

# Bioimpedansmätning hos patienter med CKD 5 med eller utan dialysbehandling

---

Reviderad 2021-12-15: Sintra Eyre<sup>1</sup>, Ann-Cathrine Johansson<sup>2</sup>, Jenny Stenberg<sup>3</sup>  
Granskad och godkänd av: Carla Avesani<sup>4</sup>, Ingvar Bosaeus<sup>1</sup>, Naomi Clyne<sup>5</sup>, Olof Heimbürger<sup>4</sup>, Ainhoa Indurain<sup>6</sup>, Bengt Lindholm<sup>4</sup>, Fernando Seoane<sup>7</sup>, Mia Trondsen<sup>2</sup>, Ola Wallengren<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Klinisk Nutrition, Sahlgrenska Universitetssjukhuset, Göteborg; <sup>2</sup>Njurmedicin, Skånes Universitetssjukhus, Malmö; <sup>3</sup>Njurmedicin, Akademiska Sjukhuset och Uppsala Universitet; <sup>4</sup>Enheten för medicinska njursjukdomar, Klinisk vetenskap, intervention och teknik, Karolinska Institutet, Stockholm; <sup>5</sup>Njurmedicin, Institutionen för Kliniska Vetenskaper, Lund, Skånes Universitetssjukhus och Lunds Universitet; <sup>6</sup>Njurmedicinska kliniken, Universitetssjukhuset, Linköping; <sup>7</sup>Enheten för funktion och teknologi, Klinisk vetenskap, intervention och teknik, Karolinska Institutet, Stockholm

## Bakgrund

Användandet av bioimpedans analys (BIA) för bedömning av vätskebalans och kroppssammansättning vid njursvikt har ökat de senaste åren. Intresset för metoden beror på sambanden mellan övervätskning och hjärtkärlsjukdom, och mellan övervätskning och malnutrition, som båda medför ökad risk för sjuklighet och död. Mätmetoden är enkel att genomföra i praktiken men resultaten kan vara svårvärderade. Även om impedansmätningar kan bidra till ökad förståelse av patientens vätskebalans, så skall resultaten tolkas tillsammans med andra mätvärden och klinisk bedömning. Förhoppningen är att detta dokument skall öka kunskapen om metodens möjligheter och begränsningar, och bidra till att förbättra mätkvaliteten, underlätta tolkningar och synliggöra felkällor.

## Praktiskt handhavande

### Allmänna riktlinjer för impedansmätningar vid njursvikt

Vid njursvikt med eller utan dialys ses en onormal kroppssammansättning beroende på bland annat förlust av muskelmassa och övervätskning. Hos den enskilde patienten ger upprepade mätningar över tid mest värdefull information. En enstaka mätning ger mindre information, såvida den inte påtagligt avviker från det normala.

Om man är noggrann vid mätningen bör förändringar av kroppssammansättningen över tid spegla faktiska förändringar. När mätförhållandena avviker från de normala är det särskilt viktigt med strukturerad och enhetlig metodik.

Uppmärksamma följande vid impedansmätningar:

- För patienter med body mass index (BMI) <16 kg/m<sup>2</sup> eller >34 kg/m<sup>2</sup> är resultaten av impedansmätningar ej validerade och svårtolkade, särskilt ifråga om hydreringsgraden (se referens Kyle UG et al, ESPEN – guidelines). Förmodligen kan förändringar av fettfri massa (FFM) och fettmassa (FM) följas över tid.
- Vid feber eller nedkyllning förändras vävnadsmotstånden vilket påverkar mätresultatet.
- Etnicitet kan påverka mätresultaten. Variationer beror på skillnader i kroppsproportioner (längd på armar, ben och bål). Generellt rekommenderas att BIA-ekvationer anpassas till

etnicitet (se referens Kyle UG et al, ESPEN-guidelines). I praktiken är detta inte alltid genomförbart då möjlighet att mata in värde beroende på etnicitet saknas på många BIA-apparater. Skillnader i mätresultat mellan personer av olika etnicitet antas vara systematiska och upprepade mätningar under samma betingelser bör ge en god bild av eventuella förändringar av hydrering och kroppssammansättning.

- För patienter med pacemaker, se respektive apparaturs manual.
- Före defibrillering skall patienten kopplas ifrån apparaten.
- Elektrodanslutningskablarna får inte komma i direktkontakt med central venös kateter (CVK).
- Mät inte patienter med central dialyskateter (CDK) som är anslutna till en dialysbehandlingsapparat.
- Mät inte gravida då det saknas kunskap om hur värdena skall tolkas.
- Amputation: Det finns riktvärden för korrigerig av mätvärden (se Fresenius Medical Care manual) men även förslag på alternativ elektrodplacering med mätning från hand till hand vid amputation (vilket inte kräver korrigerig av värdena, se referens Keane och Lindley 2015).
- Metallimplantat i arm eller ben kan påverka mätresultaten.

## Rekommenderade rutiner vid bioimpedansmätningar i kliniken:

### Hemodialys (HD)

Placera inte elektroderna på kroppssida med dialysfistel, utan mät på motsatt sida. Genomför inte impedansmätning om patienten har CDK kopplad till dialysutrustning. Vid upprepade mätningar bör elektroderna alltid placeras på samma kroppssida, och den vikt som matas in ska alltid vara den faktiska vikten enligt vågen. För bedömning av vätskestatus är det att föredra att **mäta** innan dialysbehandlingen. Vid impedansmätning i syfte att bedöma nutritionsstatus rekommenderas att mätningen görs efter avslutad dialysbehandling, eftersom övervätskning kan ge en felaktig bild av kroppssammansättningen. Om mätningen genomförs efter avslutad dialysbehandling, bör dock minst 30 minuter passera mellan avslutad dialys och påbörjad impedansmätning eftersom salt- och vattenbalansen är instabil under några timmar efter dialysbehandling. För att kunna jämföra mätningar är det framför allt viktigt att varje mätning utförts på samma sätt, och med konsekvent angivande av vikt och längd.

### Peritonealdialys (PD)

Helst bör impedansmätningen genomföras utan dialysvätska i buken. Notera dock att mätresultaten enligt gjorda studier sannolikt inte påverkas särskilt mycket av vätska i buken. Det går alltså att mäta även med vätska i buken, men då skall kroppsvikt minus dialysvätska anges eftersom dialysvätska i buken huvudsakligen redovisas som fett om inte kroppsvikten korrigeras för dialysvätskan.

### CKD utan dialys

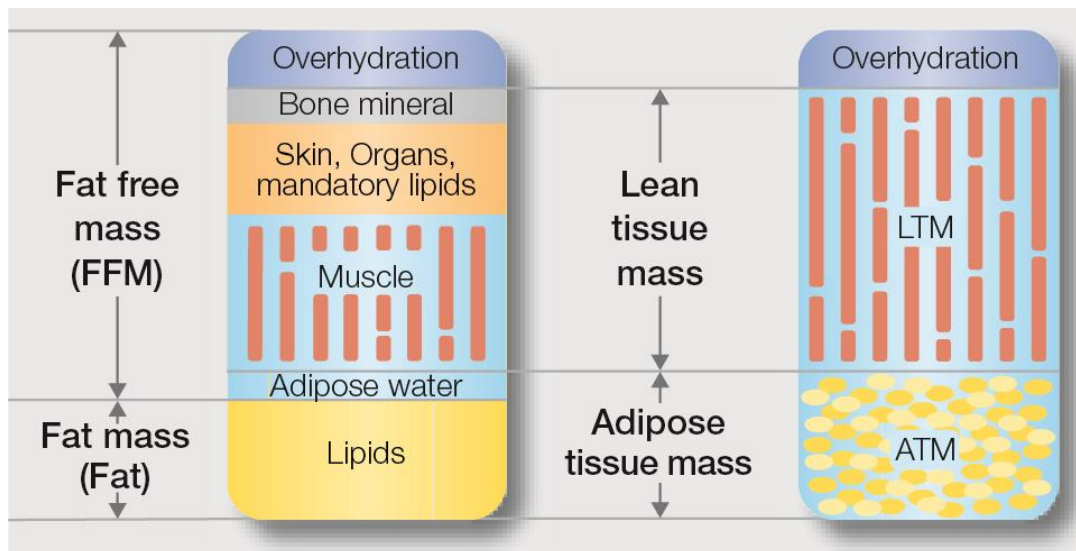
Följ anvisningar i rekommenderade rutiner för bioimpedansmätningar i kliniken, se Tabell 1. I tillämpliga fall, följ lokala rutiner.

Tabell 1. Sammanfattning av rutiner vid bioimpedansmätning

<p><b>INNAN MÄTNING</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ingen stor måltid eller intensiv fysisk aktivitet timmarna före mätning.</li><li>- Töm urinblåsan.</li><li>- Patienten skall ligga ner med elektroderna på plats i minst 5 min före mätning.</li><li>- Metallföremål såsom klockor och armband avlägsnas.</li><li>- Patientens armar och ben skall vara lätt åtskilda.</li><li>- Kablarna skall löpa fritt, inte vara tvinnade, ihoprullade eller vidröra marken, metallobjekt, elektrisk utrustning eller någon person.</li><li>- Kontrollera att kablarna inte löper i närheten av en mobiltelefon</li></ul> <p><b>VIKT</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Kroppsvikt mäts med lätta kläder, utan skor, till närmaste <math>\pm 0,1</math> kg på nollställd och kalibrerad våg.</li><li>- Hos patienter med PD bör om möjligt den uppskattade volymen av PD-vätska dras av från kroppsvikten.</li><li>- Vätska i bukhålan som inte tappats ur eller dragits av från vikten kommer i huvudsak att redovisas som fett.</li></ul> <p><b>LÄNGD</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Korrekt uppmätt längd har större betydelse för mätresultatet än vikten, var noggrann!</li><li>- Kroppslängd mäts utan skor.</li><li>- Det är viktigt att samma längd används vid upprepade mätningar.</li><li>- Kroppslängden kan mätas i liggande, via armspännvidd, armlängd eller knähöjd, för detaljer, se bilaga 4 och 5 i Guide för Mini Nutrition Assessment, MNA: <a href="http://mna-guide.swedish.pdf">mna_guide_swedish.pdf (mna-elderly.com)</a>.</li><li>- Om patientens frisklängd finns tillgänglig – dvs innan minskad längd uppkommit pga till exempel osteoporos, kotkompressioner eller så som vid naturligt åldrande – kan denna längd med fördel användas.</li></ul> <p><b>ELEKTRODER</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Placeringen är viktig för mätningens kvalitet och görs därför noggrant.</li><li>- Val och placering av elektroder sker enligt tillverkarens rekommendationer för respektive apparatur</li><li>- Rengör och låt huden torka innan placering av elektroder.</li><li>- Raka vid behov för bra fäste mellan hud och elektrod.</li><li>- Elektroderna får inte fästas på skadad hud eller hudutslag.</li><li>- Oanvända elektroder förvaras i återförslutbar förpackning för att förhindra uttorkning av den gel som finns i kontaktpunkten.</li></ul> <p><b>UNDER MÄTNINGEN</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Patienten skall inte röra sig under själva mätningen</li></ul>
---

## Mätvariabler vid bioimpedansmätning

En impedansmätning genererar många mätresultat – därtill kan det skilja mellan olika slags impedansmätare hur vätskebalans och kroppssammansättning redovisas. I figur 1 visas en schematisk bild av de två vanligaste sätten att redovisa kroppssammansättning med bioimpedansmätning vid njursvikt och skillnader mellan metoderna.



Figur 1 Kroppssammansättning, jämförelse mellan konventionell metod (vänstra stapeln) och Fresenius Medical Care Body Composition Monitor (BCM) (högra stapeln). Bild använd med tillåtelse av Fresenius Medical Care Deutschland GmbH.

I Body Composition Monitor (BCM)-modellen särskiljs hydreringsgraden i FM och FFM vilket ger upphov till en indelning av kroppssammansättning i tre delar; ATM, LTM och övervätskning (OH). Observera att LTM även inkluderar mineral i skelett precis som i FFM. Skillnader i tolkning av resultat uppkommer främst i beskrivning av FFM jämfört med LTM vid eventuell övervätskning (OH).

För bedömning av vätskebalans och nutritionsstatus med bioimpedans föreslås följande variabler:

### Vätskebalans

#### TBW – Total body water

TBW beskriver den totala volymen av vatten i kroppen och är summan av ECW och ICW.

#### ICW – Intracellular water

ICW beskriver den totala volymen av intracellulärt vatten.

#### ECW – Extracellular water

ECW är sammansatt av det interstitiella vattnet, plasmavattnet och det transcellulära vattnet. ECW/TBW visar andelen av den cellulärt obundna totala kroppsvätskan.

#### OH – Overhydration

(ej standard mätvariabel, specifik för Fresenius Medical Care – BCM apparat)

OH betecknar patientens uppskattade vätskeöverskott och bygger på antaganden om normalt vatteninnehåll i LTM och ATM (se förklaring av förkortningarna längre ned i dokumentet). Vätskeöverskottet befinner sig i regel nästan helt i den extracellulära volymen och utgör därmed en del av det uppmätta ECW-värdet.

## Nutritionstatus

### FFM – Fettfri massa (kg)

Fettfri massa (FFM) är den del av kroppen som inte är fett. FFM består av muskler, organ och skelett och utgör vanligtvis 70–80% av kroppsvikten. Hos friska personer utgörs ca 73% av FFM av vatten. Andelen FFM av den totala kroppsvikten varierar beroende på kön, ålder, fysisk aktivitet och morbiditet (såsom njursvikt). Förändring av FFM vid sjukdom och åldrande är en riskmarkör för undernäring med central betydelse vid diagnostik och uppföljning. FFM beräknas som kroppsvikt (kg) – fettmassa (kg).

För att bioimpedansmätningar för bedömning av nutritionstatus hos HD-patienter skall vara rättvisande bör de utföras minst 30 min efter avslutad behandling. Av praktiska skäl utförs de emellertid ofta före dialys. Rekommendationen är istället att bioimpedansmätning med syfte att bedöma nutritionstatus utförs när patienten är som minst övervätskad, exempelvis innan veckans sista dialys. För att möjliggöra jämförelse av resultat vid upprepade mätningar är det viktigt att mätningarna konsekvent utförs på samma sätt och att kliniken enas om rutiner för hur FFM ska beräknas.

### FM – Fettmassa (kg)

FM hos normalviktiga utgör ca 10–25% av kroppsmassan hos män och 20–35% hos kvinnor i Sverige. Förlust av FM tyder på lågt/otillräckligt energiintag och är därför en god markör för undernärringsrisk. FM beräknas som kroppsvikt (kg) – FFM. I Fresenius BCM-apparat anges fettmassan som FAT (kg).

### FFMI – Fettfrimasseindex

Beräknas enligt följande:  $FFM (kg)/längd (m)^2$  eller  $kroppsvikten (kg) - fettmassa (kg)/längd (m)^2$ . Resultatet kan kategoriseras som lågt, normalt eller högt FFMI. Lågt FFMI journalförs som "låg fettfri massa" med planering för uppföljning/åtgärd. För gränsvärden, se tabell 2.

### FMI – Fettmasseindex

Beräknas enligt följande:  $FM(kg)/längd (m)^2$ . Resultatet kan kategoriseras som lågt, normalt eller högt FMI. För gränsvärden, se tabell 2.

### BMI – Body mass index

Beräknas enligt  $kroppsvikt (kg)/längd (m)^2$ . BMI är summan av FMI och FFMI.

### LTM – Lean tissue mass

(ej standard mätvariabel, specifik för Fresenius Medical Care – BCM apparat)

LTM beskriver kroppsmassan (d.v.s. proteiner i muskler och organ, mineral i skelett och vatten) minus adipose tissue mass (ATM) och det eventuellt överskjutande, extracellulära vattnet.

### ATM – Adipose tissue mass

(ej standard mätvariabel, specifik för Fresenius Medical Care – BCM apparat)

Fettvävs massa, det vill säga fettmassa inklusive protein och vatten i fettväven (ca 10 %).

### **LTI – Lean tissue index**

(ej standard mätvariabel, specifik för Fresenius Medical Care – BCM apparat)

LTM (kg)/längd (m)<sup>2</sup>. Referensvärden, som anges som pilar respektive likhetstecken på BCM-displayen är åldersjusterade och baseras på tillverkarens sammanställda mätningar gjorda på 1000 friska personer i åldrarna 18–75 år.

### **FTI – Fat tissue index**

(ej standard mätvariabel, specifik för Fresenius Medical Care – BCM apparat)

ATM (kg)/längd (m)<sup>2</sup>. Referensvärden, som anges som pilar respektive likhetstecken på BCM-displayen är åldersjusterade och baseras på tillverkarens sammanställda mätningar gjorda på 1000 friska personer i åldrarna 18–75 år.

### **Body cell mass (BCM)**

Body cell mass kan grovt beräknas genom att dividera ICW med 0,7. Enligt Fresenius definition representerar Body cell mass den cellulära, metabolt aktiva kroppsmassan och beräknas genom att subtrahera ECW och uppskattad benmassa från FFM. Uppskattningen av benmassan baseras på beräkningar från DXA-mätningar.

## **Tolkning av resultat**

### **Vätskebalans**

Övervätskning ökar risken för mortalitet hos patienter i dialys. Observera dock att övervätskning vid njursvikt inte enbart motsvaras av övervätskning i form av ökad plasmavolym som behöver avlägsnas med ultrafiltration. Bioimpedanstekniken skiljer inte mellan extravaskulär-ECW och plasma-ECW hos patienter med uttalad övervätskning och samtidig förlust av muskelmassa. Hos dessa patienter finns en risk att en reduktion av kroppsvikten baserad på uppskattning av ECW med impedansmätningar leder till dehydrering som kan påskynda förlust av njurens restfunktion och förvärra symtom, såsom kramper, hypotension, obehag för patienten, och ökad risk för koagulering i grafter och fistlar.

### **ICW**

En minskning av ICW kan avspegla en minskning av muskelmassan. Om Body cell mass har ökat (mätt enligt Fresenius Medical Care BCM apparat) bör också ICW ha ökat, eftersom vattenmängden är proportionerlig med muskelmassan.

### **ECW**

Ökad ECW (absolut eller relativ) kan tyda på vätskeansamling i kroppen.

### **ECW/TBW**

Ökad ECW/TBW kan tyda på övervätskning men kan även bero på förlust av muskelmassa om TBW samtidigt minskar. Normalvärde hos unga friska är ca 0,45.

### **ECW/ICW**

Normalområde upp till ca 70 års ålder är 0,7, men kan variera mellan 0,6 – 0,9. Vid ECW/ICW >1,0 bedöms värdet som förhöjt. Kvoten påverkas av ålder, grad av övervikt, övervätskning och nutritionsstatus, för detaljer se "Faktorer som påverkar mätresultat" nedan.

## OH

Normalvärde = 0. Den biologiska dygnsvariationen är, enligt Fresenius,  $\pm 1,1$  L hos friska individer. Om ett avvikande värde föreligger skall en klinisk bedömning komplettera impedansmätningen som värderar relevansen av den uppmätta avvikelser.

## Nutritionstatus

Bedömning av nutritionstatus kan göras med hjälp av mätningar av kroppssammansättningen. Nedan följer två modeller för bedömning; den första baseras på den allmänt vedertagna nomenklaturen för kroppssammansättning (FFM och FM), den andra modellen baseras på Fresenius Medical Cares modell för kroppssammansättning (LTM och ATM).

### Nutritionstatusbedömning med FFMI och FMI

Lågt FFMI med samtidig normalt FMI indikerar *sarkopeni*, d.v.s. låg muskelmassa, se tabell 2. Patienten förlorar protein och/eller har ett inadekvat intag av protein (ibland i kombination med otillräckligt energiintag) via födan och/eller har en låg fysisk aktivitet.

Både lågt FMI och FFMI indikerar *kakexi*. I praktiken har patienten problem med såväl energi- som proteinintaget i kombination med en låg fysisk aktivitet.

Lågt FFMI med samtidigt högt FMI indikerar *sarkopen fetma (sarkopen obesitas)*, d.v.s. låg muskelmassa med samtidig hög andel fettmassa.

Sarkopen obesitas och kakexi är starka riskfaktorer för morbiditet och mortalitet.

Observera att beräkningar av FFM baserade på mätningar gjorda före HD är svårtolkade. Använd gränsvärden tillsammans med den kliniska bedömningen.

Tabell 2. Gränsvärden för FFMI och FMI, anges som kg/m<sup>2</sup>

	Män	Kvinnor
Normalt FFMI	17–20	15–17
Normalt FMI	2–8	4–12

Referens: Kyle et al 2003, Nutrition; 19:597-604 & GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition – A consensus report from the global clinical nutrition community, Cederholm et al 2019. Clinical Nutrition Feb; 38(1): 1-9

### Nutritionstatusbedömning med LTI OCH FTI

Utgångspunkten för värdering av nutritionstatus med LTI och FTI är uppmätta värden på 1000 friska personer. I en internationell cohort-studie av Marcelli och medarbetare (se referenslista) genomfördes impedansmätningar på drygt 37 000 dialyspatienter i syfte att studera sambandet mellan LTI, FTI och överlevnad. Resultatet av mätningarna visade att dödligheten var lägst bland patienter med LTI och FTI inom referensvärdena för individer med motsvarande ålder och kön och dödligheten var signifikant högre vid låga LTI och FTI (dvs <10 percentilen). Bäst överlevnad hade patienter med LTI mellan 15 – 20 kg/m<sup>2</sup> och FTI mellan 4–15 kg/m<sup>2</sup>.

## Faktorer som påverkar mätresultatet

### Ålder

Vid högre ålder (>70 års ålder och uppåt) minskar muskelmassa, benvävnad, organvikt och det intracellulära vattnet. Däremot ökar fettmassan medan vattenmängden är densamma. Detta innebär att ECW är ökad och normalvärdet för ECW/ICW är något högre, runt 0,9.

### Män och kvinnor

Kroppssammansättning skiljer mellan män och kvinnor (se mätvariabler ovan), eftersom kvinnor som regel (på gruppnivå) har mindre andel muskler i förhållande till kroppsvikten, och alltså lägre FFMI, samt något högre andel kroppsfett.

### Malnutrition

Nutritionstatus påverkar vätskebalansen. Malnutrierade patienter har en ökad andel ECW i förhållande till ICW vilket ger högre ECW/ICW-kvot med uppmätta variationer på mellan 0,8 – 1,19 beroende på grad av undernäring. Det är inte känt varför kvoten stiger vid undernäring, men en vanlig hypotes är att det beror på ändrade förhållanden i den aktiva transporten av joner över cellmembraner. Försök att rätta till övervätskning uppmätt med impedansmätning hos en malnutrierad patient kan leda till hypovolemi. En bedömning av nutritionstatus bör alltid komplettera mätningen, särskilt hos patienter som bedöms vara i riskzonen för att utveckla malnutrition.

### Hypoalbuminemi

En möjlig och viktig orsak att beakta vid övervätskning är hypoalbuminemi eller hypoalbuminemi *i kombination* med inflammation. Denna typ av övervätskning är inte associerad till ökad plasmavolym och försök att normalisera ECW/TBW genom ökad ultrafiltration kan leda till hypovolemi och förlust av renal restfunktion.

### Inflammation

Inflammation medför en ökad kärlpermeabilitet, som gör att albumin och vätska läcker ut från blodbanan till extracellulärutrymmet och försvårar bedömning av övervätskning. Övervätskning hos en akut inflammerad patient skall inte nödvändigtvis ultrafiltreras till 100% eftersom detta kan medföra risk för grav hypovolemi.

### Obesitas

En hög andel FM ger en hög ECW/ICW-kvot eftersom ECW/ICW skiljer stort mellan normal FFM (0,5) och fettvävnad (ca 3).

## Felkällor

Det är viktigt att vara medveten om precisions- och mätfelet. En bra våg har ett mätfel på drygt 1% – dvs cirka 0,5–1,0 kg. Det "elektriska" mätfelet vid impedansmätning uppgår också till drygt 1%. Då resultatet av en mätning innehåller både vikt och elektriska data, samt att den biologiska dag-till-dagvariationen i kroppens vatteninnehåll beräknas till ca 1 liter, kan en grov skattning av mätfelet uppgå till  $(1^2 + 1^2 + 1^2)^{0,5} = 1,7$  liter. Mätfelet mellan två mätningar kan beräknas till  $(3 + 3)^{0,5} = 2,4$  liter. Slutsatsen av detta är att skillnader i mätningar som är mindre än 2–3 kilo är osäkra på individnivå. Upprepade mätningar ger säkrare information.



Mätningar gjorda på patienter med artificiella ledimplantat eller amputerade extremiteter kan ge svårtolkade resultat.

## Tekniska data

BIA kan definieras som det motstånd som svag växelström möter i en levande organism. Ledningsförmågan skiljer mellan olika vävnader vilket gör det möjligt att uppskatta kroppssammansättning och vätskebalans. All BIA-apparatur mäter reaktans (vilket motsvarar kapacitivt motstånd i cellmembraner och andra strukturer) och resistans (motstånd beroende på extra- och intracellulärt vatten). Dessa kan mätas med god precision och reproducerbarhet mellan olika apparatur. Skillnader i resultat av kroppssammansättning och vätskebalans mellan olika impedanstekniker och apparater samt mot referensmetoder kan bero både på metodval och apparaturspecifik mjukvara.

## Varianter av bio-impedansapparatur

- *En-frekvensmätare (SF-BIA)*: mäter impedans vid en frekvens, vanligtvis 50 kHz. SF-BIA rekommenderas **inte** vid onormal hydrering, såsom vid njursvikt
- *Fler-frekvensmätare (MF-BIA)*: mäter impedans vid multipla frekvenser vilket medger bedömning av fett-fri massa (FFM), total kroppsvatten (TBW) samt intra- respektive extracellulärt vatten (ICW och ECW).
- *Bioimpedansspektroskopi (BIS)*: mäter impedans vid multipla frekvenser (5–1000 kHz) och redovisar mätresultaten utifrån matematiska modeller och ekvationer specifikt framtagna för bedömning av TBW, ECW, ICW och FFM. Denna metod rekommenderas för patienter med njursvikt.
- *Segmentell BIA*: mäter impedans i en avgränsad del av kroppen, t ex armar och ben där det största motståndet finns i kroppen.

## Mjukvara

Översättning från elektriska mätresultat till biologiska storheter kan göras på många olika sätt i apparatens mjukvara. Varje tillverkare av BIA-apparatur utformar egen mjukvara för analys och redovisning av mätresultat, vilket försvårar direkta jämförelser mellan olika mätare. Impedansmätningar måste tolkas med kunskap om detta samt om faktorer som påverkar mätresultatet, metodens felkällor och med relevanta referensvärden.

## Fasvinkel och nutritionstatus

Fasvinkel (Phase Angle, PA) är värdet på den fördröjning som uppstår när växelström passerar cellmembran och kan fungera som ett mått på bland annat mängden intakta cellmembran. PA uppmäts i grader (°) vanligtvis vid 50 kHz. Det bör noteras att denna frekvens används av tradition. Frekvensen utgör "rådata" och finns tillgänglig i all bioimpedansapparatur. En låg fasvinkel är korrelerat till förändringar i vävnader såsom vid sjukdom, undernäring, inflammation och långvarig fysisk inaktivitet. Det finns s.k. "cut-points" för bedömning av PA-värden hos såväl friska grupper som olika diagnosgrupper med hänsyn tagen till kön, ålder och etnicitet. Tillgängliga "cut-points" är baserade på observationer i populationer med olika sjukdomar och bör användas med försiktighet.

Fördelen med rådata är att värden mellan olika apparatur kan jämföras. Bedömning av till exempel nutritionsstatus beror inte på respektive apparaturs förprogrammerade modeller för bedömning av kroppssammansättning. Det finns ett ökat intresse för parametern, men än så länge finns inga cut-off värden för bedömning av nutritionsstatus specifikt vid njursvikt hos patienter utan eller med dialys. PA kan användas för monitorering av en sjukdom eller effekten av en intervention men är av tveksamt värde för diagnostisering av nutritionsstatus.

## Referenser och rekommenderad läsning

Cederholm, T., Jensen, G. L., Correia, M. I. T. D., Gonzalez, M. C., Fukushima, R., Higashiguchi, T., Baptista, G., Barazzoni, R., Blaauw, R., Coats, A., Crivelli, A., Evans, D. C., Gramlich, L., Fuchs-Tarlovsky, V., Keller, H., Llido, L., Malone, A., Mogensen, K. M., Morley, J. E., ... GLIM Working Group. (2019). GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition—A consensus report from the global clinical nutrition community. *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 38(1), 1–9.

Chamney, P. W., Wabel, P., Moissl, U. M., Müller, M. J., Bosy-Westphal, A., Korth, O., & Fuller, N. J. (2007). A whole-body model to distinguish excess fluid from the hydration of major body tissues. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 85(1), 80–89.

Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., & Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2. (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16–31.

Davies, S. J., & Davenport, A. (2014). The role of bioimpedance and biomarkers in helping to aid clinical decision-making of volume assessments in dialysis patients. *Kidney International*, 86(3), 489–496.

Hur, E., Usta, M., Toz, H., Asci, G., Wabel, P., Kahvecioglu, S., Kayikcioglu, M., Demirci, M. S., Ozkahya, M., Duman, S., & Ok, E. (2013). Effect of fluid management guided by bioimpedance spectroscopy on cardiovascular parameters in hemodialysis patients: A randomized controlled trial. *American Journal of Kidney Diseases*, 61(6), 957–965.

Ikizler, T. A., Burrowes, J. D., Byham-Gray, L. D., Campbell, K. L., Carrero, J.-J., Chan, W., Fouque, D., Friedman, A. N., Ghaddar, S., Goldstein-Fuchs, D. J., Kaysen, G. A., Kopple, J. D., Teta, D., Yee-Moon Wang, A., & Cuppari, L. (2020). KDOQI Clinical Practice Guideline for Nutrition in CKD: 2020 Update. *American Journal of Kidney Diseases: The Official Journal of the National Kidney Foundation*, 76(3 Suppl 1), S1–S107.

Keane, D., Chamney, P., Heinke, S., & Lindley, E. (2016). Use of the Body Composition Monitor for Fluid Status Measurements in Subjects with High Body Mass Index. *Nephron*, 133(3), 163–168.

Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., Heitmann, B. L., Kent-Smith, L., Melchior, J.-C., Pirlich, M., Scharfetter, H., Schols, A. M. W. J., Pichard, C., & Composition of the ESPEN Working Group. (2004). Bioelectrical impedance analysis--part I: Review of principles and methods. *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 23(5), 1226–1243.

Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Manuel Gómez, J., Lilienthal Heitmann, B., Kent-Smith, L., Melchior, J.-C., Pirlich, M., Scharfetter, H., M W J Schols, A., Pichard, C.,

& ESPEN. (2004). Bioelectrical impedance analysis-part II: Utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 23(6), 1430–1453.

Kyle, U. G., Schutz, Y., Dupertuis, Y. M., & Pichard, C. (2003). Body composition interpretation. Contributions of the fat-free mass index and the body fat mass index. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 19(7–8), 597–604.

Lukaski, H. C., Kyle, U. G., & Kondrup, J. (2017). Assessment of adult malnutrition and prognosis with bioelectrical impedance analysis: Phase angle and impedance ratio. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 20(5), 330–339.

Marcelli, D., Usvyat, L. A., Kotanko, P., Bayh, I., Canaud, B., Etter, M., Gatti, E., Grassmann, A., Wang, Y., Marelli, C., Scatizzi, L., Stopper, A., van der Sande, F. M., Kooman, J., & MONitoring Dialysis Outcomes (MONDO) Consortium. (2015). Body composition and survival in dialysis patients: Results from an international cohort study. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology: CJASN*, 10(7), 1192–1200.

Onofriescu, M., Hogas, S., Voroneanu, L., Apetrii, M., Nistor, I., Kanbay, M., & Covic, A. C. (2014). Bioimpedance-Guided Fluid Management in Maintenance Hemodialysis: A Pilot Randomized Controlled Trial. *American Journal of Kidney Diseases*, 64(1), 111–118.

Overview | Multiple frequency bioimpedance devices to guide fluid management in people with chronic kidney disease having dialysis | Guidance | NICE. (n.d.). NICE. Retrieved 27 September 2021.

Schwaiger, E., Simon, A., Wabel, P., Schairer, B., Berner, C., Signorini, L., Ernstbrunner, M., Evstatiev, R., Schwabl, P., Hinterholzer, G., Frommlet, F., Vychytil, A., Müller, C. J., & Hecking, M. (2020). Bioimpedance spectroscopy for fluid status assessment in patients with decompensated liver cirrhosis: Implications for peritoneal dialysis. *Scientific Reports*, 10(1), 2869.

Sheean, P., Gonzalez, M. C., Prado, C. M., McKeever, L., Hall, A. M., & Braunschweig, C. A. (2020). American Society for Parenteral and Enteral Nutrition Clinical Guidelines: The Validity of Body Composition Assessment in Clinical Populations. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 44(1), 12–43.

Stenberg, J. (2020). Fluid Management in Haemodialysis: Studies on current practices and new methods. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-407956>