

De seca mBCA 515®: betrouwbaarheid en validiteit van een Multi- Frequentie Bio-elektrische Impedantie Analyse

Ten opzichte van Air Displacement Plethysmography (BOD POD®) voor
de bepaling van de vetmassa en vetvrije massa bij sporters

Marieke Westmaas
30 januari 2014

De seca mBCA 515®: betrouwbaarheid en validiteit van een Multi- Frequentie Bio-elektrische Impedantie Analyse

Ten opzichte van Air Displacement Plethysmography (BOD POD®) voor
de bepaling van de vetmassa en vetvrije massa bij sporters

De Haagse Hogeschool
Opleiding Voeding en Diëtetiek
Johanna Westerdijkplein 75
Den Haag
Tel: 070-445 8300



30 januari 2014

Docentbegeleider: Mevrouw ir. F.R. Scheffers
Opdrachtgever: Mevrouw dr. ir. D.W. Voskuil (De Haagse Hogeschool)

Auteur: Marieke Westmaas
Mandeveld 10
2151 JD NIEUW-VENNEP
mariekewestmaas@live.nl
studentnummer 10059555

Voorwoord

Na (bijna) 4 jaar studie aan de compacte bacheloropleiding Voeding en Diëtetiek op De Haagse Hogeschool, wordt het tijd de schoolbanken achter me te laten en mij te gaan richten op het werkveld. Onderdeel van het vierde studiejaar is een scriptie schrijven over een onderwerp dat mijn interesse heeft. Voor u ligt een scriptie in de vorm van een onderzoeksrapport. Het rapport is geschreven voor de opdrachtgever Dorien Voskuil, sporters en (sport)diëtisten en geeft antwoord op de vraag in hoeverre de seca mBCA® een betrouwbaar en valide meetinstrument is om de vetmassa en vetvrije massa te meten bij de doelgroep sporters. De BOD POD® is in dit onderzoek de referentiemethode.

Vanwege zijn nieuwigheid, is er nog beperkt praktijkonderzoek gedaan met de seca mBCA en is er geen praktijkonderzoek bekend met de doelgroep sporters. Voor diëtistenpraktijken is een investering in de seca mBCA® circa een kwart van een investering in een BOD POD®, waardoor de seca mBCA® mogelijk aantrekkelijker en financieel beter bereikbaar is.

De afgelopen studiejaren heb ik als 'compacter' voornamelijk theoretische lessen gevolgd. Vanwege het weinige aantal contacturen (passend bij de compacte onderwijsvorm) is er minder tijd geweest voor praktijkmomenten, zoals het leren werken met meetinstrumenten en -methodes. Door de beperkte ervaring met en mijn toekomstbeeld als behandelend diëtist, wilde ik meer ervaring opdoen met antropometrie. Dankzij dit onderzoek is dat gelukt.

Het schrijven van het onderzoeksrapport heb ik ervaren als een uitdaging en als een leerzame periode. Een uitdaging, omdat ik nooit eerder kwantitatief onderzoek heb gedaan en statistiek altijd 'ver van mijn bed' stond. Een leerzame periode, waarin ik onder andere leerde dat statistiek niet zo 'eng' is als dat ik dacht en de begrippen betrouwbaarheid en validiteit voor altijd in mijn geheugen gegrift staan. Ten slotte is het een persoonlijke leerschool geweest, eentje waarin ik mijn grenzen heb leren aangeven wat betreft het wel of niet laten doorgaan van privé-afspraken.

De afgelopen 20 weken heb ik een waardevolle groep mensen om mij heen gehad. Zonder hen had ik het onderzoeksrapport niet tot een goed einde kunnen brengen. Allereerst wil ik de opdrachtgever, Dorien Voskuil van De Haagse Hogeschool, hartelijk bedanken. Bedankt voor het brainstormen (om tot dit afstudeeronderwerp te komen), het meelezen en (schriftelijk) feedback geven op mijn werkplan en rapport. Dankzij het kritisch meelezen en kritische vragen is het onderzoeksrapport alleen maar verbeterd. De Nutritional-Assessment-bijeenkomsten zorgden ervoor dat ik mij niet alleen voelde deze periode.

Dank je wel, Floor Scheffers, voor je enthousiaste, individuele begeleiding. Je nam, tijdens de overlegmomenten, ruim de tijd voor mij. Dit heb ik erg gewaardeerd. Je kritische vragen en (schriftelijke) feedback zorgden voor nieuwe inspiratie en zo heb je een groot aandeel geleverd aan het verbeteren van het onderzoeksrapport. Daarnaast houd je van duidelijkheid: stipte afspraken werden gemaakt over tussentijdse inlevermomenten. Dit zorgde ervoor dat ik iedere keer werkte naar een doel. Bedankt, dat had ik juist nodig. Bedankt Tessa van der Giessen, Anouk Heindijk en Marielle Roos voor jullie hulp tijdens het meehelpen werven van de deelnemers, het uitvoeren van de metingen en het meehelpen verwerken van de resultaten. John de Gruyter (Richard van Seenus Nederland BV), vertegenwoordiger van de seca mBCA® en Leon Schrage (TulipMed), vertegenwoordiger van de BOD POD® wil ik hartelijk bedanken voor de snelle reactie via de mail op mijn vragen rondom de meetinstrumenten.

Het statistische gedeelte was niet gelukt zonder de hulp van Matthijs Fleurke, docent Academie voor Gezondheid aan De Haagse Hogeschool en Maarten Limmen, mijn vriend. De steun van Maarten, familie, vrienden en collega's van het Rijnlants Revalidatie Centrum wil ik ook graag noemen: jullie steunden mij in goede en minder goede tijden en sleepten mij door deze, niet altijd makkelijke, periode heen.

Marieke Westmaas, Nieuw-Vennep, januari 2014

Samenvatting

Inleiding

Wanneer een sporter zijn prestatie wil verbeteren of training wil optimaliseren, is de lichaamssamenstelling een belangrijke factor. De hoeveelheid vetmassa en vetvrije massa kunnen namelijk effect hebben op de sportprestatie. Vanuit de sporterswereld is er vraag naar een betrouwbaar en valide meetinstrument dat veilig, snel en niet belastend is voor de sporter. De seca Medical Body Composition Analyzer 515® (mBCA), een nieuwe Multi-Frequentie Bio-elektrische Impedantie Analyse (MFBIA), zou mogelijk kunnen voldoen aan deze vraag. De opdrachtgever zoekt naar aanvullend en eigen onderzoek over de betrouwbaarheid en de validiteit van de mBCA, wat gebruikt kan worden in de besluitvorming over het, al dan niet, aanschaffen van de mBCA door De Haagse Hogeschool. In dit onderzoeksrapport staat de volgende onderzoeksvraag centraal: *“In hoeverre is de seca mBCA 515® een betrouwbaar en valide meetinstrument in vergelijking met de BOD POD® voor het meten van de vetmassa en vetvrije massa bij sporters?”*

Methoden

Het literatuuronderzoek behandelde publicaties over de betrouwbaarheid en validiteit van de MFBIA en de BOD POD® (BOD POD). Middels praktijkonderzoek werd antwoord gegeven op de vraag of de mBCA, in vergelijking met de BOD POD, een betrouwbaar en valide meetinstrument is bij de onderzoekspopulatie sporters. De deelnemers in het praktijkonderzoek zijn eerstejaars studenten van de opleiding voor docent lichamelijke opvoeding (HALO) van De HHS. De deelnemers ondergingen, tijdens één meetsessie, twee metingen met de mBCA en één meting met de BOD POD. De relevante data, geslacht, geboortedatum, lengte, gewicht, absolute vetmassa en absolute vetvrije massa werden gebruikt voor dit onderzoek. De betrouwbaarheid werd getoetst met de paired t-test, Pearson R^2 en de Intraclass Correlation Coëfficiënt (ICC). De validiteit werd getoetst met de paired t-test, Pearson R^2 (R^2), de Bland Altman limits of agreement (BA) en de ICC.

Resultaten en conclusie

Het totaal aantal deelnemers aan het praktijkonderzoek was 35 personen, te weten 25 mannen en 10 vrouwen. De gemiddelde (SD) leeftijd was 19,6 jaar (2,2). De gemiddelde lengte was 180,2 cm (10,7) en het gemiddelde gewicht was 72,6 kg (8,6). Betrouwbaarheid: er is een zeer sterke correlatie tussen de eerste en tweede meting met de mBCA bij de variabele vet in kg ($R^2=0,998$ (sig.<0,05) en ICC=0,998) en er is sprake van totale correlatie met de variabele vetvrije massa in kg $R^2=1,000$ (sig.<0,05) en ICC=1,000). Het lijkt dat de mBCA betrouwbaar is om de vetmassa en vetvrije massa te meten bij sporters. Validiteit: er is een sterke correlatie tussen de mBCA en de BOD POD bij het meten van de vetmassa in kg ($R^2=0,847$ ($P < 0,001$) en ICC=0,797). Daarnaast is er een zeer sterke correlatie tussen de mBCA en de BOD POD bij het meten van de vetvrije massa in kg ($R^2=0,964$ ($P < 0,001$) en ICC 0,959). De BA-plot toont aan dat er twee metingen buiten de limits of agreement vallen, zowel bij de meting van de vetmassa als bij de meting van de vetvrije massa in kg. Ondanks dit feit, lijkt de mBCA een valide meetinstrument om de vetmassa en vetvrije massa te meten bij sporters.

Aanbevelingen

De positieve resultaten van dit onderzoek, kunnen als argument gebruikt worden voor De HHS en (sport)diëtistenpraktijken om de mBCA aan te schaffen. Diëtisten kunnen (top)sporters van gerichte voedingsadviezen voorzien en hiermee een nieuwe markt (cliëntengroep) bedienen. De mBCA kent geen specifieke kledingvoorschriften, daarom is het een aanbeveling om onderzoek te doen naar het effect van het dragen van diverse soorten kleding. Ook wordt de fabrikant aangeraden om de formule van de mBCA vrij te geven aan onafhankelijke onderzoekers, zodat deze inhoudelijk kritisch bekeken wordt. Dit onderzoek is een positief resultaat voor het gebruik van de mBCA, maar er wordt aangeraden meer onderzoek te doen naar de mBCA om de zeer beperkte literatuur uit te breiden. Meer inzichten die hetzelfde resultaat tonen, komen de adoptie van de mBCA in de praktijk ten goede.

Inhoudsopgave

Samenvatting

1. Inleiding	7
1.1 Achtergrond	7
1.2 Praktische relevantie	7
1.3 Onderzoeksvraag en deelvragen	8
1.4 Doelstelling	8
1.5 Indeling van het rapport	8
2. Achtergrondinformatie	9
2.1 BIA	9
2.1.2 mBCA	9
2.1.3 Meettechniek en fomules mBCA	10
2.1.4 Doelgroepen mBCA	10
2.2 ADP	11
2.2.1 BOD POD	11
2.2.2 Meettechniek en formules BOD POD	11
2.2.3 Doelgroepen BOD POD	11
3. Methode	13
3.1 Literatuuronderzoek	13
3.2 Praktijkonderzoek	13
3.2.1 Werving	13
3.2.2 Het onderzoek	13
3.2.3 Antropometrie	14
3.2.4 Het meten van de lichaamssamenstelling	15
3.3. Statistische analyse	15
3.3.1 Dataverkenning: normaliteit van de variabelen	15
3.3.2 Betrouwbaarheid	16
3.3.3 Validiteit	16
4. Resultaten	17
4.1 Literatuuronderzoek	17
4.1.1 Betrouwbaarheid MFBIA en sporters	17
4.1.2 Validiteit MFBIA en sporters	17
4.1.3 Betrouwbaarheid BOD POD en sporters	17
4.1.4 Validiteit BOD POD en sporters	18
4.2 Praktijkonderzoek	18
4.2.1 Kenmerken van de deelnemers	18

4.2.2 Betrouwbaarheid mBCA	19
4.2.3 Validiteit mBCA	20
5. Conclusie	22
5.1 Conclusie deelvragen	22
5.2 Conclusie onderzoeksvraag	23
6. Discussie en aanbevelingen	24
6.1 Resultaten.....	24
6.2 Methodologie	25
6.2.1 Literatuuronderzoek.....	26
6.2.2 Praktijkonderzoek	26
6.3 Aanbevelingen	27
6.3.1 Vervolgonderzoek.....	27
6.3.2 Implementatie	28
Literatuur	30
Bijlagen	
I. Begrippenlijst	
II. Aankondiging en instructiebericht deelname NA	
III. Exclusiecriteria mBCA en BOD POD	
IV. Registratieformulier	
V. Procedure meting BOD POD	
VI. Dataverkenning	
VII. Literatuuroverzicht: niveaus van evidence	
VIII. Bland Altman plot: limits of agreement	

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

Ongeveer 10,9 miljoen Nederlanders (+/-65% van de Nederlandse bevolking) vanaf 6 jaar sport. Dat wil zeggen dat deze sporters ten minste twaalf keer in de afgelopen twaalf maanden heeft gesport (1). Iemand die minder dan twaalf keer sport in twaalf maanden wordt omschreven als niet-sportende. Van de 10,9 miljoen sporters in Nederland, zijn 4600 van hen top- en beroepssporters. Dit zijn onder meer ruim duizend betaald voetballers en sporters die aan basketbal, tennis, wielrennen, schaatsen en hockey doen (2).

Recreatieve sport en topsport zijn een verzamelnaam voor duursport (zoals wielrennen, marathon, schaatsen) krachtsport (zoals judo, sprinten, gewichtheffen) en teamsport (zoals voetbal, volleybal, hockey).

Wanneer een sporter zijn prestatie wil verbeteren of training wil optimaliseren, is de lichaamssamenstelling een belangrijke factor. De lichaamssamenstelling kan namelijk effect hebben op sportprestaties.

Een hoge *vetvrije massa* is nodig voor meer kracht en sterkte. Een laag percentage *vetmassa* is belangrijk in sporten waarbij gewichtsklassen een grote rol spelen. Te denken valt aan worstelen, judo en roeien, en esthetische sporten, zoals turnen, wielrennen en dansen, waarbij van de sporter verwacht wordt een laag lichaamsgewicht te hebben (3). Wanneer de lichaamssamenstelling afwijkt van het ideaal voor de sporter, kan een diëtist de sporter begeleiden met persoonlijke voedingsadviezen. Als de sporter de juiste lichaamssamenstelling heeft voor zijn of haar sport, kan de diëtist de sporter begeleiden bij het in stand houden van deze lichaamsstelling zonder essentiële voedingsstoffen te verliezen.

De lichaamssamenstelling kan verdeeld worden in verschillende compartimenten:

- 2-compartimenten: *vetmassa* en *vetvrije massa*;
- 3-compartimenten: *vetmassa*, *botmassa* en *overige vetvrije massa*;
- 4-compartimenten: *vetmassa*, *spiermassa*, *botmassa* en *overige vetvrije massa*.

Voor ieder compartimentenmodel zijn de afgelopen eeuw verschillende meetinstrumenten ontwikkeld die bovengenoemde compartimenten (variabelen) kunnen meten (4).

Bio-elektrische Impedantie Analyse (BIA), *Onderwaterweging* en de BOD POD® (BOD POD) zijn gebaseerd op het 2-compartimentenmodel (4). Nadelen van *onderwaterweging* zijn dat het een moeilijk uitvoerbare meetmethode is die veel tijd kost en belastend is voor de sporter (5-7). Een nadeel van de BOD POD is dat deze duur is in aanschaf. Daarentegen kost een meting met de BOD POD weinig tijd, is het een makkelijk uit te voeren meetmethode en minder belastend voor de sporter (8). Dual Energy X-ray absorptiometry (DEXA) is een meetinstrument die gebaseerd is op het 3-compartimentenmodel. Ondanks dat dit een snelle en makkelijk uit te voeren meetmethode is, wordt de sporter onnodig blootgesteld aan straling en is het meetinstrument duur in aanschaf (4,9). Een combinatie van meerdere meetinstrumenten is gebaseerd op het 4-compartimentenmodel. Dit is de leidende referentiemethode voor het berekenen van de lichaamssamenstelling. Nadelen zijn dat de metingen met meerdere meetinstrumenten tijdrovend en kostbaar zijn (4).

1.2 Praktische relevantie

Vanuit de sporterswereld is er vraag naar een meetinstrument dat veilig en niet belastend is voor de sporter, die snel en tegelijkertijd betrouwbaar is en precies en gevoelig is voor kleine verschillen in de lichaamssamenstelling die zijn ontstaan door training (3).

Vanaf augustus 2013 heeft De Haagse Hogeschool de seca mBCA 515® (Medical Body Composition Analyzer = mBCA) 4 maanden te leen via de Nederlandse leverancier Richard van Seenus Nederland BV. Dit meetinstrument berekent de lichaamssamenstelling en meet

onder andere de *vetmassa* en *vetvrije massa* door middel van Bio-elektrische Impedantie Analyse (BIA). Na de introductie van de mBCA in november 2011 tijdens Medica, is in 2013 de mBCA op de Nederlandse zorgmarkt geïntroduceerd. Sinds deze introductie is er beperkt onderzoek beschikbaar over de *betrouwbaarheid* en *validiteit* van de mBCA. De onderzoeken die op dit moment beschikbaar zijn, zijn door de fabrikant seca uitgevoerd en gesponsord. De opdrachtgever, mevrouw dr. ir. D.W. Voskuil, docent Voeding en Diëtetiek aan De Haagse Hogeschool, zoekt naar aanvullend en eigen onderzoek over de *betrouwbaarheid* en *validiteit* van de meting door de mBCA. Dit bewijs heeft invloed op de besluitvorming over het, al dan niet, aanschaffen van de mBCA op De Haagse Hogeschool (De HHS) ten gunste van de opleiding Voeding en Diëtetiek. Hierdoor krijgen De HHS en de opleiding Voeding & Diëtetiek ervaring met het gebruik van dit meetinstrument, in het bijzonder bij de groep sporters. Daarnaast is een accurate meting van de lichaamssamenstelling eenvoudig en beter bereikbaar voor sporters bij diëtistenpraktijken, omdat de mBCA goedkoper in aanschaf en eenvoudiger in gebruik is ten opzichte van de BOD POD. Diëtisten kunnen (top)sporters van gerichte voedingsadviezen voorzien en hiermee een nieuwe markt (cliënten) bedienen.

1.3 Onderzoeksvraag en deelvragen

De onduidelijkheid over de *betrouwbaarheid* en *validiteit* van de mBCA zorgt ervoor dat dit, in potentie zeer gewenste, meetinstrument nog niet met zekerheid gebruikt kan worden door de (sport)diëtist. Zowel sporters als diëtisten willen beiden geen onjuiste of wisselende meetresultaten krijgen. Dit leidt tot de volgende onderzoeksvraag:

In hoeverre is de seca mBCA 515® een betrouwbaar en valide meetinstrument in vergelijking met de BOD POD® voor het meten van de vetmassa en vetvrije massa bij sporters?

De onderzoeksvraag wordt ondersteund door de volgende deelvragen:

Literatuuronderzoek:

- *Wat is in de literatuur bekend over de betrouwbaarheid en validiteit van multifrequente BIA-meetinstrumenten met de onderzoekspopulatie sporters?*
- *In hoeverre is de BOD POD een betrouwbaar en valide meetinstrument voor de onderzoekspopulatie sporters?*

Praktijkonderzoek:

- *Is de mBCA een betrouwbaar en valide meetinstrument bij de onderzoekspopulatie sporters in vergelijking met de BOD POD?*

1.4 Doelstelling

De doelstelling is om vóór 4 februari 2014 een onafhankelijk onderzoeksrapport in te leveren aan De Haagse Hogeschool en bij de opdrachtgever, waarin de *betrouwbaarheid* en de *validiteit* van de mBCA duidelijk is bij metingen van de *vetmassa* en *vetvrije massa* in vergelijking met de BOD POD (als Gouden Standaard). De uitkomsten van het onderzoek zijn relevant voor de opdrachtgever, fabrikant, sporters en (sport)diëtistenpraktijken.

1.5 Indeling van het rapport

Hoofdstuk 2 geeft achtergrondinformatie over de mBCA en de BOD POD. Hoofdstuk 3 beschrijft de methode van het literatuur- en praktijkonderzoek. In het vierde hoofdstuk worden de resultaten van het literatuur- en praktijkonderzoek beschreven. Tot slot volgen de conclusie, discussie en aanbevelingen. In het rapport staan een aantal woorden cursief gedrukt. Bijlage I bevat een begrippenlijst die deze woorden verklaren.

2. Achtergrondinformatie

2.1 BIA

Bio-elektrische-Impedantie Analyse (BIA) is een maat voor het vermogen van het lichaam om elektrische stroom te geleiden. De geleiding is afhankelijk van de samenstelling van het lichaam. Stroom wordt goed geleid door water en elektrolyten (bijvoorbeeld in spierweefsel). Stroom wordt slecht geleid door vet (bijvoorbeeld in vetweefsel). De weerstand (impedantie) die een stroom ondervindt, is afhankelijk van de samenstelling van het lichaam: de locatie en omvang van *vetvrije massa* en *vetmassa*. Bio-impedantie meet dus weerstand van het lichaam tegen elektrische stroom. De omrekening van impedantie naar lichaamsvet gebeurt door voorspellingsformules in het meetinstrument.

BIA meet dus indirect de *vetmassa* en *vetvrije massa* (10). Uit de literatuur blijkt dat ieder BIA-meetinstrument zijn eigen, verschillende voorspellingsformule heeft om een berekening te maken van de lichaamssamenstelling (11). Deze formules zijn gebaseerd op leeftijd, etniciteit, en geslacht (12).

BIA-meetinstrumenten zijn sinds halverwege de jaren tachtig op de commerciële markt en zijn een aantrekkelijk alternatief geworden voor de moeilijker hanteerbare meetinstrumenten, zoals *onderwaterweging* (12). De impedantie meetinstrumenten verschillen in de wijze waarop elektrische stroom wordt toegediend: elektrische stroom via hand-tot-voet, via voet-tot-voet of via hand-tot-hand. Daarnaast verschilt het meetinstrument in vermogen om weerstand bij verschillende frequenties te meten: single frequency analyzers (SFBIA, meet de weerstand bij één frequentie) of multifrequency analyzers (MFBIA, meet de weerstand bij meerdere frequenties). Voor het meten van *vetmassa* en *vetvrije massa*, volstaan een SFBIA en een MFBIA. De MFBIA onderscheidt zich van de SFBIA door gedetailleerder de samenstelling van het lichaam te kunnen meten (13). Zo kan de MFBIA binnen de *vetvrije massa* het onderscheid maken tussen intra- en extracellulair water. Voor dit onderzoek is dit detailniveau niet van toepassing. Ten slotte kan er verschil zitten in het type elektrode: gel-elektroden of contactdruk-elektroden en kan er een verschil zitten tussen een staande of liggende BIA-meting (10). Omdat dit onderzoek niet tot doel heeft de verschillen tussen BIA-meetinstrumenten te onderzoeken, wordt hier niet verder op ingegaan.

2.1.2 mBCA

De seca medical Body Composition Analyzer 515 (mBCA) is een staande, MFBIA en bevat acht elektroden (afbeelding 1). De mBCA bevat een weegschaal met een leunsysteem waar de handen op kunnen worden gelegd. Tevens bevat het een draaibaar display met touchscreen, twee usb-sticks (seca 360°Wireless US B adapter 456 en seca USB memory stick) en software (seca analytics mBCA 115) voor de computer (14). Het meetinstrument bevat vier elektrodenparen die zijn bevestigd bij iedere hand en voet. Door de acht-elektrodenteknik is het mogelijk om de weerstand te meten van de linker en rechter arm, de romp, het linker- en rechterbeen en de linker- en rechterzijde van het menselijk lichaam. Weerstand wordt gemeten met een stroomsterkte van 100 μ A met 20 frequenties van 1-1000 kHz. Met een lagere frequentie kHz (<50 kHz) kan extracellulair vocht worden weerspiegeld. Stroom kan met een hogere frequentie kHz (>200 kHz) door de cellen heen en de gemeten weerstand weerspiegelt het intracellulair vocht en totale lichaamsvocht (12,15)

Afbeelding 1: seca mBCA 515



2.1.3 Meettechniek en fomules mBCA

De mBCA berekent de lichaamssamenstelling. Door middel van een voorspelde formule, opgesteld door seca in samenwerking met de universiteit van Kiel (Duitsland) en the New York Obesity Nutrition Research Center, kan onder andere de *vetmassa* en *vetvrije massa* gemeten worden voor de blanke, Afrikaanse, Centraal- en Zuid-Amerikaanse en Aziatische populatie (12).

Naast het meten van de *vetmassa* en *vetvrije massa* meet de mBCA het totale lichaamsvocht, het intra- en extracellulaire vocht en spiermassa van het skelet met voorspelde formules. De voorspelde formules worden niet vrijgegeven door seca. Wat wel bekend is, is dat de formules voor het berekenen van de *vetmassa* en *vetvrije massa* vergeleken zijn met de formule van het 4-compartimentenmodel. Het 4-compartimentenmodel omvat een combinatie van methoden voor het berekenen van individuele parameters: het lichaamsvolume (middels de BOD POD, gebruikmakend van de formule van Siri), totale lichaamsvocht (middels D_2O), en gehalte aan botmineraal (middels DEXA):

$$FM \text{ (kg)} = 2.7474 \times \text{body volume (L)} - 0.7145 \times \text{TBW (L)} + 1.4599 \times \text{BMC (kg)} - 2.0503 \times \text{weight (kg)}$$

FM =	<i>vetmassa</i> in kg
Body volume =	lichaamsvolume in liters
TBW =	totale lichaamsvocht in liters
BMC =	gehalte botmineraal in kg
Weight =	lichaamsgewicht in kg

Extracellulair vocht wordt berekend middels verdunningstechniek natriumbromide, *NaBr* (het vierde compartiment). De *vetvrije massa* wordt berekend als het verschil tussen het lichaamsgewicht (kg) en de *vetmassa* (kg) (12).

2.1.4 Doelgroepen mBCA

De mBCA is geschikt voor mannen en vrouwen in de leeftijd van 18-65 jaar (12). De leeftijdsgroepen die daarbuiten vallen, kunnen ook gebruik maken van de mBCA, maar de meetresultaten zijn nog niet gevalideerd. Er is geen onderzoek bekend naar deze leeftijdsgroepen. Mannen en vrouwen met een lengte vanaf 1.45 meter kunnen gemeten worden. Het lichaamsgewicht mag maximaal 300 kg zijn (14).

Een MFBIA, zoals de mBCA, is geschikt voor het meten van mensen die functioneel gebruik kunnen maken van het meetinstrument. Dat wil zeggen dat zij gebruik kunnen maken van de elektroden, beschikken over beide handen en voeten en niet beschikken over elektronische implantaten (pacemaker). Daarnaast mogen ook mensen met een kunsthart of –long, draagbaar elektronisch apparaat of actieve prothesen niet gemeten worden met de mBCA (12). De mBCA kan van waarde zijn in de medische wereld. Dit komt omdat de mBCA, naast het berekenen van de *vetmassa* en *vetvrije massa*, ook de vochtbalans kan meten van een persoon. Dat maakt dat de mBCA geschikt is voor verschillende populatiegroepen, waaronder sporters en nierpatiënten (12). Het teveel of tekort aan vocht in het lichaam kan door een meting met de mBCA aangetoond worden. Veranderingen in *vetmassa* kunnen gemonitord worden door de bijgeleverde computersoftware van de mBCA, waardoor het meetinstrument geschikt is voor patiënten met onder- en overgewicht en sporters. De leverancier van de mBCA schrijft in de handleiding dat de meting met kleding aan verricht kan worden. Hierdoor is dit meetinstrument snel en toegankelijk voor een brede doelgroep (16).

2.2 ADP

De meettechniek Air Displacement Plethysmography (ADP) verwijst naar het indirect meten van het lichaamsvolume van een deelnemer: het meten van volume door lucht die zich verplaatst (Air Displacement) in een gesloten cabine (een Plethysmograph). Het lichaamsvolume wordt als volgt gemeten: wanneer een deelnemer in de cabine zit, verplaatst deze een volume die gelijk staat aan zijn/haar lichaamsvolume. Het lichaamsvolume wordt vervolgens indirect berekend: volume van lucht in een lege cabine minus lucht in de cabine die achterblijft wanneer de deelnemer in de cabine zit (17):

$$\text{Lichaamsvolume} = V_b = \text{Cabine volume}_{\text{leeg}} - \text{Cabine volume}_{\text{deelnemer}}$$

Op basis van het lichaamsvolume kunnen de lichaamsdichtheid en lichaamssamenstelling berekend worden (18).

2.2.1 BOD POD

De BOD POD (afbeelding 2), die sinds de jaren '90 bestaat, is gebaseerd op de meettechniek ADP (19). De naam BOD POD is een samenvoeging van de woorden body (lichaam) en pod (peul). De BOD POD is een cabine in de vorm van een peul waar een deelnemer in kan zitten. De cabine bestaat uit twee ruimtes: een test- en referentieruimte, ofwel een voor- en achterkamer (19). De deelnemer wordt gemeten in de testruimte, de instrumentatie bevindt zich in de referentieruimte (17). Het volume binnen de cabine is 450 liter (in de testruimte) en 300 liter (in de referentieruimte) (8). Naast de cabine bevat de BOD POD ook een elektronische weegschaal, een kalibratie-cilinder, kalibratiegewichten en software voor de computer (8).

Afbeelding 2: BOD POD



2.2.2 Meettechniek en formules BOD POD

De BOD POD meet het lichaamsvolume. Wanneer het lichaamsvolume en de lichaamsmassa (M , via de elektronische weegschaal geleverd bij de BOD POD) gemeten zijn, wordt de lichaamsdichtheid berekend (8):

$$\text{Lichaamsdichtheid} = D_b = M / V_{b_{\text{corr}}}$$

Wanneer de lichaamsdichtheid berekend is, worden de *vetmassa* en *vetvrije massa* in percentages vastgesteld aan de hand van een formule. Siri heeft de volgende formule opgesteld (19):

$$\text{Percentage lichaamsvet} = 495/D_b - 450$$

2.2.3 Doelgroepen BOD POD

De BOD POD is geschikt voor mannen en vrouwen in de leeftijd van 5-90 jaar en is geschikt om de volgende populaties te meten: obesen, ouderen, kinderen, invaliden en hartpatiënten

(8,19). Tevens zijn er metingen met de BOD POD verricht voor onderzoeken met de populaties: (18)

- Nierziekten, BIA versus BOD POD;
- Borstkanker-patiënten, de BOD POD is onderdeel van het onderzoek naar gewichtstoename bij borstkanker;
- COPD-patiënten, BOD POD versus MFBIA (BodyStat MultiScan 5000).

Meerdere onderzoeken trekken positieve conclusies over het gebruik van de BOD POD over de (sportende) onderzoekspopulatie (5,9,20,21). De BOD POD is geschikt voor mensen die een lichaamsmassa hebben tussen de 40- 250 kg. Mannen en vrouwen tot ongeveer twee meter lang, kunnen gemeten worden met de BOD POD (15). Meer onderzoek is nodig om de nauwkeurigheid van de BOD POD na te gaan bij een extreme lichaamssomvang (18).

3. Methode

3.1 Literatuuronderzoek

Het literatuuronderzoek behandelde publicaties over de *betrouwbaarheid* en *validiteit* van de MFBIa en de BOD POD. Voor dit onderzoek zijn de volgende databases gebruikt: PubMed, Cochrane en SportDiscus. Er werd gezocht op de volgende Nederlandse en (de naar het Engels vertaalde) zoektermen: *seca mBCA*, *multifrequente BIA*, *BOD POD*, *Air-Displacement Plethysmography*, *betrouwbaarheid*, *validiteit*, *sporters*, *vetmassa*, *vetvrije massa* en *lichaamssamenstelling*. Gezien het beperkte aantal bronnen, werd gezocht naar bronnen vanaf 1990 (introduktie BOD POD). De voorkeur ging uit naar de meest recente bronnen, met het hoogste niveau van evidence met sterke voorkeur voor niveau A en B (22). Publicaties van de fabrikant van de mBCA en de BOD POD werden met grote zorgvuldigheid en kritische blik gebruikt om bias te voorkomen. Deze zijn in de literatuurlijst aangeduid met een ster.

In ieder onderzoek werd specifiek gekeken of het meetinstrument (mBCA of BOD POD) centraal stond of als referentiemethode werd gebruikt. Bij het zoeken naar literatuur over beide meetinstrumenten werd de sneeuwbalmethode gebruikt.

3.2 Praktijkonderzoek

Het praktijkonderzoek gaf antwoord op de vraag of de mBCA, in vergelijking met de BOD POD, een betrouwbaar en valide meetinstrument is bij de onderzoekspopulatie sporters. Het praktijkonderzoek was kwantitatief en vond plaats op De Haagse Hogeschool. 200 eerstejaars HALO-studenten (opleiding tot docent lichamelijke opvoeding) van De Haagse Hogeschool (HHS), gestart per 2 september 2013, werden klassikaal benaderd door de onderzoeker en drie derdejaars studenten Voeding en Diëtetiek (student(en) V&D) van De HHS. De drie studenten V&D voerden de metingen uit. Er werd gestreefd naar een steekproefgrootte van 50 deelnemers (23,24).

3.2.1 Werving

De HALO-studenten hebben in oktober 2013 een aankondiging (bijlage II) kunnen lezen op de Portal van De HHS. In dezelfde week zijn de onderzoeker en de drie studenten V&D naar de faculteit HALO van De HHS gegaan om deelnemers te werven. De HALO-studenten kregen een uitgebreid *Nutritional Assessment (NA)* aangeboden door de opleiding Voeding en Diëtetiek, waar de metingen met de mBCA en de BOD POD onderdeel van uit maakten. Door te benadrukken dat deelname nuttige inzichten in de eigen lichaamssamenstelling gaf, werd het voor de HALO-studenten interessant om deel te nemen. Ook zouden ze vrijstelling krijgen voor een latere module. Men kon zich direct inschrijven. Deelnemers kregen na inschrijving een bevestigingsmail (bijlage II) met uitleg en instructies voor het NA. Eén dag vóór het NA ontving de deelnemer een persoonlijke herinnerings-sms (met datum en tijdstip van het NA). Twee herinneringsberichten zijn op de Portal geplaatst om extra deelnemers te werven.

3.2.2 Het onderzoek

De metingen vonden plaats in de tweede en derde week van oktober 2013 en op werkdagen, tussen 9.00 uur en 15.00 uur. De locaties waar de metingen plaatsvonden waren op De HHS, locatie H/Health Point en het hoofdgebouw. Op de dag van de eerste metingen was de onderzoeker aanwezig om de studenten V&D extra te begeleiden.

Iedere deelnemer bezocht eerst Health Point waar de mBCA stond. De meting werd begeleid door één student V&D. Vervolgens ging de deelnemer naar het hoofdgebouw voor de meting met de BOD POD. Deze meting werd ook begeleid door één student V&D. De metingen werden roulerend verricht door de drie studenten V&D. Zij werden voor het NA getraind door de senior instructeur praktijkonderwijs van De HHS en werden geïnstrueerd over het meten met de mBCA. De instructie voor het meten met de BOD POD werd verzorgd door een vertegenwoordiger van de leverancier (TulipMed).

Voor beide metingen gold de volgende instructie: geen sieraden en bril dragen. De deelnemers kregen in de bevestigingsmail de instructie om twee uur vóór het NA niets te eten en te drinken. Voor metingen met de mBCA en de BOD POD zijn specifieke exclusiecriteria van toepassing (bijlage III). Bij de meting door het meetinstrument werden de toepasbare exclusiecriteria gecontroleerd per deelnemer. Geen van de deelnemers werd uitgesloten op basis van deze criteria.

Om de *betrouwbaarheid* van de mBCA te bepalen zijn er twee metingen afgenomen per deelnemer. De metingen vonden direct achter elkaar en binnen twee minuten plaats. Voor de meting met de mBCA zijn verder geen strikte kledingvoorschriften gehanteerd, zoals door de fabrikant in de handleiding is beschreven(16). De deelnemer stond op blote voeten en droeg een lange broek met topje en/of T-shirt.

Er werd met de BOD POD één meting gedaan per deelnemer. Voor de meting met de BOD POD moest de deelnemer voldoen aan de voorwaarden die de leverancier van de BOD POD in de handleiding heeft beschreven (tabel 1):

Tabel 1: kledingvoorschrift BOD POD-meting (25)

Mannen	Vrouwen
Een strak zittende, korte zwembroek of andere Lycra/Spandex badkleding met badmuts of;	Een strak passend badpak of andere Lycra/Spandex badkleding met badmuts of;
Een enkele laags, strakke wielrenbroek zonder zeemvoering met badmuts.	Een enkele laags, strakke wielrenbroek zonder zeemvoering met een enkele laags sportbeha zonder beugels met badmuts.

De deelnemers moesten vóór de start van de metingen op een registratieformulier (bijlage IV) de persoonlijke en demografische gegevens invullen. Met het invullen gaf de deelnemer toestemming om de resultaten van het NA te gebruiken voor onderzoeksdoeleinden. Dit werd tevens mondeling gevraagd door de drie studenten V&D voordat de metingen plaatsvonden. Op het registratieformulier kon de deelnemer tevens aangeven of hij/zij nuchter was. De drie studenten V&D vulden het formulier handmatig aan na de metingen met beide meetinstrumenten. De persoon die een deel van het formulier invulde, noteerde haar naam bij het betreffende deel om later eventuele persoonlijke meetfouten te kunnen herkennen. Op het registratieformulier werden de volledige meetresultaten van de mBCA en de BOD POD genoteerd. Voor dit onderzoek werden alleen de relevante data gebruikt, zoals geslacht, geboortedatum, lengte, gewicht, absolute *vetmassa* en absolute *vetvrije massa*. Tussen de metingen met beide meetinstrumenten nam de deelnemer zelf het registratieformulier mee naar de tweede locatie.

3.2.3 Antropometrie

Lengte

De lengte van de deelnemer werd gemeten met de seca 213. De deelnemer werd gemeten zonder schoenen en sokken, stond rechtop, met de hakken tegen het plaatje en keek recht vooruit. De lengte werd gemeten in centimeters en afgerond op één decimaal.

Gewicht

Het lichaamsgewicht werd met de mBCA en de BOD POD gemeten. De deelnemer werd gewogen op de geïntegreerde weegschaal van de mBCA aan het begin van de meetprocedure. De deelnemer droeg geen schoenen of sokken. Nadat de deelnemer stil stond, werd het gewicht vastgesteld. Bij de tweede meting werd deze procedure herhaald. Bij de BOD POD werd de deelnemer gewogen op de elektronische, gekalibreerde weegschaal, geleverd bij het meetinstrument. De deelnemer voldeed aan het kledingvoorschrift, zoals omschreven in tabel 1. Nadat de deelnemer stil stond, werd het gewicht vastgesteld.

3.2.4 Het meten van de lichaamssamenstelling

mBCA

De deelnemer werd gevraagd op de mBCA te komen staan. Schoenen en sokken waren uit, er waren geen verdere kledingvoorschriften. De voeten werden bovenop de elektroden geplaatst, zodat de hiel de kleine achterste elektrode en de voorvoet de grotere voorste elektrode aanraakt. De deelnemer moest stil staan. De deelnemer werd eerst gewogen op de geïntegreerde weegschaal van de mBCA om de lichaamsmassa te meten. De lichaamsmassa werd opgeslagen in het systeem. Daarna werd de lengte (afgerond op een heel getal) ingevoerd in het systeem.

De linker- en rechterzijde van het leunsysteem bevat zes elektroden. Twee elektroden per zijde werden gebruikt, afhankelijk van de lengte van de deelnemer. Volgens de fabrikant van de mBCA moet de hoek tussen de armen en het lichaam 30° zijn (12). Om de juiste keuze te maken welke elektroden de deelnemer pakte, moest de deelnemer rechtop staan met uitgestrekte armen. De handen raakten de elektroden zo, dat de scheiding tussen de twee elektroden gepositioneerd was tussen de middel- en ringvinger. De meting startte automatisch wanneer de deelnemer alle elektrodencontactpunten juist aanraakte. De deelnemer pakte hetzelfde elektrodenpaar links en rechts op gelijke hoogte vast. De totale metingsduur met de mBCA bedroeg ongeveer 75 seconden (12).

BOD POD

De procedure voor de meting met de BOD POD is beschreven in bijlage V. Vtg werd voorspeld ($Vtg_{\text{voorspeld}}$) omdat een groot aantal deelnemers binnen een beperkte tijd gemeten werden. De totale metingsduur met de BOD POD bedroeg ongeveer vier minuten.

3.3. Statistische analyse

De drie studenten V&D hebben alle metingen (op de tweede meting van de mBCA na) ingevoerd in het statistisch verwerkingsprogramma SPSS (versie 19) voor data-analyse. De onderzoeker heeft de ingevoerde metingen gecontroleerd (vergelijking registratieformulier met SPSS) op correcte invoer en heeft de tweede meting ingevoerd van de mBCA. Indien de eerste invoer onjuist was, werd deze gecorrigeerd. Dit was bij acht waarnemingen het geval. De twee metingen met de mBCA werden gemiddeld, zodat deze nieuwe variabelen gebruikt konden worden om de *validiteit* van de mBCA te meten. De nieuwe variabelen zijn vergeleken met de meetresultaten van de BOD POD. Volgens De Vet et al. (24) wordt de *betrouwbaarheid*, statistisch gezien, hoger wanneer twee metingen worden gemiddeld.

Gestart werd met dataverkenning, waarbij eerst gecontroleerd werd op missing values. Er waren geen missing values. Vervolgens werd gezocht naar extreme waarnemingen die bij voorkeur niet verwijderd werden. Van de onderzoekvariabelen is een boxplot-grafiek gemaakt, waarbij drie waarnemingen als extreem aangegeven werden. Twee waarnemingen bevonden zich in de variabele leeftijd (24 en 28 jaar). Deze variabele was niet essentieel voor het onderzoek, slechts beschrijvend, daarom werden deze waarnemingen meegenomen in het onderzoek. Eén deelnemer was een extreme waarneming op alle lichaamsgewichtmetingen (BOD POD, mBCA, mBCA2 en mBCA-gemiddeld): 94,3 kg, gemeten met de mBCA. Hoewel deze variabele geen deel uit maakt van het onderzoek, is de variabele wel degelijk betrokken bij het berekenen van de *vetmassa* en de *vetvrije massa* door de mBCA en de BOD POD. Deze meting werd wel meegenomen in het onderzoek, omdat de BMI van deze deelnemer niet afweek van andere waarnemingen en leek daardoor het onderzoek niet te verstoren. De argumentatie wordt ondersteund door Hair et al. (26) en De Vet et al. (24), waarbij de laatste aangeeft dat extreme waarnemingen ook in de praktijk kunnen voorkomen (meetfout of abnormale deelnemer).

3.3.1 Dataverkenning: normaliteit van de variabelen

De normaliteit werd bepaald door meerdere methoden met elkaar te vergelijken (26): met het bekijken van het histogram, het meten van de scheefheid en welving en tot slot via de

Kolmogorov-Smirnov-toets. Alle ratio-variabelen werden weergegeven in een histogram, waarin een lijn met de normaalverdeling (Gauss kromme) werd getoond. Bij het beoordelen van de variabelen leken twee variabelen af te wijken van de normaalverdeling: leeftijd en vetvrije lichaamsgewicht in kg gemeten door de BOD POD. De scheefheid werd gemeten van dezelfde variabelen. Dit werd getoetst door de scheefheid te delen door de standaardafwijking. Valt dit getal binnen de -1,96 en 1,96, dan is met 95% *betrouwbaarheid* te stellen dat er geen afwijking is van de normale verdeling (26). De welving werd gemeten van dezelfde variabelen. Dit werd getoetst door de welving te delen door de standaardafwijking. Valt dit getal binnen de -1,96 en 1,96, dan is met 95% *betrouwbaarheid* te stellen dat er geen afwijking is van de normale verdeling (26). Tot slot werd de Kolmogorov-Smirnov toets gebruikt bij het beoordelen van normaliteit. Indien de significantie $<0,05$, dan wijkt de variabele af van de normaalverdeling (26).

3.3.2 Betrouwbaarheid

De *betrouwbaarheid* werd gemeten door de variabelen vet in kg en vetvrije lichaamsgewicht in kg te vergelijken gemeten met de mBCA meting 1 (mBCA1) en de mBCA meting 2 (mBCA2). Om te bepalen of de metingen betrouwbaar waren, zijn drie toetsen uitgevoerd. Allereerst is de paired t-test uitgevoerd om vast te stellen of er een significant verschil zat tussen de twee metingen ($P < 0,05$). Om de paired t-test te mogen uitvoeren moesten de variabelen normaal verdeeld zijn. Vervolgens is de *Pearson R^2* berekend om vast te stellen of beide metingen correleerden. Om *Pearson R^2* te mogen berekenen moest worden voldaan aan de volgende voorwaarden: lineair verband, variabelen normaal verdeeld (bijlage VI) en controle op outliers (hoofdstuk 3.3) (25). Het lineair verband tussen de variabelen is gecontroleerd door twee scatterplots te maken. Hierin werd het lineair verband zeer duidelijk. Als laatste, en meest belangrijke (24), is de Intraclass Correlation Coefficient (*ICC*) bepaald. Gekozen is voor de methode two-way-random, omdat hier de correlatie bepaald wordt tussen twee metingen over dezelfde deelnemers. Er is gekozen voor *ICC_{agreement}* omdat deze methode niet alleen de afstand bepaald, maar ook de juistheid tussen de twee metingen. Omdat twee enkele metingen werden vergeleken, werd de Single Measures-waarde gebruikt.

3.3.3 Validiteit

De metingen met de mBCA zijn twee keer uitgevoerd en het gemiddelde werd genomen om de *validiteit* te meten ten opzichte van de BOD POD. Met de BOD POD is één keer gemeten. De *validiteit* werd gemeten door de variabelen vet in kg en vetvrije lichaamsgewicht in kg te vergelijken, gemeten met de BOD POD en het gemiddelde van beide metingen met de mBCA (mBCA_{gem}). Om te bepalen of de metingen valide waren, zijn vier toetsen uitgevoerd. Allereerst is de paired t-test uitgevoerd om vast te stellen of er een significant verschil was tussen de meting met de mBCA en de BOD POD ($P < 0,05$). Vervolgens werd de *Pearson R^2* berekend om vast te stellen of de meting voor beide meetinstrumenten correleerden. Aan de onder hoofdstuk 3.3.2 genoemde voorwaarden voor deze toets is voldaan. Daarna is de *Bland Altman limits of agreement* uitgevoerd door een scatterplot te maken. Als laatste werd de Intraclass Correlation Coëfficiënt (*ICC*) bepaald. Gekozen is voor de methode two-way-random, omdat hier de correlatie bepaald wordt tussen twee metingen over dezelfde deelnemers. Er is gekozen voor *ICC_{agreement}* omdat deze methode niet alleen de afstand bepaald, maar ook de juistheid tussen de twee metingen. De *ICC* maakt in de resultaten onderscheid tussen enkele metingen en gemiddelde metingen, waarbij de gemiddelde metingen hogere correlaties hebben. Omdat, in dit geval, één variabele één meting heeft en één variabele een gemiddelde van twee metingen heeft, wordt gekozen voor de laagste uitkomst: Single Measures. De *Bland Altman* en de *ICC*-uitkomsten zijn de belangrijkste toetsen (23) in de bepaling of de mBCA valide is.

4. Resultaten

4.1 Literatuuronderzoek

Voor dit onderzoek zijn in totaal 34 verschillende bronnen gebruikt, variërend van wetenschappelijke artikelen tot websites. Het niveau van de evidence varieert van A1 tot E (bijlage VII), gebaseerd op Former-Boon en van Duinen (2008) (22). Voor het literatuuronderzoek van de mBCA zijn 9 unieke wetenschappelijke artikelen gebruikt (niveau A1-D), voor het literatuuronderzoek van de BOD POD zijn 13 unieke wetenschappelijke artikelen gebruikt (niveau A1-D). Daarnaast zijn er twee artikelen bij beide onderzoeken gebruikt. De overige tien bronnen (niveau E) komen op diverse plekken in dit onderzoek naar voren.

4.1.1 Betrouwbaarheid MFBIA en sporters

Onderzoek over de *betrouwbaarheid* van de mBCA met de populatie sporters is niet gevonden. Zelfs onderzoeken met andere populaties zijn niet beschikbaar. Breder onderzoek naar *betrouwbaarheid* van MFBIA-meetinstrumenten is ook niet gevonden.

4.1.2 Validiteit MFBIA en sporters

Eén onderzoek over de *validiteit* van MFBIA met de populatie jeugdige sporters is gevonden. Utter en Lambeth (2010) concluderen dat de MFBIA (InBody 520) dezelfde uitkomsten geeft als de meetmethode van *onderwaterweging* ($R^2 = 0,96$, $P < 0,001$). Tevens concluderen ze dat de MFBIA een aantrekkelijk en eenvoudig te gebruiken meetinstrument is voor in de praktijk. Dit onderzoek is gedaan onder 72 Amerikaanse, mannelijke, middelbare scholieren in de leeftijd van 12-18 jaar die de sport worstelen beoefenen (27). Onderzoek over de *validiteit* van de mBCA met de populatie volwassen sporters is niet gevonden.

Breder onderzoek naar de *validiteit* van MFBIA-meetinstrumenten leidt naar drie onderzoeken. In zeer recent onderzoek door Bosy-Westphal et al. (2013) wordt de seca mBCA 515/514 als valide meetinstrument gezien bij het meten van 130 gezonde, multi-etnische volwassenen in de leeftijd van 18-65 jaar (12). De mBCA werd tijdens dit onderzoek vergeleken met de referentiemethoden BOD POD, D₂O en DEXA. Opgemerkt werd wel dat dehydratie van de te meten persoon invloed kan hebben op de meetresultaten. Hierbij moet vermeld worden dat drie onderzoekers (financiële) relaties hebben met de fabrikant van de mBCA. Anderson et al. (2012) concluderen dat de twee gebruikte meetinstrumenten, InBody 520 en InBody 720 vergeleken met DEXA, valide meetinstrumenten zijn voor onder andere *vetmassa* voor zowel mannen als vrouwen (InBody 520 $R^2 = 0,92$, InBody 720 $R^2 = 0,90$). Dit onderzoek bestond uit 25 volwassen mannen en 25 volwassen vrouwen, in de leeftijd van 18-49 jaar, waarvan de etniciteit onbekend is en variërend van slank tot obees (28). Alle deelnemers aan dit onderzoek slikken geen bloeddrukverlagende medicatie en hebben geen oedeem. Sun et al. (2005) concluderen dat de MFBIA, QuadScan 4000 vergeleken met DEXA, een valide meetinstrument is voor het meten van het percentage lichaamsvet indien de onderzochte persoon een normale *vetmassa* heeft ($R^2 = 0,88$). Indien dit niet het geval is, overschat (slanke personen) of onderschat (obesen) de MFBIA het percentage lichaamsvet. Dit onderzoek is gedaan onder 591 gezonde, Canadese volwassen mannen en vrouwen in de leeftijd van 19-60 jaar (29).

4.1.3 Betrouwbaarheid BOD POD en sporters

Het onderzoek van Ballard et al. (2004) concludeert dat de BOD POD een betrouwbaar meetinstrument is, in vergelijking met DEXA, voor het meten van de *vetmassa* en *vetvrije massa*. De *betrouwbaarheid* is gemeten onder 10 vrouwelijke sporters ($R^2 = 0,96$, $P < 0,001$) en 12 vrouwelijke niet-sporters ($R^2 = 0,97$, $P < 0,001$) in de leeftijd van 18-21 jaar (9). Andere onderzoeken over de *betrouwbaarheid* van de BOD POD met de populatie sporters zijn niet gevonden. Het onderzoek van McCrory et al. (1995) concludeert dat er geen significant verschil ($P < 0,05$) is tussen de eerste en tweede meting van de *vetmassa* met de BOD POD. De *betrouwbaarheid* van de BOD POD wordt als excellent beschreven. De

onderzoekspopulatie bestond uit 16 gezonde volwassenen met een verschil in etniciteit, leeftijd (20-56 jaar) en lichaamsgewicht (17).

4.1.4 Validiteit BOD POD en sporters

Ondanks de, in hoofdstuk 1, eerder genoemde voordelen van het meten van de lichaamssamenstelling bij sporters met de BOD POD, is er nog weinig data te vinden die vaststelt dat de BOD POD een valide meetinstrument is bij de populatie sporters (18). In 2003 en 2005 is er onderzoek gedaan naar de *vetmassa* van respectievelijk 66 en 25 mannelijke worstelaars (leeftijd 18-22 jaar), gemeten met de BOD POD in vergelijking met *onderwaterweging*. De onderzoekers rapporteerden geen significant verschil tussen de BOD POD en *onderwaterweging* (~1% vet-eenheid verschil) (20,21). De studie van Ballard et al. (2004) suggereert dat de BOD POD, in vergelijking met *DEXA*, een valide meetinstrument is om de *vetmassa* en *vetvrije massa* te meten bij 47 vrouwelijke sporters (leeftijd 18-21 jaar) op hoog niveau (*Vetvrije massa* $R^2 = 0,94$) (9). Bentzur et al. (2008) vergelijkt de BOD POD met de *onderwaterweging*, *DEXA* en de 4-punts huidplooiemeting onder 30 volwassen, vrouwelijke sporters op hoog niveau in de leeftijd van 18-24 jaar. De onderzoekers trekken geen duidelijke conclusie over de *validiteit*, omdat de onderzoeksresultaten geen eenduidig beeld geven (5).

Er zijn echter ook onderzoeken die de uitkomsten van het meten met de BOD POD in twijfel trekken. Bij 69 mannelijke football-spelers (leeftijd 18-20 jaar) ondervond men dat de BOD POD een onderschatting maakt van de berekende *vetmassa* (2,0%), in vergelijking met *onderwaterweging* ($R^2 = 0,88$) (6). Bij 80 vrouwelijke sporters (leeftijd 18-22 jaar), die aan diverse sporten doen, overschat de BOD POD het percentage vet met 8% in vergelijking met *onderwaterweging* (~2% vet-eenheid verschil) (30).

Verdere onderzoeken naar *validiteit* van de BOD POD bij de populatie sporters zijn niet gevonden. Onderzoeken naar *validiteit* van de BOD POD met andere populaties zijn er wel, zoals gezonde volwassenen. Bij 68 gezonde volwassenen (26 vrouwen en 42 mannen) tussen de 20-56 jaar en met verschil in etniciteit en lichaamsgewicht is in 1995 onderzocht dat de BOD POD, in vergelijking met *onderwaterweging*, een valide meetinstrument is voor het berekenen van de *vetmassa* in vergelijking met *onderwaterweging* ($R^2 = 0,93$) (17). Biaggi et al. (1999) onderschrijft dezelfde conclusie ($R^2 = 0,89$, $P < 0,001$). Deze resultaten waren minder overtuigend, wat volgens de onderzoekers te verklaren is door een kleinere onderzoekspopulatie van 47 gezonde mannen en vrouwen in de leeftijd van 19-48 jaar (7). Levenhagen et al. (1999) twijfelen aan de *validiteit* van de BOD POD. De BOD POD werd vergeleken met de *onderwaterweging*, SFBIA Biodynamics model 310 en *DEXA* ($R > 0,90$, $P < 0,0001$). 20 gezonde mannen en vrouwen in de leeftijd van 19-47 jaar werden onderzocht. De afwijking gelinkt aan geslacht en *vetmassa* beïnvloeden de *validiteit* en dit heeft meer onderzoek nodig. (31).

4.2 Praktijkonderzoek

4.2.1 Kenmerken van de deelnemers

Na het inschrijfproces waren er 46 aanmeldingen. Ondanks de herinnerings-sms-berichten één dag voor de meting, bestond de onderzoekspopulatie uiteindelijk uit 35 deelnemers. Zeven studenten zijn zonder berichtgeving niet verschenen. Hierbij gaf één student aan zichzelf niet te hebben opgegeven. Drie andere studenten gaven aan dat de meting niet paste binnen het lesrooster.

De definitieve groep deelnemers bestaat uit 25 mannen en 10 vrouwen. Gezamenlijk hebben zij een gemiddelde leeftijd van 19,6 jaar ($SD=2,2$). De gemiddelde lengte is 180,2 cm ($SD=10,7$), waarbij de mannen gemiddeld 184,6 cm ($SD=7,7$) zijn en de vrouwen 169,3 cm ($SD=9,5$). Het gewicht, *vetmassa* in kg en *vetvrije massa* in kg zijn berekend met de BOD POD, omdat het meetinstrument in dit onderzoek wordt beschouwd als de Gouden Standaard. Het gemiddelde gewicht is 72,6 kg ($SD=8,6$).

De gemiddelde *vetmassa* is 10,2 kg (SD=5,1) en de gemiddelde *vetvrije massa* is 62,4 kg (SD=10,5). In tabel 2 staat een schematisch overzicht weergegeven.

Tabel 2: Kenmerken deelnemers

	Totaal		Man		Vrouw	
Aantal metingen	35		25		10	
	Gemiddelde	Standaard-deviatie (SD)	Gemiddelde	Standaard-deviatie (SD)	Gemiddelde	Standaard-deviatie (SD)
Leeftijd in jaren	19,6	2,2	19,9	2,3	18,9	1,9
Lengte in cm	180,2	10,7	184,6	7,7	169,3	9,5
Gewicht in kg BOD POD	72,6	8,6	75,2	8,1	66,1	5,9
Vet in kg BOD POD	10,2	5,1	7,8	3,7	16,0	3,1
Vetvrije in kg BOD POD	62,4	10,5	67,4	7,6	50,1	5,2

De meetvariabelen *vetmassa* in kg en *vetvrije massa* in kg staan in tabel 3 beschreven per meting en per meetinstrument. Deze worden gebruikt voor het bepalen van de *betrouwbaarheid* en *validiteit* van de mBCA.

Tabel 3: Meetvariabelen

	Gewicht in kg		Vetmassa in kg		Vetvrije massa in kg	
	Gemiddelde	Standaard-deviatie (SD)	Gemiddelde	Standaard-deviatie (SD)	Gemiddelde	Standaard-deviatie (SD)
BOD POD	72,59	8,6	10,15	5,1	62,44	10,5
mBCA1	73,35	8,6	11,91	4,9	61,42	10,0
mBCA2	73,39	8,5	12,03	5,0	61,36	10,1
mBCAgem	73,37	8,6	11,97	4,9	61,39	10,0

In alle vier gebruikte methoden om de normaliteit te bepalen, bleek de variabele leeftijd niet normaal verdeeld. De beoordeling van de histogrammen gaf ook *vetvrije lichaamsgewicht* in kg gemeten door de BOD POD als niet normaal verdeeld (bijlage VI). De belangrijkste variabelen (*gewicht*, *vetmassa* en *vetvrije massa*) toonden geen afwijking van de normaalverdeling. Hoewel uit het histogram bleek dat het *vetvrije lichaamsgewicht* in kg gemeten met de BOD POD niet normaal verdeeld was, gaven de andere toetsen het tegenovergestelde aan. Daarom werd verder gegaan met de stelling dat ook deze variabele normaal verdeeld is. Alleen leeftijd was in geen enkele toets normaal verdeeld.

4.2.2 Betrouwbaarheid mBCA

Paired t-test

De paired t-test (tabel 4) werd uitgevoerd met de H0-hypothese dat er geen verschil is in de metingen tussen de eerste en tweede meting met de mBCA. Het resultaat is dat voor de variabele *vet* in kg H0 verworpen moet worden ($P < 0,05$). Het verschil is $(12,03 - 11,91 =) 0,12$ kg (tabel 3). De significantie was 0,020 en dit leidt tot de conclusie dat er een verschil is in het meten van de *vetmassa* tussen de eerste en de tweede meting door de mBCA. Voor de variabele *vetvrije massa* moet H0 aangenomen worden, omdat de significantie groter is dan 0,05. Deze is 0,129 en leidt tot de conclusie dat er geen verschil is tussen de eerste en de tweede meting door de mBCA. Hier is het verschil $(61,36 - 61,42 =) -0,06$ kg (tabel 3).

Pearson R^2

Pearson R^2 (tabel 4) werd uitgevoerd met de H0-hypothese: er is geen verband tussen de eerste en tweede meting. Bij de meting van vet in kg is de correlatie 0,998 met een significantie $P < 0,001$, dat betekent dat H0 wordt verworpen. Er is wel een verband tussen de eerste en tweede meting.

Bij de meting van het vetvrije lichaamsgewicht in kg is de correlatie 1,000 met een significantie $P < 0,001$. Ook hier wordt H0 verworpen en is er wel een verband tussen de eerste en tweede meting.

Intraclass Correlatie Coëfficiënt (ICC)

De uitkomst van de two-way-random $ICC_{\text{agreement}}$ (tabel 4) is 0,998 bij de meting van de vetmassa in kg. De uitkomst van de two-way-random $ICC_{\text{agreement}}$ is 1,000 bij de meting van de vetvrije massa in kg. Dit betekent dat de mBCA extreem betrouwbare metingen uitvoert voor de vetmassa in kg en vetvrije massa in kg (32).

4.2.3 Validiteit mBCA

Paired t-test

De paired t-test (tabel 5) werd uitgevoerd met de H0-hypothese: er is geen verschil in de metingen door beide meetinstrumenten. Het resultaat is dat voor beide variabelen H0 verworpen moet worden ($P < 0,05$). Bij de vetmassa in kg was de significantie $< 0,001$ en bij de vetvrije massa in kg was de significantie 0,032. Dit leidt tot de conclusie dat er een verschil is in meting door de twee meetinstrumenten. Het verschil in gemeten gewicht is bij vetmassa in kg ($11,97 - 10,15 =$) 1,82 kg en bij vetvrije massa in kg ($61,39 - 62,44 =$) -1,05 kg (tabel 3).

Pearson R^2

Pearson R^2 (tabel 5) werd uitgevoerd met de H0-hypothese dat er geen verband is tussen de meting met de BOD POD en de meting met de mBCA. Bij de meting van vetmassa in kg is de correlatie 0,847 met een significantie $P < 0,001$, dit betekent dat H0 wordt verworpen. Bij de meting van de vetvrije massa in kg is de correlatie 0,964 met een significantie van $P < 0,001$. Ook hier wordt H0 verworpen. Dit leidt tot de conclusie dat er een zeer sterke correlatie is tussen meting van de mBCA en de BOD POD op deze twee variabelen.

Bland Altman

Het Bland Altman plot (tabel 5 en bijlage VIII) toont dat 33 van de 35 deelnemers binnen de 95% limits of agreement (gemiddelde verschil $\pm 2 \times SD$) vallen bij beide variabelen.

Intraclass Correlatie Coëfficiënt (ICC)

De uitkomst van de two-way-random $ICC_{\text{agreement}}$ (tabel 5) is 0,797 bij de meting van de vetmassa in kg tussen de mBCA en de BOD POD. De uitkomst van de two-way-random $ICC_{\text{agreement}}$ is 0,959 bij de meting van de vetvrije massa in kg tussen de mBCA en de BOD POD. Dit betekent dat de mBCA valide metingen uitvoert voor de vetmassa in kg en vetvrije massa in kg, waarbij de meting van de vetvrije massa in kg zeer valide is.

Tabel 4: Betrouwbaarheid

t-toets		Vetmassa in kg	Vetvrije massa in kg
	t	-2,446	1,556
	Sig(2-tailed)	0,020	0,129
Pearson R2	Pearson correlatie	0,998	1,000
	Sig(2-tailed)	<0,001	<0,001
ICC	ICC Single Measures	0,998	1,000

Tabel 5: Validiteit

t-toets		Vetmassa in kg	Vetvrije massa in kg
	t	3,864	-2,232
	Sig(2-tailed)	<0,001	0,032
Pearson R2	Pearson correlatie	0,847	0,964
	Sig(2-tailed)	<0,001	<0,001
Bland Altman	Waarnemingen buiten limits of agreement	2	2
ICC	ICC Single Measures	0,797	0,959

5. Conclusie

Voor een sporter is de lichaamssamenstelling belangrijk, wanneer deze zijn/haar prestatie wil verbeteren. Elke sport vereist namelijk een andere lichaamssamenstelling om optimaal te presteren. Om inzicht te krijgen in de lichaamssamenstelling, is een meting nodig waarvoor verschillende meetinstrumenten beschikbaar zijn. In 2013 is de mBCA in Nederland geïntroduceerd en hierover is nog weinig (onafhankelijk) onderzoek beschikbaar. Daarom wordt in dit onderzoek de *betrouwbaarheid* en *validiteit* van de mBCA bepaald door eerst de onderstaande deelvragen te beantwoorden. Tot slot wordt de hoofdvraag beantwoord:

In hoeverre is de seca mBCA 515® een betrouwbaar en valide meetinstrument in vergelijking met de BOD POD® voor het meten van de vetmassa en vetvrije massa bij sporters?

5.1 Conclusie deelvragen

In de literatuur is niets bekend over de *betrouwbaarheid* van MFBIA-meetinstrumenten met de onderzoekspopulatie sporters en zelfs met andere onderzoekspopulaties zijn geen resultaten gevonden. Er is één onderzoek gevonden die de *validiteit* van MFBIA-meetinstrumenten met de onderzoekspopulatie bevestigt (27). Onderzoek met andere populaties geven dezelfde conclusie (12,28,29). Door de bevestiging van de *validiteit* van MFBIA-meetinstrumenten bij de diverse populaties is de verwachting dat de mBCA ook een valide meetinstrument is.

De *betrouwbaarheid* van de BOD POD wordt bevestigd voor zowel de onderzoekspopulatie sporters (9) en de populatie gezonde volwassenen (17). Dit lijkt te onderschrijven dat de BOD POD terecht als Gouden Standaard wordt gebruikt.

De *validiteit* van de BOD POD bij de onderzoekspopulatie sporters wordt bevestigd (9,20,21) en in twijfel getrokken (6,30). Bij andere populaties komen dezelfde resultaten naar voren: wel valide (7,17), niet valide (31). Geconcludeerd kan worden dat er geen eenduidig antwoord is op de vraag of de BOD POD altijd valide is. Het onderzoek dat gedaan is met niet-sporters en concludeert dat de BOD POD niet valide is, is uitgevoerd met een zeer klein aantal deelnemers (31). De andere onderzoeken die de *validiteit* bevestigen, hebben een groter aantal deelnemers waardoor die resultaten robuuster zijn (7,17). Daarom wordt gewerkt met de conclusie dat de BOD POD valide is en gebruikt wordt als Gouden Standaard.

In het praktijkonderzoek wordt de *betrouwbaarheid* van de mBCA bepaald op twee gemeten variabelen: *vetmassa* in kg en *vetvrije massa* in kg. Bij de variabele *vetmassa* in kg geeft de t-toets het resultaat dat er een verschil is tussen de eerste en tweede meting. De correlatie tussen de eerste en tweede meting is zeer sterk (*Pearson R²* en *ICC*) en in het geval van *Pearson R²* ook significant. Bij de variabele *vetvrije massa* in kg geven alle drie de statistieken aan dat er geen verschil is (t-toets) en er een zeer sterke correlatie is (*Pearson R²* en *ICC*). De uitkomsten van de correlatietoetsen geven de indruk dat de mBCA een betrouwbaar meetinstrument is om de *vetmassa* en de *vetvrije massa* te meten.

Ook de *validiteit* van de mBCA wordt gemeten op dezelfde variabelen. De t-toets geeft aan dat er een verschil is tussen de meting van de mBCA en de BOD POD. Dit geldt voor *vetmassa* in kg en *vetvrije massa* in kg. De andere statistieken laten voor beide variabelen zien dat er een sterke correlatie is tussen de twee metingen, waarbij *Pearson R²* ook significant is. Ondanks dat de t-toets aangeeft dat er een verschil zit tussen de meting met de mBCA en de BOD POD, lijkt de mBCA een valide meetinstrument. De andere drie statistieken onderschrijven deze stelling. Bij deze stelling speelt mee dat *Bland Altman* en *ICC* nadrukkelijk worden aanbevolen door De Vet et al. (23) bij het bepalen van de validiteit.

5.2 Conclusie onderzoeksvraag

Het antwoord op deze onderzoeksvraag bestaat uit twee delen: *betrouwbaarheid* en *validiteit*.

Het lijkt vastgesteld dat de mBCA een betrouwbaar meetinstrument is voor het meten van *vetmassa* in kg en *vetvrije massa* in kg bij de onderzoekspopulatie sporters. Hiermee is een eerste resultaat beschikbaar over *betrouwbaarheid* van een MFBIA-meetinstrument. Eerder onderzoek is niet gevonden. Vermeld moet worden dat, voor het meten van de *vetmassa* in kg, de t-toets wel een significant verschil toont tussen de eerste en tweede meting. Aangezien de door De Vet et al. (24) aanbevolen *ICC* een zeer sterke correlatie laten zien en ook de *Pearson R²* zeer sterk is, lijkt de mBCA betrouwbaar voor de doelgroep sporters.

Ook lijkt het vastgesteld dat de mBCA een valide meetinstrument is voor het meten van *vetmassa* in kg en *vetvrije massa* in kg bij de onderzoekspopulatie sporters. Uit het praktijkonderzoek komt naar voren dat alleen de t-toets een significant verschil geeft tussen de meting met de mBCA en de meting met de BOD POD, op zowel *vetmassa* in kg en *vetvrije massa* in kg. De drie andere statistieken geven zeer sterke correlaties. Omdat de door De Vet et al. (23) aanbevolen *ICC* en *Bland Altman* zeer sterke correlaties laten zien, lijkt de mBCA valide voor de doelgroep sporters.

6. Discussie en aanbevelingen

6.1 Resultaten

De mBCA lijkt een betrouwbaar en valide meetinstrument voor het meten van de lichaamssamenstelling van sporters. Zowel dit onderzoek als de literatuur (27-29) laten zien dat een MFBIA-meetinstrument valide en betrouwbaar is, wat betekent dat het in de praktijk gebruikt kan worden. Eerder onderzoek naar de *validiteit* van MFBIA-meetinstrumenten bij de onderzoekspopulatie sporters geeft dezelfde conclusie (27). Zelfs wanneer onderzoeken met bredere onderzoekspopulaties zijn gedaan, wordt ook de conclusie getrokken dat de verschillende MFBIA-meetinstrumenten valide meten (28,29). In de literatuur is wel twijfel over de *validiteit* en daarmee toepasbaarheid van BIA-meetinstrumenten bij individuele evaluatie van de lichaamssamenstelling (10): bij individueel gebruik kunnen veranderingen in *vetmassa* mogelijk niet worden waargenomen. Dit onderzoeksrapport kan dit niet onderschrijven of ontkennen, omdat er geen vergelijking is gemaakt tussen twee langere periodes waarin een verschil in *vetmassa* kan ontstaan.

Een opvallende waarneming is dat de uitkomsten van alle statistieken een minder sterk resultaat hebben bij *vetmassa* ten opzichte van *vetvrije massa*. Dit geldt bij het betrouwbaarheids- en validiteitsonderzoek. Het validiteitsonderzoek laat bijvoorbeeld een lagere correlatie zien bij *vetmassa* dan bij *vetvrije massa* ($R^2 = 0,847$ ten opzichte van $R^2 = 0,964$). Bij het betrouwbaarheidsonderzoek geeft de t-toets alleen bij *vetvrije massa* aan dat er geen verschil is tussen de eerste en tweede meting (sig. 0,129). Er kan geen verklaring worden gegeven voor het verschil in resultaten tussen *vetmassa* en *vetvrije massa*. Mogelijk geven de door *seca* gebruikte formules hier meer inzicht in, maar deze worden niet vrijgegeven.

De voorspellingsformules, die gebruikt worden bij de MFBIA-meetinstrumenten, worden als bedreiging gezien voor de *validiteit* van het instrument (12): elk meetinstrument en elke populatie moet zijn eigen formule hebben. Deze formules zijn gebaseerd op de kenmerken van de populatie. Dehghan en Merchant (2008) stellen zelfs dat BIA-meetinstrumenten niet gebruikt kunnen worden voor grote heterogene populaties (zoals bij bevolkingen) (33). De impact op dit onderzoek is gering, omdat gekozen is voor een specifieke kleine onderzoekspopulatie, namelijk sporters. Daarnaast maakt de fabrikant de formules van de mBCA niet openbaar, waardoor een verdere analyse van de formules en de doelgroep niet mogelijk is.

Voor dit onderzoek is de BOD POD als referentiemethode gebruikt om de *validiteit* van de mBCA te bepalen. In het literatuuronderzoek komen wisselende conclusies naar voren over de *validiteit* van de metingen. Dit kan misschien verklaren waarom de t-toets resulteert in een verschil tussen de metingen met beide meetinstrumenten. In de onderzoeken waarin de *validiteit* wordt bediscussieerd, wordt als referentiemethode *onderwaterweging* gebruikt (6,30,31). In de praktijk is *onderwaterweging* niet haalbaar bij (kleine) diëtistenpraktijken, omdat hiervoor veel ruimte en een aanpassing aan de praktijk nodig is. Daarnaast is deze methode belastend en minder comfortabel voor de sporter, omdat de sporter in een (zwem)bad plaats moet nemen en nat wordt. Voor dit onderzoek wordt een meetinstrument gevalideerd dat juist wel past bij (sport)diëtistenpraktijken en daarmee bereikbaar is voor sporters.

In de dataverkenning komt naar voren dat de variabele leeftijd niet normaal is verdeeld. Dit komt door de samenstelling van de onderzoekspopulatie die zich zeer sterk concentreert rond dezelfde leeftijd (eerstejaars studenten bevinden zich in dezelfde fase van hun leven). Deze afwijking lijkt geen gevolgen te hebben gehad voor het onderzoek.

De BOD POD heeft specifieke kledingvoorschriften, terwijl de mBCA dit niet heeft. In dit onderzoek zijn de deelnemers geïnstrueerd om te voldoen aan de voorschriften van de BOD POD en ze hebben geen instructie gekregen voor de meting met de mBCA.

Hiermee is voldaan aan de instructies van beide meetinstrumenten, maar een deelnemer met kleding aan (mBCA) heeft een hoger lichaamsgewicht, dan iemand met weinig kleding aan (BOD POD). Het is opvallend dat, ondanks dit verschil, de mBCA wel als valide wordt gezien. Dit spreekt in het voordeel van de mBCA, zeker wanneer gekeken wordt naar praktijkgebruik.

Door deze resultaten lijkt de weg vrij om De HHS de mBCA aan te laten schaffen, want hiermee haalt de opleiding een relatief goedkope doch betrouwbaar en valide meetinstrument in huis. De eenvoud waarmee metingen gedaan kunnen worden met de mBCA, zeker in vergelijking met de uitgebreide instructies van de BOD POD, maakt dat de mBCA ook praktisch goed inzetbaar is. Zowel voor de opleiding Voeding en Diëtetiek als voor HALO-studenten kunnen metingen gebruikt worden tijdens de studie, respectievelijk voor studieopdrachten en het verkrijgen van inzicht in de eigen lichaamssamenstelling.

De positieve resultaten van dit onderzoek kunnen als argument gebruikt worden voor (sport)diëtistenpraktijken om de mBCA aan te schaffen. In vergelijking met de BOD POD, is de mBCA betrouwbaar en valide, maar de metingen zijn eenvoudiger uit te voeren en de personen die gemeten worden, hebben minder aanpassingen nodig. Een meting met de BOD POD betekent dat een deelnemer zich moet houden aan specifieke kledingvoorschriften. Dit geldt niet voor de mBCA. Daarnaast is het formaat van de mBCA vele malen kleiner dan de BOD POD, wat gebruik in de praktijk ten goede komt. De mBCA neemt weinig ruimte in. Tot slot en niet onbelangrijk is dat de mBCA circa 25% van de aanschafprijs van de BOD POD is. De mBCA is daardoor financieel bereikbaarder voor de diëtist en daarmee ook voor de (sportende) cliënt. Een goedkoper meetinstrument kan door meerdere diëtisten worden aangeschaft en de terugverdientijd is lager, wat de impact op de prijs van een consult reduceert.

6.2 Methodologie

Dit onderzoek is een unieke mogelijkheid om twee meetinstrumenten met elkaar te vergelijken, omdat De HHS (tijdelijk) over beide beschikt. De deelnemers voor het praktijkonderzoek werden in combinatie met een andere studieopdracht geworven. Een nadeel hiervan is, dat het praktijkonderzoek plaats heeft gevonden tijdens het literatuuronderzoek. Dit is geen ideale situatie, omdat het literatuuronderzoek in de regel vóór het praktijkonderzoek wordt gedaan. Hiermee wordt de stand van de kennis op het te onderzoeken gebied in kaart gebracht (34). Dit wordt gebruikt om het praktijkonderzoek vorm te geven. Dankzij de tips van de opdrachtgever, zijn eventuele nadelige gevolgen minimaal gebleven. Er zijn wel een aantal punten die in het praktijkonderzoek anders zouden zijn gegaan, als het literatuuronderzoek was afgerond vóór het praktijkonderzoek. Deze komen naar voren bij de aanbevelingen in hoofdstuk 6.3.1.

De generaliseerbaarheid van de resultaten van dit onderzoek zijn beperkt. De relatief kleine onderzoekspopulatie, die ook veel overeenkomsten kent, (leeftijdscategorie, studierichting, woonregio) maakt dat generaliseerbaarheid naar alle (top)sporters moeilijk is. De uitkomsten generaliseren naar alle mensen lijkt een stap te ver. De resultaten kunnen wel gegeneraliseerd worden naar jonge Nederlandse sporters.

De onderzoeker vindt dit onderzoek betrouwbaar. Hoewel de onderzoekspopulatie klein is, is de methodologie reproduceerbaar. Bij de data-invoer in SPSS is dubbele controle gedaan om type- of leesfouten te corrigeren. Dit verlaagt de kans op fouten. Ook wordt dit onderzoek als valide beoordeeld door de onderzoeker. Slechts één punt kan aangewezen worden wat de *validiteit* kan beïnvloeden: voor de vergelijking tussen de BOD POD en de mBCA zijn verschillende waarden gebruikt. Bij de BOD POD werd één waarneming van een deelnemer

gebruikt, bij de mBCA werd van dezelfde deelnemer het gemiddelde van twee waarnemingen gebruikt. De keuze moest gemaakt worden tussen het middelen van twee metingen, of kiezen voor de eerste of tweede meting. De keuze maken tussen de eerste of tweede meting lijkt arbitrair en de keuze voor het gemiddelde is gemaakt door de argumentatie van De Vet et al.(24).

6.2.1 Literatuuronderzoek

Het literatuuronderzoek kent één grote uitdaging: er is een beperkte hoeveelheid literatuur gevonden over de mBCA, namelijk één artikel. Dit is een gevolg van de recente introductie van de mBCA wat een nadeel is voor het aantal bronnen. Ook heeft dit onderzoek de beperking dat dit geschreven is door auteurs die zakelijke connecties hebben met de fabrikant (12). Dit is overigens ook van toepassing bij een bron over de BOD POD (19).

Over de *betrouwbaarheid* van MFBIA-meetinstrumenten wordt geen literatuur gevonden. Wanneer gezocht wordt naar literatuur over MFBIA-meetinstrumenten, is er veel beschikbaar, maar de *betrouwbaarheid* wordt niet onderzocht. De gebruikte MFBIA-onderzoeken hebben als nadeel dat ze niet specifiek over de mBCA gaan. Omdat dit onderzoek niet de vergelijking maakt tussen de mBCA en andere MFBIA-meetinstrumenten, wordt hierover geen uitspraak gedaan.

Het is niet altijd mogelijk gebleken om recente bronnen te gebruiken. Dit kan een gevolg zijn van de sneeuwbalmethode in het literatuuronderzoek. Over de BOD POD is voornamelijk na de introductie (vanaf 1990) gepubliceerd. Voor de in 2013 geïntroduceerde mBCA geldt dat er slechts één onderzoek beschikbaar is. Daarom is in de literatuurstudie ook gezocht naar de generieke MFBIA-onderzoeken. Hoewel de voorkeur uitging naar bronnen met de hoogste niveaus van evidence (A en B), is dit niet altijd gelukt (bijlage VII). Veel wetenschappelijke artikelen waren dwarsdoorsnedeonderzoeken, die gekwalificeerd worden als niveau C (22). Zonder deze bronnen, had de literatuurstudie alleen bestaan uit vijf (niveau A1-) bronnen. Er is gekozen om ook niveau C-bronnen te gebruiken voor de literatuurstudie rondom de *betrouwbaarheid* en *validiteit*. De literatuurstudie zou anders te weinig inzichten hebben opgeleverd.

6.2.2 Praktijkonderzoek

De werving van de HALO-studenten is gedaan door zowel de onderzoeker, als door de drie studenten V&D van De HHS. In korte tijd werd de werving voorbereid en uitgevoerd. Wanneer meer tijd voor de voorbereiding was genomen, was de werving mogelijk beter geweest met als resultaat meer deelnemers. Hiermee had de onderzoekspopulatie de vooraf gestelde 50 deelnemers kunnen opleveren, welke door De Vet et al. als richtlijn wordt beschreven (23,24). Dit aantal komt ook overeen met andere onderzoeken (9,27,28).

Omdat het onderzoek in samenwerking was met een ander onderzoek, waren er voor de deelnemers betrekkelijk veel voorbereidingen nodig (bijvoorbeeld een week bijhouden van een voedings- en beweegdagboek). Dit is uitgelegd tijdens de werving en in de bevestigingsmail, maar kan een afschrikkende werking hebben op de deelname. Doordat er veel instructies in de bevestigingsmail stonden, is de kans groter dat de specifieke instructies voor dit onderzoek over het hoofd worden gezien, of genegeerd. Dit is tot uiting gekomen doordat er enkele deelnemers niet nuchter waren bij de start van de metingen. Ook voldoen enkele deelnemers niet aan de kledingvoorschriften van de BOD POD. Beide afwijkingen van de onderzoeksvoorwaarden hebben niet geleid tot uitsluiting. Het aantal deelnemers was al lager dan vooraf geschat, daarom is besloten deze meetresultaten mee te nemen.

De metingen zijn uitgevoerd door drie studenten V&D. Door de studenten tijdens de metingen te rouleren van positie, is het risico op structurele meetfouten beperkt. Eveneens zijn deze studenten V&D getraind door de senior instructeur praktijkonderwijs van De HHS, waardoor zij goed geïnstrueerd zijn.

Beide meetinstrumenten staan op verschillende locaties. De metingen hebben op deze twee locaties plaatsgevonden. Na de meting met de mBCA liepen de deelnemers naar de ruimte waar de BOD POD staat. Dit gebeurde niet begeleid, waardoor een risico is dat de deelnemer een zijn lichaamsgewicht heeft aangepast (bezoek toilet, restaurant). De deelnemer heeft instructie gekregen dit niet te doen.

Tijdens de metingen met de mBCA moet de deelnemer de handen op de elektroden plaatsen. Bij vervolgmetingen is het belangrijk de handen op exact dezelfde positie te plaatsen. De fabrikant wijst op afwijkende meetresultaten, indien dit niet wordt gedaan (35).

Bij de BOD POD-meting werd het longvolume bepaald via voorspelling ($V_{tg_{voorspeld}}$). Wanneer er gekozen wordt voor het meten van het longvolume ($V_{tg_{gemeten}}$), is een extra handeling nodig. Tijdens een testmeting besloot de onderzoeker in overleg met de opdrachtgever om dit niet te meten. De complexiteit van de metingen zouden stijgen, met mogelijk gevolgen voor het aantal deelnemers en meetfouten. McCrory et al. (1998) schrijft dat $V_{tg_{gemeten}}$ de voorkeur heeft bij klinisch onderzoek, maar bij groepsmetingen is $V_{tg_{voorspeld}}$ acceptabel (36).

6.3 Aanbevelingen

De aanbevelingen zijn onderverdeeld in aanbevelingen voor vervolgonderzoek en implementatie aanbevelingen.

6.3.1 Vervolgonderzoek

In het literatuuronderzoek komen geen onderzoeken over de *betrouwbaarheid* van de mBCA of breder MFBIA-meetinstrumenten naar voren. Deze opmerkelijke constatering leidt tot de aanbeveling om hier meer onderzoek naar te doen.

Seca geeft de formule, waar onder andere de *vetmassa* en *vetvrije massa* mee worden gemeten, niet vrij. Bosy-Westphal et al. (2013) schrijven dat bij MFBIA-meetinstrumenten iedere populatie een eigen formule nodig heeft (12). Daarom is verder onderzoek naar de seca-formule nodig.

De twijfel over de bruikbaarheid bij individuele metingen door een MFBIA-meetinstrument (10), leiden tot het advies om onderzoek te doen naar de mBCA waarbij de *validiteit* bepaald wordt over meerdere metingen in tijd.

Voor de mBCA gelden geen specifieke kledingvoorschriften. Interessant is daarom een onderzoek naar eventuele verschillen bij het dragen van verschillende kledingstukken, die verschillen kunnen veroorzaken tussen twee metingen en daarmee effect hebben op het lichaamsgewicht.

Dit onderzoek kent een kleine onderzoekspopulatie. Zoals De Vet et al. (2011) al beschrijft, is een populatie van 50 mensen wenselijk (23,24). Aangeraden wordt om dit onderzoek te herhalen met een grotere onderzoekspopulatie. Ook kan dan gekozen worden om de populatie breder te maken voor een grotere generaliseerbaarheid, of te vernauwen door bijvoorbeeld een vergelijking te maken op geslacht, leeftijdscategorieën of zelfs BMI. In het laatste voorbeeld kan aangetoond worden of het meetinstrument voor alle bevolkingsgroepen geschikt is. De eerstejaars HALO-studenten hebben een bovenmatige interesse in sport aangezien ze kiezen voor een sportopleiding. De aanname is dat zij ook frequenter, of intensiever, sporten dan de gemiddelde student. Of de HALO-studenten meer of intensiever sporten dan bijvoorbeeld topsporters of bodybuilders, is op basis van de bestaande informatie niet te zeggen. Een aanname is redelijkerwijs dat professionele topsporters meer en intensiever sporten dan HALO-studenten. Daarom kan dit onderzoek ook herhaald worden onder professionele topsporters, om de *betrouwbaarheid* en de *validiteit* van de mBCA bij deze zeer intensief of frequent sportende persoon te bepalen.

Wanneer dit onderzoek herhaald wordt, wordt het aangeraden om bij de BOD POD-meting ook twee keer te meten en daarvan het gemiddelde te gebruiken. Of de mBCA-meting maar één keer uit te voeren en niet te middelen. Hiermee ontstaat een meer zuivere vergelijking tussen beide meetinstrumenten. De tweede BOD POD-meting moet niet geïnterpreteerd worden als twijfel van de *betrouwbaarheid*, maar alleen als zuivere vergelijking met de mBCA. Om meetfouten te voorkomen, is een strakkere meetprocedure inclusief voorbereidingen van de deelnemer nodig. Bijvoorbeeld extra begeleiding bij de route van het eerste meetinstrument naar het tweede meetinstrument. Ook kan de voorgeschreven kleding verzorgd worden door de onderzoeker, zodat elke deelnemer de juiste kleding draagt.

In het literatuuronderzoek komen wisselende resultaten naar voren over de *validiteit* van de BOD POD met de onderzoekspopulatie sporters (6,20,21,30). Verder onderzoek naar de *validiteit* bij deze populatie zou verhelderend kunnen werken.

Bij de bepaling van de *betrouwbaarheid* is geen gebruik gemaakt van *Bland Altman limits of agreement*. In De Vet et al. (2011) wordt deze methode niet nadrukkelijk benoemd voor het bepalen van de *betrouwbaarheid*, wat wel het geval is bij het bepalen van de *validiteit* (23,24). In het vervolgonderzoek zou ook *Bland Altman limits of agreement* gebruikt kunnen worden bij het *betrouwbaarheidsonderzoek* om de resultaten te versterken.

6.3.2 Implementatie

Bij gebruik van de mBCA wordt aangeraden om goed op eventuele dehydratie van de te meten persoon te letten, want dit kan de uitkomsten van de meting beïnvloeden (12). Zeker bij de populatie sporters kan dehydratie snel voorkomen als de sporter voor een meting nog gesport heeft. Daarnaast moet gelet worden dat de handen op de juiste elektrode geplaatst worden en dit moet vastgelegd worden, zodat bij vervolgmetingen de handen op dezelfde elektroden worden geplaatst.

Voor De HHS is het interessant om de mBCA aan te schaffen. Voor de Voeding en Diëtetiek-studenten is dit meetinstrument een goede kennismaking met een relatief goedkoop meetinstrument. De eenvoud van meten maakt dat de mBCA gebruikt kan worden tijdens praktijklessen, of door studenten tijdens onderzoeksopdrachten. Zodra de studenten gaan werken als diëtist, hebben ze ervaring met dit meetinstrument en is de kans groter dat zij een meetinstrument in de dagelijkse praktijk inzetten. De mBCA kan breder ingezet worden door metingen aan te bieden voor bijvoorbeeld HALO-studenten, voor wie de lichaamssamenstelling interessant is om te weten. Als er een tweede meetinstrument aanwezig is, kunnen de studenten ook in aanraking komen met onderzoek naar de *validiteit* en de daarbij behorende statistiek. Om de *betrouwbaarheid* te onderzoeken, zijn twee metingen met de mBCA voldoende.

(Sport)Diëtisten kunnen voor een beperkt bedrag een betrouwbaar en valide meetinstrument aanschaffen. Hiermee kunnen zij bestaande cliënten extra inzicht geven in de lichaamssamenstelling en nieuwe (sportende) cliënten werven. Dankzij de eenvoudige methode en niet ingrijpende voorschriften (geen lycra-badkleding, zoals bij de BOD POD), is het gebruik in de praktijk zeer realistisch. Diëtisten die over de mBCA beschikken, moeten deze actief promoten onder de (sportende)doelgroep, bijvoorbeeld bij sportverenigingen of -scholen. Dit komt de sporter ten goede, (de lichaamssamenstelling is bekend en de training kan hierop aangepast worden) maar ook het vak van diëtist. Een nieuwe cliëntengroep komt in aanraking met het vak diëtetiek. Het laat de cliënt zien dat de diëtist evidence-based en met moderne meetinstrumenten werkt.

De huidige handleiding van de fabrikant kent geen instructies over eten en/of drinken voorafgaand van de meting met de mBCA. In dit onderzoek zijn de deelnemers gevraagd nuchter te zijn, maar er is niet duidelijk of dit noodzakelijk is. De fabrikant zou dit in de handleiding moeten aangeven.

Hoewel dit onderzoek een positief resultaat is voor gebruik van de mBCA, wordt de fabrikant aangeraden meer onderzoek te stimuleren en deze resultaten te delen. Meer inzichten die hetzelfde resultaat tonen, komen de adoptie van de mBCA in de praktijk ten goede.

Literatuur

- (1) Wendel-Vos GCW. Hoeveel mensen zijn voldoende lichamelijk actief? Sport en fitnorm. 2013; Available at: <http://www.nationaalkompas.nl/gezondheidsdeterminanten/leefstijl/lichamelijke-activiteit/hoeveel-mensen-zijn-voldoende-lichamelijk-actief/>.
- (2) Lankers E. Een wereld te winnen: professionalisering van de arbeidsverhoudingen van beroepssporters in Nederland. Arko Sports Media 2009:24.
- (3) Segal KR. Use of bioelectrical impedance analysis measurements as an evaluation for participating in sports. American Journal for Clinical Nutrition 1996;57(suppl):469S-471S.
- (4) Ackland TR, Lohman TG, Sundgot-Borgen J, Maughan RJ, Meyer NL, Stewart AD, et al. Current status of body composition assessment in sport. Sports Medicine 2012;42(3):227-249.
- (5) Bentzur KM, Kravitz L, Lockner DW. Evaluation of the Bod Pod for estimating percent body fat in collegiate track and field female athletes: A comparison of four methods. Journal of Strength and Conditioning Research 2008;22(6):1985-1991.
- (6) Collins MA, Millard-Stafford ML, Sparling PB, Snow TK, Roskopf LB, Webb SA, et al. Evaluation of the Bod Pod for assessing body fat in collegiate football players. Medicine and science in sports and exercise 1999;31(9):1350-1456.
- (7) Biaggi RR, Vollmann MW, Nies MA, Brener CE, Flakoll PJ, Levenhagen DK, et al. Comparison of air-displacement plethysmography with hydrostatic weighing and bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in healthy adults. American Journal for Clinical Nutrition 1999;69:898-903.
- (8) Fields DA, Goran MI, McCrory MA. Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review. American Journal for Clinical Nutrition 2002;75:453-367.
- (9) Ballard TP, Fafara L, Vukovich MD. Comparison of Bod Pod and DXA in female collegiate athletes. Medicine and science in sports and exercise 2004;36(4):731-735.
- (10) Hulshof PJM, Ir. Het meten van lichaamssamenstelling in de eerstelijnszorg. Nederlands Tijdschrift voor Voeding & Diëtetiek 2009;64(5):7-10.
- (11) Ellis KJ, Bell SJ, Chertow GM, Cameron Chumlea W, Knox TA, Kotler DP, et al. Bioelectrical impedance methodes in clinical research: a follow-up to the NIH Technology Assessment Conference. Nutrition 1999;15:874-880.
- (12) Bosy-Westphal A, Schautz B, Later W, Kehayias JJ, Gallagher D, Müller MJ. What makes a BIA equation unique? Validity of eight-electrode multifrequency BIA to estimate body composition in a healthy adult population. European Journal of Clinical Nutrition 2013;67:S14-S21.
- (13) Salmi JA. Body composition assessment with segmental multifrequency bioimpedance method. Journal of sports science and medicine 2003;2(3):1.

- (14) Seca-Precision for health. Manual: Seca 515/514 instructions for use for doctors and assistants. 2012:73.
- (15) Baracos V, Caserotti P, Earthman CP, Fields D, Gallagher D, Hall KD, et al. Advances in the science and application of body composition measurement. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 2012;36(1):96-107.
- (16) Seca-Precision for health. Manual: Seca 515/514 Instructions for use for doctors and assistants. 2012:32.
- (17) McCrory MA, Gomez TD, Bernauer EM, Molé PA. Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. *Medicine and science in sports and exercise* 1995;27(12):1686-1691.
- (18) Fields DA, Higgins PB, Radley D. Air-displacement plethysmography: here to stay. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 2005;8:624-629.
- (19) Dempster P, Aitkens S. A new air displacement method for the determination of human body composition. *Medicine and science in sports and exercise* 1995;27(12):1692-1697.
- (20) Utter AC, Goss FL, Swan PD, Harris GS, Robertson RS, Trone GA. Evaluation of air displacement for assessing body composition of collegiate wrestlers. *Medicine and science in sports and exercise* 2003;35(3):500-505.
- (21) Dixon CB, Deitrick RW, Pierce JR, Cutrufello PT, Drapeau LL. Evaluation of the Bod Pod and leg-to-leg bioelectrical impedance analysis for estimating percent body fat in National Collegiate Athletic Association Division III collegiate wrestlers. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2005;19:85-91.
- (22) Former-Boon M, van Duinen JJ. Beoordeling van de kwaliteit en bruikbaarheid van wetenschappelijke literatuur. *Evidence-based diëtetiek*. eerste druk ed.: Bohn Stafleu van Loghum; 2008. p. 85.
- (23) Vet HCWd, Terwee CB, Mokkink LB, Knol DL. Validity. *Measurement in Medicine*. 1st ed. Cambridge UK: Cambridge University Press; 2011. p. 150.
- (24) Vet HCWd, Terwee CB, Mokkink LB, Knol DL. Reliability. *Measurement in Medicine*. 1st ed. Cambridge UK: Cambridge University Press; 2011. p. 96.
- (25) COSMED Srl. Operator's manual. Bod Pod Gold Standard. 2012:16.
- (26) Hair JFH, Black WC, Babin BJ, Anderson RE, Tatham RL. Examining your data. *Multivariate data analysis*. 6th ed.: Pearson Prentice Hall; 2006. p. 75.
- (27) Utter AC, Lambeth PG. Evaluation of multifrequency bioelectrical impedance analysis in assessing body composition of wrestlers. *Medicine and science in sports and exercise* 2010;42(2):361-367.
- (28) Anderson LJ, Erceg DN, Schroeder ET. Utility of multifrequency bioelectrical impedance compared with dual-energy x-ray absorptiometry for assessment of total and regional body composition varies between men and women. *Nutrition Research* 2012;32:479-485.

- (29) Sun G, French CR, Martin GR, Younghusband B, Green RC, Xie Y, et al. Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, healthy population. *American Journal for Clinical Nutrition* 2005;81:74-78.
- (30) Vescosi JD, Hildebrandt L, Miller W, Hammer R, Spiller A. Evaluation of the Bod Pod for estimating percent fat in female college athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2002;16:599-605.
- (31) Levenhagen DK, Borel MJ, Welch DC, Piasecki JH, Piasecki DP, Chen KY, et al. A comparison of air displacement plethysmography with three other techniques to determine body fat in healthy adults. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 1999;23(5):293-299.
- (32) ir. N. van Geloven, Prof.dr. P.M.M., Bossuyt. Intraclass correlatie coefficient. 2012; Available at: http://os1.amc.nl/mediawiki/index.php?title=Intraclass_correlatie_coefficient&action=history.
- (33) Dehghan M, Merchant AT. Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies? *Nutrition Journal* 2008;7(26).
- (34) De Jong A, Vandenbroele H, Glorieux M, De Maesschalck L, Visser M. Inleiding op wetenschappelijk onderzoek. Inleiding wetenschappelijk onderzoek voor het gezondheidsonderwijs. 3th ed.: Elsevier gezondheidszorg; 2008. p. 51.
- (35) Seca-Precision for health. Manual: Seca 515/514 instructions for use for doctors and assistants. 2012:33.
- (36) McCrory MA, Molé PA, Gomez TD, Dewey KG, Bernauer EM. Body composition by air-displacement plethysmography by using predicted and measured thoracic gas volumes. *Journal of Applied Physiology* 1998;84(4):1475-1479.
- (37) MUMC afdeling Diëtetiek, van den Hogen E. Wat is Nutritional Assessment? 2013; Available at: <http://www.nutritionalassessment.azm.nl/wat+is+na.htm>. Accessed 13 januari, 2014.
- (38) COSMED Srl. Operator's manual. Bod Pod Gold Standard. 2012:18.
- (39) Former-Boon M, van Duinen JJ. Verklarende woordenlijst. Evidence-based diëtetiek. eerste druk ed.: Bohn Stafleu van Loghum; 2008. p. 137.
- (40) Seca-Precision for health. Manual: Seca 515/514 instructions for use for doctors and assistants. 2012:8.
- (41) COSMED Srl. Operator's manual. Bod Pod Gold Standard. 2012:10.
- (42) COSMED Srl - Pulmonary Function Equipment. Bod Pod in depth - Measuring principles and customer instructions. PowerPoint 2013:21.

Bijlagen

- I. Begrippenlijst
- II. Aankondiging en instructiebericht deelname NA
- III. Exclusiecriteria mBCA en BOD POD
- IV. Registratieformulier
- V. Procedure meting BOD POD
- VI. Dataverkenning
- VII. Literatuuroverzicht: niveaus van evidence
- VIII. Bland Altman plot: limits of agreement

I. Begrippenlijst

Betrouwbaarheid:	De mate waarin een meting vrij is van meetfouten (24).
Bland Altman limits of agreement:	Bland Altman limits of agreement toont een scatterplot, waarin duidelijk wordt of de metingen binnen, of buiten, de vooraf afgesproken bandbreedte vallen. Deze bandbreedte is 2x de standaarddeviatie van het verschil tussen de metingen van de mBCA en de BOD POD (23).
DEXA:	Dual Energy X-ray Absorptiometry, ook wel botdichtheidsmeting genoemd. Aan de hand van röntgenstralen kunnen de botdichtheid, vetmassa en vetvrije massa bepaald worden (4).
ICC:	De waarde die de ICC als resultaat geeft gaat verder dan een <i>Pearson R²</i> . De ICC onderscheidt afwijkingen in metingen: meetfouten en verschillen in meetinstrumenten of deelnemers. De uitkomst is een getal tussen 0 en 1, waarbij een 1 betekent dat de uitkomst volledig betrouwbaar is en dat eventuele verschillen door de deelnemers komen (bijvoorbeeld een glas water drinken tussen twee metingen). Een ICC-uitkomst hoger dan 0,70 wordt gezien als acceptabel, maar een uitkomst hoger dan 0,80, of zelfs 0,90, zijn beter (24).
NA:	Nutritional Assessment: op gestructureerde wijze bepalen van voedingstoestand en energiebehoefte met behulp van een aantal objectieve metingen (37).
NaBr	Een methode die het extracellulaire vocht meet. Een orale dosis Bromide (Br) wordt toegediend. Br dringt niet in de cellen door, maar verdunt zich buiten de cellen (extracellulair). Vervolgens wordt er een röntgenfoto gemaakt, waarmee het extracellulair vocht in beeld wordt gebracht (12).
Onderwaterweging:	De deelnemer wordt eerst droog gewogen, daarna zakt de deelnemer op een weegconstructie in een tank met water. De deelnemer moet maximaal uitademen tijdens de onderdompeling. Aan de hand van onderwaterweging kunnen de lichaamsmassa, vetmassa en vetvrije massa bepaald worden (4).
Pearson R ² :	Pearson R ² laat zien of er een lineair verband is tussen twee metingen. Hoe dichter het getal bij 1 of -1 ligt, des te sterker het verband is .
Siri:	Formule die het percentage vetmassa berekent wanneer de lichaamsdichtheid is vastgesteld. De formule is geschikt voor een algemene bevolking (38).
Validiteit:	De mate waarin een meting werkelijk meet wat gemeten moet worden (39).
D ₂ O:	Een methode die het totale lichaamsvocht meet met behulp van deuteriumoxide. Deuteriumoxide gebruikt het totale lichaamsvocht als een verdunningsruimte zodat het totale lichaamsvocht kan worden gemeten.

Vetmassa: hoeveelheid vet in het lichaam uitgedrukt in kilogram.

Vetvrije massa: alles waar het lichaam uit bestaat exclusief vet: De vetvrije massa wordt uitgedrukt in kilogram.

II. Aankondiging en instructiebericht deelname NA

Aankondiging deelname NA

Meer weten over je lichaamssamenstelling?

Beste eerstejaarsstudenten van de HALO,

Jullie zijn uitgenodigd om mee te doen aan het onderzoek Nutritional Assessment over hoe de voedingsinname en lichaamssamenstelling van eerstejaarsstudenten van jullie opleiding is. Alle eerstejaars kunnen zich hiervoor inschrijven, dus grijp je kans!

Wat precies?

Voor dit onderzoek moeten jullie 5 werkdagen en 2 weekenddagen een voedingsdagboek en een bewegingsdagboek bijhouden. Ook zullen jullie verschillende soorten metingen ondergaan waaronder gewicht, lengte, huidplooiemetingen, middel-heupomtrek, bovenarmomtrek, handknijpkracht. Daarnaast beschikt De Haagse Hogeschool over een aantal bijzondere en specialistische apparaten, namelijk de BOD POD en de mBCA, hiermee kan je lichaamssamenstelling (zoals spiermassa en vetmassa) worden bepaald. Zie dit als een unieke kans, om meer kennis op te doen over je eigen lichaamssamenstelling.

Aandachtspunten

- Meenemen/aantrekken makkelijk zittende kleding;
- Meenemen van strak sluitende badkleding of strak zittend topje en broekje;
- Mail 1 dag van te voren je 7-daagse voedingsdagboek en beweegschema +analyse naar onderstaand adres.

Inschrijven

Dinsdag 1 oktober komen we langs met de inschrijflijsen. Heb je je deze dag niet ingeschreven en wil je toch graag deelnemen, mail naar: nutritionalassessment@hotmail.com. De metingen vinden plaats van dinsdag 8 oktober t/m vrijdag 18 oktober. Je kunt je aanmelden t/m maandag 7 oktober 17.00 uur.

Waar

De metingen worden uitgevoerd bij Health Point, dat zit rechts naast de ingang van de Haagse Hogeschool Den Haag.

Adres

Health Point
Johanna Westerdijkplein 67
2521 EN Den Haag

Voor vragen kan je ook mailen naar: nutritionalassessment@hotmail.com

Als je het leuk vindt om al meer over de metingen te weten, kun je op deze sites kijken:

<http://www.nutritionalassessment.azm.nl/algorithm+na/onderzoek/lichaamssamenstelling/> en <http://www.youtube.com/watch?v=elobnbT33yo>

Alvast bedankt voor je inschrijving en deelname.

Tessa, Mariëlle en Anouk
Derdejaarsstudenten Voeding en Diëtetiek / stagiaires Nutritional Assessment

Instructiebericht deelname NA

Beste student,

Je hebt je ingeschreven om deel te nemen aan het onderzoek Nutritional Assessment: het meten van je lichaamssamenstelling en analyseren van je voedings- en bewegingspatroon. Hartelijk bedankt daarvoor.

Afgelopen week heeft er al een uitnodiging op de portal van De Haagse Hogeschool gestaan en deze week is één van ons bij jou in de klas geweest met de inschrijffijsten en om een korte toelichting te geven.

Om je uitgebreider te informeren over hoe het onderzoek eruit ziet, sturen we je deze mail (hij lijkt sterk op het eerdere portalbericht). Wil je deze mail goed doorlezen?

Wat precies?

In ongeveer 45 minuten zullen er verschillende metingen bij je worden gedaan. Denk aan het meten van je lengte, gewicht, een huidplooiemeting, middel-heupomtrek, bovenarmomtrek, handknijpkracht. Daarnaast beschikt de Haagse Hogeschool over een aantal bijzondere en specialistische apparaten, namelijk de BOD POD en de mBCA, hiermee kan de lichaamssamenstelling (zoals spiermassa en vetmassa) worden bepaald.

Waar precies?

De metingen vinden plaats op de hoofdvestiging van De Haagse Hogeschool, Johanna Westerdijkplein 67, locatie Health Point.

Wanneer je aan komt lopen en je staat voor de hoofdingang van De Haagse Hogeschool (je loopt dus niet naar binnen), kijk en loop dan naar rechts. Je ziet dan de Health Point-ruimte, huisnummer 67. Je loopt naar binnen en meldt aan dat je er bent.

De voorbereiding:

Het is de bedoeling dat je voor dit onderzoek 5 werkdagen en 2 weekenddagen een voedings- en bewegingsdagboek bijhoudt. Stel dat je je voor woensdag 9 oktober hebt ingeschreven, dan start je woensdag 2 oktober met het registreren in het voedings- en bewegingsdagboek. Dit kost je ongeveer 15 minuten per dag.

Het voedings- en bewegingsdagboek kun je vinden op BlackBoard.

Ga naar: cursus Halo - cohort 1314 - Bewegingsanalyse in de map Propedeuse > Nutritional Assessment. In dit document staat beschreven hoe je het voedings- en bewegingsdagboek invult.

Daarnaast willen we je vragen een analyse te maken van je voedingsdagboek, zoals staat beschreven in hetzelfde document.

Stuur 1 dag voor de meting je 7-daagse analyse, voedings- en bewegingsdagboek aan: nutritionalassessment@hotmail.com

Aandachtspunten meting:

- Het liefst: minimaal 2 uur vóór de meting niet eten en drinken. Mocht het niet lukken, dan kan de meting wel gewoon doorgaan;
- Het liefst: geen crème/bodylotion op de huid smeren. Mocht het niet lukken, dan kan de meting wel gewoon doorgaan;
- Wil je meenemen/aantrekken: makkelijk zittende kleding;
- Wil je meenemen/aantrekken: een strak sluitende badkleding of een strak zittend topje/broekje;

- Niet vergeten: mail dus 1 dag van tevoren je 7-daagse analyse, voedings- en beweegdagboek naar: nutritionalassessment@hotmail.com.

Na afloop:

Wanneer de metingen en analyses gedaan zijn, krijg je de resultaten mee naar huis. Daarnaast krijg je, als je:

- bij de meting bent geweest +
- het 7-daagse voedings- en bewegingsdagboekje en analyse hebt ingevuld en gestuurd;

als beloning een voedingsdagboek kado. Deze kun je goed gebruiken in blok 2, wanneer jullie je een gedeelte met voeding gaan bezighouden. Ook hoeft je in blok 2 een deel van een verslag niet te doen, maar kun je het bij het onderzoek ingevulde dagboek gebruiken.

We hopen dat deze uitleg duidelijk voor je is en kijken uit naar je komst. Mocht je vragen hebben of iets onduidelijk vinden, stuur dan een mail naar nutritionalassessment@hotmail.com

Tot dan!

Tessa, Marielle, Anouk

Derdejaarsstudenten Voeding en Diëtetiek / stagiaires Nutritional Assessment

Marieke

Vierdejaarsstudent Voeding en Diëtetiek

Ps: wil je meer over de metingen te weten komen, kijk dan op deze sites:

<http://www.nutritionalassessment.azm.nl/algorithm+na/onderzoek/lichaamssamenstelling/> en <http://www.youtube.com/watch?v=elobnbT33yo>

III. Exclusiecriteria mBCA en BOD POD

Exclusiecriteria mBCA(12,14,16,40):

- De deelnemer is kleiner dan 145 cm (lengte);
- De deelnemer weegt meer dan 300 kg;
- De deelnemer valt buiten de leeftijdsgrens van 18-65 jaar;
- De deelnemer is zwanger of geeft borstvoeding;
- De deelnemer heeft wonden op de handpalmen en/of op de voetzolen;
- De deelnemer heeft elektronische implantaten, zoals een pacemaker;
- De deelnemer heeft een prothese;
- De deelnemer heeft een kunsthart en/of –long.

Exclusiecriteria BOD POD (41,42)

- De deelnemer is claustrofobisch;
- De deelnemer weegt meer dan 250 kg;
- De deelnemer is jonger dan 6 jaar;
- De deelnemer heeft overmatige lichaamsbehaar.

IV. Registratieformulier

Registratieformulier

VUL IN: Persoonlijke Gegevens	
Naam	Geboortedatum
Studentnummer	Geslacht
Email	Klas
Nuchter	Links /rechts handig
Bijzonderheden	

Onderdeel 1, kamer 1 mBCA, BIA

Lengte	cm
Gewicht seca weegschaal	kg
Middel (waist) omtrek	cm
Heup (hip) omtrek	cm

mBCA	Resultaten:
Gewicht	kg
Vetmassa	%
Vetvrije lichaamsgewicht	kg
BMI	kg/m ²
Energieverbruik in rust	kcal/dag
Totaal energieverbruik	kcal/dag
Totaal lichaamswater	ltr
Intracellulair water	ltr
Extracellulair water	ltr
Spiersmassa van het skelet	kg

BIA	Resultaten:
Fat	%
Fat weight	kg
Lean	kg
Total body weight	kg
Lean weight	kg
Water	%
Total body water ltr	ltr.
Est. Metabolic Rate at rest	kcal
Est. Average energy reqd.	kcal
BMI	kg/m ²

Onderdeel 2, kamer 2: huidplooï

Bicipitale plooï	Resultaten:
Tricipitale plooï	mm
Subscapulaire plooï (rug)	mm
Supra-iliacale plooï (heup)	mm
Bovenarm omtrek	cm
Handknijpkracht links	kg
Handknijpkracht rechts	kg

Onderdeel 3, rugzak (keukens): BodPod

BodPod	Resultaten:
Fat	%
Fat free mass	%
Fat mass	kg
Fat free mass	kg
Body mass	kg
Estimated RMR	kcal/dag
Estimated Tee	kcal/dag
Body volume	litr.

Activiteit niveau
mBCA
BIA
BodPod

Ruwe waarden			
mBCA			kHz
BIA			Ω

V. Procedure meting BOD POD

Het BOD POD-systeem werd dagelijks 45-60 minuten vóór de meting opgestart. Daarna werd de BOD POD vóór een meting twee keer gekalibreerd: één keer met een lege cabine om een uitgangswaarde te bepalen (duur 50 seconden) en één keer met een kalibratiecilinder van 50 liter om het reikgebied vast te stellen (duur 50 seconden).

De deelnemer werd eerst gewogen op de elektronisch, gekalibreerde weegschaal om de lichaamsmassa te meten. Daarna nam de deelnemer plaats in de BOD POD. Vóór de meetprocedure kreeg de deelnemer instructies om zich te ontspannen en rustig in en uit te ademen. Na 50 seconden heeft de eerste meting plaatsgevonden. De deur van de BOD POD werd geopend. Op dat moment is het gemeten lichaamsvolume 'rauw/raw' ($V_{b_{\text{raw}}}$). Dit resultaat is nog niet gecorrigeerd met V_{tg} en SAA. Een tweede meting vond plaats om te controleren of hetzelfde meetresultaat van het lichaamsvolume werd weergegeven ten opzichte van de eerste meting (8). De deelnemer bleef, na de eerste meting, in de BOD POD zitten en maakte zich op voor een tweede meting (19). De deur van de BOD POD werd weer gesloten en een tweede meting volgde van 50 seconden. Als het verschil tussen de resultaten van de twee metingen binnen de acceptatiecriteria van 150 ml of 0,2% bleef, werden de data door de BOD POD geaccepteerd en de gemiddelde waarde van deze twee metingen werden gebruikt voor de formule. Als de resultaten van de twee metingen meer dan 150 ml of 0,2% verschilden, werd een derde meting gedaan. De twee meetresultaten die het dichtst bij elkaar lagen, na een derde meting, en die binnen de acceptatiecriteria vielen werden geaccepteerd (8).

VI. Dataverkenning

Dataverkenning op normaliteit

Variabele	Histogram	Scheefheid		Welving		Kolmogorov-Smirnov	
		Scheefheid	Scheefheid / std afwijking	Welving	Welving / std afwijking	Kolmogorov-Smirnov	Significantie
Leeftijd van student	Geen normale verdeling	1,920	4,824	4,697	6,037	0,277	0*
Lengte met seca 213 lengtemeter	Normaal verdeeld	-0,623	-1,565*	0,566	0,728*	0,111	0,2
Gewicht met mBCA	Normaal verdeeld	0,335	0,842*	0,07	0,09*	0,069	0,2
Gewicht met BOD POD	Normaal verdeeld	0	0,925*	0,132	0,170*	0,079	0,2
Vet in kg mBCA	Normaal verdeeld	0,319	0,802*	-0,796	-1,023*	0,124	0,192
Vet in kg BOD POD	Normaal verdeeld	0,257	0,646*	-0,776	-0,997*	0,115	0,2
Vetvrije lichaamsgewicht in kg mBCA	Normaal verdeeld	-0,176	-0,442*	-0,162	-0,208*	0,147	0,054
Vetvrije lichaamsgewicht in kg BOD POD	Geen normale verdeling	-0,249	-0,626*	-0,57	-0,733*	0,138	0,087
Gewicht met mBCA 2e meting	Normaal verdeeld	0,342	0,859*	0,063	0,081*	0,07	0,2
Vet in kg mBCA 2e meting	Normaal verdeeld	0,333	0,837*	-0,732	-0,941*	0,123	0,2
Vetvrije lichaamsgewicht in kg mBCA 2e meting	Normaal verdeeld	-0,183	-0,46*	-0,115	-0,148*	0,137	0,093
Gewicht mBCA gem	Normaal verdeeld	0,338	0,849*	0,067	0,086*	0,07	0,2
Vet in kg mBCA gem	Normaal verdeeld	0,325	0,817*	-0,769	-0,988*	0,127	0,17
Vetvrije lichaamsgewicht in kg mBCA gem	Normaal verdeeld	-0,179	-0,45*	-1,4	-1,799*	0,142	0,071
*wijkt niet af van normale verdeling bij $P < 0,05$						*wijkt af van normale verdeling bij $P < 0,05$	

VII. Literatuuroverzicht: niveaus van evidence

Niveau van evidence	Onderzoekers	Jaar	Journal	Titel	Type onderzoek
A1	Ackland T.R., Lohman T.G., Sundgot-Borgen J., Maughan R.J., Meyer N.L., Stewart A.D., Müller W.	2012	Sports Medicine	Current status of body Composition Assessment in sport	Review
A1	Dehghan, M., Merchant, A.T.	2008	Nutrition Journal	Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies?	Systematische review
A1	Fields D.A., Goran M.I., McCrory M.A.	2002	American Journal for Clinical Nutrition	Body composition assessment via air displacement plethysmography in adults and children: a review	Systematische review
A1	Fields D.A., Higgins P.B., Radley D.	2005	Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care	Air-displacement plethysmography: here to stay	Systematische review
A1	Segal K.R.	1996	American Journal for Clinical Nutrition	Use of bioelectrical impedance analysis measurements as an evaluation for participating in sports	Review
C	Anderson L.J., Erceg D.N., Schroeder E.T.	2012	Nutrition Research	Utility of multifrequency bioelectrical impedance compared with dual-energy x-ray absorptiometry for assessment of total and regional body composition varies between men and women	Dwarsdoorsnedeonderzoek
C	Ballard T.P., Fafara L., Vukovich M.D.	2004	Medicine&Science in Sports&Exercise	Comparison of Bod Pod and DXA in female collegiate athletes	Dwarsdoorsnedeonderzoek
C	Bentzur K.M., Kravitz L., Lockner D.W.	2008	Journal of Strength and Conditioning Research	Evaluation of the Bod Pod for estimating percent body fat in collegiate track and field female athletes: a comparison of four methods	Dwarsdoorsnedeonderzoek
C	Biaggi R.R., Vollman M.W., Nies M.A., Brener C.E., Flakoll P.J., Levenhagen D.K., Sun M., Karabulut Z., Chen K.Y.	1999	American Journal for Clinical Nutrition	Comparison of air-displacement plethysmography with hydrostatic weighing and bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in healthy adults	Dwarsdoorsnedeonderzoek
C	Bosy-Westphal, Schautz B., Later W., Kehayias J.J., Gallagher D., Müller M.J.	2013	European Journal of Clinical Nutrition	What makes a BIA equation unique? Validity of eight-electrode multifrequency BIA to estimate body composition in a healthy adult population.	Dwarsdoorsnedeonderzoek
C	Collins M.A., Miljard-Stafford M.L., Sparling P.B., Snow T.K.	1999	Medicine&Science in Sports&Exercise	Evaluation of the BodPod for assessing body fat in collegiate football players	Dwarsdoorsnedeonderzoek
C	Dempster P., Aitkens S.	1995	Medicine&Science in Sports&Exercise	A new air displacement method for the determination of human body composition	Dwarsdoorsnedeonderzoek

Niveau van evidence	Onderzoekers	Jaar	Journal	Titel	Type onderzoek
C	Dixon C.B., Deitrick R.W., Pierce J.R., Cutrufello P.T., Drapeau L.L.	2005	Journal of Strength and Conditioning Research	Evaluation of the Bod Pod and leg-to-leg bioelectrical impedance analysis for estimating percent body fat in National Collegiate Athletic Association Division III collegiate wrestlers	Dwarsdoorsnedeonderzoek
C	Levenhagen D.K, Borel M.J., Welch D.C., Piasecki J.H., Piasecki D.P., Chen K.Y., Flakoll P.J.	1998	Journal of Parenteral and Enteral Nutrition	A comparison of Air Displacement Plethysmography with three other techniques to determine body fat in healthy adults	Dwarsdoorsnedeonderzoek
C	McCrory M.A., Gomez T.D., Bernauer E.M., Molé P.A.	1995	Medicine&Science in Sports&Exercise	Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition	Dwarsdoorsnedeonderzoek
C	McCrory M.A., Molé P.A., Gomez T.D., Dewey K.G., Bernauer E.M.	1998	Journal of Applied Physiology	Body composition by air-displacement plethysmography by using predicted and measured thoracic gas volumes	Dwarsdoorsnedeonderzoek
C	Sun G., French C.R., Martin G.R., Younghusband B., Green R.C., Xie Y. et al.	2005	American Journal of Clinical Nutrition	Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, healthy population	Dwarsdoorsnedeonderzoek
C	Utter A.C., Goss F.L., Swan P.D., Harris G.S., Robertson R.S., Trone G.A.	2003	Medicine&Science in Sports&Exercise	Evaluation of air displacement for assessing body composition of collegiate wrestlers	Dwarsdoorsnedeonderzoek
C	Utter A.C., Lambeth P.G.	2010	Medicine and science in sports and exercise	Evaluation of multifrequency bioelectrical impedance analysis in assessing body composition in wrestlers	Dwarsdoorsnedeonderzoek
C	Vescovi J.D., Hildebrandt L., Miller W., Hammer R., Spiller A.	2002	Journal of Strength and Conditioning Research	Evaluation of the Bod Pod for estimating percent fat in female college athletes	Dwarsdoorsnedeonderzoek
D	Baracos V., Caserotti, P. Earthman C.P., Fields D., Gallagher D., Hall K.D. et al.	2011	Journal of Parenteral and Enteral Nutrition	Advances in the Science and Application of Body Composition Measurement	Opinie van een expert
D	Ellis K.J., Bell S.J. Chertow G.M., Chumlea W.C., Knox T.A., Kotler D.P et al.	1999	Nutrition	Bioelectrical impedance methods in clinical research: a follow-up to the NIH technology assessment conference	Opinie van een expert
D	Hulshof P.J.M. Ir.	2009	Nederlands Tijdschrift voor Voeding en Dietetiek	Het meten van de lichaamssamenstelling in de eerstelijns gezondheidszorg	Opinie van een expert
D	Salmi, J.A.	2003	Journal of sports science and medicine	Body composition assessment with segmental multifrequency bioimpedance method	Opinie van een expert
E	Cosmed	2012	Gebruikershandleiding	Operator's manual. Bod Pod Gold Standard	Overige publicatie

Niveau van evidence	Onderzoekers	Jaar	Journal	Titel	Type onderzoek
E	Former-Boon, M., van Duinen, J.J.	2008	Boek	Evidence-based Diëtetiek	Overige publicatie
E	Geloven, ir. N. van, Bossuyt, Prof. dr. P.	2012	Internet	Intraclass correlatie coëfficiënt	Overige publicatie
E	Hair, J.F.H., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E., Tatham, R.L.	2006	Boek	Multivariate data analysis	Overige publicatie
E	Hogen, E. van den (Maastricht UMC)	2013	Internet	Wat is Nutritional Assessment?	Overige publicatie
E	Jong, A. de, Vandenbroele, H., Glorieux, M., Maesschalck, L. de, Visser, M.	2008	Boek	Inleiding wetenschappelijk onderzoek voor het gezondheidsonderwijs	Overige publicatie
E	Lankers, E.	2009	Boek	Een wereld te winnen: professionalisering van de arbeidsverhoudingen van beroepssporters in Nederland	Overige publicatie
E	Seca-Precision for health	2012	Gebruikershandleiding	Seca 515/514 instructions for use for doctors and assistants	Overige publicatie
E	Vet, H.C.W. de, Terwee, C.B., Mokkink, L.B., Knol, D.L.	2011	Boek	Measure	Overige publicatie
E	Wendel-Vos, G.C.W.	2013	Internet	Hoeveel mensen zijn voldoende lichamelijk actief? Sport en fitnorm	Overige publicatie

VII. Bland Altman plot: limits of agreement

Validiteit: vetmassa in kg en vetvrije massa in kg gemeten met de mBCA en de BOD POD

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
BA_Afw_VetKG	35	-6,30	5,00	-1,8186	2,78410
BA_Afw_VetvrijKG	35	-5,60	6,00	1,0514	2,78709
Valid N (listwise)	35				

