



Nutritional Assessment Platform

Multi-frequency bio-elektrische impedantie analyse

Standard Operating Procedures

Versie 1

3 oktober 2025

Auteurs: Dr Heidi Zweers¹, Mellody den Otter Msc², dr. Hinke Kruizenga³, dr. Wesley Visser⁴, Inez Jans⁵,

1 Diëtist onderzoeker Radboudumc, 2 Master student Nutrition and Health WUR, 3 Diëtist-onderzoeker (UHD) Amsterdam UMC, 4 Diëtist onderzoeker Erasmus MC, 5 Diëtist nierziekten Ziekenhuis Gelderse Vallei

Doel	Schatten van de lichaamssamenstelling op basis van een Multi frequency impedantiemeting
-------------	---

Doelgroep	Kinderen vanaf 3 jaar en volwassenen
------------------	--------------------------------------

Tijdsduur	5-15 minuten
------------------	--------------



Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	2
1. Doel van het meetinstrument.....	1
2. Afkortingen en algoritmes	1
3. Achtergrondinformatie en betrouwbaarheid.....	1
3.1 Achtergrond	1
3.2 Betrouwbaarheid en validiteit	2
4. Doelgroep.....	5
4.1 Indicaties	5
4.2 Contra-indicatie.....	5
4.3 Minder valide bij;	6
4.4 Minder zinvol bij;.....	7
5. Veiligheid.....	7
6. Beschrijving van het meetinstrument.....	7
7. Reinigen en onderhoud	7
7.1 Reinigen.....	7
7.2 Onderhoud	8
8. Werkwijze.....	8
8.1 Benodigdheden	8
8.2 Voorbereiding	8
8.3 Meting.....	10
8.4 Verwerking van de resultaten	10
9. Referenties.....	13

1. Doel van het meetinstrument

Schatten van de lichaamssamenstelling en hydratiestatus op basis van impedantie meting op meerdere frequenties.

2. Afkortingen en algoritmes

Afkorting	Uitleg en/of formule
BCM	Body cell mass/ Lichaamsceelmasa
MF BIA	Multi-frequency bio-elektrische impedantie analyse
BIVA	Bio-elektrische impedantie vectoranalyse
BMI	Body mass index
ECW	Extra cellular water
ICW	Intra cellular water
PA	Phase angle = fasehoek (graden) = $\arctan\left(\frac{reactance}{resistance}\right) \times \left(\frac{180}{\pi}\right)$
R	Resistance (Ω) = weerstand
TBW	Totaal body water
VM	Vetmasa (kg) = lichaamsgewicht (kg) – vetvrije masa (kg)
VVM	Vetvrije masa (kg) = lichaamsgewicht (kg) – vetmasa (kg)
Xz	Reactance (Ω) = tegenweerstand van de celmembranen
Z	Impedantie (Ω) = $\sqrt{(resistance^2 + reactance^2)}$

3. Achtergrondinformatie en betrouwbaarheid

3.1 Achtergrond

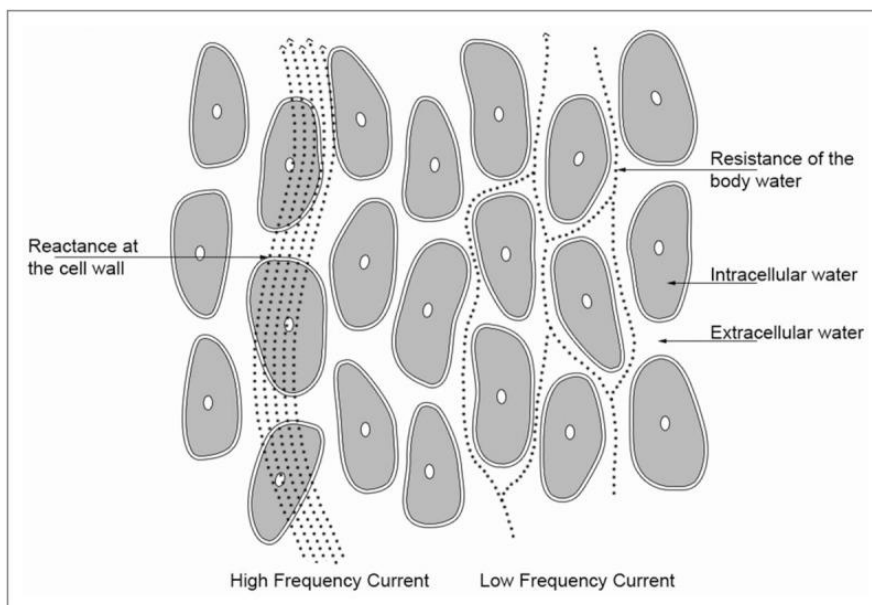
Bio-elektrische impedantie analyse (BIA) is een dubbel-indirecte niet-invasieve methode die wordt gebruikt om de lichaamssamenstelling te schatten. Het is gebaseerd op de elektrische geleiding van wisselstroom door het lichaam, waarbij de weerstand van het lichaam een rol speelt. Water is een goede geleider, terwijl vet een slechte geleider is. Hoe beter de geleiding van de wisselstroom door het lichaam, hoe lager de weerstand (R). Wanneer de stroom een cel passeert, veroorzaakt de celwand een korte vertraging. Hierdoor neemt de elektrische spanning tijdelijk toe en wordt voldoende energie opgewekt



om door de celwand heen te dringen. Deze korte vertraging in energiestroom wordt reactantie (X_c) genoemd. Impedantie (Z) is de combinatie van weerstand (R) en reactantie (X_c), en wordt gebruikt om de vetvrije massa (VVM) van het lichaam te berekenen. De fasehoek (PA) is de hoek tussen de impedantie (X_c) en de weerstand (R). Dit is een maat voor zowel de hoeveelheid als de kwaliteit van de lichaamscellen.

Bij een Multi-Frequency (MF) BIA-meting wordt de impedantie bij meerdere frequenties gemeten (5 tot 3000 kHz). Door het meten met verschillende frequenties, kan onderscheid worden gemaakt tussen Intra Cellulaire water (ICW) en extracellulaire water (ECW).

Wanneer de frequentie laag is, beweegt de elektrische stroom om de celmembranen heen via het ECW. Bij hogere frequenties kan de stroom door de celmembranen heen dringen, waardoor zowel het ICW als het ECW gemeten worden (zie figuur 1). Hoe groter het bereik tussen de hoge en lage frequenties is, hoe beter dit onderscheid gemaakt kan worden.



Figuur 1. Principe van MF BIA (Moonen HPFX,2021)

3.2 Betrouwbaarheid en validiteit

Let op: Je **meet** de reactance en resistance van de deelnemer en **berekent** een lichaamsparameter. De algoritmes die hiervoor worden gebruikt, zijn nooit op alle groepen toepasbaar. Bij de fabrikant kan worden nagevraagd op basis van welke populatie deze algoritmen zijn gebouwd. Bij de interpretatie van de uitkomsten van de MF BIA heb je te maken met aannames en een statistisch verband tussen de meetmethode (impedantie) en een lichaamsparameter.

Aannames:

- Het lichaam is opgebouwd uit 5 cilinders van uniforme doorsnede. De twee armen, twee benen en romp worden gezien als 5 cilinders.



- Het lichaam bestaat voor een constant deel uit water. Dit is alleen correct bij een normale hydratiestatus*.

* Bij hydratatieproblemen is een MF-BIA wel geschikt, in tegenstelling tot een SF-BIA, waarbij metingen bij een afwijkende hydratiestatus worden afgeraden. Met een MF-BIA kun je namelijk de hydratiestatus beoordelen, omdat deze onderscheid maakt tussen intracellulair vocht (ICW) en extracellulair vocht (ECW). Hierdoor is het mogelijk om metingen over de tijd te volgen en veranderingen in lichaamssamenstelling te beoordelen, en te bepalen of deze veroorzaakt worden door veranderingen in vet, vetvrije massa of vocht.

Voordelen:

De meting is relatief goedkoop, niet invasief en in veel gevallen is het MF BIA-apparaat verplaatsbaar. Het geeft inzicht in de lichaamssamenstelling en dit kan over de tijd vervolgd worden. De MF BIA heeft een aantal bijkomende voordelen boven de SF BIA ([zie SOP SF BIA](#)). Het kan onderscheid maken tussen ICW en ECW, waardoor er informatie beschikbaar komt over de hydratiestatus. Bij sommige MF BIA varianten kan er zelfs een correctie op vocht worden berekend (zie bijvoorbeeld de Inbody s10 SOP). Daarnaast meten de meeste MF BIA's beide zijden van het lichaam m.b.v. 8 punten waardoor het mogelijk is om segmentale analyses te doen.

Nadelen:

MF BIA is een dubbel indirecte methode en er zijn veel factoren die de uitkomst beïnvloeden. Daarom is het minder betrouwbaar en valide dan indirecte methodes zoals DXA en ADP.

Factoren die de MF-BIA uitkomst beïnvloeden: (Schotman J., 2021; Kyle, U.G., 2004; Earthman, C.P,2015.)

1. Diameter cilinder
Naarmate de cilinder dunner is (met een kleinere diameter), is de weerstand hoger. Hierdoor heeft de romp (met een grotere diameter), een minder grote invloed op de lichaamsweerstand. Als gevolg hiervan kunnen veranderingen in de weerstand van de ledematen met behulp van MF BIA beter worden waargenomen dan veranderingen in het buikvet.
2. Samenstelling compartiment
3. Temperatuur
4. Kwaliteit celmembranen
5. Lengte en gewichtsmeting
6. Plaatsing van de elektroden
7. Geen goed contact tussen de elektrode en de huid



Door: lotion gebruik, wondjes en of beharing op de hand óf voeten.

8. Decubitus, wonden
9. Hoelang iemand ligt voorafgaande aan de meting
10. Beweging voorafgaand aan de meting
11. Vochtbalans inclusief menstruatie
12. Volle blaas

Een volle blaas heeft invloed op gewicht, niet op de gemeten weerstand. Een volle blaas (en dus een hoger gewicht) resulteert in de formule in een hogere vetmassa. Je kan deelnemer vragen te plassen voor de meting of eventueel een gewicht gemeten in de ochtend met lege blaas gebruiken.

13. Metaal in of tegen het lichaam
14. Implantaten (m.u.v. gebitsimplantaten), infuus
15. Houding

Houding (liggen, staan of zitten) heeft invloed op de BIA resultaten op basis van de vochtverdeling. Bij de meeste MF BIA's is liggend de aanbevolen positie omdat het lichaamsvocht beter verdeeld is en de meting daardoor stabiel en betrouwbaarder kan zijn. Ook vermindert het de invloed van zwaartekracht op de vochtverdeling. De liggende positie is gebruikt in de ESPEN guideline en bij de bepaling van de meeste referenties en formules. Echter als liggend meten niet haalbaar is kan zittend meten ook. Sommige MF BIA's zijn ontworpen voor staande meting. De fasehoek is dan ongeveer 1 graad lager en de algoritmes worden aangepast op de staande meting. Belangrijk hierbij is dat je voor elke meting dezelfde houding aanhoudt, zodat je de resultaten goed kunt vergelijken.

16. Eten en drinken

De richtlijn van de European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) adviseert / schrijft voor om BIA-metingen uit te voeren in een nuchtere toestand, waarbij ten minste 2 uur wordt aanbevolen in een klinische setting en 8 uur in een onderzoek setting (Kyle, U.G., 2004). Omdat het niet wenselijk is om patiënten met ondervoeding en/of sarcopenie te vragen te vasten, en er geen degelijke literatuur is die deze strategie in de richtlijn ondersteunt, heeft Korzilius et al. een onderzoek uitgevoerd (Korzilius, J.W., 2023). De conclusie van de auteurs kwam overeen met die van de ESPEN-richtlijn, waarbij ze vaststelden dat eten BIA-metingen beïnvloedt, maar deze blijven binnen klinisch aanvaardbare grenzen bij gebruik van een gestandaardiseerd ontbijt. Deze bevindingen werden bevestigd door een studie van Hollander-Kraaijeveld et al., waarin een vergelijkbare benadering werd toegepast bij een groep patiënten met taaislijmziekte (Hollander-Kraaijeveld, F.M., 2020). Beiden onderzoeken concludeerden dat het niet noodzakelijk is om BIA-metingen nuchter uit te voeren.



Concluderend: Bij het gebruik van de MF BIA is het van essentieel belang om zoveel mogelijk gestandaardiseerd te werken om de invloeden van verschillende factoren te minimaliseren. Bij de interpretatie van MF BIA-gegevens moet rekening worden gehouden met de context en omstandigheden van de meting. Zolang de metingen plaatsvinden onder gecontroleerde en gestandaardiseerde omstandigheden, is BIA valide genoeg om patiënten met zichzelf te vergelijken over een bepaalde periode.

4. Doelgroep

Kinderen vanaf 3 jaar en volwassenen.

4.1 Indicaties

- Als parameter in de diagnostiek van de voedingstoestand (o.a. ondervoeding en sarcopenie of sarcopene obesitas)
- Voor het monitoren van veranderingen in de lichaamssamenstelling tijdens voedingsinterventie
- Voor segmentale lichaam samenstelling analyse (indien van toepassing is afhankelijk van het MF BIA apparaat dat gebruikt wordt)
- Als variabele in de berekening van de eiwitbehoefte (Dekker, I. 2021)
- Voor het beoordelen van hydratiestatus

4.2 Contra-indicatie

Er is geen contra indicatie voor een MF BIA.

Veel fabrikanten van MF BIA-apparatuur vermelden een pacemaker als contra-indicatie in de handleiding uit angst voor storingen van de pacemaker. Echter, theoretisch is het niet waarschijnlijk dat een elektrische stroom van 5-1000 kHz interferentie veroorzaakt met de pacemaker, omdat:

- Deze hoge frequenties ver verwijderd zijn van de cardiale frequentie (20 Hz)
- Er banddoorlaatfilters zijn ingebouwd in de pacemaker om de hoogfrequente stromen te verzwakken.

In samenwerking met de Nederlandse Werkgroep Cardiologie Diëtisten is literatuuronderzoek verricht (Zweers, H. 2023). Hieruit kan worden geconcludeerd dat MF BIA veilig is bij een pacemaker of Implanterbare Cardioverter Defibrillator en dat er geen wetenschappelijk bewijs is dat het handhaven van de contra-indicatie voor MF BIA bij een pacemaker rechtvaardigt.

Er is ook geen contra indicatie bij een Deep Brain Stimulator die bij Parkinson wordt toegepast. De reden dat dit veilig is komt omdat het stroompje niet door het brein loopt maar alleen door ledematen en de romp.



4.3 Minder valide bij; (Schotman J., 2021; Kyle, U.G., 2004; Earthman, C.P,2015.)

De hieronder vermelde punten verminderen de validiteit van een MF BIA meting. Het meten zelf is niet gevaarlijk, en soms kan het alsnog zinvol zijn om een MF BIA meting uit te voeren, vooral omdat er weinig geschikte alternatieven zijn. Echter, als MF BIA minder betrouwbaar is moeten de resultaten met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Het vergelijken met referentieswaarden of het berekenen van de eiwitbehoefte op basis van de geschatte VVM is minder betrouwbaar. Het volgen van de lichaamssamenstelling in de tijd is vaak wel mogelijk als de meetfout systematisch is en er gestandaardiseerd wordt gemeten.

- **Zwangerschap**
Zwangerschap beïnvloedt de lichaamssamenstelling en er zijn geen algoritmes beschikbaar voor zwangerschap.
- **Koorts**
Bij koorts stijgt de lichaamstemperatuur, wat kan leiden tot een verlaging van de weerstand. Dit kan resulteren in een onderschatting van de vetmassa (VM) en een overschatting van de VVM.
- **Afwijkende body mass index (BMI)**
Vanwege het ontbreken van geschikte algoritmes is MF BIA bij een lage BMI of juist hoge BMI minder valide. Vanwege de onnauwkeurigheid van de MF-BIA bij obesitas is het waardevol om naast de MF BIA ook middelomtrek mee te nemen om de verandering in buikvet te monitoren. De reden voor het gebrek aan geschikte algoritmes voor een lage BMI is dat de algoritmes gevalideerd zijn bij een gezonde populatie, waar een lage BMI zeer zeldzaam is. Het ontbreken van betrouwbare algoritmes voor morbide obesitas is te wijten aan verschillende uitdagingen bij de validatie van dergelijke algoritmes:
 - Er zijn geen referentiewaarden beschikbaar van patiënten met morbide obesitas, omdat de DXA-onderzoekstafel en de BodPod te klein zijn, waardoor de referentiemeting niet kan worden uitgevoerd.
 - Er is een onderschatting van het buikvet, omdat de romp slechts 10% van de totale weerstand uitmaakt.
 - Wanneer een patiënt veel huidplooiën heeft, voldoet de lichaamsvorm niet meer aan de aanname van een cilinder, die nodig is voor een betrouwbare MF BIA meting.
- **Afwijkende lengte**
Bij mensen met dwerggroei of zeer lange mensen (>2 meter) is de MF BIA minder betrouwbaar, omdat de algoritmes die worden gebruikt bij MF BIA lengte als variabele bevatten. De algoritmes zijn niet gevalideerd voor mensen met een afwijkende lengte.
- **Amputaties**
In de formules die worden gebruikt bij MF BIA spelen lengte en gewicht een belangrijke rol. Amputaties van ledematen (amputaties van alleen vinger(s) of een teen hebben een verwaarloosbaar effect) hebben invloed op deze variabelen, waardoor de resultaten van



de MF BIA veel minder betrouwbaar worden. Er wordt aangeraden geen BIA te doen bij patiënten met een amputatie voor het bepalen van de eiwitbehoefte of voor het diagnosticeren van ondervoeding of sarcopenie. Afkappunten en referentiewaardes zijn niet bruikbaar. Het is wel mogelijk met BIA de patiënt over de tijd met zichzelf te vergelijken.

4.4 Minder zinvol bij;

- Patiënten in de palliatieve fase
Bij patiënten in de palliatieve fase acht het Nutrition Assessment Platform het weinig zinvol om MF BIA-metingen uit te voeren. Het in kaart brengen van de achteruitgang van de VVM en de PA heeft weinig meerwaarde omdat er geen therapeutische opties zijn ter verbetering.

5. Veiligheid

Het gebruik van MF BIA is veilig en pijnloos. De testafnemer dient getraind te zijn in het gebruiken en interpreteren van MF BIA.

6. Beschrijving van het meetinstrument

Bij de keuze van het MF BIA apparaat kunt u met een aantal dingen rekening houden. Bijvoorbeeld de populatie waarop het algoritme is gebaseerd moet bekend zijn. De formule moet gebaseerd zijn op een zo groot mogelijke groep met zoveel mogelijk BMI variatie. De testpopulatie moet een goede benadering zijn van de Nederlandse populatie.

Daarnaast kan er rekening gehouden te worden met het volgende: Wat is het budget? Werkt het apparaat met elektrodes of met klemmetjes? Is het apparaat verrijdbaar? Is segmentale analyse mogelijk (8-punts meting)? Is het wenselijk dat er een vochtcorrectie gemaakt kan worden (bijvoorbeeld bij dialyse)?

Houd er rekening mee dat deze SOP niet specifiek geschreven is voor een bepaald apparaat. De [consumentengids](#) biedt inzicht in de kenmerken van verschillende MF BIA's, wat kan helpen bij het kiezen van een geschikt apparaat voor de specifieke setting waarin wordt gewerkt.

7. Reinigen en onderhoud

7.1 Reinigen

Wegwerpplakkers (elektroden of biatrodos™) dienen na elk gebruik te worden weggegooid.



7.2 Onderhoud

Voor onderhoudsinstructies, raadpleeg de handleiding van de MF BIA-meter of volg de geldende afspraken in de eigen werksetting. In het algemeen vereist een MF BIA weinig onderhoud. De kabels van de MF BIA zijn het meest kwetsbare onderdeel.

8. Werkwijze

8.1 Benodigheden

- MF BIA-apparaat. Zie handleiding betreffende MF BIA-apparaat voor variant specifieke attributen, bijvoorbeeld aparte elektrode stickers
- Reinigingsalcohol en óf papieren wegwerpdoekjes.
- Een rustige ruimte met een bed en een omgevingstemperatuur tussen 20-25°C.

8.2 Voorbereiding

- Instrueer de deelnemer van tevoren bij het plannen van de meting, over de meting en verzoek de deelnemer lichamelijke inspanning voor de meting te vermijden.
- Vraag de deelnemer om voorafgaand aan de meting te plassen (of gebruik gewicht van de ochtend met lege blaas gemeten (Geranda.E.C.Slager, 2025)).
- Vraag de deelnemer zijn/haar sieraden af te doen en sleutels uit broekzakken te verwijderen. Oorbellen, piercings zijn wel toegestaan, maar noteer het gebruik hiervan. Een broekriem mag blijven zitten als deze de huid niet raakt.
- Meet de lengte en het gewicht volgens de [gestandaardiseerde procedure \(SOP's\)](#). Corrigeer het gewicht voor het dragen van kleding en eventueel schoenen.
- Laat de deelnemer 5-10 minuten voor de meting platliggen.
- Vraag factoren na die de uitkomsten van de MF-BIA beïnvloeden of controleer deze in het medische dossier.
- Zorg dat het lichaam van de deelnemer geen contact maakt met metalen of geleidende voorwerpen, zoals een bedrand of stoeleuning.
- Controleer de houding van de deelnemer. Bij een liggende meting: Zorg ervoor dat de benen in een hoek van 45 graden liggen en de armen in een hoek van 30 graden. Als de bovenbenen elkaar raken en de bovenarmen de romp raken (vaak het geval bij obesitas), gebruik dan een handdoek of ander isolerend materiaal tussen de bovenbenen en tussen de arm en de romp. Bij een zittende meting: Zorg dat de deelnemer rechtop zit met de benen niet gekruist en de handen los van het lichaam zijn. Laat de deelnemer rechtop zitten los van de rugleuning en plaats de voeten op isolerend materiaal. Voor staande metingen op daarvoor bedoelde MF BIA apparaten zie instructie handleiding van het betreffende apparaat.



- Controleer de kabels. Ze mogen niet vlak langs apparatuur met een hoog voltage lopen, zoals een computermonitor. Kabels mogen niet in elkaar gedraaid zijn en mogen niet geknikt zijn.
- Als de huid vet is, bijvoorbeeld door gebruik van crème of bodylotion, ontvet dan de huid van tevoren. U kunt hiervoor reinigingsdoekjes op alcoholbasis gebruiken, deze hoeven niet per se van een specifiek merk te zijn. Let erop dat de doekjes geen beschermende olie bevat. Het belangrijkste is dat de elektrodes goed contact maken met de huid en dat er gestandaardiseerd gewerkt wordt. Verwijder indien nodig, overtollige beharing door te scheren. Voor een MF meting met elektroden: Plak de elektroden op een normaal stukje huid, vermijd plekken met veel moedervlekken, littekens, wonden en/of beharing. Plaats de elektroden zoals weergegeven in afbeelding 1 en 2. Als er geen normaal stukje huid beschikbaar is aan de voorkant van de hand of voet kunnen de elektroden op de zelfde hoogte op de achterkant geplakt worden bijvoorbeeld bij een infuus (Geranda.E.C.Slager, 2024).



Afbeelding 1. Locatie van elektroden op de hand.



Afbeelding 2. Locatie van elektroden op de voet.

Hand (afbeelding 1)

- Plaats de spanningselektrode (bij veel MF-BIA apparaten en op afbeelding 3 is dat de zwarte elektrode) op de pols tussen de polsknobbels.
- Positioneer de injecterende elektrode (bij veel MF-BIA apparaten en op afbeelding 3 is dat de rode elektrode) onder de knobbel van de middelvinger in een rechte lijn boven de spanningselektrode.

Voet (afbeelding 2)

- Plaats de spanningselektrode (zwart) op de enkel tussen de enkelknobbels.
- Positioneer de injecterende elektrode (rood) op de voet, 1 cm onder de 2^e teen.

Er dient minimaal 5 cm ruimte tussen de twee elektroden te zijn (bij kinderen minimaal 3 cm), en de plaats van de spanningselektrode ligt altijd vast op de knobbel. Bij kinderen en bij personen waarbij deze afstand minder dan 5 cm bedraagt, dient de injecterende elektrode (rood) op de vingers te worden geplakt. Bij herhaalde metingen is het essentieel dat de elektroden op dezelfde locatie worden geplaatst. Daarom kan het



handig zijn om altijd dezelfde afstand te nemen, bijvoorbeeld 5-7 cm of de afstand die overeenkomt met het plastic velletje waar de elektroden op zijn bevestigd of de naambadge. Controleer of er geen frictie op de elektroden komt te staan omdat de kabels niet vrij hangen.

Specifiek voor kinderen: Is het van groot belang om hen een duidelijke uitleg te geven over wat er gaat gebeuren voordat de meting begint. Als het kind angstig is, kan het nuttig zijn om de meting eerst bij een van de ouders/verzorgers uit te voeren. Indien nodig kan de assistentie van een pedagogisch medewerker worden ingeschakeld.

8.3 Meting

- Instrueer de deelnemer ontspannen te liggen en tijdens de meting niet te bewegen of te praten, en geen spieren aan te spannen.
- Schakel de MF-BIA-meter in en volg de instructies van het meetapparaat.
- Ontkoppel de deelnemer na de meting en verwijder de elektroden.

Specifiek voor kinderen: Na de meting kan een beloning aan de hand van een spaarsysteem worden verstrekt (bijvoorbeeld Franniez, kanjerkralen, dapperheidsdiploma).

8.4 Verwerking van de resultaten

Volg de instructies van het betreffende MF BIA apparaat er zal een output volgen waarin de berekende lichaamssamenstellingsparameters op basis van het algoritme ten opzichte van de referentiewaardes zijn weergegeven. De gebruikte referentiewaardes kunt u opvragen bij de fabrikant **let erop** óf de referentiewaardes BMI afhankelijk zijn of niet. Dit is belangrijk bij de beoordeling of iemand een lage spiermassa heeft of niet. Volgens de huidige afkappunten in de GLIM criteria (Cederhorm, 2025) voldoen mensen met overgewicht en obesitas zelden het criterium voor lage spiermassa. Het kan natuurlijk wel dat mensen met overgewicht en obesitas in verhouding een lage spiermassa hebben en om dat te kunnen beoordelen heb je BMI afhankelijke referentiewaardes nodig (heeft SECA bijvoorbeeld wel en Inbody niet) als jou MF BIA apparaat geen BMI afhankelijke afkappunten heeft kan je wel kijken naar de waterratio en het BIVA gram, een relatief lage ICW en lage BCM duid ook op relatief lage spiermassa (zie beoordelen hydratiestatus)

Fasehoek (PA)

De fasehoek is een maat voor celgezondheid en voedingsstatus, berekend uit een elektrische meting (BIA) als de hoek tussen reactantie en weerstand. Een hogere fasehoek duidt op een betere celmembraanintegriteit en vetvrije massa, terwijl een lage fasehoek wijst op ondervoeding, ziekte en verhoogd sterfterisico. Fasehoek kan worden gebruikt om de cellulaire gezondheid, spierkwaliteit en voedingsstatus te monitoren. De fasehoek wordt berekend als $\arctan(\text{reactance}(R) / \text{resistance}(X_c)) \times (180 / \pi)$. De fasehoek bij gezonde mensen varieert meestal tussen 5 en 7, waarbij atleten soms waarden rond de 9 kunnen

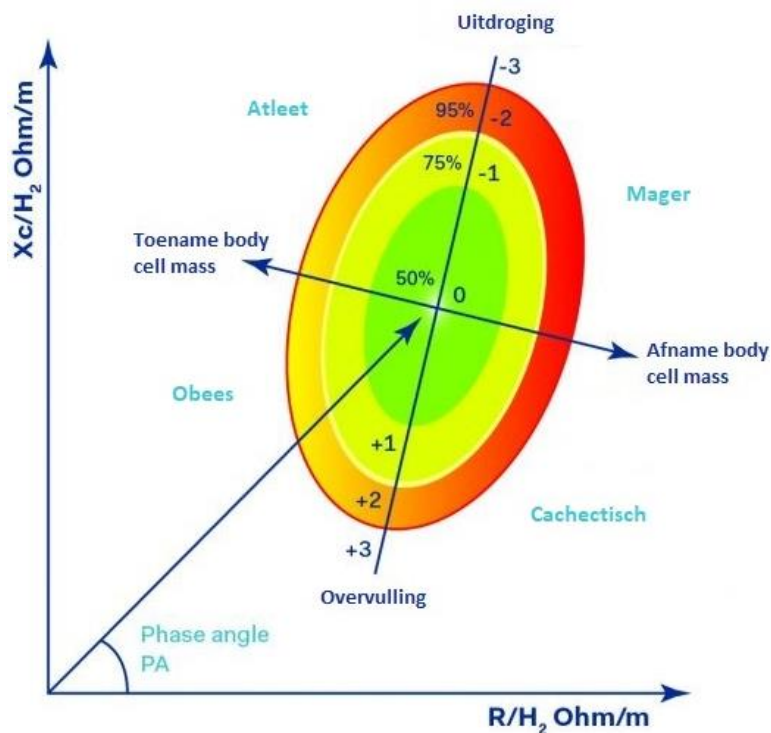


hebben en zieke mensen een lagere fasehoek hebben van rond de 4 (Bosy-Westphal, A., 2006; Norman, K., 2012). Voor referentiewaarden van de fasehoek, wordt de referentie van Bosy-Westphal aangehouden (Bosy-Westphal, 2006).

Bio-elektrische impedantie vectoranalyse (BIVA)

BIVA geeft inzicht in de vochtbalans en body cell mass (BCM). BCM is een maat voor actief weefsel, voornamelijk spiermassa en organen. Met BIVA kunnen de ruwe uitkomsten van de BIA gemeten op 50 kHz aan de rechterkant van het lichaam (hetzelfde dus als bij de SF BIA) (resistance en reactance) geïnterpreteerd worden zonder gebruik te maken van populatie specifieke algoritmes (Earthman, C.P, 2015). In een grafiek wordt op de x-as resistance/lengte² uitgezet tegen reactance/lengte² op de y-as. Met behulp van BIVA-software die meegeleverd wordt door de MF BIA fabrikant in de output kan dit worden weergegeven als een punt (vectorpunt) op een BIVA-nomogram (afbeelding 5).

In het BIVA-nomogram zijn drie ellipsen zichtbaar die overeenkomen met het 50^{ste}, 75^{ste} en 95^{ste} vectorpercentiel van een referentiepopulatie. Deze referentiepopulatie is samengesteld uit gezonde personen; er worden momenteel specifieke nomogrammen ontwikkeld voor bepaalde ziekten, evenals voor neonaten en jonge kinderen (Norman, K., 2012; Buffa, R., 2014.). De ellipsen in een nomogram zijn geslacht- en lengte specifiek. De nomogrammen en referentiepopulatie die door de fabrikanten van MF BIA-apparatuur worden verstrekt, zijn gebaseerd op hun eigen referentiepopulatie. Met als resultaat dat nomogrammen variëren tussen fabrikanten.



Afbeelding 5: BIVA-nomogram (NtVD, 2017)



Interpretatie resultaat in BIVA-nomogram

Bij meerdere metingen in de tijd kunnen verschuivingen optreden zowel in de verticale als horizontale richting.

De nagenoeg verticale as (lengte-as) geeft de hydratiestatus weer. Bij een toename van de hydratiestatus beweegt het vectorpunt naar beneden, terwijl bij een afname van de hydratiestatus het vectorpunt omhoog verschuift. Als het vectorpunt boven het 75^{ste} percentiel ligt op de lengteas, is er sprake van uitdroging; ligt het buiten het 75^{ste} percentiel aan de onderkant, dan is er sprake van overvulling.

De nagenoeg horizontale as (breedte-as), geeft BCM weer. Bij een afname van de BCM verschuift het vectorpunt naar rechts, en bij een toename naar verschuift het naar links. Als het vectorpunt zich ver naar rechts bevindt, is de BCM laag, wat wijst op weinig actief weefsel en waarschijnlijk een lage spiermassa. Als het vectorpunt zich ver naar links bevindt, is er veel actief weefsel en waarschijnlijk een hoge spiermassa.

Beoordeling hydratiestatus

Hiervoor maak je gebruik van het BIVA plot, de ECW/TBW ratio óf impedantie ratio en segmentale analyse in combinatie met relevante medische gegevens over je patiënt.

ECW/TBW ratio

De ECW ratio, ook wel water ratio genoemd, geeft de verhouding tussen ECW en Total Body Water (TBW) weer. Hierbij is de TBW opgebouwd uit ICW + ECW. Als deze ratio hoog is kan dat komen door:

- 1) Overvulling (hoog ECW) dus oedeem in de benen. Als oedeem de oorzaak van een hoge ECW/TBW ratio is kun je in het medisch dossier zoeken naar verklarende oorzaken zoals laag albumine, nierfalen of hartfalen. Klinische patiënten bijvoorbeeld net na een operatie zijn vaak overvuld met infusen. Op de segmentale analyse kan je dat bij mobiele patiënten vaak terug zien als hoge VVM in de benen t.o.v. de romp en de armen. Als het ECW hoog is door oedeem geeft het BIVA plot aan dat de patiënt overvuld is (vector staat onderaan de verticale as). Bij de MF BIA's van Inbody[®] en de BIS van Fresenius[®] kan je na het constateren van overvulling een correctie toepassen op het lichaamsgewicht, de VVM en de spiermassa. Zie hiervoor de [merk specifieke SOP](#). Bij andere MF-BIA's is het niet mogelijk om deze correctie toe te passen, waardoor bij de aanwezigheid van oedeem de vetvrije massa (VVM) en spiermassa overschat worden. Wanneer je de VVM bij iemand met oedeem in de benen wilt gebruiken voor het berekenen van de eiwitbehoefte, moet je er dus rekening mee houden dat de VVM overschat is. Het is dan verstandig om de eiwitbehoefte op basis van de VVM enigszins naar beneden bij te stellen. In de praktijk bedraagt de overschatting van de VVM bij oedeem in de benen meestal niet meer dan 2 kg. Bij een richtlijn van bijvoorbeeld 1,5



gram eiwit per kilogram VVM betekent dit een maximale afwijking van ongeveer 3 gram eiwit.

- 2) Lage ICW kan het gevolg zijn van een lage spiermassa, zoals gezien bij cachexie, sarcopenie, ondervoeding of bij patiënten met een spierziekte. Bij een lage ICW als oorzaak van de hoge ECW/TBW ratio zie je op de segmentale analyse geen hogere VVM bij de benen. Bij de vergelijking van de spiermassa met de referentiewaarden, valt te zien dat de spiermassa laag is. Bij mensen met overgewicht kan je dit vaak alleen zien als je BMI specifieke referenties gebruikt. Als de hoge ECW/TBW-ratio komt door een lage ICW, dan is de hydratiestatus in het BIVA-plot meestal normaal en de BCM juist laag (de stip aan rechts op de horizontale as). In dit geval heeft het corrigeren van gewicht voor vocht geen zin.

Impedantieratio

Sommige MF BIA's, bijvoorbeeld die van bodystat werkt met een impedantieratio ook wel predictie marker genoemd. Hierbij deel je de weerstand op 200 kHz (maat voor TBW) door de weerstand op 5 kHz (maat voor ECW). Hoe dichter deze impedantieratio bij de 1.0 komt, hoe meer de weerstandsbepaling beïnvloed is door ECW. Streven is een ratio <0.8. Met de impedantie ratio kan je inschatten of je een betrouwbare BIA meting hebt of dat de meting beïnvloed is door vocht. Zie ook [video van bodystat](#).

Vochtophoping in de buik of romp is met BIA moeilijker te beoordelen, omdat de weerstand van de romp slechts een beperkt aandeel heeft in de totale lichaamsweerstand. Het extra gewicht door vocht in de romp, zoals bij ascites, cystenieren en pleuravocht, wordt onterecht als vetmassa aangemerkt. Dit leidt dus niet, zoals bij oedeem in de benen, tot een overschatting van de vetvrije massa en spiermassa, maar juist tot een overschatting van de vetmassa.

9. Referenties

Moonen HPFX, Van Zanten ARH. Bioelectric impedance analysis for body composition measurement and other potential clinical applications in critical illness. *Curr Opin Crit Care*. 2021 Aug 1;27(4):344-353. doi: 10.1097/MCC.0000000000000840. PMID: 33967207; PMCID: PMC8270506.

Schotman, J., et al., *Reappraisal of Factors Disturbing the Relationship between Body Water Volumes and Total Body Electrical Resistance in Patients on Hemodialysis*. *International Journal of Nutritional Sciences*, 2021. 6(2): p. 1052.

Kyle, U.G., et al., *Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice*. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 2004. 23: p. 1430-53.



Earthman, C.P., *Body Composition Tools for Assessment of Adult Malnutrition at the Bedside: A Tutorial on Research Considerations and Clinical Applications*. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2015. **39**(7): p. 787-822.

Hendriks, de Klerk, Lieshout, Langius., Reliability of bioelectrical impedance analyses in sitting and standing position, ESPEN Praag 2025

Korzilius, J.W., et al., *Having breakfast has no clinically relevant effect on bioelectrical impedance measurements in healthy adults*. Nutr J, 2023. **22**(1): p. 55.

Hollander-Kraaijeveld, F.M., et al., *Non-fasting bioelectrical impedance analysis in cystic fibrosis: Implications for clinical practice and research*. J Cyst Fibros, 2020. **19**(1): p. 153-158.

Dekker, I. and H. Zweers *Achtergronddocument voedselverbruik NAP*. 2021.

Zweers H, et al., *Can the contraindication for cardiac implantable electronic devices in bioelectrical impedance analysis be removed?* Clinical Nutrition supplement ESPEN congress, 2023: p. p310-w.
Bosy-Westphal, A., et al., *Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index*. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2006. **30**(4): p. 309-16.

Norman, K., et al., *Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis--clinical relevance and applicability of impedance parameters*. Clin Nutr, 2012. **31**(6): p. 854-61.

Buffa, R., et al., *Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) for the assessment of two-compartment body composition*. Eur J Clin Nutr, 2014. **68**(11): p. 1234-40.

Cederholm, Tommy et al., *The GLIM consensus approach to diagnosis of malnutrition: A 5-year update, 2025*, Clinical Nutrition, Volume 49, 11 - 20