

Beeldkwaliteit in Skeletscintigrafie

*De invloed van geslacht, leeftijd, BMI en wachttijd
tussen injectie en acquisitie van het
skeletscintigram.*

In opdracht van de afdeling Nucleaire Geneeskunde, St. Antonius Ziekenhuis, Nieuwegein
In samenwerking met Fontys Paramedische Hogeschool, opleiding MBRT, Eindhoven

Dick Hartmans
MBRT

Voorwoord

Dit onderzoek vond plaats als afstudeerproject van de opleiding Medische Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken aan de Fontys Paramedische Hogeschool in Eindhoven. Zoals gebruikelijk bij een dergelijk project verliep het geheel met een wisseling aan goede en slechte perioden en een daaraan gerelateerde schommeling van interne motivatie. Het is een zeer leerzame periode geweest die mijn enthousiasme voor onderzoekstechnieken en statistiek heeft weten te stimuleren. Een mogelijke vervolgopleiding waarbij een combinatie van deze vakgebieden wordt aangeboden, mag op mijn interesse rekenen.

Ik wil via deze weg mijn collega-student en collega-onderzoeker Hilde Siegersma bedanken voor de prettige samenwerking die ik gedurende de afgelopen periode heb ervaren. Ik heb het gevoel gehad altijd met jou te kunnen overleggen en de enkele korte gesprekjes haalde waar nodig de onderzoekkundige druk van mijn schouders. Mijn dank gaat uit naar mijn collega's van de afdeling Nucleaire Geneeskunde van het St. Antonius Ziekenhuis te Nieuwegein. Jullie hebben bijgedragen aan dit project door van mij te accepteren dat ik jullie bleef aan sporen toch écht lichaamslengte en lichaamsgewicht van alle patiënten met een botscan te noteren. Door dit dan in de meeste gevallen ook te doen, hebben jullie bijgedragen aan een patiëntenpopulatie van volwassen omvang. Ik wil Hans Kelder, als epidemioloog verbonden aan de Antonius Academie, bedanken voor uw verhelderende hulp bij de statistische perikelen rondom dit onderzoek. Wanneer het me begon te duizelen, was een kort overleg met u voldoende om me weer op het juiste spoor te doen belanden.

Een speciaal woord van dank wil ik richten aan dr. Monique van Buul en Ingrid Strijbosch, voor jullie medewerking aan het onderzoek. Ik denk dat ik met gerust hart kan stellen dat ik niemand een plezier doe met het verzoek om 210 botscans visueel te beoordelen, maar jullie hebben het toch gedaan. Ook voor feedback op de verschillende documenten kon ik bij jullie terecht en dan kon ik rekenen op een vakkundige en duidelijke begeleiding.

Tot slot wil ik Rudie van de Kolk in het bijzonder bedanken. Gedurende het gehele onderzoek heb ik jouw begeleiding als zeer prettig ervaren. De telefoongesprekken, mijn e-mails gevuld met eindeloze teksten die slechts dienden als ondersteuning van mijn vragen, de bijeenkomsten; het leek je nooit te veel te worden. De directe en duidelijke feedback die je hebt gegeven sluit goed aan bij mijn persoonlijke voorkeur en die vond ik daarom erg fijn.

De ondersteuning, hulp en begeleiding van eenieder hebben er aan bijgedragen dat het onderzoek succesvol heeft kunnen verlopen. Bedankt!

Dick Hartmans

Nieuwegein, mei 2013

Samenvatting

Inleiding: Ter voorbereiding op een mogelijke overgang naar patiënt-specifieke protocollering voor het skelet total body scintigram in het St. Antonius Ziekenhuis te Nieuwegein, richtte deze studie zich op de onderzoeksvraag: In hoeverre leveren geslacht, leeftijd, BMI en wachttijd (tussen injectie en acquisitie) verschillen op in de beeldkwaliteit van een skelet total body scintigram binnen de klinische setting van het St. Antonius Ziekenhuis?

Methode: Het onderzoek werd retrospectief uitgevoerd op 210 skelet total body scintigrammen, vervaardigd bij personen van 18 jaar of ouder. Hierbij werd bepaald of er verschil in beeldkwaliteit bestond tussen groepen die verschillen van geslacht, leeftijd, BMI en wachttijd. Beeldkwaliteit werd tweezijdig gedefinieerd; als uitkomst van een visuele beoordeling en als bot/weke delen-ratio.

Resultaten: Geen significant verschil in beeldkwaliteit tussen mannen en vrouwen werd gevonden, niet in visueel beoordeelde beeldkwaliteit ($p = .652$) en niet in bot/weke delen ratio ($p = .076$). Bij toenemende leeftijd nam het percentage scans dat visueel als optimaal werd beoordeeld significant af, van 87% (18 - 50 jarigen) naar 52,3% (51 - 70 jarigen) naar 42,3% (71 jarigen en ouder). Het percentage scans dat als slecht werd beoordeeld, nam significant toe bij toenemende leeftijd ($p = .003$). Personen van 70 jaar of jonger lieten een significant hogere bot/weke delen-ratio zien dan personen van 71 jaar of ouder ($p = .015$), verdere verschillen in bot/weke delen-ratio waren niet significant. Op de visuele beoordeling lieten verschillen in BMI significante verschillen in beeldkwaliteit zien, bij stijgend BMI nam het aantal als slecht beoordeelde scans toe (1,2% bij BMI ≤ 24.9 , 12,2% bij BMI 25.0 - 29.9 en 23,6% bij BMI ≥ 30.0) ($p = .000$). Bot/weke delen-ratio verschilde niet significant tussen de groepen met verschillend BMI ($p = .182$). Verschillen in wachttijd leidden tot verschillen in beeldkwaliteit, waar een toenemende wachttijd de visueel beoordeelde beeldkwaliteit significant verbeterde ($p = .000$) en de bot/weke delen-ratio significant toenam ($p = .000$).

Conclusie: Verschillen in leeftijd, BMI en wachttijd leidden tot significante verschillen in beeldkwaliteit. Voor geslacht werden geen significante verschillen in beeldkwaliteit gevonden. Leeftijd en BMI zijn patiënteigenschappen met zodanige invloed dat het aanbevolen is om deze in een patiënt-specifiek protocol te verwerken. Daarnaast is het aanbevolen om de wachttijd, een acquisitieparameter, binnen nader te bepalen grenzen zorgvuldig te hanteren.

Abstract

Background: As a switch to a patient-specific protocol for total body bone scintigraphy for the St. Antonius Hospital in Nieuwegein may be possible eventually, this study aimed for the question: To what extent do differences in sex, age, BMI and time interval between injection and scan cause differences in image quality of a total body bone scintigraphy in the clinical setting of the St. Antonius Hospital?

Method: This retrospective study was performed on 210 total body bone scintigrams, acquired on persons with an age of 18 years and above. Then differences in image quality were determined between groups that differed in sex, age, BMI and duration of time interval. Image quality was defined two-sided; as result of a visual assessment and as bone-to-soft tissue ratio.

Results: No significant differences in image quality were found between men and women, not in visual assessed image quality ($p = .652$) nor in bone-to-soft tissue ratio ($p = .076$). With increasing age, the percentage of scans that were assessed as 'optimal' decreased significantly from 87% (age 18 - 50 years), to 52,3% (age 51 - 70 years) to 42,3% (age 71 and above). The percentage of scans that were assessed as 'inadequate' increased significantly with increasing age ($p = .003$). Persons with an age of 70 years and below showed a significant higher bone-to-soft tissue ratio than persons with an age of 71 and above ($p = .015$), other differences in bone-to-soft tissue ratio were not-significant. On the visual assessment, image quality differed significantly between groups with different BMI, where increasing BMI caused the percentage of scans that were assessed as 'inadequate' to raise (1,2% at BMI ≤ 24.9 , 12,2% at BMI 25.0 - 29.9 and 23,6% at BMI ≥ 30.0) ($p = .000$). Bone-to-soft tissue ratio did not differ significantly between groups with different BMI ($p = .182$). Image quality differed with differences in time interval, where increasing duration of time interval improved the visually assessed image quality significantly ($p = .000$) and increased the bone-to-soft tissue ratio significantly ($p = .000$).

Conclusion: Differences in age, BMI en time interval led to significant differences in image quality. For sex were no significant differences in image quality found. Age and BMI are patient characteristics with such influence that it is recommended they will be included in a possible patient-specific protocol. Besides that, it is recommended that time interval, as an acquisition parameter, should be dealt with carefully between boundary values that are to be determined.

(1) Inleiding

Skeletscintigrafie, waarbij gebruik wordt gemaakt van met ^{99m}Tc gelabelde fosfaten, heeft zijn rol in de diagnose van uiteenlopende aandoeningen van het menselijk skelet sinds geruime tijd bewezen¹. Deze vorm van diagnostiek wordt zeer frequent uitgevoerd om uiteenlopende afwijkingen in het skelet te onderzoeken, met als gevolg dat het één van de meest uitgevoerde onderzoeken binnen de Nucleaire Geneeskunde is, met ruim 100.000 verrichtingen per jaar in Nederland^{2,3}.

De literatuur toont aan dat er inmiddels veel onderzoek is gedaan naar de beeldkwaliteit van het skeletscintigram en over de factoren die invloed uitoefenen op deze beeldkwaliteit. Enerzijds staat in die literatuur beschreven op welke manier de beeldkwaliteit van een skeletscintigram beoordeeld moet worden. In de literatuur wordt de beeldkwaliteit gedefinieerd ofwel als een visuele beoordeling van de beeldkwaliteit, vaak aan de hand van gespecificeerde aspecten, ofwel als een bepaling van een vorm van signaal/ruis-verhouding middels een bot/weke delen-ratio (BWR). Adams en Shirley (1983) en Cook e.a. (2010) beschrijven dat een visuele beoordeling en de kwantificatie van de BWR niet per definitie een gelijke waardering geven aan een skeletscintigram^{4,5}. Zij worden daarin ondersteund door Fogelman e.a. (1981), die schrijven dat alleen de bepaling van de BWR geen volwaardig oordeel geeft over de beeldkwaliteit van een skeletscintigram⁶. Anderzijds is veel onderzoek gedaan naar de invloed van vele factoren op deze beeldkwaliteit. De leeftijd van de patiënt die skeletscintigrafie ondergaat, blijkt van invloed te zijn op de beeldkwaliteit van dit skeletscintigram^{4,7-9}. Wilson (1981) beschrijft een significante, lineaire relatie tussen toenemende leeftijd en het verkrijgen van skeletscintigrammen van slechte kwaliteit⁷. Adams en Shirley (1983) geven aan dat de leeftijd van een patiënt die skeletscintigrafie ondergaat, op de derde plaats staat op de lijst van factoren met de grootste invloed op de beeldkwaliteit⁴. Kassamali e.a. (1989) voegen daar aan toe dat er een significant verschil bestaat tussen de bot/weke delen-ratio bij een groep met proefpersonen met een leeftijd van 20 tot 69 jaar en bij een groep met proefpersonen van 70 jaar en ouder⁸. Klemenz e.a. (1999) rapporteren een significant verschil in leeftijd van groepen die een beeldkwaliteit van optimaal niveau (mediaan 26 jr), suboptimaal niveau (mediaan 41 jr) en inadequaat niveau (mediaan 59 jr) laten zien⁹. Naar de invloed van het geslacht van de patiënt is eveneens veel onderzoek gedaan. Adams en Shirley (1983) beschrijven deze invloed en zetten het geslacht op de vierde plaats als het gaat om factoren met invloed op de beeldkwaliteit⁴. Kigami e.a. (1996) beschrijven significante verschillen in uptake van het radiofarmacon ^{99m}Tc -HMDP tussen groepen mannen en vrouwen¹. Over de verschillen in het gewicht van de patiënten die skeletscintigrafie ondergaan en de invloed hiervan op de beeldkwaliteit, bestaat de grootste verdeeldheid. Op de lijst van factoren die invloed uitoefenen op de beeldkwaliteit van een skeletscintigram, staat het hebben van overgewicht op de tweede plaats (Adams en Shirley, 1983)⁴. In de richtlijnen van Donohoe e.a. (1996) en Naddaf e.a. (2004) wordt zonder eenduidige onderbouwing geschreven over gewicht-gerelateerde dosering^{10,11}. D'Addabbo e.a. (1992) beschrijven dat door verzwakking door de grotere hoeveelheid omliggend weefsel bij proefpersonen met overgewicht, de beeldkwaliteit van een skeletscintigram beïnvloed kan worden¹². Toch staat in de in Nederland veelgebruikte richtlijnen uit Aanbevelingen Nucleaire Geneeskunde 2007 niets over gewicht-

gerelateerde dosering¹³. Op basis van de bevindingen van Donohoe e.a. (1996), Naddaf e.a. (2004) en D'Addabbo e.a. (1992) is het aannemelijk dat de body mass index (BMI) van een patiënt eveneens van invloed is op de beeldkwaliteit van het bijbehorende skeletscintigram, omdat BMI een maat is voor overgewicht en dus de hoeveelheid omliggend (vet)weefsel. De tijdsduur van het interval tussen toediening van het radiofarmacon en start van de acquisitie is nog een variabele waarnaar veel onderzoek is gedaan. Zowel Klemenz e.a. (1999) als Pauwels e.a. (1984) schrijven van een significante invloed van de tijdsduur van het interval tussen toediening van het radiofarmacon en start van de acquisitie op de BWR^{9,14}. Naar zij schrijven wordt bij een langdurigere interval de BWR hoger (Spearman's $\rho = 0.498$, $P < 0.001$) en is na een wachttijd van drie uur de activiteit in de weke delen afgenomen ten opzichte van na twee uur wachttijd^{9,14}.

Het is opvallend dat, ondanks de ongelijkheden binnen de patiëntenpopulatie met betrekking tot de hierboven genoemde factoren, geen literatuur beschikbaar is welke beschrijft hoe op deze variaties te anticiperen tijdens de uitvoering van de skeletscintigrafie om tot een consistente beeldkwaliteit te komen. Binnen de Nucleaire Geneeskunde bestaan al enkele onderzoeken met patiënt-specifieke protocollering, bijvoorbeeld de myocard perfusie scintigrafie en de FDG-PET met hun dosering gerelateerd aan het lichaamsgewicht van de patiënt. Voor skeletscintigrafie geldt dat nog steeds niet. In Aanbevelingen Nucleaire Geneeskunde 2007 staat niets over een op de patiënt gespecificeerd protocol voor de skeletscintigrafie¹². Wel staat hierin de aanbeveling dat er voor skeletscintigrafie een dosis van 400 tot 800 MBq van het gekozen radiofarmacon zou moeten worden toegediend, maar binnen deze range van 400 MBq wordt geen verdere specificatie gegeven. Daarnaast wordt beschreven dat de tijdsduur van de periode tussen toediening van het radiofarmacon en de start van de acquisitie minimaal twee uur moet zijn. Eerder genoemde literatuur (Klemenz e.a., 1999) beschrijft echter dat een toename van de duur van deze interval de beeldkwaliteit positief beïnvloedt en dat de beeldkwaliteit na een periode van honderdvijfendertig minuten nog steeds van inadequaat niveau is⁹.

Op de afdeling Nucleaire Geneeskunde van het St. Antonius Ziekenhuis te Nieuwegein worden de aanbevelingen van de NVNG nauwkeurig nageleefd. Omdat hierin niet beschreven staat hoe een patiënt-specifieke protocollering voor de skeletscintigrafie ingericht zou moeten worden, wordt gebruik gemaakt van een standaard protocol voor alle patiënten, ongeacht geslacht, leeftijd, BMI en alle andere eigenschappen. De nucleair geneeskundigen van het St. Antonius Ziekenhuis vragen zich af of het mogelijk is om een patiënt-specifieke protocollering van de skeletscintigrafie op te zetten, om zo te trachten de beeldkwaliteit voor alle patiënten te nivelleren. Alvorens hiertoe kan worden overgegaan, is het noodzakelijk om in beeld te brengen of, en in welke mate, dat wat in de literatuur over dit onderwerp staat geschreven ook van toepassing is op de klinische setting van de afdeling Nucleaire Geneeskunde van het St. Antonius Ziekenhuis. Gebruik van een ander radiofarmacon (^{99m}Tc-DPD waar in de literatuur gebruik wordt gemaakt van ^{99m}Tc-MDP of ^{99m}Tc-HDP), andere apparatuur, andere protocollen en andere persoonlijke voorkeuren zijn redenen om specifiek praktijkgericht onderzoek uit te voeren.

Zoals uit de literatuur blijkt, zijn er vele factoren die invloed uitoefenen op de beeldkwaliteit of waarvan men vermoedt dat zij invloed uitoefenen op de beeldkwaliteit. Het geslacht, de leeftijd, de BMI en de wachttijd tussen injectie en acquisitie zijn indien gewenst voorafgaand aan het onderzoek bekend of eenvoudig vast te stellen, zonder dat invasieve of arbeidsintensieve procedures zoals bijvoorbeeld bloedonderzoek nodig zijn. Bovendien worden deze factoren door Adams en Shirley (1983) en Klemenz e.a. (1999) benoemd als meest invloedrijk^{4,9}. Hierom richt deze studie zich op de invloed van deze factoren binnen de klinische setting van het St. Antonius Ziekenhuis.

In de praktijk is een tweedeling te zien tussen twee vormen van het skeletscintigram, namelijk het skelet total body scintigram en het skelet detail scintigram. Deze tweedeling komt veelal voort uit de indicatie voor het onderzoek, met enerzijds voornamelijk oncologische (op metastasen gerichte) aanvragen en aanvragen gericht op metabolische botzieken voor de skelet total body onderzoeken (SKTB) en anderzijds orthopedische aanvragen voor de skelet detail onderzoeken (SKD). Omdat de bijbehorende beelden sterk verschillen, is het niet mogelijk om SKTB's direct met SKD's te vergelijken. Daarnaast wordt deze tweedeling ook in de literatuur aangehouden, zoals beschreven in de artikelen van Kely e.a. (1997) en Cook e.a. (2010)^{5,16}. Dit onderzoek richtte zich op skelet total body onderzoeken en simultaan werd door een collega-onderzoeker een parallelonderzoek uitgevoerd welke zich richtte op skelet detail onderzoeken.

Het doel van deze studie was om te bepalen wat binnen de klinische setting van de afdeling Nucleaire Geneeskunde van het St. Antonius Ziekenhuis de invloed is van geslacht, leeftijd, BMI en wachttijd tussen injectie van het radiofarmacon en de acquisitie van het skeletscintigram op de beeldkwaliteit van dit skeletscintigram. Afhankelijk van de resultaten en conclusies van deze studie werden mogelijk aanbevelingen opgesteld. Zowel aanbevelingen die zorgdragen voor een zo optimaal mogelijke beeldkwaliteit, als aanbevelingen gericht op vervolgonderzoek naar patiënt-specifieke protocollering vormden mogelijke uitkomsten. Wanneer uit deze studie zou blijken dat de genoemde variabelen in deze klinische setting geen invloed uitoefenen op de beeldkwaliteit, kon dat leiden tot bijvoorbeeld een flexibelere patiënt-tijdsplanning. De onderzoeksvraag die dit onderzoeksdoel diende, luidde: In hoeverre leveren geslacht, leeftijd, BMI en wachttijd (tussen injectie en acquisitie) verschillen op in de beeldkwaliteit van het skelet total body scintigram binnen de klinische setting van het St. Antonius Ziekenhuis?

(2) Methode

Design

In deze studie werd middels retrospectief onderzoek onderzocht in hoeverre de verschillen in de patiëntenpopulatie met betrekking tot geslacht, leeftijd, BMI en wachttijd tussen injectie van het radiofarmacon en de start van de acquisitie van het skeletscintigram (verder *‘wachttijd’*) verschillen opleveren in de beeldkwaliteit van het skelet total body scintigram. De beeldkwaliteit werd bepaald middels een visuele beoordeling en door kwantificatie van de bot/weke delen-ratio.

In- en exclusiecriteria

De SKTB's zijn getoetst aan twee criteria alvorens ze werden geïncludeerd. De patiënt moest 18 jaar of ouder zijn, omdat zij bij benadering een gelijke dosis ^{99m}Tc -DPD (650 MBq; -10% / +10%) kregen terwijl voor patiënten van 17 jaar en jonger werd gedoseerd naar lengte en gewicht. Voor inclusie moesten tevens lichaamslengte en lichaamsgewicht van de patiënt ten tijde van de skeletscintigrafie genoteerd zijn. Exclusie voor deze studie vond plaats, wanneer uit acquisitie-notities of het skeletscintigram zelf bleek dat bij acquisitie van het skeletscintigram van het standaardprotocol was afgeweken. Ook patiënten met dubbelzijdige pathologie in de femora, die de later beschreven kwantificatie onmogelijk maakte, werden geëxcludeerd. Patiënten met een dubbelzijdige total hip-prothese werden eveneens geëxcludeerd, omdat dit deze kwantificatie ook zou verstoren. Wanneer het radiofarmacon zodanig (gedeeltelijk) paravasaal was toegediend, dat een sterartefact is ontstaan ter plaatse van de locatie van toediening werd het skeletscintigram ook geëxcludeerd voor deze studie. Enkele patiënten werden in de periode van dataverzameling tweemaal onderzocht en om hun persoonlijke invloed op de uitkomst van deze studie niet zwaarder te laten wegen dan die van de andere proefpersonen, werden de skeletscintigrammen verkregen tijdens hun tweede bezoek geëxcludeerd. In enkele SKTB's was de pathologie in het gehele lichaam zodanig uitgebreid dat geen betrouwbare visuele beoordeling uitgevoerd kon worden. Er is besloten de SKTB's waarbij de uitgebreide pathologie de visuele beoordeling onmogelijk maakte, eveneens te excluderen. Dit gebeurde wanneer de drie beoordelaars het unaniem eens waren over een te uitgebreide pathologie.

Data-verzameling

De periode van dataverzameling liep van september 2013 tot maart 2014. Alle patiënten werden voor een skelet total body onderzoek verwezen naar de afdeling Nucleaire Geneeskunde van het St. Antonius Ziekenhuis te Nieuwegein. Alle patiënten die een SKTB ondergingen, kregen intraveneus een dosis voorgeschreven van 650 MBq (-10% / +10%) ^{99m}Tc -DPD (DPD TECEOS; CIS Bio International, Gif-Sur-Yvette Cedex, Frankrijk; incubatietijd: >5 min). Het onderzoek werd volgens het SKTB protocol van het St. Antonius Ziekenhuis uitgevoerd. De SKTB beelden werden vervaardigd tussen de 2,5 uur tot 6 uur na toediening van het radiofarmacon. De patiënten kregen de opdracht om in de tussenliggende periode één liter vocht te drinken en veelvuldig de blaas te legen. De gammacamera die gebruikt werd voor de acquisitie van deze SKTB's was ofwel de Siemens Symbia T2 dubbelkops gammacamera (camera-specifiek protocol in bijlage I), ofwel de Philips Brightview XCT

dubbelkops gammacamera (camera-specifiek protocol in bijlage II). Beide apparaten waren uitgerust met een NaI-kristal en een LEHR-collimator. De scansnelheid lag voor alle SKTB's op 10 cm/min. Op beide systemen werd gebruik gemaakt van de autocontour-instelling, waardoor de afstand tussen patiënt en camera zo klein mogelijk werd gehouden. De beelden werden geformatteerd in een 256x1024 matrix. Al deze parameters waren conform de tijdens deze studie geldende aanbevelingen volgens de NVNG¹⁴.

Beoordeling beeldkwaliteit

Alle geïnccludeerde SKTB's werden op twee uitkomstmaten gescoord; een visuele beoordeling van de beeldkwaliteit en een kwantificatie van de bot/weke delen-ratio (BWR). Er is voor deze tweezijdige beoordeling gekozen op basis van wat hierover in de literatuur is beschreven, namelijk dat gebruik van één van deze twee beoordelingen alleen niet toereikend is⁴⁻⁶. Zowel de visuele beoordeling als de kwantificatie werden uitgevoerd op volledig geanonimiseerde data.

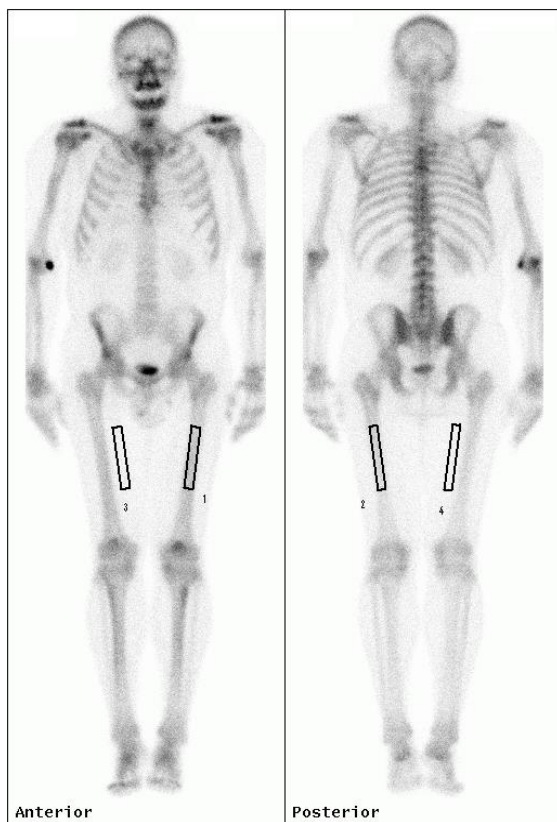
Voor de visuele beoordeling van de afhankelijke variabele beeldkwaliteit werd een aangepaste versie van de methode van Klemenz e.a. gebruikt⁹. De aanpassing vond plaats wegens een gebrekkige beschrijving in het oorspronkelijke artikel van Klemenz e.a., hierdoor is één van de daar beoordeelde aspecten in de hier gebruikte versie vervallen⁹. In het oorspronkelijke artikel had dit aspect geen invloed op de uiteindelijke uitslag, daarom kon dezelfde puntenverdeling gehandhaafd worden. Bij de hier gebruikte versie van de visuele beoordeling werden vier aspecten van de SKTB visueel beoordeeld, namelijk: bot/weke delen contrast (anterior en posterior), differentiatie tussen afzonderlijke ribben (anterior en posterior), waarneembaarheid van de processus transversus van de vertebrae thoracalis (posterior) en waarneembaarheid van details van de benige structuren van het bekken (anterior en posterior). Ieder van deze vier aspecten kreeg een waardering van 2 punten (optimaal), 1 punt (suboptimaal) of 0 punten (ontoereikend). Bij elkaar opgeteld resulteerde dit in een score van 0-8 punten voor iedere SKTB, welke werd gedefinieerd als 'optimaal' (6-8 punten), 'suboptimaal' (3-5 punten) of 'lecht' (0-2 punten). Deze visuele beoordeling werd driemaal per skeletscintigram uitgevoerd; eenmaal door een nucleair geneeskundige, eenmaal door een medisch nucleair werker en eenmaal door de onderzoeker van deze studie. Door de inmiddels verkregen beroepservaring was het aannemelijk dat zij in gelijke mate in staat waren deze visuele beoordeling uit te voeren. De bovengenoemde score werd bijgehouden op het bijbehorende scoreformulier (bijlage IV). Naderhand werd de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van deze visuele beoordeling bepaald door de resultaten van de drie beoordelaars te analyseren middels de gewogen Cohen's Cappa. Omdat er geen redenen waren om aan te nemen dat de weging van deze visuele beoordeling op de gewogen Cohen's Cappa anders dan lineair (standaard) moest zijn, werd voor een lineaire weging gekozen. Voor de statistische analyses werden de resultaten van de beoordelaar met de meeste werkervaring, de nucleair geneeskundige, gebruikt.

De bepaling van de bot/weke delen-ratio (een relatieve ratio tussen de botactiviteit en de weke delen activiteit op een skeletscintigram) vond plaats middels een viertal regions of interest (ROI's) waarin het

aantal counts per pixel (cts/pix) werd bepaald. Twee van deze ROI's werden geplaatst op ossale structuren en twee op weke delen, waarna met behulp van een formule de BWR werd berekend. De ROI's voor bepaling van de botactiviteit werden geplaatst op de diaphysis femoris van het linker femur, één op de anterior projectie ($ROI_{bot-ant}$) en één op de posterior projectie ($ROI_{bot-post}$). Van het aantal counts per pixel uit deze twee afzonderlijke ROI's werd het geometrisch gemiddelde bepaald en die waarde werd gebruikt als botactiviteit in de berekening van de BWR. Het geometrisch gemiddelde werd berekend door de vierkantswortel te nemen van het product van de waarden in de twee ROI's. De twee ROI's representatief voor de weke delen activiteit werden geplaatst op de adductoren regio van het rechter bovenbeen, mediaal langs de schacht van het femur (ook hier één op de anterior ($ROI_{week-ant}$) en één op de posterior projectie ($ROI_{week-post}$)). Nadat ook voor deze waarden het geometrisch gemiddelde is berekend, werd de uitkomst gebruikt als weke delen activiteit in de BWR-berekening. Zie figuur 1 voor weergave van de ROI's. Wanneer een THP in het linker femur was geplaatst werden alle ROI's contralateraal geplaatst, dus ROI_{bot} in het rechter femur en ROI_{week} naast het linker femur. Ook bij belemmerende pathologie in het linker femur werden alle ROI's contralateraal geplaatst.

De formule voor de BWR is:

$$\frac{\sqrt{(ROI_{bot-ant} \times ROI_{bot-post})}}{\sqrt{(ROI_{week-ant} \times ROI_{week-post})}} = BWR$$



Figuur 1 - Weergave van ROI's voor BWR-bepaling.

1 = $ROI_{bot-ant}$, 2 = $ROI_{bot-post}$, 3 = $ROI_{week-ant}$, 4 = $ROI_{week-post}$

Data-analyse

De vier onafhankelijke variabelen, waarvan de invloed op de uitkomstmaten beeldkwaliteit en BWR geëvalueerd werd, zijn: geslacht van de patiënt (a), leeftijd van de patiënt in jaren (b), BMI van de patiënt (c) en wachttijd tussen toediening radiofarmacon en start acquisitie in minuten (d). Deze vier onafhankelijke variabelen werden afzonderlijk middels een statistische analyse uitgezet tegen de visueel beoordeelde beeldkwaliteit en de BWR als afhankelijke variabelen. Dit gaf een totaal van acht afzonderlijke statistische analyses.

De onafhankelijke variabelen werden ieder ingedeeld in groepen. Het meetniveau voor de variabele geslacht was nominaal (binair), namelijk man of vrouw. De overige onafhankelijke variabelen leeftijd, BMI en wachttijd waren na verdeling in groepen ieder van ordinaal meetniveau. De variabele leeftijd werd verdeeld in drie groepen; 18 - 50 jr, 51 - 70 jr en ≥ 71 jr. Deze indeling was gebaseerd op de bevindingen van Kassamali e.a., die beschrijven dat zij een significant verschil vinden in BWR tussen een groep met proefpersonen van 20 - 69 jr (volwassenen) en een groep met proefpersonen van 70 jr en ouder (ouderen)⁸. Er werd besloten om de groep volwassenen nog te verdelen in 18 - 50 jr en 51 - 70 jr, om te kunnen bepalen of tussen die groepen nog verschillen in beeldkwaliteit gevonden konden worden. De variabele BMI werd verdeeld in drie groepen, namelijk ≤ 24.9 (ondergewicht en normaal gewicht), 25.0 - 29.9 (overgewicht) en ≥ 30.0 (obesitas). Deze indeling was gebaseerd op de grenzen die als zodanig waren gedefinieerd door de Nederlandse Hartstichting¹⁷. Voor de variabele wachttijd werd de volgende indeling van de vijf groepen aangehouden: ≤ 179 minuten, 180 - 209 minuten, 210 - 239 minuten, 240 - 269 minuten en ≥ 270 minuten; met onderlinge verschillen van een half uur.

Voor de analyses van deze vier onafhankelijke variabelen tegenover de afhankelijke variabelen werden verschillende toetsen gebruikt. Voor de variabele geslacht werden de Pearson Chi-kwadraat (geslacht tegenover de visuele beoordeling) en de Mann-Whitney U toets (geslacht tegenover BWR) gebruikt. Voor de variabelen leeftijd, BMI en wachttijd werden dezelfde toetsen gebruikt, namelijk de Chi-kwadraat (linear-by-linear association) voor de analyse tegenover de visuele beoordeling en de Kruskal-Wallis voor de analyse tegenover BWR. Deze statistische toetsen werden uitgevoerd met behulp van SPSS Statistics (IBM Business Analytics, Armonk, NY, U.S.A.). Bij de statistische analyses werd het niveau van significantie op $p < .05$ gehouden. Daar waar de Kruskal-Wallis toetsen significant bleken, werden post hoc procedures uitgevoerd om te ontdekken tussen welke groepen de verschillen significant waren. Deze post hoc procedures bestonden uit afzonderlijke Mann-Whitney U toetsen tussen twee verschillende groepen. Omdat deze afzonderlijke toetsen gezamenlijk één statistische post hoc procedure vormden, moesten daarbij Bonferroni-correcties worden uitgevoerd om type-I-fouten te voorkomen. De Bonferroni-correctie houdt in dat het oorspronkelijke significantieniveau (in deze studie $p < .05$) gedeeld moet worden door het aantal toetsen in de post hoc procedure. Wegens de Bonferroni-correctie moest bewust omgegaan worden met de hoeveelheid analyses waarvoor werd gekozen, omdat bij een hoog aantal tests het significantieniveau van de afzonderlijke tests zo laag zou komen te liggen dat dit ernstig restrictieve gevolgen had¹⁹.

Ethiek

De lichaamslengte en het lichaamsgewicht werden voorafgaand aan de start van deze studie niet standaard genoteerd; hiermee is per 25-9-2013 gestart. Omdat het voor een goed verloop van de skeletscintigrafie niet noodzakelijk was om deze gegevens beschikbaar te hebben, werd wegens ethische overwegingen besloten om de patiënten op de hoogte te stellen van de reden van de registratie van hun lichaamslengte en -gewicht. Deze informatieverstrekking vond schriftelijk plaats (bijlage III). Deze brief gaf de patiënt de gelegenheid om zich in te lezen binnen de studie waar hij/zij indirect aan deelnam. Daarnaast werd in deze brief aangegeven dat zij deelname konden weigeren en hoe zij dat konden doen. De aanvullende patiëntgegevens werden opgenomen in Qdoc en daarmee werd de bescherming gewaarborgd, gelijk aan de bescherming van alle overige patiëntgegevens. Daarnaast werd alle onderzoeksdata voorafgaand aan de analyses geanonimiseerd op naam en geboortedatum, waardoor achteraf geen verband meer bestond met de oorspronkelijke patiënt. Na afronding van het onderzoek werd de data overgedragen aan de opdrachtgever.

(3) Resultaten

In de beschreven periode van september 2013 tot en met maart 2014 zijn in totaal 450 total body-skeletscintigrafieën uitgevoerd op de afdeling Nucleaire Geneeskunde van het St. Antonius Ziekenhuis. Hiervan voldeden 260 SKTB's aan de inclusiecriteria. Deze 260 skeletscintigrafieën zijn daarna getoetst aan de exclusiecriteria en na exclusie van 50 cases (1 met afwijkingen van standaard protocol, 6 met dubbelzijdige pathologie in de femora, 4 met dubbelzijdige THP, 16 met sterartefact ter plaatse van paravasaal toegediende activiteit, 3 wegens tweede bezoek, 20 met te uitgebreide pathologie voor visuele beoordeling) zijn 210 SKTB's meegenomen in de analyses van deze studie. De samenstelling van deze patiëntenpopulatie staat weergegeven in tabel 1. Eerst werd bepaald of de verschillende groepen van elkaar verschilden aangaande de waarden van de andere variabelen. In tabel 2, 3, 4 en 5 staat weergegeven of deze verschillen significant waren. Voor de man/vrouw-verdeling staat geen gemiddelde, maar de verdeling zelf weergegeven. Met deze analyses werd duidelijk dat de groepen voornamelijk homogeen verdeeld waren. De groep mannen en vrouwen vormden hierop een uitzondering, deze verschilden significant in leeftijd en BMI.

Tabel 1 - Samenstelling patiëntenpopulatie

	<i>n</i> = 210
Geslacht (man/vrouw)	121/89
Leeftijd in jaren (gemiddelde, spreiding)	65,7 (19 - 90)
BMI (gemiddelde ± SD)	27.0 ± 5.2
Wachttijd in minuten (gemiddelde ± SD)	232,5 ± 46,0
Dosis ^{99m}Tc-DPD in MBq (gemiddelde ± SD)	644,56 ± 28,54

Tabel 2 - Leeftijd, BMI en wachttijd bij verschillend geslacht

Geslacht	Mannen (<i>n</i> = 121)	Vrouwen (<i>n</i> = 89)	<i>p</i> -waarde (<i>ns</i> = niet significant)
Leeftijd in jaren (gemiddelde)	69,6	60,3	.000
BMI (gemiddelde)	27.5	26.4	.041
Wachttijd in minuten (gemiddelde)	237,0	226,4	<i>ns</i>

Tabel 3 - Geslacht, BMI en wachttijd binnen de verschillende leeftijdsgroepen

Leeftijdsgroep	18 - 50 jr (<i>n</i> = 23)	51 - 70 jr (<i>n</i> = 107)	≥ 71 jr (<i>n</i> = 78)	<i>p</i> -waarde (<i>ns</i> = niet significant)
Geslacht (man/vrouw)	7/16	57/52	57/21	-
BMI (gemiddelde)	25.7	27.5	26.8	<i>ns</i>
Wachttijd in minuten (gemiddelde)	232,3	228,3	238,5	<i>ns</i>

Tabel 4 - Geslacht, leeftijd en wachttijd binnen de verschillende BMI-groepen

BMI-groep	≤ 24.9 (n = 81)	25.0 - 29.9 (n = 74)	≥ 30.0 (n = 55)	p-waarde (ns = niet significant)
Geslacht (man/vrouw)	39/42	47/27	35/20	-
Leeftijd in jaren (gemiddelde)	65,4	67,0	64,4	ns
Wachttijd in minuten (gemiddelde)	232,2	232,8	232,5	ns

Tabel 5 - Geslacht, leeftijd en BMI binnen de verschillende wachttijd-groepen

Wachttijd-groep	≤ 179 min (n = 24)	180 - 209 min (n = 56)	210 - 239 min (n = 43)	240 - 269 min (n = 40)	≥ 270 min (n = 47)	p-waarde (ns = niet significant)
Geslacht (man/vrouw)	13/11	35/21	15/28	27/13	31/16	-
Leeftijd in jaren (gemiddelde)	63,1	66,2	62,7	67,2	67,8	ns
BMI (gemiddelde)	26.3	27.3	27.6	27.1	26.5	ns

Ten goede van een juiste interpretatie van de subjectieve visuele beoordeling werd bepaald hoe sterk de subjectiviteit van de beoordelaars in deze uitkomstmaat tot uiting kwam. Om deze visuele beoordeling te evalueren, werd gekozen voor drie afzonderlijke gewogen Cohen's kappa toetsen, één voor beoordelaar_1 tegenover beoordelaar_2, één voor beoordelaar_1 tegenover beoordelaar_3 en één voor beoordelaar_2 tegenover beoordelaar_3. De scores op deze interbeoordelaar-betrouwbaarheidstests waren respectievelijk $K = .57$, $K = .67$ en $K = .59$ en deze vielen volgens de door Landis en Koch (1977) beschreven criteria in de categorieën 'redelijk' ($.41 \leq K \leq .60$) en 'substantieel' ($.61 \leq K \leq .80$)¹⁸. Conclusies aan de resultaten op de visuele beoordeling moesten daarom met nuance worden getrokken. Bij nadere evaluatie van de visuele beoordeling bleek dat de gemiddelde scores op de vier afzonderlijke aspecten niet allen overeenkwamen. De gemiddelde scores op deze aspecten waren zoals hieronder weergegeven in tabel 6. Bij de scores viel op dat de onderlinge verschillen klein waren, met uitzondering van Aspect 3 welke een duidelijk lagere gemiddelde score liet zien.

Tabel 6 - Visuele beoordeling; gemiddelde score per aspect

Aspect visuele beoordeling	Gemiddelde score (schaal 0-2)
Aspect 1 - Bot/weke delen-ratio	1.35
Aspect 2 - Differentiatie tussen afzonderlijke ribben	1.49
Aspect 3 - Waarneembaarheid processen transversaal	1.03
Aspect 4 - Waarneembaarheid details van het bekken	1.29

Uiteindelijk bleek uit de hoofdanalyses van deze studie het volgende. Op de visuele beoordeling van de 121 mannelijke SKTB's werd in 15 gevallen (12,4%) een slechte beeldkwaliteit gescoord, in 42 gevallen (34,7%) was sprake van een suboptimale beeldkwaliteit en bij 62 scans (52,9%) werd de beeldkwaliteit als optimaal beoordeeld. Voor de vrouwelijke scans was deze verdeling respectievelijk 8 (9,0%), 35 (39,3%) en 46 (51,7%) (zie tabel 7). Na analyse van deze gegevens middels een Pearson Chi-kwadraat toets bleek dat er geen significant verschil bestond in visueel beoordeelde beeldkwaliteit tussen mannen en vrouwen ($p = .652$). Van de bot/weke delen-ratio werd eerst de dataverdeling bepaald, welke na analyse middels de Shapiro-Wilk toets niet normaal verdeeld bleek te zijn. Dit gold voor de gehele populatie ($p = .000$) en voor de afzonderlijke groepen ($.000 < p < .016$), met uitzondering van wachttijd-groep 210 - 239 minuten ($p = .151$). Ten behoeve van de consistentie werd aangenomen dat ook de data binnen deze enkele wachttijd-groep niet-normaal verdeeld was, waarna voor de analyses van de verschillen in de BWR non-parametrische tests zijn gebruikt. Een analyse met behulp van de Mann-Whitney U toets toonde aan dat het geslacht van de patiënt niet van invloed was op de BWR. De bot/weke delen-ratio verschilde niet significant tussen mannen (mediaan 2.51) en vrouwen (mediaan 2.76) ($U = 4613.50$, $n_1 = 89$, $n_2 = 121$, $p = .076$).

Tabel 7 - Visueel beoordeelde beeldkwaliteit; mannen vs. vrouwen

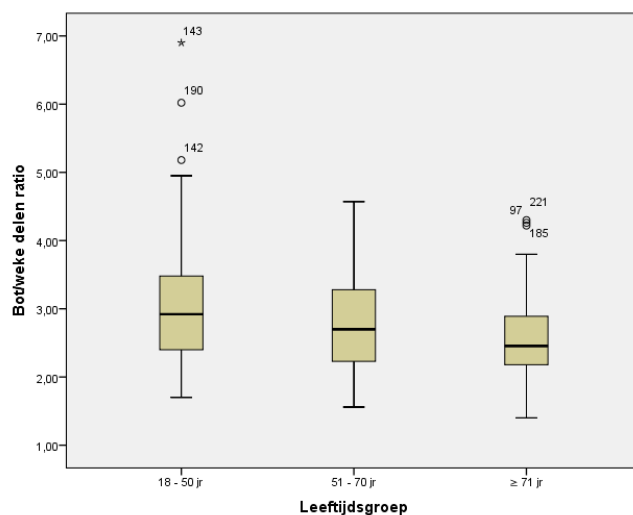
			Visueel beoordeelde beeldkwaliteit			Totaal
			0-2 (slecht)	3-5 (suboptimaal)	6-8 (optimaal)	
Geslacht	Man	Aantal	15	42	64	121
		Percentage binnen groep	12,4%	34,7%	52,9%	100,0%
	Vrouw	Aantal	8	35	46	89
		Percentage binnen groep	9,0%	39,3%	51,7%	100,0%
Totaal	Aantal		23	77	110	210
	Percentage totaal		11,0%	36,7%	52,4%	100,0%

Wanneer de leeftijdsgroepen werden uitgezet tegen de visueel beoordeelde beeldkwaliteit, zag de verdeling er uit als in tabel 8. Daarbij viel op dat het percentage scans binnen een leeftijdsgroep dat als optimaal werd beoordeeld, fors afnam naar mate de leeftijd van de groep toenam, namelijk 87% bij 18 - 50 jaar, 52,3% bij 51 - 70 jaar en slechts 42,3% voor ≥ 71 jaar. Daar tegenover nam het percentage scans dat als slecht werd beoordeeld toe bij toenemende leeftijd. Na statistische analyse van deze gegevens, middels een Chi-kwadraat (linear-by-linear association), bleken de verschillen in beeldkwaliteit tussen de verschillende leeftijdsgroepen significant te zijn ($p = .003$). Uit een Kruskal-Wallis toets bleek dat de verschillen in BWR tussen de verschillende leeftijdsgroepen (18 - 50 jr met mediaan 2.92, 51 - 70 jr met mediaan 2.70 en ≥ 71 jr met mediaan 2.45) significant waren ($H(2) = 8.38$, $p = .015$). Ter visualisatie van de resultaten van de verschillende groepen staat de boxplot hiervan weergegeven (figuur 2), op deze resultaten werd een post hoc procedure uitgevoerd. Met drie afzonderlijke Mann-Whitney U toetsen werd bepaald welke verschillen tussen welke groepen significant waren. In deze post hoc procedure lag het niveau van significantie voor deze tests op $\alpha = .05$.

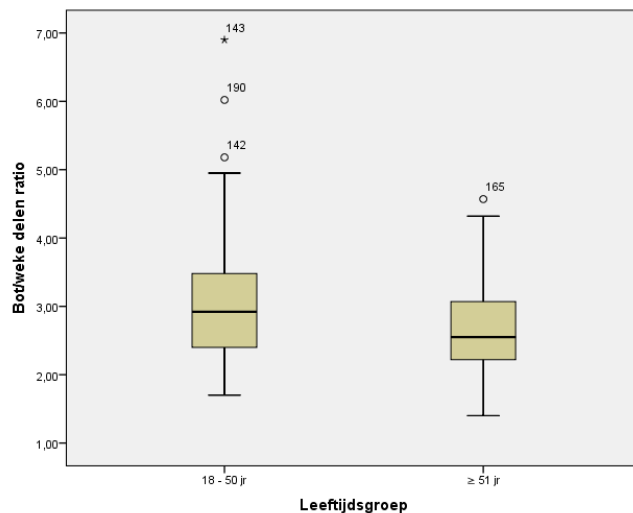
$0.05/3 = 0.0167$ (Bonferroni-correctie). Tussen de groepen 18 - 50 jr en 51 - 70 jr was het verschil niet significant ($p = 0.173$), ook niet-significant was het verschil tussen de groepen 51 - 70 jr en ≥ 71 jr ($p = 0.027$). Het verschil tussen de jongste groep (18 - 50 jr) en de oudste groep (≥ 71 jr) was wel significant ($p = .015$) en dat toonde aan dat de BWR bij de leeftijd 18 - 50 jr significant hoger was dan de BWR bij een leeftijd van 71 of hoger. Uit een andere analyse bleek het verschil tussen proefpersonen van 18 - 50 jaar (mediaan 2.92) en proefpersonen van 51 jaar of ouder (mediaan 2.55) niet significant ($p = .055$) te zijn. Verschillen in BWR tussen de groep met proefpersonen tussen 18 en 70 jaar (mediaan 2.78) enerzijds en de groep met proefpersonen van 71 jaar en ouder (mediaan 2.45) anderzijds waren wel significant ($p = .009$). Zie figuur 3 en 4 voor de boxplots behorende bij deze analyses.

Tabel 8 - Visueel beoordeelde beeldkwaliteit; leeftijdsgroepen

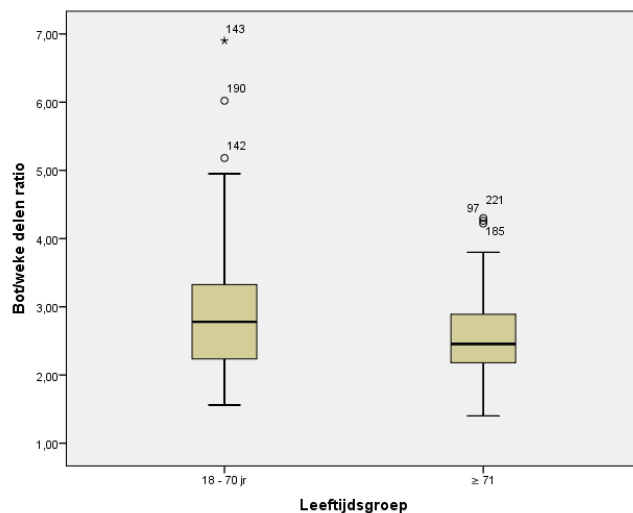
			Visueel beoordeelde beeldkwaliteit			Totaal
			0-2 (slecht)	3-5 (suboptimaal)	6-8 (optimaal)	
Leeftijdsgroep	18 - 50 jr	Aantal	1	2	20	23
		Percentage binnen groep	4,3%	8,7%	87,0%	100,0%
	51 - 70 jr	Aantal	12	40	57	109
		Percentage binnen groep	11,0%	36,7%	52,3%	100,0%
	≥ 71 jr	Aantal	10	35	33	78
		Percentage binnen groep	12,8%	44,9%	42,3%	100,0%
Total	Aantal		23	77	110	210
	Percentage totaal		11,0%	36,7%	52,4%	100,0%



Figuur 2 - Uitslag bot/weke delen-ratio per leeftijdsgroep ([18 - 50 jr] vs [51 - 70 jr] vs ≥ 71 jr])



Figuur 3 - Uitslag bot/weke delen-ratio per leeftijdsgroep ([18 - 50 jr] vs [≥ 51 jr])



Figuur 4 - Uitslag bot/weke delen-ratio per leeftijdsgroep ([18 - 70 jr] vs [≥ 71 jr])

Ook de drie BMI-groepen $\hat{O}24.9$ (ondergewicht en normaal gewicht), $25.0 - 29.9$ (overgewicht) en $\hat{O}30.0$ (obesitas) werden uitgezet tegenover de beeldkwaliteit. De hier bijbehorende tabel (tabel 9) laat zien dat bij toename van BMI, het percentage scans binnen een BMI-groep dat de beoordeling slecht kreeg, toenam (van 1,2% naar 12,2% naar 23,6%). Andersom gold dat het percentage scans binnen een BMI-groep dat als optimaal werd beoordeeld, afnam naar mate de BMI steeg (van 70,4% naar 48,6% naar 30,9%). Na analyse, wederom middels een Chi-kwadraat (linear-by-linear association) bleek dat die verschillen significant ($p = .000$) waren. Uit de Kruskal-Wallis toets die de BMI-groepen tegenover de gekwantificeerde BWR zette, bleek dat de verschillen in BMI ($\hat{O}24.9$ mediaan 2.74, $25.0 - 29.9$ mediaan 2.60 en $\hat{O}30.0$ mediaan 2.41) niet leidden tot significante verschillen in BWR ($H(2) = 3.41$, $p = .182$). Wegens de niet significante verschillen in BWR tussen de BMI-groepen werd hier geen post hoc procedure uitgevoerd.

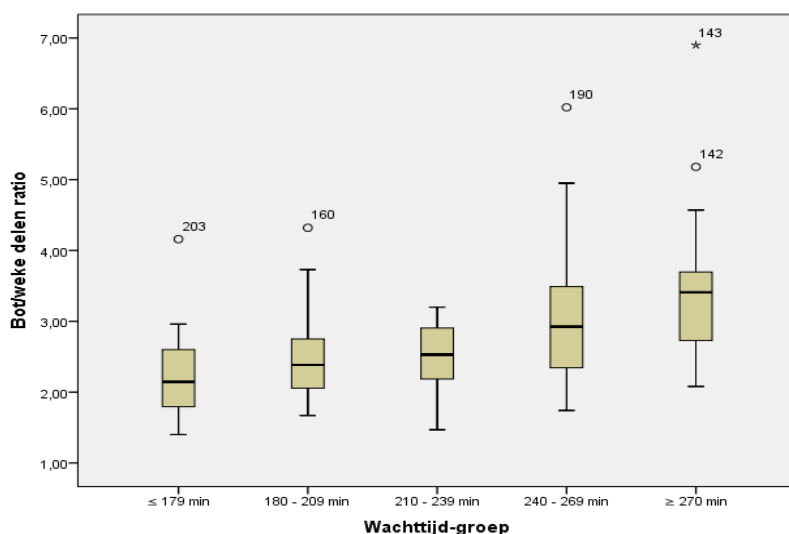
Tabel 9 - Visueel beoordeelde beeldkwaliteit; BMI-groepen

			Visueel beoordeelde beeldkwaliteit			Totaal
			0-2 (slecht)	3-5 (suboptimaal)	6-8 (optimaal)	
BMI-groepen	≤24.9 (laag gewicht en normaal gewicht)	Aantal	1	23	57	81
		Percentage binnen groep	1,2%	28,4%	70,4%	100,0%
	25.0 - 29.9 (overgewicht)	Aantal	9	29	36	74
		Percentage binnen groep	12,2%	39,2%	48,6%	100,0%
	≥30.0 (obesitas)	Aantal	13	25	17	55
		Percentage binnen groep	23,6%	45,5%	30,9%	100,0%
Totaal	Aantal		23	77	110	210
	Percentage totaal		11,0%	36,7%	52,4%	100,0%

Voor de vijf wachttijd-groepen ≤179 minuten, 180 - 209 minuten, 210 - 239 minuten, 240 - 269 minuten en ≥270 minuten werden ook analyses uitgevoerd. Uitgezet tegen de visueel beoordeelde beeldkwaliteit leverde dat een verdeling op zoals zichtbaar is in tabel 10. Door het relatief hoge aantal groepen was het minder eenvoudig om op het oog een resultaat uit deze tabel te destilleren. Er leek een toename zichtbaar van het percentage scans dat als 'optimaal' wordt beoordeeld, naar mate de wachttijd langer werd. Het percentage scans dat als 'slecht' werd beoordeeld, nam juist af naar mate de wachttijd toenam. Niet alle cellen binnen de tabel pasten precies binnen deze aanname, maar de algemene trend duidde er wel op. Na statistische analyse van deze resultaten met wederom een Chi-kwadraat (linear-by-linear association), bleek dat de significantie van deze uitkomsten bevestigd werd ($p = .000$). De verschillen tussen de vijf wachttijd-groepen op de bot/weke delen-ratio werden bepaald en statistisch getoetst middels de Kruskal-Wallis en daaruit bleek dat deze verschillen significant zijn ($p = .000$). De boxplot van deze resultaten staat weergegeven in figuur 5, de BWR-medianen waren: ≤179 minuten: 2.15, 180 - 209 minuten: 2.39, 210 - 239 minuten: 2.53, 240 - 269 minuten: 2.93 en ≥270 minuten: 3.41. Hierop volgend werd een post hoc procedure uitgevoerd. Wanneer iedere groep afzonderlijk werd uitgezet tegen de aangrenzende groep met een langere wachttijd, ontstonden vier tests die de post hoc procedure vormden. Het niveau van significantie lag daarbij op $\alpha = 0.05/4 = 0.012$ (Bonferroni-correctie) en dat werd alleen gehaald door het verschil tussen de groepen 210 - 239 minuten en 240 - 260 minuten ($p = .003$). Een andere mogelijkheid was om analyses uit te voeren tussen twee groepen die één uur uit elkaar liggen, dus door steeds één groep over te slaan. Dat leverde 3 analyses op, namelijk ≤179 minuten vs. 210 - 239 minuten, 180 - 209 minuten vs. 240 - 269 minuten en 210 - 239 minuten vs. ≥270 minuten en daarmee werd getoetst of één uur langere wachttijd significante verschillen in BWR veroorzaakte. Het niveau van significantie lag daarbij op $\alpha = 0.05/3 = 0.0167$. Bij het toetsen van deze post hoc procedure, bleek dat deze drie subanalyses allen significant waren ($p < .01$). Daaruit bleek dat wanneer de wachttijd met een uur toenam, de bot/weke delen-ratio significant hoger werd.

Tabel 10 - Visueel beoordeelde beeldkwaliteit; wachttijd-groepen

			Visueel beoordeelde beeldkwaliteit			Totaal
			0-2 (slecht)	3-5 (suboptimaal)	6-8 (optimaal)	
Wachttijd- groepen	≤ 179 minuten	Aantal	6	8	10	24
		Percentage binnen groep	25,0%	33,3%	41,7%	100,0%
	180 - 209 minuten	Aantal	8	27	21	56
		Percentage binnen groep	14,3%	48,2%	37,5%	100,0%
	210 - 239 minuten	Aantal	6	16	21	43
		Percentage binnen groep	14,0%	37,2%	48,8%	100,0%
	240 - 269 minuten	Aantal	1	11	28	40
		Percentage binnen groep	2,5%	27,5%	70,0%	100,0%
	≥ 270 minuten	Aantal	2	15	30	47
		Percentage binnen groep	4,3%	31,9%	63,8%	100,0%
Totaal	Aantal		23	77	110	210
	Percentage totaal		11,0%	36,7%	52,4%	100,0%



Figuur 5 - Uitslag bot/weke delen-ratio per wachttijd-groep (≤ 179 min] vs [180 - 209 min] vs [210 - 239 min] vs [240 - 269 min] vs [≥ 270 min])

De in deze studie gebruikte botsintigrafieën werden op twee verschillende systemen vervaardigd, namelijk de Siemens Symbia T2 dubbelkops gammacamera en de Philips Brightview XCT dubbelkops gammacamera. Er werd bepaald of deze twee camerasystemen verschillen in resultaten lieten zien. Uit analyse bleek dat deze twee camerasystemen zowel op de visuele beoordeling (Chi-kwadraat, $p = .411$) als op de bot/weke delen-ratio (Kruskal-Wallis, $p = .105$) geen significante verschillen in de resultaten vertoonden.

(4) Discussie

Het doel van deze studie was om te bepalen wat binnen de klinische setting van de afdeling Nucleaire Geneeskunde van het St. Antonius Ziekenhuis de invloed is van geslacht, leeftijd, BMI en wachttijd tussen injectie van het radiofarmacon en de acquisitie van het skeletscintigram op de beeldkwaliteit van het skeletscintigram.

Uit de beschikbare literatuur blijkt dat niet alle bevindingen in alle onderzoeken overeenkomen. Zoals beschreven, ontdekten Kigami e.a. (1996) dat er significante verschillen waren in uptake van het radiofarmacon tussen mannen en vrouwen¹. In de huidige studie werden geen verschillen gevonden in visueel beoordeelde beeldkwaliteit en bot/weke delen-ratio tussen mannen en vrouwen. Deze resultaten lijken tegenovergesteld, maar de ossale uptake (percentage van toegediende activiteit dat daadwerkelijk in het skelet wordt opgenomen) uit het onderzoek van Kigami e.a. is niet per definitie evenredig verbonden aan de visueel beoordeelde beeldkwaliteit of de BWR uit deze studie. Adams en Shirley (1983) beschreven dat geslacht een significante invloed uitoefende op de in hun studie gebruikte visuele beoordeling van de skeletscintigrammen, terwijl in de huidige studie een significant verschil tussen mannen en vrouwen op visueel beoordeelde beeldkwaliteit werd ontkend⁴. De oorsprong van deze tegenstrijdige resultaten ligt mogelijk in het gebruik van twee verschillende visuele beoordelingen. Daarnaast beschreven Adams en Shirley (1983) dat de invloed van geslacht, zelfs in combinatie met andere variabelen (overgewicht, leeftijd en mogelijk diagnose), nog slechts marginaal maar significant was⁴. Een dergelijk klein effect kan in een andere studie met een ander design niet worden gevonden, zoals uit de huidige studie bleek.

Over de invloed van de variabele leeftijd bestond in de literatuur veel consensus. Wilson (1981), Adams en Shirley (1983), Kassamali e.a. (1989) en Klemenz e.a. (1999) beschreven allen een significante invloed van de variabele leeftijd op de beeldkwaliteit, waarbij bij toenemende leeftijd de beeldkwaliteit in alle gevallen slechter werd^{4,7-9}. Uit deze studie bleek dat de visueel beoordeelde beeldkwaliteit in een significant groter deel van de gevallen als slechter werd beoordeeld naar mate de leeftijd steeg. Voor de BWR lag het resultaat binnen de huidige studie genuanceerder. De analyse liet een significant verschil in BWR zien tussen de verschillende leeftijdsgroepen, echter uit de post hoc procedure bleek alleen een significant verschil te bestaan tussen de onderste leeftijdsgroep (18 - 50 jr) en de bovenste leeftijdsgroep (≥ 71 jr). Met de resultaten uit de verdere analyses, die aantoonde dat de significante verschillen in BWR vooral werden gevonden tussen proefpersonen van 18 - 70 jaar enerzijds en proefpersonen van 71 jaar en ouder anderzijds, kon ook uit deze studie worden geconcludeerd dat verschillen in leeftijd significante verschillen in beeldkwaliteit opleverden. Dit sluit direct aan op de bevindingen van Kassamali e.a. (1989), die beschreven dat na het zeventigste levensjaar een significante daling in BWR zichtbaar was⁸.

Adams en Shirley (1983) beschreven dat de aanwezigheid van overgewicht bij een patiënt van invloed was op de beeldkwaliteit, maar het was onduidelijk hoe overgewicht werd gedefinieerd en op welke manier het overgewicht de beeldkwaliteit beïnvloedde⁴. Ook in andere literatuur werd geschreven over gewicht of overgewicht, maar nergens werd de invloed van deze factoren op de beeldkwaliteit gespecificeerd^{10,11,13}. In de uitkomsten van dit onderzoek viel het verschil tussen de resultaten op de visuele beoordeling en de resultaten uit de BWR-bepaling op. Enerzijds werden grote significante verschillen in visueel beoordeelde beeldkwaliteit gevonden tussen de verschillende BMI-groepen, anderzijds werd met betrekking tot de BWR geen significant verschil gevonden. Dit duidt erop dat een hoog BMI visueel gezien in grotere mate storend is dan bij een kwantificatie van de BWR cijfermatig tot uiting komt. De resultaten op de visuele beoordeling zijn niet te verwaarlozen, echter deze moesten worden genuanceerd wegens de suboptimale score op de interbeoordelaar-betrouwbaarheidstest (.57 Õ Õ.67).

Ook de conclusies in de literatuur met betrekking tot de invloed van de tijdsduur van het interval tussen toediening van het radiofarmacon en start van de acquisitie waren eenduidig. Zowel Klemenz e.a. (1999) als Pauwels e.a. (1984) beschreven dat zij een significante invloed van deze variabele op de beeldkwaliteit vonden^{9,14}. De resultaten uit deze studie sloten daar bij aan, namelijk dat zowel significante verschillen in visueel beoordeelde beeldkwaliteit als in BWR tussen de groepen met verschillende wachttijd werden gevonden. De hierop volgende post hoc procedures gaven nog reden tot discussie, omdat aansluitende groepen onderling, op één uitzondering na (de subanalyse van de groep 210 - 239 minuten versus de groep 240 - 260 minuten was wel significant), geen significante verschillen vertoonden. Een andere post hoc procedure, waarbij steeds één groep wordt overgeslagen, liet wel louter significante verschillen zien. Waarschijnlijk waren de verschillen tussen groepen die slechts een half uur uit elkaar lagen te klein zijn om na een Bonferroni-correctie nog afzonderlijk tot het vereiste niveau van significantie te komen. Een analyse van de groepen die een uur uit elkaar lagen, liet wel significante verschillen zien. Dat kwam overeen met de overige literatuur, waar ook onderscheid werd gemaakt tussen groepen met een verschil in wachttijd van één uur^{9,14}.

De kracht van deze studie was, dat werd aangetoond in welke mate de resultaten uit de literatuur en de resultaten verkregen door onderzoek binnen de klinische setting van het St. Antonius Ziekenhuis te Nieuwegein overeenkwamen. De uitgebreide patiëntenpopulatie van 210 deelnemers was bij daarbij een sterke factor, omdat een grote onderzoekspopulatie representatief is voor de daadwerkelijke populatie. Een ander sterk punt was dat tijdens de visuele beoordeling de beoordelaars voor zover mogelijk zijn geblindeerd voor de kenmerken van de betreffende patiënt, waardoor zij hierbij niet konden worden beïnvloed door voorkennis met betrekking tot één van de variabelen. De tweezijdige beoordeling van beeldkwaliteit door gebruik van zowel een visuele beoordeling als een bepaling van de bot/weke delen-ratio was eveneens een sterk kenmerk van deze studie. Hiermee werd de beeldkwaliteit getoetst conform de aanbevelingen uit de literatuur⁴⁻⁶. Zoals eerder beschreven, werden in de meeste gevallen geen significante verschillen gevonden tussen de groepen aangaande andere variabelen. Zo verschilden bijvoorbeeld de leeftijdsgroepen onderling niet significant in BMI en

wachttijd. Een dergelijke homogene verdeling is een sterk kenmerk van de patiëntenpopulatie en daarmee het onderzoek. De keuze voor de univariate toetsen die in deze studie zijn gebruikt, is hiermee grotendeels verantwoord. De groep mannen en de groep vrouwen vormden de enige uitzonderingen op deze homogeniteit, deze verschilden significant in leeftijd en BMI. Wegens deze significante verschillen kunnen de resultaten voor de variabele "geslacht" vertekend zijn. Om de daadwerkelijke verschillen in beeldkwaliteit tussen mannen en vrouwen correct te analyseren, kunnen multivariate toetsen gebruikt worden. Voor vervolgonderzoek is het aanbevolen dergelijke toetsen te gebruiken, danwel te waarborgen dat de groep mannen en de groep vrouwen verder homogeen zijn.

Van enkele proefpersonen werd een dusdanig hoge bot/weke delen-ratio berekend, dat die waarde er op duidde dat die proefpersonen niet tot de betrokken populatie behoorden (dit waren outliers). Voor de berekening van de BWR is binnen deze studie de activiteit van onaangedaan botweefsel gemeten en de hoogte van de BWR bij de outliers duidde er op dat bij deze scans sprake was van aangedaan botweefsel. De daar bijbehorende beelden werden bestudeerd en lieten allen een SKTB met verhoogde botturnover zien. Het is aanbevolen om SKTB's met een verhoogde botturnover bij vervolgonderzoek te excluderen.

Binnen deze studie werd niet bepaald welk percentage van de voorgeschreven dosis ^{99m}Tc -DPD de proefpersonen toegediend hebben gekregen. Dit is van invloed op de beeldkwaliteit van het uiteindelijke skeletscintigram, daarom is het optimaal om na toediening de restactiviteit in het toedieningssysteem te meten en zo vast te stellen welke dosis daadwerkelijk geïnjecteerd werd. Wegens de implementatie van deze studie in de dagelijkse klinische setting van de afdeling Nucleaire Geneeskunde en de sterk verhoogde werkdruk door een dergelijk protocol werd bewust gekozen om geen nametingen uit te voeren. Om niet voorbij te gaan aan dit aspect, werden patiënten met een hoge dosis paravasaal toegediende ^{99m}Tc -DPD (bij wie een sterartefact ter plaatse van de toedienlocatie zichtbaar was) geëxcludeerd voor deze studie. Bovendien werd de essentie van goed flushen van het toedieningssysteem, zoals al protocollair stond voorgeschreven, nogmaals benadrukt ten tijde van de start van de dataverzameling. Hiermee werd de in het toedieningssysteem achtergebleven activiteit minimaal gehouden.

Uit analyses bleek dat de gemiddelde scores op de afzonderlijke aspecten van de visuele beoordeling niet gelijk waren. Het aspect van de waarneembaarheid van de processus transversus van de thoracale wervelkolom scoorde duidelijk lager dan de overige aspecten, die wel een ongeveer gelijk gemiddelde lieten zien. Dat zal te verklaren zijn doordat deze processus transversus in veel anatomische varianten aanwezig zijn, waarvan enkele nauwelijks naar lateraal uitsteken. Dergelijke subtiele uitsteeksels zijn slechts bij heel goede beeldkwaliteit van hun omgeving te onderscheiden op een skeletscintigram en hebben daarom over het algemeen lager gescoord.

De SKTB's van twee verschillende gammacamera's werden bewust in één analyse verwerkt, omdat deze studie specifiek was gericht op de klinische setting van de afdeling Nucleaire Geneeskunde van het St. Antonius Ziekenhuis. Door de afdeling werden deze twee systemen als gelijkwaardig geacht en deze vervingen elkaar zonder voorwaarde in de uitvoering van de skelet total body scintigrafieën. Uit analyse bleek dat de resultaten van de verschillende camera-systemen niet verschilden en dat deze beslissing geen bias in de studie heeft opgeleverd. Deze resultaten toonden aan dat de afdeling deze twee camera-systemen inderdaad als gelijkwaardig kan inzetten voor skelet total body scintigrafie.

De besproken wachttijd tussen toediening van het radiofarmacon en de start van het onderzoek is geen eigenschap van de patiënt, maar een acquisitieparameter. De resultaten van deze studie laten zien dat er zorgvuldig omgegaan moet worden met de wachttijd, die binnen nader te bepalen grenzen idealiter zo lang mogelijk wordt gemaakt. Vroeger scannen levert per definitie een minder optimale beeldkwaliteit op. Om de grenzen van minimale en maximale wachttijd te bepalen, is vervolgonderzoek nodig waarbij bepaald moet worden welk percentage 'slechte' of 'suboptimale' scans acceptabel wordt geacht. Het staat echter vast dat dit percentage afneemt naar mate de wachttijd toeneemt.

Deze studie toonde aan welke verschillen in geslacht, leeftijd, BMI en wachttijd tussen toediening en start van de acquisitie leidden tot verschillen in beeldkwaliteit. Vervolgens moet worden bepaald wat de klinische consequenties van deze bevindingen zijn, waarbij onderzoek naar de relevantie van de conclusies uit deze studie belangrijk is. Bij dergelijk onderzoek moet worden bepaald welke beeldkwaliteit als minimaal acceptabel wordt geacht en bij welk percentage van de skelet total body scintigrammen een optimale (of suboptimale) beeldkwaliteit behaald dient te worden. Het is onmogelijk om bij 100% van de skelet total body scintigrammen een perfecte beeldkwaliteit na te streven. Bij dergelijk onderzoek moet worden gezocht naar de beeldkwaliteit die een honderd-procents-zekerheid bij het stellen van een diagnose biedt, zonder daarbij de patiënt tijds-technisch, stralingshygiënisch en qua comfort te zwaar te belasten.

(5) Conclusie

Het geslacht van een patiënt heeft geen invloed op de beeldkwaliteit van het skeletscintigram. Verschillen in leeftijd leiden tot significante verschillen in beeldkwaliteit, waarbij bij toenemende leeftijd de visueel beoordeelde beeldkwaliteit verslechtert en de bot/weke delen-ratio na de leeftijd van 70 jaar significant afneemt. Het effect van BMI op de beeldkwaliteit is tweezijdig. Een toenemend BMI laat de visueel beoordeelde beeldkwaliteit significant afnemen, maar toename in BMI laat geen effect zien op de bot/weke delen-ratio. De wachttijd heeft een duidelijke invloed op de beeldkwaliteit, waar een toename van een uur een significant verbeterende beeldkwaliteit laat zien. Op basis van deze uitkomsten is het sterk aanbevolen om deze studie vervolg te geven richting een patiënt-specifiek protocol. Verschillen tussen patiënten leiden tot verschillen in beeldkwaliteit en wellicht kunnen deze bevindingen ten goede komen aan de patiënt en/of de afdeling Nucleaire Geneeskunde van het St. Antonius Ziekenhuis. Daarnaast moet worden voorkomen dat de start van de acquisitie van het skeletscintigram te vroeg plaatsvindt, waarbij drie uur het minimum lijkt. Omdat wachttijd een acquisitieparameter is, zal het geen onderdeel uitmaken van een patiënt-specifieke protocollering.

(6) Literatuur

1. Kigami Y, Yamamoto I, Ohnishi H, Miura H, Ohnaka Y, Ota T, Yuu I, Masuda K, Morita R. Age-related change of Technetium-99m-HMDP distribution in the skeleton. *J Nucl Med* 1996; 37: 815-818
2. Kakhki VD, Zakavi SR. Age-related normal variants of sternal uptake on bone scintigraphy. *Clin Nucl Med* 2006; 31: 63-67
3. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) (z.d.). *Medische stralingstoepassingen; Overzicht*. Geraadpleegd via http://www.rivm.nl/Onderwerpen/M/Medische_Stralingstoepassingen/Trends_en_stand_van_zaken/Diagnostiek/Nucleaire_geneeskunde/Overzicht (14-10-2013)
4. Adams FG, Shirley AW. Factors influencing bone scan quality. *Eur J Nucl Med* 1983; 8: 436-439
5. Cook GJR, Gnanasegaran G, Chua S. Miscellaneous indications in bone scintigraphy: metabolic bone diseases and malignant bone tumors. *Semin Nucl Med* 2010; 40: 52-61
6. Fogelman I, Bessent RG, Gordon D. A critical assessment of bone scan quantitation (bone to soft tissue ratios) in the diagnosis of metabolic disease. *Eur J Nucl Med* 1981; 6: 93-97
7. Wilson MA. The effect of age on the quality of bone scans using Technetium-99m Pyrophosphate. *Radiology* 1981; 137: 703-705
8. Kassamali H, Hosain F, Spencer RP, Layne WW, Karimeddini MK. Nuclear medicine studies of aging—VIII. Bone to soft-tissue ratio of ^{99m}Tc labeled MDP and HMDP vs age. *Nucl Med Biol* 1989; 16: 473-474
9. Klemenz B, Katzwinkel J, Kaiser KP, Wieler HJ. The influence of differences in hydration on bone-to-soft tissue ratios and image quality in bone scintigraphy. *Clin Nucl Med* 1999; 24(7): 483-487
10. Donohoe KJ, Henkin RE, Royal HD, Brown ML, Collier BD, O'Mara RE, Carretta RF. Procedure guideline for bone scintigraphy: 1.0. *J Nucl Med* 1996; 37: 1903-1906
11. Naddaf SY, Collier BD, Elgazzar AH, Khalil MM. Technical Errors in planar bone scanning. *J Nucl Med Technol* 2004; 32: 148-153
12. D'Addabbo A, Rubini G, Mele M, Lauriero F. A new method for assessing ^{99m}Tc-MDP bone uptake from a bone scan image: quantitative measurement of radioactivity in global skeletal regions of interest. *Nucl Med Commun* 1992; 13: 55-60
13. Commissie Kwaliteitsbevordering NVNG (2007). *Aanbevelingen Nucleaire Geneeskunde 2007*. Neer: Kloosterhof acquisitie services.

14. Pauwels E, Blom J, Aarts J. A comparison between whole body scans made at two hours and three hours after intravenous injection of Tc-99m HDP as to image quality and lesion. *Clin Nucl Med* 1984; 9(2): 75-8
15. International Commission on Radiological Protection, Committee 4 (1973). *Implications of Commission recommendations that doses be kept as low as readily achievable: a report*. Oxford: Pergamon Press.
16. Kelty NL, Cao ZJ, Holder LE. Technical considerations for optimal orthopedic imaging. *Semin Nucl Med* 1997; 17: 328-333
17. De Nederlandse Hartstichting (z.d.). *Overgewicht*. Geraadpleegd via http://www.hartstichting.nl/risicofactoren/overgewicht/wanneer_overgewicht/
18. Landis JR, Koch GG. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics* 1977; 33(1): 159-174
19. Field A (2009). *Discovering Statistics using SPSS*. London: Sage.

SKTB

SKELET TOTALE LICHAAM

(SYMBIA)

Auteur	naam	:B. Baudewijns
	functie	:Key-user Symbia
Beoordelaar(s)	naam	:M. Schwillens
	functie	:MNW-Kwaliteitsbeleid
Eigenaar		:F. Verzijlbergen
		:Afdelingshoofd Nucleaire geneeskunde

Indicatie:	- skeletmetastasering - avasculaire necrose - sympatische reflexdystrofie - renale osteodystrofie - diverse reumatologische aandoeningen - osteoporose (bij dames met een hoofddoek in principe altijd een TB)
Apparatuur:	Siemens Symbia
Collimator:	LEHR
Gamma-energie:	140 KeV
Radiofarmacon:	Tc-99m-DPD
Dosering:	650 Mbq met een minimum van 600 Mbq voor volwassenen Kinderen volgens Denekamptabel
Benodigdheden:	- cobaltmarkeerpen - onderzoektafelpapier - fixatiemiddelen - evt. loodplaatje om blaas of extravasatie af te dekken (niet bij ADAC!).
Toediening:	i.v. Bij hand/pols pathologie bij voorkeur injectie via de voeten. Bij ellebogen obligeert via de voeten
Vorbereiding:	- indien eveneens een DEXA-meting dient te worden verricht, deze vóór de botscan laten plannen - wachttijd na injectie minimaal 2 uur. Bij oude mensen, bij immobiliteit en bij terminale nierinsufficiëntie bij voorkeur langer dan 3 uur wachten. - laat na injectie patiënt 1 liter vocht drinken, behalve dialysepatiënten - dialysepatiënten op dialysedag afspreken: injectie vooraf en scan maximaal 6 uur later - laat vlak voor het onderzoek patiënt goed uitplassen - laat metalen voorwerpen en uitwendige (borst)prothesen verwijderen
Instelling apparatuur:	- camera-instellingen: Tc-99m-NMG, Window 20% - acquisitiecomputer: SKTB AZN Acq / Autocontour: Aan - gantry Symbia 180°
Uitvoering:	Statisch onderzoek (fase 3): 2 tot 4 uur na injectie Bij vraagstelling skeletmetastasen: bij voorkeur <u>total bodyscan</u> op Symbia of Brightview. Voor het maken van aanvullende detail-opnamen zie protocol SKPA - Let op: SnelleoSPECT: bij jonge mensen met rugklachten altijd uitvoeren en verder alleen op indicatie. Zie SKSP Werkwijze: De patiënt wordt in rugligging op de onderzoekstafel gepositioneerd. Vanaf de tafel wordt de scanlengte bepaald en ingevoerd! De patiënt wordt in beginpositie (hoofd) onder de camera geschoven. De total body scan kan nu uitgevoerd worden. Start bij het hoofd!

Total body scan (SYMBIA)

Passes:1

Detector/Imaging:	Orientation:
Detectors: 1& 2	Supine
View ID: Anterior & Posterior	Head Out
Flood: Tc-99m-NMG	
Collimator ID: LEHR	
Zoom: 1x (Full Field)	
Matrix Size: 256 X 1024	

Isotope:
Tc-99m

Stop criteria:	Total Body:
Scan lengte: aflezen op tafel	Display mode: Fixed
Scan speed: 10	Autocontour: Aan
Passes: 1	Tafelhoogte: 13

Analyse: Voor verwerking van uptake ratio's en/of een SI-index zie protocol SKUP, skelet uptake.

Printen: Total body opnamen van Symbia worden automatisch overgestuurd naar Hermes na het completen van het acquisitieprotocol.
Selecteer de patiënt en studie en kies display & rescale images. Zoom de plaatjes eventueel, kies de indeling met 2x TB en evt. statische plaatjes. Print het result via Gold printer / Imageprint (bij extern 1X Cyclone B&W)

Van alle uitwerkingen zoals SI-index eveneens een imageprint (en indien extern papieren print) maken.

Let op bij zeer actieve blaas of injectie-plaats:

Plaatje in static display rescalen; onder property de upper level op background instellen. Betreffende plaatje kiezen en met re-muis in plaatje rescale kiezen of rescale-ikoon in iconenbalk activeren. Zodanig rescalen dat alleen de blaas of injectie-plaats wit wordt.

Of via ~~erase~~ hotspotöprotocol op Hermes actieve blaas cq. injectieplaats verwijderen!

Of via ROI & mask in het display & rescale images programma!

Let op: controleer voor het printen het contrast van de opnamen en de studienaam, code en de labels in Gold van Hermes.

SKTB

SKELET TOTALE LICHAAM

(BRIGHTVIEW)

Auteur	naam	:I. Strijbosch P. Oklety O. Suna M. Karremans
	functie	:Key-user Brightview
Beoordelaar(s)	naam	:M. Schwillens
	functie	:MNW-Kwaliteitsbeleid
Eigenaar		:F. Verzijlbergen :Afdelingshoofd Nucleaire geneeskunde

Indicatie:	- skeletmetastasering - avasculaire necrose - sympatische reflexdystrofie - renale osteodystrofie - diverse reumatologische aandoeningen - osteoporose (bij dames met een hoofddoek in principe altijd een TB)
Apparatuur:	Philips Brightview XCT
Collimator:	LEHR
Gamma-energie:	140 KeV
Radiofarmacon:	Tc-99m DPD
Dosering:	650 Mbq met een minimum van 600 Mbq voor volwassenen Kinderen volgens Denekamptabel
Benodigdheden:	- cobaltmarkeerpen - onderzoektafelpapier - fixatiemiddelen - evt. loodplaatje om blaas of extravasatie af te dekken
Toediening:	i.v. Bij hand/pols pathologie bij voorkeur injectie via de voeten. Bij ellebogen obligeert via de voeten
Vorbereiding:	- indien eveneens een DEXA-meting dient te worden verricht, deze vóór de botscan laten plannen - bij dames met een hoofddoek in principe altijd een TB i.v.m. mogelijke osteoporose - wachttijd na injectie minimaal 2-2½ uur. Bij oude mensen, bij immobiliteit en bij terminale nierinsufficiëntie bij voorkeur langer dan 3 uur wachten. - laat na injectie patiënt 1 liter vocht drinken, behalve dialysepatiënten - dialysepatiënten op dialysedag afspreken: injectie vooraf en scan maximaal 6 uur later - laat vlak voor het onderzoek patiënt goed uitplassen - laat metalen voorwerpen en uitwendige (borst)prothesen verwijderen
Instelling apparatuur/ Uitvoering:	TB 2 tot 4 uur na injectie. Kies de patiëntnaam uit de lijst of voer de gegevens handmatig in. Kies in het tabblad Protocol shortcuts SKTB. Werkwijze: De patiënt wordt in rugligging op de onderzoekstafel gepositioneerd. Vanaf de tafel wordt de scanlengte bepaald en ingevoerd in het acquisitiemenu. Proceed. De patiënt wordt automatisch onder de camera geschoven, beginpositie hoofd. De total body scan kan nu uitgevoerd worden. <u>Acquisitiemonitor:</u> Controleer de parameters.

Parameters:

Detector/Imaging:

Detectors: 1 & 2
View ID: Anterior & Posterior
Flood: Tc-99m INTR
Collimator ID: LEHR
Zoom: 1.11 x (Full Flied)
Matrix size: High-Res.

Orientation/ State:

Position: Supine
Orientation: Feet First
State: None
Organ: Whole Body

Save Location:

Nemo

Dosage/energy:

Det 1: Tc-99m
Det 2: Tc-99m

Stop criteria

Start Scan (cm): *invullen*
Stop Scan (cm): *invullen*
Scan Speed (cm/min): 10
Saturation level:
Saturation beh.:

Detector 1

32,767
Continue

Detector 2

32,767
Continue

Start.

Voor het maken van aanvullende detail-opnamen zie protocol SKPA.

Analyse:

Voor verwerking van uptake ratio's en/of een SI-index zie protocol SKUP, skelet uptake.

Printen:

- Wanneer de acquisitie klaar is, kies je patiënt loading op de PPM monitor.
- Stuur de studies op de EBW via  Copy Toönaar Hermes.
- Selecteer de patiënt en studie en kies display & rescale images. Kies de gewenste indeling. Print het result via Gold printer: imageprint en indien voor ander ziekenhuis ook een papieren print.
- Van alle uitwerkingen zoals SI-index eveneens een imageprint (en indien extern papieren print) maken.

Let op:

- bij zeer actieve blaas of injectie-plaats:
via ROI & mask evt. de actieve blaas cq. injectieplaats verwijderen.
- controleer voor het printen het contrast van de opnamen en de studienaam, code en de labels in Gold van Hermes.

Geachte meneer/mevrouw,

Binnenkort ondergaat u een onderzoek van (een deel van) uw skelet, een botscan, op de afdeling Nucleaire Geneeskunde. De botscan is momenteel onderwerp van een wetenschappelijke studie en via deze brief wil ik u hierover inlichten.

Deze studie richt zich deels op de vraag of er een relatie bestaat tussen aan de ene kant de *Body Mass Index* (een index die de verhouding tussen lichaamsgewicht en lichaamslengte weergeeft) en aan de andere kant de beeldkwaliteit van de beelden die voortkomen uit de botscan. Graag zou ik ook beschikken over uw lichaamsgewicht en lichaamslengte, om zo een gedegen studie uit te kunnen voeren.

Indien u wenst dat uw gegevens *niet* gebruikt worden voor dit onderzoek, geef dit dan aan wanneer hier naar gevraagd wordt.

Mocht u nog vragen hebben, dan zijn mijn collega's en ik altijd bereid om daar antwoord op te geven.

Alvast bedankt voor uw begrip en medewerking.

Met vriendelijke groet,

Dick Hartmans
Medisch beeldvormings- en bestralingsdeskundige in opleiding
Nucleaire Geneeskunde, St. Antonius Ziekenhuis

Scoreformulier visuele beoordeling Beeldkwaliteit

Toelichting:

De vier aspecten van het skeletscintigram dienen afzonderlijk te worden beoordeeld. Achter het aspect staat aangegeven op welke van de projecties dit aspect bepaald moet worden. Als er staat anterior/posterior gecombineerd wordt de beoordeling gedaan op de combinatie van beide projecties. Per aspect wordt één score genoteerd, ook bij de aspecten waarbij de score wordt bepaald op basis van twee projecties. De score is altijd precies 2, 1 of 0; tussenliggende scores zijn niet mogelijk. De beoordelaar hoeft slechts te scoren, het totaal wordt berekend door de onderzoeker.

Aspect	Projectie	Score
Bot/weke delen contrast	Anterior/posterior gecombineerd	Slecht 0 - Suboptimaal 1 - Optimaal 2
Differentiatie tussen afzonderlijke ribben	Anterior/posterior gecombineerd	Slecht 0 - Suboptimaal 1 - Optimaal 2
Waarneembaarheid processi transversi van de vertebrae thoracalis	Posterior	Slecht 0 - Suboptimaal 1 - Optimaal 2
Waarneembaarheid van details van de benige structuren van het bekken (ramus superior, ramus inferior, dak v. h. acetabulum, differentiatie os ilium/sacrum)	Anterior/posterior gecombineerd	Slecht 0 - Suboptimaal 1 - Optimaal 2

Totaal (invullen door onderzoeker)	-----
Uitkomst (invullen door onderzoeker)	Slecht 0-2 - Suboptimaal 3-5 - Optimaal 6-8