



Nutritional Assessment Platform

Dual Energy X-ray Absorptiometry

Standard Operating Procedure

Auteurs: Susanne Leij, Robert Memelink

8/31/2017

Versie: 1.0

Doel:	Bepalen van lichaamssamenstelling en botmineraaldichtheid met behulp van DEXA
Doelgroep:	Volwassenen
Tijdsduur:	10-15 min



Inhoudsopgave

1. Doel van het meetinstrument	3
2. Begrippen en bepalingen	3
3. Achtergrondinformatie	3
4. Doelgroep	3
5. Veiligheid en Milieu	3
5.1. Veiligheid testuitvoerder en deelnemer	4
5.2. Milieu	4
6. Beschrijving van het meetinstrument	4
7. Reinigen en Onderhoud	5
7.1. Reinigen	5
7.2. Onderhoud van de apparatuur	5
8. Werkwijze	5
8.1. Benodigdheden	5
8.2. Meetprocedure	5
8.2.1. Voorbereiding DEXA-scan	5
8.2.2. Voorbereiding deelnemer	6
8.2.3. Totale lichaamsscan	6
8.2.4. Analyse totale lichaamsscan	8
8.2.5 Heupscan	11
8.2.6 Analyse heupscan	11
8.3. Verwerking van de resultaten	12
8.3.1. Berekening	12
8.3.2. Registratie	12
8.3.3. Beoordeling	13
9. Methodologische kwaliteit	13
9.1. Validiteit	13
9.2. Betrouwbaarheid	13
Referenties	14
Bijlage 1	16
Bijlage 2	17





1. Doel van het meetinstrument

Het bepalen van de botmineraaldichtheid (BMD) en de lichaamssamenstelling van personen.

2. Begrippen en bepalingen

BCA	body composition analysis
BMC	bone mineral content (g)
BMD	bone mineral density (g/cm ²)
Deelnemer	persoon die wordt gemeten.
DEXA	dual energy X-ray absorptiometry
kVp	kilovolt-piek
ROI	region of interest
Toezichthoudend stralingsdeskundige	eindverantwoordelijke voor de uitvoering van de DEXA-metingen. In bezit van diploma stralingsdeskundigheid niveau 5 of hoger.
Testuitvoerder	persoon die gekwalificeerd is om DEXA-metingen uit te voeren. Dient te zijn aangewezen door de toezichthoudend stralingsdeskundige.
VAT	visceral adipose tissue

3. Achtergrondinformatie

Dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) wordt toegepast om zowel botdichtheid (bone mineral density, BMD) van het skelet als lichaamssamenstelling te evalueren. DEXA maakt gebruik van laag gedoseerde röntgen-straling. Hoe dichter of hoe groter de massa, hoe meer straling door de lichaamssweefsels geabsorbeerd wordt. Bepaling van BMD met DEXA wordt al jaren gezien als de gouden standaard. Bepaling van de totale lichaamssamenstelling vormt een meer recente toepassing, die de mogelijkheid biedt om binnen het zachte (botvrije) weefsel onderscheid te maken in vetmassa en vetvrije massa [1].

De effectieve stralingsdosis voor de gescande persoon – de deelnemer – is vergelijkbaar met de dagelijkse natuurlijke achtergrondstraling van ca. 10 µSv/dag [2].

4. Doelgroep

Volwassenen (18 jaar of ouder).

5. Veiligheid en Milieu



5.1. Veiligheid testuitvoerder en deelnemer

Voor het gebruik van de DEXA-scanner dient een vergunning te zijn afgegeven door de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS). De vergunning is gebaseerd op afschermingsberekeningen van de geproduceerde röntgenstraling, uitgewerkt in een risicoanalyse door een klinisch fysicus, conform artikel 10 van het Besluit stralingsbescherming werknemers [3].

Veiligheid testuitvoerder

De testuitvoerder dient gekwalificeerd te zijn voor het bedienen van de DEXA-scanner. Tijdens de DEXA-meting dient de testuitvoerder zijn eigen veiligheid te waarborgen door zich op de door de klinisch fysicus bepaalde stralingsveilige afstand te bevinden of straling beschermende hulpmiddelen te gebruiken.

Bescherming deelnemer

Voorafgaand aan de meting moet worden gecontroleerd of er geen sprake is van een contra-indicatie bij de deelnemer voor het ondergaan van een DEXA-scan. De deelnemer moet in staat zijn om op de tafel van de DEXA-scanner te kunnen gaan liggen.

Contra-indicaties

De volgende contra-indicaties voor deelnemers dienen te worden uitgesloten voordat de DEXA-scan kan worden uitgevoerd:

- (Vermoeden op) zwangerschap;
- Lacterend;
- Radiologisch onderzoek (röntgenscan) in de afgelopen zeven dagen met gebruik van contrastmiddelen (jodium- of bariumhoudende middelen);
- Nucleair geneeskundige behandeling in de afgelopen drie dagen [4].

Handelingen bij calamiteiten

Elke organisatie dient een op de eigen locatie afgestemde calamiteitenprocedure op te stellen en te volgen. Calamiteiten dienen aan de lokale toezichthoudende deskundige te worden gemeld en te worden opgenomen in de jaarrapportage [5].

5.2. Milieu

Een klinisch fysicus dient de ruimte waar de DEXA-scanner is gepositioneerd te controleren op lek- of strooistraling. Afhankelijk van de indeling van de zone waar de DEXA-scanner gepositioneerd is, dienen er regels te worden opgesteld om eventuele lek- of strooistraling te voorkomen [5].

6. Beschrijving van het meetinstrument

De DEXA-scanner maakt gebruik van laag-intensiteit röntgenstraling van twee verschillende energieniveaus (100 en 140 kVp) die van onderaf door het lichaam wordt gestuurd. De detector in de meebewegende arm van de DEXA-scanner meet de hoeveelheid geabsorbeerde straling in het botweefsel en zacht lichaamsweefsel. Het zachte lichaamsweefsel wordt onderverdeeld in vet- en vetvrij weefsel. Een voorbeeld van een DEXA-scanner is weergegeven in afb. 1. Het scannen duurt circa 3-10 min voor een totale lichaamsscan [6], afhankelijk van het type apparaat en de toegepaste scan-instelling.



Afb. 1 Hologic Discovery DEXA-scanner [4].

7. Reinigen en Onderhoud

7.1. Reinigen

Maak na elke meting de tafel van de DEXA-scanner en eventuele hulpmiddelen schoon met een reinigingsdoekje. Vervang, indien van toepassing, het gebruikte laken. Het reinigingsvoorschrift uit de gebruikershandleiding van het systeem is leidend. Het gebruik van alcohol voor desinfectie van Hologic-systemen wordt afgeraden.

7.2. Onderhoud van de apparatuur

De instelling dient zorg te dragen voor voldoende onderhoud van de DEXA-scanner.

8. Werkwijze

8.1. Benodigheden

Benodigheden en hulpmiddelen uitvoering meting

- DEXA-scanner;
- Scheidingsplaten romp-armen, bijvoorbeeld van polystyreen hardschuim (Styrodur); - Immobilisatiemiddelen voor benen/voeten: ○ Immobilisatieband (voor lichaamsscan); ○ Voetensteun (voor heupscan);
- Handdoek (ondersteuning hoofd, indien nodig).

Hygiëne

- Papieren of stoffen lakens;
- Reinigingsdoekjes (zonder alcohol).

8.2. Meetprocedure

8.2.1. Voorbereiding DEXA-scan

Kalibreren



Dagelijks voorafgaand aan de eerste meting dient een kwaliteitscontrole op de kalibratie te worden uitgevoerd met het lumbale wervelkolom fantoom (afb. 2). Daarnaast dient wekelijks een “Radiographic Uniformity Test”¹ te worden uitgevoerd volgens de instructies van de leverancier. Hierbij wordt de onderzoekstafel gecontroleerd op onregelmatigheden [8].



Afb. 2 Lumbale wervelkolom fantoom, Hologic DEXA-scanner [7].

Indien er een melding volgt dat de test niet succesvol is afgerond, wordt geadviseerd om contact op te nemen met de aangestelde toezichthoudend stralingsdeskundige en te handelen conform het protocol van de instelling.

Vorbereiding scantafel en hulpmiddelen

- Verwijder het fantoom;
- Controleer of de gehele tafel leeg is;
- Volg de overige instructies van de handleiding;
- Neem de onderzoekstafel af met een reinigingsdoekje;
- Plaats een papieren of stoffen laken over de onderzoekstafel, indien van toepassing;
- Bepaal vooraf de gewenste hulpmiddelen (voetensteun voor heupscan; evt. voetenband voor totale lichaamsscan; scheidingsplaten romp-armen voor obese personen); - Zorg dat deelnemergegevens en hulpmiddelen binnen handbereik zijn.

8.2.2. Vorbereiding deelnemer

Laat de deelnemer voorafgaand aan de totale lichaamsscan een toiletbezoek afleggen.

Informeer de deelnemer over:

- De wijze van uitvoering en tijdsduur van de DEXA-scan;
 - Dat het gezondheidsrisico van de DXA-scan nihil is (met inachtneming van de contra-indicaties);
 - Dat de gebruikelijke medische behandeling van de deelnemer moet worden voortgezet.
- Beantwoord eventuele vragen van de deelnemer.

Kledingvoorschriften:

- Alleen ondergoed of nauwsluitende zwemkleding dragen, hemd is toegestaan.
- Bij totale lichaamsscan sieraden, piercings, horloge, haarspelden, bril, etc. zo veel mogelijk verwijderen en bij voorkeur geen beugel-bh dragen i.v.m. absorptie van de straling door metaal.

Registreer eventuele aanwezige metalen delen die niet kunnen worden verwijderd. Het vastleggen van deze informatie is belangrijk, zodat een eventuele vervolgmeting onder dezelfde omstandigheden kan worden uitgevoerd [4].

8.2.3. Totale lichaamsscan

Positionering van de deelnemer

- Raadpleeg (bij opvolgmetingen) eerder gemaakte scan(s) voor bijzonderheden die voor de positionering van belang zijn;
- Laat deelnemer in het midden op de tafel van de DEXA-scanner zitten met de benen gestrekt en naar het voeteneinde gericht;

¹ Voor Hologic scanners.



- Zorg voor gelijke afstand tussen linker- en rechterzijde van deelnemer tot aan de tafelrand – die ruimte is nodig voor de positionering van de armen en handen;
- Laat deelnemer liggen door de romp recht naar achteren te laten zakken, ondersteun de rug van de deelnemer indien gewenst;
- Indien noodzakelijk, plaats een opgerolde handdoek ter ondersteuning van het hoofd.
- Controleer of de deelnemer:
 - o binnen de grenzen van het scangebied ligt en o recht en in het midden van de tafel ligt en corrigeer waar nodig;
- Plaats de benen enigszins in endorotatie zodat knieën, enkels en voeten iets uit elkaar liggen; de grote tenen mogen elkaar net raken;
- Fixeer de voeten met het immobilisatieband;
- Controleer of de deelnemer met ontspannen schouders – niet opgetrokken – ligt en corrigeer indien nodig.
- Positioneer de armen langs het lichaam zodanig dat er ruimte tussen romp en armen + handen ontstaat;
- Plaats de armen met de ellebogen licht gebogen en de onderarmen parallel aan de tafelrand;
- Plaats de handen plat op tafel met de handpalm naar beneden gericht en de vingers licht gespreid;
- Instrueer de deelnemer stil te blijven liggen en laat de deelnemer recht omhoog kijken naar het plafond, de deelnemer mag de ogen sluiten indien gewenst.

Bijzonderheden positionering

Deelnemer te lang voor scanbereik

Indien deelnemer vanwege de lengte niet binnen het scanbereik past, dient de positie als volgt te worden aangepast:

- het hoofd en de rest van het lichaam in scangebied positioneren [9,10,11];
- laat de voeten over de rand van de tafel uitsteken (Hologic scanners) of buiten het scanbereik op de tafel rusten² (GE Lunar scanners).

Deelnemer te breed voor scanbereik

Indien deelnemer vanwege de breedte niet binnen het scanbereik past, kunnen de handen rechtop worden geplaatst met de palmen naar de romp gericht. Gebruik hierbij scheidingsplaten tussen romp en armen, zodat de handen stabiel en op minimaal benodigde afstand van de romp geplaatst kunnen worden:

- plaats de scheidingsplaten romp-armen verticaal op de tafel en tegen de romp;
- positioneer de armen met de handen rechtop op tafel en de handpalmen tegen de scheidingsplaten (zie afb. 3);
- zorg er voor dat vingers en duim aaneengesloten zijn.

² Er kan ook voor gekozen worden om de voeten binnen scanbereik te positioneren en het hoofd buiten scanbereik op de tafel te laten rusten.



Afb. 3 Positionering op de tafel waarbij gebruik gemaakt wordt van scheidingsplaten romp-armen [7].

Indien bovenstaande aanpassing op de standaardpositionering niet leidt tot een volledige positionering binnen scanbereik, dient voor een halfzijdige scan gekozen te worden. Ga daarbij als volgt te werk:

- positioneer de rechter lichaamszijde van de deelnemer geheel binnen scanbereik³;
- plaats de linkerarm (gedeeltelijk) buiten scanbereik en zorg voor ruimte tussen romp en armen + handen. Indien dat niet mogelijk is, kan de linkerarm tegen de zijkant van de scantafel gehouden worden;
- voer de meting uit (zie onder) en noteer dat de scan halfzijdig is uitgevoerd.

In veel gevallen zal het systeem automatisch herkennen dat de linkerzijde niet volledig is gescand en vragen of de gegevens van linkerarm en /of -been overgenomen moeten worden van de rechterarm en/of -been. Gevallen waarbij een relatief klein deel buiten scanbereik ligt, herkent het systeem niet automatisch. In die gevallen zal een handmatige correctie van de resultaten van de linkerarm (en/of been) moeten worden toegepast.

Uitvoering van de meting

- voer de totale lichaamsscan uit volgens de procedures van de leverancier; - controleer of de patiënt stil blijft liggen; - praat niet tijdens de scan.

Na de meting

- controleer of de totale lichaamsscan gelukt is;
- verwijder eventuele hulpmiddelen;
- assisteer de deelnemer bij verplaatsing tot zit en bij het opstaan vanaf de scantafel;
- laat de deelnemer zich aankleden;
- verwijder het laken, indien van toepassing, en reinig de onderzoekstafel.

8.2.4. Analyse totale lichaamsscan

De totale lichaamsscan wordt in segmenten verdeeld [4] om een analyse te kunnen maken van de afzonderlijke ledematen en de romp. Deze segmentatie wordt automatisch geplaatst door de software, maar dient te worden gecontroleerd en handmatig te worden aangepast voor optimale betrouwbaarheid van de meting [12]. De segmentatie wordt in een aantal stappen uitgevoerd.

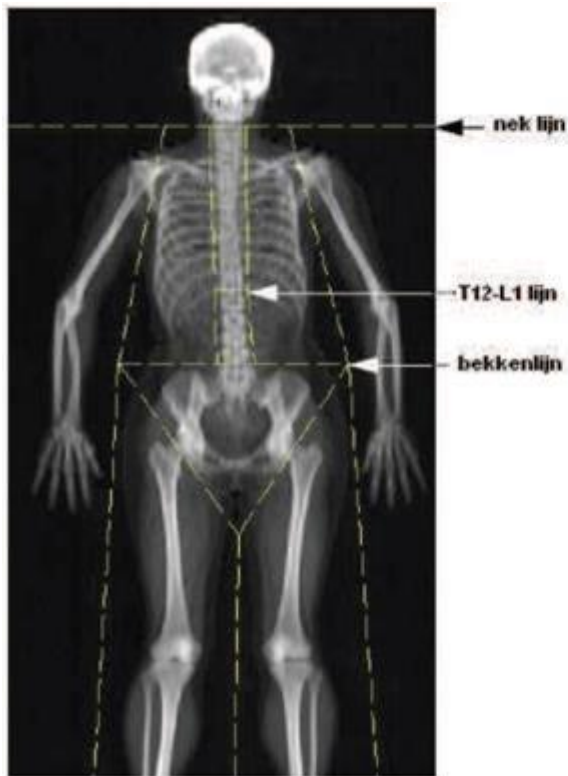
³ In sommige gevallen is het ook nodig om het linkerbeen gedeeltelijk buiten scanbereik te plaatsen.



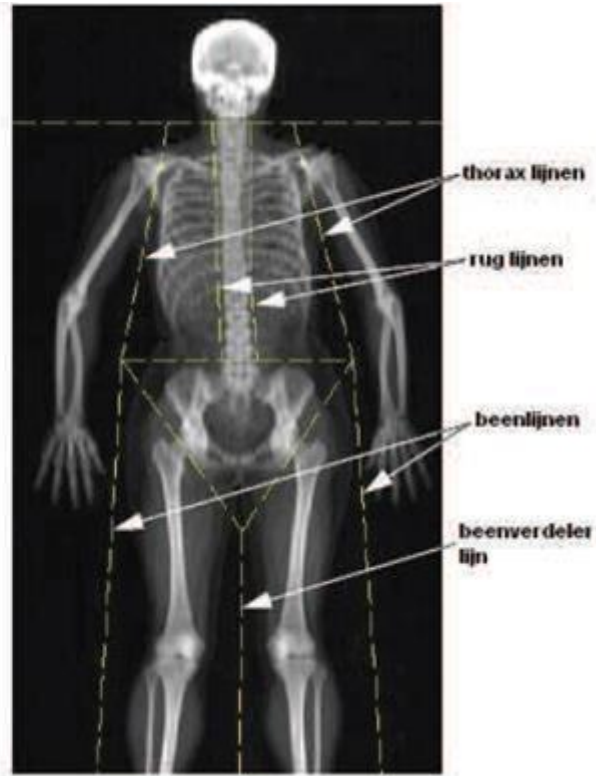
Stap 1

Selecteer via **Line mode** de onderstaande **horizontale lijnen** en plaats ze als volgt (zie afb. 4.1):

- 1) neklijn: ondergrens hoofd;
- 2) T12-L1-lijn: grens TWK- LWK (thoracale wervelkolom – lumbale wervelkolom);
- 3) bekkenlijn: bovenrand bekkenkam.



Afb. 4.1 [4].



Afb. 4.2 [4].

Stap 2

Selecteer via **Line mode** de onderstaande **verticale lijnen** en plaats ze als volgt (zie afb. 4.2):

- 1) thoraxlijnen: tegen de borst aan;
- 2) ruglijnen: tegen de wervelkolom;
- 3) beenlijnen: tegen de benen (inclusief weke delen);
- 4) beenverdelerslijn: evenwichtige scheiding tussen de benen.

Stap 3

De **A/G regio's** worden door het programma automatisch geplaatst op basis van de **horizontale lijnen** (bovenrand bekkenkam, ondergrens hoofd) en de **verticale thoraxlijnen**.

- 1) **Android regio**



- i. ondergrens = snijlijn bekkenkam;
- ii. hoogte = 20% van de afstand snijlijn bekkenkam en ondergrens hoofd;
- iii. breedte = snijlijn armen.

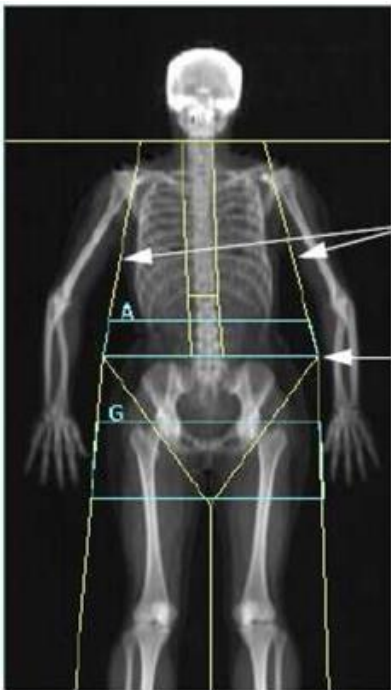
2) Genoid regio

- i. bovengrens = $1,5 \times$ hoogte android regio, gerekend vanaf de bekkenkam snijlijn;
- ii. hoogte = $2 \times$ hoogte android regio;
- iii. breedte = snijlijn armen.

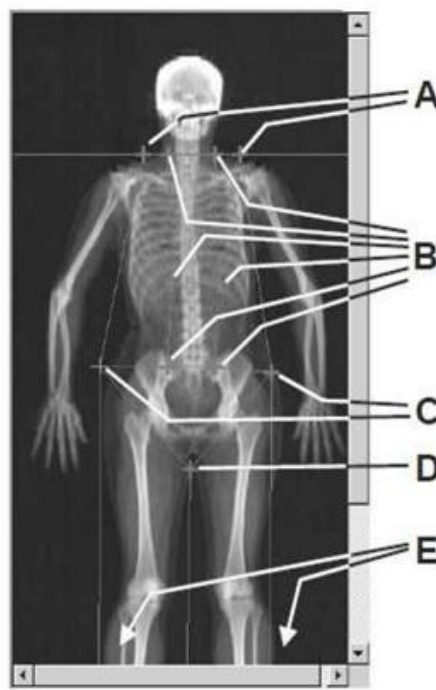
Stap 4

“Fine tune” de **verticale lijnen** via **Point mode** (zie afb. 5.1 en 5.2):

- A. selecteer de punten bij de linker en rechter schouder en plaats deze in het glenoid, zodat humerus en scapula gescheiden zijn;
- B. selecteer de linker punten naast de wervelkolom en plaats dit gelijk aan de kromming van de wervelkolom – evenzo voor rechter zijde;
- C. selecteer en verplaats de punten zodanig dat ook de weke delen inclusief zijn;
- D. laagste punt van de omgekeerde driehoek verplaatsen zodat de scheidingslijn door het midden van de femurhals gaat;
- E. deze punten zodanig plaatsen dat zoveel mogelijk weke delen bij de heupen worden ingesloten, maar zonder de vingers.



Afb. 5.1 [4].



Afb. 5.2 [4].

NB: voor analyse van een vervolgsan kan de functie “**compare to previous scan**” gekozen worden. Daarmee wordt de segmentatie van de geselecteerde eerdere scan over de te analyseren scan gelegd. Nog steeds dient de segmentatie volgens bovenstaande stappen gecontroleerd en – indien nodig – aangepast te worden.



Naar wens van de onderzoeker kunnen “deelsegmenten” worden gedefinieerd via “**Sub Regions**”.

8.2.5. Heupscan

Positionering van de deelnemer

- standaardkeuze is linker heup. Indien heupprothese links: kies rechterheup;
- plaats de voetensteun aan het voeteneinde van de scantafel;
- laat de deelnemer liggen door de romp recht naar achteren te laten zakken, ondersteun de rug van de deelnemer hierbij indien gewenst;
- indien noodzakelijk, plaats een opgerolde handdoek ter ondersteuning van het hoofd;
- positioneer het femur van de te scannen heup parallel aan de tafelrand, beweeg de voetensteun mee;
- draai het been enigszins in endorotatie en fixeër de voet tegen de voetensteun met behulp van het klittenband, positioneer het andere been buiten de voetensteun op de tafel;
- laat de deelnemer de handen op/tegen de buik leggen met de ellebogen op de tafel;
- beweeg de detector naar de volgens de handleiding aangegeven positie voor de heupscan (voor Hologic-scanners: plaats de laserstraal aan de buitenzijde van de trochanter major⁴); - instrueer de deelnemer stil te blijven liggen.

Uitvoering van de meting

- voer de heupscan uit volgens de procedures van de leverancier;
- controleer of de patiënt stil blijft liggen;
- praat niet tijdens de scan;
- indien de heup niet volledig in beeld verschijnt tijdens de scan, kan via de optie “**Reposition**” de positionering aangepast worden (Hologic-scanners).

Na de meting

- controleer of de heupscan gelukt is;
- maak de voet los uit de voetensteun en verwijder de voetensteun;
- assisteer de deelnemer bij verplaatsing tot zit en bij het opstaan vanaf de scantafel;
- laat de deelnemer zich aankleden;
- verwijder het laken, indien van toepassing, en reinig de onderzoekstafel.

8.2.6. Analyse heupscan

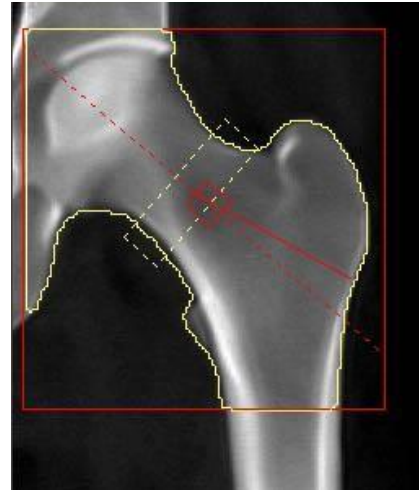
Controleer de auto-analyse en pas in drie stappen aan waar nodig:

Stap 1 Global region of interest (ROI)

⁴ Wanneer eerst een whole body scan gemaakt is, kan de positie van de trochanter major ten opzichte van de hand op de scan afgelezen worden om de laserstraal eenvoudig te positioneren.



- gele lijn = top ROI;
- blauwe lijn = hulplijn voor analyse; als volgt te plaatsen:
- bovengrens: rand heupkop;
- rechtergrens: buitenkant trochanter major;
- linker grens: rand heupkop;
- ondergrens: onderkant trochanter minor; indien trochanter minor niet zichtbaar: onderkant *dense* lijn; indien *dense* lijn niet zichtbaar: bepaal lijn-plaats breedste stuk trochanter major en vervolgens 2x de afstand lager.



Stap 2 Bone Map

- controleer of de gehele heup is ingekleurd;
- m.b.v. **“Add Bone”** en **“Fill Holes”** worden gaten in de heup opgevuld; Afb. 6 [4].
- controleer of de Neck Box niet in os ischii uitkomt;
- indien er niet voldoende ruimte voor de neck box is, selecteer de functie **“Delete Bone”** en (eventueel) **“Sink Islands”**.

Stap 3 Neck box

Bovenste deel van neck box met rechterhoek tegen trochanter major aan plaatsen (zie afb. 6). De overige drie hoeken moeten vrij liggen. De box mag eventueel korter worden gemaakt, niet smaller. NB: Wanneer de neck box in zijn geheel verkeerd geplaatst is, is vaak de midline door de software foutief geplaatst. Ga naar **“Other Regions”** en corrigeer eerst de midline. Na deze aanpassing zal de neck box al grotendeels goed liggen.

Toelichting “Other Regions”:

- midline: door het midden van het smalste gedeelte van de nek en parallel aan de lengte-as van de nek;
- Ward’s Triangle: plek met laagste botdichtheid in de nek. Dit wordt softwarematig bepaald.
NB: Indien bij de autoanalyse de midline en neck box niet correct stonden, de plaats voor de Ward’s opnieuw door de computer laten bepalen via **“Auto Position”**;
- trochanter major: onderkant ronding trochanter major.

8.3. Verwerking van de resultaten

De resultaten van de DEXA-metingen (BCA en BMD) worden weergegeven met bijbehorende T en Zscores [4].

8.3.1. Berekening

Berekeningen van de lichaamssamenstelling en botdichtheid worden uitgevoerd door de bijgeleverde software van de DEXA-scanner [4].

8.3.2. Registratie

Van iedere meting dient geregistreerd te worden:

- wie de meting heeft uitgevoerd;



- welke eventuele sieraden/metalen etc. niet konden worden verwijderd;
- of sprake was van bijzonderheden bij de positionering (halfzijdige scan, voeten buiten bereik, e.d.);
- of sprake is van een prothese, kunstgewricht of andere op de scan zichtbare bijzonderheden.

8.3.3. Beoordeling

Botmineraaldichtheid (BMD)

Voor het bepalen van de botmineraaldichtheid wordt een vergelijking gemaakt met een referentiecurve, uitgedrukt in de T-score (zie bijlage 1). Indien de deelnemer 70 jaar of ouder is, wordt geadviseerd om ook de Z-score mee te nemen in de beoordeling. Een Z-score van -1 betekent dat de deelnemer een voor zijn/haar leeftijd nog net normale BMD heeft. Naarmate de Z-score verder onder -1 uitkomt, neemt de kans toe dat sprake is van secundaire osteoporose [4].

Body composition analysis (BCA)

De botvrije, vetvrije massa kan zowel van het gehele lichaam als van de armen en benen samen beoordeeld worden als indicator van ondervoeding [13], respectievelijk sarcopenie [14]. Hiervoor dient de (appendiculaire) botvrije, vetvrije massa gedeeld te worden door het kwadraat van de lichaamslengte om de zogenaamde “lean index”, of “appendicular lean index” te verkrijgen.

Een voorbeeld van een output van een DEXA scan is te zien in bijlage 2.

9. Methodologische kwaliteit

9.1. Validiteit

De meting van whole body composition met de Hologic Discovery A kent een nauwkeurigheid van +/- 1 kg voor het totaalgewicht van een patiënt [15].

9.2. Betrouwbaarheid

De variatiecoëfficiënt voor de bepaling van vetmassa en van botvrije, vetvrije massa van recente DXA-systemen ligt rond de 1 tot 2 % [9].

Een consistente positionering en voorbereiding van de deelnemer is belangrijk voor betrouwbare metingen. De DXA-meting is gevoelig voor [9]:

- metalen voorwerpen (sieraden, horloges, bril, gehoorapparaat, beugel-bh, protheses, etc.);
- aanwezigheid van kleding tijdens de meting;
- al of niet gevaste toestand, wel of geen lege blaas, en andere factoren die de vochtstatus kunnen beïnvloeden;
- beweging tijdens de meting.



Referenties

1. Pietrobelli, A., Formica, C., Wang, Z., Heymsfield, S.B. Dual-energy X-ray absorptiometry body composition model: review of physical concepts. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, 1996. 271(6): E941-951.
2. International Atomic Energy Agency. Radiation Protection of Patients. Geraadpleegd op 30 augustus 2017, van https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/6_OtherClinicalSpecialities/DEXA/DXAprotectionpatients.htm#DEXA_FAQ06.
3. Besluit bestralingsbescherming. (2001, 16 juli). Geraadpleegd op 5 december 2016, van <http://wetten.overheid.nl/BWBR0012702>.
4. Tromp Medical BV (2015). Gebruikshandleiding Hologic Discovery. Castricum: Tromp Medical BV.
5. Willemssen, S.M., & van Dam, V.G. (2016). Risicoanalyse voor gebruik van een DEXA scan ten behoeve van botdichtheidmetingen. Nijmegen: Hogeschool van Nijmegen.
6. Radboud ziekenhuis. (2016). Botdensitometrie: protocollen Nucleaire geneeskunde. Protocolnr: 014822. Nijmegen: Radboud ziekenhuis.
7. Dronkelaar, D.C. van. (2016). Standard Operating Procedure Dual-energy X-ray Analysis. Amsterdam: Hogeschool van Amsterdam.
8. National Health and Nutrition Examination Survey (2011). Body Composition Procedures Manual. Geraadpleegd op 05 december 2016, van https://www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/nhanes_11_12/Body_Composition_Procedures_Manual.pdf.
9. Hangartner, N.T., Warner, S., Brailon, P., Jankowski, L., Shepherd, J. The Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry: Acquisition of Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Body Composition and Considerations Regarding Analysis and Repeatability of Measures. *Journal of Clinical Densitometry: Assessment and Management of Musculoskeletal Health*, 2013. 16(4): p. 520-536.
10. Rothney, P.M., Brychta, J.R., Schaefer, V.E., Chen, Y.K., Skarulis, C.M. Body Composition Measured by Dual-energy X-ray Absorptiometry Half-body Scans in Obese Adults. *The Obesity Society*, 2009. 17(6): p. 2181-1286.
11. Silva, A.M., Heymsfield, S.B., Sardinha, L.B. Assessing body composition in taller or broader individuals using dual-energy X-ray absorptiometry: a systematic review. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2013. 67: p. 1012-1021.
12. Lohman, M., Tallroth, K., Kettunen, A.J., Marttinen, T.M. Reproducibility of dual-energy x-ray absorptiometry total and regional body composition measurements using different scanning positions and definitions of regions. *Metabolism Clinical and Experimental*, 2009. 58: p. 1663-1668.
13. Stuurgroep Ondervoeding. Richtlijn Ondervoeding, augustus 2017. Geraadpleegd op 30 augustus 2017, van



<http://www.stuurgroepondervoeding.nl/wpcontent/uploads/2017/08/Richtlijn-Ondervoeding-Stuurgroep-Ondervoeding-augustus2017.pdf>.

14. Cruz-Jentoft, A.J., Baeyens, J.P., Bauer, J.M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F.C., Michel, J.P., Rolland, Y., Schneider, S.M., Topinková, E., Vandewoude, M., Zamboni, M. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*, 2010. 39(4): p. 412-423.
15. Persoonlijke communicatie. Tromp Medical BV, 30 september 2015.
16. Kelly, L.T. Advanced Body Composition Reporting and Interpretation: A Technical Discussion. *Journal Plos One*, 2009. 4(9): p. 1-14.



Bijlage 1

T-score

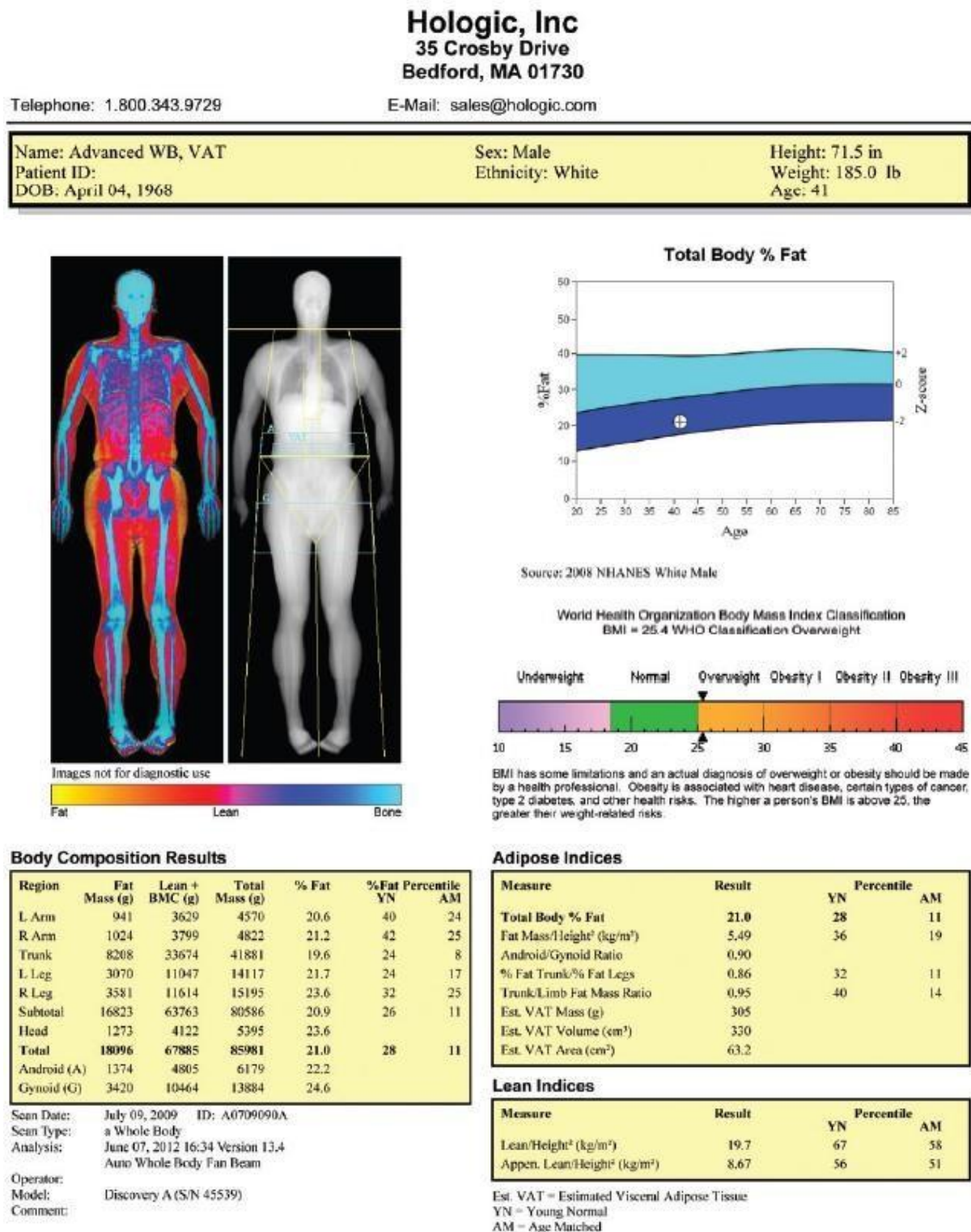
Aan de hand van de T-score wordt de mate van osteoporose bepaald [4].

<i>Categorie</i>	T-score
Normaal	>-1
Osteopenie	$-1 < T < -2.5$
Osteoporose	<-2.5
Ernstige osteoporose	$<-2.5 + \text{fracturen}$



Bijlage 2

Voorbeeld output DEXA scan [16].



HOLOGIC®