

Statusartikel

Bioelektrisk impedans-analyse til vurdering af kropssammensætning

Josephine Reinert Quist¹, Søren Dabelsteen Isidor², Christian Lodberg Hvas^{1,3}, Per Ramløv Ivarsen^{3,4}, Lars Jødal⁵, Charlotte Lock Rud^{1,3} & Steven Brantlov⁶

1) Lever-, Mave- og Tarmsygdomme, Aarhus Universitetshospital, 2) Steno Diabetes Center Aarhus, Aarhus Universitetshospital, 3) Institut for Klinisk Medicin, Aarhus Universitet, 4) Nyresygdomme, Aarhus Universitetshospital, 5) Nuklearmedicinsk Afdeling, Aalborg Universitetshospital, 6) Indkøb & Medicoteknik, Region Midtjylland

Ugeskr Læger 2025;187:V04240287. doi: 10.61409/V04240287

HOVEDBUDSKABER

- Bioelektrisk impedans-analyse (BIA)-måling kan estimere væskemængde, muskelmasse og fedtmasse i kroppen.
- Brug af rådata såsom fasevinkel, som kan forbindes med cellulær sundhed, eliminerer mange af de antagelser, der kræves i BIA's prædiktionsmodeller.
- Der er behov for konsensus om standardiserede måleprotokoller og etablering af bedre referencematerialer.

Bioelektrisk impedans-analyse (BIA) er en noninvasiv, sikker, brugervenlig og relativt billig teknik, hvor elektrisk modstand i kroppen anvendes til vurdering af kropssammensætning, herunder fedt- og muskelmasse [1, 2]. Det sker ud fra prædiktionsligninger, som bygger på antagelser om kropsbygning og vævshydrering baseret på gennemsnitlige populationsværdier [3].

BIA-teknologien er blevet kritiseret for at være for unøjagtig og upræcis til brug i klinikken. Den nyeste forskning og forbedringen af BIA-teknologien har dog øget de potentielle anvendelsesmuligheder, og BIA kan i dag give nyttig information om helbredtstilstand samt bidrage til tilpassede interventioner og forebyggelse af sundhedsproblemer hos udvalgte patientgrupper [2, 4].

I denne artikel beskriver vi BIA som teknik, dens aktuelle anvendelser, validitet og begrænsninger samt perspektiver for klinisk og forskningsmæssig anvendelse.

Grundlæggende om bioelektrisk impedans-analyse

Fysisk princip

Ved en BIA-måling sendes en svag, ufarlig elektrisk strøm (målt i μA) gennem kroppen via elektroder på huden. Strømmen følger vejen med lavest vævsmodstand (højest ledningsevne), typisk gennem væsker med høj ionkoncentration. Dermed er strømmen mere tilbøjelig til at gennemløbe muskelvæv end fedtvæv. Cellemembraner tillader kun passage af strøm ved høj frekvens. Den elektriske modstand måles som impedans (Z , ohm), der afhænger af resistans (R , ohm), som afspejler intra- og ekstracellulær væske, og kapacitiv reaktans (X_C , ohm), som afspejler cellemembranernes elektriske kapacitans (C , nF). I **Tabel 1** er de mest almindelige teknikker beskrevet.

TABEL 1 Forskellige bioelektrisk impedans-analyse (BIA)-teknikker varierer i præcision afhængigt af frekvenser og resultater. Et overblik over de vigtigste teknikker og deres anvendelser [27, 28].

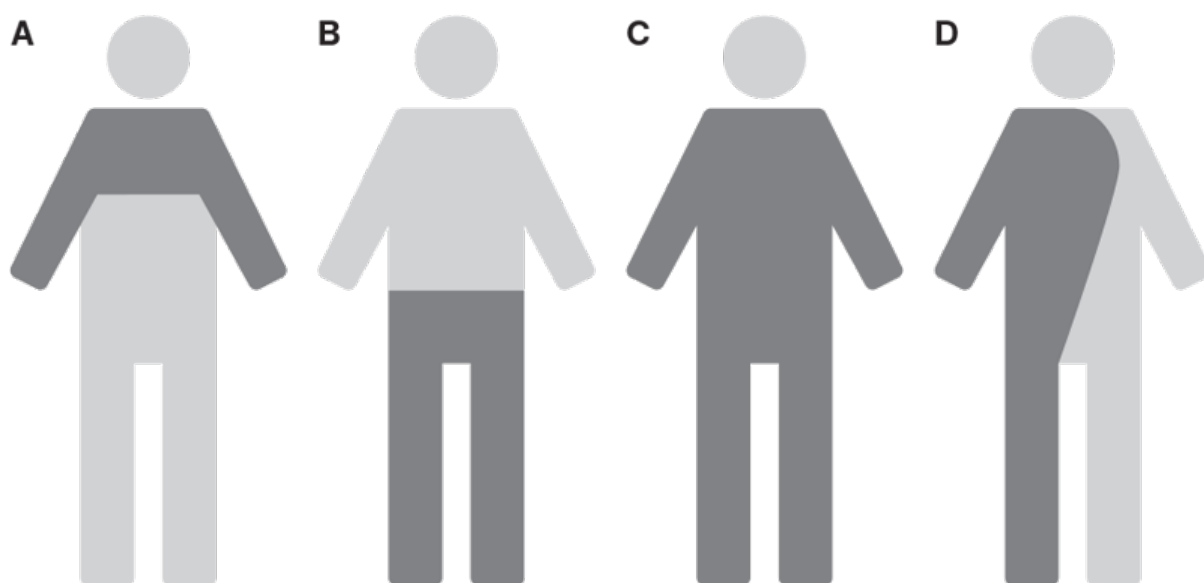
BIA-teknik: forkortet betegnelse	Strømfrekvenser		Resultater	Anvendelse
	n	kHz		
1-frekvens-BIA: SFBIA	1	Som regel 50	Måler fedtmasse, fedtfri masse og fasevinkel, men skelner ikke mellem intra- og ekstracellulærvæske, hvilket gør resultaterne mindre præcise	Bruges i enkle kliniske miljøer og fitnesscentre til generelle vurderinger af kropssammensætning Ofte brugt pga. enkelhed og lav pris
Multifrekvens-BIA: MFBIA	Flere forskellige, typisk 4-16	Oftest 2-1.000	Skelner mellem intra- og ekstracellulærvæske og giver en mere nøjagtig vurdering af væskebalancen end SFBIA	Anvendes i kliniske sammenhænge, især til overvågning af væskebalance hos patienter med kroniske sygdomme
Bioimpedansspektroskopi: BIS	50-256	2-1.000	Leverer den mest nøjagtige analyse ved at måle både intra- og ekstracellulærvæske samt C_m	BIS betragtes som mere avanceret end SFBIA og MFBIA til kropssammensætningsanalyse og potentielt til vurdering af cellulær sundhed gennem C_m , som er unik for BIS BIS bruges ligeledes i avanceret klinisk praksis, hvor nøjagtige og præcise væskebalancemålinger er vigtige, f.eks. ved lymfødem

BIA = bioelektrisk impedans-analyse; C_m = cellemembran kapacitans; MFBIA = multi-frequency BIA; SFBIA = single-frequency BIA.

Typer af apparater

Der findes en bred vifte af BIA-apparater, der varierer i kompleksitet, anvendelighed og nøjagtighed [5]. Fælles for apparaterne er, at elektroderne placeres på huden – som oftest på hænder og fødder. Nogle måler alene på overkroppen (håndholdte apparater, **Figur 1 A**) eller underkroppen (badevægte uden håndtag med elektroder, **Figur 1 B**), mens andre er en kombination, som muliggør måling af hele kroppen (hånd til fod, **Figur 1 C og D**). Apparaterne kan måle ved én (50 kHz) eller flere strømfrekvenser (2-1.000 kHz).

FIGUR 1 Forskellige design af bioelektrisk impedans-analyse-udstyr til måling af kropssammensætning. **A.** Håndholdt udstyr, hvor strømmen bevæger sig fra arm til arm. Denne type udstyr er typisk anvendt til hjemmebrug og i fitnesscentre. **B.** Badevægt, hvor strømmen bevæger sig fra fod til fod, anvendes primært til privat brug eller i fitnesscentre. **C.** Kombinerede enheder, hvor strømmen gennemløber hele kroppen samtidigt. **D.** Apparater, der anvender overfladeelektroder placeret på huden, hvor strømmen typisk bevæger sig fra hånd til fod på samme side af kroppen. Der findes dog også apparater med overfladeelektroder, der tillader samtidig måling af begge sider af kroppen.



Håndholdte apparater og badevægte er overkommelige i pris og bruger normalt kun én strømfrekvens. Deres nøjagtighed og præcision er imidlertid lavere sammenlignet med kombinerede apparater. De anbefales ikke til brug i klinik eller forskning.

Vævstyper

Vandindholdet varierer mellem forskellige vævstyper, hvilket muliggør estimer af kropssammensætning [5]. Vandmængden i kroppen varierer med alder, køn, vægt, kropssammensætning og sygdom. Væv med høj vandkoncentration, såsom muskelvæv, leder strøm effektivt på grund af den høje elektriske ledningsevne (konduktivitet), mens fedtvæv har lavere væskeindhold og dermed lavere konduktivitet, hvilket resulterer i højere impedans.

Tolkning af bioelektrisk impedans-analysemålinger

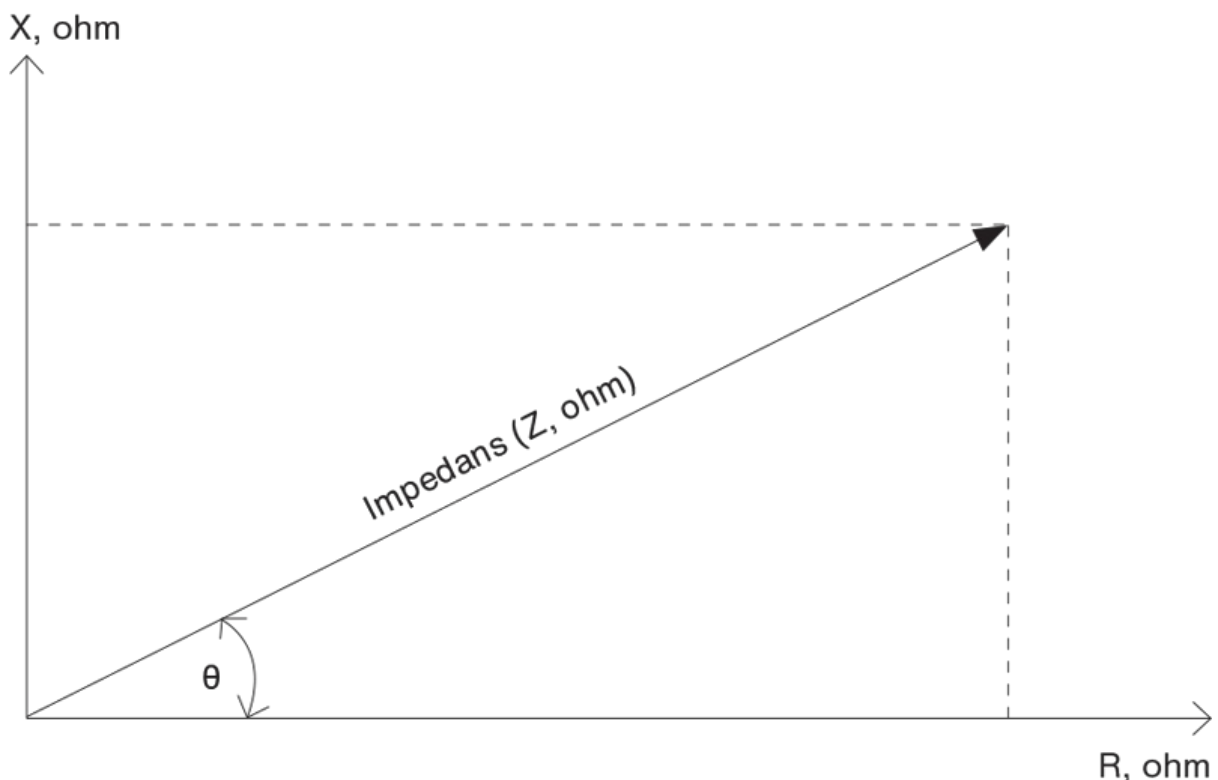
Der er to indgange til at tolke BIA-målinger: som rådata eller som beregnede parametre. Rådata har den fordel,

at de er uafhængige af antagelser baseret på køn, etnicitet, alder og sygdom [6]. Udfordringen er, at rådata kan være vanskelige at relatere til kropssammensætning eller forstå intuitivt. Beregnede parametre kan estimere mål som fedtprocent, muskelmasse og væskeindhold. Disse er lettere at fortolke, men der skjuler sig en række antagelser bag beregningens algoritmer. De to tilgange uddybes i de følgende afsnit.

Rådatabaserede bioelektrisk impedans-analyseparametre

Blandt rådataparametre er især fasevinkel velundersøgt. Fasevinklen er et mål for forholdet mellem R og X_C i vævet (Figur 2).

FIGUR 2 Skematisk illustration af fasevinkel. Matematisk kan impedansen beskrives som en vektor, hvor x-aksen repræsenterer resistansen (R), og y-aksen repræsenterer reaktansen (X). Fasevinklen (θ) er vektorens vinkel med x-aksen og kan beregnes som $\theta = \arctan(X/R)$. Denne beregnede vinkel angiver forskellen i fase mellem strømmen og et bioelektrisk kredsløb, hvor kroppens væv repræsenterer kredsløbet.



I både klinik og forskning anvendes fasevinklen som indikator for »cellesundhed« og knyttes til væskestatus i cellerne, cellemembranintegritet og cellulær masse; høje værdier indikerer bedre cellefunktion [7-9]. Fasevinklen hos raske er normalt 5-7°. Værdier under 5° kan indikere cellulær dysfunktion, mens værdier over 8° ses hos atleter [7, 10].

Impedansratio og cellemembrankapacitans er andre rådataparametre, men deres kliniske relevans er mindre afklaret [1, 5].

Algoritmer og beregninger

Ved hjælp af impedansmålinger og demografiske data som alder, køn, vægt og højde kan BIA-apparater estimere bl.a. kropsvæske, muskelmasse og fedtprocent [5]. Forskellige apparater benytter forskellige prædiktionsligninger, hvoraf nogle er tilgængelige, mens andre er forretningshemmeligheder. Der er ingen generel sammenlignelighed mellem firmaernes forskellige algoritmer til at måle kropssammensætning. Udfordringen med prædiktionsligninger er, at de bygger på flere antagelser [3], f.eks. at kroppen alene består af to typer homogent væv: fedtfri masse (muskel, knogle og organer) og fedtvæv. Ofte er prædiktionsligninger udviklet på én population (f.eks. raske voksne) og må derfor anvendes med varsomhed på en anden population (f.eks. børn). Desuden påvirkes BIA-estimerne af faktorer som hydrering, temperatur og forskelle i vævskonduktivitet, kropsbygning mv.

Anvendelse i klinik og forskning

BIA er genstand for omfattende forskning og er en af de hyppigst anvendte teknikker til kropssammensætningsanalyse [8, 9]. Mens prædiktionsligninger muliggør intuitivt forståelige estimer af væskevolumener, muskelmasse og fedtprocent, gør ligningernes begrænsninger det relevant at fokusere på rådata [1].

En enkelt BIA-måling er sjældent tilstrækkelig til at drage konklusioner. I nogle studier er BIA-målinger angivet som resultat i sig selv uden at måle, om forbedringen af BIA-resultatet var associeret med klinisk effekt. BIA har vist sig særlig nyttig som et redskab til monitorering af ændringer over tid i hydrering (R) og cellulær sundhed (fasevinkel), hvilket kan give indikationer om en persons kropssammensætning og ernæringsstatus. Resultater fra BIA skal altid tolkes i sammenhæng med andre kliniske data og vurderinger og kan ikke stå alene som resultat.

Klinisk anvendelse

Global Leadership Initiative on Malnutrition (GLIM) anbefaler, at muskelmasse estimeres, når sundhedsprofessionelle undersøger patienter for malnutrition [11]. BIA er en af de anerkendte målemetoder til at estimere muskelmasse og er bl.a. anvendt hos patienter med lever-, mave-, tarm- eller lungesygdomme til vurdering af underernæring, prognose og monitorering af behandlingsrespons [12].

Lav fasevinkel er forbundet med underernæring, sarkopeni og nedsat funktionsevne [13]. I forbindelse med nyresygdom, leversygdom, lungesygdom, hiv-infektion, COVID-19-infektion og kritisk sygdom er en lav fasevinkel en risikofaktor for øget mortalitet [14, 15]. For patienter med lav fasevinkel blandt disse grupper bør der være en øget opmærksomhed på behandlingen, da patienterne er ekstra skrøbelige.

Hos patienter med kræftsygdom er fasevinkel moderat til stærkt korreleret med fysisk funktion. Fasevinkel kan bidrage til vurderingen af graden af fejlnæring hos patienter med kræft, og normalværdier bør etableres gennem yderligere forskning [16, 17]. Tidlig påvisning af sarkopeni vha. fasevinkel hos patienter med lungekræft, kombineret med personlige ernæringsstrategier, har vist en positiv effekt på bevarelse af muskelstyrke og muskelmasse [17].

Anvendelse i forskningssammenhæng

Fasevinkel bruges som indikator for celled sundhed, inflammation og oxidativ skade, hvor lave værdier af fasevinkel svarer til højere niveauer af inflammatoriske markører. Tilsvarende korrelerer ændringer i fasevinkel

over tid med ændringer af disse markører [18, 19]. Ligeledes har patienter med kardiovaskulære sygdomme vist sig at have nedsat fasevinkel [20], og fasevinkel kan potentielt bistå i klinisk og prognostisk vurdering af hjertesvigt [21]. Derudover er en lav fasevinkel blevet brugt til at vurdere prognose for øget mortalitet hos patienter med nyresygdom [14, 15].

Der er varierende resultater om BIA's evne til at afgøre dialysebehov hos patienter med nyrelidelser. Et randomiseret studie viste, at tørvægten kunne kontrolleres bedre med BIA end ved klinisk vurdering [22]. Det har desuden vist sig, at fasevinklen stiger ved styrketræning som udtryk for øget celledensitet [23, 24]. Højintensive og varierede styrketræningsprogrammer er de mest effektive, men det er endnu uafklaret, om en øget fasevinkel faktisk generelt er forbundet med effekt af træning i forskellige befolkningsgrupper [23, 24]. Fasevinkel kan anvendes ved monitorering af patienter med adipositas, men dens respons på vægttapsbehandling er komplekst og varierer [25].

Man har også fundet, at fasevinkel prædikerer prognose ved vurdering af ernærings- og inflammationsstatus hos børn med alvorlig sygdom, indlagt på pædiatrisk intensiv afdeling for medfødt hjertefejl, septisk shock eller underernæring. En lav fasevinkel er forbundet med øget mortalitet hos disse børn [26].

Nøjagtighed, præcision og standardisering

Selv om BIA er en udbredt teknik til at vurdere kropssammensætning, er dens nøjagtighed og præcision blevet kritiseret [27]. Udfordringerne handler især om urealistiske forventninger og manglende standardisering. For at forbedre BIA's anvendelighed inden for klinik og forskning skal standardiserede måleprotokoller udvikles. Dette gælder bl.a. valg og dokumentation af BIA-parametre og faktorer som apparatur, elektrodeplacering, segmentale eller helkropsanalyser og kropsbygning, som skal udvælges i overensstemmelse med producentens anvisninger eller anbefalinger fra litteraturen [28]. Dette vil også bidrage til at modvirke ukritisk brug, der potentielt kan resultere i unøjagtige resultater [29].

Ved sammenligning med andre metoder til måling af kropssammensætning, f.eks. fedtfri masse eller totalt kropsvand, observeres typisk stærke korrelationer mellem BIA og referencemetoder som dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) og deuterium. Andelen af absolutte fejl er normalt 1-2%, selv om limits of agreement vurderet med Bland-Altman-metoden typisk ligger inden for $\pm 5-10\%$ [27]. DXA, deuterium og BIA har hver deres egne begrænsninger og målefejl, som kan påvirke resultaternes nøjagtighed og præcision afhængigt af protokoller og udstyrets kalibrering [30].

Manglen på internationalt accepterede standarder for måling af kropssammensætning gør det udfordrende at sammenligne resultater mellem forskellige enheder og teknikker [2]. Dette gælder især for BIA, hvor udstyr fra forskellige producenter sjældent giver de samme resultater [3, 27]. Det er derfor afgørende at vælge prædiktionsligninger, der er valideret til den pågældende population [3], for at opnå pålidelige, sammenlignelige og kvalitetssikrede resultater.

Fremtidige perspektiver

Der er kliniske og forskningsmæssige potentialer for BIA, hvis man kan overvinde nogle af dens største udfordringer. Som teknologien modnes, og vores forståelse af kropssammensætningens betydning udvikler sig, kan BIA blive et relevant klinisk værktøj.

Standardiserede målinger fortsætter med at være afgørende for at sikre kvaliteten af BIA-resultater. Dette kan f.eks. opnås gennem koordinering i et nationalt forum med det formål at etablere fælles retningslinjer og danske referenceværdier for brugen af BIA både i klinisk praksis og forskning [6]. Dette gælder særlig i en tid, hvor den

demografiske udvikling øger behovet for en persontilpasset og omkostningseffektiv indsats i sundhedssektoren.

Konklusion

BIA har mange potentielle kliniske anvendelsesmuligheder, men manglen på standardiserede måleprotokoller begrænser metodens kliniske accept. Denne accept kan opnås gennem en dybere forståelse af BIA's styrker og svagheder. Fremtidig forskning bør omfatte kontrollerede kliniske studier for bedre at forstå rådata og deres relation til kropssammensætning, sygdom og kliniske mål. Der er behov for udvikling af danske referenceværdier, der kan gøre BIA til et mere effektivt beslutningsstøtteværktøj inden for monitorering og patientbehandling. Valget af teknik afhænger af det specifikke kliniske behov, det ønskede detaljeringniveau og de økonomiske muligheder.

Korrespondance *Josephine Reinert Quist*. E-mail: helgmo@rm.dk

Antaget 6. december 2024

Publiceret på ugeskriftet.dk 3. februar 2025

Interessekonflikter ingen. Forfatterens ICMJE-formularer er tilgængelige sammen med artiklen på ugeskriftet.dk

Referencer findes i artiklen publiceret på ugeskriftet.dk

Artikelreference Ugeskr Læger 2025;187:V04240287

doi [10.61409/V04240287](https://doi.org/10.61409/V04240287)

Open Access under Creative Commons License [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

SUMMARY

Bioelectrical impedance analysis for assessing body composition

Bioelectrical impedance analysis (BIA) is a non-invasive and inexpensive technique for assessing body composition. Predictive models can estimate fluid volumes and fat-free mass but they depend on assumptions. Although less easy to interpret, raw data like phase angle are assumption-free. Phase angle relates to cellular health, with high values in healthy populations. BIA finds multiple clinical applications in nutrition, chronic diseases, and rehabilitation. Its implementation in clinical practice and research requires standardized protocols, and better reference material should be established, as argued in this review.

REFERENCER

1. Mulasi U, Kuchnia AJ, Cole AJ et al. Bioimpedance at the bedside. *Nutr Clin Pract*. 2015;30(2):180-93. <https://doi.org/10.1177/0884533614568155>
2. Ward LC. Human body composition: yesterday, today, and tomorrow. *Eur J Clin Nutr*. 2018;72(9):1201-1207. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0210-2>
3. Beaudart C, Bruyère O, Geerinck A et al. Equation models developed with bioelectric impedance analysis tools to assess muscle mass: a systematic review. *Clin Nutr ESPEN*. 2020;35:47-62. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2019.09.012>
4. Holmes CJ, Racette SB. The utility of body composition assessment in nutrition and clinical practice: an overview of current methodology. *Nutrients*. 2021;13(8):2493. <https://doi.org/10.3390/nu13082493>
5. Matthie JR. Bioimpedance measurements of human body composition: critical analysis and outlook. *Expert Rev Med Devices*. 2008;5(2):239-61. <https://doi.org/10.1586/17434440.5.2.239>
6. Barbosa-Silva MC, Barros AJD. Bioelectrical impedance analysis in clinical practice: a new perspective on its use beyond body composition equations. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2005;8(3):311-7.

<https://doi.org/10.1097/01.mco.0000165011.69943.39>

7. Norman K, Stobäus N, Pirlich M et al. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis - clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr.* 2012;31(6):854-61. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2012.05.008>
8. Ward LC, Müller MJ. Bioelectrical impedance analysis. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67(suppl 1):S1. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2012.148>
9. Bellido D, García-García C, Talluri A et al. Future lines of research on phase angle: Strengths and limitations. *Rev Endocr Metab Disord.* 2023;24(3):563-583. <https://doi.org/10.1007/s11154-023-09803-7>
10. Kuchnia AJ, Teigen LM, Cole AJ et al. Phase angle and impedance ratio: reference cut-points from the United States National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2004 from bioimpedance spectroscopy data. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2017;41(8):1310-1315. <https://doi.org/10.1177/0148607116670378>
11. Cederholm T, Jensen GL, Correia MITD et al. GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition - a consensus report from the global clinical nutrition community. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2019;10(1):207-217. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12383>
12. Quist JR, Rud CL, Brantlov S et al. Bioelectrical impedance analysis as a clinical marker of health status in adult patients with benign gastrointestinal disease: a systematic review. *Clin Nutr ESPEN.* 2024;59:387-397. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2023.12.145>
13. Norman K, Herpich C, Müller-Werdan U. Role of phase angle in older adults with focus on the geriatric syndromes sarcopenia and frailty. *Rev Endocr Metab Disord.* 2023;24(3):429-437. <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09772-3>
14. Garlini LM, Alves FD, Ceretta LB et al. Phase angle and mortality: a systematic review. *Eur J Clin Nutr.* 2019;73(4):495-508. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0159-1>
15. Cornejo-Pareja I, Vegas-Aguilar IM, Fernández-Jiménez R et al. Phase angle and COVID-19: a systematic review with meta-analysis. *Rev Endocr Metab Disord.* 2023;24(3):525-542. <https://doi.org/10.1007/s11154-023-09793-6>
16. Amano K, Bruera E, Hui D. Diagnostic and prognostic utility of phase angle in patients with cancer. *Rev Endocr Metab Disord.* 2023;24(3):479-489. <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09776-z>
17. Grundmann O, Yoon SL, Williams JJ. The value of bioelectrical impedance analysis and phase angle in the evaluation of malnutrition and quality of life in cancer patients - a comprehensive review. *Eur J Clin Nutr.* 2015;69(12):1290-7. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2015.126>
18. da Silva BR, Orsso CE, Gonzalez MC et al. Phase angle and cellular health: inflammation and oxidative damage. *Rev Endocr Metab Disord.* 2023;24(3):543-562. <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09775-0>
19. Lukaski HC, Talluri A. Phase angle as an index of physiological status: validating bioelectrical assessments of hydration and cell mass in health and disease. *Rev Endocr Metab Disord.* 2023;24(3):371-379. <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09764-3>
20. de Borba EL, Ceolin J, Ziegelmann PK et al. Phase angle of bioimpedance at 50 kHz is associated with cardiovascular diseases: systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Nutr.* 2022;76(10):1366-1373. <https://doi.org/10.1038/s41430-022-01131-4>
21. Scicchitano P, Massari F. The role of bioelectrical phase angle in patients with heart failure. *Rev Endocr Metab Disord.* 2023;24(3):465-477. <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09757-2>
22. Sommerer C, Felten P, Toernig J et al. Bioimpedance analysis is not superior to clinical assessment in determining hydration status: a prospective randomized-controlled trial in a Western dialysis population. *Hemodial Int.* 2021;25(3):380-390. <https://doi.org/10.1111/hdi.12919>
23. Sardinha LB, Rosa GB. Phase angle, muscle tissue, and resistance training. *Rev Endocr Metabol Disord.* 2023;24(3):393-414. <https://doi.org/10.1007/s11154-023-09791-8>
24. Campa F, Colognesi LA, Moro T et al. Effect of resistance training on bioelectrical phase angle in older adults: a systematic review with Meta-analysis of randomized controlled trials. *Rev Endocr Metab Disord.* 2023;24(3):439-449. <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09747-4>
25. Canello R, Brunani A, Brenna E et al. Phase angle (PhA) in overweight and obesity: evidence of applicability from diagnosis to weight changes in obesity treatment. *Rev Endocr Metab Disord.* 2023;24(3):451-464. <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09774-1>
26. Fernández-Jiménez R, Martín-Masot R, Cornejo-Pareja I et al. Phase angle as a marker of outcome in hospitalized pediatric patients. A systematic review of the evidence (GRADE) with meta-analysis. *Rev Endocr Metab Disord.* 2023;24(4):751-765.

<https://doi.org/10.1007/s11154-023-09817-1>

27. Ward LC. Bioelectrical impedance analysis for body composition assessment: reflections on accuracy, clinical utility, and standardisation. *Eur J Clin Nutr.* 2019;73(2):194-199. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0335-3>
28. Brantlov S, Ward LC, Jødal L et al. Critical factors and their impact on bioelectrical impedance analysis in children: a review. *J Med Eng Technol.* 2017;41(1):22-35. <https://doi.org/10.1080/03091902.2016.1209590>
29. Ræder H, Henriksen C, Bøhn SK et al. Agreement between PG-SGA category and fat-free mass in colorectal cancer patients. *Clin Nutr ESPEN.* 2018;27:24-31. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2018.07.005>
30. Zemel BS, Wasserman H, Kelly A et al. Intermachine differences in DXA measurements vary by skeletal site, and impact the assessment of low bone density in children. *Bone.* 2020;141:115581. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2020.115581>