



BIA SYSTEME IM VERGLEICH – ein Fakten-Check

Dr. med. Manfred Claussen



BIA-SYSTEME – AM ANFANG WAR DAS WASSER

Dr. med. Manfred Claussen, FA für Allgemeinmedizin

„Welches BIA-System bzw. welches Gerät ist das beste? Nach welchen Kriterien soll ich meine Kaufentscheidung treffen?“. Diesen und ähnlichen Fragen steht mittlerweile ein großes und vielfältiges Angebot gegenüber– von der Preisgestaltung bis zum Leistungsversprechen. Die Fachgesellschaften bieten bis jetzt keine klaren Empfehlungen zum Thema an.

DIE HARDWARE

Körperanalyse-Methoden: Man unterscheidet zwischen direkten und indirekten Körper-Analyse-Methoden. Die direkten Bestandteile eines Körpers lassen sich nur in einer post-mortem-Analyse korrekt ermitteln. Kriterium-Analysen betrachten gezielt eine Besonderheit des Körpers, wie die Knochendichte oder beschreiben die skeletale Muskelmasse.

Indirekte Methoden zur Körperanalyse beziehen die Interpretation der erhobenen Messwerte auf andere Messverfahren, entweder auf direkte Analyse-Methoden oder auf Kriterium-Analysen, die ihrerseits auch von Referenzmethoden abhängen. Die erhaltenen Rohdaten (z. B. aus DXA-Untersuchung) werden in hinterlegte Formeln eingebracht, um auf diese Art quantitative Aussagen zu den Körperkompartimenten und Vergleiche mit anderen Geräten bzw. Analyseverfahren zu ermöglichen. Indirekte Methoden hängen zudem von den biologischen Eigenschaften und der individuell unterschiedlichen Verteilung der Gewebe ab (Tab. 1).

Die Bioelektrische Impedanz Analyse (BIA) beruht auf der direkten Messung des komplexen körperlichen Widerstandes Z (=Impedanz), einem elektro-biologischen Widerstand, den der Körper einem Wechselstrom ent-

gegensetzt. Unter Verwendung eines phasensensitiven Messgerätes lässt sich aus Z der wässrige Widerstand R und der kapazitive Zellmembran-Widerstand X_c getrennt darstellen (= Impedanz-Analyse). Die Widerstände werden physikalisch in Ohm (Ω) angegeben. Die Beziehung der beiden Widerstände R und X_c zueinander ergibt den Phasenwinkel PA . Zur Auswertung dieser Rohdaten werden hinterlegte Formeln und zusätzliche Parameter wie Gewicht und Alter verwendet – das macht die „klassische“ BIA zu einem indirekten Verfahren (Abb. 1).

HARDWARE UND MESSDURCHFÜHRUNG

Der Impedanz-Analysator erzeugt einen konstanten Wechselstrom mit einer oder mehreren Frequenzen, der über zwei Elektroden in den Körper injiziert wird. Mit zwei zusätzlichen Elektroden wird der Spannungsabfall über dem Körperwiderstand abgenommen. (Diese Vierleiter-Technik mit Injektions- und Messelektroden wird benutzt, um Haut-Elektroden-Interaktionen zu verhindern). Außerdem wird – allerdings nur bei Mehrphasengeräten – der Phasenwinkel α zwischen Strom- und Spannungsverlauf gemessen. Die Genauigkeit

Direkte Messmethoden	Kriterium-Verfahren (z. B. Körperdichte)	Indirekte Methoden
post mortem Analyse	Densitometrie	Anthropometrie
	Computer-Röntgentomographie (CT)	Bioelektrische Impedanz Analyse (BIA)
	Magnetresonanz-Tomographie (MRT)	
	Dual-Röntgen-Absorptiometrie (DXA)	

Tab. 1 Beispiele für die Bestimmung der Körperzusammensetzung. Indirekte Methoden basieren auf den Ergebnissen von direkten oder Kriterium-Messmethoden. Sie haben daher tendenziell größere Vorhersagefehler als direkte Methoden und werden von der Probenpezifität und den Krankheitszuständen beeinflusst [1].

der Analyse hängt von der Qualität der eingebauten Elektronik ab. Alle verwendeten Elektroden sollten den Hersteller-Angaben und ihre genaue Platzierung den internationalen Vorgaben entsprechen.

Für die Standardmessung im Liegen besteht seit Jahren internaler Konsens (z. B. ESPEN Guidelines [2]). Für die Standgeräte hingegen gibt es weder Consensus-Empfehlungen noch Regeln zum Prozedere der Messdurchführung. Auch werden keine einheitlichen oder physikalisch validierten Elektroden angewendet. Die Elektroden sind metallische Plattenelektroden mit direktem Hautkontakt. Erklärend sei hier angemerkt, dass Plattenelektroden völlig unterschiedliche Größen haben und einen völlig unterschiedlichen Eigenwiderstand aufweisen, der die Messergebnisse massiv beeinflusst und teilweise zu starken Verwerfungen führen kann. Dazu kommen noch Unsicherheitsfaktoren wie die Leitfähigkeit der Haut an den Fußsohlen oder den Handflächen, die Körperhaltung und der Einfluss der Kraft, mit der die Hand-Elektroden umfasst werden.

Diese und andere vermeidbaren Grundprobleme von Seiten der Messdurchführung sind unter Verwendung von Klebeelektroden mit maximal niedriger Eigenimpedanz (entsprechend den Anforderungen an das Mess-System) und bei standardisierter Anbringung an der Haut von vorherein ausgeschlossen oder soweit

wie möglich minimiert. Die 4-Oberflächenelektroden-Technik ermöglicht ein konstantes, tiefes und homogenes elektrisches Feld im Organismus, der in seinen elektrischen Leiteigenschaften sehr unterschiedlich reagiert. Dies ist eine Voraussetzung, um Störungen, die durch Irritationen der Elektroden oder des elektrischen Feldes auftreten können, zu minimieren [3]. Head to Head-Untersuchungen von BIA-Stand-Geräten (BIA-ST) fehlen im Gegensatz zu BIA-Liegend Studien fast vollständig und wenn vorhanden, beziehen sich diese auf die MF-BIA (MF=Multifrequenz). Dem gegenüber steht neuerdings eine zunehmend hohe Zahl von Hersteller bezogenen Veröffentlichungen – vorwiegend aus Fernost.

Messungen mit BIA-ST-Geräten zeigen selbst bei Vergleichsmessungen gesunder Personen unterschiedliche Ergebnisse. Sie haben teilweise auch divergierende Ergebnisse beim Vergleich unterschiedlicher Geräte desselben Herstellers.

Die Wertigkeit von kommerziellen, nicht medizinisch genutzten Ganzkörper Bioimpedanz-Geräten mit Fuß-zu-Fuß Ganzkörper-Bioimpedanzmessung (foot-to-foot BIA) (Consumer Devices for Measurement of Body Composition) in stehender Position mit 4-taktile und 8-taktile Elektroden wurde von Bosy-Westphal et al. im Vergleich zu DEXA und MRT untersucht. Systematische

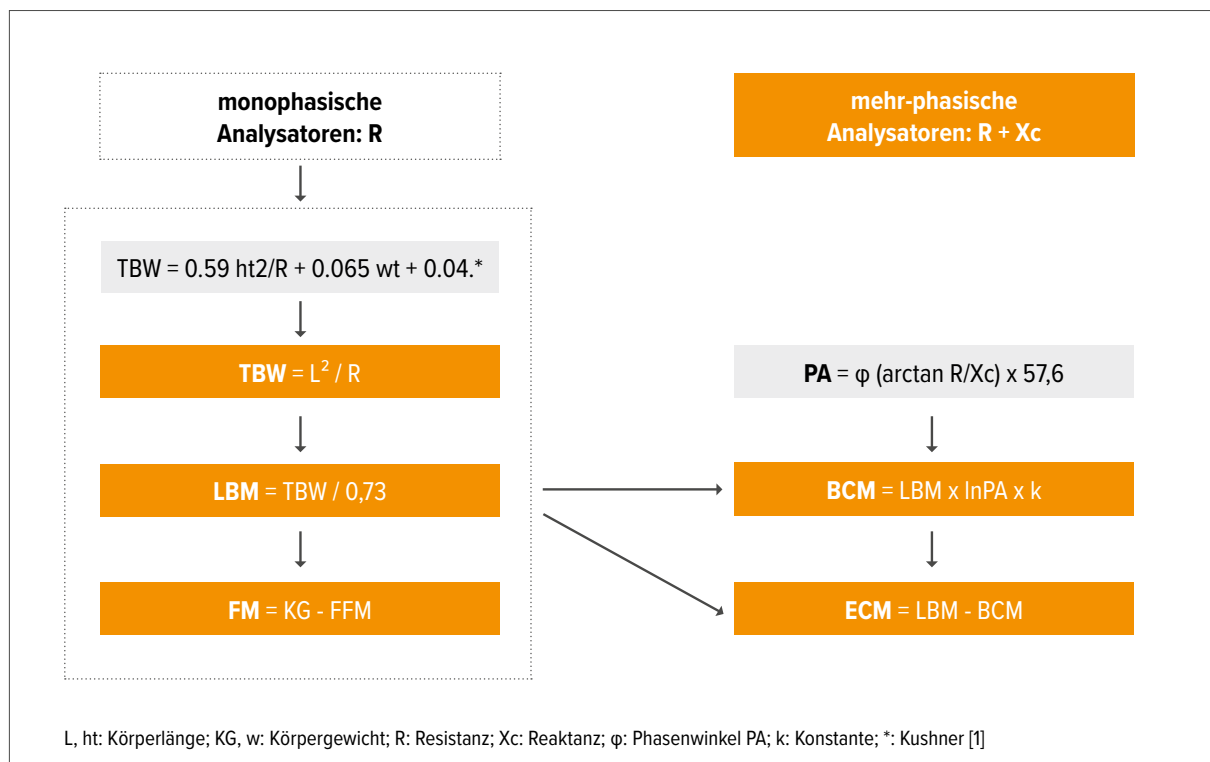


Abb. 1 schematische Darstellung der abgeleiteten Körperkompartimente. Monophasische Analysatoren sind wegen ihrer einfachen Elektronik häufig äußerst preiswert. Hierzu zählen u.a. die sogenannten „BIA-Waagen“.

Fehler wurden besonders in der Berechnung der Fettmasse-% gefunden. Zusätzlich bestand ein Trend zur Unterschätzung der Skelettmuskelmasse, wenn die Muskelmasse hoch war [4]. Auch die Multifrequenz-Methode zeigte hier große Abweichungen. Die Übereinstimmung der Fuß-zu-Fuß BIA und DEXA oder MRT für die Bewertung der Körperzusammensetzung war erwartungsgemäß niedrig.

Im Gegensatz dazu wurde die BIA-im-Liegen (BIA-LI) unter Verwendung einer geeigneten BIA-Software in großen epidemiologischen Studien (z. B. NHANES) angewendet, mit dem Ziel, Referenzwerte für die Körperkomposition in Bezug auf Alter, Geschlecht und BMI zu definieren. BIA-LI ist inzwischen in vielen umfassenden Reviews als valide Methode zur Bestimmung der Körperkomposition auch bei Krebs beschrieben und vor allem für den ambulanten Bereich empfohlen. Von vielen internationalen Experten für Nephrologie und Dialyse wird die BIA-LI zur Steuerung der Dialyse eingesetzt. (Umfassende Übersicht im Review unter [5]).

Ebenso sind die Cutoff-Points in den aktuellen Internationalen Consensus-Definitionen für Sarkopenie oder Kachexie aus Daten mit BMI-LI abgeleitet, weil diese am häufigsten gegenüber DXA validiert wurden, und damit vergleichbar und anwendbar sind.

Auch die großen internationalen Interventionsstudien wie die PROVIDE Study wurden mit BIA-LI durchgeführt [6]. Bereits 2004 wurde die BIA-LI von ESPEN auch für intensivmedizinische Zwecke als wichtiges und zuverlässiges Instrument etabliert [7].

Fazit I

1. Die SF-BIA mit 50 kHz bleibt die Standard-Methode der Körperanalyse zur Definition von Hydratation und Nutrition in der täglichen Praxis.
2. Für die BIA-Liegend mit 4-Punkt-Hand-zu-Fuß Messung besteht seit Jahren internationaler Konsens. Sie ist nach wie vor Methode der Wahl, insbesondere wenn es sich um von der Norm abweichende Probanden handelt (dehydriert, überwässert, krank, älter, sarkopenisch, usw.).
3. Klebeelektroden mit maximal niedriger Eigenimpedanz (entsprechend den Anforderungen an das Mess-System) sollten gewählt und standardisiert auf der Haut angebracht werden.

MESS-STROM

Es hat sich herausgestellt, dass ein konstanter Wechselstrom von 50kHz optimale Ergebnisse beim Durchfließen eines lebenden Gewebes liefert. Nach wie vor haben daher die monofrequenten Analysatoren (SF-BIA) einen sehr hohen Stellenwert. Die Multifrequenz-BIA (MF-BIA) basiert auf dem Befund, dass die extrazelluläre Flüssigkeit (ECF) und die Gesamtkörperflüssigkeit TBW bestimmt werden können. Die Werte sind genauer als bei der SF-BIA, basieren jedoch ebenfalls auf Prädiktionsgleichungen und sind störanfälliger bei Hydratationsänderungen. Die Stromstärke beträgt bei neueren Analysegeräten i. d. R. 400 μ A und erlaubt auch die Anwendung bei Schrittmacher-Patienten, wie in mehreren Studien belegt wurde [8]. Noch differenziertere Aussagen ermöglicht die die Bioimpedanz-Spektroskopie (Bioimpedance Spectroscopy BIS). Sie benutzt ein ganzes Spektrum von Frequenzen zur Körperanalyse und stützt sich im Gegensatz zur SF-BIA nicht auf statistisch abgeleitete, populationsspezifische Prädiktions-Gleichungen. Dabei werden die frequenzabhängigen Messergebnisse mathematisch extrapoliert. Über eine mathematische Mischungstheorie (Hanai Mixture Theory) werden die Widerstands-Parameter mit anthropometrischen Messungen abgeglichen, um daraus die Flüssigkeits-Volumina getrennt abzuschätzen.

BIS hat den potenziellen Vorteil, dass nicht nur das Ganzkörperwasser TBW bestimmt wird, um daraus die Unterteilungen zu errechnen, sondern über das Spektrum verschiedener Frequenzen direkt zwischen ECW und ICW unterschieden werden kann. Dies erlaubt eine bessere Abschätzung der stoffwechselaktiven Körperzellmasse (BCM). Doch auch für die BIS gibt es nicht nur eine einzige, sondern mehrere Berechnungsalgorithmen mit unterschiedlich großer Abweichung in der Exaktheit der Vorhersage. Eine Standardisierung oder internationale Empfehlungen zur BIS-Methode existieren nicht.

Die vermeintlich höhere Wertigkeit der Bioimpedanz-Spektroskopie BIS gegenüber SF und MF ist bislang nicht eindeutig belegt. Insbesondere ergibt sich für die klinische Praxis kein wirklich relevanter Vorteil der BIS gegenüber der monofrequenten Impedanz Analyse MF-BIA. Dies gilt in vergleichbarer Weise für die Multifrequenz-BIA (MF-BIA), deren Vorteil ebenfalls nicht belegt ist. (*Einzelheiten und Belege siehe INSUMED-Schriftenreihe „Analyse der Körperkomposition mit Bioimpedanz“*)

DIE SOFTWARE

Software I, Klassik: Die quantitative oder klassische Bioimpedanz-Analyse ist eine indirekte Methode der

Körperanalyse, weil hier die gemessenen Widerstände in eine Formel eingebracht werden. In diese gehen anthropometrische Daten wie Gewicht, Größe, Alter und Geschlecht sowie physikalische Konstanten der Elektrizität und Korrekturfaktoren ein. Diese Algorithmen dienen dem Zweck, aus den individuell gemessenen körperlichen Widerständen R und X_c möglichst exakt die individuellen Körperkompartimente berechnen bzw. vorherzusagen (Prädiktion) zu können. Das betrifft die Kompartimente der Körperflüssigkeit (intra- und extrazellulär) und die stoffwechselaktive Körperzellmasse. Die errechneten Ergebnisse werden parametrisch nach kg, als %-Anteil (bezogen Körpergewicht oder Körperlänge) oder als dimensionslose Verhältniszahl angegeben. Die jeweiligen Formeln zur Berechnung der Massen wie Zellmasse (BCM), Fettmasse oder Ganzkörperflüssigkeit (TBW) sind an Referenzmethoden wie DXA, CT, MRT, UWW, Dilutionsverfahren etc. validiert. Jede einzelne Formel zeigt dabei eine sehr hohe Übereinstimmung mit allen Referenzmethoden. Als sogenannter „Goldstandard“ können allerdings mit Einschränkungen nur CT und MRT gelten.

Entgegen häufiger Behauptungen oder suggestiver Darstellung gibt es keinen „Goldstandard“ für eine bestimmte BIA-Messung eines bestimmten Herstellers, zumal jede BIA wie auch die MF-BIA oder Impedanz-Spectroscopy indirekte Methoden sind und auf rechnerischen Annahmen basieren (siehe Körperanalyse-Methoden).

Mittlerweile gibt es eine Unzahl von Formeln / Algorithmen, viele auch von Herstellerseite aus nicht veröffentlicht, die eine hohe Übereinstimmung der aus den Rohdaten berechneten Parameter (z. B. Muskelmasse, Fettmasse, extrazelluläres Wasser) mit der dafür korrekt gewählten Referenzmethode belegen. Die zugrunde liegenden Annahmen von einer biologischen Wechselbeziehung zwischen Körperkomponenten und Körpergewebe sowie ihre Verteilung unter gesunden Personen treffen jedoch nicht zu für übergewichtige Personen oder Menschen mit akuten oder chronischen Erkrankungen. Ihre Stoffwechsel- und Hormonprobleme und die damit verbundenen komorbiden Zustände verändern die zugrunde liegenden Grundannahmen und Wechselbeziehungen und die Gültigkeit der Methoden der Körperzusammensetzung, insbesondere, wenn die Hydratation der Magermasse von der Norm abweicht; sei es physiologisch (z. B. Transpiration), iatrogen (z. B. Medikamente) oder pathophysiologisch (Herz, Niere, Stoffwechsel) bedingt. Somit gibt es auch nicht „die beste Formel“, selbst wenn sehr gut dokumentierte Validierungsstudien vorliegen.

Es ist bisher nicht gelungen, für alle unterschiedlichen Krankheiten mit unterschiedlicher Auswirkung auf die Körperveränderung valide Formeln für BIA zu entwickeln,

Fazit II

1. Für den Abgleich der BIA-Berechnungen gibt es keinen „Goldstandard“, sondern verschiedene Referenz-Methoden.
2. Es gibt auch nicht „die beste/genaueste Formel“, jedenfalls nicht für alle Probanden; denn Formeln stimmen nur so lange, wie der Proband der (gesunden, normhydrierten) Vergleichsgruppe entspricht. Die Standardkenngrößen (Körpergröße und -gewicht, die Co-Prädiktoren Alter, Geschlecht sowie feste Konstanten) werden in die Formeln einbezogen und bestimmen bis zu 80% (!) das Ergebnis.
3. Diskrepanzen ergeben sich aus der BIA-Methode zwangsläufig, wenn die Formeln, die an einer gesunden und insbesondere jungen Referenzpopulation erhoben wurden, übertragen werden müssen auf Personen mit hohem Alter oder mit chronischen Krankheiten, o.ä. Hier bestehen Veränderungen der Körperkomposition, die mehrere Kompartimente betreffen.
4. Ergebnisse, die aufgrund unterschiedlicher Methoden erhoben wurden, werden miteinander verglichen, ohne dass ein Goldstandard existiert.
5. Es gibt klar formulierte Anforderungen an valide Standards. Alles andere ist irreführende Werbung und gehört nicht in die klinische Diskussion.

erst recht nicht auf der Ebene der Messung mit BIA-ST-Geräten. Dieses Problem ist systemimmanent und tritt bekanntermaßen in den stärker von der Norm abweichenden Bereichen von Body Mass Index bzw. Hydratation zu Tage, wie in vielen Veröffentlichungen belegt wird. Ein Argument, das leider immer wiederkehrend auftaucht, um die Methode generell als nicht zuverlässig zu bezeichnen.

Die quantitative Auswertung der BIA-Rohdaten ist grundsätzlich fehlerbehaftet, wenn die für die Berechnungsformeln erforderlichen Normalbedingungen bei der zu messenden Person nicht vorliegen. Dafür gibt es Lösungen.

DER DURCHBRUCH IN DER BIA – EIN NEUER ANSATZ

In den frühen 90er Jahren gelang es, die systembedingten Limitierungen der „richtigen“ Interpretation der BIA-Rohdaten zu durchbrechen. Durch den neuen Ansatz war man unabhängig von mathematischen Algorithmen. Die Methode ist besonders dafür geeignet, alle Veränderungen des Hydratationsstatus phänotypisch zu beschreiben und war dadurch nicht mehr abhängig von einer festen Grundannahme.

Software II, Neuzeit: Spätestens seit A. Piccolis bahnbrechender Veröffentlichung „Method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: The RXc graph“ im Jahr 1994 [9] erfuhr die Bioimpedanz-Analyse einen gewaltigen Schub unter Verwendung der BIA-Rohwerte und der Anwendung eines statistischen Nomogramms. Damit war man unabhängig von mathematischen Algorithmen. Die Methode war besonders dafür geeignet, alle Veränderungen des Hydratationsstatus phänotypisch zu beschreiben und war nicht mehr abhängig von einer festen Grundannahme. (Abb. 2)

Bis heute hat diese Methode trotz ihrer Vorteile als eine Analyse auf anderer Ebene und ihrer Eignung für die individuelle Verlaufskontrolle, z. B. bei der Dialyse, noch nicht die Verbreitung gefunden, die ihr zustehen sollte. Die Zahl der Veröffentlichungen zur vektoriellen Betrachtung (BIVA) der BIA-Messwerte ist demgegenüber in den letzten Jahren sehr stark angestiegen.

Von einigen Herstellern wird eine Abwandlung des RXc-Graphen in Form des statistischen Z-Score verwendet (Z-Transformation). Der Z-Score ist unserer

Meinung nach unübersichtlicher und schwieriger zu interpretieren und zeigt in der Anwendung auf individueller Ebene keine Vorteile. Die Z-Score Grafik erschwert eher die Beurteilung, ob ein hoher Xc-Wert Folge der besseren Nutrition oder Folge einer Dehydratation ist. Diese Differenzierung ist leichter und genauer nur über den Xc/PA-Graph möglich. Erschwerend kommt hinzu, dass im Z-Score-Diagramm kein Phasenwinkel mehr enthalten ist. Es fehlt also für Anwender die wichtigste Schnellinformation bezüglich Hydratation und Nutrition.

Eine 3. Ebene der Körperanalyse mit BIA ist der Vergleich von zellulärer Hydratation zur extrazellulären Umgebung, ausgedrückt als Verhältnis von Xc/PA oder besser bekannt als BIAGRAM® nach A. Talluri. und G. Maggia (1995) (Abb. 3) [10].

Der Xc/PA-Graph vergleicht auf graphischer Ebene die zelluläre gegen die extrazelluläre Hydratation. Dieses Verfahren der individuellen, zellulären Analyse beruht ebenfalls auf der Verwendung von Rohdaten, benötigt also weder Körpergröße, Geschlecht, Alter noch das Körpergewicht. Die Methode ergänzt in entscheidender Weise die Körperanalyse mit BIA, weil Abweichungen von Hydratation und Nutrition auf grafischer Ebene analysiert und differenziert erkannt werden können.

Aus dem Xc/PA Graph lässt sich über eine rein graphische Ebene ableiten, ob zelluläre Veränderungen primär durch eine Störung der Hydratation hervorgerufen sind oder primär einer Nutritionstörung entsprechen.

Eine weitere Variante der Körperanalyse ist die BMI-bezogene Bioimpedanz-Vectoranalyse (BMI-BIVA) die ausschließlich von biasystems™ angeboten wird. Sie

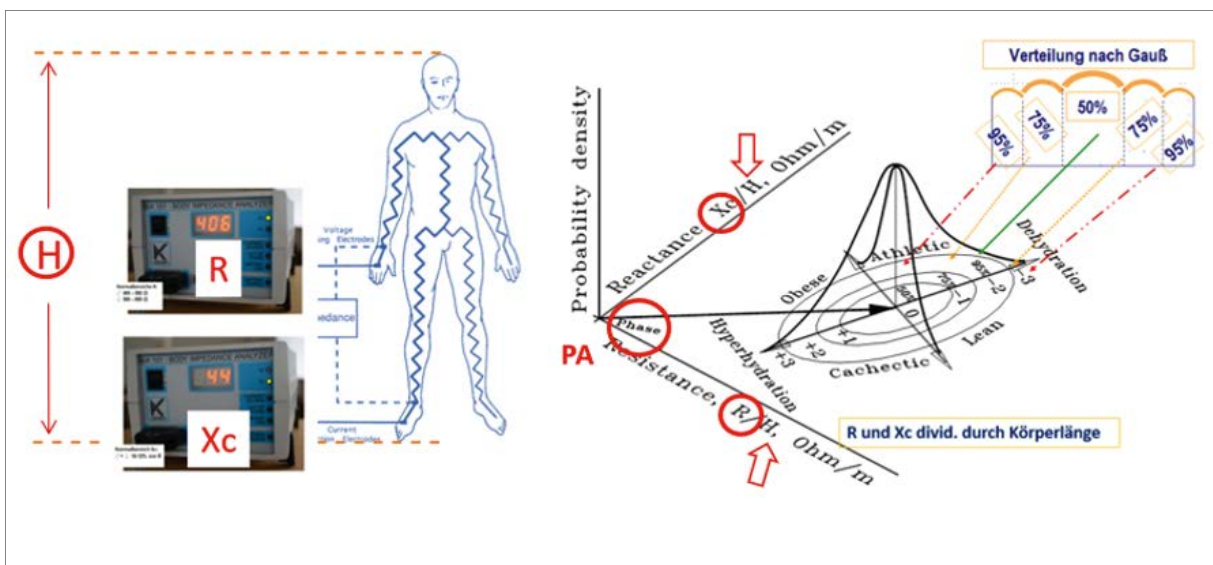


Abb. 2 Der RXc-Graph – Vergleich der erhobenen BIA-Rohdaten mit einer großen Normalpopulation (modif. nach Akern/RJL und Piccoli A. [6]).

basiert auf der Notwendigkeit, Körperanalyse nicht nur nach Größe, sondern auch nach Statur (Body Size) bzw. nach BMI zu unterscheiden.

SCHLUSSWORT

Die alleinige, eindimensionale Körperanalyse mit BIA über mathematische Modelle kann nicht alle Situationen körperlicher Veränderungen genau oder richtig abbilden oder vorhersagen. Das gelingt auch nicht mit „den besten“ Referenzmethoden.

Weil jedoch von der korrekten Beurteilung der Body-Composition akute, kurzfristige oder langfristige Therapieentscheidungen abhängen (wie beispielsweise in der Kardiologie, Nephrologie oder Onkologie), muss die individuelle Beurteilung maximal treffsicher sein. Dies gelingt nur mit einer Synopsis aus mehreren BIA-Verfahren, wie dargestellt.

Körperanalyse hat in der klinischen Anwendung die gleiche Bedeutung wie eine diagnostische Maßnahme und fordert von Anwendern dieselben verantwortlichen Konsequenzen. Geräte für die Bioimpedanzanalyse zur Anwendung in Klinik und Praxis unterliegen einer zunehmend hohen Wettbewerbssituation.

Literatur

[1] Kushner RF, Schoeller DA, Fjeld CR, Danford L. Is the impedance index (ht^2/R) significant in predicting total body water? *Am J Clin Nutr.* 1992 Nov;56(5):835-9. doi: 10.1093/ajcn/56.5.835. PMID: 1415001.

[2] Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, Heitmann BL, Kent-Smith L, Melchior JC, Pirlich M, Scharfetter H, Schols AM, Pichard C; Composition of the ESPEN Working Group. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clin Nutr.* 2004 Oct;23(5):1226-43. doi: 10.1016/j.clnu.2004.06.004. PMID: 15380917.

[3] Henry C. Lukaski: Comparison of Proximal and Distal Placements of Electrodes to Assess Human, Body Composition by Bioelectrical Impedance. *Human Body Composition*, Edited by K.J. Ellis and J.D. Eastman, Plenum Press, New York, 1993; sowie RJL, 1982

[4] Bosy-Westphal A, Later W, Hitze B, Sato T, Kossel E, Glüer C, -C, Heller M, Müller M, J: Accuracy of Bioelectrical Impedance Consumer Devices for Measurement of Body Composition in Comparison to Whole Body Magnetic Resonance Imaging and Dual X-Ray Absorptiometry. *Obes Facts* 2008;1:319-324. doi: 10.1159/000176061

[5] Park JH, Jo YI, Lee JH. Clinical usefulness of bioimpedance analysis for assessing volume status in patients receiving maintenance dialysis. *Korean J Intern Med.* 2018;33(4):660-669. doi:10.3904/kjim.2018.197

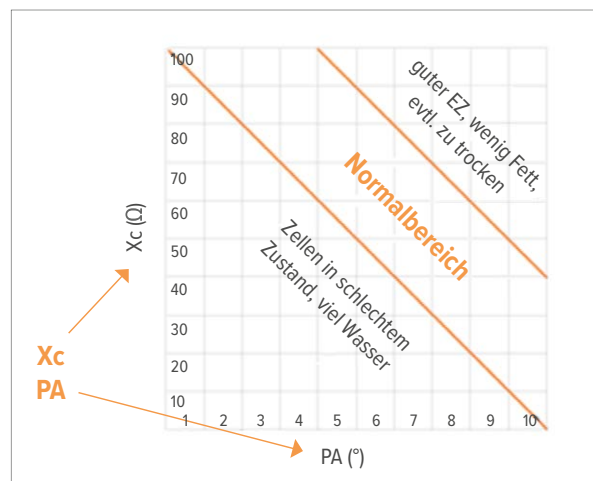


Abb. 3 Xc/PA-Graph – Intra-individueller Vergleich von zellulärer Hydratation zur extrazellulären Umgebung (modif. nach Talluri A. und Maggia G. [10])

[6] Bauer, Jürgen M et al. "Effects of a vitamin D and leucine-enriched whey protein nutritional supplement on measures of sarcopenia in older adults, the PROVIDE study: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial." *Journal of the American Medical Directors Association* vol. 16,9 (2015): 740-7 doi: 10.1016/j.jamda. 2015. 05. 021

[7] Kyle et al. 2004a; 2004b "BIA is an important clinical tool for evaluating the metabolic status of ICU patients. It is inexpensive and noninvasive, and it provides useful information concerning altered body composition and membrane potential at the tissue level measured by phase angle, as well as fluid imbalance". *Clin Nutr* 2004 Dec;23(6):1430-53. doi: 10.1016/j.clnu.2004.09.012.

[8] Chabin X, Taghli-Lamalle O, Mulliez, A et al. Bioimpedance analysis is safe in patients with implanted cardiac electronic devices. *Clin Nutr* 2018 Mar 2. pii: S0261-5614(18)30108-0. doi: 10.1016/j.clnu.2018.02.029.

[9] Piccoli A, Rossi B, Pillon L, Bucciantone G A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: The RXc graph. *Kidney International*, Vol 46 (1994), pp. 534–539

[10] Talluri A, Maggia G *The Intern Jour of Artif. Organs* 1995- Vol 18 n. 11 pp 687/692

BIA SYSTEME IM VERGLEICH – ein Fakten-Check

Dr. med. Manfred Claussen

VON DER BIA ZUR BIVA – EIN HISTORISCHER ÜBERBLICK

In den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts suchten die ersten Forschungsgruppen in den USA (Nyboer, Lukaski, Kushner, Meguid und andere) nach der Bestimmbarkeit von Körpermassen sowie von Flüssigkeitsverteilungen im menschlichen Organismus. Sie nutzten Erkenntnisse des französischen Arztes Thomasset, der bereits in den 60er Jahren einen Zusammenhang zwischen Wechselstromwiderstand und Körperflüssigkeiten feststellte. In vielen Studien konnten sie Referenz- bzw. Normwerte für die gesunde Population herausarbeiten. Alle Berechnungen der einzelnen Körperkompartimente erfolgten (und erfolgen immer noch) über Volumenberechnungen unter Einbeziehung von anthropometrischen Daten. Im weiteren Verlauf wurde versucht, mit Hilfe von „immer besseren“ Formeln eine präzisere Aussage über die Körperzusammensetzung treffen zu können. Die Einbeziehung des Phasenwinkels PA durch H. Lukaski erwies sich als ein weiterer Meilenstein auf diesem Weg. Zunehmend wurde deutlich, dass die Volumenbestimmung und selbst die Kenntnis der Volumina nicht zur Erkennung von Mangelzuständen (Ernährungs- und Hydratation) ausreicht. Anfang der 90er Jahre brachte die oben beschriebene Kritik für die Zuverlässigkeit der Methode bei von der Norm abweichenden Probanden eine neue Interpretationsweise hervor: die reine Betrachtung der BIA-Rohdaten.

