

NUTRITIONAL ASSESSMENT PLATFORM



Meetprotocol MF-BIA

InBody S10

Standard Operating Procedures

Versie 1

12/27/2021

Auteur: Inez Jans, diëtist nierziekten Ziekenhuis Gelderse Vallei Ede

Deze SOP is tot stand gekomen met medewerking van InBody Europe b.v.,
dr. C.M.F. Franssen, internist-nefroloog UMC Groningen en Wesley Visser, diëtist
nierziekten Erasmus MC

Doel:	Bepalen van de lichaamssamenstelling, lichaamswater en identificeren van links-rechts verschillen van de ledematen op basis van Multi-Frequentie Bio-elektrische Impedantie Analyse (MF-BIA) met behulp van de InBody S10.
Doelgroep:	Personen tussen 3 en 99 jaar met een lengte tussen 95 en 220 cm en een gewicht tussen 10 en 250 kg.
Tijdsduur:	Incl. voorbereiding ± 10 minuten

Inhoud

1. Doel van het meetinstrument.....	2
2. Begrippen en bepalingen	2
3. Achtergrondinformatie	3
4. Doelgroep.....	5
5. Veiligheid en Milieu	6
5.1. Veiligheid deelnemer en testuitvoerder.....	6
Verder is het gebruik veilig.	6
De gebruiker dient getraind te zijn in het gebruik en het interpreteren.....	6
5.2. Milieu	6
6. Beschrijving van het meetinstrument.....	6
7. Reinigen en Onderhoud	9
7.1. Reinigen.....	9
7.2. Onderhoud van de apparatuur	9
8. Werkwijze.....	10
8.1. Benodigheden	10
8.2.1. Voorbereiding	11
8.2.2. Meting.....	15
8.3. Verwerking van de resultaten.....	17
8.3.1. Beoordeling.....	17
9. Methodologische kwaliteit	28
9.1. Validiteit.....	28
9.2. Betrouwbaarheid	29
Referenties.....	29
Bijlage 1: Voorbeeld 1: Berekenen drooggewicht met behulp van ECW Ratio	31
Bijlage 2: Voorbeelden 2 en 3: Berekenen VVM met behulp van ECW Ratio.....	32
Bijlage 3: Referentietabel fasehoek (Bosy-Westphal e al).....	33
Bijlage 4: Referentietabel fasehoek (Barbosa-Silva et al)	35
Bijlage 5: Referentietabel VVM (Kyle et al).....	36
Bijlage 6: Referentietabel VVMI (Schutz et al).....	37
Bijlage 7: Referentietabel VMI (Schutz et al)	38
Bijlage 8: Referentietabel ASSM (Kyle et al)	39
Bijlage 9: Referentietabel ASSMI	40

1. Doel van het meetinstrument

Bepalen van de lichaamssamenstelling, lichaamswater en identificeren van links-rechts verschillen van de ledematen op basis van Multi-Frequentie Bio-elektrische Impedantie Analyse (MF-BIA) met behulp van de InBody S10 met metingen op 6 frequenties: 1 kHz, 5 kHz, 50 kHz, 250 kHz, 500 kHz en 1000 kHz.

2. Begrippen en bepalingen

In de tabel uitleg van gebruikelijke afkortingen.

Tabel 1. Afkortingen.

ASSM	Appendiculaire skeletspiermassa
ASSMI	Appendiculaire skeletspiermassa index Is ASSM / lengte (m) ² of VVM ledematen/lengte (m) ² Synoniem: Skeletspier index of Segmental muscle mass index (SMI)
BCM	Body cell mass - Lichaamscelmassa, het metabool actieve weefsel Is ICW + Eiwit resp. (VVM) – (ECW + Mineralen)
BIA	Bio-elektrische impedantie analyse
BIS	Bio-elektrische impedantie spectroscopie (Body Composition Monitor – Fresenius)
BIVA	Bio-elektrische impedantie vectoranalyse
BMR	Basal metabolic rate – basaalmetabolisme (in kcal)
BRMO	Bijzonder resistente micro-organismen
CNS	Chronische nierschade
ECW	Extracellulair water
ECW Ratio	ECW / TLW
EPD	Elektronisch Patiënten Dossier
ICW	Intracellulair water
HD	Hemodialyse
LA	Left arm – linker arm
LL	Left leg – linker been
MF-BIA	Multi-Frequentie Bio-elektrische Impedantie Analyse (InBody S10)
PA	Phase angle – fasehoek
PD	Peritoneale dialyse
PEW	Protein-Energy Wasting Synoniem: (ziektegerelateerde) ondervoeding
R	Resistance – weerstand
RA	Right arm – rechter arm
RL	Right leg – rechter been
TR	Trunk – romp
SF-BIA	Single-Frequentie Bio-elektrische Impedantie Analyse
SLM	Soft lean mass Is VVM - botmineralen
SSM	Skeletal muscle mass – skeletspiermassa (armen, benen en romp)
THD	Thuis hemodialyse

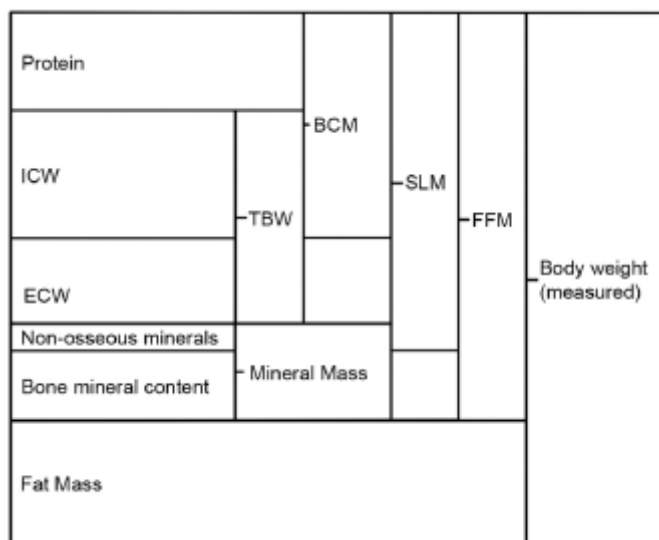
TLW	Totaal lichaamswater Is ICW + ECW Synoniem: TBW – total body water
VM	Vetmassa Is lichaamsgewicht – VVM Synoniemen: FM – fat mass en ATM – Adipose tissue mass
VMI	Vetmassa index Is VM (kg) / lengte (m) ²
VVM	Vetvrije massa Synoniemen: FFM – fat free mass, LTM – lean tissue mass en TLM – total lean body mass
VVMI	Vetvrije massa index Is VVM (kg) / lengte (m) ²
Xc	Reactantie Synoniem: Reactance
Z	Impedantie

3. Achtergrondinformatie

Lichaamssamenstelling

De lichaamssamenstelling wordt grofweg uitgedrukt in spieren/eiwitten, botten/mineralen, water en vet. Een nauwkeurigere onderverdeling van de lichaamssamenstelling is te zien in figuur 2. De hoeveelheden (en percentage voor vetmassa) geven afgezet tegen referentiewaarden een indicatie over de 'gezondheid' van het lichaam.

Figuur 2. Schematische weergave van de lichaamssamenstelling.
[Overgenomen uit [13] Moonen & van Zanten]



Achtergrond, theorie en principe

Bio-elektrische Impedantie Analyse (BIA) is een dubbelindirecte methode waarmee de lichaams-samenstelling kan worden gemeten. Het is gebaseerd op elektrische geleiding van een wisselstroom door het lichaam c.q. het bieden van weerstand daartegen. Water is een goede geleider, vet is een slechte geleider. Hoe beter de geleiding van de wisselstroom is,

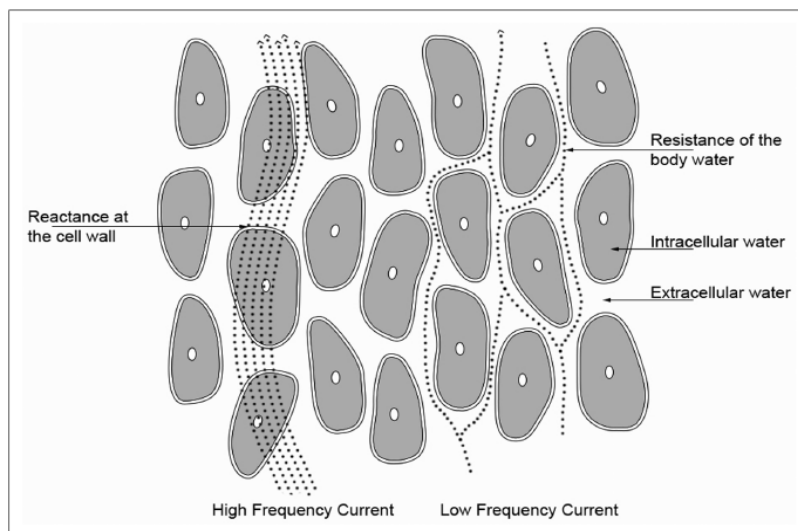
hoe lager de weerstand (R). Als de stroom een cel tegenkomt, zal de celwand een “vertraging” veroorzaken. De elektrische stroom zal daardoor ophopen en genoeg energie opwekken om door de celwand heen te dringen. Deze korte vertraging of energieopslag wordt reactantie (X_c) genoemd. Impedantie (Z) is een combinatie van weerstand (R) en reactantie (X_c) en wordt gebruikt voor het berekenen van de vetvrije massa (VVM)..

De fasehoek is de hoek tussen de impedantie en weerstand. Het is een maat voor de hoeveelheid en kwaliteit van cellen.

Door het meten met verschillende, zowel lage als hoge frequenties, kan accuraat het totaal lichaams-water worden bepaald en onderscheid worden gemaakt tussen het intracellulaire water (ICW) en extracellulaire water (ECW). Hoe groter het bereik tussen de lage en hoge frequenties is, hoe beter dit onderscheid gemaakt kan worden. Op basis hiervan kan accuraat de vetvrije massa (VVM), vetmassa (VM) en het totale lichaamswater (TLW) worden bepaald. Zie figuur 3.

Figuur 3. Principe van MF-BIA.

[Overgenomen uit [13] Moonen & van Zanten]



Lage frequenties gaan moeilijk door de celmembranen en reflecteren daarmee het extracellulair water. Hoge frequenties gaan juist makkelijk door de celmembranen en geven daarmee inzicht in zowel het extracellulaire als intracellulaire water, of te wel het totale lichaamswater.

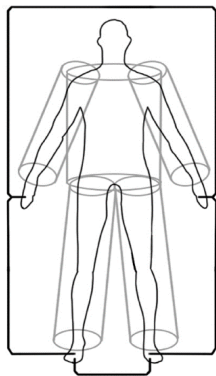
Verschillende soorten BIA's

Er zijn verschillende soorten BIA's:

- Single-Frequentie Bio-elektrische Impedantie Analyse (SF-BIA) meet op 50 kHz en kan daardoor geen onderscheid maken tussen vocht en spiermassa. De meting wordt aan één kant uitgevoerd waarbij wordt aangenomen dat de linker lichaamshelft identiek is aan de rechter lichaamshelft.
- Multi-frequentie Bio-elektrische Impedantie Analyse (MF-BIA).
Deze BIA's zijn beter geschikt voor patiënten met afwijkende hydratiestatus doordat gebruik wordt gemaakt van wisselspanning met zowel lage en hoge frequenties.

- De BIS (BCM Fresenius) meet op 50 frequenties tussen 5 en 1000 kHz. Hiermee is onderscheid te maken tussen vocht en spieren. De meting wordt echter maar aan één kant van het lichaam uitgevoerd, waarbij wordt aangenomen dat de linker lichaamshelft identiek is aan de rechter lichaamshelft. Dit vermindert de betrouwbaarheid in vergelijking met meting van de 5 aparte lichaamssegmenten. Links-rechts verschillen zijn hiermee niet op te sporen. Onderzoek waarin de VVM bepaald met de BIS werd vergeleken met bepaling middels DEXA (een indirecte methode die vaak als referentie wordt gehanteerd) laat een overschatting van VVM door de BIS zien. [6]
- De MF-BIA InBody S10 meet op 6 frequenties: 1 kHz, 5 kHz, 50 kHz, 250 kHz, 500 kHz en 1000 kHz. De 5 lichaamssegmenten of cilinders, linkerarm, rechterarm, linkerbeen, rechterbeen en romp worden apart gemeten. Zie figuur 4. Hierdoor neemt de betrouwbaarheid van de meting toe. Ook kunnen verschillen in vocht en vetvrije massa tussen de linker en rechter ledematen worden opgespoord.

Figuur 4. De 5 apart gemeten segmenten of cilinders.



4. Doelgroep

De InBody S10 is geschikt voor patiënten met afwijkende hydratiestatus door

- chronische nierschade en eindstadium nierfalen;
- hartfalen en/of decompensatio cordis.

Ook patiënten opgenomen op de intensive care hebben vrijwel allemaal een afwijkende hydratatie-status. Tijdens de eerste dagen van de IC-opname zorgt de cytokinestorm voor beschadiging van de celwand. Dit kan leiden tot o.a. intramusculair oedeem, waardoor er een overschatting van de VVM ontstaat. De toepassing en interpretatie van de uitslagen zijn nog in onderzoek.

Indicaties:

1. Meting vochtstatus:
 - Als parameter in de diagnostiek van de vullingstoestand en bepalen van het drooggewicht.
 - Voor het monitoren van veranderingen in de vullingstoestand tijdens interventie.
2. Meting lichaamssamenstelling:
 - Als parameter in de diagnostiek van de voedingstoestand.
 - Voor het monitoren van veranderingen in de lichaamssamenstelling tijdens voedings-interventie, ter evaluatie van de behandeling.

- Als variabele in de berekening van de eiwitbehoefte.
3. Identificatie van links-rechts verschillen door segmentale meting:
- De segmentale ECW Ratio laat eventuele verschillen in vochtophoping zien tussen links en rechts.
 - De segmentale spier analyse laat eventuele verschillen in spiermassa zien tussen links en recht.

Contra indicatie

- Elektrische implantaten, zoals pacemaker en ICD (implanteerbare cardioverter defibrillator).

Hoewel verschillende studies hebben aangetoond dat BIA veilig toe te passen is bij patiënten met een ICD, wordt door fabrikanten van elektrische implantaten afgeraden BIA toe te passen. [13] Een insulinepomp is wel toegestaan.

Bij patiënten met een amputatie, (halfzijdige) paralyse, spierziekten en cystenieren (ADPKD) is de uitslag minder betrouwbaar, maar kan wel verandering worden gemonitord.

Meting is vanwege afwijkende lichaamssamenstelling en/of het ontbreken van referentiewaarden niet zinvol bij:

- Zwangerschap en tijdens menstruatie (door hormoonveranderingen kunnen kleine veranderingen in hydratatie of lichaamswater ontstaan).
- Koorts (> 39 graden), brandwonden en grote wonden / decubitus met VAC-therapie (hierbij verliest het lichaam grote hoeveelheden (wond)vocht).
- Ascites, pleuravocht en urineretentie (naast intracellulair en extracellulair water zit er ook vocht in de buikholte, pleuraholte of blaas waardoor de meting onjuiste gegevens oplevert).
- Hypernatriëmie (Natrium \geq 145 mmol/L waardoor er een watershift ontstaat van intracellulair naar extracellulair).

5. Veiligheid en Milieu

5.1. Veiligheid deelnemer en testuitvoerder

Om enig risico te voorkomen is er een contra indicatie voor deelnemers met elektrische implantaten, zoals pacemaker en ICD (implanteerbare cardioverter defibrillator). Verder is het gebruik veilig.

De gebruiker dient getraind te zijn in het gebruik en het interpreteren.

5.2. Milieu

n.v.t.

6. Beschrijving van het meetinstrument

De InBody S10 meet de reactantie (Xc) en weerstand (R). Hieruit worden de impedantie (Z) en fasehoek afgeleid. Hiermee kunnen de vullingstoestand en lichaamssamenstelling

worden berekend. Het volumemodel is gebaseerd op de verschillende hydratatie-eigenschappen van weefsels in het menselijk lichaam. Fysiologische verschillen in de verdeling en de hoeveelheid extracellulair water (ECW) en intracellulair water (ICW) maken de precieze bepaling mogelijk van de drie compartimenten: lichaamswater, vetvrije massa (VVM) en vetmassa (VM). De verhouding tussen extracellulair water (ECW) en totaal lichaamswater (TLW) is de ECW Ratio. Deze wordt gebruikt om de hoeveelheid overtollig vocht (overhydratie) te bepalen.

Wanneer wordt de meting uitgevoerd

Hemodialyse

Bij hemodialysepatiënten moet voor de meest accurate benadering van het drooggewicht de meting **na** de dialyse worden uitgevoerd. Als de ervaring leert dat een patiënt na de 1^e dialyse van de week (na het lange interval) zijn drooggewicht (ook wel streefgewicht genoemd) vaak niet behaalt, is meting na de 2^e dialyse van de week geïndiceerd. Wanneer patiënten vóór of tijdens de dialyse worden gemeten, bevinden zowel de intra- en extracellulaire vochtwaarden (ICW en ECW) in een overvulde status. Daardoor wordt de ECW Ratio (verhouding tussen ECW en TLW) onderschat. Indien de onderschatte ECW Ratio wordt gebruikt voor de berekening van het drooggewicht, is er een grote kans dat het “overtollige ECW” wat nog onttrokken moet worden, wordt onderschat. Daarom moet de meting altijd uitgevoerd worden na de dialyse, wanneer de ECW Ratio zich het dichtste bij de voor die persoon ideaal na te streven ECW Ratio bevindt. [5]

Bij hemodialysepatiënten waarbij geen vocht wordt onttrokken wordt verondersteld dat het gewicht voor dialyse het drooggewicht is. Door het uitfilteren van (afval)stoffen tijdens dialyse neemt de osmotische kracht van het bloed echter af waardoor er in theorie wel een watershift kan ontstaan van extracellulair naar intracellulair. Daarom heeft ook voor deze patiënten meting **na** de dialyse-behandeling de voorkeur.

Ook na de dialysebehandeling zal er nog enige tijd sprake zijn van een watershift. In de praktijk is gebleken dat de patiënten direct na de dialyse gemeten kunnen worden. Dit is ook met meest praktisch aangezien patiënten over het algemeen na de dialyse zo snel mogelijk naar huis willen. dialysebehandeling kan worden gemeten.

Peritoneale dialyse

Bij peritoneale dialysepatiënten is de meting met lege buik (dus zonder aanwezige dialysevloeistof) het meest betrouwbaar. Meting met ‘volle buik’ kan leiden tot overschatting van de VVM en VM, waardoor de diagnose PEW te laat kan worden opgemerkt. Zie figuur 5. [3] Als meting met lege buik echt niet mogelijk is, kan de meting met een volle buik worden uitgevoerd. Neem dit mee bij de interpretatie van de resultaten. Op patiëntniveau moet dit bij vervolgmetingen waar mogelijk hetzelfde zijn.

Figuur 5. Verschil in VVM bij meting met en zonder aanwezigheid van peritoneale dialysevloeistof. [Overgenomen uit [3] Davenport]

Table 1. Volume assessment made both with peritoneal dialysate instilled (full) and following drainage of peritoneal dialysate (empty)

	Full	Empty
Weight (kg)	67.6 ± 12.8	65.5 ± 12.9***
TBW (l)	35.5 ± 7.8	34.2 ± 7.6***
ICW (l)	21.6 ± 4.8	20.8 ± 4.7***
ECW (l)	13.9 ± 3.0	13.4 ± 2.9***
ECW/TBW	0.393 ± 0.01	0.391 ± 0.01***
R arm ECW/TBW	0.379 ± 0.008	0.379 ± 0.008
L arm ECW/TBW	0.379 ± 0.007	0.379 ± 0.007
Trunk ECW/TBW	0.395 ± 0.012	0.392 ± 0.011***
R leg ECW/TBW	0.391 ± 0.013	0.391 ± 0.013
L leg ECW/TBW	0.394 ± 0.013	0.394 ± 0.013

Abbreviations: ECW, extracellular water; ICW, intracellular water; L, Left; R, Right; TBW, Total body water
***P < 0.001.

Table 3. Body composition assessment made both with peritoneal dialysate instilled (full) and following drainage of peritoneal dialysate (empty)

	Full	Empty
Fat-free mass kg	48.3 ± 10.7	46.4 ± 10.4***
Soft lean mass kg	45.4 ± 10.0	43.8 ± 9.8***
Skeletal-muscle mass kg	26.1 ± 3.68	25.2 ± 6.1***
% body fat	26.1 ± 10.5	28.6 ± 9.9
Body fat mass kg	19.3 ± 8.4	19.1 ± 8.0*
Body cell mass kg	30.9 ± 6.9	29.7 ± 7.48***
Bone mineral content kg	2.94 ± 0.7	2.7 ± 0.6***
Waist-hip ratio	0.96 ± 0.07	0.933 ± 0.07***

*P < 0.05, ***P < 0.001.

Frequentie van de meting

Er bestaan geen richtlijnen waarin is vastgelegd met welke frequente de MF-BIA meting zou moeten worden uitgevoerd. In de tabel staat een overzicht van mogelijke goede meetmomenten. Afhankelijk van uitslagen en behandeldoelen kan de frequentie op een later moment individueel worden aangepast.

Tabel 2. Mogelijke frequentie van metingen

Centrum hemodialyse (HD)	<ul style="list-style-type: none"> • Uitgangspunt: 1x per 3 maanden na dialyse • Extra op indicatie: <ul style="list-style-type: none"> ○ Bij twijfel over juiste drooggewicht, bijv. 1-2 weken na aanpassing van drooggewicht, bij afname restdiurese of na bariatric ○ Bij twijfel over verlies VVM, bijv. na intercurrente ziekte ○ Bij verwacht herstel VVM, bijv. tijdens extra training of revalidatie
Thuis hemodialyse (THD)	<ul style="list-style-type: none"> • Uitgangspunt: 1x per 3 maanden, gekoppeld aan een reguliere poliafspraak • Extra op indicatie: <ul style="list-style-type: none"> ○ Bij twijfel over droog gewicht, bijv. na aanpassing van drooggewicht, bij afname restdiurese of na bariatric ○ Bij twijfel over verlies VVM, bijv. na intercurrente ziekte ○ Bij verwacht herstel VVM, bijv. tijdens extra training of revalidatie
Peritoneale dialyse (PD)	<ul style="list-style-type: none"> • Uitgangspunt: 1x per 3 maanden, gekoppeld aan een reguliere poliafspraak • Extra op indicatie: <ul style="list-style-type: none"> ○ Bij twijfel over droog gewicht, bijv. na aanpassing van drooggewicht of bij afname restdiurese ○ Bij twijfel over verlies VVM, bijv. na intercurrente ziekte ○ Bij verwacht herstel VVM, bijv. tijdens extra training of revalidatie

Chronische nierschade zonder dialyse (CNS G5)	<ul style="list-style-type: none"> • Uitgangspunt: 1x per 3 maanden, gekoppeld aan een reguliere poliafspraak • Bij twijfel over de vochtstatus en/of afname voedingstoestand evt. elk poliklinisch consult
Chronische nierschade CNS G3-G4	<ul style="list-style-type: none"> • Afhankelijk van indicatie, bijvoorbeeld: <ul style="list-style-type: none"> ○ Eénmalig voor bepaling VVM i.v.m. vaststellen eiwitbehoefte ○ 1x per 3 maanden bij behandeling gericht op ondervoeding of overgewicht
Hartfalen	<ul style="list-style-type: none"> • Afhankelijk van indicatie, bijvoorbeeld: <ul style="list-style-type: none"> ○ Eénmalig voor bepaling VVM i.v.m. vaststellen eiwitbehoefte ○ 1x per 3 maanden bij behandeling gericht op ondervoeding of overgewicht • Bij twijfel over de vochtstatus en/of afname voedingstoestand evt. elk poliklinisch consult
Intensive Care	<p>Vooralsnog is de toepassing alleen in onderzoeksverband. Mogelijk goede meetmomenten zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indien mogelijk in de vroege periode van de acute fase (dag 1 of 2 van opname) • In de late periode van de acute fase (dag 3-7 van opname) • In de rehabilitatieperiode (vanaf 2^e week van opname) • In de herstelfase na ontslag van de IC (hoewel er op dat moment niet altijd meer sprake is van een afwijkende hydratietoestand, is het advies om niet te switchten naar een SF-BIA omdat gegevens dan niet met elkaar te vergelijken zijn).

7. Reinigen en Onderhoud

7.1. Reinigen

- Reinig de herbruikbare elektroden na elk gebruik met een desinfectiedoekje (Azowipes) of alcohol 70%.
- Reinig de InBody S10 aan het eind van elke dialyseshift (of dagdeel) met een desinfectiedoekje (Azowipes) of alcohol 70%.
- Is de meting uitgevoerd bij een BMRO-positieve patiënt, reinig de InBody S10 dan direct na gebruik.
- ECG elektroden worden na elk gebruik weggegooid.
- Steek de stekker in het stopcontact zodat het apparaat opgeladen is voor de volgende metingen.

7.2. Onderhoud van de apparatuur

- Jaarlijks onderhoud door medische techniek. Zie ook de InBodyS10 User's Manual

8. Werkwijze

8.1. Benodigdheden

- MF-BIA (InBody S10) met laptop met InBody software (LookinBody120)
- Herbruikbare elektroden ('wasknijpers' en 'koptelefoons')
- ECG elektroden (8 stuks per meting), voor éénmalig gebruik, 2330 Red Dot Resting Electrode-Tab Style van 3M of RT34 Tab-Electrodes for resting ECG van SKINTACT) voor:
 - Patiënten met BRMO
 - Patiënten waarbij door amputatie de herbruikbare elektroden niet goed bevestigd kunnen worden (als de herbruikbare elektrode goed past op de stomp, dan zijn ECG elektroden niet nodig)
- InBody Tissues
- Dialyseoel, bed of behandelbank (voorkeur gaat uit naar liggende houding; N.B. bij volgende metingen altijd dezelfde houding hanteren)
- Desinfectiedoekjes met isopropanol, isopropyl alcohol of IPA, zoals Azowipes of alcohol 70%.
Nota bene: gebruik géén doekjes met waterstofperoxide (zoals Incidin OxyFoam of Incidin wipes)!
- Omgevingstemperatuur tussen 20-25°C

8.2. Meetprocedure

De meting wordt uitgevoerd volgens de procesbeschrijving van de leverancier. Zie ook:

- Bij gebruik van herbruikbare elektroden (touch type):
https://www.youtube.com/watch?v=wciqyf_hAQA&t=103s
- Bij gebruik van ECG elektroden (adhesive type):
<https://www.youtube.com/watch?v=kjim9PQEvPk>

Algemeen

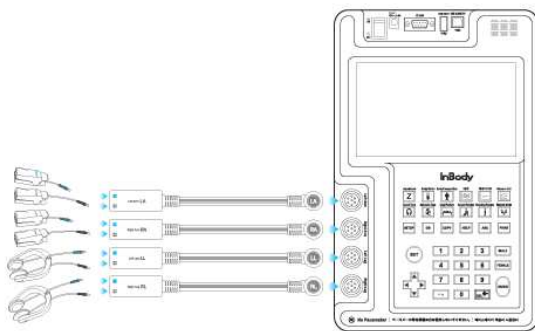
- Informeer de patiënt over de planning van de meting. Vraag indien relevant de patiënt op de geplande dag geen panty te dragen aangezien de elektroden op de blote enkels moeten worden geplaatst.
- Vraag de patiënt op de dag van de meting geen bodylotion te gebruiken.
- Bestel de taxi op de dag van de meting 15 minuten later dan gebruikelijk en communiceer dit met de patiënt. Als de patiënt daar grote problemen mee heeft, mag de dialyseoel op de dag van de meting met 15 minuten worden ingekort als dit wat betreft ultrafiltratie mogelijk is.
- De meting wordt in principe uitgevoerd met de herbruikbare elektroden. Alléén voor patiënten met BRMO of patiënten waarbij door amputatie de herbruikbare elektroden niet goed bevestigd kunnen worden, worden ECG elektroden gebruikt. Deze zijn voor eenmalig gebruik. Gebruik binnen één meting de verschillende typen elektroden niet door elkaar.
- De meting wordt bij voorkeur in liggende houding uitgevoerd. Dit kan in de dialyseoel als die zo horizontaal mogelijk wordt gezet. Meet anders op bed of onderzoeksbank (mits er voldoende ruimte is om armen en benen iets te spreiden).
- Voor het meest betrouwbare resultaat is het belangrijk dat de patiënt zich 10 minuten voor de meting al in de meetpositie bevindt.

- De meting moet op een droge ondergrond uitgevoerd worden. Ook de handen en voeten moeten droog zijn.
- De meting is het meest betrouwbaar als de patiënt tijdens de meting ontspant, niet praat en stil blijft liggen.
- In de literatuur wordt vaak beschreven dat de meest betrouwbare meting een meting is waarbij de patiënt voorafgaande aan de meting 2-3 uur niets heeft gegeten en gedronken en niet lichamelijk actief is geweest. Dit is alléén van belang in wetenschappelijk onderzoek. In de klinisch setting is dit niet wenselijk! In het belang van de gezondheid van de patiënt is voeding en beweging tijdens dialyse voorafgaande aan de meting toegestaan.

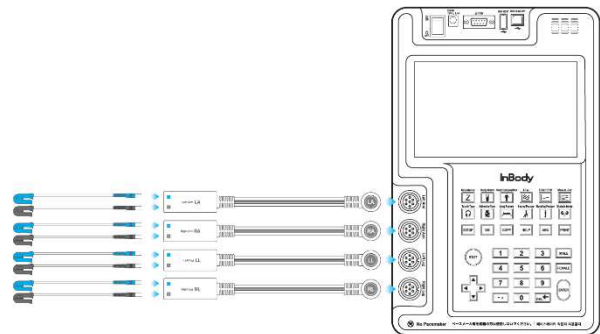
8.2.1. Voorbereiding

1. Verbind de elektroden met de InBody S10.
Verbind de zwarte kabel met de zwarte poort; de rode kabel met de rode poort. Zie figuur 6 voor herbruikbare elektroden of figuur 7 voor ECG-elektroden.

Figuur 6. Herbruikbare elektroden.



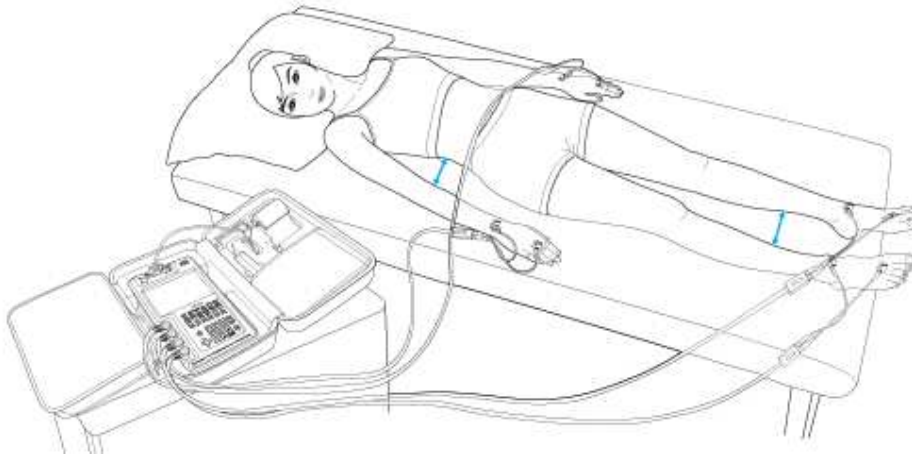
Figuur 7. ECG elektroden



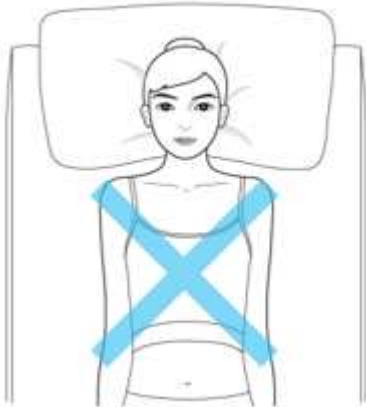
2. Ga na of er een contra-indicatie voor meting is. Heeft de patiënt een pacemaker of ICD?
Dan GEEN meting uitvoeren!
3. Vraag de patiënt indien relevant voor het wegen te plassen en indien relevant een stomazakje te legen.
4. Vraag de patiënt zijn/haar grote sierraden af te doen. Ringen, oorbellen, piercings en beugelbeha's zijn wel toegestaan.
5. Bepaal voor de 1^e meting de lengte en controleer of dit overeen komt met de lengte in het EPD. Corrigeer zo nodig. Zelfs een klein verschil leidt tot aanzienlijke over- of onderschatting van de VVM.
6. Meet het gewicht (bij hemodialyse gewicht na dialyse).
Nota bene: Voor het wegen de sleutels, telefoon, portemonnee uit de broekzakken halen en horloge en zware riem afdoen.
7. Vraag de patiënt schoenen en sokken, panty, pantykousjes of steunkousen uit te doen.
De meting moet blootvoets worden uitgevoerd.
8. Vraag de patiënt in de dialysestoel plaats te nemen en breng deze in liggende positie (hoe platter hoe beter), of vraag de patiënt op bed of onderzoeksbank te gaan liggen:
 - De armen ongeveer 15 graden naast het lichaam. De armen mogen de romp niet raken (leg er zo nodig een handdoek tussen).
 - De armen moeten gestrekt zijn.

- De benen licht uit elkaar (enkels op schouderbreedte). De dijbenen mogen elkaar niet raken (leg er zo nodig een handdoek tussen).
- De romp moet recht zijn.
- Zorg ervoor dat er geen contact is tussen de patiënt en metalen onderdelen van het bed of de dialysestoel.
- Zie voor de juiste houding figuur 8. Figuur 9 en 10 geven de foutieve houding weer.

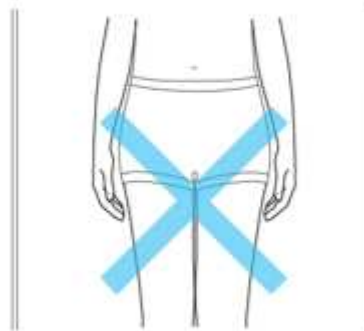
Figuur 8. Juiste houding.



Figuur 9. Foutieve positie armen.



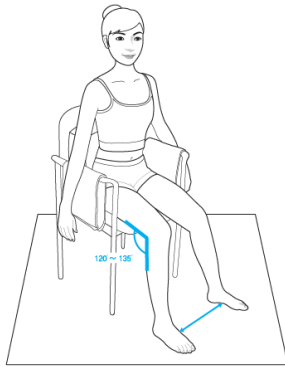
Figuur 10. Foutieve positie armen en benen.



Alléén als een (half)liggende meting niet uitvoerbaar is, kan de meting in de stoel worden uitgevoerd. De juiste positie is weergegeven in de figuren 11 t/m 13. Aandachtspunten hierbij zijn:

- De patiënt moet rechtop zitten. De rug mag de rugleuning van de stoel niet raken. Gebruik een kussen ter ondersteuning van de rug.
- De armen moeten ongeveer 15 graden van de romp af gehouden worden. Zorg voor een ontspannen houding.
- De benen moeten iets vooruit worden gehouden en de dijbenen mogen elkaar niet raken. Spreid de benen tot op schouderbreedte.
- Zorg ervoor dat de voeten contact hebben met isolerend materiaal, zoals een rubber mat.

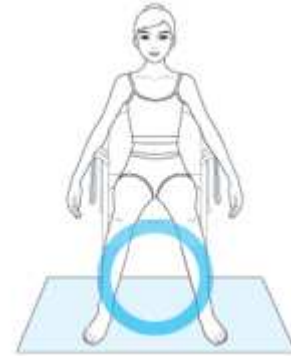
Figuur 11. Juiste positie benen.



Figuur 12. Juiste positie armen.



Figuur 13. Juiste positie armen en benen.



In de figuren 14 t/m 18 worden foutieve zithoudingen getoond.

Figuur 14.



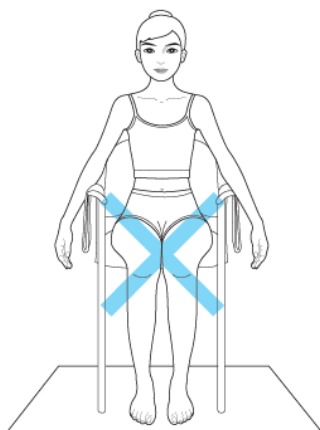
Figuur 15.



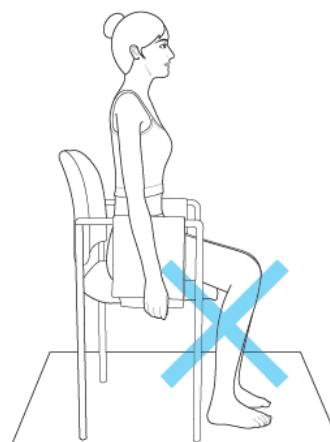
Figuur 16.



Figuur 17.



Figuur 18

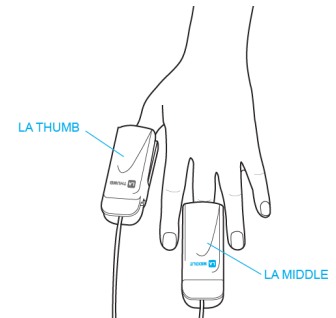


9. Bevochtig de huid op de plaatsen waar de elektroden worden geplaatst met InBody tissues. Indien de patiënt een hele droge huid heeft, zorg er dan voor dat je niet alleen “veegt” met InBody tissue, maar ook “in de tissue knijpt, en het vocht in de huid laat intrekken door de tissue een beetje aan te drukken” om het contact met de elektroden te optimaliseren.

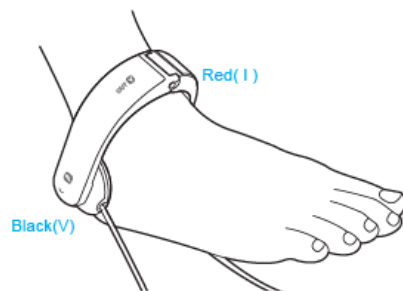
10. Plaats de elektroden.

10.1 Herbruikbare elektroden (touche type):

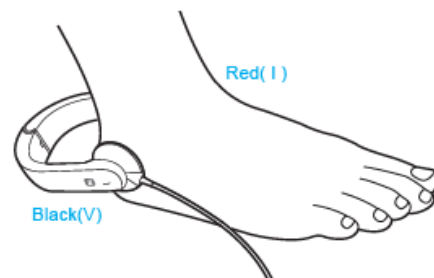
- Op de elektroden staat aangegeven waar deze geplaatst moeten worden. Figuur 19.
- Elektroden voor de armen:
 - LA = linker arm
 - RA = rechter arm
 - Thumb = duim
 - Middle = middelvinger
 - Plaats de elektroden volgens de afbeelding in figuur 19.
 - Bij amputatie aan de middelvinger kan de elektrode geplaatst worden aan de ringvinger, wijsvinger of pink.
 - Bij amputatie aan de duim moet worden gemeten met ECG elektroden.
- Elektroden voor de benen:
 - LL = linker been
 - RL = rechterbeen
 - Het rood gemarkeerde deel moet aan de binnenkant van het been worden geplaatst. Op de elektrode staan 'in' en 'out'
 - Plaats de elektrode tussen de enkel en hiel zoals in figuur 20.
 - Als de enkels te dik zijn, plaats de elektrode dan zoals in figuur 21.



Figuur 20.



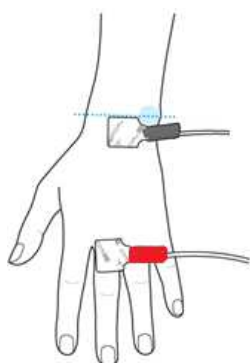
Figuur 21.



10.2 ECG elektroden:

- Plaats de elektroden op beide handen volgens figuur 22 (handen) en figuur 23 (voeten). Er moet minimaal 2 vingers (± 5 cm) tussen de twee elektroden zitten.
- Elektroden op beide armen
 - De zwarte elektrode moet in het verlengde van de ulna-kop (buitenste pols bot) worden geplakt.
 - De rode elektrode moet onder de middelvinger worden geplakt.
 - De lipjes van de elektroden moeten naar buiten wijzen.
- Elektroden op beide voeten
 - De zwarte elektrode moet in het verlengde van de laterale malleolus (buitenste enkelbot) worden geplakt.
 - De rode elektrode moet onder de tweede teen worden geplakt.
 - De lipjes van de elektroden moeten naar binnen wijzen.
- Bij amputatie van onderbeen of hand: plak de rode elektrode aan het begin van de stomp en de zwarte elektrode minimaal 2 vingers (± 5 cm) hoger (figuur 24).

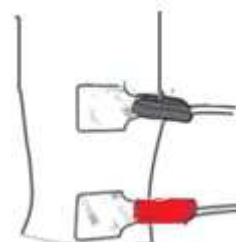
Figuur 22.



Figuur 23.



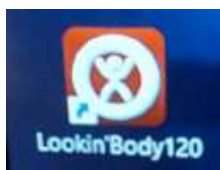
Figuur 24.



8.2.2. Meting

1. Check nogmaals of de patiënt een pacemaker of ICD heeft. Is dat het geval, dan NIET meten.
2. Zet de InBody S10 en laptop met InBody software aan en open de snelkoppeling van de LookinBody120 op het bureaublad.

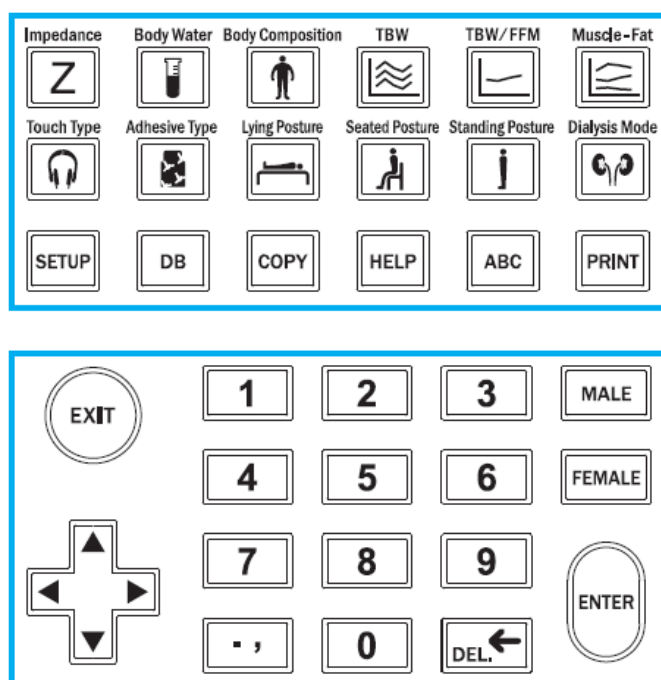
Figuur 25. InBody snelkoppeling



3. Scan de barcode van de patiënt, hiervoor moet de cursor eerst in het ID veld staan. Of voer patiëntidentificatienummer in. Ter voorkoming van fouten heeft scannen de voorkeur.
4. Vul zo nodig de ontbrekende gegevens in. Bij voorkeur in de software op de laptop, maar het kan op de InBody S10. Zie figuur 26.
 - Naam
 - Lengte
 - Geslacht
 - Geboortedatum (leeftijd wordt automatisch berekend)
5. Klik op Reg. en vervolgens op InBody test.
6. Vul de overige gegevens in.
 - Gebruikte elektrodenset (touch type of ECG)
 - Houding tijdens de meting (liggend of zittend)
 - Gewicht:
 - gecorrigeerd voor kleding en schoenen
 - bij hemodialyse gewicht NA dialyse
 - bij peritoneale dialyse gewicht inclusief eventueel aanwezige dialysevloeistof
 - bij amputatie: gewicht zonder prothese
 - Indien van toepassing: dialyse en optie voor, tijdens of na dialyse (enable =ingeschakeld)
 - Indien van toepassing: optie vaattoegang zijde (linkerarm, rechterarm, overige)

- Indien van toepassing: optie verlamd lichaamsdeel (linkerarm, rechterarm, linkerbeen, rechterbeen, romp of geen)
7. Controleer nogmaals de elektroden op de juiste plek bevestigd zijn, zowel op het lichaam als in de InBody S10.
 8. Druk op 'Start test'.
 9. Vraag de patiënt stil te liggen, en niet te praten.
 10. Druk op ENTER en de meting begint.
 11. Zodra de meting compleet is klinkt een ring geluid. De meting is voltooid wanneer alle impedantie-metingen gedaan zijn (100%). Figuur 27 geeft het einde van de meting weer.
 12. Druk op 'bevest'.
 13. Als meerdere metingen achter elkaar worden verricht, kan het apparaat aan blijven staan. Schakel anders het apparaat uit.

Figuur 26. Functies op het toetsenbord InBody S10.



Figuur 27. Schermafbeelding na meting.

I.D.	1234	Weight 100 lbs	Height 5' 9.2"		Age 23	Gender Female	InBody					
			RA	LA			TR	RL	LL	Analyzing 100%		
Z _(Ω)	1 Hz	398.2	398.2	25.1	305.8	276.4						
	5 Hz	396.3	396.5	25.0	307.1	275.7						
	50 Hz	328.3	65.0	22.1	291.4	249.3						
	250 Hz	287.2	286.8	20.2	275.9	219.7						
	500 Hz	284.6	133.7	20.1	274.2	217.6						
X _{c(Ω)}	1000 Hz	283.0	133.7	20.1	274.2	216.6						
	5 Hz	15.2	15.2	0.7	4.3	6.7						
	50 Hz	53.1	8.8	2.5	66.5	35.1						
	250 Hz	16.5	17.5	1.4	29.3	12.6						
Phase Angle _(°)	5 Hz	2.2	2.2	1.5	0.8	1.4						
	50 Hz	9.3	7.8	6.6	13.2	8.1						
	250 Hz	3.3	3.5	3.9	6.1	3.3						

Nota bene:

- Vul het actuele gewicht en de juiste lengte in. Een verschil van enkele cm in lengte of 1-2 kg in gewicht leidt tot aanzienlijke fouten in de uitkomst van zowel vetvrije massa als vetmassa.
- Corrigeer het gewicht voor kleding. [19] Gemiddeld gewicht van kleding is:
 - Hoogzomeroutfit met jurkje of korte broek/rok en t-shirt/top: 0.5 kg
 - Enkellaags kleding met bijv. lange broek en overhemd: 1 kg
 - Dubbellaags kleding met (dikke) broek/jeans, shirt/overhemd en trui/vest/colbert: 1.5 kg
- Corrigeer het gewicht voor de schoenen als met schoeisel aan gewogen is. Weeg de schoenen of laarzen. Alternatief maar minder betrouwbaar is correctie met het gemiddeld gewicht van schoenen:
 - Mannen: 0.4 kg
 - Vrouwen: 0.3 kg

Foutieve meting:

- Als er een rood getal in beeld komt, wordt de meting niet correct uitgevoerd en moet de meting worden onderbroken. Check nogmaals de houding van de patiënt en de positie van de elektroden. Start de meting vervolgens opnieuw.
- Indien de 2^e meting een zelfde impedantiepatroon laat zien (met rode waarden), dan meting als correct beschouwen.
- Een foutieve meting kan worden verwijderd. Selecteer hiervoor in de LookinBody120 database de meting, druk vervolgens op edit - lijst met alle metingen - selecteer een of meerdere foutieve metingen en verwijder deze. Eventueel kan de InBody meting ook verwijderd worden in de InBody S10 zelf, alleen wordt dit niet automatisch verwijderd in de software en daarmee niet uit het de historiecomponent ('ontwikkeling' op het rapport).
- Indien na de tweede keer meten de uitkomst onverwachts is (aan de hand van eerder meting op een andere dag), neem dan contact op met InBody: info.eu@inbody.com.
- Bij een ernstig droge huid kan er ook een rood getal ontstaan. Zorg ervoor dat je niet alleen "veegt" met de InBody tissue, maar ook "in de tissue een beetje aandrukt zodat het vocht in de huid kan intrekken" om het contact met de elektroden te optimaliseren. Bij extreem droge huid ECG elektroden gebruiken, deze hebben beter contact met de huid.

8.3. Verwerking van de resultaten

8.3.1. Beoordeling

De resultaten worden opgeslagen in de InBody S10 en in de software LookinBody120 op de laptop. Per meting worden 2 rapporten gegenereerd die automatisch als PDF of JPEG naar het EPD worden gestuurd. Ze zijn te vinden in het overzichtscherf, tabblad 08 Functie-onderzoek, veld Meting lichaamssamenstelling (InBody – datummeting – patiëntnummer – volgnummer meting (van die bepaalde dag).

De 2 resultatenbladen, lichaamswater en lichaamssamenstelling, bestaat uit een aantal onderdelen:

- Totaal lichaamswater (TLW in L), extracellulair water (ECW in L), intracellulair water (ICW in L), ECW Ratio en de ECW Ratio analyse t.b.v. drooggewicht management.
- Lichaamssamenstelling analyse, spier-vet analyse en obesitas analyse en segmentale spier analyse t.b.v. beoordeling voedingstoestand.
- Segmentale ECW Ratio analyse t.b.v. het opsporen van links-rechts verschillen van de ledematen.

Op de resultatenbladen worden o.a. de volgende gegevens weergegeven:

- Impedantie (Z) en Reactance (Xc)
- Vetvrije massa (VVM in kg), vetmassa (VM in kg) en vetpercentage
- Fasehoek (in graden)
- Skeletspiermassa, skeletspierindex (ASSMI) en VVM per segment
- BIVA
- Rustmetabolisme (BMR in kcal)

Bij meerdere metingen wordt de historie weergegeven van zowel het lichaamswater (TLW, ICW, ECW en ECW Ratio) als van de lichaamssamenstelling (gewicht, SSM en vetpercentage).

8.3.1.1 Impedantie (Z), Reactantie (Xc) en Weerstand (R)

De impedantie (Z) is de vectorsom van de weerstand en reactantie:

$$\sqrt{\text{resistance (R)}^2 + \text{reactance (Xc)}^2}$$

Het is de weerstand van een schakeling tegen verandering van elektrische stroom (wisselstroom). Het wordt gemeten in ohm. De impedantie wordt gegeven voor elk segment op elke frequentie. Met oplopende frequenties dalen de impedantiewaarden. De romp is een korte brede cilinder waar de stroomgeleiding goed door heengaat met als gevolg een lage impedantie. De armen en benen zijn lange smalle cilinders; hierin gaat de stroomgeleiding minder goed, met als gevolg een hoge impedantie. Zie figuur 28.

De reactantie (Xc) is de weerstand opgewekt door de celmembranen die zich gedragen als condensatoren. Het reflecteert de hoeveelheid celmassa. Het wordt gemeten in ohm. De reactantie wordt voor elk segment gegeven op de frequenties van 5, 50 en 250 kHz. Zie figuur 29.

Figuur 28. Voorbeeld gemeten impedantiewaarden. Figuur 29. Voorbeeld gemeten reactantie.

Impedantie						Reactantie					
Z(Ω)	1 kHz	5 kHz	50 kHz	250 kHz	500 kHz	1000 kHz	RA	LA	Romp	RB	LB
	292,1	287,4	259,2	234,1	225,3	217,7	10,5	10,8	1,5	9,1	9,2
	285,4	280,6	252,7	226,9	217,5	209,5	23,0	24,2	1,8	19,8	18,5
	23,6	23,0	19,7	16,3	14,7	12,2	18,8	21,7	1,4	15,4	16,3
	220,5	216,6	192,3	172,7	167,9	167,4					
	222,7	218,7	194,8	175,4	170,6	167,4					
	[Touch Type , Liggende positie]										

De weerstand (R) reflecteert de hoeveelheid vocht in het lichaam. De weerstand wordt niet op het resultatenblad vermeld, maar kan wel worden berekend. De formules staan in tabel 3. De benodigde impedantie (Z) in de formules is de som van de impedantie van de rechterarm, de romp en het rechterbeen op 50 kHz.

Tabel 3. Formules voor berekening van de weerstand (R).

Weerstand (R) berekend middels fasehoek	$R = Z * \text{cosinus (Fasehoek)}$
Weerstand (R) berekend met de impedantie en reactantie	$R = \sqrt{\text{impedantie (Z)}^2 + \text{reactantie (Xc)}^2}$

8.3.1.2 Fasehoek

De fasehoek is het verschil in fase tussen de stroom en wisselspanning. Het is een maat voor de kortdurende vertraging door de tijdelijke opslag van een deel van de stroom in de celmembranen. Het geeft een indicatie van de integriteit van de celmembraan, de hoeveelheid en kwaliteit van cellen en daarmee de VVM en verhouding tussen het extracellulair water en totaal lichaamswater. De fasehoek wordt gemeten op 50 kHz. Zie figuur 30.

De waarde wordt beïnvloed door geslacht leeftijd, spiermassa en vochtbalans. Een lage fasehoek is een indicatie voor verlies van cellulaire integriteit. Overhydratie leidt eveneens tot verlaging van de fasehoek. Er wordt een fasehoek voor het hele lichaam gegeven alsmede een fasehoek per segment. Zie figuur 31.

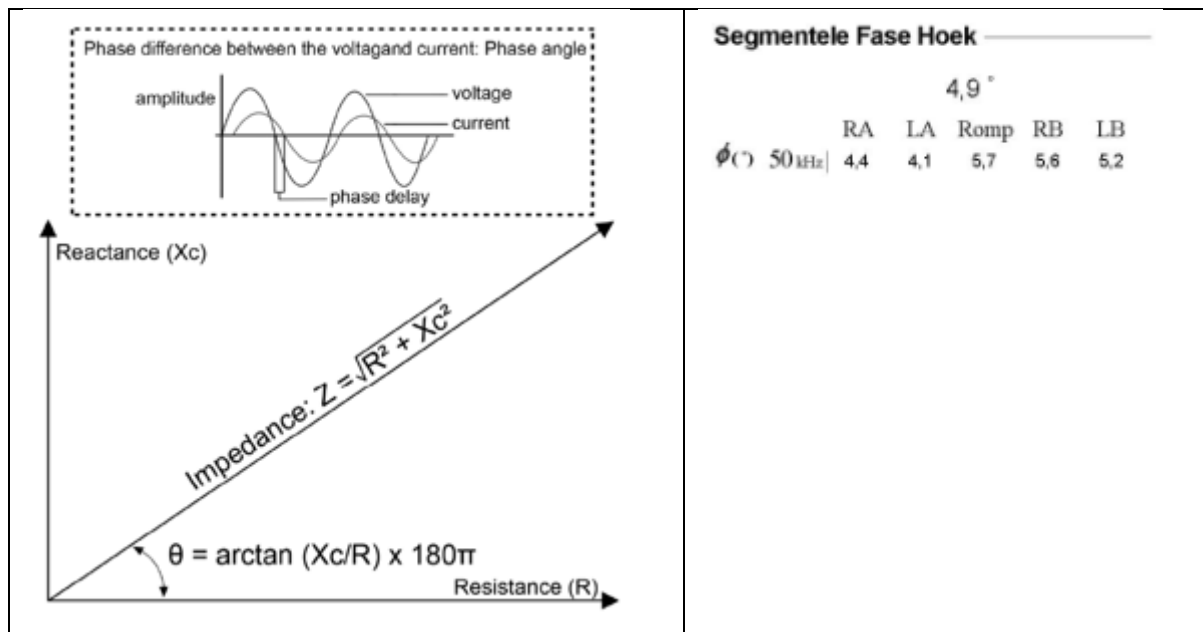
Er zijn verschillende referentiewaarden gepubliceerd maar er is nog geen consensus over afkapwaarden. De referentiewaarden van Bosy-Westphal et al zijn voortgekomen uit onderzoek onder 213.748 Kaukasische gezonde volwassenen. [12] Zie tabel 4 De referentiewaarden van Barbosa-Silva et al komen uit onderzoek onder 1967 gezonde volwassenen, maar wel met een meer diverse achtergrond (o.a. Kaukasisch, Afro-Amerikaans, Aziatisch, Spaans). [1] Zie tabel 5

Een lage fasehoek is geassocieerd met o.a. een lage BMI en lage handknijpkracht. [2] Er zijn nog geen ziekte-specifieke referentiewaarden bekend. Over het algemeen geldt voor mannen een fasehoek van 5° en voor vrouwen van 4.6° als ondergrens. [17]

Bij dialysepatiënten voorspelt een fasehoek van $\leq 4.6^\circ$ het bestaan van protein-energy wasting (PEW). [13] Patiënten met hartfalen hebben een hoger risico op overlijden bij een fasehoek $< 4.2^\circ$. [2] Zie ook <https://nutritionalassessment.nl/fase-hoek/>

Figuur 30. Fasehoek.
[Overgenomen uit [13] Moonen & van Zanten]

Figuur 31. Voorbeeld gemeten fasehoek totaal en per segment.



8.3.1.3 Lichaamswater (TLW, ECW, ICW, ECW Ratio) en drooggewicht

De totale hoeveelheid lichaamswater (TLW) zit in de VVM. Een persoon met weinig spiermassa heeft in een normale hydratietoestand dan ook weinig TLW. Een grote hoeveelheid TLW kan worden veroorzaakt door een hoge spiermassa of door overvulling.

In een normale hydratietoestand is er een min of meer vaste verhouding tussen het extracellulaire water (ECW) en het intracellulaire water (ICW). Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen man en vrouw. De verhouding tussen het ECW en het TLW wordt de ECW Ratio genoemd. Normaal gesproken wordt aangehouden dat 38% van het

lichaamswater extracellulair (ECW) en ± 62% intracellulair (ICW) zit. Dit geeft dan een ECW Ratio (ECW/TLW) van 0.380. In onderzoeken zijn verschillende ECW Ratio's gevonden bij verschillende leeftijden zodat in een gezonde populatie de ECW Ratio tussen de 0.360 en 0.390 kan liggen.

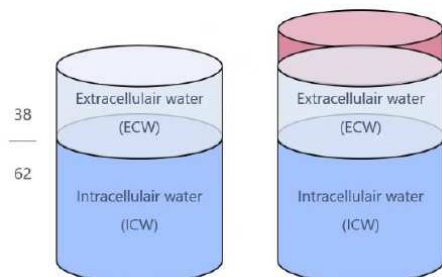
Ouderen hebben vaker spierverlies waardoor het ICW wat lager en het ECW en dus ook de ECW Ratio wat hoger is dan de 0.380. Voor ouderen kan de ECW Ratio desgewenst ook worden berekend met de formules in tabel 6. [15]

Tabel 6. Formules voor berekenen ECW Ratio op basis van leeftijd. [15]

Man	$ECW / ICW = 0.5857 + 7.3443 \times 10^{-6} \times (\text{leeftijd})^2$
Vrouw	$ECW / ICW = 0.6062 + 5.5775 \times 10^{-6} \times (\text{leeftijd})^2$
Streefwaarde	$ECW/TLW = \text{berekende ECW} / ICW \times 0.620$

De ECW Ratio is verhoogd bij o.a. overvulling (bijvoorbeeld bij hyponatriëmie, nier- en hartfalen, ascites, postoperatief, hemodynamisch instabiele patiënten op de IC), maar ook bij een lagere ICW bij o.a. veroudering, ondervoeding (cachexie, sarcopenie), parese/dwarslaesie of een spierziekte. Bij HD-patiënten is er een significante correlatie tussen een hogere ECW Ratio en hogere waarden van NT-proBNP in het plasma, een biochemische marker in de diagnostiek van hartfalen. [14] Zie figuur 32: links de normale hydratietoestand, rechts de hydratietoestand met overtollig vocht.

Figuur 32. Verhouding tussen ECW en ICW en overhydratie.



De ECW Ratio is verlaagd bij ondervulling. Bij getrainde personen met veel spiermassa kan de ECW Ratio laag zijn door een hoge hoeveelheid ICW en TLW aangezien het grootste deel van het ICW zich in de spieren (VVM) bevindt.

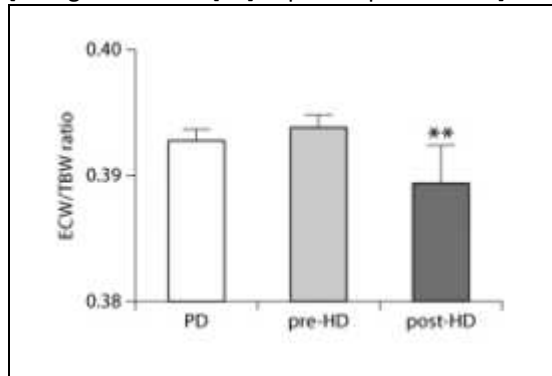
Op het resultatenblad wordt de ECW Ratio ook per segment weergegeven. Deze is van de arm of het been met de shunt vaak hoger dan die van de andere arm of het andere been. Paralyse of een implantaat (zoals heup of knie) kan resulteren in zwelling/oedeem of veneuze afvloedbelemmering waardoor de ECW Ratio in het betreffende segment ook vaak hoger is.

Op basis van verschillende onderzoeken zijn voor HD-patiënten streefwaarden voor de ECW Ratio gedefinieerd. De algemeen na te streven ECW Ratio is 0.385. Er zijn situaties waarbij de patiënt relatief meer water in de extracellulaire ruimte heeft en de ECW Ratio dus hoger is. Deze ECW Ratio beïnvloedende complicerende factoren zijn o.a. een laag albumine gehalte, aanwezigheid van diabetes mellitus, ernstige ondervoeding of lage VVM vast te stellen aan de hand van de ASSMI (mannen $7 < \text{kg/m}^2$, vrouwen $< 5.5 \text{ kg/m}^2$).

Voor peritoneale dialysepatiënten is nog weinig bekend over de na te streven ECW Ratio. Wel blijkt uit onderzoek dat de ECW Ratio bij PD-patiënten hoger ligt dan bij HD-patiënten. Zie figuur 33. [16] Pragmatisch kan voor PD met ECW Ratio beïnvloedbare complicaties een iets hogere ECW Ratio worden nagestreefd.

Figuur 33. ECW/TLW Ratio in HD-patiënten voor en na een hemodialysebehandeling en in PD-patiënten zonder dialysevloeistof in de buik. * p < 0.05; ** p < 0.01 vs. PD patiënten.

[Overgenomen uit [16] Papakrivopoulou et al]



Bij PD-patiënten blijkt dat een ECW Ratio > 0.396 niet helpt voor het behouden van restnierfunctie en daarentegen therapiefalen en mortaliteit verhoogt. [17] Een hoge ECW Ratio bij PD-patiënten is significant gecorreleerd met inflammatie (lager serum albumine), PEW en hypertensie. [7]

De hydratietoestand wordt beoordeeld aan de hand van de ECW Ratio. Drooggewicht is waarschijnlijk bereikt bij de ECW Ratio streefwaarden zoals aangegeven in tabel 7. [20]

Is de gemeten ECW Ratio lager dan de na te streven waarde, dan is de patiënt mogelijk ondervuld. Ligt de gemeten ECW Ratio boven de na te streven waarde, dan is de patiënt mogelijk overvuld. Als de ECW Ratio gelijk is aan de na te streven ECW Ratio, dan is het drooggewicht (streefgewicht) waarschijnlijk bereikt. Bij een verschil in gemeten ECW Ratio en de na te streven ECW Ratio kan, in combinatie met de ervaren complicaties van de patiënt, andere uitslagen (zoals bloeddruk) en de klinische blik het drooggewicht worden aangepast.

Tabel 7. Na te streven ECW Ratio's.

Doelgroep	Streef ECW Ratio
Normale situatie	0.380 (0.360 – 0.390)
CNS	0.380
Dialyse – HD zonder ECW Ratio beïnvloedbare complicaties	0.385
Dialyse – HD met ECW Ratio beïnvloedbare complicatie(s), te weten Diagnose diabetes mellitus Serum albumine < 32 g/L Ondervoeding/lage VVM/lage ASSMI (♂ < 7 kg/m ² , ♀ < 5.5 kg/m ²).	0.395
Dialyse – HD met 1 van bovenstaande complicaties	0.395

Dialyse – HD met 2 van bovenstaande complicaties	0.405
Dialyse – HD met 3 van bovenstaande complicaties	0.415
Dialyse – PD	mogelijk 0.395
Intensive care	nog niet bekend

Op het resultatenblad wordt een indicatie gegeven van het drooggewicht bij de verschillende ECW Ratio's. Zie figuur 34. Voor de verschillende na te streven ECW Ratio's wordt het aantal liters ECW dat te veel (-) of te weinig (+) aanwezig is aangegeven met daarbij het voorgestelde drooggewicht (kg).

- Suggestie aanpassing drooggewicht: “-“ is nog extra te onttrekken bij de volgende dialyse of door verhoging van de dosering diuretica. Als extra onttrekken niet lukt, kan aanpassing van de dialysebehandeling nodig zijn, zoals wijziging van het dialyseschema nodig zijn (langer of vaker) of van de dialysaat-temperatuur.
- Suggestie aanpassing drooggewicht: “+“ is te veel onttrokken en mag het drooggewicht worden verhoogd tot het voorgestelde gewicht of bij door verlaging van de dosering diuretica (bij chronische nierschade zonder dialyse of hartfalen).

Figuur 34. Voorbeeld streef ECW Ratio's en bijbehorende suggestie voor ECW en drooggewicht.

Lichaamswaterregulatie		
ECW Verhouding 0.385	- 0,1 L /	61,2 kg
ECW Verhouding 0.395	+ 0,4 L /	61,7 kg
ECW Verhouding 0.405	+ 1,0 L /	62,3 kg

Let op: De nefroloog is altijd eindverantwoordelijk voor het bepalen van het drooggewicht. Houdt altijd de klinische blik, andere uitslagen en complicaties van de patiënt (zoals hoge/lage bloeddruk, orthostase/ duizeligheid) in beschouwing bij het aanpassen van het drooggewicht.

Het drooggewicht kan ook worden berekend. Zie voorbeeld 1 in de bijlage. Uitgangspunt bij de berekening is het ICW (in L). Bij een streef ECW Ratio van 0.385 is het ECW ((ICW (in L) x 0.385)/0.615). Het verschil tussen het gemeten ECW en het streef ECW is de hoeveelheid vocht dat te veel of te weinig aanwezig is.

8.3.1.4 Vetvrije massa (VVM) en vetmassa (VM)

De VVM is de optelsom van TLW, spieren/eiwitten en mineralen. De VVM van mannen is meestal hoger dan die van vrouwen en neemt af met de leeftijd. Geslacht en leeftijd hebben geen invloed op de gemeten resultaten. De referentiewaarden zijn wel afhankelijk van geslacht en leeftijd.

In de normale situatie bestaat de VVM voor 73% van het lichaamswater. Bij oedeem of overvulling is de VVM verhoogd omdat het extra water onderdeel is van de VVM. Bij dehydratie is de VVM juist verlaagd. De VVM wordt op het resultatenblad weergegeven.

De referentiewaarden voor de VVM en VVMI zijn gebaseerd op metingen bij gezonde personen, waarbij dus sprake is van een normale hydratietoestand. Om de gemeten VVM te kunnen relateren aan deze referentiewaarden kan de VVM worden teruggerekend naar een

ECW Ratio van 0.380, de normale hydratietoestand (dus zonder overtollig vocht of te weinig vocht). [10] Zie voorbeeld 2 en 3 in de bijlage. De eiwitaanbeveling kan ook het beste op basis van de gecorrigeerde VVM worden vastgesteld.

De gecorrigeerde gemeten VVM kan worden vergeleken met de referentiewaarden voor de VVM van Kyle et al. Deze zijn gemeten met BIA op 50 kHz bij 2735 gezonde Kaukasische volwassenen. Zie tabel 8.

De VVMI is de VVM / lengte² (lengte in m). De referentiewaarden voor de VVMI zijn van Schutz et al. Deze zijn gemeten met BIA op 50 kHz bij gezonde Kaukasische volwassenen. Een lage VVMI komt overeen met een VVMI < P10. Zie tabel 9.

De VM is het gemeten lichaamsgewicht – VVM. De VM wordt dus niet beïnvloed door de hoeveelheid TLW. Als de VVM op basis van de ECW Ratio wordt gecorrigeerd, wijzigt het lichaamsgewicht en daardoor ook het vetpercentage. Op het resultatenblad wordt het vetpercentage getoond, zodat de BMI beter geïnterpreteerd kan worden. Het gezonde vetpercentage van mannen ligt tussen de 10 en 20%; voor vrouwen is dit 18-28%.

De VMI is de VM / lengte² (lengte in m). De referentiewaarden voor de VMI staan in tabel 10. Ze zijn van Schutz et al en ook gemeten met BIA op 50 kHz bij gezonde Kaukasische volwassenen. Een hoge VMI komt overeen met een VMI > P90.

8.3.1.5 Segmentale spieranalyse, appendiculaire skeletspiermassa (ASSM) en index (ASSMI)

De segmentale spier analyse laat zien hoe de VVM verdeeld is over de vijf verschillende segmenten: rechterarm, linkerarm, romp, rechterbeen en linkerbeen. Zo kan worden beoordeeld of de spier-ontwikkeling in de armen en benen evenredig verdeeld is.

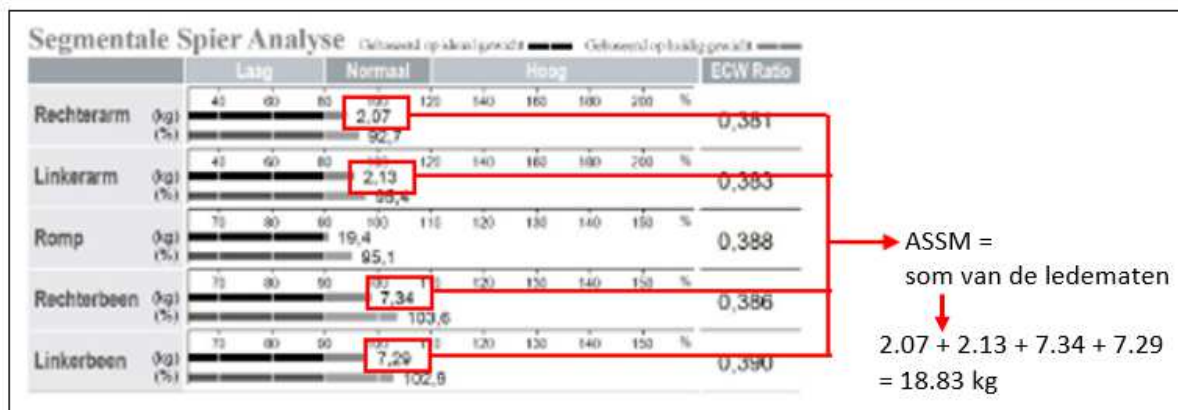
Tabel 11. Links-rechts verschil in VVM ledematen. [8,9]

	In balans	Lichte onbalans	Extreme onbalans
Armen	$\Delta < 6\%$	$\Delta 6-10\%$	$\Delta \geq 10\%$
Benen	$\Delta < 3\%$	$\Delta 3-5\%$	$\Delta \geq 5\%$

Voor de juiste interpretatie van deze parameter is het essentieel om de segmentale ECW Ratio's mee te beoordelen. De ECW Ratio helpt mee bij het interpreteren van een stijging van de VVM en kan onderscheiden of er sprake is van vochtophoping of daadwerkelijke toename van spiermassa. Bij een hoge ECW Ratio als gevolg van overtollig ECW, kan voor correctie van de VVM per segment dezelfde berekening worden toegepast als aangegeven in voorbeelden 2 en 3 in de bijlagen. Dit zorgt voor een betere interpretatie van de spiermassa.

De appendiculaire skeletspiermassa (ASSM) is het zachte, vetvrije weefsel van de ledematen bij een normale ECW Ratio. Het is de spiermassa die iemand ontwikkelt bij training. De InBody geeft de VVM per segment. Voor bepaling van de ASSM moet VVM van beide benen en beide armen bij elkaar op worden geteld. Zie figuur 35. Voor de juiste interpretatie van deze parameter is het essentieel om ook hier de ECW Ratio mee te beoordelen.

Figuur 35. VVM per segment.



De ASSM kan ook berekend worden met de formules in tabel 12. De sarcopenie consensus adviseert de ASSM te berekenen met de formule van Sergi. [11] Deze is ontwikkeld voor personen vanaf 60 jaar. De formule van Kyle is ontwikkeld voor personen van 20-94 jaar. [12] De formules kunnen digitaal worden ingevuld op <https://zakboekdietetiek.nl/uitslag-impedantie-volwassenen/>

Tabel 12. Formules voor het berekenen van de ASSM.

[Overgenomen uit [12] Kruizenga & Wierdsma]

Formule van Sergi	$- 3.964 + (0.227 \times RI) + (0.095 \times \text{gewicht}) + (1.384 \times \text{geslacht}) + (0.064 \times Xc)$
Formule van Kyle	$- 4,211 + (0.267 \times RI) + (0.095 \times \text{gewicht}) + (1.909 \times \text{geslacht}) + (-0.012 \times \text{leeftijd}) + (0.058 \times Xc)$
Resistentie index = $\text{lengte (cm)}^2 / \text{resistentie } (\Omega)$, geslacht: man = 1, vrouw = 0, Xc = reactantie (Ω), gewicht in kg, leeftijd in jaar	

De referentiewaarden voor de ASSM zijn van Kyle et al. Zie tabel 13. Deze zijn gemeten met DEXA bij Zwitserse personen. De referentiewaarden zijn niet ziekte-specifiek.

De ASSMI is de ASSM / lengte^2 (lengte in m). Bij de InBody wordt de ASSMI aangegeven als Skelet-spier Index (SMI). De mediane waarden voor de ASSMI zijn bepaald vanuit het NHANES cohort, gemeten met DEXA bij gezonde personen. Zie tabel 14. Er zijn geen ziekte-specifieke referentie-waarden bekend.

De ASSM en ASSMI maken onderdeel uit van de diagnose sarcopenie. [11] De gedefinieerde afkappunten staan in tabel 15.

Tabel 15. Afkappunten voor diagnose sarcopenie

	Mannen	Vrouwen
ASSM	< 20 kg	< 15 kg
ASSMI	< 7,0 kg/m ²	< 5.5 kg/m ²

8.3.1.6 BIVA

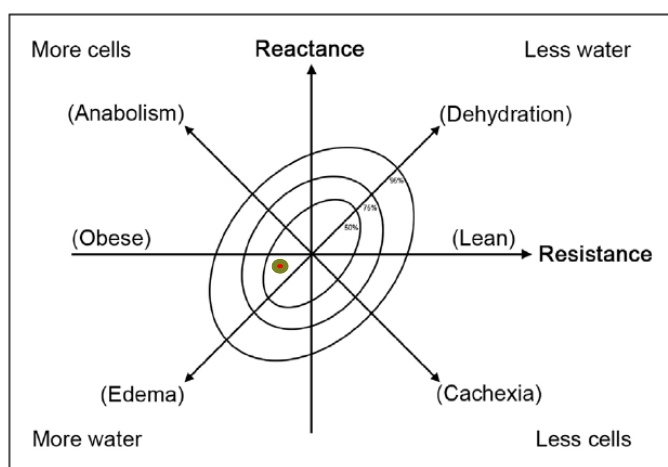
De BIVA is een nomogram van de berekende vector van de weerstand (R) en reactantie (Xc). De drie ellipsen komen overeen met de 50^{ste}, 75^{ste} en 95^{ste} vectorpercentiel van een gezonde populatie. Zie figuur 36. De BIVA is lengte en leeftijd specifiek.

Er zijn geen ziekte specifieke nomogrammen. De verticale/lengte as geeft de hydratiestatus weer, de horizontale/breedte as de VVM. Bij afname van de VVM verschuift het vectorpunt naar rechts. [4]

Bij de interpretatie van de BIVA moet rekening worden gehouden met de resultaten over de vochtstatus c.q. de ECW Ratio. Zie ook <https://nutritionalassessment.nl/biva/>

Figuur 36. BIVA.

[Overgenomen uit [13] Moonen & van Zanten]



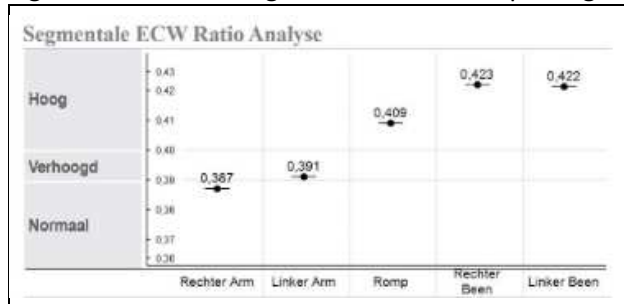
8.3.1.7 Links-rechts verschillen in ledematen

Verschillen tussen links en rechts van de armen resp. benen zijn op te sporen doordat zowel de ECW Ratio als de segmentale spiermassa per segment worden gegeven.

Een links-rechts verschil in ECW Ratio in armen of benen kan bijvoorbeeld wijzen op een (relatieve) veneuze afvloedbelemmering of door een probleem met de lymfeafvoer (lymfoedeem). Er kunnen verschillende oorzaken aan ten grondslag liggen, zoals trombose of een vochtophoping t.g.v. een blessure. Een $\Delta 0.007$ in de ECW Ratio is significant. Houdt bij kleinere verschillen het beloop in de gaten. [8,9]

Een verschil in segmentale spiermassa wordt bijvoorbeeld gezien bij een halfzijdige paralyse of eenzijdig lymfoedeem.

Figuur 37. Voorbeeld gemeten ECW Ratio per segment. Er is sprake van oedeem in beide benen.

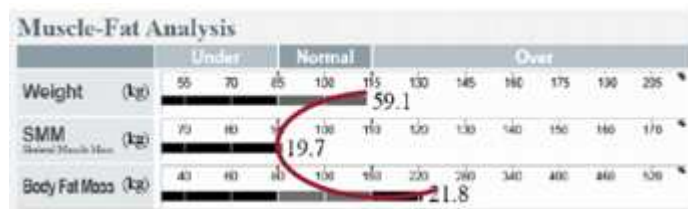


8.3.1.8 Spier-Vet analyse en Obesitas analyse

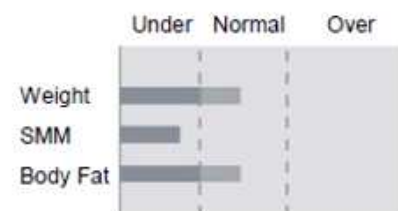
Op het resultatenblad wordt de Spier-Vet Analyse getoond. In dit diagram worden onder elkaar het gemeten lichaamsgewicht, de skeletspiermassa (SSM) en de vetmassa (VM) getoond. Het patroon (C-type, I-type en D-type) geeft een beeld van de lichaams-samenstelling. In elk type zijn nog 3 subtypen te onderscheiden. Zie figuur 38 t/m 43.

C-type

Het C-type (Coutious shape) heeft naar verhouding veel vetmassa en weinig spiermassa en wordt daardoor gezien bij overgewicht/obesitas. Het kan ook duiden op sarcopene obesitas of sarcopenie. Hoe verder de onderkant van de C uitloopt, hoe groter het gezondheidsrisico is.

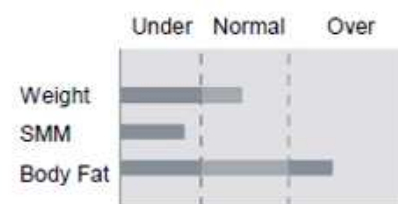


Figuur 38. Voorbeeld spier-vet analyse – C-type.



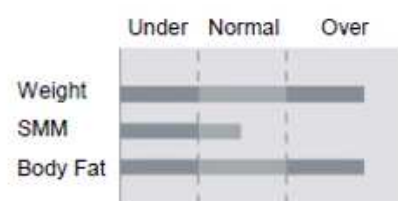
Gezond gewicht met weinig spierassa

- Mogelijk door gebrek aan lichaamsbeweging en/of lage eiwitname.
- Letsel of ziekte kan leiden tot onregelde stofwisseling, oedeem en sarcopenie.



Standaard gewicht of overgewicht

- Verhoogde vetmassa bij weinig spiermassa.
- Abdominale obesitas bij zowel overgewicht als gezond gewicht.
- Risico op het ontstaan van welvaartsziekten.



Overgewicht met weinig spiermassa

- Normale spiermassa met verhoogde vetmassa.
- Overgewicht met weinig beenspieren, met negatieve gevolgen voor mobiliteit en valrisico.
- Vermindering vetmassa levert gezondheidswinst op.

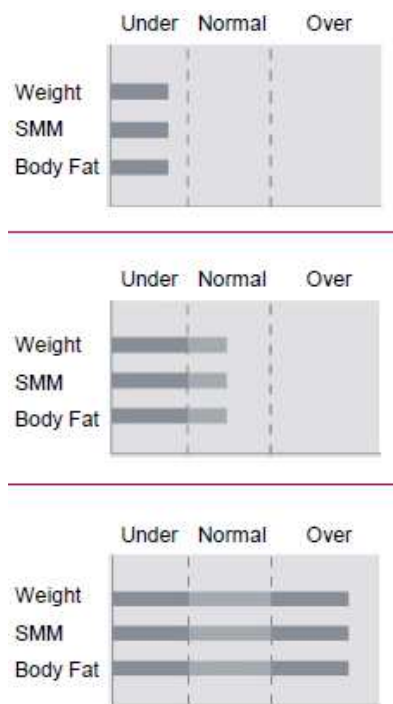
Figuur 39. Subtypen van het C-type.

I-type

Bij het I-type (Ideal shape) is de lichaamssamenstelling in balans.



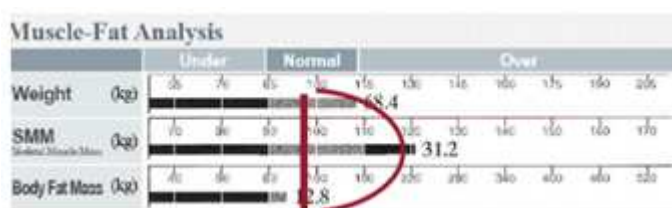
Figuur 40. Voorbeeld spier-vet analyse – I-type.



Figuur 41. Subtypen van het I-type.

D-type

Het D-type (Developed shape) heeft naar verhouding meer spiermassa dan vetmassa. Dit komt voor bij getrainde, atletische personen.



Figuur 42. Voorbeeld spier-vet analyse – D-type.

Ondergewicht met weinig spiermassa

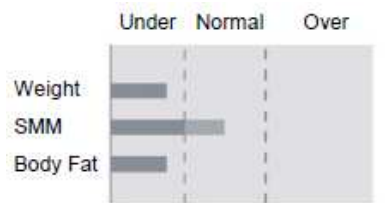
- Ondervoeding bij ondergewicht door lage energie- en eiwitname of malabsorptie in combinatie met weinig lichaamsbeweging.
- Behandeling moet gericht zijn op toename van gewicht en spiermassa.
- Laag risico op het ontstaan van welvaartsziekten.

Gezond gewicht en gezonde lichaamssamenstelling

- Behandeling moet gericht zijn op behoud van de voedingstoestand.

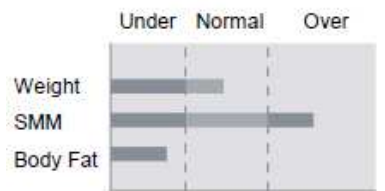
Overgewicht of obesitas

- Behandeling moet gericht zijn op verlies van vetmassa en gewicht.
- Hoog risico op het ontstaan van welvaartsziekten.



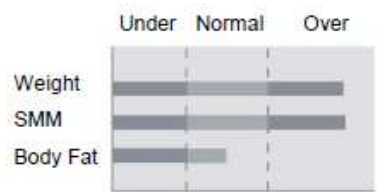
Ondergewicht met veel spierassa

- Behandeling moet gericht zijn op behoud of toename van spiermassa en vetmassa.



Gezond gewicht met veel spiermassa

- Behandeling moet gericht zijn op behoud van de vetmassa.



Overgewicht met veel spiermassa

- De BMI valt in de categorie overgewicht, maar dit wordt veroorzaakt door spiermassa en niet door vetmassa; gewichtsverlies is niet nodig.

Figuur 43. Subtypen van het D-type.

8.3.1.9 Basaalmetabolisme (BMR)

De gouden standaard voor meting van de energiebehoefte is indirecte calorimetrie. Omdat de energiebehoefte gerelateerd is aan de VVM, geeft de InBody S10 ook de BMR, gebaseerd op de formule van Katch-McArdle. Een alternatief is de formule van Cunningham.

Tabel 16. Formules berekening BMR o.b.v. VVM.

Katch-McArdle	$BMR = 370 + (21.6 \times VVM)$
Cunningham	$BMR = 500 + (22 \times VVM)$

Uit onderzoek is gebleken dat berekening van de BMR met formules op basis van VVM minder nauwkeurig is dan indirecte calorimetrie, maar accurater dan schattingen op basis van lichaamsgewicht (zoals de FAO formule of formule van Harris & Benedict). [13]

Let echter op dat voor een juiste interpretatie eerst de ECW Ratio en VVM moeten worden beoordeeld. Bij overvulling kan de BMR worden overschat.

9. Methodologische kwaliteit

9.1. Validiteit

De InBody baseert de resultaten van de lichaamssamenstelling op de impedantie. Er wordt geen gebruik gemaakt van empirische vergelijkingen of statistische data.

De InBody voert automatisch een kalibratie voor het gewicht uit tijdens de opwarmfase.

9.2. Betrouwbaarheid

Wees altijd kritisch tijdens het beoordelen van de uitkomsten. Wat je meet en wat wordt berekend is een benadering van de waarheid. Wees je ervan bewust dat de BIA-meting slecht een aanvulling is op de klinische blik en andere uitslagen / kennis van de patiënt.

Probeer zoveel mogelijk onder constante omstandigheden te meten. Lukt dat niet, houd hier dan rekening mee bij de interpretatie van de gegevens. Vergelijk de berekende data met de vorige meetmomenten, met referentiewaarden en andere parameters.

Referentiewaarden kunnen tot stand zijn gekomen door meting op andere meetapparatuur en zijn vrijwel nooit ziekte specifiek. De aangegeven percentages bij de resultaten zijn gebaseerd op zowel literatuuronderzoek als interne data van InBody.

Referenties

1. Barbosa-Silva, M.C.G. et al. (2005). Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82(1), 49-52.
2. Colin-Ramírez, E., Castillo-Martínez, L., Orea-Tejeda, A., Vázquez-Durán, M., Rodríguez, A.E. & Keirns-Davis, C. (2012). Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic marker in chronic heart failure. *Nutrition*, 28(9), 901-905. doi: [10.1016/j.nut.2011.11.033](https://doi.org/10.1016/j.nut.2011.11.033)
3. Davenport, A. (2013). Does peritoneal dialysate affect body composition assessments using multi-frequency bioimpedance in peritoneal dialysis patients. *European Journal of Clinical Nutrition*, 67, 223-225.
4. Droop, A. & Langius, J. (2017). Bio-elektrische impedantie vectoranalyse (BIVA). *Nederlands Tijdschrift voor Voeding & Diëtetiek*, 72(T), 22.
5. El-Kateb, S. & Davenport, A. (2016). Changes in intracellular water following hemodialysis treatment lead to changes in estimates of lean tissue using Bioimpedance Spectroscopy. *Nutrition in Clinical Practice*, 31(3), 375-377.
6. Eyre, S., Bosaeus, I., Jensen, G. & Saeed, A. (2021). Using Bioimpedance Spectroscopy for diagnosis of malnutrition in chronic kidney disease stage 5: Is it useful? *Journal of Renal Nutrition*, may 2021 online.
7. Fan, S., Sayed, R.H. & Davenport, A. (2012). Extracellular volume expansion in peritoneal dialysis patients. *The International Journal of Artificial Organs*, 35(5), 338-345.
8. InBody Europe BV (2020). De handleiding voor professionals. Het InBody resultatenblad. 1-48.
9. InBody Co., Ltd (2015). InBody S10 Users manual. 1-40.
10. Koeling-Doorn, G. van. (2021). Interpretatie van impedantiemetingen bij overhydratie. *Nederlands Tijdschrift voor Voeding & Diëtetiek*, 76(2), 32-35.
11. Kruizenga, H., Memelink, R., Zweers, H & Hulshof, P. (2019). Wat is ASSM? *Nederlands Tijdschrift voor Voeding & Diëtetiek*, 74(3), 37-38.
12. Kruizenga, H. & Wierdsma, N. (2020). Zakboek Diëtetiek. Amsterdam, VU University Press.
13. Moonen, H.P.F.X. & Zanten, A.R.H. van. (2021). Bioelectric impedance analysis for body composition measurement and other potential clinical applications in critical illness. *Current Opinion in Critical Care*, 27(4), 344-353.

14. Nongnuch, A., Panorchan, K. & Davenport, A. (2014). Predialysis NTproBNP predicts magnitude of extracellular volume overload in haemodialysis patients. *American Journal of Nephrology*, 40(3), 251-257. doi: [10.1159/000368376](https://doi.org/10.1159/000368376)
15. Ohashi, Y., Joki, N., Yamazaki, K., Kaeamura, T., Tai R, Oguchi, H. et al. (2018). Changes in the fluid volume balance between intra- and extracellular water in a sample of Japanese adults aged 15-88 yr old: a cross-sectional study. *American Journal of Physiology Renal Physiology* 314(4), F614-F622.
16. Papakrivopoulou, E., Booth, J., Pinney, J. & Davenport, A. (2012). Comparison of volume status in asymptomatic hemodialysis and peritoneal dialysis outpatients. *Nephron Extra*, 2, 48-54.
17. Reijven, N. & Hulshof, P. (2017). BIA-fasehoek. *Nederlands Tijdschrift voor Voeding & Diëtetiek*, 72(T), 35.
18. Rhee, H., Baek, M.J., Chung, H.C., Park, J.M., Jung, W.J., Park, S.M. et al. (2016). Extracellular volume expansion and the preservation of residual renal function in Korean peritoneal dialysis patients: a long-term follow up study. *Clin Exp Nephrol* 20, 778–786.
19. Rodrigues, R., Eilering, D., Speksnijder, F., Eijk, J. van, Ghanbari, A., Oeveren, R. van et al. (2017). Correctiefactor voor kleding bij bepalen lichaamsgewicht. *Nederlands Tijdschrift voor Voeding & Diëtetiek*, 72(T), 28-29.
20. Sasaki, N., Ueno, K., Shiraishi, T., Yoshimura, A., Kuno, M., Takda, S. et al. (2008). The optimal ratio of extracellular water to total body water (ECW/TBW) determined by bioelectrical impedance analysis (BIA) for setting dry weight in hemodialysis patients. *J-stage home – Nihon Toseki Igakkai Zasshi*, 41(10), 723-730.

Bijlage 1: Voorbeeld 1: Berekenen drooggewicht met behulp van ECW Ratio

Meetgegevens: Gewicht: 86 kg
 TLW: 36.1 L
 ICW: 21.8 L
 ECW: 14.3 L
 ECW Ratio: 0.395

De patiënt heeft een serum albumine ≥ 32 g/L, zonder diagnose diabetes en geen ondervoeding. Daarmee is de streef ECW Ratio 0.385. Bij tekenen van overvulling, zoals hoge bloeddruk, kan dat in combinatie met de uitslag van de MF-BIA meting een signaal zijn om het drooggewicht aan te passen.

Handmatige berekening:

Huidig ICW : Streef ECW = 0.615 : 0.385

21.8 L : Streef ECW = 0.615 : 0.385

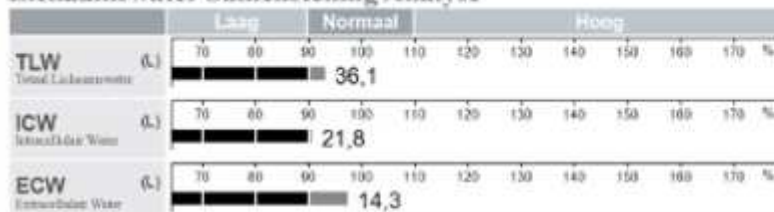
Streef ECW = (21.8 L x 0.385) / 0.615

Streef ECW = 13.6 L

Het verschil tussen de streef ECW en de gemeten ECW is: 14.3 L – 13.6 L = 0.7 L.

Er kan nog mogelijk 0.7 L extra onttrokken worden. Het streef- of drooggewicht van de patiënt kan in dat geval met 0.7 L verlaagd worden: 86 → 85.3 kg

Lichaamswater Samenstelling Analyse



ECW Ratio Analyse



Spier-Vet Analyse

Gewicht	86,0 kg	(52,9-71,4)
Skeletspiermassa	26,5 kg	(26,5-32,3)
Mager massa	46,2 kg	(44,9-54,8)
Vetmassa	37,0 kg	(7,6-14,9)

Lichaamswaterregulatie

ECW Verhouding 0.385	- 0,7 L	/ 85,3 kg
ECW Verhouding 0.395	- 0,1 L	/ 85,9 kg
ECW Verhouding 0.405	+ 0,5 L	/ 86,6 kg

Bijlage 2: Voorbeelden 2 en 3: Berekenen VVM met behulp van ECW Ratio

Meetgegevens:	Gewicht:	61.3 kg
	TLW:	33.3 L
	ICW:	20.4 L
	ECW:	12.9 L
	ECW Ratio:	0.387
	VVM:	45.6 kg

Voor berekening van de gecorrigeerde VVM wordt een ECW Ratio van 0.380 gehanteerd.

Huidig ICW : Streef ECW = 0.620 : 0.380
20.4 L : Streef ECW = 0.620 : 0.380
Streef ECW = (20.4 L x 0.380) / 0.620
Streef ECW = 12.5 L

Het verschil tussen het gemeten ECW en het na te streven ECW is: 12.9 L – 12.5 L = 0.4 L.
Omdat het overtollige ECW in de VVM zit, kan voor een betere interpretatie van de VVM het overtollige ECW (0.4 L) in mindering worden gebracht op de gemeten VVM.
De gecorrigeerde VVM is dan 45.6 – 0.4 = 45.2 kg.

Meetgegevens:	Gewicht:	79.5 kg
	TLW:	38 L
	ICW:	23.9 L
	ECW:	14.1 L
	ECW Ratio:	0.371
	VVM:	51.9 kg

Voor berekening van de gecorrigeerde VVM wordt een ECW Ratio van 0.380 gehanteerd.

Huidig ICW : Streef ECW = 0.620 : 0.380
23.9 L : Streef ECW = 0.620 : 0.380
Streef ECW = (23.9 L x 0.380) / 0.620
Streef ECW = 14.6 L

Het verschil tussen het gemeten ECW en het na te streven ECW is: 14.1 L – 14.6 L = - 0.5 L.
Er is mogelijk 0.5 L te veel onttrokken waarmee de gemeten VVM te weinig vocht bevat.
De gecorrigeerde VVM is dan 51.9 + 0.5 = 52.4 kg.

Bijlage 3: Referentietabel fasehoek (Bosy-Westphal e al)

Tabel 4. Percentielen voor fasehoek (°). [Overgenomen uit [12] Kruizenga & Wierdsma, tabel 2.11]

	Mannen				Vrouwen			
	<i>n</i>	<i>Gemiddelde ± SD</i>	<i>P10</i>	<i>P5</i>	<i>n</i>	<i>Gemiddelde ± SD</i>	<i>P10</i>	<i>P5</i>
BMI 18.5 - 25 kg/m²								
18-19 jaar	1052	5.93 ± 0.69	5.20	4.97	115	6.82 ± 0.77	5.93	5.47
20-29 jaar	8307	5.98 ± 0.68	5.19	5.01	614	6.89 ± 0.72	6.02	5.79
30-39 jaar	10162	6.03 ± 0.67	5.26	5.07	639	6.66 ± 0.70	5.79	5.53
40-49 jaar	6691	5.96 ± 0.68	5.18	4.98	464	6.46 ± 0.70	5.64	5.41
50-59 jaar	3408	5.73 ± 0.68	4.94	4.74	294	6.24 ± 0.66	5.48	5.23
60-69 jaar	1106	5.51 ± 0.78	4.69	4.41	218	5.77 ± 0.82	4.73	4.23
≥ 70 jaar	276	5.12 ± 0.84	4.13	3.85	86	5.11 ± 0.86	3.95	3.82
BMI 25 - 30 kg/m²								
18-19 jaar	1129	6.08 ± 0.69	5.31	5.04	138	7.07 ± 0.70	6.25	5.79
20-29 jaar	11117	6.10 ± 0.68	5.32	5.12	1360	7.00 ± 0.72	6.14	5.80
30-39 jaar	18824	6.17 ± 0.67	5.40	5.19	2747	6.92 ± 0.69	6.07	5.85
40-49 jaar	17090	6.09 ± 0.67	5.32	5.11	2494	6.70 ± 0.70	5.84	5.60
50-59 jaar	13137	5.87 ± 0.70	5.07	4.87	1994	6.41 ± 0.72	5.54	5.27
60-69 jaar	5649	5.59 ± 0.72	4.79	4.58	1267	6.01 ± 0.75	5.14	4.92
≥ 70 jaar	1124	5.26 ± 0.78	4.41	4.17	313	5.43 ± 0.77	4.45	4.20
BMI 30-35 kg/m²								
18-19 jaar	582	6.10 ± 0.65	5.35	5.16	115	6.92 ± 0.89	5.87	5.67
20-29 jaar	6507	6.18 ± 0.68	5.40	5.19	1200	7.02 ± 0.71	6.15	5.87
30-39 jaar	11506	6.25 ± 0.67	5.49	5.28	2682	6.94 ± 0.72	6.09	5.82
40-49 jaar	12495	6.17 ± 0.69	5.37	5.15	2809	6.75 ± 0.68	5.90	5.67
50-59 jaar	11817	5.90 ± 0.70	5.11	4.88	2542	6.43 ± 0.70	5.59	5.32
60-69 jaar	6305	5.62 ± 0.73	4.77	4.55	1643	6.03 ± 0.76	5.13	4.85
≥ 70 jaar	1419	5.27 ± 0.75	4.44	4.22	381	5.50 ± 0.76	4.52	4.27
BMI 35-40 kg/m²								
18-19 jaar	239	6.13 ± 0.77	5.25	5.02	55	6.81 ± 0.67	5.93	5.75
20-29 jaar	2857	6.21 ± 0.68	5.42	5.20	518	6.90 ± 0.74	5.97	5.72
30-39 jaar	5064	6.24 ± 0.66	5.46	5.26	1060	6.88 ± 0.69	6.05	5.71
40-49 jaar	5462	6.16 ± 0.70	5.33	5.12	1187	6.64 ± 0.74	5.76	5.52
50-59 jaar	5178	5.89 ± 0.72	5.07	4.84	1060	6.36 ± 0.76	5.49	5.10
60-69 jaar	3090	5.56 ± 0.75	4.71	4.47	643	5.96 ± 0.85	5.00	4.70
≥ 70 jaar	685	5.26 ± 0.84	4.36	4.12	89	5.42 ± 0.73	4.48	4.22

BMI 40-50 kg/m²								
18-19 jaar	95	6.06 ± 0.64	5.28	5.06	30	6.56 ± 0.60	5.58	5.43
20-29 jaar	1306	6.15 ± 0.66	5.34	5.12	196	6.73 ± 0.69	5.80	5.55
30-39 jaar	2537	6.19 ± 0.71	5.37	5.15	444	6.68 ± 0.76	5.77	5.44
40-49 jaar	2709	6.08 ± 0.72	5.25	5.00	487	6.43 ± 0.77	5.49	5.24
50-59 jaar	2280	5.81 ± 0.70	4.98	4.78	417	6.16 ± 0.77	5.29	5.03
60-69 jaar	1274	5.49 ± 0.77	4.67	4.42	212	5.75 ± 0.86	4.80	4.45
≥ 70 jaar	243	5.07 ± 0.72	4.21	3.98	29	5.03 ± 0.87	3.90	3.63

Let op: alle referentiewaarden zijn niet ziekte-specifiek en gebaseerd op metingen bij Kaukasische volwassenen bij 50 kHz.

Bijlage 4: Referentietabel fasehoek (Barbosa-Silva et al)

Tabel 5. Percentielen voor fasehoek (°) [1]

	Mannen			Vrouwen		
	P5	Gemiddeld ± SD	P95	P5	Gemiddeld ± SD	P95
18-20 jaar	6.97	7.90 ± 0.47	8.75	5.90	7.04 ± 0.85	8.91
20-29 jaar	6.83	8.02 ± 0.75	9.17	5.64	6.98 ± 0.92	8.55
30-39 jaar	6.64	8.01 ± 0.85	9.48	5.57	6.87 ± 0.84	8.36
40-49 jaar	6.53	7.76 ± 0.85	9.00	5.57	6.91 ± 0.85	8.33
50-59 jaar	6.12	7.31 ± 0.89	8.68	5.48	6.55 ± 0.87	7.96
60-69 jaar	5.40	6.96 ± 1.10	8.88	4.69	5.97 ± 0.83	7.48
≥ 70 jaar	4.77	6.19 ± 0.97	8.01	4.22	5.64 ± 1.02	7.04

Let op: alle referentiewaarden zijn niet ziekte-specifiek en gebaseerd op metingen bij volwassenen met verschillende etnische achtergronden bij 50 kHz.

Bijlage 5: Referentietabel VVM (Kyle et al)

Tabel 8. Percentielen voor VVM (kg). [Overgenomen uit [12] Kruijenga & Wierdsma, tabel 2.5]

Mannen	n	Gemiddeld ± SD	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
Hele groep	2735	59.1 ± 5.7	50.3	51.9	55.1	59	62.7	66.4	68.8
15-24 jaar	424	58.5 ± 5.4	49.4	51.6	54.7	58.6	62.4	65.4	67.5
25-34 jaar	656	60.2 ± 5.5	51.3	52.9	56.5	60.3	63.6	67.4	69.2
35-44 jaar	694	60.3 ± 5.8	51.4	53.0	56.3	59.8	63.7	68.0	70.7
45-54 jaar	449	58.6 ± 5.1	51.4	52.4	55.3	58.1	61.6	65.0	67.7
55-64 jaar	227	58.2 ± 5.5	50.4	51.8	54.0	58.1	61.6	65.9	67.7
65-74 jaar	162	57.3 ± 5.8	48.9	50.4	53.2	56.9	61.1	64.7	66.4
75-84 jaar	91	54.4 ± 5.5	46.5	47.8	50.5	54.0	58.2	61.7	62.9
≥ 85 jaar	32	51.4 ± 5.0	46.4	46.9	48.5	51.1	53.3	58.0	60.9
Vrouwen									
Hele groep	2490	42.4 ± 4.5	35.6	37.0	39.4	42.3	45.2	48.0	49.8
15-24 jaar	488	42.6 ± 4.1	36.2	37.5	39.9	42.4	45.0	48.2	49.9
25-34 jaar	561	42.9 ± 4.1	36.9	38.0	39.9	42.6	45.5	48.2	49.6
35-44 jaar	500	42.8 ± 4.0	36.3	37.9	40.0	42.6	45.4	47.7	49.5
45-54 jaar	378	43.3 ± 4.7	36.2	37.6	40.2	43.2	45.7	48.2	50.7
55-64 jaar	168	42.3 ± 4.6	35.7	37.2	38.7	42.2	44.8	48.2	50.8
65-74 jaar	183	41.9 ± 5.1	34.0	35.7	38.4	42.3	45.5	48.2	49.8
75-84 jaar	160	39.5 ± 4.5	33.0	34.1	36.2	39.3	42.2	44.8	47.0
≥ 85 jaar	52	37.1 ± 5.0	27.7	30.2	33.6	37.4	40.0	43.7	46.5

Let op: alle referentiewaarden zijn niet ziekte-specifiek en gebaseerd op metingen bij Kaukasische volwassenen bij 50 kHz.

Bijlage 6: Referentietabel VVMI (Schutz et al)

Tabel 9. Percentielen voor VVMI (kg/m²). [Overgenomen uit [12] Kruizenga & Wierdsma, tabel 2.6]

Mannen	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
18-34 jaar	16.8	17.2	18.0	18.9	19.8	20.5	21.1
35-54 jaar	17.2	17.6	18.3	19.2	20.1	21.1	21.7
55-74 jaar	17.0	17.6	18.4	19.4	20.3	21.1	22.1
≥ 75 jaar	16.6	16.9	17.6	18.5	19.4	20.9	21.2
Vrouwen							
18-34 jaar	13.8	14.1	14.7	15.4	16.2	17.1	17.6
35-54 jaar	14.4	14.7	15.3	15.9	16.7	17.5	18.0
55-74 jaar	14.1	14.6	15.4	16.2	17.4	18.4	19.0
≥ 75 jaar	12.9	13.7	14.7	15.9	17.0	18.1	18.7

Let op: alle referentiewaarden zijn niet ziekte-specifiek en gebaseerd op metingen bij Kaukasische volwassenen bij 50 kHz.

Bijlage 7: Referentietabel VMI (Schutz et al)

Tabel 10. Percentielen voor VMI (kg/m²). [Overgenomen uit [12] Kruizenga & Wierdsma, tabel 2.6]

Mannen	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
18-34 jaar	2.2	2.5	3.2	4.0	5.0	6.1	7.0
35-54 jaar	2.5	2.9	3.7	4.8	6.0	7.2	7.9
55-74 jaar	2.8	3.4	4.3	5.7	7.2	8.4	9.3
≥ 75 jaar	3.7	4.3	5.2	6.4	7.6	9.0	10.1
Vrouwen	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
18-34 jaar	3.5	3.9	4.6	5.5	6.6	7.8	8.7
35-54 jaar	3.4	3.9	4.8	5.9	7.2	8.8	9.9
55-74 jaar	4.5	5.4	6.5	8.3	8.4	12.0	13.5
≥ 75 jaar	4.9	5.6	7.5	9.3	11.4	13.5	14.3

Let op: alle referentiewaarden zijn niet ziekte-specifiek en gebaseerd op metingen bij Kaukasische volwassenen bij 50 kHz.

Bijlage 8: Referentietabel ASSM (Kyle et al)

Tabel 13. Percentielen voor ASSM (kg). [Overgenomen uit [12] Kruizenga & Wierdsma, tabel 2.9]

Mannen	P10	P25	P75	P90
18-34 jaar	22.8	24.6	28.1	30.0
35-54 jaar	22.8	24.3	27.8	29.8
55-75 jaar	21.9	23.3	26.6	28.5
>75 jaar	20.2	21.3	24.6	26.7
Vrouwen	P10	P25	P75	P90
18-34 jaar	15.6	16.7	19.3	20.8
35-54 jaar	15.7	16.7	19.4	20.6
55-75 jaar	14.9	16.1	19.2	20.7
>75 jaar	13.4	14.6	17.5	18.9

Let op: alle referentiewaarden zijn niet ziekte-specifiek en gebaseerd op metingen bij Kaukasische volwassenen bij 50 kHz.

Bijlage 9: Referentietabel ASSMI

Tabel 14. Percentielen voor ASSMI (kg/m^2). [Overgenomen uit [12] Kruijenga & Wierdsma, tabel 2.10]

Mannen	Kaukasisch				Negroïde				Latijns-Amerikaans			
	leeftijd	n	M	SD	L	n	M	SD	L	n	M	SD
20	235	8.87	1.34	-0.71	138	9.68	1.78	-0.56	160	8.56	1.05	-0.94
25	238	8.94	1.32	-0.62	100	9.81	1.73	-0.46	164	8.76	1.07	-0.80
30	241	9.02	1.31	-0.52	118	9.91	1.68	-0.36	138	8.93	1.08	-0.65
35	249	9.09	1.30	-0.43	114	9.94	1.62	-0.26	116	9.05	1.09	-0.51
40	292	9.12	1.29	-0.34	149	9.90	1.56	-0.16	164	9.11	1.11	-0.37
45	244	9.11	1.27	-0.25	125	9.79	1.50	-0.06	135	9.09	1.11	-0.23
50	298	9.05	1.25	-0.16	101	9.67	1.47	0.04	72	9.02	1.11	-0.10
55	207	8.95	1.22	0.07	72	9.55	1.44	0.14	63	8.89	1.09	0.03
60	248	8.81	1.18	0.03	115	9.40	1.43	0.24	166	8.72	1.06	0.16
65	243	8.64	1.14	0.12	112	9.22	1.40	0.33	123	8.52	1.03	0.28
70	288	8.44	1.09	0.21	70	9.01	1.38	0.43	105	8.28	0.98	0.41
75	225	8.21	1.03	0.30	54	8.78	1.34	0.53	64	8.01	0.93	0.54
80	257	7.97	0.97	0.39	23	8.56	1.31	0.62	33	7.73	0.88	0.66
85	168	7.72	0.91	0.49	18	8.34	1.28	0.71	17	7.44	0.83	0.79

Vrouwen	Kaukasisch				Negroïde				Latijns-Amerikaans			
	leeftijd	n	M	SD	L	n	M	SD	L	n	M	SD
20	323	6.81	1.04	-0.82	160	8.23	1.47	-0.51	239	6.72	1.01	-1.31
25	338	6.86	1.08	-0.82	127	8.29	1.49	-0.52	180	6.84	1.06	-1.17
30	350	6.90	1.11	-0.82	145	8.32	1.51	-0.54	149	6.95	1.11	-1.03
35	298	6.93	1.15	-0.82	139	8.32	1.52	-0.55	135	7.03	1.15	-0.90
40	260	6.95	1.17	-0.82	154	8.29	1.51	-0.57	174	7.09	1.18	-0.76
45	244	6.93	1.19	-0.82	148	8.22	1.49	-0.58	129	7.11	1.20	-0.62
50	287	6.90	1.18	-0.81	94	8.13	1.47	-0.59	100	7.06	1.20	-0.48
55	204	6.84	1.17	-0.81	78	8.03	1.43	-0.60	53	6.96	1.18	-0.34
60	263	6.76	1.14	-0.81	138	7.94	1.39	-0.62	168	6.83	1.16	-0.20
65	238	6.67	1.10	-0.81	93	7.85	1.35	-0.63	144	6.69	1.13	-0.07
70	236	6.57	1.06	-0.81	72	7.73	1.30	-0.64	105	6.54	1.10	0.07
75	206	6.45	1.01	-0.81	65	7.59	1.24	-0.65	54	6.37	1.06	0.21
80	299	6.33	0.96	-0.81	28	7.41	1.19	-0.67	32	6.20	1.03	0.35
85	184	6.20	0.91	-0.81	25	7.22	1.13	-0.68	25	6.04	0.99	0.47

Let op: alle referentiewaarden zijn niet ziekte-specifiek en gebaseerd op metingen bij volwassenen met een Kaukasische, Negroïde of Latijns-Amerikaanse achtergrond (NHANES cohort) bij 50 kHz.