

Standard Operating Procedures

Nutritional Assessment
UMC Utrecht afdeling Diëtetiek

**Meting lichaamssamenstelling middels totale lichaams densitometrie
(COSMED BOD POD[®])**

Inhoud

1. Doel
2. Termen en afkortingen
3. Verantwoordelijkheden
4. Werkwijze
 - 4.1 Exclusie van patiënten
 - 4.2 Voorbereiding van patiënten
 - 4.3 Benodigde materialen
 - 4.4 Uitvoering van de meting
 - 4.5 Registratie en rapportage van gegevens
5. Literatuur
6. Bijlagen
 - 6.1 Bijlage 1a Schoonmaak locatie
 - Bijlage 1b Schoonmaak en onderhoud BOD POD

1. Doel

Het meten van de lichaamssamenstelling middels totale lichaams densitometrie geeft informatie over de hoeveelheid vetmassa en vetvrije massa van het lichaam. Deze gegevens kunnen worden gebruikt bij het bepalen van de voedingstoestand van een patiënt. De meting kan worden uitgevoerd bij volwassenen en kinderen vanaf 6 jaar.*

* Voor kinderen vanaf 2 tot 6 jaar zijn extra accessoires nodig voor een accurate meting en aangepaste software. Voor kinderen < 8 kg de zogenaamde PEA Pod.

Indicaties:

- Als parameter lichaamssamenstelling in de diagnostiek van de voedingstoestand.
- Voor het monitoren van veranderingen in de lichaamssamenstelling tijdens voedingsinterventie en/of in combinatie met fysieke trainingsinterventie.

Achtergrondinformatie

De BOD POD[®] gebruikt het principe van totale lichaams densitometrie om de hoeveelheid vetmassa en vetvrije massa in het lichaam te schatten. Totale lichaams densitometrie is gebaseerd op de bepaling van lichaamsdichtheid door het meten van lichaamsgewicht en lichaamsvolume middels BODPOD. Uit studies is gebleken dat de dichtheid van vet vrije massa kan verschillen afhankelijk van etniciteit, geslacht en leeftijd (nb. de dichtheid van vet is constant, bij 37 graden nl. 0,9007). Daarom zijn er verschillende formules ontwikkeld voor verschillende populaties.

De hoeveelheid vet massa wordt berekend met de beschikbare populatie specifieke formules in de software. Tevens wordt de vetvrije massa weergegeven (in zowel % als kg). Met de elektronische weegschaal van de BOD POD wordt het gewicht van de patiënt gemeten. Het volume van de patiënt wordt gemeten in de BOD POD door middel van Air Displacement Plethysmography (ADP). Met behulp van onderstaande formule kan de lichaamsdichtheid worden berekend.

$$D_b = M_b / V_b$$

Hierbij is D_b lichaamsdichtheid, M_b gewicht en V_b volume.

De bepaling van lichaamssamenstelling middels densitometrie is gebaseerd op het 2-compartimenten model. Het lichaam bestaat uit twee compartimenten: een vet compartiment en een vetvrij compartiment. Het vetvrije compartiment bestaat uit eiwit, water, mineraal en glycogeen. De dichtheid van welk materiaal dan ook, is de functie van de dichtheden van zijn componenten. Het 2-compartimenten model kan gedefinieerd worden als:

©Afdeling Diëtetiek UMC Utrecht

SOP Meting lichaamssamenstelling middels totale lichaamsdensitometrie (BODPOD[®])
december 2017

$$1/D_b = VM/D_{vm} + VVM/D_{vvm}$$

Hierbij is VM (vetmassa), D_{vm} (dichtheid van vet), VVM (de vetvrije massa) en D_{vvm} de dichtheid van vetvrije massa. Bij herschikken van deze formule en het uitdrukken van de VVM als $1-VM$, kan % vetmassa gedefinieerd worden als:

$$\% \text{ vet} = (D_{vm} \times D_{vvm} / D_b (D_{vvm}-D_{vm}) - D_{vm} / D_{vvm}-D_{vm}) \times 100\%$$

Dus om te berekenen, moet lichaamsdichtheid worden gemeten en de waarden voor dichtheid van vet en vetvrije massa bekend zijn. Er zijn diverse kadaver studies gedaan om de dichtheid van vet en vetvrije massa te bepalen. Deze studies laten zien dat de waarden van de vetvrije massa afhankelijk zijn van ras, geslacht en leeftijd. Om deze redenen zijn er diverse formules ontwikkeld voor verschillende populaties.¹⁻⁵

De volgende formules zijn beschikbaar in de BOD POD software:

Naam	Formule	Populatie
Siri ¹	$\% \text{ vet} = (4.95/D_b - 4.50) * 100$	General
Schutte ²	$\% \text{ vet} = (4.374/ D_b - 3.928) * 100$	African American and Black Males
Ortiz ³	$\% \text{ vet} = (4.83/ D_b - 4.37) * 100$	African American and Black Females
Brozek ⁴	$\% \text{ vet} = (4.57/ D_b - 4.142) * 100$	Lean and obese individuals
Lohman ⁵	$\% \text{ vet} = (C_1/ D_b - C_2) * 100$	Kinderen \leq 17 jaar

C1 en C2 zijn constanten gebaseerd op leeftijd en geslacht

Thoracale Gas Volume

Voor het longvolume moet een correctie worden aangebracht op het door de BOD POD gemeten "ruwe" lichaamsvolume, dit wordt het thoracale gas volume (TGV) genoemd.

Tijdens een BOD POD meting kan het TGV worden gemeten (1), voorspeld worden met voorspellingsformules gebaseerd op geslacht, leeftijd en lengte (2), of ingevoerd worden, indien de waarde bekend is uit een eerder en recent uitgevoerde TGV meting (3).

Een meting van TGV zal in de meeste gevallen het meest nauwkeurig zijn. Het meten van het longvolume is niet bij iedere patiënt goed uit te voeren⁶, hiervoor kan een geschatte waarde gebruikt worden, wat een variatie in vetmassa kan geven van 3%.⁷

De voorspellingsformules voor TGV zijn gebaseerd op gezonde volwassenen en kinderen⁸⁻¹¹ en zijn daarom niet geschikt voor patiënten of andere populaties waarbij longvolume afwijkend is.

2. Termen en afkortingen

Deelnemer	Persoon bij wie de meting wordt uitgevoerd
Testafnemer	Persoon die de meting uitvoert
VM	Vetmassa (in kg)
VVM	Vetvrije massa (in kg)
TGV	Thoracale gas volume (in liter)
D	Dichtheid (in kg/liter)
M	Massa (in kg)
V	Volume (in liter)

3. Verantwoordelijkheden

3.1 Onderhoud locatie

De Cosmed BOD POD staat opgesteld in ruimte G01.114.

Deze ruimte wordt gereinigd volgens afspraak; zie bijlage 1a.

3.2 Onderhoud apparaat

Het onderhoud van de Cosmed BOD POD vindt plaats; zie bijlage 1b.

4. Werkwijze

4.1 Exclusie van patiënten

- Personen met claustrofobie
- Personen die continue zuurstof krijgen en niet gedurende 10 min afgekoppeld kunnen worden van de zuurstof.
- Personen die niet rechtop kunnen (stil)staan en (stil)zitten, bijvoorbeeld met toegenomen bewegingsdrang of tremoren.
- Personen die tot 2 uur van te voren gegeten hebben of gedronken. Inname medicatie met water toegestaan, mits noodzakelijk.
- Personen die tot 2uur voor de meting intensief fysiek actief geweest zijn.
- Personen met oedeemvorming/ascites.
- NB bij zwangerschap is interpretatie van uitslag lastig. Zwangerschap is geen contra-indicatie voor een BodPod meting want er wordt niet met straling gewerkt en het luchtdrukverschil tijdens de meting is te vergelijken met het nemen van een lift over twee verdiepingen.

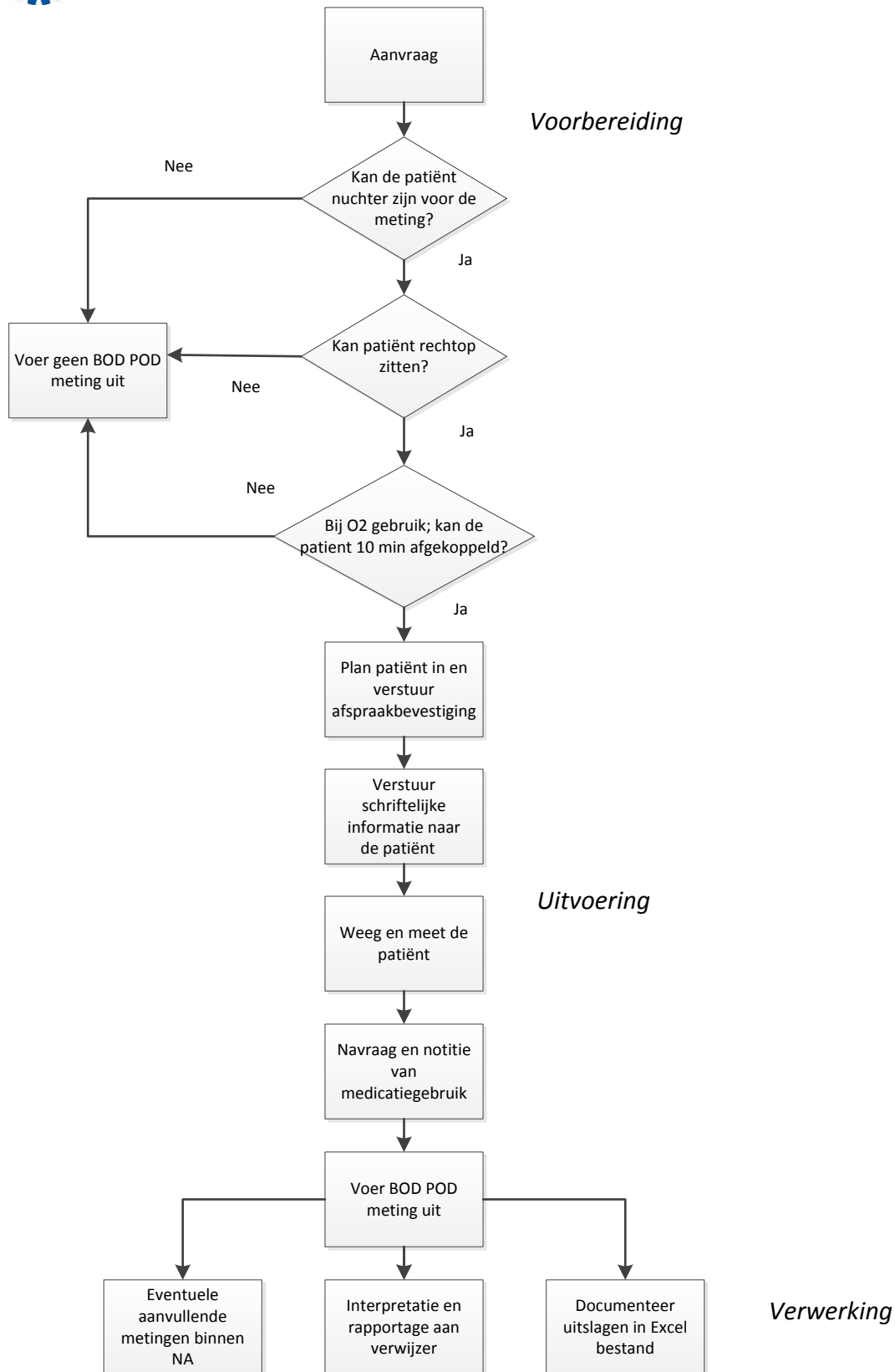
4.2 Voorbereiding van patiënten

Informeer bij een poliklinische meting de patiënt ongeveer 1 week van te voren schriftelijk over de meting. Gebruik hiervoor de patiëntenbrochure; 'Het meten van uw lichaamssamenstelling middels totale lichaams densitometrie, zie schijf (Zie; G:\Dietetiek\alleenlezen\werkmethoden\Nutritional Assessment\Brochures). De patiënt krijgt de brochure meegestuurd met de afspraakbevestiging.

Indien de patiënt is opgenomen minimaal 2 dagen voor de meting de brochure langsbrengen.

4.3 Benodigde materialen

- Cosmed BOD POD met alle benodigdheden
- Badmuts
- BOD POD elektronische weegschaal
- Meetlat (Seca 402 stadiometer)
- Registratieformulier BOD POD, zie schijf G:\Dietetiek\mededelingen\WG A&E\SOP en literatuur\BODPOD\Registratieformulier



Figuur 1: stroomschema aanmelding, selectie, meting patiënt en gegevensverwerking

4.4 Uitvoering van de meting

Vorbereiding en kalibratie

1. Zorg dat de Cosmed BOD POD is opgewarmd (45 minuten) voor de kalibratie (BOD POD aanzetten via schakelaar aan achterzijde en BOD POD computer aanzetten).
2. Als de software is opgestart vul user name (HIX gebruikersnaam) en wachtwoord in.
3. Voer de hardware kalibratie uit via het menu QC> Analyze Hardware en volg de stappen op het scherm.
4. Voer, indien nodig (1x per 2 weken of indien weegschaal verplaatst is), de kalibratie van de weegschaal uit via het menu QC > Calibrate Scale en volg de stappen op het scherm.
5. Voer de controle op het functioneren van de weegschaal uit via het menu QC > Scale Check.
6. Voer de controle op de stabiliteit van de omgeving en stabiliteit van de BOD POD uit via het menu QC > Autorun
Deze activiteit evalueert milieu-en BOD POD stabiliteit door het uitvoeren van 6 volume metingen. Deze procedure voor kwaliteitscontrole moet elke dag vóór een meting van een persoon worden uitgevoerd. De testresultaten: Mean Volume, Standard Deviation (SD), minimum en maximum waarden, Slope (helling van de regressierechte lijn) wordt getoond in een tabel. De test wordt beschouwd als akkoord indien achter zowel Standard Afwijking (SD) en Slope aanduiding "PASS" wordt vermeld. Acceptatie-criteria voor de SD (< 60 mL) en Slope (binnen ± 30 mL) worden hierbij getoond.
7. Voer de volume kalibratie uit via het menu QC > Volume en volg de stappen op het scherm.
Deze activiteit evalueert de nauwkeurigheid en precisie van BODPOD volumemetingen met behulp van de kalibratie inbegrepen volume met de BODPOD. De volume sequentie voor deze activiteit bestaat uit een volume kalibratie gevolgd door 5 volumemetingen met ~ 50 L Calibratie cilinder. Deze procedure voor kwaliteitscontrole moet elke dag voor meting worden uitgevoerd. Mean Volume en Standard Deviation (SD) waarden worden getoond, evenals de individuele waarden in een tabel. De test is akkoord indien achter zowel Mean Volume en SD aanduiding "PASS" wordt vermeld. Acceptatiecriteria voor Mean Volume (50.056 en 50.256 L) en SD (< 75 mL) worden hierbij getoond.
8. Controleer voorafgaand aan de meting of de patiënt/proefpersoon nog vragen heeft over de uitvoering van de meting.
9. Controleer of de patiënt nuchter is (niet gegeten, niet gedronken in de voorgaande 2 uur). Indien de patiënt/proefpersoon niet nuchter is \rightarrow annuleer de meting.



10. Controleer op de patiënt niet fysiek actief geweest is in de 2uur voorafgaand aan de meting.
11. Verzoek de patiënt zijn schoenen uit te doen.
12. Meet de lengte van de patiënt/proefpersoon onder de beschikbare meetlat.
13. Verzoek de patiënt ook zijn sokken en kleding uit te doen, eventuele sieraden/bril af te doen en de badmuts op te doen (het haar moet volledig onder de badmuts zitten, voorkom luchtholtes onder de badmuts)
Kledingvoorschrift mannen: strakke zwembroek of onderbroek/short
Kledingvoorschrift vrouwen: strakke bikini/badpak of onderbroek/short en bh zonder vulling.

Uitvoering meting

14. Voer de meting uit via het menu Test> Body Composition.
15. Vul de patiëntgegevens in. Kies bij Ethnicity voor “general population”. Indien nodig voor “african american”.
16. Doorloop de stappen op het scherm.
17. Indien de patiënt niet gewogen kan worden op de BOD POD weegschaal; druk op “CTRL-W” in het Start Mass Measurement scherm. Voeg het gewicht handmatig in (bij voorkeur recent gewogen of thuis of elders op zitweegschaal), kies hiervoor voor kg en druk op “Continue”. NB ingevoegd gewicht niet zichtbaar: zwarte tekst in zwarte achtergrond. Door vakje met ingevoerd getal te selecteren is het wel leesbaar.
18. Kies density model (kies Siri¹ bij volwassenen, Lohman⁵ bij kinderen, Brozek⁴ bij hele magere en obese personen, Schutte² of Oritz³ bij personen van Afro-Amerikaanse afkomst of met een donkere huidskleur) en Thoracic Gas Volume (bij niet meten kies “Predicted”, bij meten kies “Measured” of kies “Entered” bij eerder gemeten en bekende Thoracic Gas Volume)
19. Zorg dat de patiënt tijdens de meting ontspannen en stil zit en rustig in en uit ademt, vraag de patiënt zijn handen losjes op zijn knieën te leggen.
20. Geef aan waar de noodknop zit, en dat de meting te allen tijden onderbroken kan worden mocht de patiënt in paniek raken.

4.5 Inzage en rapportage van meetresultaten

21. Resultaten worden automatisch opgeslagen. Om testresultaten te kunnen inzien kies Datamanagement en voer wachtwoord voor datamanagement in.
22. Selecteer de gewenste patiënt.
23. Onder Test Results zijn de uitslagen zichtbaar (% Fat, % FFM en kg FM, kg FFM etc.) Uitkomsten kunnen nog niet vergeleken worden met referentie waarden omdat deze nog niet beschikbaar zijn.
24. Exporteren van testresultaten naar een .txt bestand is mogelijk via Datamanagement (vul wachtwoord voor datamanagement in) en kies Export Data. Kies de gewenste testresultaten en geef het bestand een naam. De file wordt opgeslagen op C:\BOD POD Data\Export Results\ en is via een memorstick op elke computer over te zetten en in bv Excel te bewerken.
25. Rapporteer de uitslag van de meting aan de verwijzer en maak zonodig gebruik van het document tekstblok NA REE BIA HKK BOD POD in HIX. Vul bij het genereren van de poliklinische brief als 'onderwerp' Nutritional Assessment (nr 113) in.
26. Maak de BOD POD schoon volgens de voorschriften van de fabrikant (bijlage 2b).

Overige aandachtspunten:

- Bij stroomuitval heeft de batterij (APC) voor ca. 45 min stroom
- De noodknop in de BOD POD kan, in een noodsituatie, door de patiënt gebruikt worden om de stroom van de magneten af te halen waardoor de deur direct geopend kan worden. De uitvoerder van de test kan in een noodsituatie de BOD POD uitschakelen (via de aan/uit schakelaar achterop de BOD POD), waardoor de deur ook direct te openen is.
- Meten van Thoracic Gas Volume tijdens een BOD POD meting is preciezer dan de schatting van Thoracic Gas Volume, maar dit is in de praktijk moeilijk uitvoerbaar waardoor de resultaten juist minder nauwkeurig worden. Formules voor inschatting Thoracic Gas Volume zijn gebaseerd op gezonde proefpersonen³⁻⁶ (volwassenen en kinderen) en zijn niet betrouwbaar bij ziekte of populaties met een afwijkend long volume Zorg tijdens de BOD POD kalibratie en meting dat de deur van de NA ruimte dicht blijft en er geen luchtstromen door beweging in de ruimte ontstaan.
- Stijging van de omgevingstemperatuur tijdens de meting kan de meting beïnvloeden. Zorg voor een constante omgevingstemperatuur tussen de 21-27 graden Celsius.
- De optie QC > Warmup is niet nodig wanneer de BOD POD gedurende 45 min is opgewarmd.



- Bij heel magere personen krijg je een onderschatting van de hoeveelheid lichaamsvet bij het Siri model. Belangrijk is om bij de beoordeling te checken of het goede model is gebruikt.

5. Methodologische kwaliteit

5.1. Validiteit

Meerdere validaties studies hebben plaatsgevonden waarbij vetmassa kan variëren.¹²⁻¹⁴ Ten opzichte van de onderwaterweging (referentie methode), is er een verschil tussen de metingen in % vetmassa (VM), die verschil ligt tussen de -4% en 1,9% vetmassa.⁹ Het meten van het longvolume is niet bij iedere patiënt goed uit te voeren met name bij longpatiënten,⁶ hiervoor kan een geschatte waarde gebruikt worden, wat een variatie in vetmassa (VM) kan geven van 3%.⁷ Bij overgewicht geeft de meting een overschatting van % vetmassa t.o.v. deuterium methode van 2-3%.¹⁵

5.1 Betrouwbaarheid

Bij herhaalde metingen, zowel op dezelfde dag als tussen verschillende meetdagen, is er een minimaal verschil in uitkomst. Deze uitkomsten zijn in overeenstemming met een meting van lichaamssamenstelling middels DXA en de onderwatermethode. Er een verschil van gemiddeld 3% tussen uitkomsten door twee verschillende onderzoekers.¹²

6. Referenties

1. Siri WE (1961). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In Brozek J, Henschel A (eds). Techniques for measuring body composition. Washington DC: Natl Acad Sciences/Natl Res Council pp 223-24.
2. Schutte JE, Townsend EJ, Hugg J et al. (1984). Density of lean body mass is greater in blacks than whites. *Journal of applied Physiology*, 56, 1647-1649.
3. Ortiz O, Russell M, Daley TL, Baumgartner RN, Waki M et al. (1992). Differences in skeletal muscle and bone mineral mass between black and white females and their relevance to estimates of body composition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 55, 8-13.
4. Brozek J, Grande F, Anderson JT, Keys A (1961). Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann N Y Acad Sci* 110: 113-40.
5. Lohman TG (1989). Assessment of body composition in children. *Pediatric Exercise Science*, 1, 19-30.
6. Anderson DE (2007). Reliability of air displacement plethysmography. *Journal of Strength and Conditioning research*. 21: 169-172.
7. Collins AL, McCarthy HD (2003). Evaluation of factors determining the precision of body composition measurements by air displacement plethysmography. *Eur J Clin Nutr*. 57: 770-776.
8. Crapo RO, Morris AH, Clayton PD, Nixon CR (1982). Lung volumes in healthy non-smoking adults. *Bull. Eur. Physiopath. Respir*. 18, 419-425.
9. Fields DA, Hull HR, Cheline AJ, Yao M and Higgins PB (2004). Child-specific thoracic gas volume prediction equations for air-displacement plethymography. *Obes Res* 12, 1797-1804.
10. Adapted Fields-Stocks Equation (Proprietary) for children aged 2 to 11 years.
11. Stocks J, Marchard F, Kraemer R, Gutkowski P, Yishay EB, Godfrey S (1996). Plethymographic assessment of functional residual capacity and airway resistance. In stock J, Sly PD, Tepper RS, Morgen WJ (eds). *Infant respiratory function testing*. Wiley-Liss, New York, pp 191-239.
12. Fields DA, Goran MI, McCrory MA. Bodycompositionassessment via air-displacement Plethysmography in adults and children. *Am J Clin Nutr*2002;75(3):45367.
13. McCrory MA, Gomez TD, Bernauer EM, Molé PA. Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. *Med Sci Sports Exerc*. 1995 Dec;27(12):1686-91.
14. Ginde SR, Geliebter A, Rubiano F, Silva AM, Wang J, Heshka S, Heymsfield SB. Air displacement plethysmography: validation in overweight and obese subjects. *Obes Res*. 2005 Jul;13(7):1232-7.
15. Plasqui G, Soenen S, Westerterp-Plantenga, Westerteerp KR. Measurement of longitudinal changes in body composition during weight loss and maintenance in overweight



and obese subjects using air-displacement plethysmography in comparison with the deuterium dilution technique. *Int J Obes* (2011) 35: 1124-1130.

16. BOD POD –operators manual

Bijlage 1a. Schoonmaak locatie

De Nutritional Assessment ruimte wordt schoongemaakt volgens de Hygiëncode Nutritional Assessment ruimte en materialen. (Zie; G:\Dietetiek\mededelingen\WG A&E\energiehuishouding\Praktische zaken metingen)

Bijlage 1b. Schoonmaak en onderhoud Cosmed BOD POD**Schoonmaak van de BODPOD**

Frequentie: wekelijks of vaker als de oppervlakten vies zijn

- Maak de witte binnenzijde van de BOD POD wekelijks schoon (of vaker indien oppervlakten vies zijn) met de Sani cloth® active wipes. Neem vervolgens alle oppervlakten met een schone, natte doek af.
- De twee 'diaphragm vents' (de gleuven in de rugleuning van de zitting), de vijf magneten, de vijf magneethouders, de twee luchtgaten in de cabine en de rubberen ring in de BOD POD deur niet in contact laten komen met de Sani cloth® active wipes.
- BOD POD window: afnemen met het bijgeleverde glasschoonmaakmiddel (Brilliance® plastic cleaner) .
- BOD POD magneten: maandelijks schoonmaken met een alcohol swab.
- BOD POD weegschaal: wekelijks schoonmaken met een schone, vochtige doek.
- BOD POD computer, monitor, printer: conform algemene afspraken instelling.

Het onderhoud van de Cosmed BOD POD vindt jaarlijks plaats.