A picture containing person, clothing, indoor

Description automatically generated

**Validiteit en betrouwbaarheid van de BodyMetrix bij het meten van lichaamssamenstelling**

**Een vergelijking met dual-energy X-ray absorptiometrie en plethysmografie met luchtverplaatsing: een systematische review**

**S.J. van Schagen & S.M. Moedt**

Validiteit en betrouwbaarheid van de BodyMetrix bij het meten van lichaamssamenstelling

Een vergelijking met dual-energy X-ray absorptiometrie en plethysmografie met luchtverplaatsing: een systematische review

S.J. van Schagen & S.M. Moedt

Groningen

05-2019

Hanzehogeschool Groningen

Begeleiders: W. Nijholt & P. Plasman

Bron afbeelding omslag: http://institutomelo.com.br/blog/o-instituto-melo-adquire-o-bodymetrix-pro/

# Abstract

**Inleiding.** De BodyMetrix (BM) is een portabel, relatief nieuw en goedkoop echografisch apparaat voor het meten van lichaamssamenstelling. In deze systematische review wordt de betrouwbaarheid van BM en de validiteit ten opzichte van dual-energy X-ray absorptiometrie (DXA) en plethysmografie met luchtverplaatsing (PML) onderzocht bij het meten van lichaamssamenstelling.

**Methode.** De databanken PubMed, Cochrane, CINAHL en MEDLINE zijn geraadpleegd voor studies. De geïncludeerde studies zijn beoordeeld op kwaliteit aan de hand van een kwaliteitschecklist. In twaalf studies zijn de validiteit (n = 11) en betrouwbaarheid (n = 4) van BM onderzocht.   
**Resultaten.** Tussen BM en PML en tussen BM en DXA waren middelmatige tot hoge correlaties voor percentage lichaamsvet geconstateerd (r = 0.66-0.89; CCC = 0.853-0.904). Van de geïncludeerde studies toonden de meeste aan dat vetmassa significant wordt onderschat en vetvrije massa significant wordt overschat. Alle studies toonden voor de betrouwbaarheid een hoge correlatie aan tussen de verschillende metingen (ICC = 0.935-0.996) zonder significante verschillen (p = 0.284-0.849).   
**Conclusie.** Deze systematische review laat zien dat BM een betrouwbaar meetinstrument is voor het meten van lichaamssamenstelling. Echter kan deze systematische review niet aantonen dat BM een valide meetinstrument is ten opzichte van DXA en PML. Om de validiteit van BM vast te kunnen stellen is meer onderzoek nodig naar BM ten opzichte van het viercompartimentenmodel, met behulp van JP7 of meer meetlocaties, onder een grootschalige, homogene populatie.

**Introduction.** The BodyMetrix (BM) is a portable, relatively new and low-cost ultrasound device for measuring body composition. In this systematic review, reliability of BM and the validity in comparison with dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) and air displacement plethysmography (ADP) is researched for measuring body composition.   
**Methods.** The databases PubMed, Cochrane, CINAHL and MEDLINE are searched for studies. Included studies are assessed on quality by a quality checklist. Twelve of the included studies evaluated validity (n = 11) and reliability (n = 4) of BM.   
**Results.** There were moderate to high correlations between BM and ADP and between BM and DXA for percentage body fat (r = 0.66-0.89; CCC = 0.853-0.904). Most studies found that fat mass is significantly underestimated, and that fat free mass is significantly overestimated. Studies that evaluated reliability showed high correlation between the different measurements (ICC = 0.935-0.996) without significant differences (p = 0.284-0.849).   
**Conclusion.** This systematic review shows that BM is a reliable method for measuring body composition. However, this systematic review cannot determine whether BM is a valid method in comparison to DXA and ADP. To assess the validity of BM more research is needed in comparison with the four-compartment model using JP7 or more sites in a large sized, homogeneous population.

# Inhoudsopgave

[Abstract 2](#_Toc9807093)

[Inhoudsopgave 3](#_Toc9807094)

[Inleiding 4](#_Toc9807095)

[Theoretisch kader 6](#_Toc9807096)

[Plethysmografie met luchtverplaatsing 6](#_Toc9807097)

[Dual-energy X-ray absorptiometrie 6](#_Toc9807098)

[BodyMetrix 7](#_Toc9807099)

[Methode 8](#_Toc9807100)

[Zoekstrategie 8](#_Toc9807101)

[Selectiemethode 8](#_Toc9807102)

[Beoordeling kwaliteit studies 8](#_Toc9807103)

[Data-analyse 9](#_Toc9807104)

[Resultaten 10](#_Toc9807105)

[Validiteit 10](#_Toc9807106)

[*Percentage lichaamsvet* 10](#_Toc9807107)

[*Vetmassa en vetvrije massa* 10](#_Toc9807108)

[Betrouwbaarheid 12](#_Toc9807109)

[*Percentage lichaamsvet* 12](#_Toc9807110)

[*Vetmassa en vetvrije massa* 12](#_Toc9807111)

[Discussie 20](#_Toc9807112)

[Validiteit 20](#_Toc9807113)

[*Percentage lichaamsvet* 20](#_Toc9807114)

[*Vetmassa en vetvrije massa* 21](#_Toc9807115)

[Betrouwbaarheid 22](#_Toc9807116)

[Sterktes en limitaties onderzoek 22](#_Toc9807117)

[Conclusie en aanbevelingen 22](#_Toc9807118)

[Bronvermelding 23](#_Toc9807119)

[Bijlage I. Verklarende woordenlijst 26](#_Toc9807120)

[Bijlage II. Zoekstringen 28](#_Toc9807121)

[PubMed 28](#_Toc9807122)

[Cochrane 28](#_Toc9807123)

[CINAHL 29](#_Toc9807124)

[MEDLINE 30](#_Toc9807125)

[Bijlage III. Kwaliteitschecklist Pretorius & Keating (2008) 31](#_Toc9807126)

[Bijlage IV. Plagiaatscan 33](#_Toc9807127)

# Inleiding

Sinds de jaren 60 wordt steeds meer onderzoek gedaan naar lichaamssamenstelling. Lichaamssamenstelling is een belangrijke factor in de gezondheid van individuen en populaties. Lichaamssamenstelling beschrijft de hoeveelheid vet-, spier-, bot- en orgaanweefsel in het lichaam.1 Een veelgebruikte methode om lichaamssamenstelling te meten is de Body Mass Index (BMI) waarmee gewicht en lengte als een ratio wordt weergegeven. Deze methode mist het vermogen om onderscheid te maken tussen vetmassa (VM) en vetvrije massa (VVM), wat kan leiden tot foutieve interpretaties bij individuele variaties van lichaamssamenstelling.2 Variaties in lichaamssamenstelling kunnen negatieve gevolgen hebben voor de algehele gezondheid. Een aandoening die een rol speelt bij lichaamssamenstelling is spieratrofie. Spieratrofie is een aandoening waarbij sprake is van verlies van spiermassa en spierfunctie. Aangezien 60% van het lichaam uit spiermassa bestaat kan spieratrofie leiden tot fysieke kwetsbaarheid en verslechtering van de spierfunctie, mobiliteit en kwaliteit van leven.3 Bij ouderen kan spieratrofie voorkomen in combinatie met een toename van vetweefsel en afname van botweefsel.4 Naast spieratrofie kunnen veranderingen in lichaamssamenstelling ook ontstaan door ondervoeding, aandoeningen, inactiviteit en een ongezonde levensstijl.5

Tegenwoordig worden verschillende methoden gebruikt voor het beoordelen van lichaamssamenstelling. De conventionele methoden omvatten Magnetic Resonance Imaging (MRI), Computed Tomography (CT), plethysmografie met luchtverplaatsing (PML), bio-elektrische impedantie analyse (BIA), dual-energy X-ray absorptiometrie (DXA), hydrostatisch wegen (HW) en huidplooimetingen (HM).6 Alhoewel deze gouden standaarden accuraat zijn kennen ze ook beperkingen. Conventionele methoden zijn in het algemeen duur en brengen hoge aanschaf- en onderhoudskosten met zich mee. Aan de toepassing van röntgendiagnostiek, MRI en CT is strenge wetgeving verbonden, waarbij vakbekwaam personeel een vereiste is.Daarnaast zijn conventionele methoden niet portabel en nemen ze veel ruimte in, waardoor het gebruik in de eerstelijnszorg, privépraktijken en sportscholen beperkt is.6

Recente ontwikkelingen hebben geleid tot een nieuwe techniek om lichaamssamenstelling te meten: de BodyMetrix™ (Intelametrix Inc. Livermore, CA, USA). De BodyMetrix (BM) is een relatief goedkoop echografisch apparaat dat specifiek gemaakt is om lichaamssamenstelling te meten. BM is praktisch, portabel, niet-invasief en biedt een goede oplossing voor de beperkingen van conventionele methoden.1 Doordat echografie geen gebruik maakt van ioniserende straling is BM in staat om herhaalde metingen uit te voeren zonder negatieve gevolgen voor de gezondheid.7 BM meet het percentage lichaamsvet (%LV) en kan aan de hand daarvan de hoeveelheid VM en VVM berekenen. BM maakt gebruik van metingen op gebieden van het lichaam waarmee middels een gegeneraliseerde voorspellingsformule %LV, VM en VVM berekend kunnen worden.8,9 Door het meten van onderhuidse vetdikte op meerdere locaties kan lichaamssamenstelling berekend worden. Afhankelijk van het aantal meetlocaties moeten verschillende voorspellingsformules gebruikt worden. De meetlocaties kunnen variëren van een enkele bicepsmeting tot negen verschillende meetlocaties.BM schat niet alleen VM en VVM, maar heeft ook het vermogen om zowel subcutane als viscerale vetlagen onafhankelijk van elkaar te identificeren en te meten.1 Het meten van lichaamssamenstelling kan met behulp van BM worden toegepast in klinische instellingen, maar daarnaast ook in de eerstelijnszorg, privépraktijken en sportscholen.10 Door snelle metingen kan BM een belangrijke rol spelen bij het identificeren van gezondheidsrisico’s die samenhangen met een te hoge of lage hoeveelheid lichaamsvet. Ook kan BM geschikt zijn voor het bewaken van veranderingen in lichaamssamenstelling door ziektes, het bepalen van gewichtstoename of -afname en het opvolgen van leeftijdsgerelateerde veranderingen in lichaamssamenstelling.11

Ondanks de beperkingen van conventionele methoden worden deze bij het meten van lichaamssamenstelling vaker toegepast dan diagnostische echografie. Veel clinici, onderzoekers en studenten zijn niet bekend met het nut van echografie bij het meten van lichaamssamenstelling.11 BM kan een praktische alternatieve onderzoeksmethode zijn voor de beoordeling van lichaamssamenstelling. Meerdere studies hebben gewezen op de behoefte aan meer vergelijkend onderzoek van BM met conventionele methoden.11-15 Dit onderzoek is een systematische review over de validiteit en betrouwbaarheid van BM om vast te stellen of BM een kwalitatief vervangende onderzoeksmethode is ten opzichte van conventionele methoden. Het doel van deze systematische review is om de validiteit en betrouwbaarheid van BM in vergelijking met conventionele methoden vast te stellen aan de hand van reeds beschikbare literatuur.

# Theoretisch kader

Het lichaam bestaat uit verschillende componenten en wordt daarom vaak opgedeeld volgens een zogeheten viercompartimentenmodel, bestaande uit water, mineralen, eiwitten en vet. Omdat de exacte hoeveelheden van de componenten moeilijk van elkaar te onderscheiden zijn wordt meestal uitgegaan van een versimpeld tweecompartimentenmodel. Dit model gaat uit van een lichaamssamenstelling bestaande uit VM en VVM, wat kan worden berekend met behulp van %LV. VVM bestaat onder andere uit spier-, bot- en orgaanweefsel.16 Verschillende ontwikkelde methoden meten lichaamssamenstelling aan de hand van het tweecompartimentenmodel. Dit zijn onder andere HW, PML, HM, BIA, DXA en echografie. DXA is een onderzoeksmethode die uitgaat van een driecompartimentenmodel en meet naast VM en VVM ook botmineraaldichtheid. In dit huidige onderzoek wordt BM vergeleken met PML en DXA. Deze drie onderzoeksmethoden zullen kort worden toegelicht. In Bijlage I is een verklarende woordenlijst opgenomen waarin vakspecifieke termen kort worden toegelicht.

## Plethysmografie met luchtverplaatsing

De BodPod®, de commerciële variant van PML, is het apparaat dat het meest wordt gebruikt. PML is een methode voor het bepalen van lichaamssamenstelling waarbij de dichtheid van het lichaam wordt gemeten om %LV, VM en VVM uit af te leiden. PML is een tweecompartimentenmodel en gaat uit van de aanname dat VM en VVM een constante dichtheid hebben. Het volume van het lichaam wordt indirect bepaald door het meten van het luchtvolume dat verplaatst wordt wanneer de persoon zich in de afgesloten BodPod bevindt. Naast het berekenen van het veranderende luchtvolume in de BodPod moet ook gecorrigeerd worden voor drukverschil en de gaswetten van Boyle en Poisson. De gaswet van Boyle luidt dat onder isotherme omstandigheden een omgekeerd evenredig verband bestaat tussen het gasvolume en druk. De wet van Poisson luidt dat onder adiabatische omstandigheden de temperatuur van lucht niet constant blijft bij veranderend volume. De dichtheid van het lichaam kan gemeten worden door de massa te delen door het volume. Wanneer het lichaamsvolume en daarmee de dichtheid berekend is, wordt middels een voorspellingsformule %LV berekend.17

Dual-energy X-ray absorptiometrie

Van de verschillende methoden voor het meten van lichaamssamenstelling is DXA naar voren gekomen als één van de meest gebruikte klinische standaarden. DXA is een driecompartimentenmodel dat met behulp van de verzwakking van röntgenstraling VM, VVM en botmineraaldichtheid van elkaar kan onderscheiden. Hiernaast kunnen VM en VVM ook regionaal worden geschat, maar verschillende soorten vetweefsel kunnen niet van elkaar worden onderscheiden. DXA maakt gebruik van röntgenstraling, waarbij fotonen worden uitgezonden op twee verschillende energieniveaus: 40 en 70 kilo-elektronvolt. De effectieve stralingsdosis van een enkele DXA van het gehele lichaam is kleiner dan 10 microSievert.18 Een DXA-scan wordt in rugligging uitgevoerd terwijl de röntgenbuis over het lichaam beweegt. Een DXA-scan van het gehele lichaam duurt ongeveer 20 minuten. DXA schat %LV, VM en VVM door middel van formules gebaseerd op een aantal aannames voor het menselijk lichaam: kaliumgehalte en weefseldichtheid zijn constant, weefsel gelegen op en naast bot is van eenzelfde samenstelling, VM en VVM volgen een lineaire distributie in het lichaam, en de hydratatie van VVM is constant.19,20

BodyMetrix

BM is een A-mode echografisch apparaat dat door middel van een transducer van 2.5 megahertz subcutaan vet en spieren kan meten. Onderscheid van weefsels wordt vastgesteld op basis van weefseldikte en de tijdsduur tussen het uitzenden en ontvangen van het echosignaal. De sterkte van het gereflecteerde echosignaal is afhankelijk van verschillen in akoestische impedantie tussen twee weefselgrensvlakken. BM wordt met behulp van USB aangesloten op een computer. Een dunne laag echogel wordt aangebracht op de transducer, waarna de transducer loodrecht op de meetlocatie wordt gepositioneerd. De uitvoerder beweegt de transducer rondom de meetlocatie met kleine cirkelvormige bewegingen van ongeveer 0,5 cm voor 2-5 seconden. Voor elke meetlocatie wordt de meting tweemaal uitgevoerd, waarvan de uitkomst wordt gemiddeld om een nauwkeurige meting te creëren. Bij een groot verschil tussen de twee metingen kan BM aangeven om een derde meting uit te voeren.21

BM heeft software waarin voorspellingsformules gekoppeld zijn aan meetlocaties. De hoeveelheid meetlocaties kunnen verschillen van een enkele bicepsmeting (1-site) tot negen verschillende meetlocaties. De meest gebruikte varianten zijn van Jackson & Pollock (JP). De voorspellingsformules van JP zijn gebaseerd op huidplooimetingmetingen en leeftijd waarmee de dichtheid van het lichaam geschat kan worden. Vervolgens wordt het Siri-tweecompartimentenmodel gebruikt om lichaamsdichtheid om te zetten in %LV.8,9 JP3 en Pollock 3 (P3) meten lichaamssamenstelling op de borst, abdomen en de dij. JP4 meet lichaamssamenstelling op het abdomen, suprailiacaal, de triceps en de dij. JP7 meet lichaamssamenstelling op de volgende locaties: borst, midaxillair, suprailiacaal, abdomen, dij, triceps en subscapulair. Mannen en vrouwen hebben verschillende antropometrische eigenschappen waarvoor aparte voorspellingsformules zijn ontwikkeld.8,9,14,21

# Methode

## Zoekstrategie

Via de databanken PubMed, Cochrane Library, CINAHL en MEDLINE is gezocht naar Engelstalige studies over de validiteit en betrouwbaarheid van BM bij het meten van lichaamssamenstelling. Voor elke databank is een aparte zoekstring opgesteld voor de validiteit en betrouwbaarheid, te vinden in bijlage II. Omdat BM sinds 2004 op de markt is, zijn alle studies van 1 januari 2004 tot 10 april 2019 meegenomen. Via de CTO van IntelaMetrix en bronnenlijsten van gevonden studies zijn additionele studies over BM verkregen.

## Selectiemethode

De zoekstrings zijn voor elke databank ingevoerd, waarbij één auteur (S. v. S.) via de databanken CINAHL en MEDLINE naar studies heeft gezocht en de andere auteur (S.M.) via Cochrane Library en PubMed. Studies die gevonden zijn via databanken zijn geselecteerd op basis van titel en abstract. Vervolgens zijn de gevonden studies in het geheel gescreend op basis van inclusie- en exclusiecriteria. Inclusie- en exclusiecriteria zijn opgenomen in tabel 1. De titels en abstracts zijn gescreend door twee auteurs (S.M. en S. v. S.). Tot op heden is relatief weinig onderzoek verricht naar de validiteit en betrouwbaarheid van BM. Om deze reden zijn eerst alle studies met betrekking tot BM meegenomen in de selectie. Aan de hand van de gevonden studies is gekozen voor studies die BM vergelijken met PML en DXA. De kwaliteit van de studies is beoordeeld aan de hand van de kwaliteitschecklist van Pretorius & Keating (2008),22 te vinden in bijlage III. De ene helft van de studies is beoordeeld op kwaliteit door de ene auteur (S.M.) en de andere helft van de studies is beoordeeld op kwaliteit door de andere auteur (S. v. S.). De checklist bevat tien kwaliteitseisen betreffende de betrouwbaarheid en validiteit van de studie. In deze checklist wordt gevraagd of de studie blind is uitgevoerd en in hoeverre de resultaten van de gehele steekproef zijn opgenomen. Vervolgens worden vier vragen gesteld over de reproduceerbaarheid en de procedure van de studie. De studies krijgen een score toegewezen van 1 tot 10. Hoe hoger de score, hoe hoger de methodologische kwaliteit van de studie. De studies die op de checklist lager dan een 7 scoorden zijn geëxcludeerd om de validiteit van deze systematische review te verhogen. In deze systematische review vormt confounding een risico, aangezien veel variabelen de resultaten kunnen beïnvloeden. Voor het selecteren van studies is gekeken naar de homogeniteit en voorbereiding van de steekproef om de risico’s van confounding te minimaliseren.

*Tabel 1. Inclusie- en exclusiecriteria*

|  |  |
| --- | --- |
| **Inclusiecriteria** | **Exclusiecriteria** |
| Gebruik van BM | Kadaverstudies |
| Meten van lichaamssamenstelling | Dierenstudies |
| Beoordeling %LV, VM en VVM |  |
| Beoordeling validiteit/betrouwbaarheid van de BodyMetrix |  |
| Vergelijking met DXA/PML/HM/BIA/HW |  |

## Beoordeling kwaliteit studies

De validiteit van BM is onderzocht in studies waarin BM met conventionele methoden wordt vergeleken. De betrouwbaarheid van BM is bepaald door studies te vergelijken waarin de intra- en/of interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van BM wordt onderzocht. Naast het gebruik van de kwaliteitschecklist van Pretorius en Keating zijn de geïncludeerde studies ook op andere kwaliteitsaspecten beoordeeld.22 Voor de kwaliteitsbeoordeling van de studies is gekeken in welk journal de studies zijn geplaatst en wat diens impactfactor is. Voor BM zijn geen gestandaardiseerde richtlijnen, waardoor de validiteit beïnvloed kan worden door de mate van compressie, scanlengte, scantijd en aantal meetplaatsen. Bij gezonde adolescente proefpersonen kunnen de spieren gemakkelijker beoordeeld worden dan bij oudere proefpersonen. De spierkwaliteit verslechtert bij veroudering en overgewicht, wat kan leiden tot infiltratie van vetweefsel in de spier. Om de intra- en interbeoordelaarsbetrouwbaarheid te beoordelen is bekeken in hoeverre de uitkomsten van BM gelijk aan elkaar zijn bij een herhaling van metingen en metingen verricht door verschillende uitvoerders. Om de betrouwbaarheid te verhogen is gekozen voor studies met een zo groot mogelijke onderzoekspopulatie. Door verschillende onderzoeksmethoden te gebruiken om lichaamssamenstelling te meten is de betrouwbaarheid van het onderzoek verhoogd.

## Data-analyse

Voor de analyse van de studies zijn alle relevante data samengevoegd en gecategoriseerd. De uitkomsten voor de validiteit en betrouwbaarheid zijn in aparte evidence tables gepresenteerd. De validiteit is in twee evidence tables gepresenteerd: één voor %LV en de ander voor VM en VVM. In de evidence tables van de validiteit zijn per studie de steekproef, referentiemethode, voorspellingsformule, uitkomsten en kwaliteitsscore beschreven. In de evidence table van de betrouwbaarheid zijn per studie de steekproef, voorspellingsformule, parameters, tijdsinterval, het aantal beoordelaars, de uitkomsten voor intra- en interbeoordelaarsbetrouwbaarheid en de kwaliteitsscore beschreven. De belangrijkste uitkomsten zijn uitgedrukt in p-waarden, gemiddelde verschillen, standard error of estimate (SEE) en correlatiecoëfficiënten zoals Lin’s Concordance Correlation Coefficient (CCC), Intraclass Correlation Coefficient (ICC) en Pearsons’ correlation (r). Voor de interpretatie van de correlatiecoëfficiënten werd onderscheid gemaakt tussen een lage correlatie (0.30-0.50), middelmatige correlatie (0.50-0.70), hoge correlatie (0.70-0.90) en zeer hoge correlatie (0.90-1.00).

# Resultaten

In figuur 1 is het selectieproces schematisch weergegeven in een flowchart. Na het screenen op basis van titel, abstract en inclusie- en exclusiecriteria zijn 29 studies overgebleven. Ten gevolge hiervan zijn de inclusiecriteria betreffende de referentiemethoden aangescherpt. In de meeste studies werd BM met DXA en PML vergeleken, hierom zijn de studies met betrekking tot DXA en PML als enige geïncludeerd. De kwaliteitsscores varieerden van 5 tot en met 9, waarvan drie studies een 6 scoorden,15,23-25 en één studie een 5.25 De studies die een 7 of hoger scoorden zijn geïncludeerd in het onderzoek.1,6,10,12-14,26-31 Van de tien kwaliteitsvragen werd het slechtst gescoord op instructies van spieractiviteit en minimalisatie van compressie. Een overzicht van de kwaliteitsbeoordeling van de studies is te vinden in tabel 1. Alle studies zijn gepubliceerd in gespecialiseerde journals met een hoge impactfactor, variërend van 2.6 tot 3.734. Van de twaalf geïncludeerde studies onderzochten elf studies de validiteit van BM,1,6,10,13,14,26-31 waarvan drie studies ook de betrouwbaarheid.14,26,27 Eén studie onderzocht alleen de betrouwbaarheid van BM.12

## Validiteit

Van de elf studies over de validiteit van BM onderzochten acht studies %LV,1,10,13,14,26,28,30,31 vier studies VM,1,6,14,27 en zes studies VVM.1,6,10,14,27,29 Alle studies naar de validiteit van BM onderzochten de validiteit ten opzichte van PML en/of DXA.1,6,10,13,14,26-31 Eén studie vergeleek BM en PML met het viercompartimentenmodel,29 en een andere studie vergeleek BM met het Siri-driecompartimentenmodel.14 Zes studies vergeleken BM met PML,1,6,10,26,27,29 en vijf met DXA.1,6,13,28,30 Alle studies waarin PML en DXA zijn vergeleken met BM werd hetzelfde type apparaat gebruikt (BodPod voor PML, GE Prodigy voor DXA). Eén studie gebruikte JP3,26 één studie gebruikte JP4,10 vijf studies gebruikten JP7,1,6,13,14,29 één studie gebruikte 1-site,27 één studie gebruikte 6-site,31 één studie gebruikte 1-site en JP3,28 en één studie gebruikte JP7, JP3 en P3.30 In drie studies werden atletische proefpersonen onderzocht,26,28,29 in twee studies proefpersonen met overgewicht en/of obesitas,14,31 in vier studies jonge gezonde mensen,1,6,13,30 in één studie patiënten met het kortedarmsyndroom,27 en in één studie jonge vrouwen aan de hand van een afvalprogramma.10

## Percentage lichaamsvet

Alle studies naar %LV vertoonden een significant verschil van BM ten opzichte van PML, DXA en het Siri-driecompartimentenmodel (tabel 2).1,10,13,14,26,28,30,31 Tussen BM en PML en tussen BM en DXA vertoonden alle studies een middelmatige tot hoge correlatie (r = 0.66-0.89; r² = 0.849; CCC = 0.853-0.904).1,10,13,26,28,30,31 Alle geïncludeerde studies die BM met DXA vergeleken concludeerden een significante onderschatting van %LV bij gebruik van BM, met als uitzondering een overschatting in Loenneke *et al*.1,13,28,30 Van de vier studies die BM met PML vergeleken vonden Cain *et al*. en Johnson *et al*. (2013) een significante overschatting van %LV bij gebruik van BM.1,10,26,31 Drie studies hebben voor %LV de verschillen tussen man en vrouw onderzocht.13,26,31 Eén studie heeft divisie-I-atleten onderzocht waarvan 23 man waren en 22 vrouw met een significant verschil tussen methode en sekse (p < 0.01).Hierbij was sprake van een goede overeenstemming voor mannen en een overschatting bij vrouwen (3%-5.1%).26 Een andere studie vertoonde geen significant verschil (p = 0.54) tussen man (n = 35) en vrouw (n = 49), maar bij de man (r = 0.84; p < 0.001) werd een hogere correlatie gevonden dan bij de vrouw (r = 0.65; p < 0.001).13 In Bielemann *et al.* werd een hogere correlatie voor vrouwen (n = 104; CCC = 0.903) gevonden in vergelijking met mannen (n = 102; CCC = 0.853).31 Twee studies hadden een steekproef bestaande uit alleen vrouwen, waarin significante verschillen voor %LV werden gevonden.10,28

## Vetmassa en vetvrije massa

In tabel 3 zijn de belangrijkste resultaten voor VM en VVM weergegeven. Tussen alle studies is geen overeenstemming met betrekking tot VM en VVM. In Johnson *et al*. (2017) vertoonde de waarden van VM voor vrouwen geen normale distributie (p = 0.004-0.034).6 Johnson *et al*. (2013) en Johnson *et al*. (2017) hebben vergelijkbare uitkomsten bij het bepalen van VM en VVM bij de vergelijking van BM met PML en DXA.1,6 In deze twee studies wordt VM significant onderschat bij PML en BM ten opzichte van DXA, maar BM en PML hadden onderling geen significante verschillen.1,6 VVM werd in beide studies significant overschat bij PML en BM ten opzichte van DXA. Daarentegen was tussen BM en PML geen significant verschil. PML en BM overschatten significant VVM ten opzichte van het viercompartimentenmodel.29



Figuur 1. Selectieprocedure  
%LV, percentage lichaamsvet; AM, antropometrisch meten; BM, BodyMetrix; DXA, dual-energy X-ray absorptiometrie; HM, huidplooimeting; HW, hydrostatisch wegen; PML, plethysmografie met luchtverplaatsing; VM, vetmassa; VVM, vetvrije massa.

## Betrouwbaarheid

In drie studies is onderzoek gedaan naar de intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid,12,14,26 in één studie onderzoek naar de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid,26 en één heeft drie voorspellingsformules met elkaar vergeleken.30 Alle geïncludeerde studies naar de intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid maakten gebruik van twee meetmomenten.12,14,26 Alle geïncludeerde studies toonden een hoge correlatie aan tussen de verschillende metingen (ICC = 0.935-0.996) zonder significante verschillen (p = 0.284-0.849).12,14,26 De uitkomsten voor de betrouwbaarheid zijn te vinden in tabel 4.

## Percentage lichaamsvet

De tijd tussen de twee meetmomenten varieerde tussen de nul en twee dagen. Van één studie was het tijdsinterval tussen de meetmomenten niet bekend.30 Cain *et al*. hebben de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid tussen twee beoordelaars onder mannelijke atleten onderzocht waarbij een hoge correlatie werd aangetoond, zonder significant verschil tussen beide beoordelaars.26 Met uitzondering van de suprailiacale site was de correlatie voor beoordelaar 1 lichtelijk hoger dan voor beoordelaar 2.26 Twee studies hebben verschillende voorspellingsformules met elkaar vergeleken.12,30 Loenneke *et al*. ondervonden significant verschil bij de 1-site en geen significant verschil bij de 3-site.12 Baranauskas *et al*. ondervonden geen significant verschil tussen JP7 en P3, maar wel significante verschillen tussen JP7 en JP3 en JP3 en P3.Tussen mannen en vrouwen was een significant verschil bij JP7 en JP3 (p ≤ 0.003) en JP3 en P3 (p ≤ 0.007).Bij vrouwen was een significant verschil tussen JP7 en P3 (p = 0.014) en bij mannen geen significant verschil tussen JP3 en P3 (p = 0.179).30

## Vetmassa en vetvrije massa

Eén studie heeft onderzoek gedaan naar de betrouwbaarheid van VM en VVM. In deze studie werd een hoge correlatie voor VM en VVM aangetoond. VVM had een hogere correlatie dan VM, maar VVM had een Standard Error of Measurement (SEM) en Minimal Differences (MD) van 0.1 kg hoger dan VM.14

Tabel 1. Beoordeling van kwaliteit van de geïncludeerde studies

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Auteur (jaar) | Blinde beoor-delaar | ≥80% data van steekproef | Represen-tatieve steekproef | Volledig-heid protocol uitvoering | Adequate rappor-tage data | Tijds-interval | Instructies spier-activiteit | Beschrijving scanlocatie | Minimali-satie compressie | Transducer-positionering | Score |
| Jones *et al.* (2018)27 | - | x | x | x | x | x | x | x | x | x | 9 |
| Smith-Ryan *et al.* (2014)14 | X | x | x | x | x | x | - | x | x | x | 9 |
| Cain *et al.* (2015)26 | X | x | x | x | x | x | - | x | x | - | 8 |
| Schoenfeld *et al.* (2017)10 | - | x | x | x | x | - | x | x | x | x | 8 |
| Johnson *et al.* (2013)1 | X | x | x | x | x | x | - | x | - | x | 8 |
| Kendall *et al.* (2016)29 | X | x | x | x | x | x | - | - | x | x | 8 |
| Baranauskas *et al.* (2017)30 | X | x | x | x | x | x | - | x | - | x | 8 |
| Loenneke *et al.* (2014)12 | - | x | x | x | x | x | - | x | x | x | 8 |
| Loenneke *et al.* (2014)28 | X | x | x | x | x | x | - | x | - | - | 7 |
| Johnson *et al.* (2014)13 | X | x | x | - | x | x | - | x | - | x | 7 |
| Johnson *et al.* (2017)6 | X | x | x | x | x | - | - | x | - | x | 7 |
| Bielemann *et al.* (2016)31 | - | x | x | x | x | - | x | x | - | x | 7 |
| Fultz *et al.* (2013)15 | X | x | x | - | x | x | - | - | - | x | 6 |
| Johnson *et al.* (2012)23 | - | x | x | - | x | x | - | - | x | x | 6 |
| Johnson *et al.* (2016)24 | - | x | x | - | x | x | - | x | - | x | 6 |
| Ripka *et al.* (2015)25 | X | x | x | - | x | - | - | - | - | x | 5 |

*Tabel 2. Geïncludeerde studies omtrent de validiteit van de BodyMetrix voor percentage lichaamsvet*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Auteur (Jaar) | Steekproefª | Referentie | Voorspellings-  formule | Uitkomstenᵇ | Kwaliteits-  score |
| Baranauskas *et al.* (2017)30 | Recreatief actief en zonder overgewicht  n = 76 (33:43)  Gem. leeftijd: 22.08 (2.50) | DXA (Prodigy) | JP7  JP3  P3 | Onderschatting JP7:  p = 0.000  r = 0.816  Onderschatting P3:  p = 0.000  r = 0.808  Onderschatting JP3:  p = 0.001  r = 0.778 | 8 |
| Bielemann *et al.* (2016)31 | n = 206 (102:104)  Waarvan overgewicht:  n = 100 (51:49)  Gem. leeftijd: 30.1 (9.9) | PML (BodPod) | 6-site | m: d = +0.5% (-6.8%-7.7%)  CCC = 0.853-0.855  v: d = +0.1% (-0.2%-1.2%)  CCC = 0.903-0.904 | 7 |
| Cain *et al.* (2015)26 | Divisie I-atleten  n = 45 (22:23)  Gem. leeftijd: 20.1 (1.6) | PML (BodPod) | JP3 | Overschatting: p < 0.01  R² = 0.849  SEE = 2.6%  TE = 4.4% | 8 |
| Johnson *et al.* (2013)1 | Studenten zonder overgewicht  n = 84 (35:49)  Gem. leeftijd: 22.0 (5.6) | PML (BodPod)  DXA (Prodigy) | JP7 | Onderschatting PML bij DXA-PML: p = 0.000  Onderschatting BM bij DXA-BM:  p = 0.000  Overschatting BM bij BM-PML:  p = 0.000 | 8 |
| Johnson *et al.* (2014)13 | Studenten zonder overgewicht  n = 84 (35:49) Gem. leeftijd: 23.0 (4.7) | DXA (Prodigy) | JP7 | Onderschatting: p < 0.001  r = 0.66  d ± SEE = 4.4 ± 0.8%  Bland-Altman: LOA ±9.4% van d | 7 |
| Loenneke *et al.* (2014)28 | Vrouwelijke gymnasten  n = 13 (0:13)  Gem. leeftijd: 20 (1) | DXA (Prodigy) | 1-site  JP3 | Overschatting: p < 0.001  1-site: r = 0.786  SEE = 3.6%  Gem. afwijking = 6.7%  JP3: r = 0.753  SEE = 3.9%  Gem. afwijking = 4.9% | 7 |
| Schoenfeld *et al.* (2017)10 | Jonge, gezonde vrouwen: afvalprogramma  n = 19 (0:19)  Gem. leeftijd: 22.4 (2.8) | PML (BodPod) | JP4 | p < 0.05  r = 0.86-0.89  SEE = 1.79-4.17  TE = 1.75-4.08 | 8 |
| Smith-Ryan *et al.* (2014)14 | Overgewicht en obesitas  n = 47 (20:27)  Gem. leeftijd: 37.6 (11.6) | Siri 3C-model | JP7 | Onderschatting: p = 0.001 | 9 |

3C-model, driecompartimentenmodel; BM, BodyMetrix; CCC; Concordance Correlation Coefficient; DXA, Dual-energy X-ray Absorptiometry; ICC, Intraclass Correlation Coefficient; Gem,. gemiddelde; JP, Jackson & Pollock; LOA, Limits of Agreement; PML, Plethysmografie met luchtverplaatsing; SEE, Standard Error of Estimate; TE, Total Error.

Studies zijn gesorteerd op alfabetische volgorde.

ªn = steekproefgrootte (man:vrouw). Gemiddelde leeftijd is in jaren, waarden tussen haakjes zijn standaarddeviaties.

ᵇUitkomsten. Waarden tussen haakjes zijn 95% betrouwbaarheidsintervallen.

*Tabel 3. Geïncludeerde studies omtrent de validiteit van de BodyMetrix voor vetmassa en vetvrije massa*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Auteur (jaar) | Steekproefª | Referentie | Voorspellings-  formule | Uitkomstenᵇ | Kwaliteits-  score |
| VM | | | | | |
| Johnson *et al.* (2013)1 | Studenten  n = 84 (35:49)  Gem. leeftijd: 22.0 (5.6) | PML (BodPod)  DXA (Prodigy) | JP7 | Onderschatting PML bij DXA-PML:  p = 0.000  Onderschatting BM bij DXA-BM:  p = 0.000  BM-PML:  p = 1.000 | 8 |
| Johnson *et al.* (2017)6 | Studenten  n = 74 (33:41)  Gem. leeftijd: 23.1 (4.9) | PML (BodPod)  DXA (Prodigy) | JP7 | Onderschatting BM bij BM-DXA:  p < 0.001  d = -3.92 ± 0.54 (-5.23--2.61)  BM-PML:  p = 1.000  d = -0.37 ± 0.51 (-1.63-0.89)  Onderschatting PML bij DXA-PML:  p < 0.001  d = 3.55 ± 0.26 (2.92-4.18) | 7 |
| Jones *et al.* (2018)27 | Stabiele patiënten met kortedarmsyndroom  n = 50 (16:34)  Gem. leeftijd: 57 (11.27) | PML (BodPod) | 1-site | Onderschatting BM bij BM-PML:  ICC = -0.005 (-0.73-0.65) | 9 |
| Smith-Ryan *et al.* (2014)14 | Overgewicht en obesitas  n = 47 (20:27)  Gem. leeftijd: 37.6 (11.6) | Siri 3C-model | JP7 | Onderschatting: p = 0.001 | 9 |
| VVM | | | | | |
| Johnson *et al.* (2013)1 | Studenten  n = 84 (35:49)  Gem. leeftijd: 22.0 (5.6) | PML (BodPod)  DXA (Prodigy) | JP7 | Overschatting PML bij DXA-PML:  p = 0.240  Overschatting BM bij DXA-BM:  p = 0.246  BM-PML:  p = 1.000 | 8 |
| Johnson *et al.* (2017)6 | Studenten  n = 74 (33:41)  Gem. leeftijd: 23.1 (4.9) | PML (BodPod)  DXA (Prodigy) | JP7 | Overschatting BM bij BM-DXA:  p < 0.001  d = 3.45 ± 0.61 (1.96-4.94)  BM-PML:  p = 1.000  d = 0.42 ± 0.50 (-0.80-1.64)  Overschatting PML bij DXA-PML:  p < 0.001  d = -3.03 ± 0.37 (-3.93--2.13) | 7 |
| Jones *et al.* (2018)27 | Stabiele patiënten met kortedarmsyndroom  n = 50 (16:34)  Gem. leeftijd: 57 (11.27) | PML (BodPod) | 1-site | Onderschatting BM bij BM-PML:  ICC = 0.659 (-0.27-0.92) | 9 |
| Kendall *et al.* (2016)29 | Mannelijke elite roeiers  n = 23 (23:0) Gem. leeftijd: 24.6 (2.2) | 4C-model t.o.v.  PML (BodPod)  BM | JP7 | Overschatting: p ≤ 0.001  PML: CCC = 0.84  SEE = 2.98  r = 0.96  BM: CCC = 0.84  SEE = 3.80  r = 0.93 | 8 |
| Schoenfeld *et al.* (2017)10 | Jonge, gezonde vrouwen: afvalprogramma  n = 19 (0:19)  Gem. leeftijd: 22.4 (2.8) | PML (BodPod) | JP4 | p > 0.1  r = 0.87-0.90  SEE = 1.04-2.68  TE = 1.11-2.61 | 8 |
| Smith-Ryan *et al.* (2014)14 | Overgewicht en obesitas  n = 47 (20:27)  Gem. leeftijd: 37.6 (11.6) | Siri 3C-model | JP7 | Overschatting: p = 0.001 | 9 |

4C-model, viercompartimentenmodel; BM, BodyMetrix; DXA, Dual-energy X-ray Absorptiometry; ICC, Intraclass Correlation Coefficient; JP, Jackson & Pollock; Gem., gemiddeld; LOA, Limits of Agreement; PML, Plethysmografie met luchtverplaatsing; SEE, Standard Error of Estimate; TE, Total Error; t.o.v., ten opzichte van; VM, vetmassa; VVM, vetvrije massa.

Studies zijn gesorteerd op alfabetische volgorde.

ªn = steekproefgrootte (man:vrouw). Gemiddelde leeftijd is in jaren, waarden tussen haakjes zijn standaarddeviaties.

ᵇUitkomsten. Waarden tussen haakjes zijn 95% betrouwbaarheidsintervallen.

*Tabel 4. Geïncludeerde studies omtrent de betrouwbaarheid van de BodyMetrix*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Auteur (jaar) | Steekproefª | Voorspellings-formule | Parameters | Interval (dagen) | Beoor-delaars | Uitkomstenᵇ | Kwaliteits-score |
| Intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid | | | | | | | |
| Cain *et al.* (2015)26 | Divisie I-atleten  n = 45 (22:23)  Gem. leeftijd: 20.1 (1.6) | JP3 | %LV | 0 | 2 | Beoordelaar 1:  ICC = 0.996 (0.993-0.998)  MD = 1.3%  Beoordelaar 2:  ICC = 0.993 (0.987-0.996)  MD = 1.8% | 8 |
| Loenneke *et al.* (2014)12 | Studenten  n = 11 (8:3)  Gem. leeftijd: 22 (3) | 1-site  JP3 | %LV | 2 | 1 | 1-site: p = 0.044  3-site: p = 0.999  Pearson correlatie:  1-site: p = 0.849  r = 0.980  ICC = 0.977  3-site: p = 0.370  r = 0.940  ICC = 0.935 | 8 |
| Smith-Ryan *et al.* (2014)14 | Overgewicht en obesitas  n = 47 (20:27)  Gem. leeftijd: 37.6 (11.6) | JP7 | %LV  VM  VVM | 1 | 1 | p = 0.284  %LV: ICC = 0.98  SEM = 2.2%  MD = 4.3%  VM: ICC = 0.93  SEM = 1.8 kg  MD = 5.2 kg  VVM: ICC = 0.98  SEM = 1.9 kg  MD = 5.3 kg | 9 |
| Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid | | | | | | | |
| Cain *et al.* (2015)26 | Divisie I-atleten  n = 45 (22:23)  Gem. leeftijd: 20.1 (1.6) | JP3 | %LV | 0 | 2 | p = 0.92-1.00  ICC = 0.987 (0.976-0.993) | 8 |
| Betrouwbaarheid voorspellingsformules | | | | | | | |
| Baranauskas *et al.* (2017)30 | Recreatief actief  n = 76 (33:43)  Gem. leeftijd: 22.08 (2.50) | JP7  JP3  P3 | %LV | NB | 1 | JP7-P3: p = 0.379  JP7-JP3: p = 0.000  JP3-P3: p = 0.001 | 8 |

%LV, percentage lichaamsvet; JP, Jackson & Pollock; Gem., gemiddeld; ICC, Intraclass Correlation Coefficient; MD, Minimal Differences; NB, niet bekend; P3, Pollock 3; SEM, Standard Error of Measurement; VM, vetmassa; VVM, vetvrije massa.

Studies zijn gesorteerd op alfabetische volgorde.

ªn = steekproefgrootte (man:vrouw). Gemiddelde leeftijd is in jaren, waarden tussen haakjes zijn standaarddeviaties.

ᵇUitkomsten. Waarden tussen haakjes zijn 95% betrouwbaarheidsintervallen.

# Discussie

De belangrijkste uitkomst van deze systematische review is dat niet vastgesteld kan worden of BM een valide meetinstrument is voor het meten van lichaamssamenstelling. De meerderheid van de studies classificeerde BM als geen valide meetinstrument, maar toonde wel hoge correlaties aan van BM in vergelijking met PML en DXA.13,14,26-29,31 Met betrekking tot %LV waren resultaten meer uiteenlopend dan voor VM en VVM. Echter, BM is wel een betrouwbaar meetinstrument voor het meten van lichaamssamenstelling. Alle studies hebben de BM als een betrouwbaar meetinstrument geclassificeerd.12,14,26,30 De interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van BM kan nog niet bepaald worden, omdat hier maar in één studie onderzoek naar is gedaan.26

## Validiteit

## Percentage lichaamsvet

Vijf van de acht studies vinden dat BM geen valide instrument is voor het meten van %LV.13,14,26,28,31 Drie studies beschrijven een significante overschatting van %LV.1,26,28 Cain *et al*. en Loenneke *et al*. beschreven een significante overschatting voor %LV vrouwen.26,28 Deze uitkomsten zijn in contrast met Schoenfeld *et al*., die voor %LV niet-significante verschillen tussen BM en PML hebben aangetoond voor jonge, gezonde vrouwen.10 Een verklaring kan zijn dat alle drie de studies een lage populatie van vrouwen (n = 13-23) hebben onderzocht, waardoor onderzoek onder een grotere populatie vrouwen nodig is.10,26,28 Bovendien hebben Cain *et al*. en Loenneke *et al*. gebruik gemaakt van JP3 en 1-site en JP3, respectievelijk, terwijl Schoenfeld *et al*. JP4 hebben gebruikt.10,26,28 Het aantal meetlocaties of de gebruikte voorspellingsformule kan oorzaak zijn van verschillende uitkomsten bij de schatting van %LV. Minder meetlocaties resulteren in minder nauwkeurige resultaten, omdat voorspellingsformules zijn afgeleid van indirecte bronnen van lichaamssamenstellingsmetingen.32 Met betrekking tot de dijlocatie in JP3 is een bijzonder verschil op te merken in vergelijking met andere voorspellingsformules. De dij is een locatie met relatief meer spiermassa dan de andere locaties en heeft in JP3 daarom meer invloed dan in JP7. Baranauskas *et al*. suggereren een onderzoek waarbij BM met negen meetlocaties wordt vergeleken met DXA voor meer nauwkeurigheid.30

Van alle geïncludeerde studies die JP7 hebben gebruikt vond een onderschatting van %LV plaats bij gebruik van BM,1,13,14,30 met uitzondering van Johnson *et al*. (2013).1 Een andere verklaring kan de referentiemethode zijn. De geïncludeerde studies toonden een hoge correlatie aan tussen BM en PML en lage correlatie tussen BM en DXA. Echter, van de vier studies die BM met PML vergeleken voor %LV hebben Cain *et al*. en Johnson *et al*. (2013) significante verschillen gevonden met beide een overschatting.1,10,26,31 Cain *et al*. beschreef een matig significante overschatting van %LV, maar met een hoge correlatie en relatief lage SEE.26 Johnson *et al*. (2013) toonden daarentegen een sterk significante overschatting aan van %LV bij gebruik van BM ten opzichte van PML.1 Van de vier studies die BM met DXA vergeleken voor %LV toonden drie studies een sterk significante onderschatting van BM aan.1,13,28,30 Loenneke *et al*. toonden daarentegen een sterk significante overschatting aan, met lagere correlaties en hogere SEE’s.28 Dit is in lijn met eerdere studies, die hebben aangewezen dat PML kan afwijken van DXA.33 Sardinha *et al*. hebben PML met DXA vergeleken onder volwassen mannen waarin PML beter scoorde in het meten van %LV, VM en VVM.34 In Lowry *et al*. verschilde PML ook significant ten opzichte van DXA, maar zij achtten DXA als superieur, omdat botdichtheid als extra component meegenomen wordt in de schatting van %LV, VM en VVM.33

De geïncludeerde studies hebben ook diverse steekproeven onderzocht. Het is opvallend dat Cain *et al*. en Loenneke *et al*. een steekproef van atletische vrouwen hebben onderzocht met een overschatting voor %LV, terwijl Schoenfeld *et al*. jonge gezonde vrouwen hebben onderzocht.10,26,28 Jonge gezonde vrouwen zullen meer vetweefsel hebben dan atletische vrouwen, wat kan leiden tot een onderschatting van %LV. Een grotere hoeveelheid vetweefsel en grotere inconsistenties in het weefsel kunnen een langzamere puls door het onderhuidse vetweefsel veroorzaken, waardoor een ongelijke reflectie van de puls wordt geïnitieerd om terug te keren naar de transducer. Dit kan op zijn beurt het beeld en de meting van de weefseldiepte van BM scheeftrekken en de meetfout verhogen bij een populatie met overgewicht en obesitas. Bovendien kan een vette spier fouten veroorzaken bij het bepalen van de grens van het vet-spierweefsel. Dit fenomeen wordt voornamelijk gezien bij een populatie met overgewicht en obesitas. Dit was waarschijnlijk het geval bij Smith-Ryan *et al*., met een onderschatting van %LV en VM en overschatting van VVM.14,35-37 Vier studies concludeerden een significante onderschatting van %LV,waarvan drie ten opzichte van DXA,1,13,31 en één ten opzichte van het Siri-driecompartimentenmodel.14 De drie studies die BM met DXA vergeleken gebruikten JP3 en een populatie met gelijke steekproefgrootte en leeftijd.1,31,31 Een mogelijke oorzaak voor de onderschatting van %LV bij gebruik van BM ten opzichte van DXA is dat de voorspellingsformules zijn ontwikkeld aan de hand van schattingen van hydrostatische wegingen. Het is bekend dat vergelijkingen die afgeleid zijn van hydrostatische wegingen %LV onderschatten in vergelijking met DXA.38

## Vetmassa en vetvrije massa

Uit twee van de vier studies is gebleken dat BM een valide instrument is voor het meten van VM,1,6 alhoewel bij één studie sprake was van een grote variatie in VM-waarden.6 Opvallend is dat beide studies BM met DXA en PML vergeleken, maar alleen significante verschillen tussen BM en DXA hebben aangetoond. Uit deze twee studies bleek ook dat PML VM onderschat ten opzichte van DXA. Jones *et al*. heeft als enige een lage ICC-waarde, maar dit kan worden verklaard door het gebruik van een enkele bicepsmeting in tegenstelling tot de drie andere studies met JP7. Een andere verklaring is dat Jones *et al*. een steekproef hebben gebruikt van stabiele patiënten met het kortedarmsyndroom, met een gemiddeld hoge leeftijd waarvan de meerderheid vrouw is.27

Uit drie van de zes studies is gebleken dat BM een valide instrument is voor het meten van VVM ten opzichte van PML.1,6,10 In Jones *et al*. wordt als enige een onderschatting van VVM bij gebruik van BM ten opzichte van PML geconstateerd. Evenals bij VM kunnen de verschillen bij VVM worden verklaard door een voornamelijk vrouwelijke populatie die uit patiënten met een relatief hoge leeftijd bestaat en het gebruik van een enkele bicepsmeting.27

BM is in overeenstemming met PML, wat in contrast is met de significante overschatting ten opzichte van DXA, het Siri-driecompartimentenmodel en het viercompartimentenmodel. Het viercompartimentenmodel, wat is gebruikt door Kendall *et al*., bestond onder andere uit de schatting van het totale lichaamswater door middel van bio-elektrische spectroscopie.29  
Twee studies hebben de hydratatiestatus van de steekproef gemeten voorafgaand aan het onderzoek.28,29 Hydratatiestatus is van essentieel belang voor het verkrijgen van nauwkeurige en betrouwbare schattingen van lichaamssamenstelling. Om te voorkomen dat resultaten worden beïnvloed wordt het voortzetten van een normale hydratatiestatus voorafgaand aan een onderzoek aangeraden.1,6 Pietrobelli *et al*. hebben vastgesteld dat een vermindering van hydratatie met 5% het %LV met 1-2.5% kan beïnvloeden.39 Bij een inname van 1000 ml water voorafgaand aan een onderzoek is aangetoond dat VVM significant lager was en VM significant hoger.40 Een aanname van DXA is dat zacht weefsel normaal gehydrateerd is waardoor onderscheid kan worden gemaakt tussen VM en VMM. Hoewel hydratatiestatus kan fluctueren tussen individuen gaat DXA uit van een constante hydratatie van VVM van 73%. Om deze reden kan DXA bij een hogere hydratatie dan 73% VM overschatten wat resulteert in een overschatting van %LV.41 Een mogelijke verklaring voor de grote variatie en significante verschillen van VM tussen DXA en PML kan bij Johnson *et al*. (2013) de hydratatiestatus van de steekproef zijn.1 Beide referentiemethoden gaan uit van een constante VVM-hydratatie. Wanneer deze veronderstellingen afwijken resulteert dit in een fout van de berekening bij lichaamssamenstellingsvariabelen, inclusief VVM. Dit kan een oorzaak zijn voor een afwijkende VVM.42 In Johnson *et al*. (2017) is de hydratatiestatus niet vastgesteld voorafgaande aan het onderzoek, wat mogelijk invloed kan hebben op VVM-schattingen.6 Naast DXA kent PML limitaties in de schatting van VM in personen met obesitas, omdat de hydratatiestatus in personen met obesitas hoger is dan in eutrofe personen.31  
Alle geïncludeerde studies met DXA maakten gebruik van de GE Lunar Prodigy.1,6,13,28,29,31 Eerder onderzoek heeft aangetoond dat dit type model %LV en VM overschat. Ter ondersteuning van de bevindingen uit Johnson *et al*. (2013), toonden Williams *et al*. aan dat de GE Lunar Prodigy het gemiddelde VM en %LV overschat, in vergelijking met een viercompartimentenmodel bij mannen en vrouwen zonder obesitas.1,43 Ook heeft eerder onderzoek aangetoond dat de GE Lunar Prodigy grotere hoeveelheden vet rondom de romp meet, in vergelijking met vet in de armen en benen.44,45 DXA is dus bekend met het overschatten van %LV en VM, wat een oorzaak kan zijn van de significante onderschatting van %LV en VM bij gebruik van BM ten opzichte van DXA.

## Betrouwbaarheid

De geïncludeerde studies hebben voor %LV, VM en VVM een goede betrouwbaarheid van BM geconcludeerd.12,14,26,39 Cain *et al*. rapporteert de hoogste ICC’s en de laagste MD’s, wat kan komen doordat het een steekproef onder atleten betrof en doordat de metingen op dezelfde dag zijn uitgevoerd.26 Smith-Ryan *et al*. hadden een steekproef onder mensen met overgewicht en obesitas, waarbij Loenneke *et al*. studenten met een normaal gewicht hebben onderzocht.14 Baranauskas *et al*. hebben de voorspellingsformules JP7, JP3 en P3 met elkaar vergeleken.30 Hieruit bleek dat JP3 significant verschilde van JP7 en P3 en dat JP7 en P3 niet significant van elkaar verschilden. Opname van de dij-locatie in JP3 kan het significante verschil verklaren tussen JP3 en JP7 evenals JP3 en P3.30

Cain *et al*. is de enige studie die de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid heeft onderzocht, met als uitkomst hoge ICC’s en laag 95% betrouwbaarheidsinterval.26

## Sterktes en limitaties onderzoek

Een limitatie van de huidige studie is dat het selecteren van studies en de beoordeling op kwaliteit niet onafhankelijk is gebeurd. Echter, de geïncludeerde studies zijn beoordeeld middels een gerenommeerde kwaliteitschecklist en studies die laag scoorden zijn geëxcludeerd van dit onderzoek. Een andere limitatie van deze studie is het verschil in steekproef van de geïncludeerde studies. Atletische personen, normale personen en personen met obesitas verschillen met betrekking tot %LV, VM en VVM. BM is een relatief nieuw meetinstrument dat sinds 2004 op de markt is, daarom was een beperkt aantal studies beschikbaar ter beoordeling. Een sterkte van deze systematische review is dat alle beschikbare studies omtrent de validiteit en betrouwbaarheid van BM ten opzichte van PML en DXA in dit onderzoek geïncludeerd zijn. Dit onderzoek is voor zover bekend de eerste systematische review over de validiteit en betrouwbaarheid van BM ten opzichte van DXA en PML. Een andere sterkte van deze systematische review is dat in vier databanken is gezocht naar studies, namelijk PubMed, Cochrane, MEDLINE en CINAHL. Een potentiële bron van bias die de interne validiteit van dit onderzoek mogelijk heeft bedreigd was het ontbreken van een gestandaardiseerd protocol voor de beoordeling van lichaamssamenstelling met BM. Ook kan de richtingshoek van de transducer en de mate van compressie die met de transducer wordt uitgevoerd sterk verschillen.11 In zes van de twaalf geïncludeerde studies ontbreekt informatie of compressie van de transducer geminimaliseerd is.

## Conclusie en aanbevelingen

In conclusie, deze systematische review laat zien dat BM een betrouwbaar meetinstrument is voor het meten van lichaamssamenstelling. Hierom is BM inzetbaar om veranderingen in lichaamssamenstelling te constateren. Echter kan niet worden aangetoond dat BM een valide meetinstrument is ten opzichte van DXA en PML. Daarom kan aan de hand van deze systematische review niet worden uitgegaan van absolute waarden van %LV, VM en VVM. Om de validiteit van BM vast te kunnen stellen zal meer onderzoek nodig zijn naar BM ten opzichte van een viercompartimentenmodel. Wij bevelen aan om BM met behulp van JP7, of meer meetlocaties, te vergelijken met het viercompartimentenmodel onder een grootschalige, homogene populatie. Ook achten wij het belangrijk om te kijken naar de verschillen tussen mannen en vrouwen en een gestandaardiseerd voorbereidingsprotocol te hanteren, rekening houdend met hydratatiestatus.

# Bronvermelding

1. Johnson K. A Validation of a Handheld Ultrasound Device to Assess Body Composition in College-Aged Adults. The Graduate Faculty of The University of Akron 2013: 1-58.
2. Richtlijn ‘Lichaamsvetpercentage’. Internet site van sportgeneeskunde. 2006. Beschikbaar via: <https://www.sportgeneeskunde.com/files/VSG-Richtlijn%20Lichaamsvetpercentage.pdf>. Geraadpleegd 2019 mei 1.
3. Metter EJ, Conwit R, Tobin J, Fozard JL. Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 1997; 52: 267–276.
4. Rosenberg I. Sarcopenia: Origins and Clinical Relevance. The Journal of Nutrition 1997; 127: 990S–991S.
5. Thibault R, Genton L, Pichard C. Body composition: Why, when and for who? Clinical Nutrition 2012; 31: 435–447.
6. Johnson KE, Miller B, Gibson AL, McLain TA, Juvancic‐Heltzel JA *et al*. A comparison of dual‐energy X‐ray absorptiometry, air displacement plethysmography and A‐mode ultrasound to assess body composition in college‐age adults. Clin Physiol Funct Imaging 2017; 37: 646-654.
7. Pinho, JP, Azevedo R, Rocha P, Silveira J, Nijholt W *et al*. Intra- and inter-rater reliability of biceps thickness assessment by ultrasound in elderly. Poster session presented at ESPEN, The Hague, Netherlands 2017.
8. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. Br J Nutr 1978; 91: 161–8.
9. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. Med Sci Sports Exerc. 1980; 12: 175–181.
10. Schoenfeld B, Aragon A, Moon J, Krieger J, Tiryaki-Sonmez G. Comparison of amplitude-mode ultrasound versus air displacement plethysmography for assessing body composition changes following participation in a structured weight-loss programme in women. Clin Physiol Funct Imaging 2017; 37: 663-668.
11. Wagner DR. Ultrasound as a tool to assess body fat. Journal of obesity 2013; 2013: 1-9.
12. Loenneke JP, Barnes JT, Wagganer JD, Wilson JM, Lowery RP *et* al. Validity and reliability of an ultrasound system for estimating adipose tissue. Clin Physiol Funct Imaging 2014; 34(2): 159–162.
13. Johnson KE, Miller B, Juvancic-Heltzel JA, Agnor SE, Kiger DL *et al*. Agreement between ultrasound and dual-energy X-ray absorptiometry in assessing percentage body fat in college-aged adults. Clin Physiol Funct Imaging 2014; 34: 493-496.
14. Smith-Ryan AE, Fultz SN, Melvin MN, Wingfield HL, Woessner MN. Reproducibility and validity of A-mode ultrasound for body composition measurement and classification in overweight and obese men and women. PLoS One 2014; 9.
15. Fultz SN. Evaluation of body composition in overweight and obese subjects: three compartmentmodel and ultrasound comparisons. University of North Carolina at Chapel Hill 2013.
16. Heymsfield SB. Hydration of fat-free body mass: new physiological modeling approach. Am J Physiol 1999; 276: E995–1003.
17. Pencheva MK. Comparison of various methods of measuring body composition to underwater weighing in adult men and women (2008). University of Nevada, Las Vegas, Retrospective Theses & Dissertations 2006.
18. Shepherd JA, Ng BK, Sommer MJ, Heymsfield SB. Body composition by DXA. Bone 2017; 104: 101–105.
19. Brodie DA, Stewart AD. Body composition measurement: a hierarchy of methods. J Pediatr Endocr Metab 1999; 12: 801–816.
20. Duren DL, Sherwood RJ, Czerwinski SA *et al*. Body composition methods: comparisons and interpretation. J Diabetes Sci Technol 2008; 2: 1139–1146.
21. Technology. Internet site van BodyMetrix by IntelaMetrix. 2019. Beschikbaar via: https://www.intelametrix.com/FullSite/Technology.html.
22. Pretorius A, Keating JL. Validity of real time ultrasound for measuring skeletal muscle size, Physical Therapy Reviews 2008; 13(6): 415-426.
23. Johnson KE, Naccarato IA, Corder MA, Repovich WES. Validation of three body composition techniques with a comparison of ultrasound abdominal fat depths against an octopolar bioelectrical impedance device. Int J Exerc Sci. 2012; 5: 205–213.
24. Johnson KE, Miller B, McLain TA, Gibson AL, Otterstetter R. Bioelectrical impedance and ultrasound to assess body composition in college-aged adults. Journal of Advanced Nutrition and Human Metabolism 2016; 2: 1-5.
25. Ripka WL, Ulbricht L, Menghin L, Gewehr PM. Portable A-Mode Ultrasound for Body Composition Assessment in Adolescents. J Ultrasound Med 2016; 35: 755-760.
26. Cain DL. Validity and Reliability of A-Mode Ultrasound for Body Composition Assessment of Lean, Division I Athletes. Utah State University 2015; 543: 1-26.
27. Jones DJ, Lal S, Gittins M, Strauss BJG, Burden ST. Practical measurement of body composition using bioelectrical impedance, air displacement plethysmography and ultrasound in stable outpatients with short bowel syndrome receiving home parenteral nutrition: comparison of agreement between the methods. J Hum Nutr Diet 2018.
28. Loenneke JP, Barnes JT, Wagganer JD, Pujol TJ. Validity of a portable computer-based ultrasound system for estimating adipose tissue in female gymnasts. Clin Physiol Funct Imaging 2014; 34: 410–2.
29. Kendall KL, Fukuda DH, Hyde PN, Smith-Ryan AE, Moon JR *et al*. Estimating fat-free mass in elite-level male rowers: a four-compartment model validation of laboratory and field methods. Journal of Sports Sciences 2016.
30. Baranauskas MN, Johnson KE, Juvancic-Heltzel JA, Kappler RM, Richardson L *et al*. Seven-site versus three-site method of body composition using BodyMetrix ultrasound compared to dual-energy X-ray absorptiometry. Clin Physiol Funct Imaging 2017; 37: 317–321.
31. Bielemann RM, Gonzalez MC, Barbosa-Silva TG, Orlandi SP, Xavier MO *et al*. Estimation of body fat in adults using a portable A-mode ultrasound. Nutrition 2016; 32: 441–446.
32. Heyward V. ASEP methods recommendation: body composition assessment. J Exerc Physiol 2001; 4: 1–12.
33. Lowry DW, Tomiyama AJ. Air displacement plethysmography versus dual-energy x-ray absorptiometry in underweight, normal-weight, and overweight/obese individuals. PLoS ONE 2015; 10: e0115086.
34. Sardinha LB, Lohman TG, Teixeria PJ, Guedes DP, Going SB. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. American Journal of Clinical Nutrition 1998; 68: 786-793.
35. Pineau JC, Guihard-Costa AM, Bocquet M. Validation of ultrasound techniques applied to body fat measurement: A comparison between ultrasound techniques, air displacement plethysmography and bioelectrical impedance vs. dual-energy X-ray absorptiometry. Ann Nutr Metab 2007; 51: 421–427.
36. Ackland TR, Lohman TG, Sundgot-Borgen J, Maughan RJ, Meyer NL, *et al*. Current status of body composition assessment in sport: review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. Medical Commission. Sports Med 2012; 42: 227–249.
37. Bellisari A, Roche AF, Siervogel RM. Reliability of B-mode ultrasonic measurements of subcutaneous adipose tissue and intra-abdominal depth: comparisons with skinfold thicknesses. Int J Obes Relat Metab Disord 1993; 17: 475– 480.
38. Ball S, Swan P, Altena T. Skinfold assessment: accuracy and application. Meas Phys Educ Exerc Sci 2006; 10: 255–264.
39. Pietrobelli A, Wang Z, Formica C, Heymsfield SB. (1998) Dual-energy X-ray absorptiometry: fat estimation errors due to variation in soft tissue hydration. American Journal of Physiology 1998; 274: E808–E816.
40. Heiss CJ, Gara N, Novotny D, Heberle H, Morgan L *et al*. Effect of a 1-liter fluid load on body composition measured by air displacement plethysmography and bioelectrical impedance. Journal of Exercise Physiology 2009; 12: 1–8.
41. Andreoli A, Monteleone M, Van Loan M, Promenzio L, Tarantino U *et al*. Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. Journal of Medicine and Science in Sports and Exercise 2001; 33(4): 507–511.
42. Wang Z, Deurenberg P, Wang W, Pietrobelli A, Baumgartner RN *et al*. Hydration of fat-free body mass: review and critique of a classic body- composition constant. American Journal of Clinical Nutrition 1999; 69(5): 833-841.
43. Williams JE, Wells JC, Wilson CM. Evaluation of Lunar Prodigy dual-energy X-ray absorptiometry for assessing body composition in healthy persons and patients by comparison with the criterion 4-component model. American Journal of Clinical Nutrition 2006; 83: 1047–1054.
44. Norcross J, Van Loan MD. Validation of a fan beam dual energy x ray absorptiometry for body composition assessment in adults aged 18-35. British Journal of Sports Medicine 2004; 38(4): 472-476.
45. Plank LD. Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care 2005; 8: 305-309.

# Bijlage I. Verklarende woordenlijst

Adiabatische omstandigheden

*Omstandigheden waarin geen uitwisseling van warmte plaatsvindt.*

Betrouwbaarheid

*Nauwkeurigheid en precisie van een meting.*

Bio-elektrische impedantie analyse (spectroscopie)

*Door een stroom door het lichaam te genereren kan schatting van het vetpercentage plaatsvinden, gebruikmakend van de verschillende weerstanden van vetvrije massa en vetmassa.*

Bland-Altman

*Statistische test om twee meettechnieken met elkaar te vergelijken. De verschillen tussen de twee meettechnieken worden uitgezet tegen de gemiddelden van de twee meettechnieken.*

Body Mass Index

*Index die de verhouding tussen lengte en gewicht weergeeft en die berekend kan worden door de massa in kilogram te delen door het kwadraat van de lengte in meters.*

BodPod

*Commerciële naam van het apparaat waarmee plethysmografie met luchtverplaatsing toegepast kan worden.*

BodyMetrix

*A-mode echografisch apparaat waarmee vetdikte en spierdikte gemeten kan worden, van waaruit lichaamssamenstelling wordt berekend.*

Botmineraaldichtheid

*Hoeveelheid botmineraal in botweefsel, wordt uitgedrukt in de massa van het botmineraal gedeeld door de inhoud van het bot.*

Dual-energy x-ray absorptiometrie

*Meettechniek voor de schatting lichaamssamenstelling waarbij met behulp van röntgenstraling botmineraaldichtheid bepaald kan worden.*

Huidplooimetingen

*Meettechniek voor de schatting van lichaamssamenstelling waarbij met behulp van een schuifmaat de dikte van de huidplooi wordt gemeten op meerdere locaties.*

Hydratatiestatus

*Mate van hydratatie.*

Hydrostatisch wegen

*Meettechniek voor de schatting van lichaamssamenstelling waarbij een persoon onder water wordt gewogen.*

Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid

*De mate waarin de uitkomsten bij verschillende afnamen van hetzelfde meetinstrument telkens door verschillende onderzoekers bij dezelfde steekproef onder gelijke omstandigheden hetzelfde zijn.*

Intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid

*De mate waarin de uitkomsten bij verschillende afnamen van hetzelfde meetinstrument telkens door dezelfde onderzoeker bij dezelfde steekproef onder gelijke omstandigheden hetzelfde zijn.*

Isotherme omstandigheden

*Omstandigheden waarin de temperatuur constant blijft.*

Minimal Differences

*Minimale waarde die een verandering in de proefpersoon of patiënt aangeeft. Wanneer deze drempelwaarde wordt overschreden is de gemeten verandering daadwerkelijk een verandering.*

Onderschatting

*Wanneer de gemeten waarde onder de werkelijke waarde ligt.*

Overschatting

*Wanneer de gemeten waarde boven de werkelijke waarde ligt.*

p-waarden

*De mate van significantie: onder de 0.05 is de statistische test significant gebleken en wordt niet meer uitgegaan van de kans dat verschillen op toeval berusten.*

Pearsons’ correlatie

*Geeft een mate van correlatie weer. Waarden kunnen van -1 tot 1 voorkomen, een waarde van 0 betekent geen correlatie, -1 betekent een negatieve correlatie en 1 betekent een positieve correlatie.*

Percentage lichaamsvet

*Hoeveelheid lichaamsvet ten opzichte van totale lichaamsmassa, uitgedrukt in een percentage.*

Plethysmografie met luchtverplaatsing

*Meettechniek voor de schatting van lichaamssamenstelling waarbij lichaamsvolume wordt gemeten door de lucht te meten die een persoon met zijn lichaam verplaatst.*

Spieratrofie

*De afname van spierweefsel en spierkracht.*

Standard Error of Estimate

*De mate van variatie rondom de lijn van regressie, waarmee de mate van nauwkeurigheid bepaald kan worden.*

Validiteit

*De mate waarin de uitkomst van een meetinstrument overeenkomt met de werkelijk te meten waarde.*

Vetmassa

*De hoeveelheid vet in het lichaam (in kilogram of pond).*

Vetvrije massa

*De hoeveelheid spier-, bot- en orgaanweefsel in het lichaam (in kilogram of pond).*

# Bijlage II. Zoekstringen

## PubMed

Zoekstring voor validiteit BodyMetrix

("body composition"[MeSH Terms] OR "body composition"[Title/Abstract] OR "FM"[Title/Abstract] OR "fat mass"[Title/Abstract] OR "FFM"[Title/Abstract] OR "fat free mass"[Title/Abstract] OR "muscle mass"[Title/Abstract] OR "muscle masses"[Title/Abstract] OR "muscle size"[Title/Abstract] OR "muscle sizes"[Title/Abstract] OR "muscle volume"[Title/Abstract] OR "muscle volumes"[Title/Abstract] OR "muscle thickness"[Title/Abstract] OR "muscle thicknesses"[Title/Abstract] OR "percentage BF"[Title/Abstract] OR "percentage body fat"[Title/Abstract] OR "%BF"[Title/Abstract]) AND ("a-mode ultrasound"[Title/Abstract] OR "bodymetrix"[Title/Abstract] OR "echography"[Title/Abstract] OR "medical sonography"[Title/Abstract] OR "ultrasonography"[MeSH Terms] OR "ultrasonography"[MeSH Subheading] OR "ultrasonography"[Title/Abstract] OR "ultrasound"[Title/Abstract] OR "ultrasound imaging"[Title/Abstract] OR "ultrasonic imaging"[Title/Abstract]) AND ("airdisplacement plethysmography"[Title/Abstract] OR "air displacement plethysmography"[Title/Abstract] OR "ADP"[Title/Abstract] OR "bio-electrical impedance analysis"[Title/Abstract] OR "bio electrical impedance analysis"[Title/Abstract] OR "BIA"[Title/Abstract] OR "dual-energy x-ray absorptiometry"[Title/Abstract] OR "dual energy x-ray absorptiometry"[Title/Abstract] OR "DXA"[Title/Abstract] OR "DEXA"[Title/Abstract] OR "hydrostatic weighing"[Title/Abstract] OR "HW"[Title/Abstract] OR "skinfold"[Title/Abstract] OR "SF"[Title/Abstract]) NOT (animal NOT animals NOT cadaver NOT cadavers)

Zoekstring voor betrouwbaarheid BodyMetrix

("body composition"[MeSH Terms] OR "body composition"[Title/Abstract] OR "FM"[Title/Abstract] OR "fat mass"[Title/Abstract] OR "FFM"[Title/Abstract] OR "fat free mass"[Title/Abstract] OR "muscle mass"[Title/Abstract] OR "muscle masses"[Title/Abstract] OR "muscle size"[Title/Abstract] OR "muscle sizes"[Title/Abstract] OR "muscle volume"[Title/Abstract] OR "muscle volumes"[Title/Abstract] OR "muscle thickness"[Title/Abstract] OR "muscle thicknesses"[Title/Abstract] OR "percentage BF"[Title/Abstract] OR "percentage body fat"[Title/Abstract] OR "%BF"[Title/Abstract]) AND ("a-mode ultrasound"[Title/Abstract] OR "bodymetrix"[Title/Abstract] OR "echography"[Title/Abstract] OR "medical sonography"[Title/Abstract] OR "ultrasonography"[MeSH Terms] OR "ultrasonography"[MeSH Subheading] OR "ultrasonography"[Title/Abstract] OR "ultrasound"[Title/Abstract] OR "ultrasound imaging"[Title/Abstract] OR "ultrasonic imaging"[Title/Abstract]) NOT (animal NOT animals NOT cadaver NOT cadavers)

## Cochrane

Zoekstring voor validiteit BodyMetrix

("body composition" OR FM OR "fat mass” OR FFM OR "fat free mass" OR "muscle mass" OR "muscle masses" OR "muscle size" OR "muscle sizes" OR "muscle volume" OR "muscle volumes" OR "muscle thickness" OR "muscle thicknesses" OR "percentage BF" OR "percentage body fat" OR %BF) AND ("a-mode ultrasound" OR bodymetrix OR echography OR "medical sonography" OR ultrasonography OR ultrasound OR “ultrasound imaging" OR "ultrasonic imaging") AND ("airdisplacement plethysmography" OR "air displacement plethysmography" OR ADP OR "bio-electrical impedance analysis" OR "bio electrical impedance analysis" OR BIA OR "dual-energy x-ray absorptiometry" OR "dual energy x-ray absorptiometry" OR DXA OR DEXA OR "hydrostatic weighing" OR HW OR skinfold OR "SF") NOT (animal NOT animals NOT cadaver NOT cadavers)

Zoekstring voor betrouwbaarheid BodyMetrix

("body composition" OR FM OR "fat mass” OR FFM OR "fat free mass" OR "muscle mass" OR "muscle masses" OR "muscle size" OR "muscle sizes" OR "muscle volume" OR "muscle volumes" OR "muscle thickness" OR "muscle thicknesses" OR "percentage BF" OR "percentage body fat" OR %BF) AND ("a-mode ultrasound" OR bodymetrix OR echography OR "medical sonography" OR ultrasonography OR ultrasound OR “ultrasound imaging" OR "ultrasonic imaging") NOT (animal NOT animals NOT cadaver NOT cadavers)

## CINAHL

Zoekstring voor validiteit BodyMetrix

((MH ("body composition") OR AB (“body composition” OR "fat mass” OR "fat free mass" OR "muscle mass" OR "muscle masses" OR "muscle size" OR "muscle sizes" OR "muscle volume" OR "muscle volumes" OR "muscle thickness" OR "muscle thicknesses" OR "percentage BF" OR "percentage body fat" OR “%BF”) OR TI (“FM” OR "fat mass” OR “FFM” OR "fat free mass" OR "muscle mass" OR "muscle masses" OR "muscle size" OR "muscle sizes" OR "muscle volume" OR "muscle volumes" OR "muscle thickness" OR "muscle thicknesses" OR "percentage BF" OR "percentage body fat" OR %BF)) AND ((MH ("a-mode ultrasound" OR “bodymetrix” OR “ultrasonography”) OR AB ("a-mode ultrasound" OR “bodymetrix” OR “ultrasonography” OR “echography” OR "medical sonography" OR “ultrasound” OR “ultrasound imaging" OR "ultrasonic imaging") OR TI ("a-mode ultrasound" OR “bodymetrix” OR “ultrasonography” OR “echography” OR "medical sonography" OR “ultrasound” OR “ultrasound imaging" OR "ultrasonic imaging")) AND ((MH ("airdisplacement plethysmography" OR "air displacement plethysmography" OR "bio-electrical impedance analysis" OR "bio electrical impedance analysis" OR "dual-energy x-ray absorptiometry" OR "dual energy x-ray absorptiometry" OR "hydrostatic weighing" OR skinfold) OR AB ("airdisplacement plethysmography" OR "air displacement plethysmography" OR "bio-electrical impedance analysis" OR "bio electrical impedance analysis" OR "dual-energy x-ray absorptiometry" OR "dual energy x-ray absorptiometry" OR "hydrostatic weighing" OR skinfold) OR TI ("airdisplacement plethysmography" OR "air displacement plethysmography" OR "bio-electrical impedance analysis" OR "bio electrical impedance analysis" OR "dual-energy x-ray absorptiometry" OR "dual energy x-ray absorptiometry" OR "hydrostatic weighing" OR skinfold)) NOT (MH animal NOT animals NOT cadaver NOT cadavers))

Zoekstring voor betrouwbaarheid BodyMetrix

((MH ("body composition") OR AB (“body composition” OR "fat mass” OR "fat free mass" OR "muscle mass" OR "muscle masses" OR "muscle size" OR "muscle sizes" OR "muscle volume" OR "muscle volumes" OR "muscle thickness" OR "muscle thicknesses" OR "percentage BF" OR "percentage body fat" OR “%BF”) OR TI (“FM” OR "fat mass” OR “FFM” OR "fat free mass" OR "muscle mass" OR "muscle masses" OR "muscle size" OR "muscle sizes" OR "muscle volume" OR "muscle volumes" OR "muscle thickness" OR "muscle thicknesses" OR "percentage BF" OR "percentage body fat" OR %BF)) AND ((MH ("a-mode ultrasound" OR “bodymetrix” OR “ultrasonography”) OR AB ("a-mode ultrasound" OR “bodymetrix” OR “ultrasonography” OR “echography” OR "medical sonography" OR “ultrasound” OR “ultrasound imaging" OR "ultrasonic imaging") OR TI ("a-mode ultrasound" OR “bodymetrix” OR “ultrasonography” OR “echography” OR "medical sonography" OR “ultrasound” OR “ultrasound imaging" OR "ultrasonic imaging")) NOT (MH animal NOT animals NOT cadaver NOT cadavers))

## MEDLINE

Zoekstring voor validiteit BodyMetrix

((MH ("body composition") OR AB (“body composition” OR "fat mass” OR "fat free mass" OR "muscle mass" OR "muscle masses" OR "muscle size" OR "muscle sizes" OR "muscle volume" OR "muscle volumes" OR "muscle thickness" OR "muscle thicknesses" OR "percentage BF" OR "percentage body fat" OR “%BF”) OR TI (“FM” OR "fat mass” OR “FFM” OR "fat free mass" OR "muscle mass" OR "muscle masses" OR "muscle size" OR "muscle sizes" OR "muscle volume" OR "muscle volumes" OR "muscle thickness" OR "muscle thicknesses" OR "percentage BF" OR "percentage body fat" OR %BF)) AND ((MH ("a-mode ultrasound" OR “bodymetrix” OR “ultrasonography”) OR AB ("a-mode ultrasound" OR “bodymetrix” OR “ultrasonography” OR “echography” OR "medical sonography" OR “ultrasound” OR “ultrasound imaging" OR "ultrasonic imaging") OR TI ("a-mode ultrasound" OR “bodymetrix” OR “ultrasonography” OR “echography” OR "medical sonography" OR “ultrasound” OR “ultrasound imaging" OR "ultrasonic imaging")) AND ((MH ("airdisplacement plethysmography" OR "air displacement plethysmography" OR "bio-electrical impedance analysis" OR "bio electrical impedance analysis" OR "dual-energy x-ray absorptiometry" OR "dual energy x-ray absorptiometry" OR "hydrostatic weighing" OR skinfold) OR AB ("airdisplacement plethysmography" OR "air displacement plethysmography" OR "bio-electrical impedance analysis" OR "bio electrical impedance analysis" OR "dual-energy x-ray absorptiometry" OR "dual energy x-ray absorptiometry" OR "hydrostatic weighing" OR skinfold) OR TI ("airdisplacement plethysmography" OR "air displacement plethysmography" OR "bio-electrical impedance analysis" OR "bio electrical impedance analysis" OR "dual-energy x-ray absorptiometry" OR "dual energy x-ray absorptiometry" OR "hydrostatic weighing" OR skinfold)) NOT (MH animal NOT animals NOT cadaver NOT cadavers))

Zoekstring voor betrouwbaarheid BodyMetrix

((MH ("body composition") OR AB (“body composition” OR "fat mass” OR "fat free mass" OR "muscle mass" OR "muscle masses" OR "muscle size" OR "muscle sizes" OR "muscle volume" OR "muscle volumes" OR "muscle thickness" OR "muscle thicknesses" OR "percentage BF" OR "percentage body fat" OR “%BF”) OR TI (“FM” OR "fat mass” OR “FFM” OR "fat free mass" OR "muscle mass" OR "muscle masses" OR "muscle size" OR "muscle sizes" OR "muscle volume" OR "muscle volumes" OR "muscle thickness" OR "muscle thicknesses" OR "percentage BF" OR "percentage body fat" OR %BF)) AND ((MH ("a-mode ultrasound" OR “bodymetrix” OR “ultrasonography”) OR AB ("a-mode ultrasound" OR “bodymetrix” OR “ultrasonography” OR “echography” OR "medical sonography" OR “ultrasound” OR “ultrasound imaging" OR "ultrasonic imaging") OR TI ("a-mode ultrasound" OR “bodymetrix” OR “ultrasonography” OR “echography” OR "medical sonography" OR “ultrasound” OR “ultrasound imaging" OR "ultrasonic imaging")) NOT (MH animal NOT animals NOT cadaver NOT cadavers))

# Bijlage III. Kwaliteitschecklist Pretorius & Keating (2008)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Methodological quality assessment** *Instrument developed by Pretorius & Keating (2008)* | | | | |
| **Assessor** |  | | | |
| **Author/ Title** |  | | | |
| **Criteria** | | **Yes** | **No** | **Not stated/ Unclear** |
| **1. Blind final assessor** Assessors measured RTUS variables and reference standard independently of each other, or, if not, it was likely that knowledge of one variable did not bias measurements of the other.   Scoring: yes or no. Yes if paper states that the outcome assessor was blind to prognostic variables or reports a method that minimized opportunity for bias. | |  |  |  |
| **2. Data for at least 80% of cohort reported** At least 80% of the subjects assessed using RTUS were assessed on the reference standard.  Scoring: yes or no. | |  |  |  |
| **3. Inception cohort**  The inception cohort was typical of those on whom the test would typically be conducted and all eligible patients were invited to participate in the study (random selection or consecutive cases).  Scoring: yes or no. Yes if the report states that consecutive eligible patients were invited to participate in the study, or were randomly selected. | |  |  |  |
| **4. Assessment methods defined** Assessment using RTUS and the reference standard was defined in a way that enabled replication  Scoring: yes or no. Yes if a defined method for measurement and patient positioning was reported and could be replicated from the description | |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **5. Adequate detail reported**  Data was reported that allows the relationship between measures of RTUS and the reference standard to be statistically defined.  Scoring: yes or no. Acceptable data would be the correlation between RTUS and the reference standard or data that enables its calculation. |  |  |  |
| **6. Timeframe**  Measurements were taken for both RTUS and the comparison standard over a time period where it was unlikely that real change would have occurred in the muscle.  Scoring: yes or no. Yes if the report specifically states that the RTUS and the comparison measurements were taken over a short timeframe, or if not, the description of the methodology implied a short timeframe. |  |  |  |
| **7. Muscle state**  During RTUS scanning, the patients were clearly instructed on the required muscle activation (contracting versus relaxing the muscle).  Scoring: yes or no. Yes if the patients were specifically instructed to either relax or contract the muscle of interest during the RTUS scan. |  |  |  |
| **8. RTUS scanning point**  The RTUS scanning point is described in a way that enables relocation of that point during a follow up scan, or that enables replication by an independent researcher  Scoring: yes or no. |  |  |  |
| **9. RTUS contact pressure**  The contact pressure of the transducer on the skin surface has been considered and a procedure was reported to minimize the pressure.  Scoring: yes or no. |  |  |  |
| **10. Transducer positioning**  The RTUS was placed at perpendicular angles (90 degrees) to the muscle surface being studied during assessment.  Scoring: yes or no. |  |  |  |
| **Total score** |  |  |  |

# Bijlage IV. Plagiaatscan

