudmarkers MDT
Gemiddelde score streakartefacten	3,8	3,0	4,2	3,0	3,8	3,0
Gemiddelde score beam hardening artefacten	3,8	2,6	4,2	2,7	4,4	3,0

3.1.2 kV – Contrastresolutie

Blinde beoordeling

In tabel 2 is te zien dat, wanneer de scores voor onderscheid in weefsels en homogeniteit in weefsels opgeteld worden, 140kV de optimale contrastresolutie oplevert. Na toepassing van MDT blijkt dat met een instelling van 120kV weefsels optimaal zijn te onderscheiden en dat een instelling 80kV een optimale homogeniteit in weefsels geeft. In verband met wisselende scores is geen eenduidig antwoord te vinden op de vraag wat de invloed van kV op contrastresolutie is.

Open beoordeling

Tijdens de open beoordeling is gebleken dat verhoging van kV een betere contrastresolutie oplevert. Het beeld met serienummer 11 geeft in vergelijking tot het referentieprotocol een optimale contrastresolutie voor interne structuren. Het referentieprotocol geeft echter een optimale contrastresolutie voor weefsels die zich meer naar buiten bevinden.

Tabel 2 Blinde beoordeling contrastresolutie voor kV bij goudmarkers

	kV					
	80		120		140	
	Goudmarkers	Goudmarkers MDT	Goudmarkers	Goudmarkers MDT	Goudmarkers	Goudmarkers MDT
Gemiddelde score onderscheid in weefsels	3,4	3,3	3,8	3,2	3,5	3,3
Gemiddelde score homogeniteit in weefsels	3,8	2,6	4,0	2,7	3,6	2,9

3.1.3 Pitch – Artefacten

Blinde beoordeling

Uit tabel 3 is op te maken dat bij toename van pitch zowel streak- als beamhardeningartefacten afnemen. Er is weinig variatie te zien in score bij verandering van pitch voor goudmarkers met MDT. Het verschil voor streakartefacten bedraagt 0,2 en voor beamhardeningartefacten 0,3.

Open beoordeling

Verhoging van pitch en gebruik van MDT zorgt voor bredere streak- en beamhardeningartefacten. De homogeniteit en grijswaarden worden negatief beïnvloed bij verhoging van pitch. Een hogere pitch geeft meer ruis in het CT beeld. De beeldweergaves van bijlage VII laten zien dat de grootste pitch resulteert in zeer grote beamhardeningartefacten. Het CT beeld wat gekozen is met behulp van de open beoordeling heeft een pitch van 0,938:1 voor zowel goudmarkers als goudmarkers met MDT.

Tabel 3 Blinde beoordeling artefacten voor pitch bij goudmarkers

	Pitch					
	0,562 :1		0,938 :1		1,075 :1	
	Goudmarkers	Goudmarkers MDT	Goudmarkers	Goudmarkers MDT	Goudmarkers	Goudmarkers MDT
Gemiddelde score streakartefacten	4,6	3,2	4,2	3,0	3,8	3,0
Gemiddelde score beam hardening artefacten	4,6	3,0	4,2	2,7	3,6	3,0

3.1.4 Pitch – Contrastresolutie

Blinde beoordeling

In tabel 4 is te zien dat een pitch instelling van 1,750:1 de optimale contrastresolutie levert bij gebruik van goudmarkers. Voor goudmarkers met MDT geldt dat een pitch instelling van 0,938:1 de optimale contrastresolutie levert.

Open beoordeling

Verhoging van pitch bij gebruik van goudmarkers met MDT geeft meer ruis in het CT beeld (bijlage VII.2) Een pitch lager dan 1 geeft een optimale contrastresolutie.

Tabel 4 Blinde beoordeling contrastresolutie voor Pitch bij goudmarkers

	Pitch					
	0,562 :1		0,938 :1		1,075 :1	
	Goudmarkers	Goudmarkers MDT	Goudmarkers	Goudmarkers MDT	Goudmarkers	Goudmarkers MDT
Gemiddelde score onderscheid in weefsels	3,4	3,4	3,8	3,2	3,3	3,4
Gemiddelde score homogeniteit in weefsels	4,0	2,8	4,0	2,7	3,3	2,9

3.1.5 DFOV – Artefacten

Blinde beoordeling

Uit tabel 5 blijkt dat een DFOV van 15cm², 25cm² en 30cm² geen verschil geeft in streakartefacten. Voor goudmarkers geldt dat wanneer DFOV groter wordt dan 30cm² de hoeveelheid streakartefacten omlaag gaat. Een DFOV van 65cm² geeft hierbij de minste streakartefacten. Bij goudmarkers met MDT gaat het aantal streakartefacten omhoog bij een DFOV van 50cm² of 65cm². Er is geen eenduidig antwoord te vinden op de vraag wat de invloed van DFOV is op beamhardeningartefacten. De scores zijn wisselend.

Open beoordeling

Een kleinere DFOV geeft meer artefacten. Het meest optimale beeld, gekozen voor goudmarkers, heeft een DFOV van 65cm². Voor goudmarkers met MDT heeft het meest optimale beeld een DFOV van 15cm².

Tabel 5 Blinde beoordeling artefacten voor DFOV in cm² bij goudmarkers

	DFOV									
	15		25		30		50		65	
	Goudmarkers	Goudmarkers MDT	Goudmarkers	Goudmarkers MDT	Goudmarkers	Goudmarkers MDT	Goudmarkers	Goudmarkers MDT	Goudmarkers	Goudmarkers MDT
Gemiddelde score streakartefacten	4,6	2,8	4,6	2,7	4,6	2,8	4,2	3,0	4,0	3,2
Gemiddelde score beam hardening artefacten	4,4	2,8	4,6	2,6	4,6	2,8	4,2	2,7	4,4	3,2

3.1.6 DFOV – Contrastresolutie

Blinde beoordeling

In tabel 6 is te zien dat vanaf een DFOV van 25cm² verhoging van DFOV onderscheid in weefsels bij gebruik van goudmarkers verbetert. Vanaf een DFOV van 15 cm² tot en met een DFOV van 50cm² geldt voor goudmarkers met MDT tevens dat verhoging van DFOV onderscheid in weefsels verbetert. De score voor homogeniteit in weefsels varieert zowel bij goudmarkers als bij goudmarkers met MDT bij verschillende instelling van DFOV. Hier is geen eenduidig verband in te vinden.

Open beoordeling

Een kleinere DFOV geeft een betere homogeniteit en een betere zichtbaarheid van details. Dit is terug te zien in bijlage VII.1.

Tabel 6 Blinde beoordeling contrastresolutie voor DFOV in cm² bij goudmarkers

	DFOV									
	15		25		30		50		65	
	Goudmarkers	Goudmarkers MDT	Goudmarkers	Goudmarkers MDT	Goudmarkers	Goudmarkers MDT	Goudmarkers	Goudmarkers MDT	Goudmarkers	Goudmarkers MDT
Gemiddelde score onderscheid in weefsels	4,0	3,8	4,2	3,5	3,9	3,5	3,8	3,2	3,6	3,4
Gemiddelde score homogeniteit in weefsels	4,4	2,8	4,2	3,2	3,9	3,0	4,0	2,7	3,7	3,2

3.1.7 Goudmarkers - Standaarddeviatie ROI

De SD per ROI, weergegeven in staafdiagrammen, zijn terug te vinden in bijlage VI.3. Een lagere SD betekent minder ruis aanwezig in het CT beeld en dus een optimale contrastresolutie.

kV

In bijlage VI.3 is te zien dat verhoging van kV zorg draagt voor een lagere SD voor de meeste ingetekende ROI's. Dit geldt zowel voor goudmarkers als voor goudmarkers met MDT. Alleen ROI1 (in weefsel tussen goudmarkers) geeft bij 140 kV een hogere SD.

Pitch

In bijlage VI.3 is te zien dat gebruik van goudmarkers bij ROI1 en ROI3 (in botweefsel) de laagste SD vertonen bij een pitch van 0,938:1. Een pitch van 0,562:1 geeft de laagste SD voor ROI2 (in naar buiten gelegen weefsel).

Bij gebruik van goudmarkers met MDT is de SD voor ROI1 en ROI2 het laagst bij een pitch van 0,938:1. Een pitch van 0,532:1 geeft de laagste SD voor ROI3.

DFOV

ROI1 en ROI2 geven de laagste SD bij een DFOV van 65cm². Een DFOV van 15cm² geeft de laagste SD voor ROI3. Dit geldt zowel bij goudmarkers als goudmarkers met MDT.

3.2 Polymarkers

3.2.1 kV – Artefacten

Blinde beoordeling

Uit tabel 7 blijkt dat verhoging van kV zorgt voor vermindering van streak- en beamhardeningartefacten. 140kV reduceert artefacten het meest.

Open beoordeling

Het meest optimale visuele beeld is het CT beeld met serienummer 24. Deze heeft een instelling van 120kV, Pitch van 0,938:1 en een DFOV van 30cm en is terug te vinden in bijlage VII.3. Dit beeld is vergeleken met het referentieprotocol gescand met goudmarkers. Het beeld behorende bij serienummer 24 met polymarkers gaf beduidend een optimaal beeld in vergelijking met het referentieprotocol. Alleen bij 80kV zijn nog kleine sterartefacten te zien.

Tabel 7 Blinde beoordeling artefacten voor kV bij polymarkers

	kV		
	80	120	140
Gemiddelde score streakartefacten	2,2	1,0	1,0
Gemiddelde score beam hardening artefacten	2,0	1,4	1,2

3.2.2 kV – Contrastresolutie

Blinde beoordeling

In tabel 8 is te zien dat een instelling van 120kV de beste contrastresolutie oplevert.

Open beoordeling

In vergelijking tot het referentieprotocol met goudmarkers geven scans met polymarkers een beduidend betere contrastresolutie. Het weefsel tussen de protstaatmarkers is goed te beoordelen. Kleinere details zijn zichtbaar.

Tabel 8 Blinde beoordeling contrastresolutie voor kV bij polymarkers

	kV		
	80	120	140
Gemiddelde score onderscheid in weefsels	2,1	1,4	1,8
Gemiddelde score homogeniteit in weefsels	2,2	1,0	1,6

3.1.3 Pitch – Artefacten

Blinde beoordeling

Uit tabel 9 is op te maken dat een pitch van 0,938:1 de minste streakartefacten geeft. Pitch heeft geen invloed op beamhardeningartefacten. De score hiervoor blijft hetzelfde. Geconcludeerd kan worden dat een pitch van 0,938:1 artefacten het meest reduceert bij gebruik van polymarkers.

Open beoordeling

Het meest optimale beeld wat gekozen is aan de hand van de open beoordeling heeft een pitch van 0,938:1.

Tabel 9 Blinde beoordeling artefacten voor pitch bij polymarkers

	Pitch		
	0,562:1	0,938:1	1,750:1
Gemiddelde score streakartefacten	1,4	1,0	1,2
Gemiddelde score beam hardening artefacten	1,4	1,4	1,4

3.2.4 Pitch – Contrastresolutie

Blinde beoordeling

In tabel 10 is te zien dat pitch geen invloed heeft op onderscheid in weefsels. Een pitch van 0,938:1 bezorgt de beste homogeniteit in weefsels. Geconcludeerd kan worden dat bij een pitch van 0,938:1 de contrastresolutie optimaal is.

Open beoordeling

Een hogere pitch geeft meer ruis in het CT beeld en heeft een negatieve invloed op de invloed op homogeniteit in weefsels en grijswaarden. Dit is te zien in bijlage VII.3.

Tabel 10 Blinde beoordeling contrastresolutie voor pitch bij polymarkers

	Pitch		
	0,562:1	0,938:1	1,750:1
Gemiddelde score onderscheid in weefsels	1,4	1,4	1,8
Gemiddelde score homogeniteit in weefsels	1,4	1,0	1,8

3.2.5 DFOV – Artefacten

Blinde beoordeling

Uit tabel 11 is op te maken dat DFOV weinig invloed heeft op streakartefacten. Score 1 geeft aan dat er geen streakartefacten aanwezig zijn. Dit is terug te zien in bijlage III.3. Beamhardeningartefacten zijn het meest gereduceerd bij een instelling van 50cm² en 65cm². Het verschil met DFOV's kleiner dan 50cm² is minimaal.

Geconcludeerd kan worden dat een DFOV van 50cm² de minste artefacten geeft bij gebruik van polymakers.

Open beoordeling

Het CT beeld dat gekozen is aan de hand van de open beoordeling heeft een DFOV van 30cm².

Tabel 11 Blinde beoordeling artefacten voor DFOV in cm² bij polymarkers

	DFOV				
	15	25	30	50	65
Gemiddelde score streakartefacten	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2
Gemiddelde score beam hardening artefacten	1,6	1,6	1,6	1,4	1,4

3.2.6 DFOV – Contrastresolutie

Blinde beoordeling

In tabel 12 is te zien dat een DFOV van 50cm² een optimale contrastresolutie geeft. Met deze instelling kunnen weefsels het best onderscheiden worden en is de homogeniteit in weefsels optimaal.

Open beoordeling

Een kleine DFOV geeft een optimale homogeniteit in structuren. Meer details zijn waarneembaar.

Tabel 12 Blinde beoordeling contrastresolutie voor DFOV bij polymarkers

	DFOV				
	15	25	30	50	65
Gemiddelde score onderscheid in weefsels	2,3	1,8	1,6	1,4	2,0
Gemiddelde score homogeniteit in weefsels	2,1	1,2	1,2	1,0	1,6

3.2.7 Polymarkers - Standaarddeviatie ROI

De SD per ROI, weergegeven in staafdiagrammen, zijn terug te vinden in bijlage VI.6. Een lagere SD betekent minder ruis en dus een optimale contrastresolutie.

kV

In bijlage VI.6 is te zien dat ROI 1 (weefsel tussen markers) en ROI 2 (in naar buiten gelegen weefsel) de laagste SD vertonen bij 80kV. ROI3 (in botweefsel) geeft bij 140kV de laagste SD.

Pitch

Een pitch van 0,938:1 geeft voor alle ROI's de laagste SD.

DFOV

Een DFOV van 15cm^2 geeft voor ROI1 en ROI2 de laagste SD. ROI3 geeft de laagste SD bij een DFOV van 25cm^2 .

3.3 Totaal score blinde beoordeling

Alle scores behorende bij de blinde beoordeling zijn bij elkaar opgeteld. De scores zijn terug te vinden in bijlage VIII. De laagst mogelijke score is een score van 4. Deze score geeft het optimale CT beeld weer. Dit betekent dat de contrastresolutie optimaal is en geen artefacten aanwezig zijn. De hoogste score die behaald kan worden is een score van 20. In tabel 13 tot en met 17 (bijlage IX) zijn de meest en minst optimale beelden weergegeven met de daarbij behorende instelling van kV, pitch en FOV.

- Het meest optimale beeld voor goudmarkers is het beeld met serienummer 46. Dit beeld heeft een score van 13.8 bij een instelling van 140kV, een pitch van 1.750:1 en een DFOV van 65cm^2 (bijlage IX, tabel 13).
- Het meest optimale beeld voor goudmakers met MDT is het beeld met serienummer 7. Dit beeld heeft een score van 9.6 bij een instelling van 80kV, een pitch van 1.750:1 en een DFOV van 15cm^2 (bijlage IX, tabel 15).
- Het meest optimale beeld voor polymarkers is het beeld met serienummer 36. Dit beeld heeft een score van 4.7 bij een instelling van 140kV, een pitch van 0,938:1 en een DFOV van 65cm^2 (bijlage IX, tabel 17).

4. Discussie

Door middel van dit onderzoek is nagegaan met welke kV, pitch en DFOV streak- en beamhardeningartefacten zoveel mogelijk gereduceerd konden worden, met behulp van softwareprogramma Metal Deletion Technique bij gebruik van goudmarkers. De contrastresolutie diende minimaal gelijk te blijven aan het referentieprotocol.

Voor goudmarkers geldt:

- Verlaging van kV vermindert streak- en beamhardeningartefacten en verlaagt tevens de contrastresolutie.
- Verlaging van pitch vermindert streak- en beamhardeningartefacten en verhoogt tevens contrastresolutie.
- Verhoging van DFOV vermindert streak- en beamhardeningartefacten en verhoogt contrastresolutie.
- Gebruik van MDT vermindert streak- en beamhardeningartefacten en vermindert tevens contrastresolutie.

Hiernaast is onderzocht met welke kV, pitch en DFOV polymarkers, in plaats van goudmarkers, optimaal in beeld te brengen zijn. Ook hierbij was het doel om de contrastresolutie minimaal gelijk te houden aan het referentieprotocol.

Voor polymarkers geldt:

- Verhoging van kV vermindert streak- en beamhardeningartefacten. 120kV of 140kV geeft de optimale contrastresolutie.
- Een pitch van 0,938:1 geeft de minste streak- en beamhardeningartefacten en de optimale contrastresolutie.
- Een DFOV van 50cm² of 65cm² geeft de minste streak- en beamhardeningartefacten en de optimale contrastresolutie.

4.1 Interpretatie resultaten

Goudmarkers

Uit onderzoek van Stradiotti et al⁵ is gebleken dat metaalartefacten gereduceerd kunnen worden door verhoging van kV. Paragraaf 3.1.1 van dit onderzoek geeft aan dat, bij gebruik van goudmarkers,

geen eenduidig antwoord te vinden is op de invloed van kV op reductie van streak- en beamhardeningartefacten. Verlaging van kV levert in dit onderzoek namelijk vermindering van beamhardeningartefacten, maar heeft weinig invloed op streakartefacten. Daarnaast zorgt de laagst ingestelde kV (80kV) voor de optimale contrastresolutie als het gaat om onderscheid in weefsels en de hoogst ingestelde waarde voor kV (140kV) voor een optimale contrastresolutie als het gaat om de homogeniteit in weefsels. De spreiding in antwoorden, binnen de blinde beoordeling, waaruit invloed van kV werd bepaald is minimaal bij gebruik van goudmarkers. Dit is terug te zien in tabel 1 en 2. Als het gaat om reductie van streak- en beamhardeningartefacten is de laagste score voor kV 3,8 en de hoogste score 4,4. Voor contrastresolutie geldt een laagste score van 3,4 en een hoogste score van 4,0. Op een schaal van 5 zijn deze scores erg hoog. Dit betekent dat de contrastresolutie minimaal is.

Onderzoek van Hakkert et al⁴ gaf aan dat verlaging van pitch artefacten zou verlagen. Echter wanneer de blinde beoordeling uit paragraaf 3.1.3 wordt aangehouden geeft de grootste pitch minder streak- en beamhardeningartefacten en een optimale contrastresolutie. De open beoordeling geeft als resultaat dat verhoging van pitch meer ruis geeft in het CT beeld en dat de homogeniteit en grijswaarden negatief worden beïnvloed. Dit blijkt ook uit de SD's vanuit de geplaatste ROI's (bijlage VI.3.b). Een reden dat de blinde beoordeling geheel andere resultaten vertoont kan zijn dat alle scans met andere parameters uitgevoerd zijn. Echter de resultaten zijn met behulp van SPSS weergegeven aan de hand van het referentieprotocol waarbij één parameter variabel werd gekozen. Uit dit onderzoek blijkt dat een instelling van 0,938:1 het meest optimale beeld levert. Dit is relatief gezien een lagere pitch en komt dus overeen met de in de literatuur gevonden resultaten voor optimale instelling van pitch.

Wat betreft DFOV blijkt uit onderzoek van Lee et al⁶ dat een DFOV van 25cm² of 50cm² optimale beelden geeft en dat een DFOV kleiner dan 25cm² een betere contrastresolutie geeft. Uit paragraaf 3.1.5 van dit onderzoek blijkt echter dat verhoging van DFOV artefacten reduceert en contrastresolutie laat toenemen. De optimale instelling voor DFOV bij goudmarkers is 65cm². Deze wordt uitgevoerd met een DFOV van 50cm² en daarna kleiner gereconstrueerd. Dit komt overeen met de in de literatuur gevonden waarde.

Gebruik van een MAR zou volgens Lee et al⁶ een grote invloed moeten hebben op het reduceren van metaalartefacten. De resultaten vanuit dit onderzoek bevestigen dit. Echter gebruik van een MAR vermindert tevens de contrastresolutie, doordat de MAR-correctie van het beeld niet perfect is. Het weefsel tussen goudmarkers, waar normaal gesproken de prostaat zich bevindt, wordt vervaagd en wazig afgebeeld door de softwarematige reconstructie methode van MDT. Dit leidt tot belemmering van het intekenen van de prostaat. Uit dit onderzoek blijkt dat gebruik van een MAR niet geschikt is voor het uiteindelijk kunnen intekenen van het CTV.

Polymarkers

Volgens onderzoek van Stradiotti et al⁵ neemt een prostaatmarker met een lager atoomnummer minder metaalartefacten met zich mee. Een polymeer is niet van metaal. De roestvrijstalen kern in polymarkers hebben een atoomnummer die ongeveer drie keer kleiner is dan die van goudmarkers. Dit zou betekenen dat een polymarker minder metaalartefacten met zich mee zou moeten brengen.

Dit onderzoek beaamt deze stelling. De literatuur komt overeen met het in de praktijk uitgevoerde experiment.

4.2 Opvallende resultaten

Het meest opvallende resultaat betreft dat verhoging van pitch zou leiden tot minder streak- en beamhardeningartefacten en een betere contrastresolutie. Uit literatuur en open onderzoek blijkt dat dit niet het geval is. Daarnaast is opvallend dat er niet een eenduidig antwoord te geven is op de invloed van kV op contrastresolutie wanneer gekeken wordt naar de blinde beoordeling. Tevens valt op dat MDT artefacten reduceert, maar ook de contrastresolutie verlaagt. Deze gegevens zijn in paragraaf 4.1 beschreven.

4.3 Sterke punten en beperkingen

De sterke punten en beperkingen in dit onderzoek zijn beschreven onder de paragrafen “interne validiteit” en “externe validiteit”. Per onderdeel is aangegeven welke punten een positief effect hebben gehad op het onderzoek en welke punten de uitkomst van het onderzoek mogelijk nadelig hebben beïnvloed.

Interne validiteit

Includeren van metingen

Alle metingen zijn gebruikt voor het bepalen van resultaten. Dit heeft een positief effect op de interne validiteit.

Invulling beoordelingsformulieren

De beoordelingsformulieren waren, op een aantal antwoorden na, geheel ingevuld. Doordat 135 beelden op vier punten (aanwezigheid streakartefacten, aanwezigheid beamhardeningartefacten, onderscheid in weefsels en homogeniteit in weefsels) beoordeeld dienden te worden is het voorgekomen dat een antwoord niet ingevuld is. De data is geanalyseerd door middel van een gemiddelde van vijf beoordelaars. Wanneer bij een vraag vier beoordeelde antwoorden beschikbaar waren is een gemiddelde genomen van vier beoordelaars. Dit heeft ertoe geleid dat antwoorden betrouwbaar zijn gebleven.

Beoordelaars

Er is gekozen voor vijf beoordelaars. Twee jaar ervaring was een vereiste om beelden te mogen beoordelen. Meerdere beoordelaars en ervaring met CT beelden maken het onderzoek valide.

Parameters

Er is gekozen om alleen de grootste en kleinste waarden voor kV, pitch en DFOV, die in te stellen zijn op het CT systeem, te scannen. Daarnaast is gescand met de parameters vanuit het referentieprotocol. Dit had ertoe moeten leiden dat invloed van deze parameters in één oogopslag zichtbaar werden. Dit komt de interne validiteit ten goede. Echter sommige resultaten geven een wisselende score, wat gezien kan worden als een beperking. Het scannen van meer verschillende waarden per parameter zou het onderzoek meer betrouwbaar maken, omdat één afwijkende score tijdens de analyse eventueel uitgesloten kan worden. Voorafgaand aan dit onderzoek werd gedacht dat het scannen van meerdere waarden het onderzoek omslachtig en tijdrovend zou maken. Achteraf gezien had voor iedere parameter een extra instelling gekozen kunnen worden aangezien het scannen vlot verliep.

ROI's

De blinde en open beoordeling ontstond uit meningen van diverse beoordelaars. Perceptie verschillen tussen verschillende beoordeelaars kunnen de beoordeling negatief beïnvloeden. Om toch een gekwantificeerd antwoord te verkrijgen is in verschillende gebieden per CT beeld de SD bepaald door middel van het plaatsen van ROI's. Dit heeft een positief effect op de interne validiteit. Getracht is om in ieder beeld ROI's op dezelfde plaats te positioneren. De ROI's konden niet gekopieerd en geplakt worden in een volgend beeld. Dit heeft ertoe geleid dat alle ROI's handmatig zijn geplaatst met behulp van een raster. Tevens is de grootte handmatig ingesteld. Voor ROI1 en ROI2 gold een grootte van 10 bij 10mm en voor ROI3 4 bij 4mm. ROI3 is kleiner omdat deze binnen de botstructuur diende te vallen. De grootte van de ROI werd gemiddeld weergegeven binnen het beeld. Het zou bijvoorbeeld kunnen zijn dat een ROI 9,8 bij 9,9mm in plaats van 10 bij 10mm is geweest. Dit betekent dat alle SD-waarden niet precies op eenzelfde plaats zijn gemeten. Dit heeft het onderzoek mogelijk nadelig beïnvloed.

Het weefsel waarin metingen zijn uitgevoerd, is niet homogeen omdat het fantoom uit een egaal weefsel bestaat met daarin kunststof inserts. De ROI's zijn over een groter gebied geplaatst, dus over het egale gebied inclusief de inserts. Doordat de ROI's steeds op dezelfde plaats zijn gepositioneerd konden de SD's per beeld toch met elkaar vergeleken worden. De laagste SD geeft de minste ruis, een betere signaal-ruis-verhouding (SNR) en dus een optimale contrastresolutie.

Voor ROI2 (in meer naar buiten gelegen weefsel) werd de ROI in het DFOV van 15cm^2 op een andere plaats gepositioneerd. De reden hiervoor was dat het DFOV kleiner is dan de gehele omvang van het RANDO® Phantom⁹. De ROI kon hierdoor niet aan de buitenrand van het fantoom geplaatst worden. Voor alle beelden met een DFOV van 15cm^2 is deze ROI wel steeds op dezelfde plaats gepositioneerd. Hierdoor is de analyse voor ROI2 in een DFOV van 15cm^2 toch betrouwbaar gebleven.

De SD in botweefsel (ROI3) is beduidend hoger dan de SD van ROI's in weefsel. Dit heeft te maken met de hoogte van de HU in botweefsel. Dit heeft geen nadelig effect gehad op de analyse, omdat de analyse per ROI is uitgevoerd.

Schaalverdeling blind onderzoek

In dit onderzoek is gekozen voor een vijfpuntsschaal. Hierdoor lagen scores soms dicht bij elkaar. Een zeven- of negenpuntsschaal zou meer spreiding geven in resultaten en wellicht een betrouwbaardere conclusie met zich meebrengen.

Volgorde onderzoek

De uitvoering van de blinde beoordeling is per groep (goudmarkers, goudmarkers met MDT en polymarkers) uitgevoerd. Doordat per groep de beelden zijn bekeken werd pas na het beoordelen van goudmarkers bekend wat de invloed van MDT is. Hierna werden beelden met polymarkers beoordeeld. Iedere groep levert geheel andere beelden op. De beoordelaar werd plots op andere gedachten gebracht na het zien van een andere groep. Een beeld wat bij goudmarkers bijvoorbeeld een score 4 had gekregen voor artefacten zou achteraf misschien een 5 hebben gehad, omdat in vergelijking met MDT, het beeld minder artefacten vertoonde. Dit had voorkomen kunnen worden door alle beelden in willekeurige volgorde in beeld te brengen. Dit heeft mogelijk een nadelig effect gehad op de blinde beoordeling.

Open beoordeling

Het toevoegen van een open beoordeling heeft een positief effect gehad op de resultaten omdat in één oogopslag de invloed per parameter zichtbaar werd.

Externe validiteit

Fantoom

Het gebruikte fantoom (RANDO® Phantom⁹) is een antropomorf. Dit betekent dat benadering met het menselijk lichaam is geoptimaliseerd. Het fantoom bestaat uit verschillende structuren, namelijk botweefsel en weefsel dat een samenstelling heeft vergelijkbaar met de samenstelling van spieren, lichaamsvet en vloeistoffen. Er zijn echter geen weefsels te onderscheiden binnen het fantoom zoals, prostaat, blaas en dergelijke. Het gebruikte fantoom was in het bezit van het ZRTI. Het aanschaffen of huren van een fantoom met een samenstelling dat meer lijkt op het menselijk lichaam zou extra kosten met zich meebrengen en in geval van huren het onderzoek kunnen belemmeren in verband met huurtijd.

Met behulp van het RANDO® Phantom⁹ kan voor een gemiddeld persoon een betrouwbare conclusie worden getrokken. De verschillende omvang van patiënten is buiten beschouwing gelaten. In de praktijk zou de omvang van de patiënt invloed kunnen hebben op de instelling van kV, pitch en DFOV

die nodig is om streak- en beamhardeningartefacten te verminderen en contrastresolutie te verbeteren.

4.4 Professionele relevantie

Wanneer men in de praktijk over wil gaan op het gebruik van polymarkers zal nagegaan moeten worden wat de toxische effecten van polymarkers zijn op het menselijk lichaam. Daarnaast zullen de kosten voor polymarkers berekend en vergeleken moeten worden met goudmarkers. Het onderzoek is niet uitgevoerd op patiënten. Aangezien een betrouwbaar fantoom is gebruikt, zullen de optimale instellingen voor kV, pitch en DFOV bij het scannen van patiënten ongeveer gelijk zijn aan de in het onderzoek gevonden waarden, zeker als het gaat om reductie van streak- en beamhardeningartefacten.

4.5 Suggesties vervolg- of heronderzoek

- Het onderzoek kan geoptimaliseerd worden door andere waarden voor kV, pitch en DFOV in te stellen op het CT systeem.
- De gekwantificeerde beoordeling met behulp van ROI's kan verbeterd worden door een softwareprogramma te gebruiken waarbij op verschillende beelden even grote ROI's op exact de zelfde plaats gepositioneerd kunnen worden.
- Wanneer het onderzoek herhaald wordt zou gekozen kunnen worden voor een zeven- of negenpuntsschaal bij de blinde beoordeling, zodat de betrouwbaarheid verbeterd wordt.
- Wanneer het onderzoek herhaald wordt is het verstandig om tijdens de blinde beoordeling alle beelden willekeurig af te beelden. Hiermee wordt bedoeld dat beelden met goudmarkers, goudmarkers met MDT en polymarkers elkaar afwisselen.
- Om het onderzoek te optimaliseren zou de methode toegepast kunnen worden op een fantoom met menselijke organen waarbij structuren als prostaat, blaas, anus, rectum en dergelijke zichtbaar zijn binnen het CT beeld. Een vervolgonderzoek zou dan kunnen zijn, het intekenen van het CTV bij CT beelden met polymarkers.
- Met een vervolgstudie kan worden aangetoond met welke kV, pitch en DFOV polymarkers optimaal in beeld te brengen zijn bij een verschillende omvang van patiënten. Als referentieprotocol kan het in dit onderzoek geformuleerde protocol worden gebruikt.

5. Conclusie en aanbevelingen

5.1 Conclusie

Verlaging van kV en pitch, verhoging van DFOV en gebruik van MDT zorgt voor verlaging van streak- en beamhardeningartefacten bij gebruik van goudmarkers. Daarnaast geldt voor goudmarkers dat verlaging van pitch, verhoging van kV en DFOV zonder gebruik van MDT de contrastresolutie verbeteren.

Goudmarkers kunnen optimaal gescand worden met een instelling van 140kV, een pitch kleiner dan 1 en een DFOV van 50cm² of 65cm², zonder gebruik van MDT.

De contrastresolutie en metaalartefactreductie zijn optimaal bij gebruik van polymarkers. Gebleken is dat polymarkers optimaal in beeld te brengen zijn met behulp van de parameters uit het referentieprotocol.

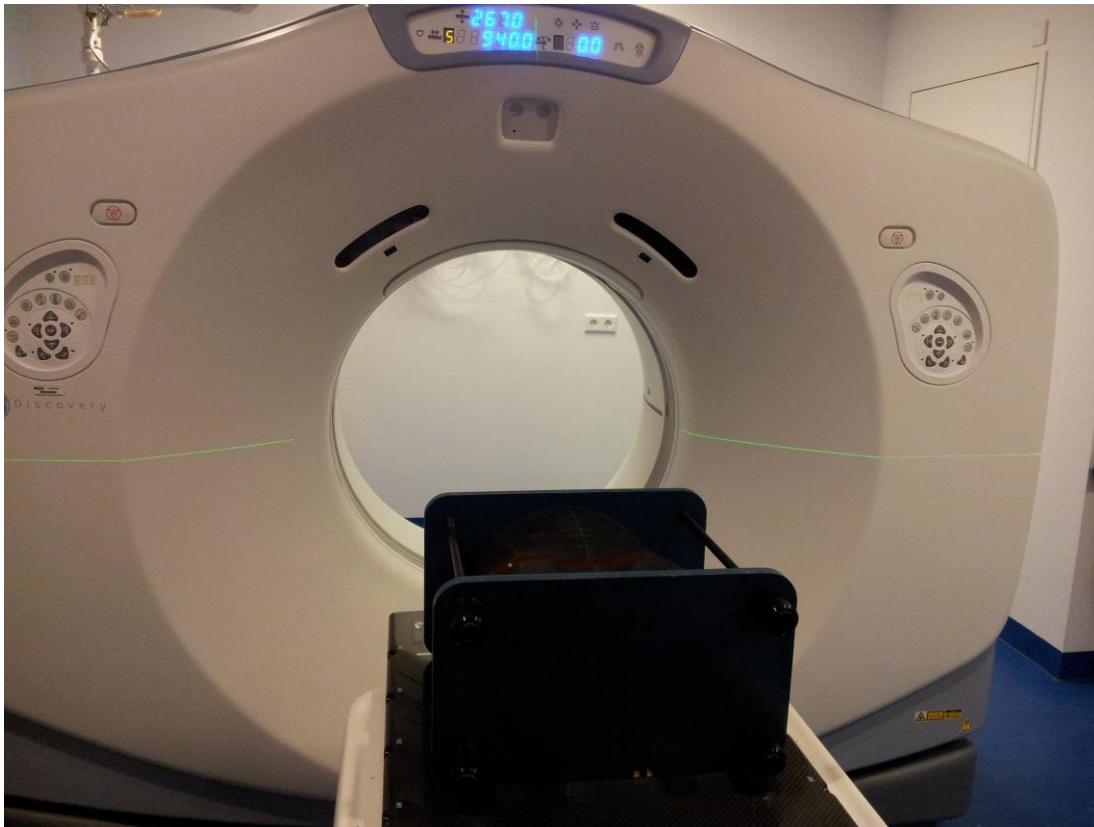
5.2 Aanbevelingen

- Aanbevolen wordt om polymarkers te gebruiken in plaats van goudmarkers. Bij een instelling hoger dan 80kV zijn streak- en beamhardeningartefacten ontstaan uit de roestvrijstalen kern totaal gereduceerd. De contrastresolutie is optimaal. Zelfs het gebied tussen de markers verliest geen contrastresolutie. Alle kleine details zijn waarneembaar. De scans kunnen worden uitgevoerd door middel van de instelwaarden vanuit het referentieprotocol. Wel moet onderzocht worden wat de toxische effecten en kosten zijn voor het gebruik van polymarkers.
- Indien toch met goudmarkers gescand wordt, wordt aangeraden gebruik te maken van een instelling van 140 kV en een pitch kleiner dan 1. Deze instelling leidt tot reductie van streak- en beamhardeningartefacten en een optimale contrastresolutie. Een DFOV van 50cm² of 65cm² kan gekozen worden om tot een optimaal CT beeld te komen.
- Afgeraden wordt om softwareprogramma MDT te gebruiken bij patiënten met goudmarkers. Dit softwareprogramma reduceert streak- en beamhardeningartefacten, maar leidt daarnaast tot nieuwe artefacten vanuit het botweefsel. Gebruik van MDT resulteert in een vertekend beeld, vooral in het gebied tussen de goudmarkers.

Literatuurlijst

1. Van de Velde C, van Krieken J, de Mulder P, Vermorken J. Oncologie. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2005.
2. Naranjo V, Lloréns R, Alcañiz M, López-Mir F. Metal artifact reduction in dental CT images using polar mathematical morphology. Computer methods and programs in biomedicine. 2011; 102: 64-74.
3. ZRTI. Goudmarkers. [Internet]. Gezien op 11 maart 2012: <http://www.zrti.nl/radiotherapie/de-bestraaling-1/bestralingsbehandeling/bestraaling-prostaat-uitwendig/goudmarkers.htm>
4. Hakkert M, Tempelman G, Dam T, Dol-Jansen J, Geers-van Gemeren S. Computertomografie Techniek, onderzoek en stralingshygiëne. Amsterdam: Elsevier Gezondheidszorg; 2010.
5. Stradiotti P, Curti A, Castellazzi G, Zerbi A. Metal-related artifacts in instrumented spine. Techniques for reducing artifacts in CT and MRI: state of the art. European Spine Journal, 2009 juni;18: 102-108.
6. Lee YH, Park KK, Song HT, Kim S, Suh, JS. Metal artefact reduction in gemstone spectral imaging dual-energy CT with and without metal artefact reduction software. European Radiology. 2012 februari 4; 22: 1331-1340.
7. Boas F. Iterative reduction of artifacts in computed tomography images using forward projection and an edge-preserving blur filter. California: Burlingame; 31 juli 2012.
8. Abboud F, Scalliet P, Vynckier S. An experimental palladium-103 seed (OptiSeed^{exp}) in a biocompatible polymer without a gold marker: Characterization of dosimetric parameters including the interseed effect. Brussels: Medical Physics; 2008 november;vol35,no12: 5841-5850.
9. Lanzl, L.H. The RANDO® Phantom and its medical applications. Chicago, Illinois: Department of Radiology The University of Chicago; 1995.
10. The Suremark Company. Precision Skin Marking and Labeling Systems [Internet] . 2013, gezien op 8 april 2013: <http://www.suremark.com/catalog/ct-mark>

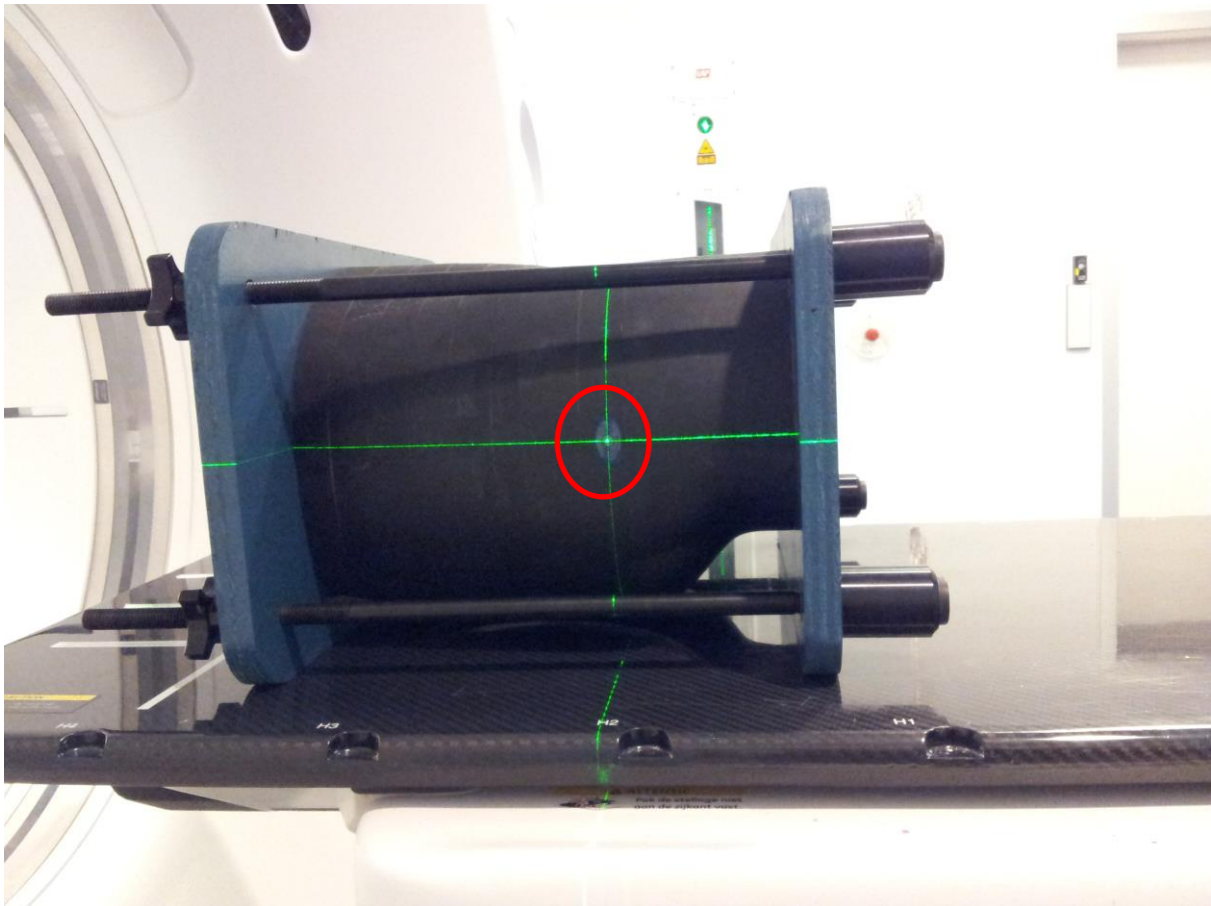
Bijlage I: Positionering fantoom



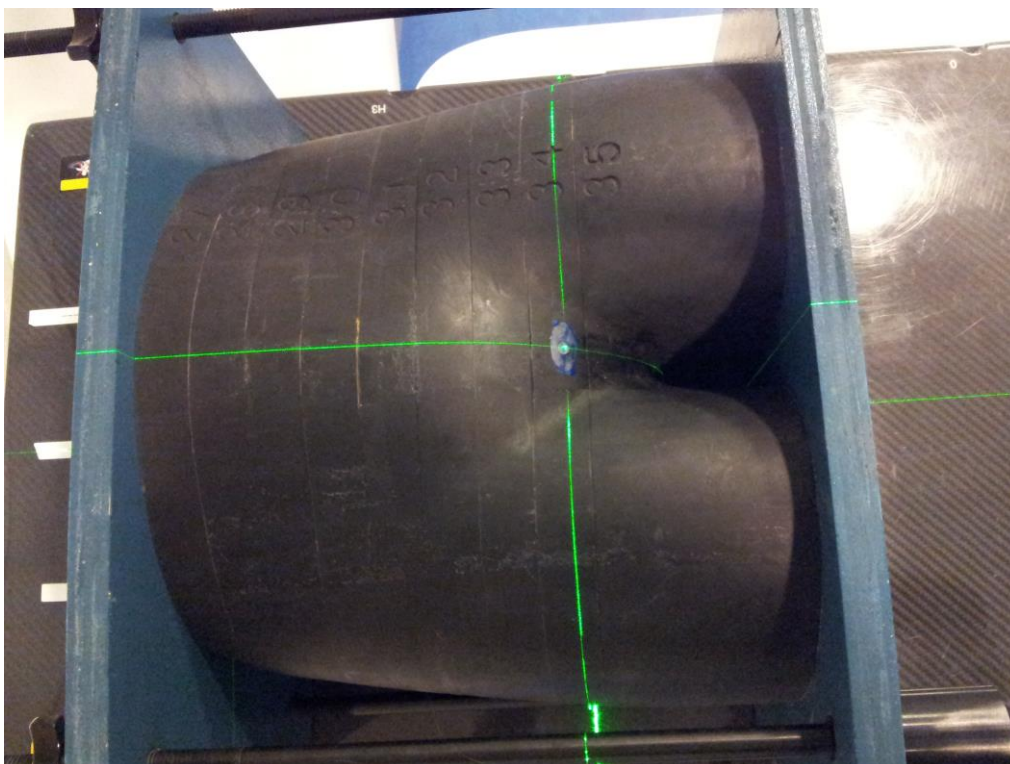
Figuur 4 Opstelling experimenten



Figuur 5 Positielat op plaats H4 van de scantafel

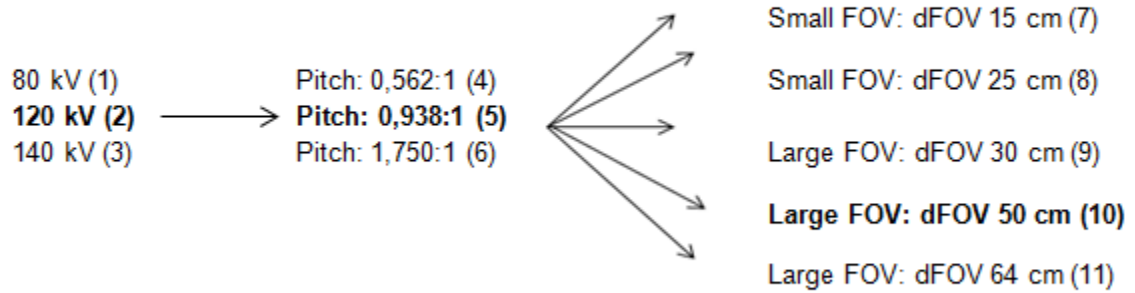


Figuur 6 Zijaanzicht RANDO® Phantom met suremark. Plaatsbepaling middels laserlijnen.



Figuur 7 Bovenaanzicht. Plak 27 t/m 35 RANDO® Phantom met suremark. Plaatsbepaling middels laserlijnen.

Bijlage II: Scanvolgorde



Testpatiënten en scanvolgorde

- De dikgedrukte parameters zijn gescand met behulp van het referentieprotocol (MAR met serienummer 25)
- De nummers in de kolom “scanvolgorde” zijn dezelfde nummers die hierboven in de figuur zijn weergegeven.
- Het fantoom wordt voor het experiment “goudmarkers met Metal Deletion Technique (MDT)” niet opnieuw gescand. Hierbij wordt alleen de MDT toegepast.

Goudmarkers (met en zonder MDT)

Naam test patiënt	Serie nr.	Scan volgorde	Naam test patiënt	Serie nr.	Scan volgorde
MAR1	2	1,4,7	MAR1	25	2,5,10
MAR1	3	1,4,8	MAR1	26	2,5,11
MAR1	4	1,4,9	MAR1	27	2,6,7
MAR1	5	1,4,10	MAR1	28	2,6,8
MAR1	6	1,4,11	MAR1	29	2,6,9
MAR1	7	1,5,7	MAR1	30	2,6,10
MAR1	8	1,5,8	MAR1	31	2,6,11
MAR1	9	1,5,9	MAR1	32	3,4,7
MAR1	10	1,5,10	MAR1	33	3,4,8
MAR1	11	1,5,11	MAR1	34	3,4,9
MAR1	12	1,6,7	MAR1	35	3,4,10
MAR1	13	1,6,8	MAR1	36	3,4,11
MAR1	14	1,6,9	MAR1	37	3,5,7
MAR1	15	1,6,10	MAR1	38	3,5,8
MAR1	16	1,6,11	MAR1	39	3,5,9
MAR1	17	2,4,7	MAR1	40	3,5,10
MAR1	18	2,4,8	MAR1	41	3,5,11
MAR1	19	2,4,9	MAR1	42	3,6,7
MAR1	20	2,4,10	MAR1	43	3,6,8
MAR1	21	2,4,11	MAR1	44	3,6,9
MAR1	22	2,5,7	MAR1	45	3,6,10
MAR1	23	2,5,8	MAR1	46	3,6,11
MAR1	24	2,5,9	MAR1		

Polymarkers

Naam testpatiënt	Serie nr.	scan volgorde	Naam testpatiënt	Serie nr.	scan volgorde
MAR2	2	1,4,7	MAR2	25	2,5,10
MAR2	3	1,4,8	MAR2	26	2,5,11
MAR2	4	1,4,9	MAR2	27	2,6,7
MAR2	5	1,4,10	MAR2	28	2,6,8
MAR2	6	1,4,11	MAR2	29	2,6,9
MAR2	7	1,5,7	MAR2	30	2,6,10
MAR2	8	1,5,8	MAR2	31	2,6,11
MAR2	9	1,5,9	MAR2	32	3,4,7
MAR2	10	1,5,10	MAR2	33	3,4,8
MAR2	11	1,5,11	MAR2	34	3,4,9
MAR2	12	1,6,7	MAR2	35	3,4,10
MAR2	13	1,6,8	MAR2	36	3,4,11
MAR2	14	1,6,9	MAR2	37	3,5,7
MAR2	15	1,6,10	MAR2	38	3,5,8
MAR2	16	1,6,11	MAR2	39	3,5,9
MAR2	17	2,4,7	MAR2	40	3,5,10
MAR2	18	2,4,8	MAR2	41	3,5,11
MAR2	19	2,4,9	MAR2	42	3,6,7
MAR2	20	2,4,10	MAR2	43	3,6,8
MAR2	21	2,4,11	MAR2	44	3,6,9
MAR2	22	2,5,7	MAR2	45	3,6,10
MAR2	23	2,5,8	MAR2	46	3,6,11
MAR2	24	2,5,9	MAR2		

Bijlage III: Beoordelingsformulier blinde beoordeling

1. Goudmarkers – Artefacten

Naam test patiënt	Serie nr.	Artefacten									
		Streakartefacten*					Beamhardening artefacten**				
		Geen (1)	Heel weinig (2)	Weinig (3)	Veel (4)	Heel veel (5)	Geen (1)	Heel weinig (2)	Weinig (3)	Veel (4)	Heel veel (5)
MAR1	2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	5	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	6	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	7	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	8	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	9	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	10	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	11	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	12	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	13	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	14	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	15	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	16	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	17	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	18	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	19	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	20	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	21	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	22	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	23	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	24	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	25	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	26	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	27	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	28	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	29	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	30	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	31	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	32	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	33	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	34	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	35	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	36	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	37	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	38	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	39	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	41	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	42	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	43	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	44	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	45	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	46	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

2. Goudmarkers - Contrastresolutie

		Beeldkwaliteit									
Naam test patiënt	Serie nr.	Weefsels zijn te onderscheiden					Structuren zijn homogeen				
		Zeer goed (1)	Goed (2)	Redelijk (3)	Slecht (4)	Zeer slecht (5)	Zeer goed (1)	Goed (2)	Redelijk (3)	Slecht (4)	Zeer slecht (5)
MAR1	2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	5	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	6	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	7	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	8	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	9	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	10	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	11	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	12	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	13	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	14	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	15	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	16	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	17	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	18	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	19	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	20	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	21	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	22	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	23	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	24	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	25	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	26	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	27	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	28	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	29	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	30	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	31	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	32	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	33	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	34	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	35	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	36	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	37	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	38	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	39	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	41	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	42	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	43	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	44	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	45	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	46	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

3. Goudmarkers + Metal Deletion Technique (MDT) – Artefacten

Naam test patiënt	Serie nr.	Artefacten									
		Streakartefacten*					Beamhardening artefacten**				
		Geen (1)	Heel weinig (2)	Weinig (3)	Veel (4)	Heel veel (5)	Geen (1)	Heel weinig (2)	Weinig (3)	Veel (4)	Heel veel (5)
MAR1	2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	5	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	6	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	7	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	8	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	9	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	10	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	11	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	12	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	13	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	14	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	15	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	16	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	17	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	18	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	19	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	20	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	21	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	22	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	23	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	24	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	25	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	26	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	27	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	28	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	29	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	30	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	31	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	32	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	33	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	34	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	35	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	36	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	37	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	38	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	39	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	41	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	42	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	43	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	44	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	45	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	46	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. Goudmarkers + Metal Deletion Technique (MDT) - Contrastresolutie

Naam test patiënt	Serie nr.	Beeldkwaliteit									
		Weefsels zijn te onderscheiden					Structuren zijn homogeen				
		Ze er goed (1)	Goed (2)	Redelijk (3)	Slecht (4)	Ze er slecht (5)	Ze er goed (1)	Goed (2)	Redelijk (3)	Slecht (4)	Ze er slecht (5)
MAR1	2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	5	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	6	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	7	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	8	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	9	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	10	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	11	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	12	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	13	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	14	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	15	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	16	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	17	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	18	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	19	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	20	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	21	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	22	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	23	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	24	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	25	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	26	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	27	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	28	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	29	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	30	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	31	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	32	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	33	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	34	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	35	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	36	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	37	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	38	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	39	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	41	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	42	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	43	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	44	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	45	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR1	46	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

5. Polymarkers - Artefacten

Naam test patiënt	Serie nr.	Artefacten									
		Streakartefacten*					Beamhardening artefacten**				
		Geen (1)	Heel weinig (2)	Weinig (3)	Veel (4)	Heel veel (5)	Geen (1)	Heel weinig (2)	Weinig (3)	Veel (4)	Heel veel (5)
MAR2	2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	5	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	6	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	7	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	8	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	9	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	10	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	11	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	12	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	13	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	14	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	15	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	16	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	17	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	18	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	19	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	20	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	21	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	22	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	23	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	24	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	25	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	26	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	27	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	28	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	29	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	30	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	31	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	32	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	33	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	34	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	35	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	36	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	37	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	38	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	39	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	41	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	42	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	43	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	44	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	45	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	46	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

6. Polymarkers - Contrastresolutie

Naam test patiënt	Serie nr.	Beeldkwaliteit									
		Weefsels zijn te onderscheiden					Structuren zijn homogeen				
		Ze er goed (1)	Goed (2)	Redelijk (3)	Slecht (4)	Ze er slecht (5)	Ze er goed (1)	Goed (2)	Redelijk (3)	Slecht (4)	Ze er slecht (5)
MAR2	2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	5	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	6	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	7	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	8	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	9	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	10	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	11	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	12	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	13	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	14	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	15	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	16	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	17	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	18	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	19	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	20	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	21	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	22	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	23	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	24	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	25	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	26	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	27	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	28	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	29	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	30	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	31	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	32	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	33	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	34	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	35	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	36	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	37	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	38	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	39	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	41	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	42	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	43	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	44	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	45	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
MAR2	46	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Bijlage IV: Beeld weergave open beoordeling

Beeldweergave small sFOV / dFOV 15

Serie 2 80 kV Pitch 0,562:1	Serie 7 80 kV Pitch 0,938:1	Serie 12 80 kV Pitch 1,750:1
Serie 17 120 kV Pitch 0,562:1	Serie 22 120 kV Pitch 0,938:1	Serie 27 120 kV Pitch 1,750:1
Serie 32 140 kV Pitch 0,562:1	Serie 37 140 kV Pitch 0,938:1	Serie 42 140 kV Pitch 1,750:1

Beeldweergave small sFOV / FOV 25

Serie 3 80 kV Pitch 0,562:1	Serie 8 80 kV Pitch 0,938:1	Serie 13 80 kV Pitch 1,750:1
Serie 18 120 kV Pitch 0,562:1	Serie 23 120 kV Pitch 0,938:1	Serie 28 120 kV Pitch 1,750:1
Serie 33 140 kV Pitch 0,562:1	Serie 38 140 kV Pitch 0,938:1	Serie 43 140 kV Pitch 1,750:1

Beeldweergave large sFOV / dFOV 30

Serie 4 80 kV Pitch 0,562:1	Serie 9 80 kV Pitch 0,938:1	Serie 14 80 kV Pitch 1,750:1
Serie 19 120 kV Pitch 0,562:1	Serie 24 120 kV Pitch 0,938:1	Serie 29 120 kV Pitch 1,750:1
Serie 34 140 kV Pitch 0,562:1	Serie 39 140 kV Pitch 0,938:1	Serie 44 140 kV Pitch 1,750:1

Beeldweergave large sFOV / dFOV 50

Serie 5 80 kV Pitch 0,562:1	Serie 10 80 kV Pitch 0,938:1	Serie 15 80 kV Pitch 1,750:1
Serie 20 120 kV Pitch 0,562:1	Serie 25 120 kV Pitch 0,938:1	Serie 30 120 kV Pitch 1,750:1
Serie 35 140 kV Pitch 0,562:1	Serie 40 140 kV Pitch 0,938:1	Serie 45 140 kV Pitch 1,750:1

Beeldweergave large sFOV/ dFOV 65

Serie 6 80 kV Pitch 0,562:1	Serie 11 80 kV Pitch 0,938:1	Serie 16 80 kV Pitch 1,750:1
Serie 21 120 kV Pitch 0,562:1	Serie 26 120 kV Pitch 0,938:1	Serie 31 120 kV Pitch 1,750:1
Serie 36 140 kV Pitch 0,562:1	Serie 41 140 kV Pitch 0,938:1	Serie 46 140 kV Pitch 1,750:1

 Referentie protocol

Na selectie FOV

Selectie dFOV 15	Selectie dFOV 25	Selectie dFOV 30	Selectie dFOV 50	Selectie dFOV 65
---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------

Vergelijking meest geoptimaliseerde beeld met referentie protocol

Selectie dFOV	Referentie beeld
------------------	---------------------

Vergelijking invloed FOV

120kV pitch 0,938:1 dFOV 15	120kV pitch 0,938:1 dFOV 25	120kV pitch 0,938:1 dFOV 30	120kV pitch 0,938:1 dFOV50	120kV pitch 0,938:1 dFOV65
-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

Bijlage V: Beeldweergaves open beoordeling: Vergelijking met MDT aan de hand van referentieprotocol

kV met en zonder MDT

80kV FOV 50 Pitch 0,938:1 zonder MDT	120kV FOV 50 Pitch 0,938:1 zonder MDT	140kV FOV 50 Pitch 0,938:1 zonder MDT
80kV FOV 50 Pitch 0,938:1 met MDT	120kV FOV 50 Pitch 0,938:1 met MDT	140kV FOV 50 Pitch 0,938:1 met MDT

Pitch met en zonder MDT

120kV FOV 50 Pitch 0,562:1 zonder MDT	120kV FOV 50 Pitch 0,938:1 zonder MDT	120kV FOV 50 Pitch 1,750:1 zonder MDT
120kV FOV 50 Pitch 0,562:1 met MDT	120kV FOV 50 Pitch 0,938:1 met MDT	120kV FOV 50 Pitch 1,750:1 met MDT

FOV met en zonder MDT

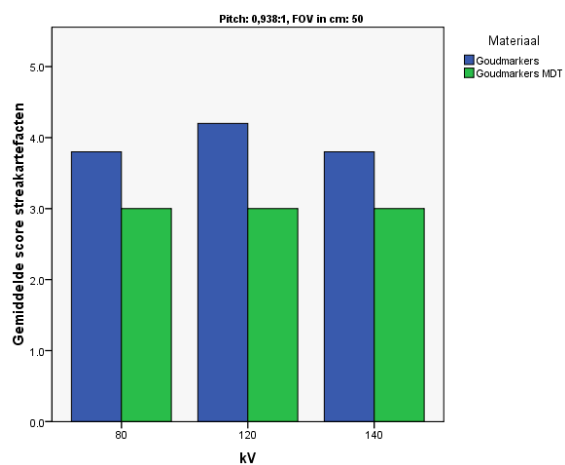
120kV FOV 15 Pitch 0,938:1 zonder MDT	120kV FOV 25 Pitch 0,938:1 zonder MDT	120kV FOV 30 Pitch 0,938:1 zonder MDT	120kV FOV 50 Pitch 0,938:1 zonder MDT	120kV FOV 65 Pitch 0,938:1 zonder MDT
120kV FOV 15 Pitch 0,938:1 met MDT	120kV FOV 25 Pitch 0,938:1 met MDT	120kV FOV 30 Pitch 0,938:1 met MDT	120kV FOV 50 Pitch 0,938:1 met MDT	120kV FOV 65 Pitch 0,938:1 met MDT

Bijlage VI Resultaten in staafdiagrammen

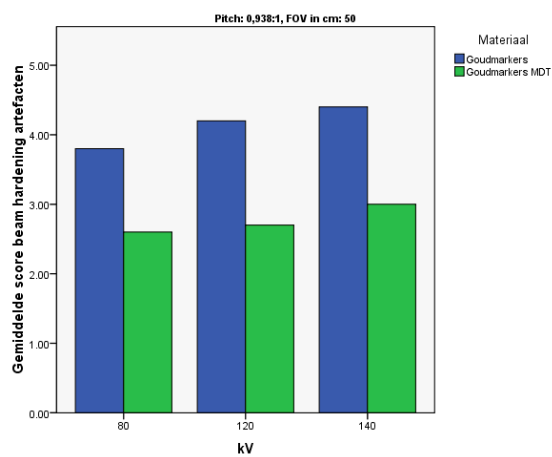
1. Goudmarkers – Artefacten

Streakartefacten

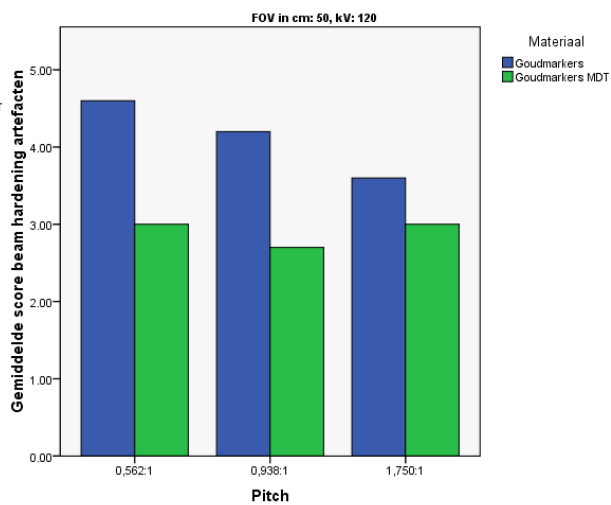
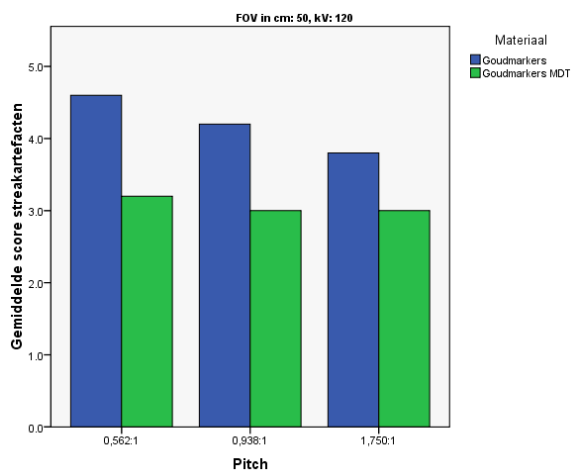
a. kV



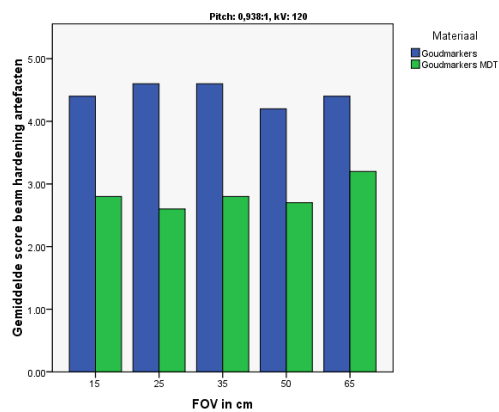
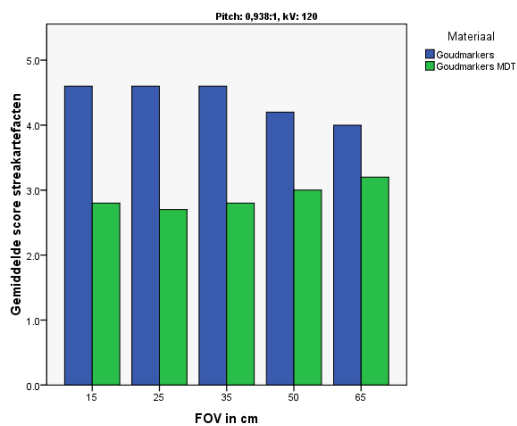
Beamhardeningartefacten



b. Pitch



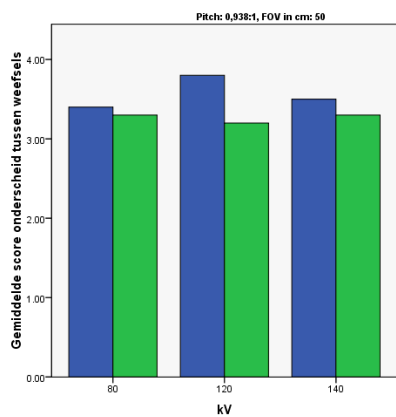
c. DFOV



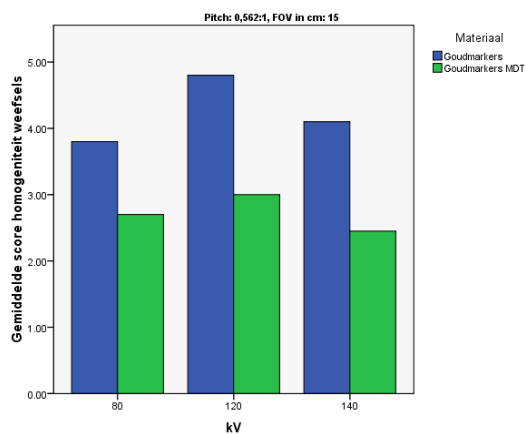
2. Goudmarkers – Contrastresolutie

Onderscheid tussen weefsels

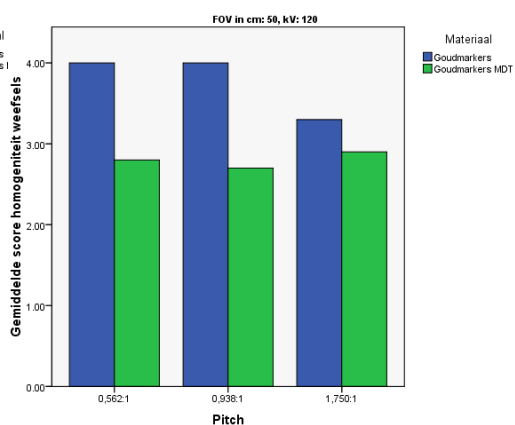
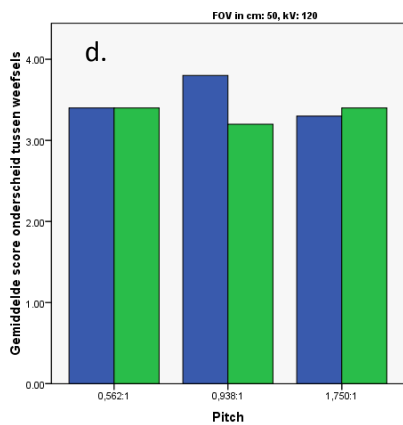
a. kV



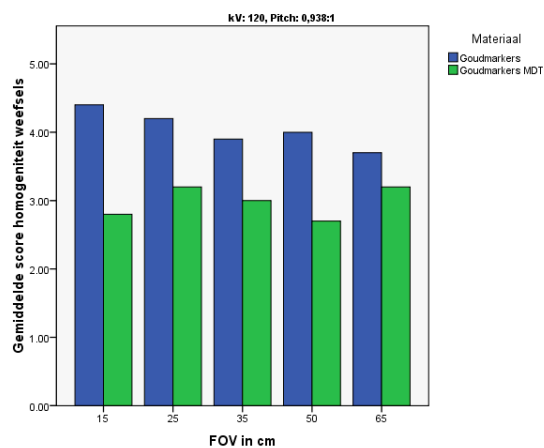
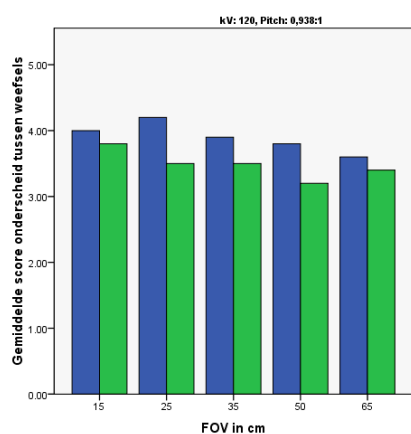
Homogeniteit weefsels



c. Pitch



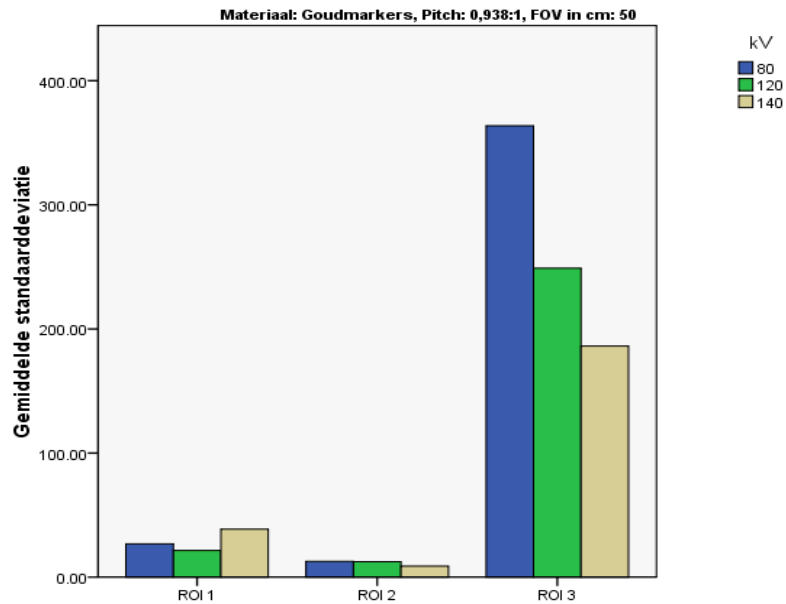
e. DFOV



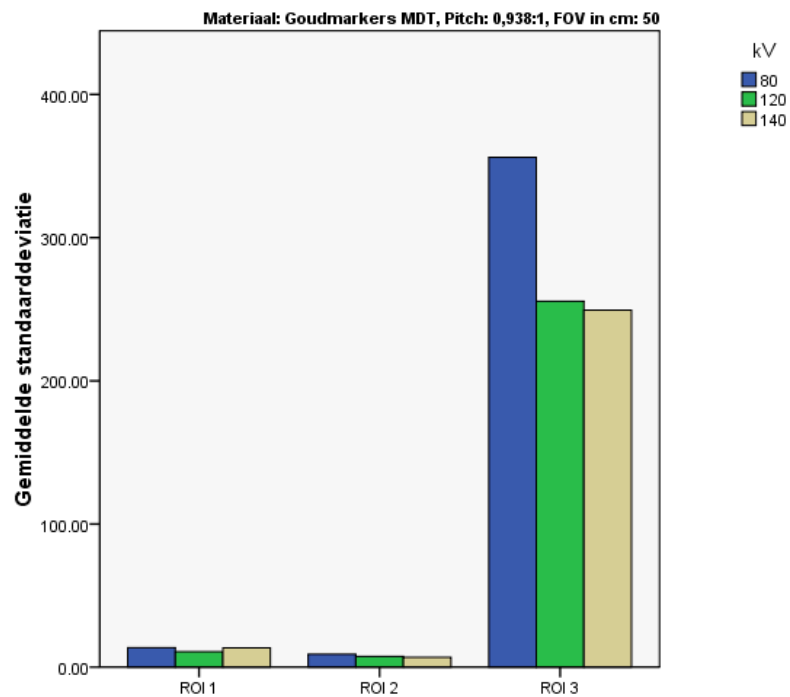
3. Goudmarkers - Standaard Deviatie (ROI's)

a. kV

Goudmarkers

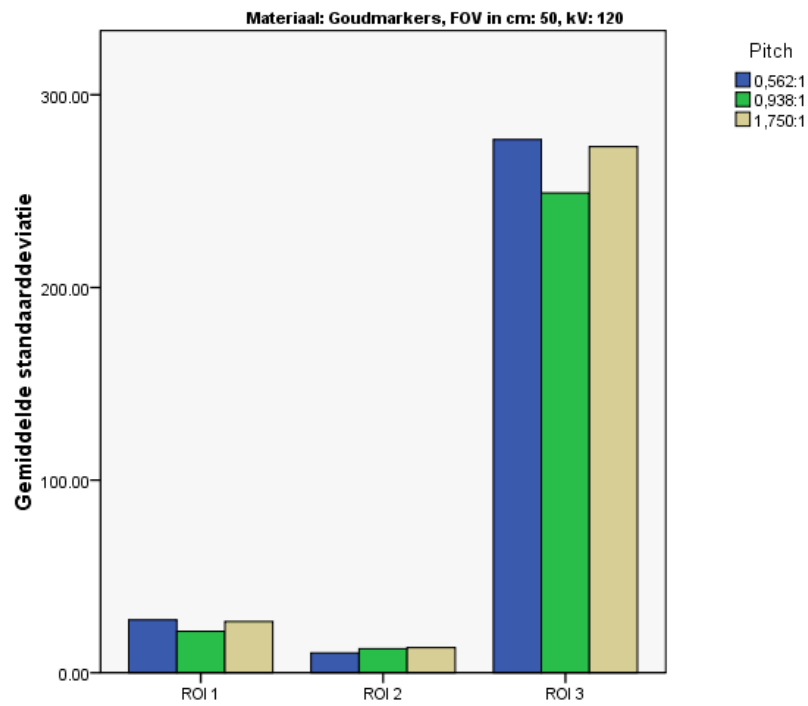


Goudmarkers + MDT

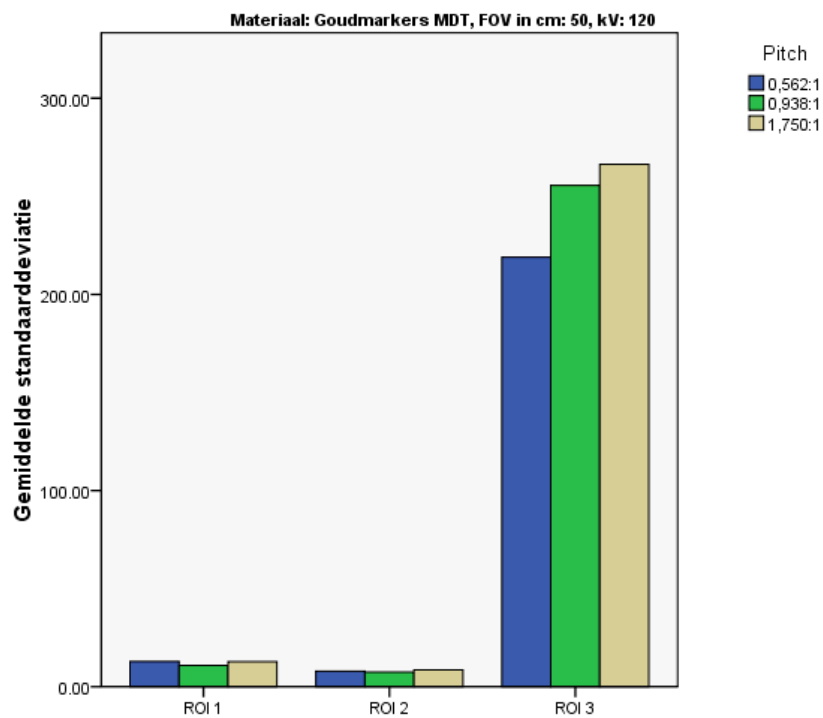


b. Pitch

Goudmarkers

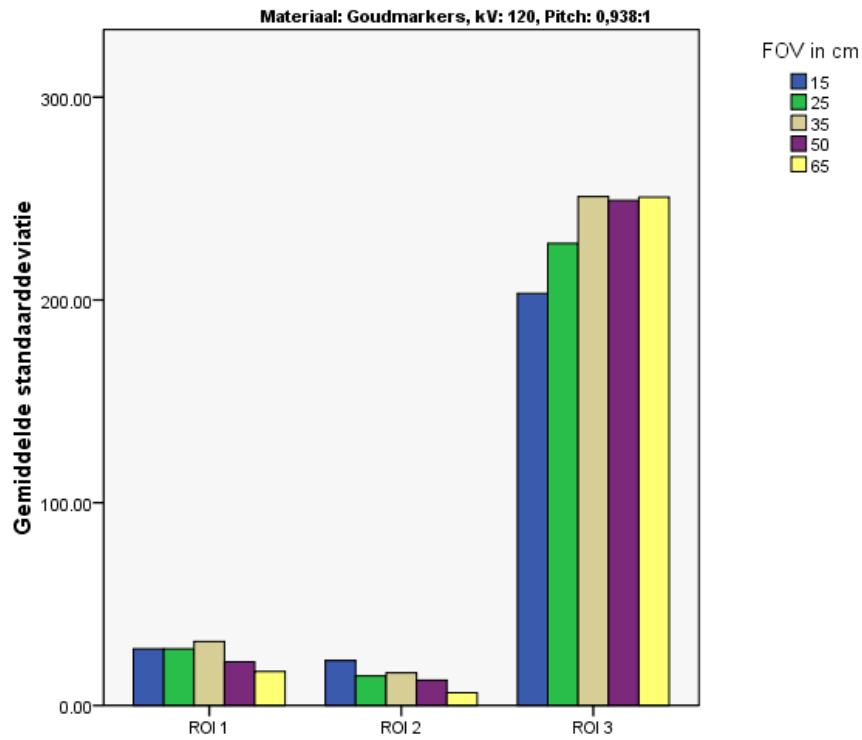


Goudmarkers + MDT

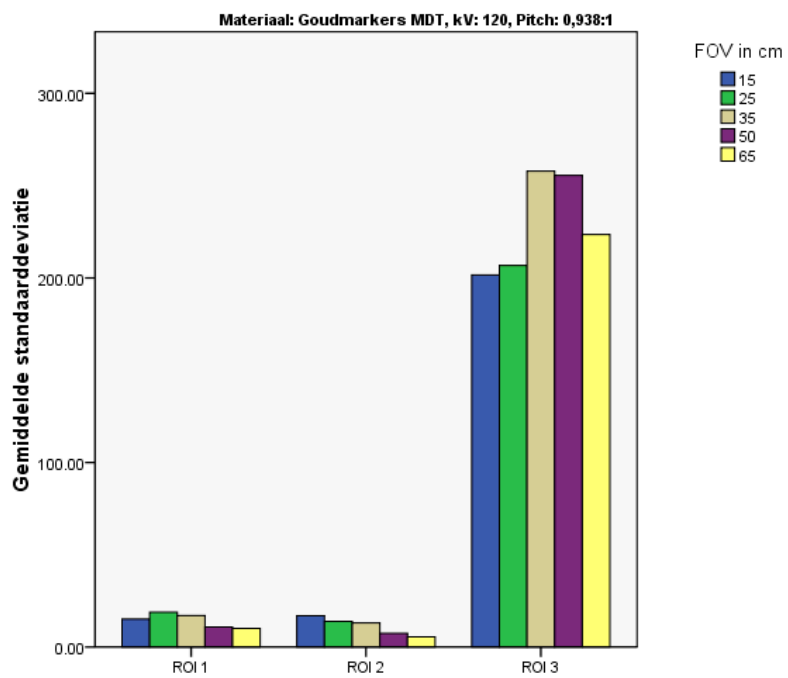


c. DFOV

Goudmarkers



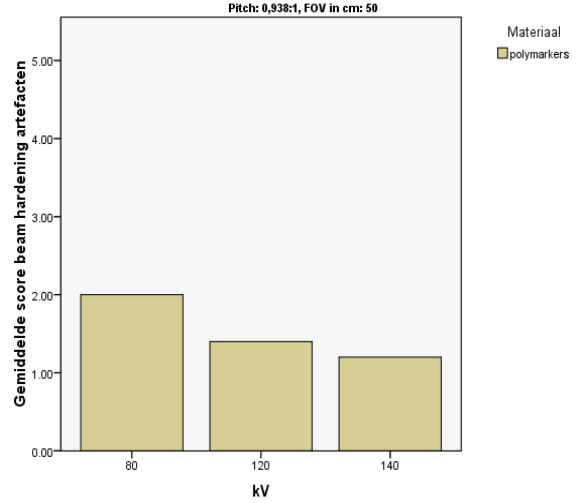
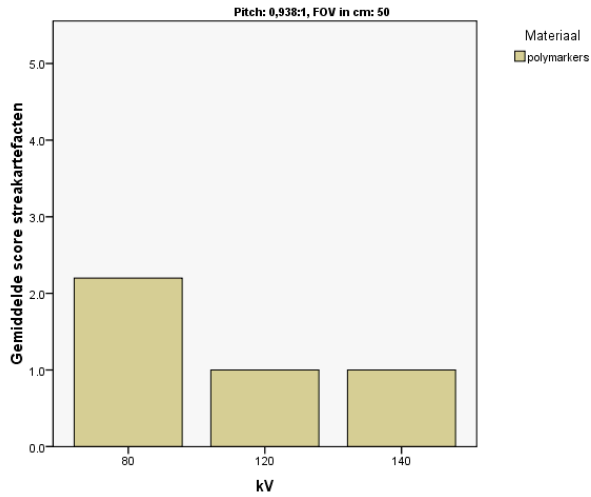
Goudmarkers + MDT



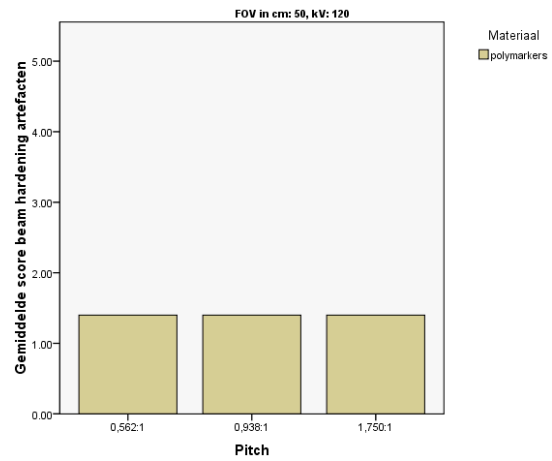
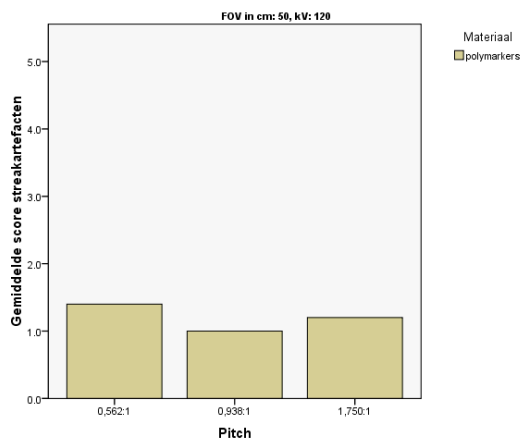
4. Polymarkers - Artefacten

Streakartefacten

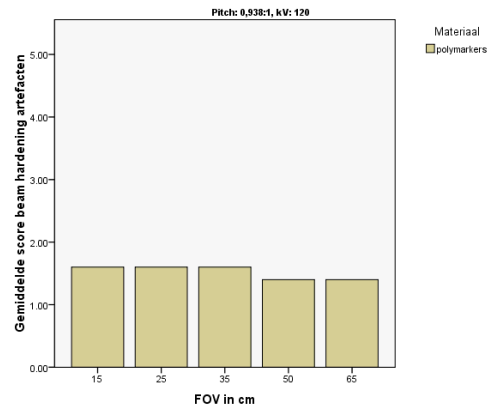
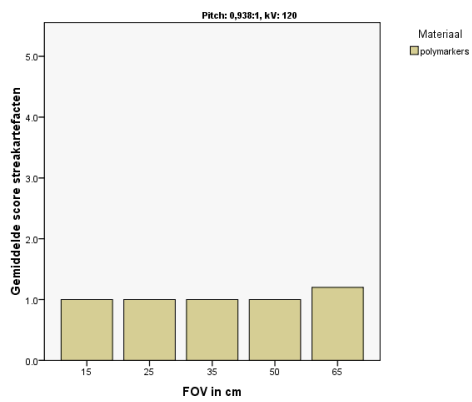
a. kV



b. Pitch



c. DFOV

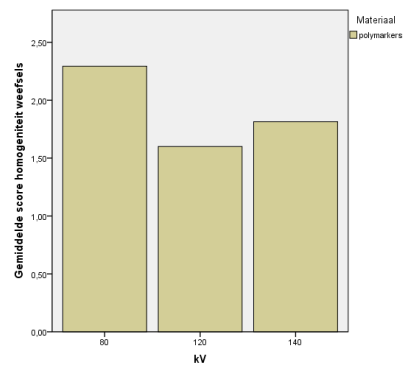
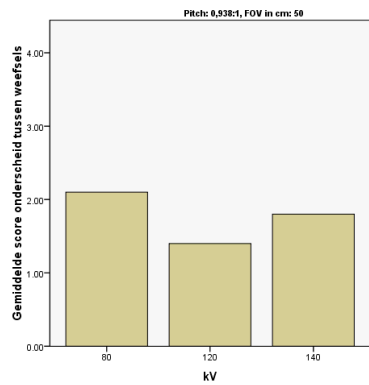


5. Polymarkers - Contrastresolutie

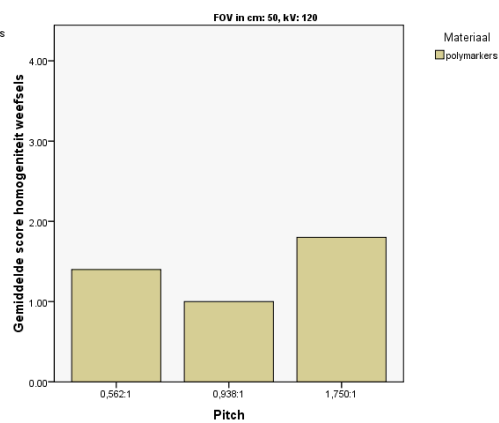
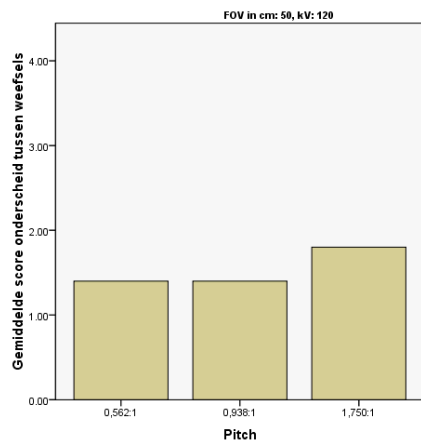
Onderscheid tussen weefsels

Homogeniteit weefsels

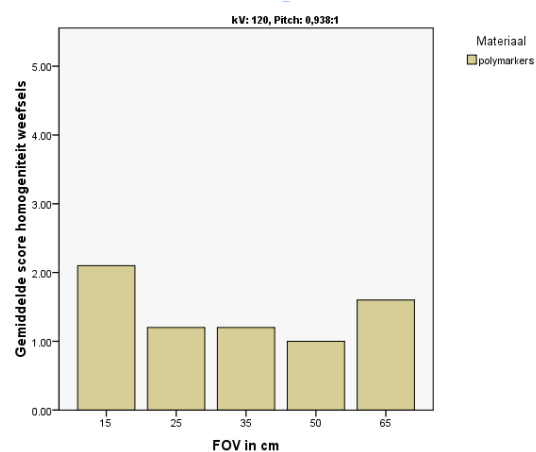
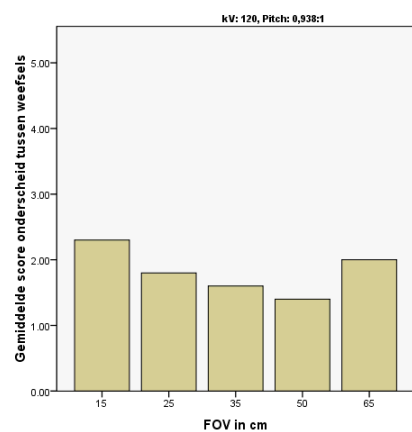
a. kV



b. Pitch

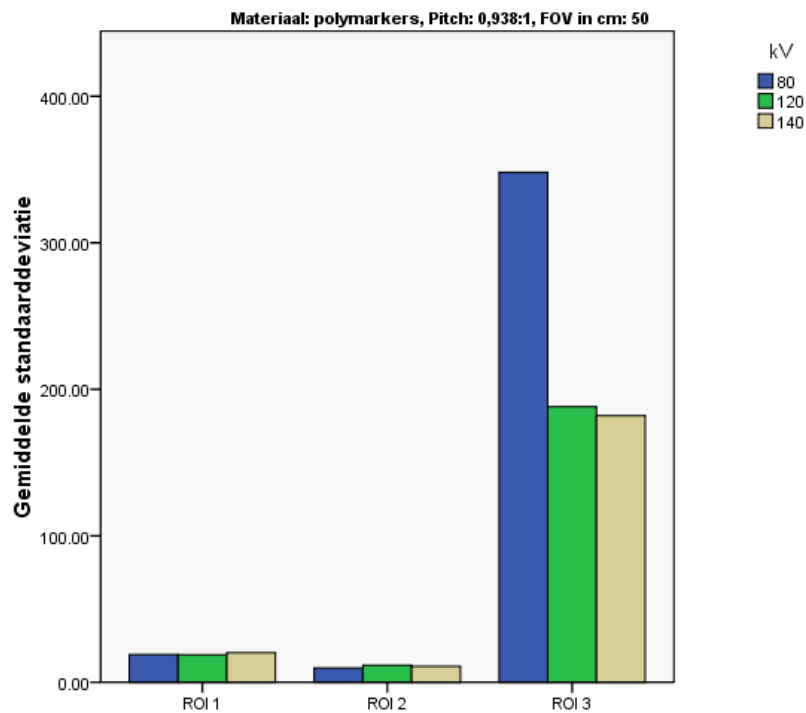


c. DFOV

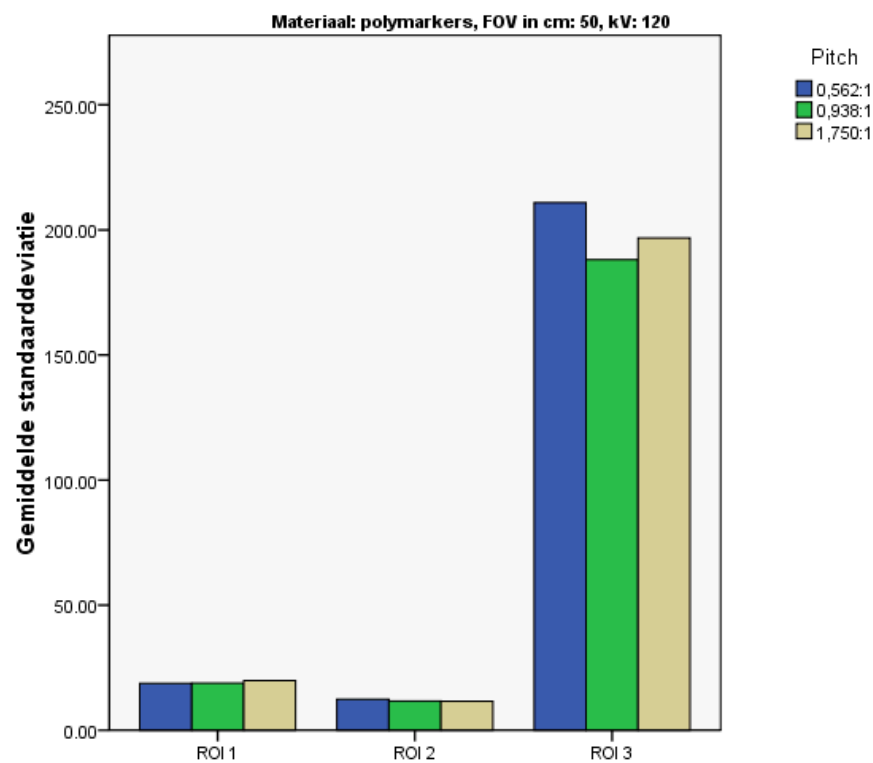


6. Polymarkers - Standaard Deviatie (ROI's)

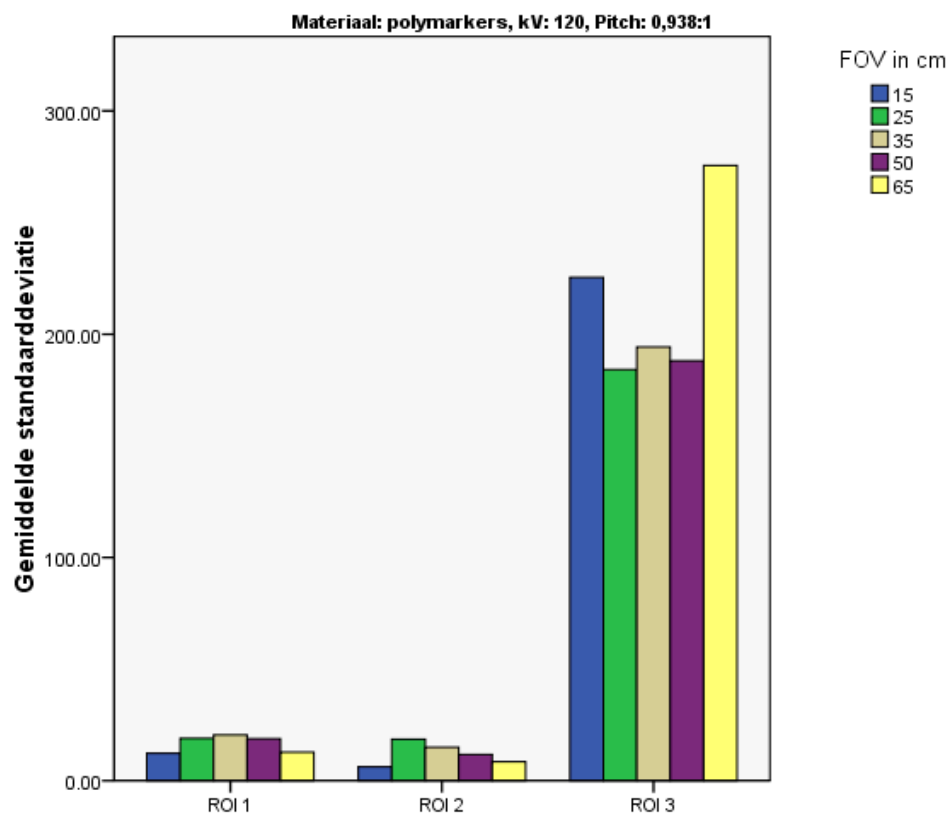
a. kV



b. Pitch



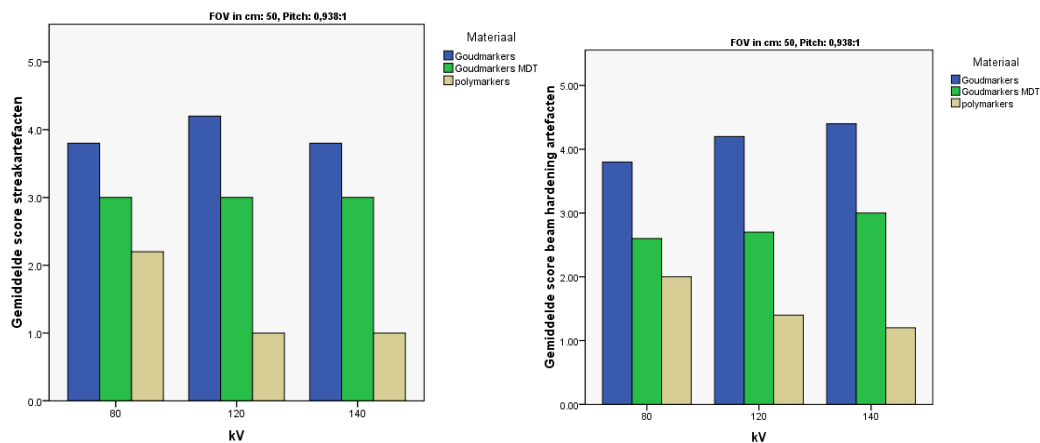
c. DFOV



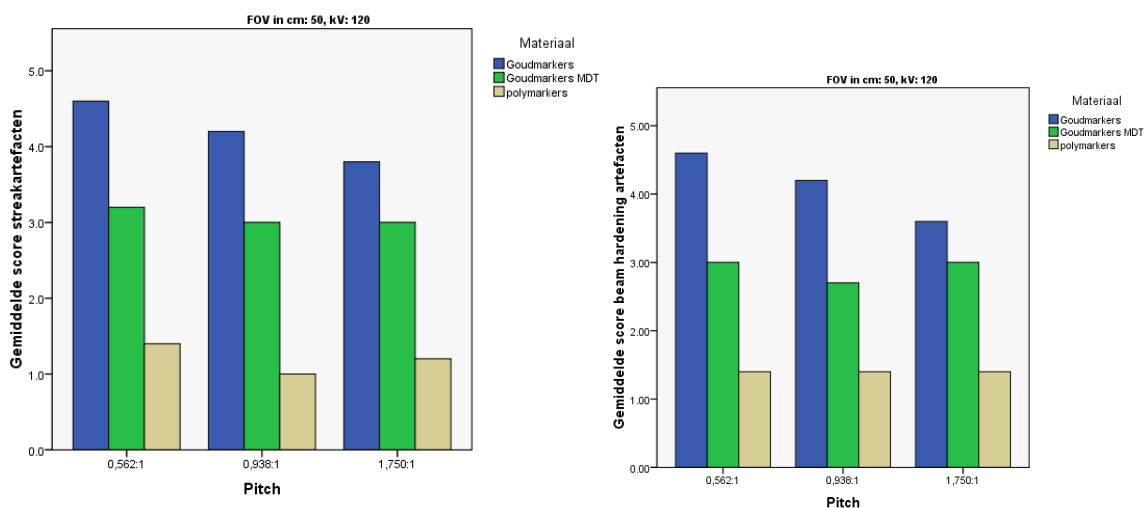
7. Vergelijking goudmarkers en polymarkers

7.1 Streakartefacten en beamhardeningartefacten

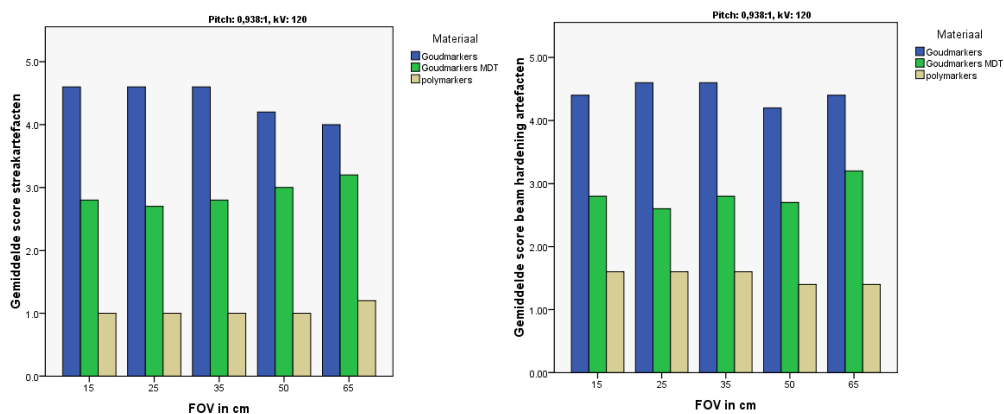
a. kV



b. Pitch



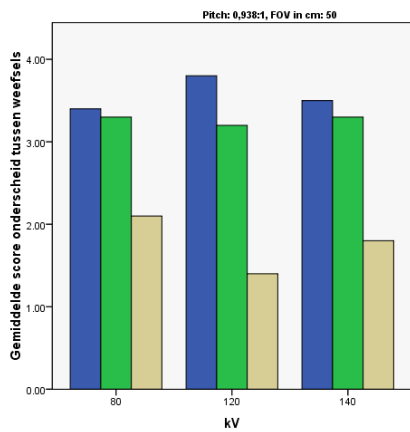
c. DFOV



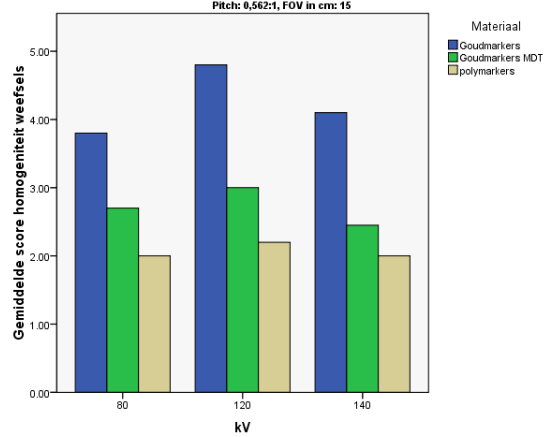
8.2 Contrastresolutie

Onderscheid tussen weefsels

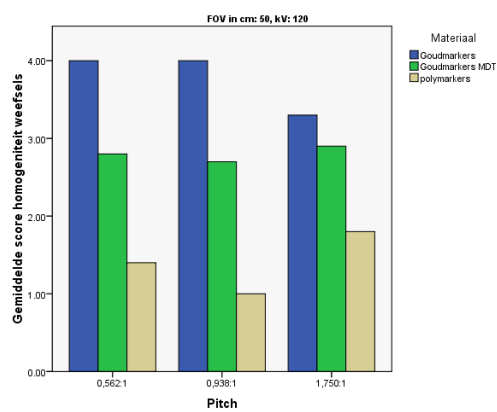
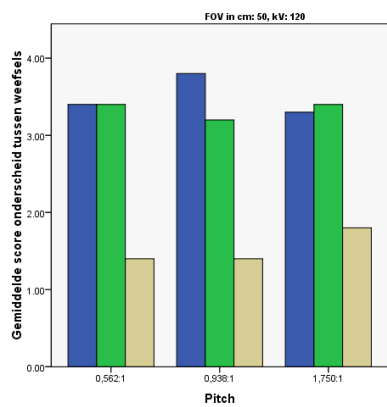
a. kV



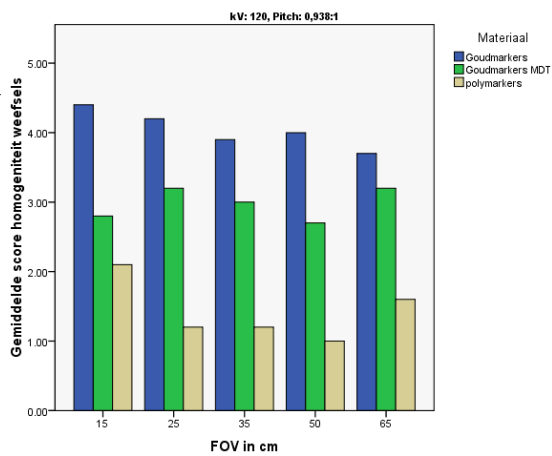
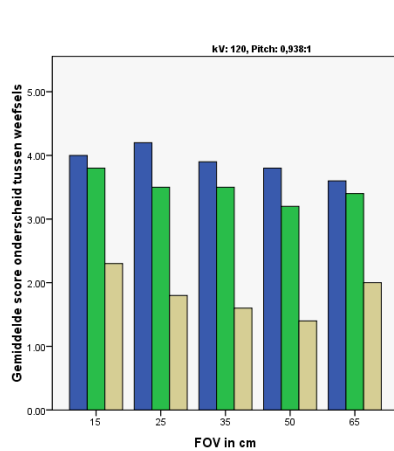
Homogeniteit weefsels



b. Pitch



c. DFOV

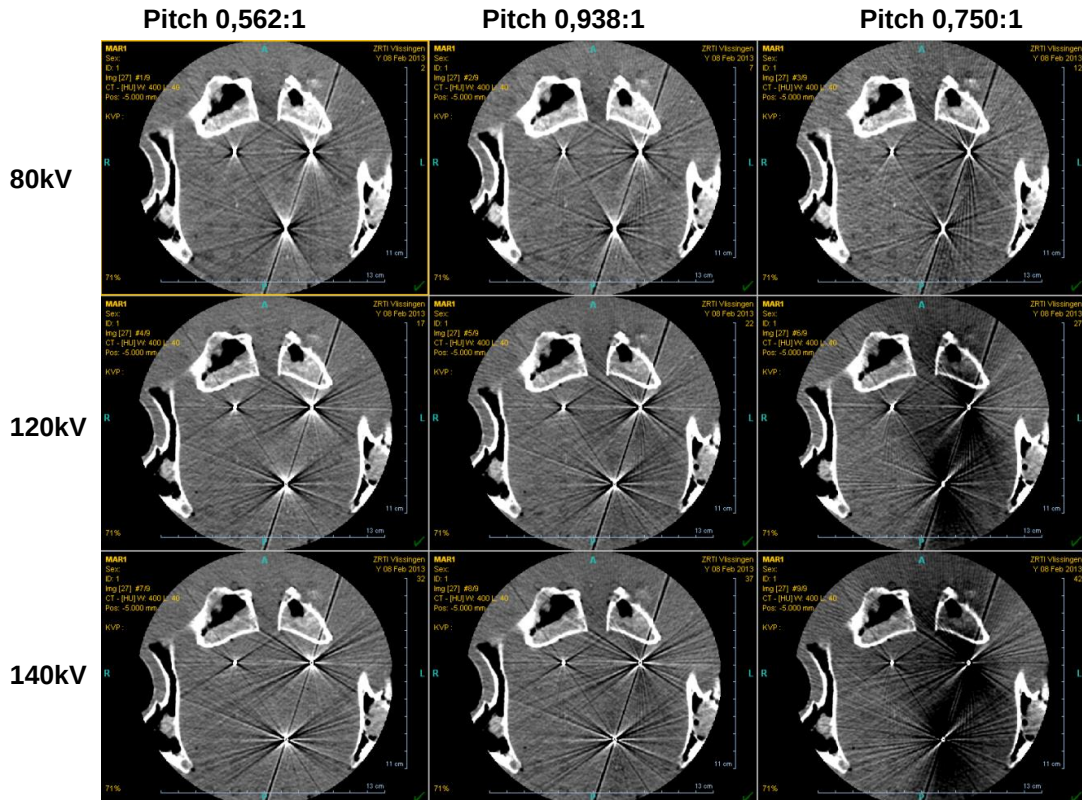


Bijlage VII Beeldweergaves open beoordeling

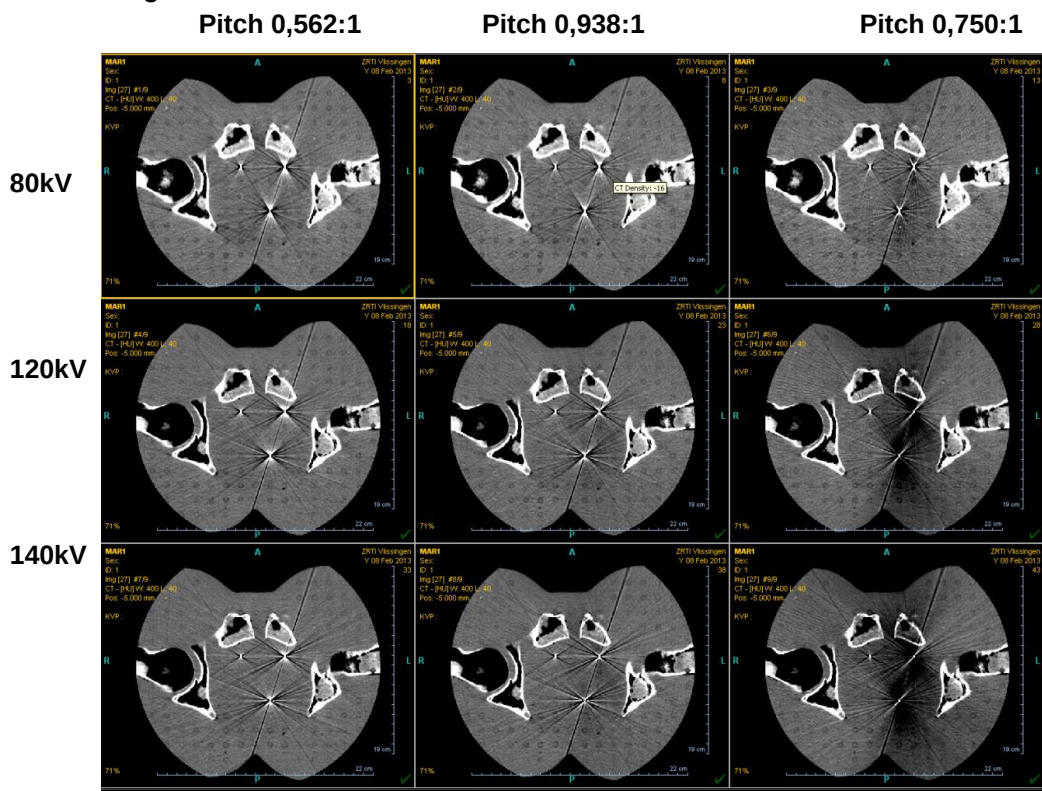
Beeldweergaves open beoordeling

1. Goudmarkers

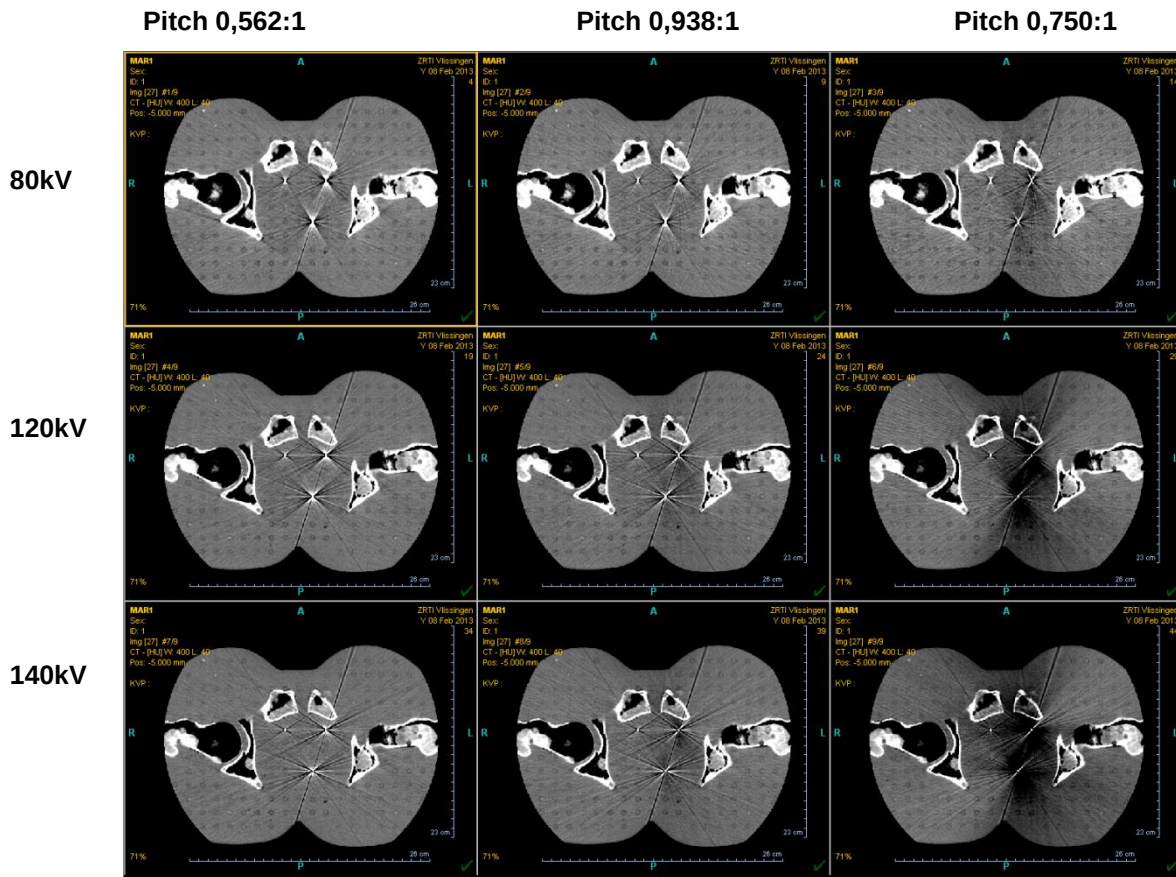
Beeldweergave small SFOV / DFOV 15



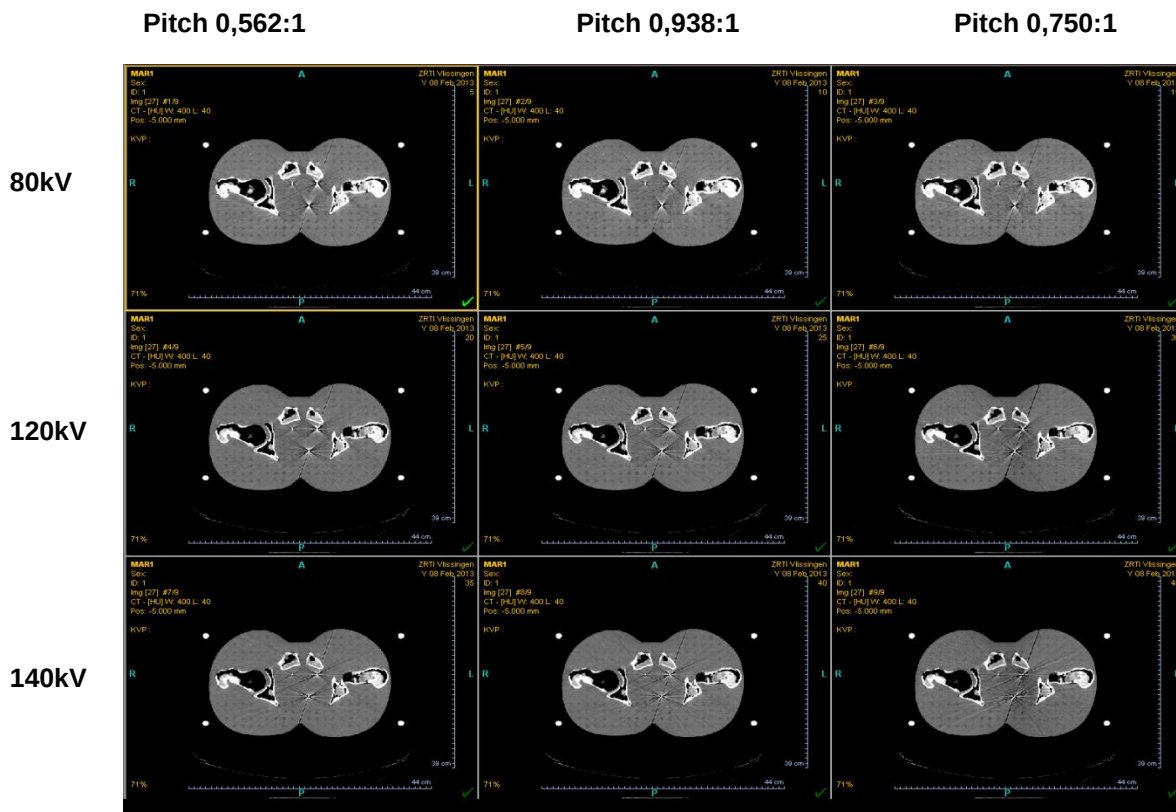
Beeldweergave small SFOV/DFOV25



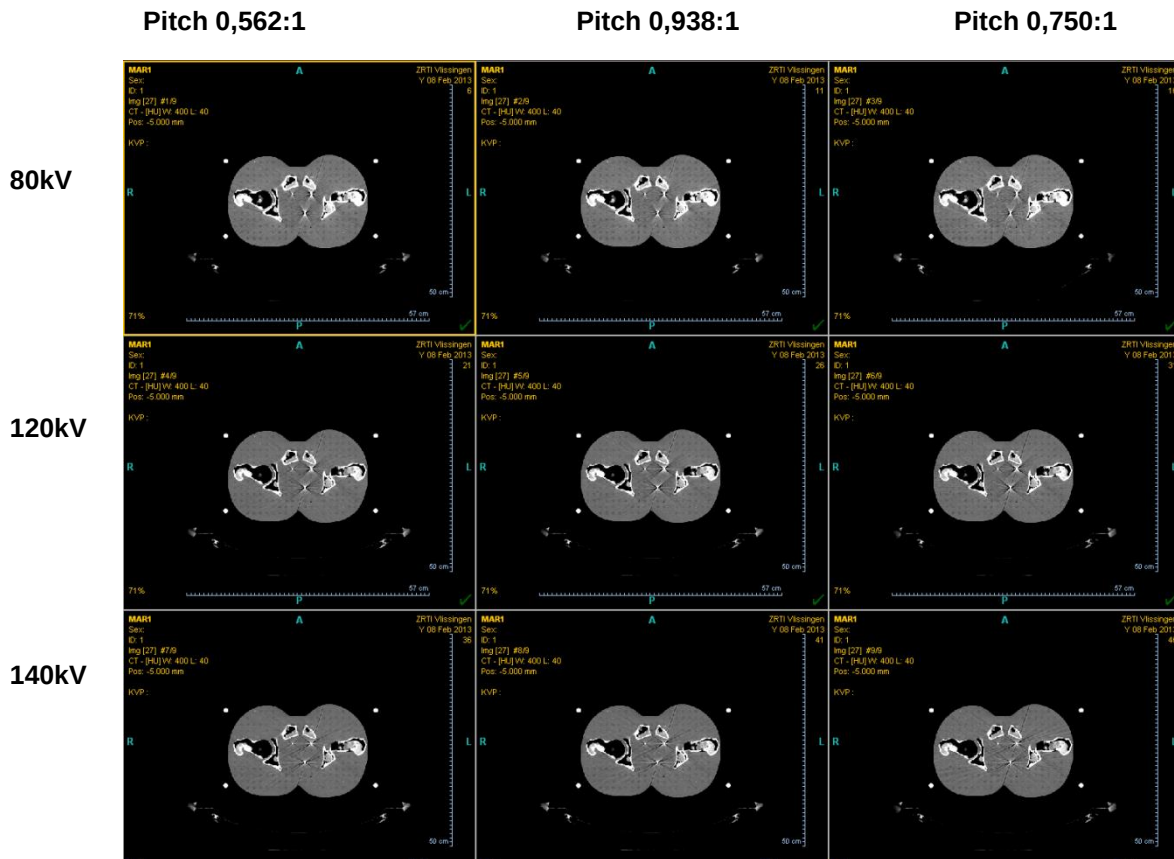
Beeldweergave large SFOV / DFOV 30



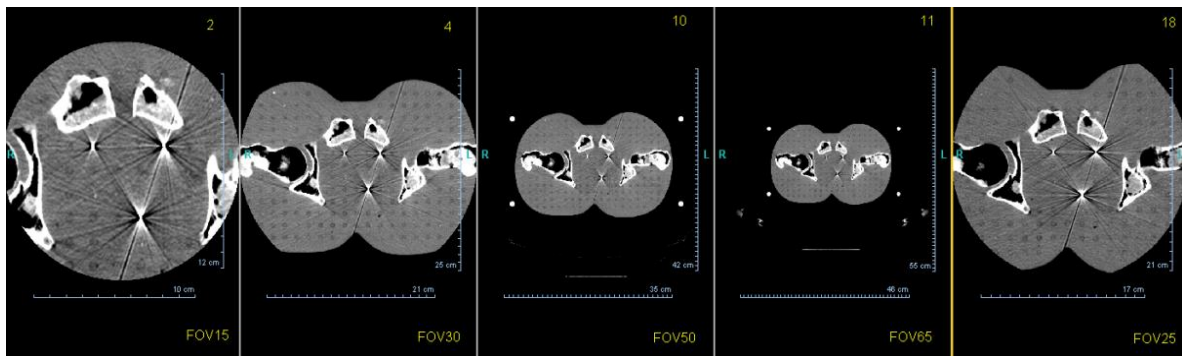
Beeldweergave large SFOV / DFOV 50



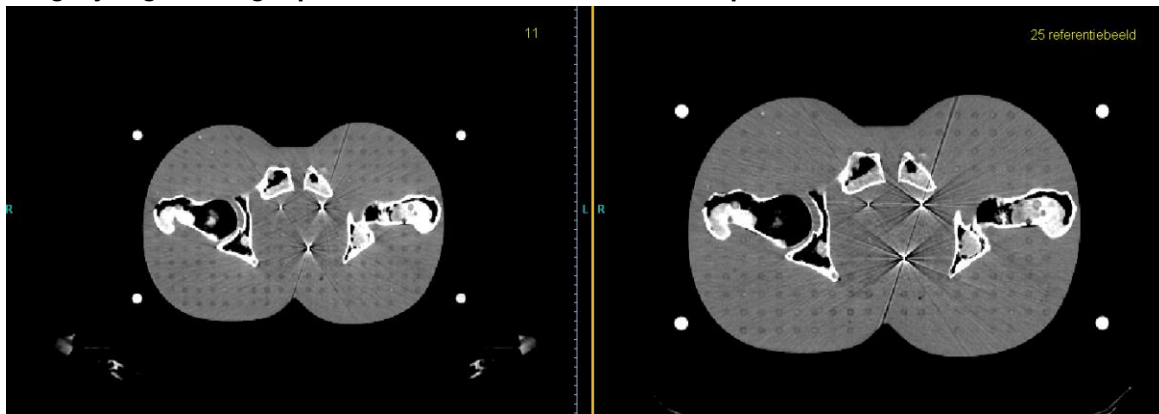
Beeldweergave large SFOV/ DFOV 65



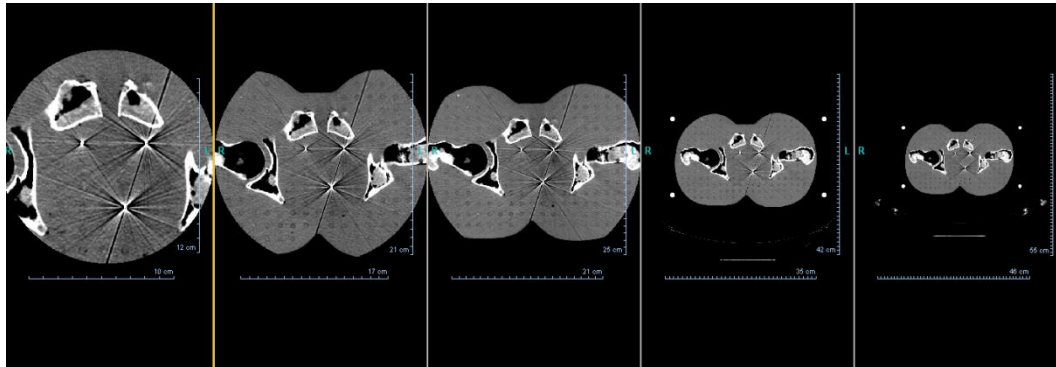
Na selectie FOV



Vergelijking meest geoptimaliseerde beeld met referentieprotocol



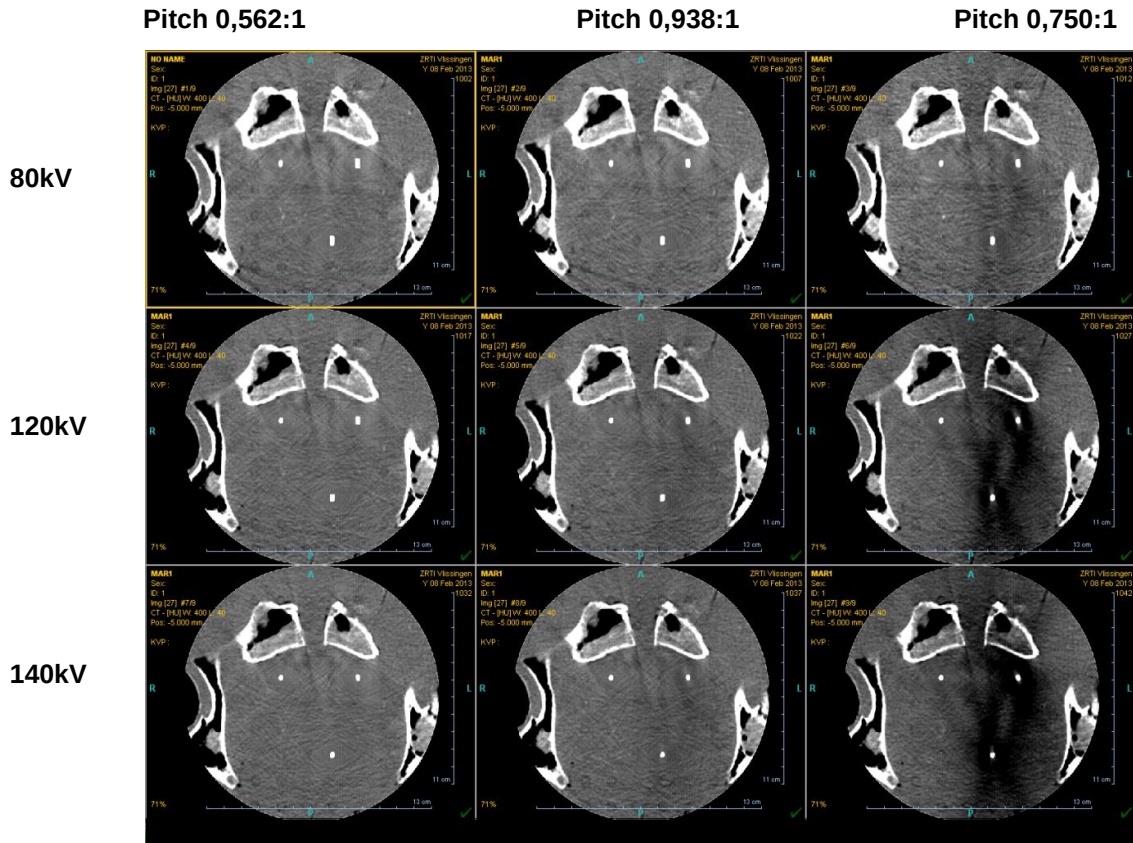
Vergelijking invloed FOV



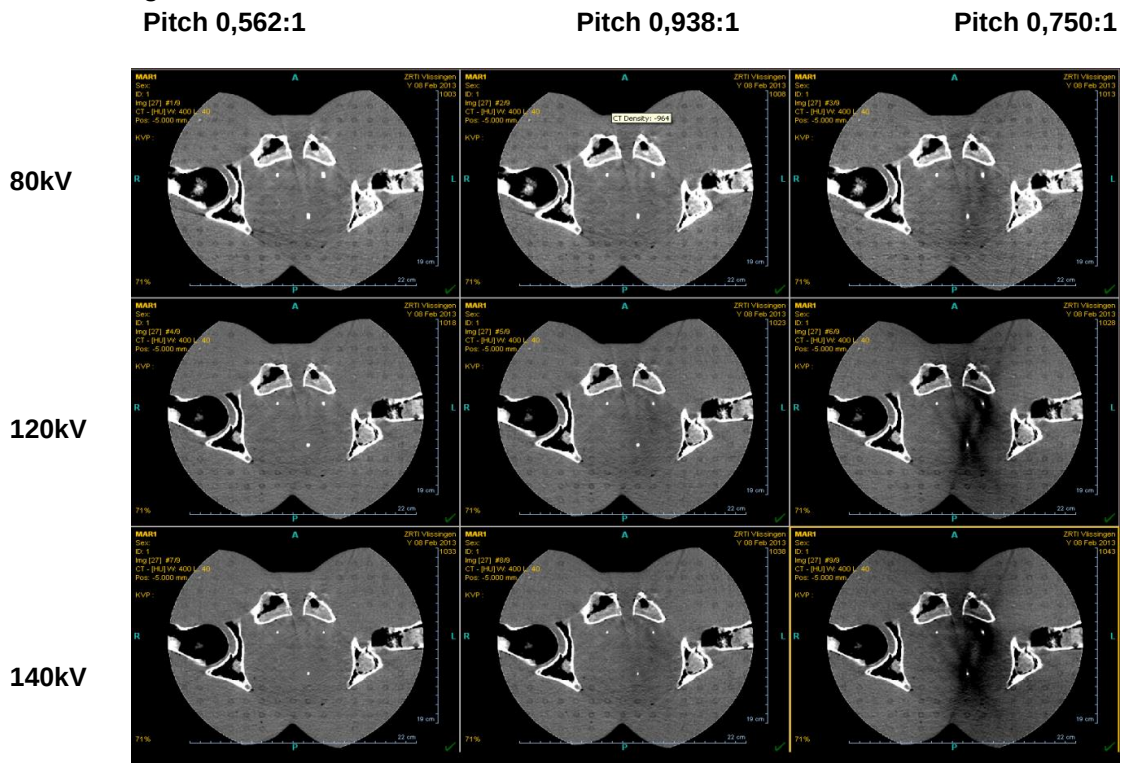
Beeldweergaves open beoordeling

2. Goudmarkers + MDT

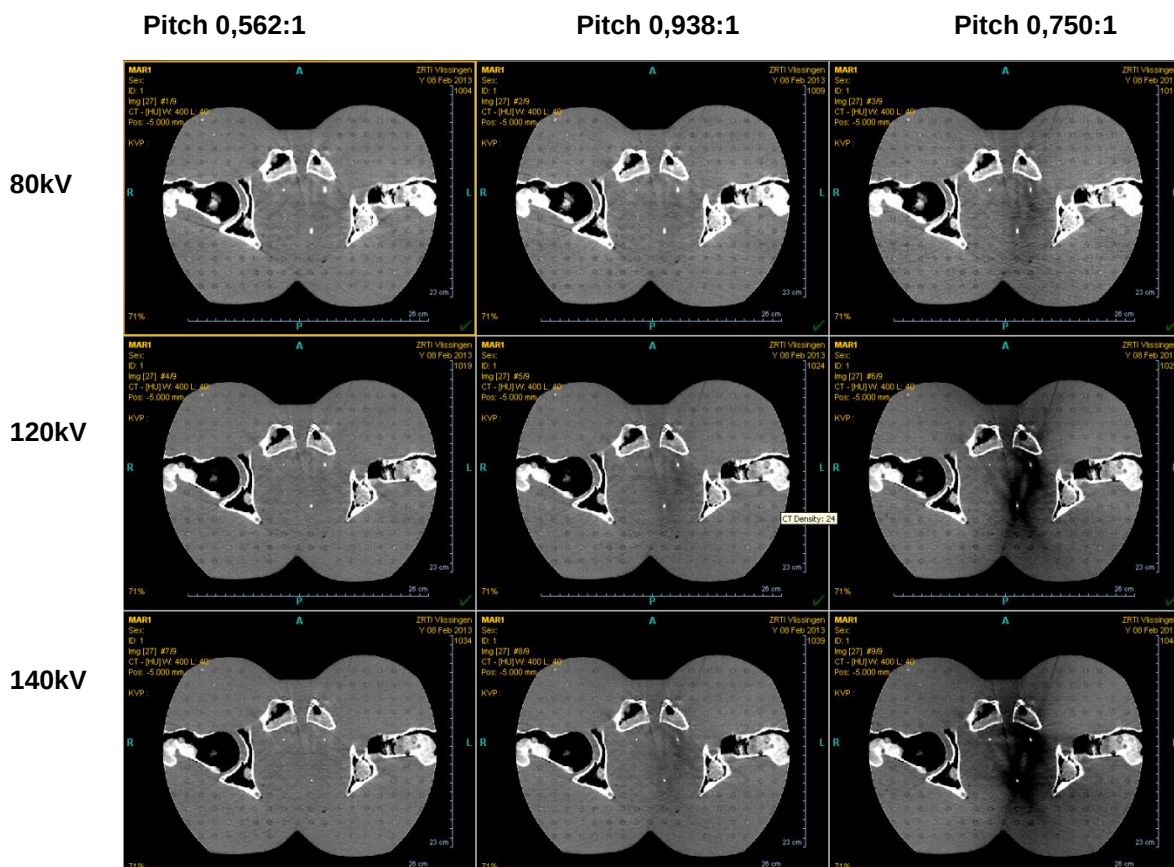
Beeldweergave small SFOV / DFOV 15



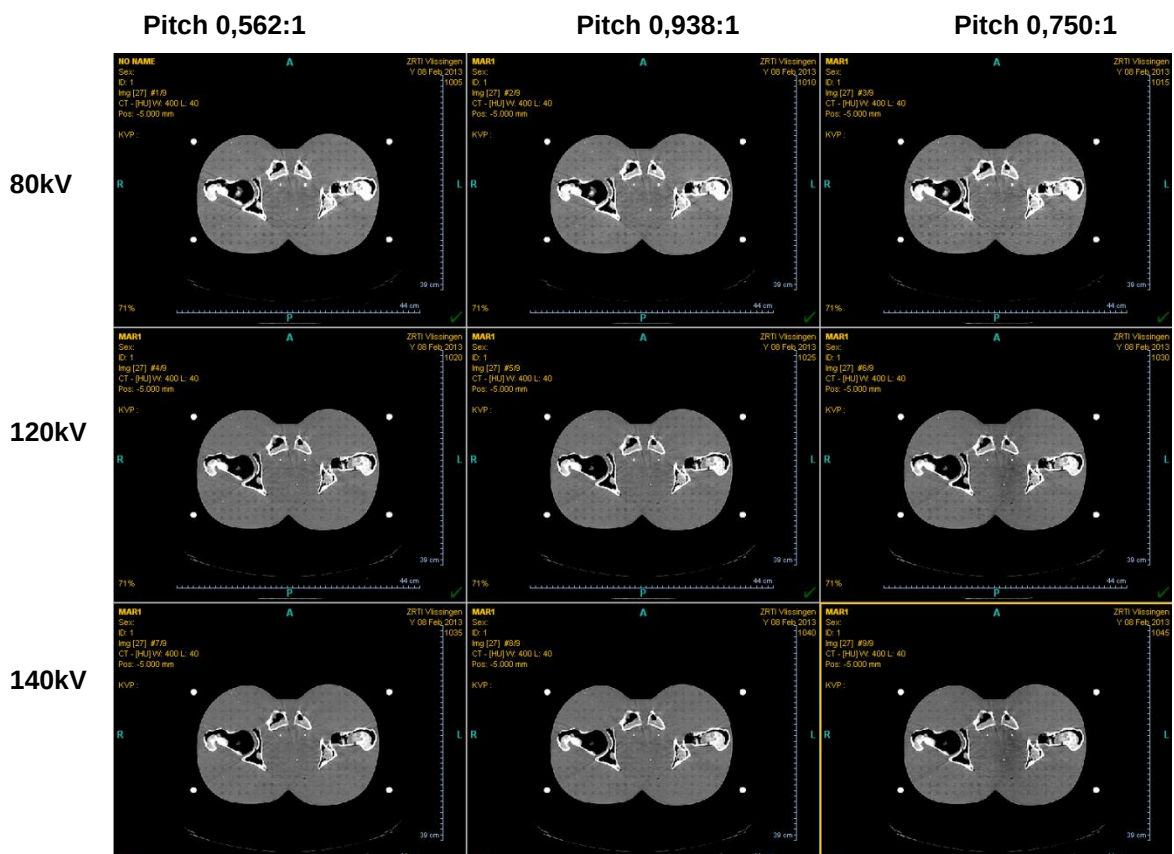
Beeldweergave small SFOV/DFOV25



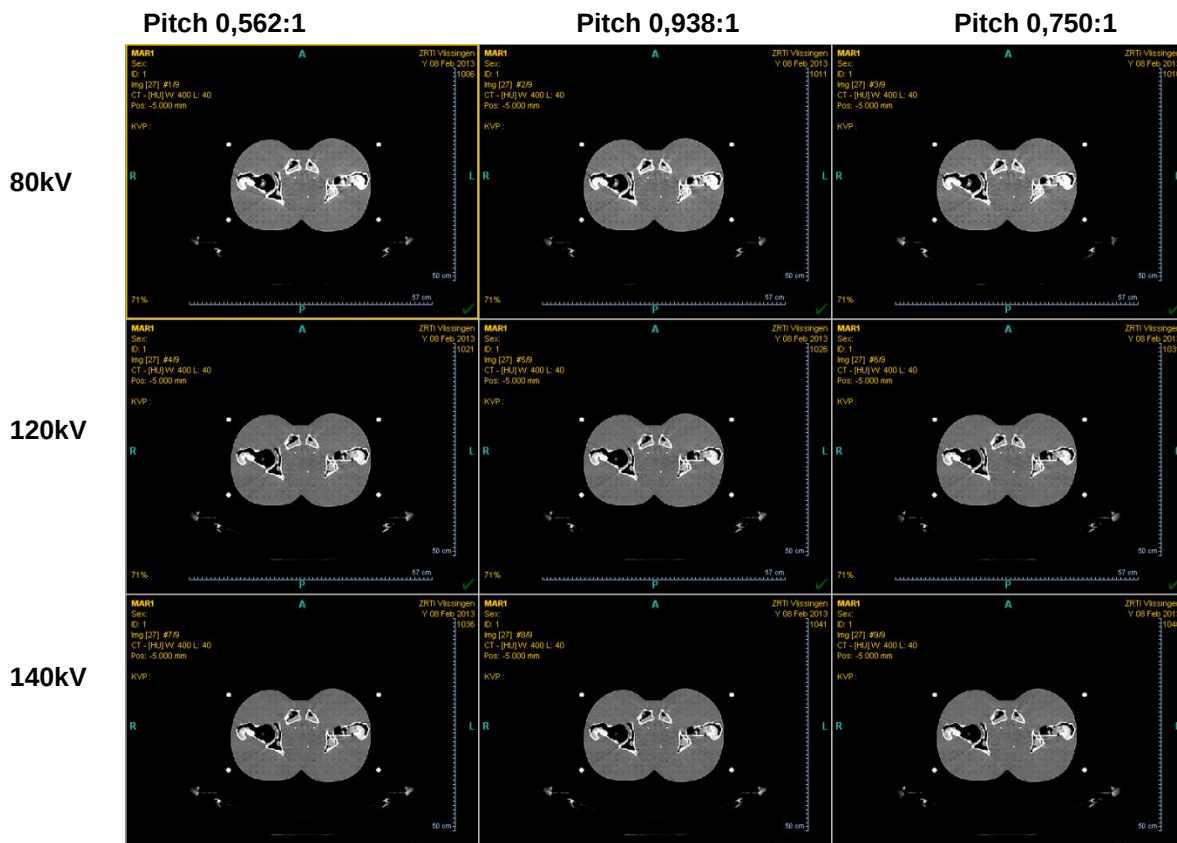
Beeldweergave large SFOV / DFOV 30



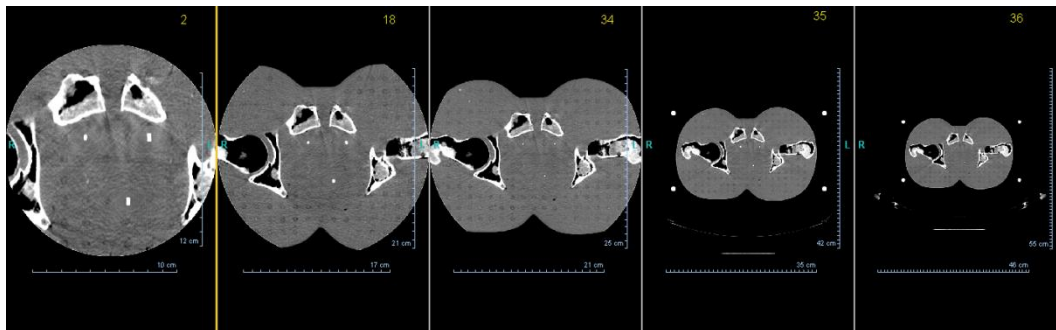
Beeldweergave large SFOV / DFOV 50



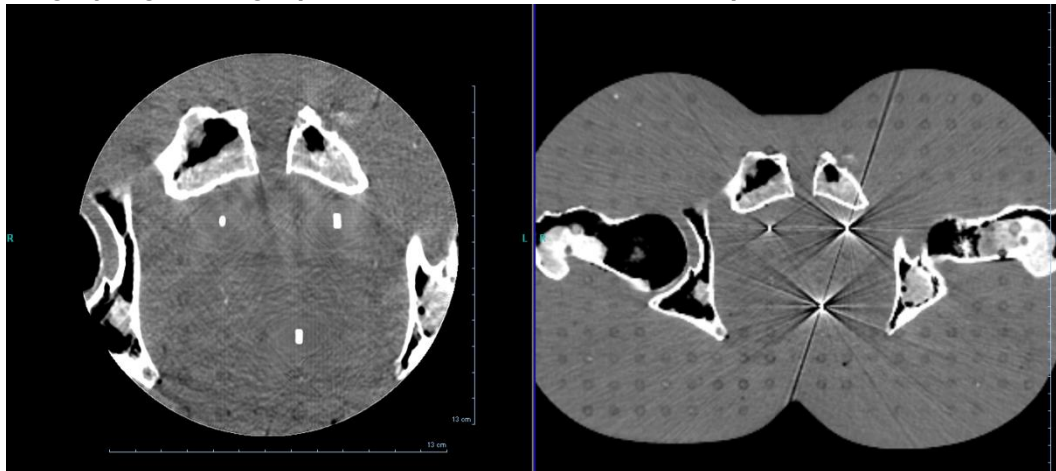
Beeldweergave large SFOV/ DFOV 65



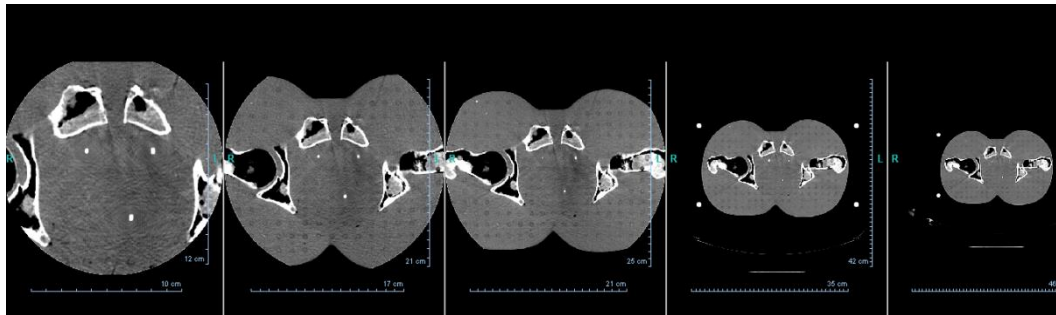
Na selectie FOV



Vergelijking meest geoptimaliseerde beeld met referentieprotocol



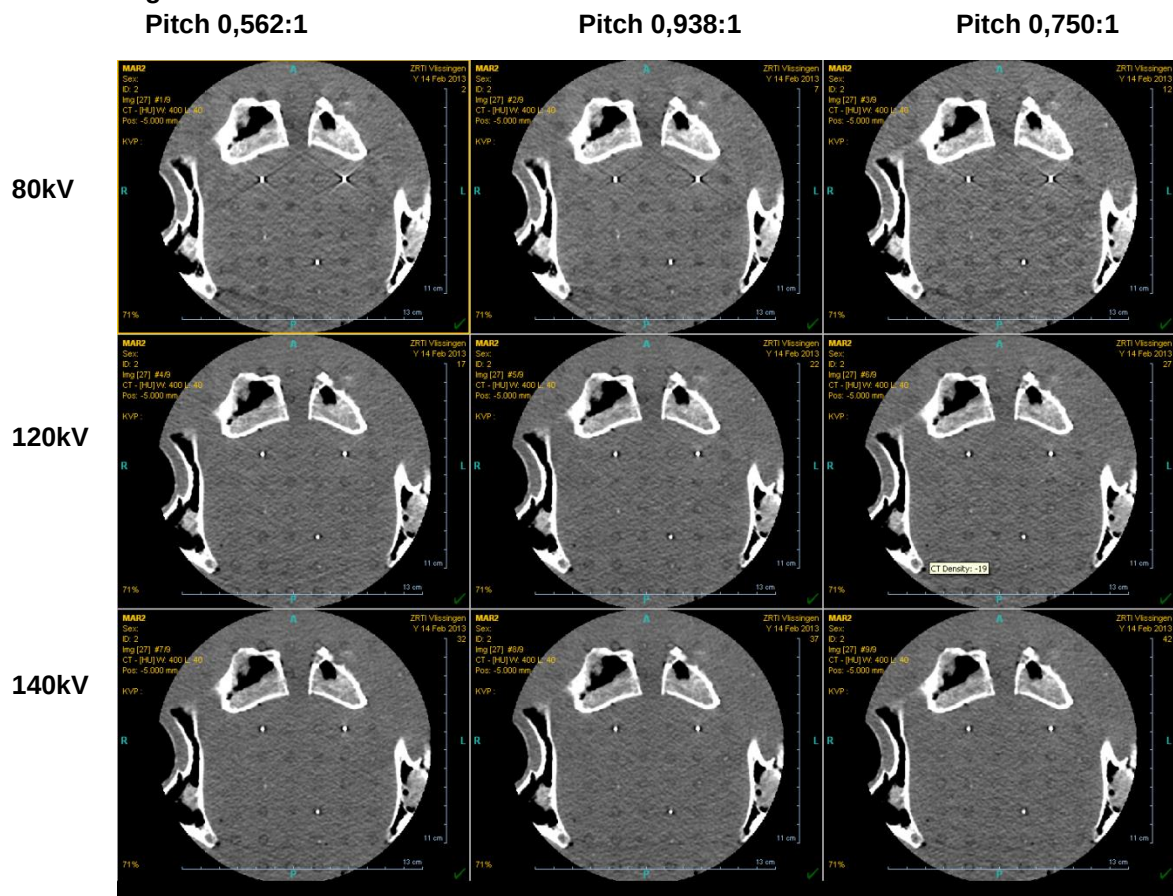
Vergelijking invloed FOV



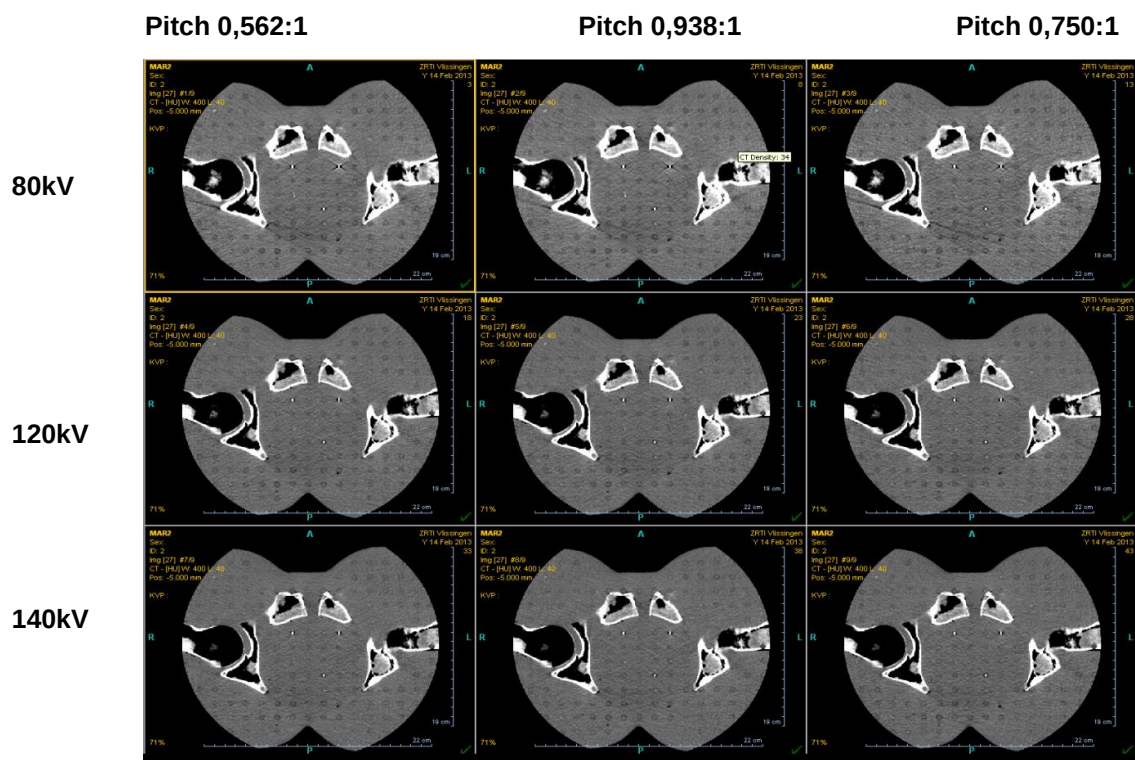
Beeldweergaves open beoordeling

3. Polymarkers

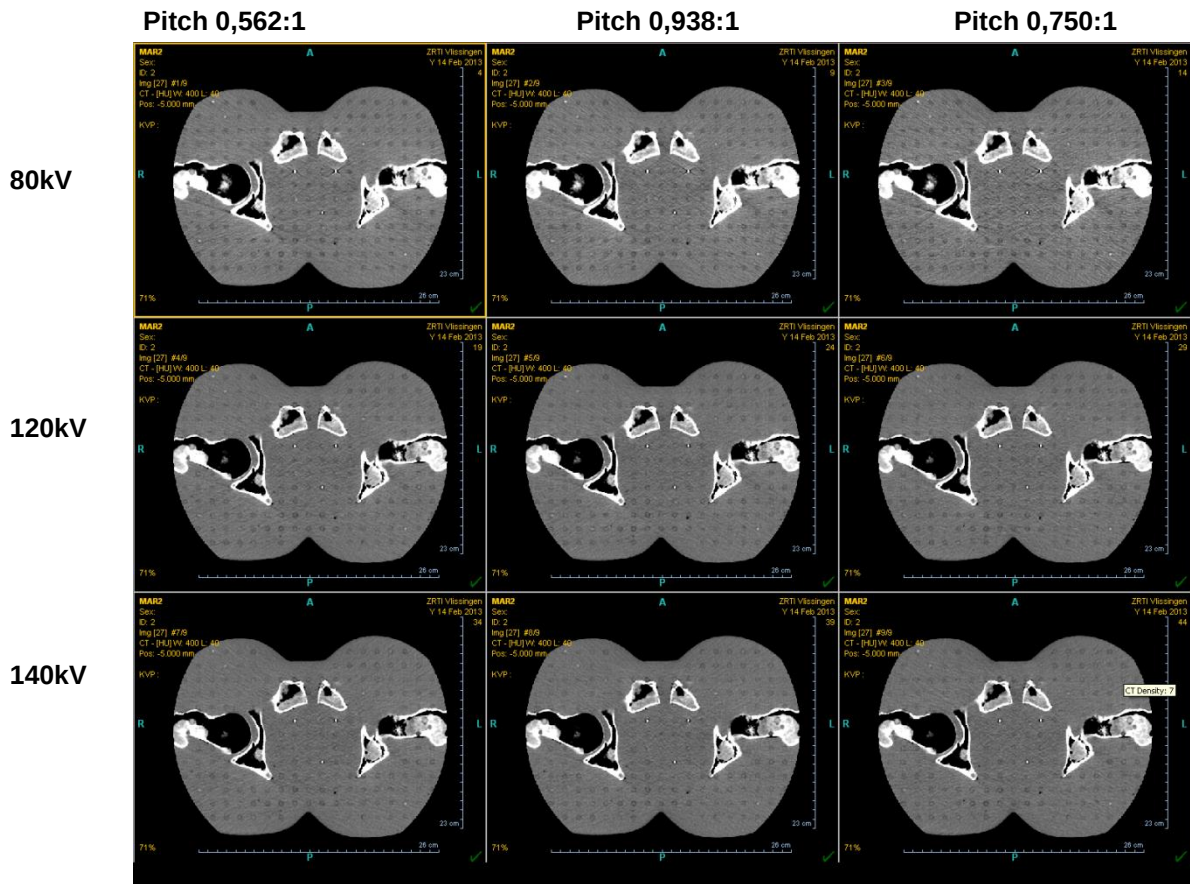
Beeldweergave small SFOV / DFOV 15



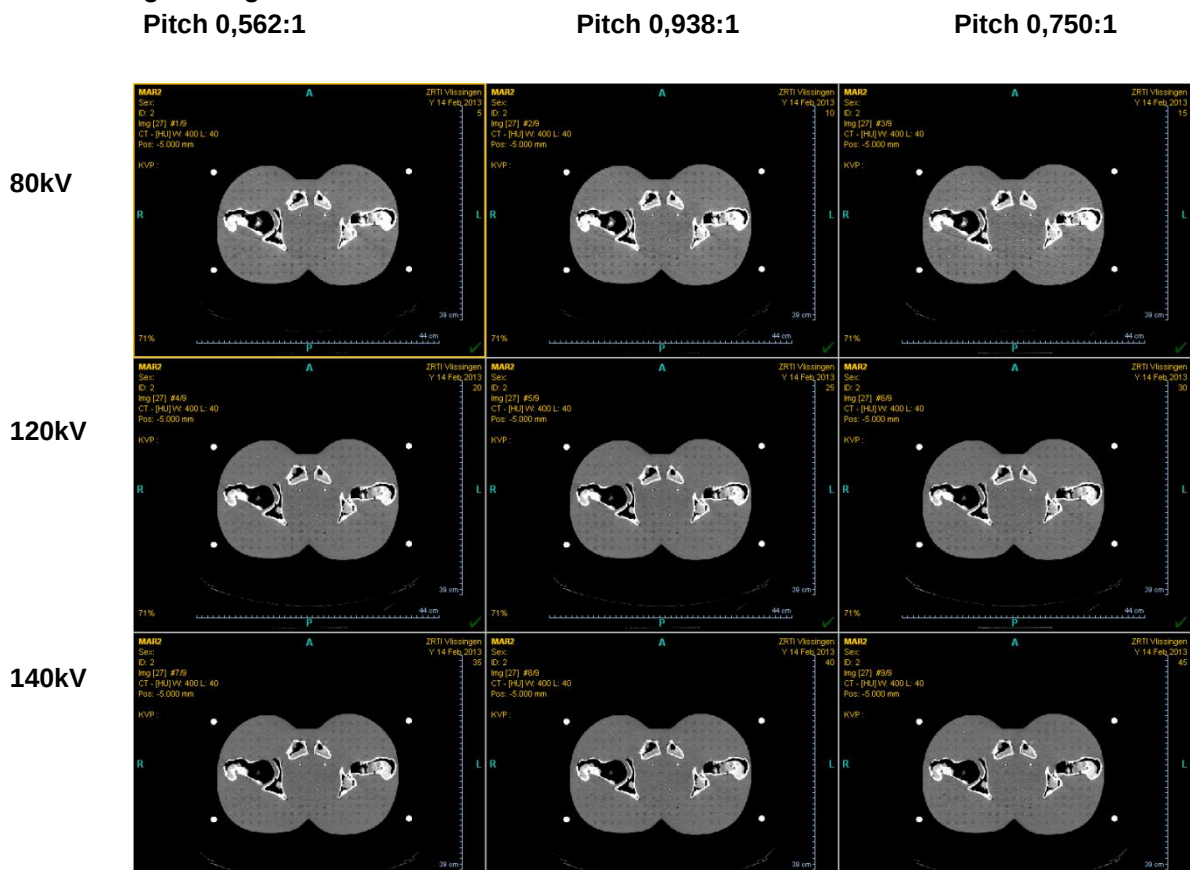
Beeldweergave small SFOV/DFOV25



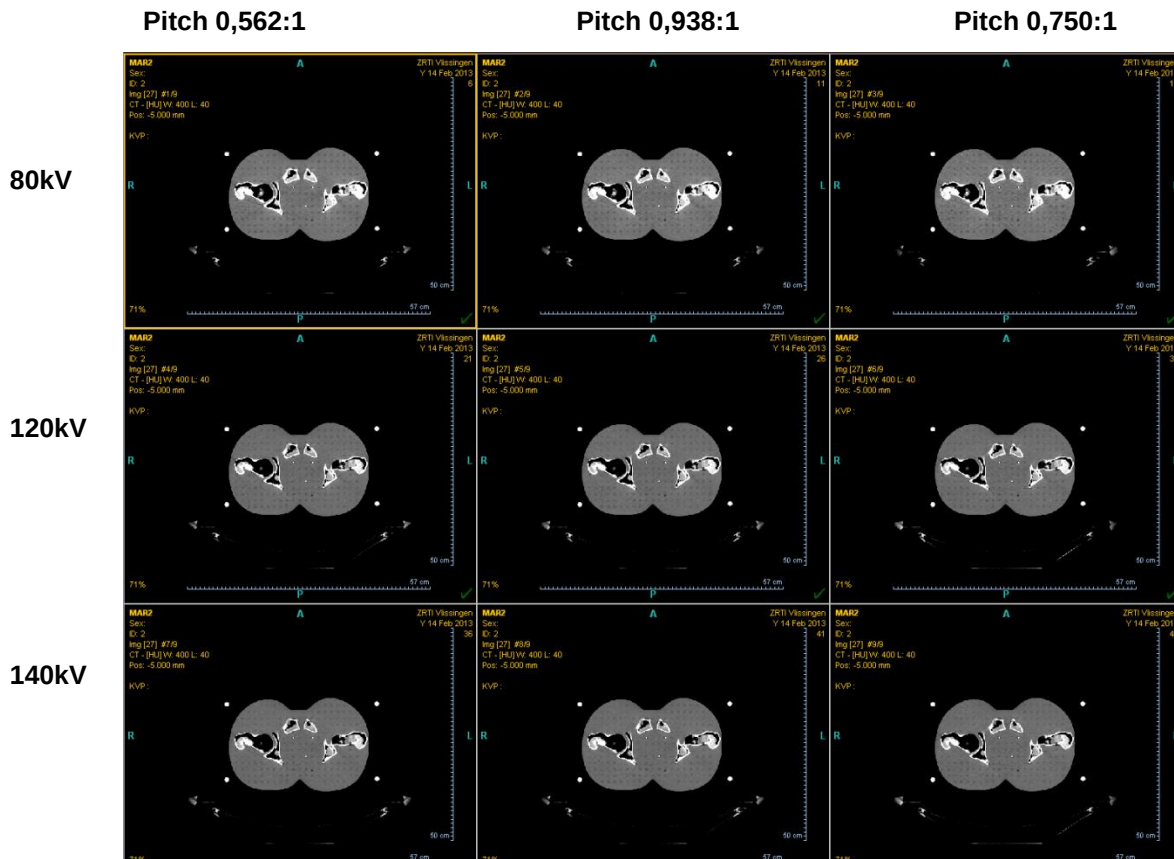
Beeldweergave large SFOV / DFOV 30



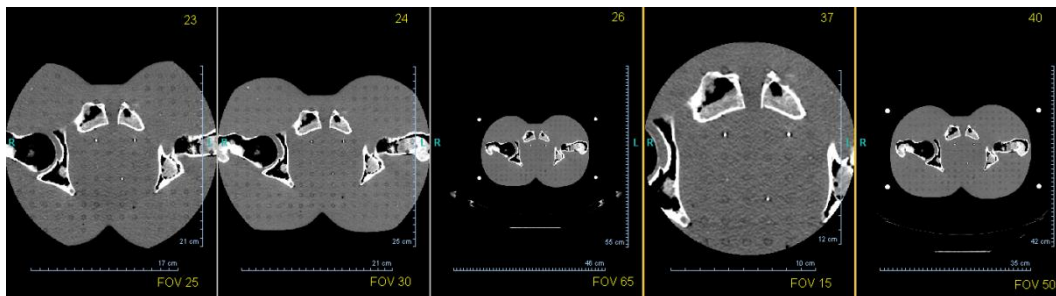
Beeldweergave large SFOV / DFOV 50



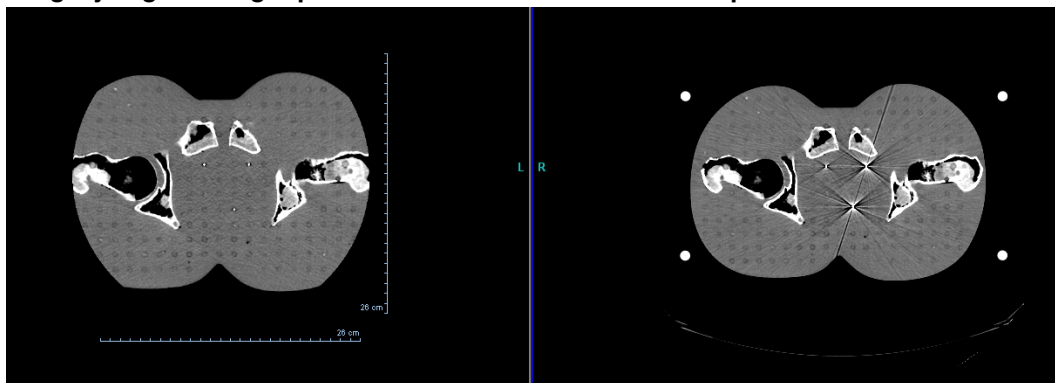
Beeldweergave large SFOV/ DFOV 65



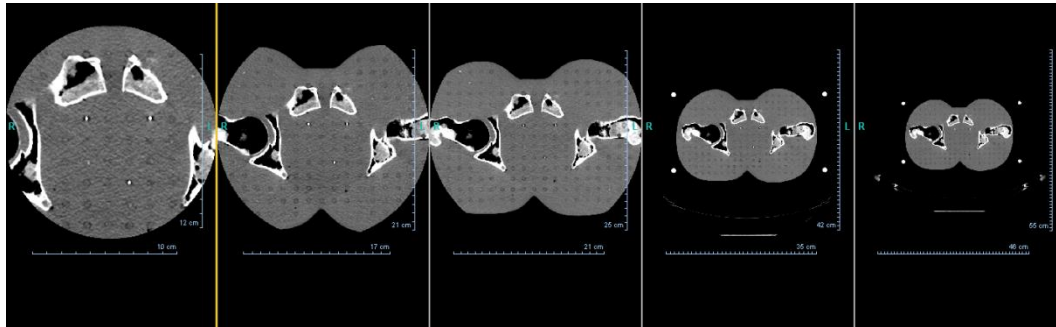
Na selectie FOV



Vergelijking meest geoptimaliseerde beeld met referentieprotocol

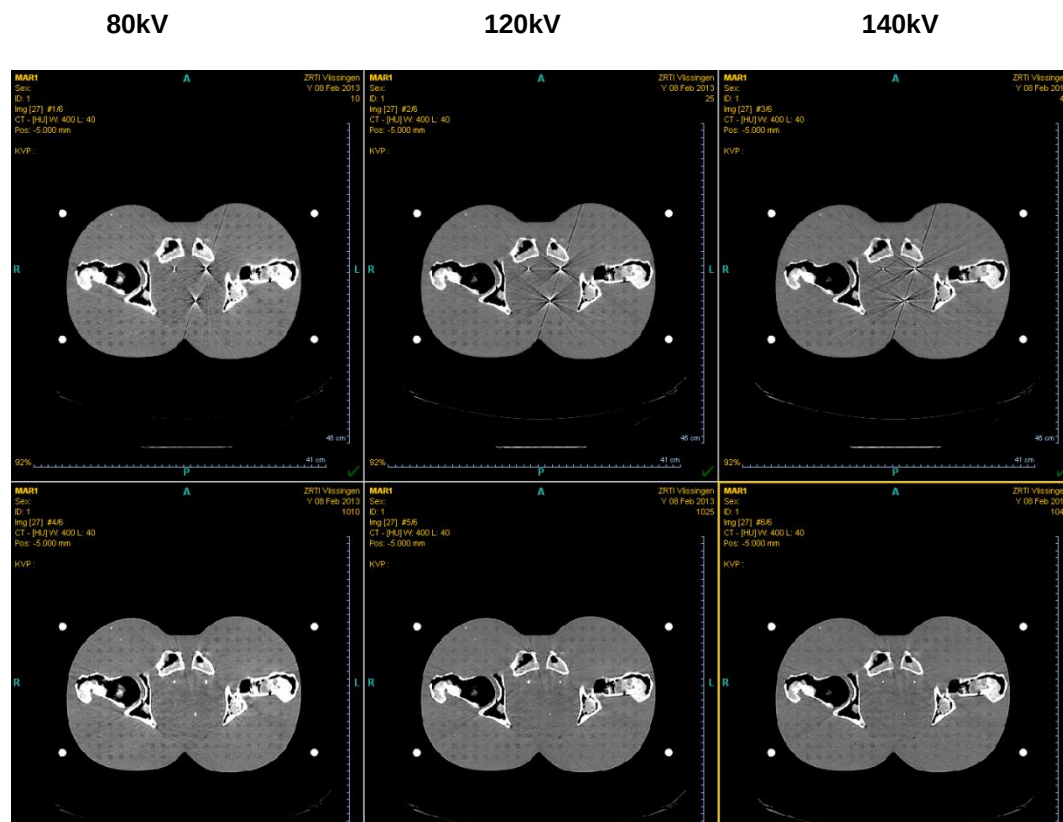


Vergelijking invloed FOV

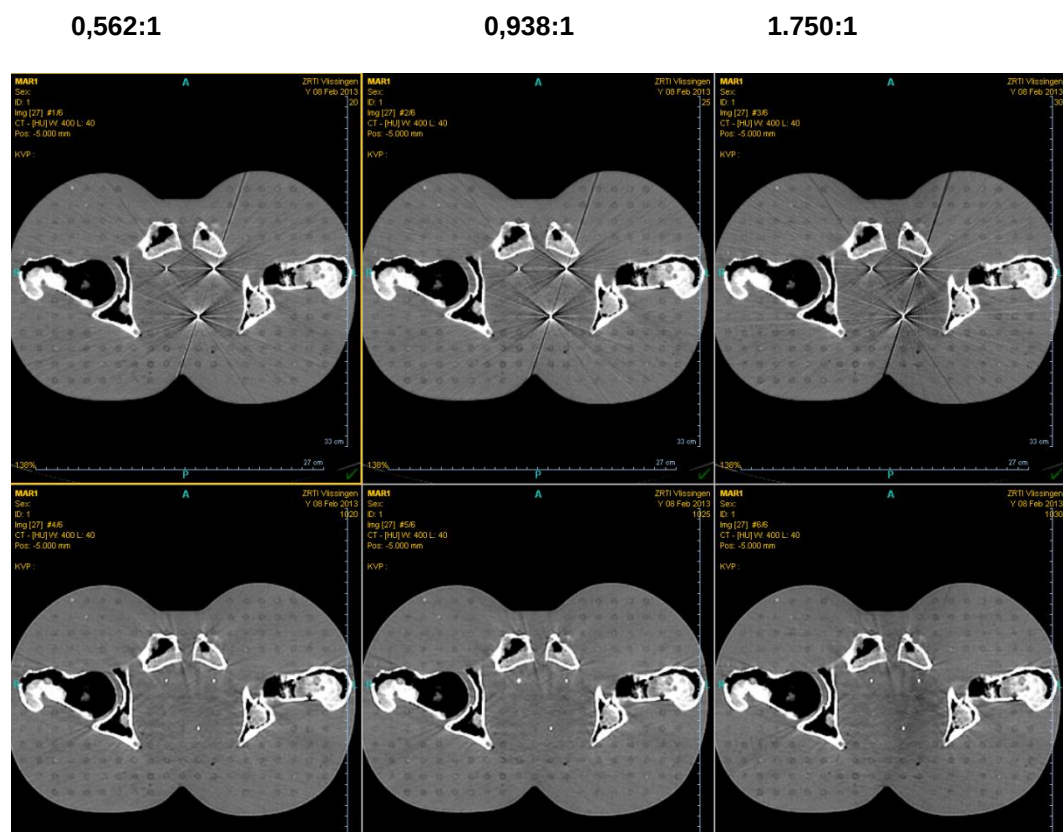


Beeldweergaves vergelijking met MDT aan de hand van referentieprotocol

kV met en zonder MDT



Pitch met en zonder MDT



FOV met en zonder MDT

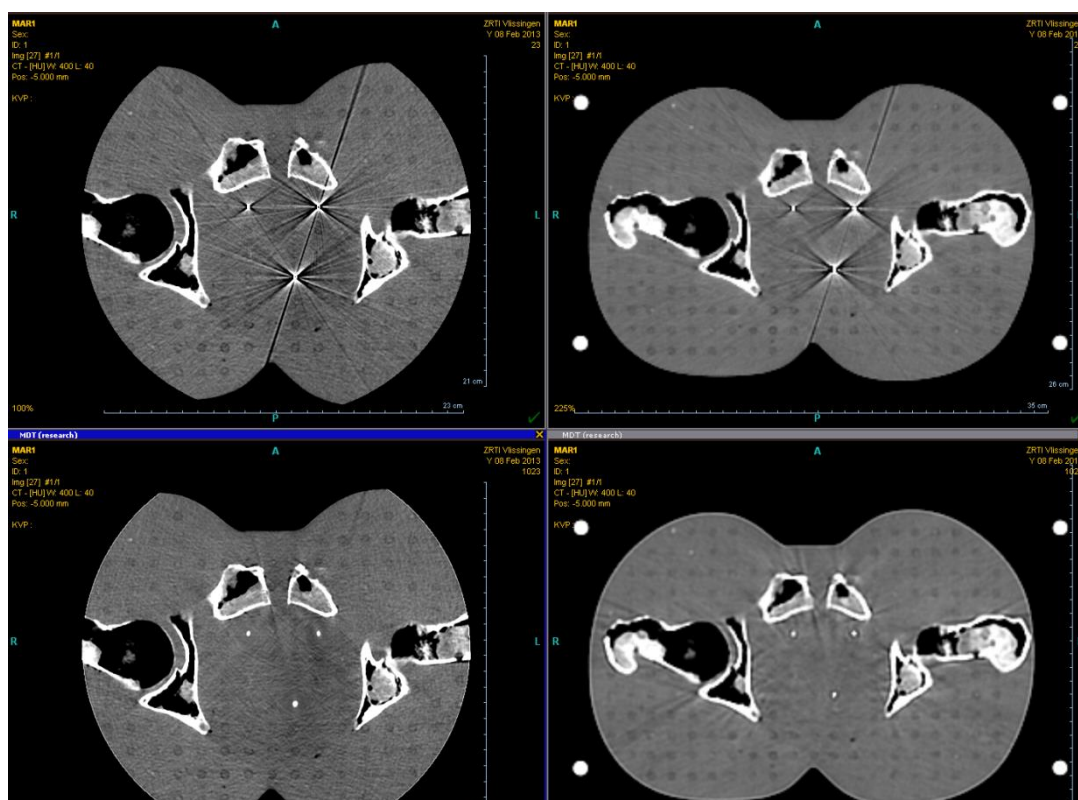
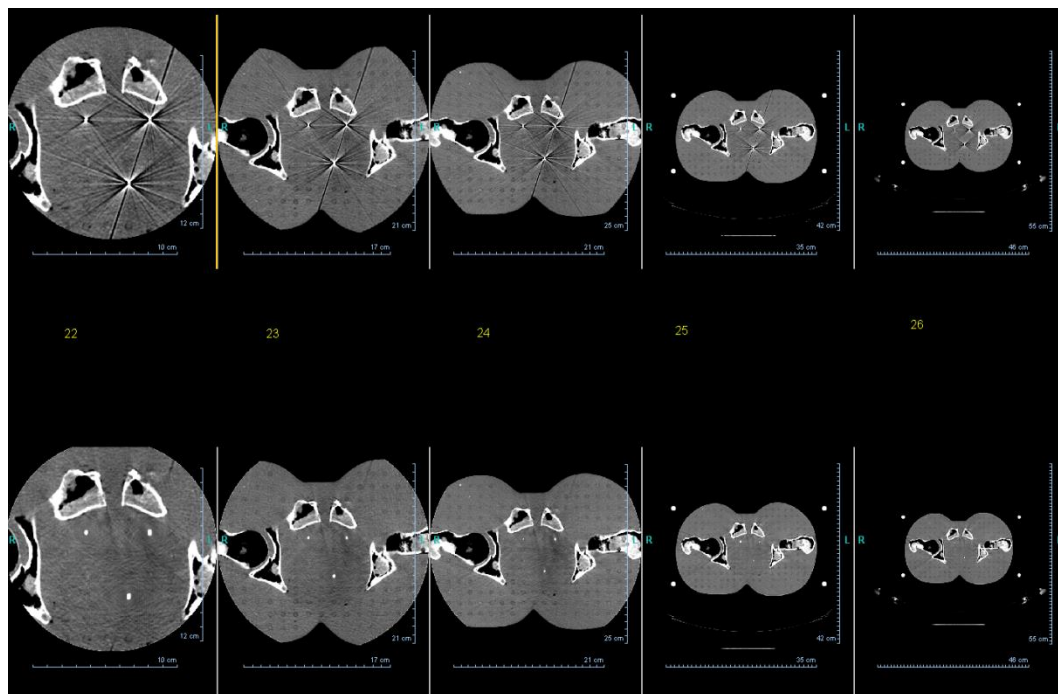
15cm²

25 cm²

30 cm²

50 cm²

60 cm²



Bijlage VIII Totaal score blinde beoordeling

Goudmarkers

Test Patiënt	Serie nr.	Gemiddelde streakartefacten	Gemiddelde beam hardening artefacten	Gemiddelde score onderscheid weefsels	Gemiddelde score homogeniteit weefsels	Totaalscore
MAR1	2	4,4	4,6	3,6	3,8	16,4
MAR1	3	4	4	3,6	3,4	15
MAR1	4	4	4,2	3,8	3,8	15,8
MAR1	5	4	4	3,6	4	15,6
MAR1	6	3,8	4,1	3,9	3,8	15,6
MAR1	7	4,8	4,8	4	4,4	18
MAR1	8	4	4	3,4	3,8	15,2
MAR1	9	3,6	4	3,2	3,6	14,4
MAR1	10	3,8	3,8	3,4	3,8	14,8
MAR1	11	3,6	3,8	3,2	3,6	14,2
MAR1	12	4,4	4,4	4	4,4	17,2
MAR1	13	4,2	4,6	4	4,6	17,4
MAR1	14	4,2	4,6	4	4,4	17,2
MAR1	15	4,2	4,4	3,8	3,9	16,3
MAR1	16	4	3,6	3,4	3,7	14,7
MAR1	17	4,6	4,5	4,4	4,8	18,3
MAR1	18	4,6	4,6	4,2	4,6	18
MAR1	19	4,4	4,4	3,6	4,1	16,5
MAR1	20	4,6	4,6	3,4	4	16,6
MAR1	21	4	4,2	3,6	3,8	15,6
MAR1	22	4,6	4,4	4	4,4	17,4
MAR1	23	4,6	4,6	4,2	4,2	17,6
MAR1	24	4,6	4,6	3,9	3,9	17
MAR1	25	4,2	4,2	3,8	4	16,2
MAR1	26	4	4,4	3,6	3,7	15,7
MAR1	27	5	5	4,5	5	19,5
MAR1	28	4,5	5	4,6	5	19,1
MAR1	29	4,3	5	4,6	5	18,9
MAR1	30	3,8	3,6	3,3	3,3	14
MAR1	31	3,8	3,6	3,6	3,4	14,4
MAR1	32	4,2	4,6	3,625	4,6	17,025
MAR1	33	4,2	4,2	3,5	4	15,9
MAR1	34	4	4	3,5	3,6	15,1
MAR1	35	4	4	3,4	3,6	15
MAR1	36	3,6	3,8	3,2	3,3	13,9
MAR1	37	4,4	4,8	3,8	4,3	17,3
MAR1	38	4	4,2	3,4	3,8	15,4
MAR1	39	4,2	4,2	3,6	4,1	16,1
MAR1	40	3,8	4,4	3,5	3,6	15,3
MAR1	41	4,2	4	3,2	3,2	14,6
MAR1	42	4,3	4,8	4,6	5	18,7
MAR1	43	4	4,8	4,4	5	18,2
MAR1	44	4,6	5	4,6	5	19,2
MAR1	45	4,2	3,8	3,6	3,7	15,3
MAR1	46	3,8	3,6	3,2	3,2	13,8

Goudmarkers + MDT

Test Patiënt	Serie nr.	Gemiddelde streakartefacten	Gemiddelde beam hardening artefacten	Gemiddelde score onderscheid weefsels	Gemiddelde score homogeniteit weefsels	Totaalscore
MAR1	2	2,2	2,6	3,6	2,7	11,1
MAR1	3	2,5	2,6	3	2,5	10,6
MAR1	4	2,2	2,6	3	2,4	10,2
MAR1	5	2,8	2,8	3,2	2,4	11,2
MAR1	6	2,2	2,8	3,2	2,7	10,9
MAR1	7	2	2,1	3,1	2,4	9,6
MAR1	8	2	2,1	3,2	2,4	9,7
MAR1	9	2,2	2,4	3,1	2,6	10,3
MAR1	10	3	2,6	3,3	2,6	11,5
MAR1	11	3	2,6	3,4	2,6	11,6
MAR1	12	2,4	2,7	3,4	3,2	11,7
MAR1	13	2,2	2,2	3,4	3,6	11,4
MAR1	14	2,4	2,8	3,4	3,4	12
MAR1	15	3	2,8	3,6	3,25	12,65
MAR1	16	3,4	3	3,8	3,1	13,3
MAR1	17	2,8	2,4	3,4	3	11,6
MAR1	18	2,4	2,2	3	3,2	10,8
MAR1	19	3	2,6	3,2	2,9	11,7
MAR1	20	3,2	3	3,4	2,8	12,4
MAR1	21	3,2	3,2	3,8	3,5	13,7
MAR1	22	2,8	2,8	3,8	2,8	12,2
MAR1	23	2,7	2,6	3,5	3,2	12
MAR1	24	2,8	2,8	3,5	3	12,1
MAR1	25	3	2,7	3,2	2,7	11,6
MAR1	26	3,2	3,2	3,4	3,2	13
MAR1	27	2,4	4,7	4,4	4,4	15,9
MAR1	28	2,6	4,7	4	4,5	15,8
MAR1	29	2,4	4,8	4,2	4,4	15,8
MAR1	30	3	3	3,4	2,9	12,3
MAR1	31	3,2	3	3,6	3,1	12,9
MAR1	32	2,8	2,8	3,2	2,7	11,5
MAR1	33	2,2	2,6	2,7	2,5	10
MAR1	34	2,3	2,8	2,8	2,2	10,1
MAR1	35	3	3,2	3,2	2,7	12,1
MAR1	36	3	3	3,2	2,7	11,9
MAR1	37	2,8	3	3	3,2	12
MAR1	38	2,2	2,8	3,1	2,7	10,8
MAR1	39	2,4	3,4	3,7	3,7	13,2
MAR1	40	3	3	3,3	2,9	12,2
MAR1	41	3,2	3,2	3,6	3,1	13,1
MAR1	42	2,2	5	4	4,6	15,8
MAR1	43	2,4	5	3,8	4,4	15,6
MAR1	44	2	5	3,8	4,6	15,4
MAR1	45	3	2,8	3,4	3,1	12,3
MAR1	46	3,2	3	3,2	2,9	12,3

Polymarkers

Test Patiënt	Serie nr.	Gemiddelde streakartefacten	Gemiddelde beam hardening artefacten	Gemiddelde score onderscheid weefsels	Gemiddelde score homogeniteit weefsels	Totaalscore
MAR2	2	2,6	2,4	2,4	2	9,4
MAR2	3	2,6	2,7	2	2	9,3
MAR2	4	2,6	2,3	1,8	1,8	8,5
MAR2	5	2,2	2,4	2	2	8,6
MAR2	6	2	2,1	2,4	2,4	8,9
MAR2	7	2,6	2,6	2,3	2,4	9,9
MAR2	8	2,4	2,6	2	2,4	9,4
MAR2	9	2,4	2	2,6	2,4	9,4
MAR2	10	2,2	2	2,1	2,2	8,5
MAR2	11	1,8	2,6	2,4	2	8,8
MAR2	12	2,2	2,4	2,9	2,8	10,3
MAR2	13	2,2	2,8	2,9	2,8	10,7
MAR2	14	2,6	2,4	2,6	2,6	10,2
MAR2	15	2,2	2,3	2,6	2	9,1
MAR2	16	2,4	2,3	2,9	2,6	10,2
MAR2	17	1,6	1,4	2,1	2,2	7,3
MAR2	18	1,6	1,4	1,9	1,6	6,5
MAR2	19	1,2	1,4	1,6	1,4	5,6
MAR2	20	1,4	1,4	1,4	1,4	5,6
MAR2	21	1	1	1,8	1,2	5
MAR2	22	1	1,6	2,3	2,1	7
MAR2	23	1	1,6	1,8	1,2	5,6
MAR2	24	1	1,6	1,6	1,2	5,4
MAR2	25	1	1,4	1,4	1	4,8
MAR2	26	1,2	1,4	2	1,6	6,2
MAR2	27	1	1,4	2,3	1,6	6,3
MAR2	28	1,6	1,8	2,4	1,8	7,6
MAR2	29	1	1,6	1,9	2	6,5
MAR2	30	1,2	1,4	1,8	1,8	6,2
MAR2	31	1,4	1,4	2,2	1,9	6,9
MAR2	32	1,2	1,6	2,5	2	7,3
MAR2	33	1	1,6	2	1,8	6,4
MAR2	34	1,5	1,8	2,1	2	7,4
MAR2	35	1,2	1,6	2,3	2	7,1
MAR2	36	1	1	1,5	1,2	4,7
MAR2	37	1,2	1,4	2,2	1,7	6,5
MAR2	38	2	2	2,4	2	8,4
MAR2	39	1,6	2	2,2	1,8	7,6
MAR2	40	1	1,2	1,8	1,6	5,6
MAR2	41	1	1,2	2,4	1,8	6,4
MAR2	42	1	1,6	2,7	2,2	7,5
MAR2	43	1,3	1,6	2,2	1,8	6,9
MAR2	44	1,2	1,6	2,1	1,6	6,5
MAR2	45	1,4	1,8	1,8	1,8	6,8
MAR2	46	1,3	1,4	2	2,1	6,8

Bijlage IX Hoogste en laagste scores per groep

1. Goudmarkers

Tabel 13 Meest optimale score goudmarkers

Serienummer	Score	kV	Pitch	DFOV in cm ²
46	13.8	140	1,750:1	65
36	13.9	140	0,938:1	65
30	14	80	1,750:1	50

Tabel 14 Minst optimale beelden goudmarkers

Serienummer	Score	kV	Pitch	DFOV in cm ²
27	19.1	120	1,750:1	15
44	19.2	140	1,750:1	30
26	19.5	120	0,938:1	65

Het CT beeld dat gescand is met het referentieprotocol heeft een totaalscore van 16,2.

2. Goudmarkers met MDT

Tabel 15 Meest optimale score goudmarkers met MDT

Serienummer	Score	kV	Pitch	DFOV in cm ²
7	9.6	80	1,750:1	15
8	9.7	80	0,938:1	25
33	10	140	0,562:1	25

Tabel 16 Minst optimale score goudmarkers met MDT

Serienummer	Score	kV	Pitch	DFOV in cm ²
28	15.8	120	1,750:1	25
29	15.8	120	1,750:1	30
42	15.8	140	1,750:1	15
27	15.9	120	1,750:1	15

3. Polymarkers

Tabel 17 Meest optimale score polymarkers

Serienummer	Score	kV	Pitch	DFOV in cm ²
36	4.7	140	0,938:1	65
25	4.8	120	0,938:1	50
21	5	80	0,562:1	50

Tabel 18 Minst optimale score polymarkers

Serienummer	Score	kV	Pitch	DFOV in cm ²
14	10.2	80	1,750:1	30
12	10.3	80	1,750:1	15
13	10.7	80	1,750:1	25

Bijlage X Beoordelingsformulier projectplan

B4 Beoordelingsformulier projectplan

Naam: Sanne van Campenhout

Studentnr: 2065330

Datum: 22 maart 2013

Titel: Optimalisatie CT-beelden, metaal artefacten reductie bij gebruik van prostaatmarkers

Algemeen

- Spelling en taalgebruik zijn correct

ja / nee

Opmerking [WA1]: Let wel op spelfouten, zelfs in de vraagstelling

Inleiding (Probleemomschrijving en probleemstelling)

- De probleemomschrijving is voldoende helder geformuleerd

ja / nee

Opmerking [WA2]: Ik mis wat er al bekend is over polymarkes, dat komt nogal uit de lucht vallen

- Uit de probleemomschrijving, blijkt de maatschappelijke en paramedische relevantie

ja / nee

Opmerking [WA3]: Je mag ook wat meer inzoomen op het maatschappelijke belang: wat betekent het als die artefacten de positieverificatie in de weg zitten, bv voor de patient?

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

ja / nee

Doelstelling

De doelstelling 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)

nvt

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

nvt

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:

Alle punten onder B3.1 tot en met B3.8 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

Naam beoordelaar:

Datum + Handtekening

Lydia Willemse

22 maart 2013

