

A BIA-KOMPENDIUM



- Biofizikai alapok -
- Test összetétel -
- Táplálkozási állapot -
- Klinikai alkalmazás -
- Eset bemutatások -

A rövidítések listája

A - egy henger átmérője

BCM - Body Cell Mass – test sejt tömeg, az a legfontosabb összetevő, mely tartalmazza az összes anyagcsere aktív sejtkészletet, tehát főleg az izom és a belső szervek

BF - Body Fat, test zsír

BIA Bioelektronikus Impedancia Elemzés

BMI Body Mass Index – Testtömeg index

ECM Extra Cellular Mass - Extracellularis tömeg

ECW Extra Cellular Water - Extracellularis víz

FFM Fat-Free Mass – Zsír mentes tömeg

Ht Hight – magasság

ICW Intra Cellular Water - sejten belüli víz

KHz Kilo Herz

L hossz (cm v. m)

LBM Lean Body Mass – sovány tömeg

R Resistance – víz ellenállása Ohm-ban

SEE Standard Error of the Estimate – számítás általános hibája

TBW Total Body Water – teljes test víztömeg

V térfogat köbcentiméterben

Xc Reactance – sejt ellenállás Ohmban

Z Impedancia – teljes ellenállás Ohm-ban

Autoren: Dr. med. Ralf-Peter Dörhöfer (Kap. A - I)
PD Dr. med. Matthias Pirlich
(Kap. Klinische Anwendungsgebiete J - K)

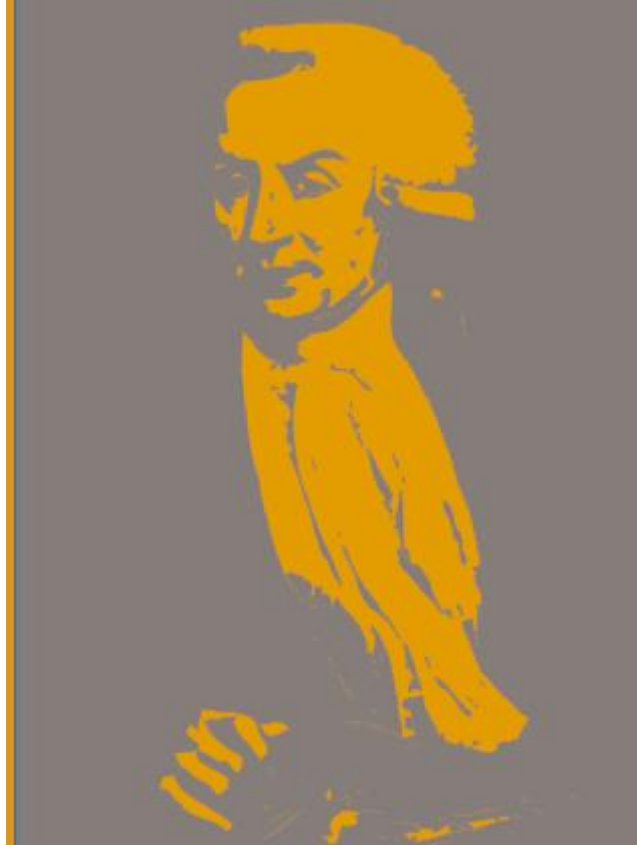
Copyright: 2005 Data-Input GmbH

Layout: Claudia Lehmann
www.claudia-lehmann.com

Druck: Digitaldruck Darmstadt GmbH & Co. KG
Titel: Das B.I.A.-Kompendium 3. Ausgabe 04/2007

TARTALOM

A	Bevezetés	5
B	Testösszetétel és vizsgálati módszerek	
	A testösszetevők vizsgálatához	6
	1. Egy összetevő mérése	6
	2. Két összetevő mérése	6
	3. Három összetevő mérése	7
	4. További összetevő mérése	8
C	B.I.A. fizikai alapjai	9
D	A mérési paraméterek az impedancia analízisben	9
	1. Impedancia	9
	2. Fázisszög	10
	3. Multifrekvenciás mérés	12
E	Az Impedancia analízis eredmény paraméterei	12
	1. Rezisztencia	12
	2. Reaktancia	13
F	Az Impedancia analízis számolt értékei	13
	1. Total BodyWater TBW – teljes test víztömeg	13
	2. Lean Body Mass LBM – sovány tömeg	14
	3. Body Cell Mass BCM – test sejt tömeg	15
	4. Extra Cellular Mass ECM - Extracellularis tömeg	16
	5. ECM/BCM-index	17
	6. Body Fat BF – Test Zsír	18
	7. Sejt arány	18
G	Esetek	19
H	A BIA- vektorrajz	28
I	Premium – software a testanalízishez és tápláltsági állapot analízishez	35
	1. Egyéni összehasonlítási értékek	35
	2. Gyerekek és fiatalok kiértékelése	40
	3. Z-érték-vektorrajz	46
	4. Súlytól független BIA-értékelés	47
	5. A zsírmeghatározás optimalizálása	48
J	Mérési Technikák	49
	1. A mérés kivitelezése	49
	2. Hibaforrások és hibák	53
K	Az Impedancia analízis klinikai alkalmazásai	55
	1. Gasztroenterológia	56
	2. HIV fertőzés	57
	3. Endokrinológia	58
	4. Adipositas	58
	5. Gyermekgyógyászat	59
	6. Nephrológia	60
	7. Onkológia	61
L	Szakirodalom	62



Luigi Aloisius Galvani 1737-1798

A. Bevezetés - A Bioelektromos Impedancia Analízis Fejlődése

A Bioelektromos Impedancia Analízis története már 1786-ban elkezdődött, amikor az olasz fizikus Galvani az elektromos áram hatását vizsgálta békákon. Konkrét formát a kísérletek a múlt század 60-as éveiben öltöttek a kísérletek. A francia orvos Thomasset meg volt győződve arról, hogy az folyadék elektromos ellenállása tükrözi az emberi szervezetet. Ő és kollégái fejlesztették ki 1962-ben az első Impedancia analizálót, mellyel biológiai szöveteken lehetett vizsgálatokat végezni.

A ma használt Impedancia analízis alapkövét 1970-ben az amerikai Froscher Nyboer fektette le. Neki sikerült bebizonyítania a gyakorlatban, hogy az impedancia értékek és a testösszetevők között van összefüggés.

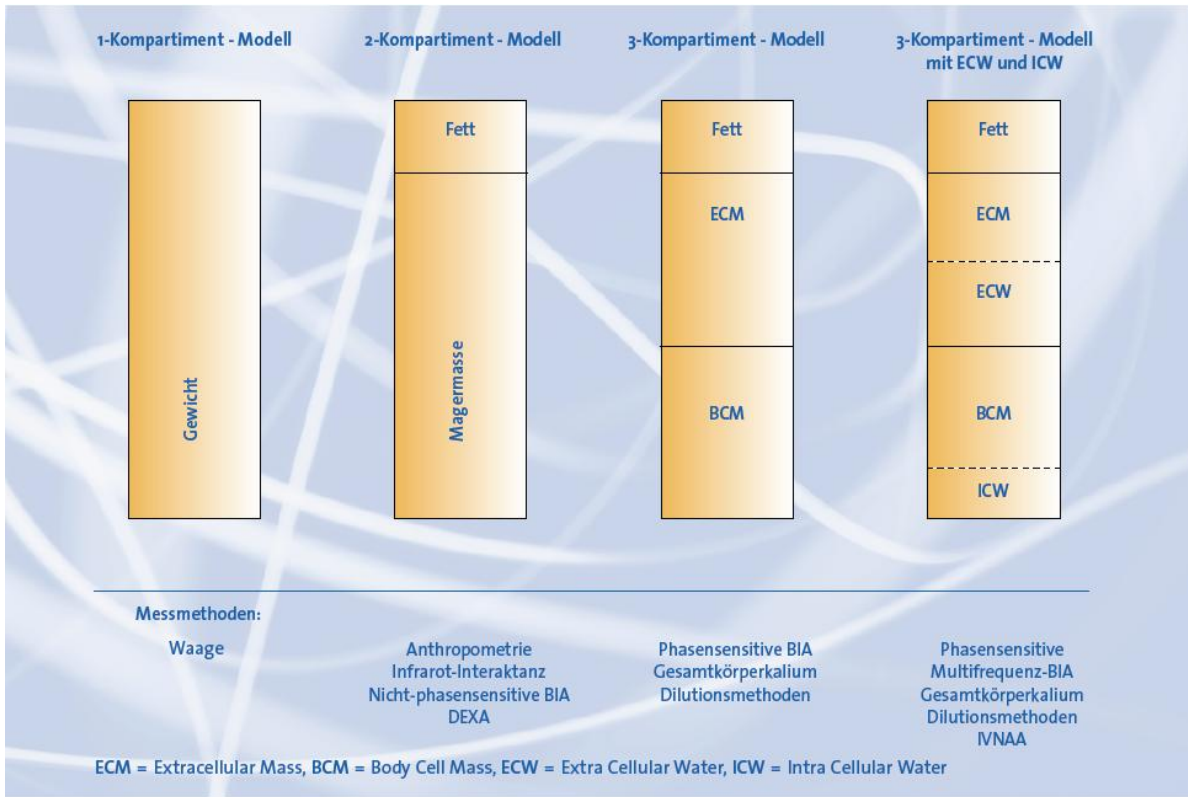
A végső formáját a Bioelektromos Impedancia Analízis a 80-as években nyerte el. Az évek során több hasonló diagnosztikai forma jelent meg és ma már nemzetközileg elismert eljárásnak felel meg a különböző táplálkozástudományokban és antropológiában.

Egyszerű, megbízható és gazdaságos eljárása korunknak. A használóknak megadja a lehetőséget, hogy megfelelően differenciált diagnózist állítsanak fel és ebből adódóan célzott, hosszú távú terápia alapjait meghatározzák. A széles körben alkalmazható készülék és

Software speciális területeken biztosít pontosságot és biztonságot. A múltban és a jövőben is a fejlődés megy tovább...

B. Testösszetevők és vizsgálati módszerek a testösszetevők vizsgálatához

A testösszetevők különböző fizikai és kémiai vizsgálati módszerekkel határozhatók meg. A vizsgálati módszerek alapjai és a vizsgált értékelések az alábbi táblázatban vannak feltüntetve.



Sematikus megjelenítése az összetevő modellnek

1. Egy összetevő vizsgálat

Az egy összetevő vizsgálatnál a „legdurvább” összetevő megfelel a test tömeg mérésének. Egy pontosan meghatározható, nagyon fontos értéket kapunk, de nem árulkodik a testtömeg változás okáról (víz/zsír változások).

2. Kettő összetevő mérése

Ekkor a megkülönböztetjük a zsírt és a zsír mentes tömeget. Ez a beosztás történelmileg a víz alatti mérésre vezethető vissza (densitometria). A tiszta zsír (Total Body Fat – TBF) sűrűsége $0,9 \text{ g/cm}^3$ a zsírmentes tömeg esetén (Fat Free Mass - FFM) a sűrűség 1.1 g/cm^3 . A densitometria főleg kutatási célokra alkalmas a technikai korlátok miatt. Hasonló két összetevő mérésére alkalmas eljárás az antropometria, az infravörös interakció és a nem fázis-érzékeny BIA mérés.



Abb. B2 Densitometer der Universität Ulm

a. antropometria: a test bizonyos pontjain megméri a bőrredőket (legtöbbször biceps és triceps valamint sibscapularis és uprailiacalis). A bőrredő vastagságából kikövetkeztethető a testzsírtartalma.



b. Infravörös-interakció: ez a módszer veszélytelen infravörös fényt használ, amit egy a bicepszre helyezett közeli-infravörös szonda bocsát ki százalékosan kiszámított teljes testzsírtömeg számításakor.

c. Nem fázis-érzékeny BIA-mérés: a test teljes ellenállását megmérjük meg (impedancia Z). A test víztömegének megmérésevel megkapható a testzsírtömeg és a száraz tömeg mennyisége. Ilyenkor a fázisszög meghatározása és ezáltal az impedancia a víz- illetve a sejtenállás különválasztása nem történik meg, ezáltal a nem fázisérzékeny BIA méréssel nem kapunk információt a teljes testtömegről (BCM) vagy a sejten kívüli tömegről (ECM). A densitometria zsírintes tömegével (FFM) szemben ez utóbbi három módszerben a mért összetevőket, mint a testzsír (Body Fat – BF) és a sovány tömeg (Lean Body Mass - LBM) írja le. A különbség abban rejlik, hogy a densitometria tiszta trigliceridet mér, míg a testzsír 15-18% vizet és kb. 2% proteint tartalmaz.



B3 ábra Infravörös interakciós mérés

3. Három összetevő mérés

A három összetevő méréses modell azáltal áll fel, hogy szétválasztjuk a sovány tömegen belül a testsejt tömeget (BCM) és a sejten kívüli tömeget (ECM).

A BCM adja azt az összeget ami megmutatja az anyagcsere aktív sejteket, tehát az izomzat, belső szervek és KIR (központi idegrendszer). Az extracelluláris tömeghez (ECM) tartozik az intersticiális és transcelluláris terek, mint a csontok és kötőszövetek. Jelentős eltolódások lehetnek a BCM és az ECM között anélkül, hogy a testtömeg vagy a soványtömeg nagysága változna. A meghatározások a három összetevő mérés során a következő alapvető elmélet szerint lehetséges:

a. Fázisérzékeny BIA mérés

A fázisaktív mérés lehetővé teszi az impedancia (Z) differenciálását a rezisztencia (R - vízellenállás) és a reaktancia (X_c – sejtenállás) és ezáltal a testsejt-tömeg és az extracelluláris tömeg megkülönböztetését.



b. Fázisérzékeny multifrekvenciális mérés

B5 ábra fázisérzékeny multifrekvenciális mérőműszer

Egy további lépés a pontosabb diagnózis felállításához a testösszetétel és táplálkozási állapotról a multifrekvenciás fázisaktív mérés. Ekkor egy további ellenállás meghatározás alacsonyabb frekvencián (1 vagy 5 kHz) szétválasztható a teljes test vízmennyiség (TWB) intracelluláris és extracelluláris vízmennyiség.

4. További vizsgálati módszerek a testösszetevők mérésére

a. Teljes test kálium

A zsír kálium mentes és a csontok is csak nyomokban tartalmaz. Ezt leszámítva praktikusán a test össz káliumtartalma (98%) a BCM-ben található. A természetes, radioaktív izotóp K40 mindenhol 0,012%-ban megtalálható, ahol Kálium előfordul. A radioaktív K40 izotóp mérésével következtetni lehet a teljes test Kálium tartalomra. A K40 mérése egy teljes test sejt mennyiséggel történik.



6 ábra kálium kamra a texasi egyetemen

b. DEXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry)

A DEXA mérés egy speciális röntgengéppel történik nagyon alacsony sugárdózissal.

Két különböző energiatarományú foton nyalábot használnak, ebből ered a neve. DEXA-val a csontsűrűség, zsírtömeg és zsírmentes tömeg meghatározható.

c. Dilutions eljárás

Hígítási eljárásokat általában a test folyadéktartalmának meghatározására használatos TBW. Mint nem radioaktív nyomjelző nehézvizet használnak orálisan vagy parenterálisan. Kb. 2 óra elteltével a nyomjelző eloszlásvizsgálattal vagy tömeg-spektrométerrel vizeletből és vérből kimutatható és ezzel következtetni lehet a teljes test víz összetételre. Az extracellularis folyadék mennyisége bromiddal vagy sulfáttal deríthető ki.

d. IV NAA (In Vivo Neutron Aktiváló Analízis)

Minden bizonnyal a legdrágább a testösszetevő mérés módszerei között, de ugyanakkor a legjobban differenciált értékeket szolgáltatja. Egy a testre irányított neutron nyaláb karakterikus spektrumú gammasugár emisiót indukál. Így egyes alkotók, mint teljes Kálium vagy Kalcium határozhatóak meg. Ezen elemek mennyiségéből meghatározhatóak a testalkotók.

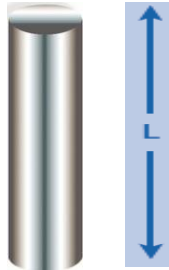
További eljárásokat, melyeket a testösszetétel meghatározásra használnak itt csak megemlítünk.

- nukleáris rezonancia vizsgálat
- computer tomográfia (CT)
- Magnetorezonancia tomográfia (MRT)
- Photonabszorpció mérés

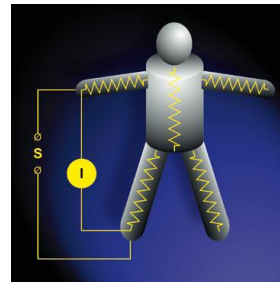
C. A BIA fizikai alapjai

Az elektromos ellenállás (Z – impedancia) egy hengernek függ a hosszától L illetve az átmérőjétől az egyenlet szerint $Z=L/A$

L



$Z = \rho L / A$
 amiben a
 Z = Impedancia
 L = a vezető hossza (cm)
 A = az átmérő (cm²)
 ρ = Rho, specifikus ellenállás



C1 ábra egy henger ellenállása

C2 ábra az emberi

test elektromos sémája

A térfogata a hengernek kiszámítható a hossz és az átmérő szorzatából.

$$V = A \times L$$

A $Z=L/A$ egyenlet átalítható $A=L/Z$ formára és beilleszthető a fenti egyenletbe amikor is az A kiesik és a következő egyenletet kapjuk $V = L^2 / Z$

A henger tartalmára következtethetünk a henger hosszából és az elektromos ellenállás nagyságából.

Méréstechnikailag az emberi test 5 hengerből áll (karok, test, lábak), melyek elektromosan sorban helyezkednek el.

Az emberre átültetve az egyenlet így néz ki:

$$\frac{\text{Testhossz}^2}{\text{Víz tartalom}} = \text{Impedancia}$$

$$\frac{\text{Magasság}^2}{\text{Teljes test víz tömeg}} = \frac{\text{Magasság}^2}{\text{impedancia}}, \quad \text{pontosabban: teljes test víztömeg} = \frac{\text{Ht}^2}{\text{ellenállás}}$$

Az egyenlet TBW = R a számítási alapja az impedancia analízisnek.

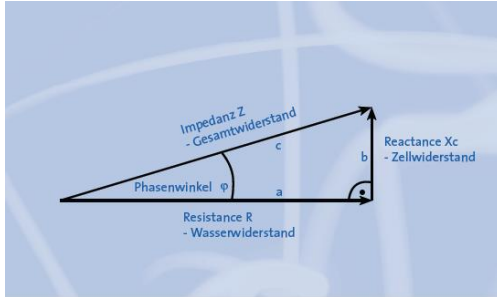
D. A B.I.A. mérési paramétere

1. Impedancia

Eddig csak az impedancia fogalmát (Z) használtuk. Az impedancia, mint ellenállás meghatározható, mint egy biológiai vezető ellenállása váltóárammal szemben. Az impedancia ekkor is 2 részből áll össze.

1. Resistencia (R) = ellenállás, tiszta Ohmikus ellenállása az elektrolitokat tartalmazó teljes test víztömegnek.
2. Reaktancia (Xc) = kapacitív ellenállás, ami a testsejtek kondenzátor funkció alapján alakul ki.

A különbség és a meghatározás e kettőnek a fázisszög meghatározásával lehetséges.



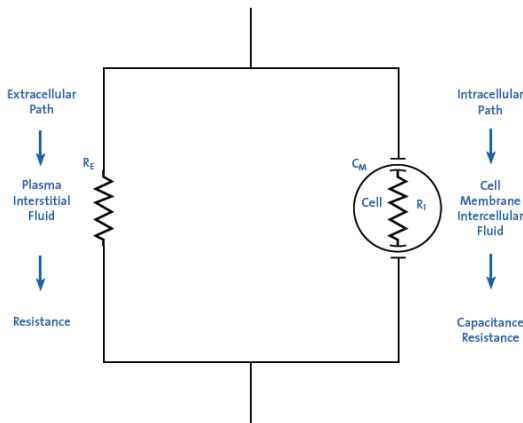
D1 ábra: Az R és Xc meghatározása az impedancia és a fázisszög alkalmazásával.

A számítás alapja: $a^2 + b^2 = c^2$

Azaz $R^2 + Xc^2 = Z^2$

Vagy $Z = \sqrt{R^2 + Xc^2}$

A B.I.A. fejlődésének egy újabb mérföldköve volt az úgynevezett fázisérzékeny mérést kifejlesztették, így meg lehetett határozni a test víztartalmát és a sejttömeget (BCM) az emberi testben.



R_E = Extracellularis ellenállás az interstíciális térben

C_M = A sejt kapacitív befolyása

R_I = Intarcellularis ellenállás

Lukaski és társai (1996)

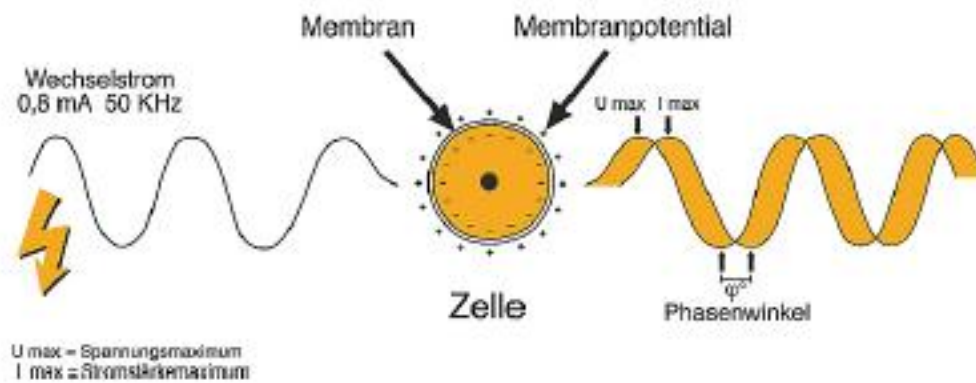
Ábra: D₂ Az áram folyása egy sejtben belül és keresztül

2. Fázisszög

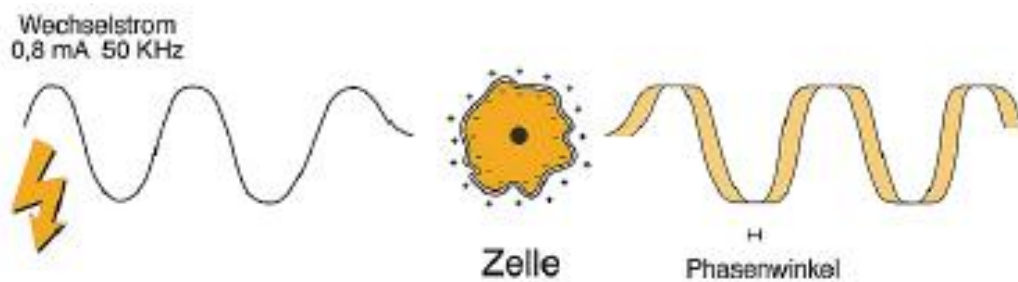
A modern BIA készülékek fázisérzékeny elektronikájuk révén a reaktancia és a rezisztencia megkülönböztethető. A mérési elv azon alapul, kondenzátorok segítségével a váltóáramban egy időeltolódás alakul ki, az áram maximum megelőzi a feszültségmaximumot. A test minden anyagcsere aktív sejtjének van egy sejtmembránja, ami mint kondenzátor működik. Ez a membrán úgy engedi a sejteket működni, mintha egy golyókondenzátor lenne. A váltóáram sinushullám alakú, ezt az eltolódást fokban mérjük és mint fázisszögnek (phi) vagy (alfa) nevezzük. Képileg megfogalmazva a paralel elhelyezkedő sejtek stabil membránpotenciállal magas fázisszöggel rendelkeznek, míg a sérült úgynevezett „fonnyadt” sejtek egy ennek megfelelő alacsony fázisszöget mutatnak. A fázisszög 50 KHz-nél a legnagyobb és a legbeszédesebb. Egy tiszta sejtmembránnak 90° (fok) a fázisszöge, tiszta fiziológias sóoldat fázisszöge 0°. A fázisszög arányos a BCM-mel azaz a teljes felszín és a benne található membránok elektromos potenciáljával. A BCM sejtjeivel ellentétben a zsírszövetek tisztán raktározós sejtek, melyeknek alig van anyagcseréjük, alacsony membránpotenciállal rendelkeznek és a fázisszög méréskor nem kerülnek mérésre.

A fázisszög egy direkt érték illetve „nyers érték”, mely probléma és más hibaforrástól kevésbé függ. Egy általános érték a sejtsűrűség, a sejtmembrán állapot meghatározásához és megmutatja, hogy milyen állapotban van a sejt és az egész szervezet.

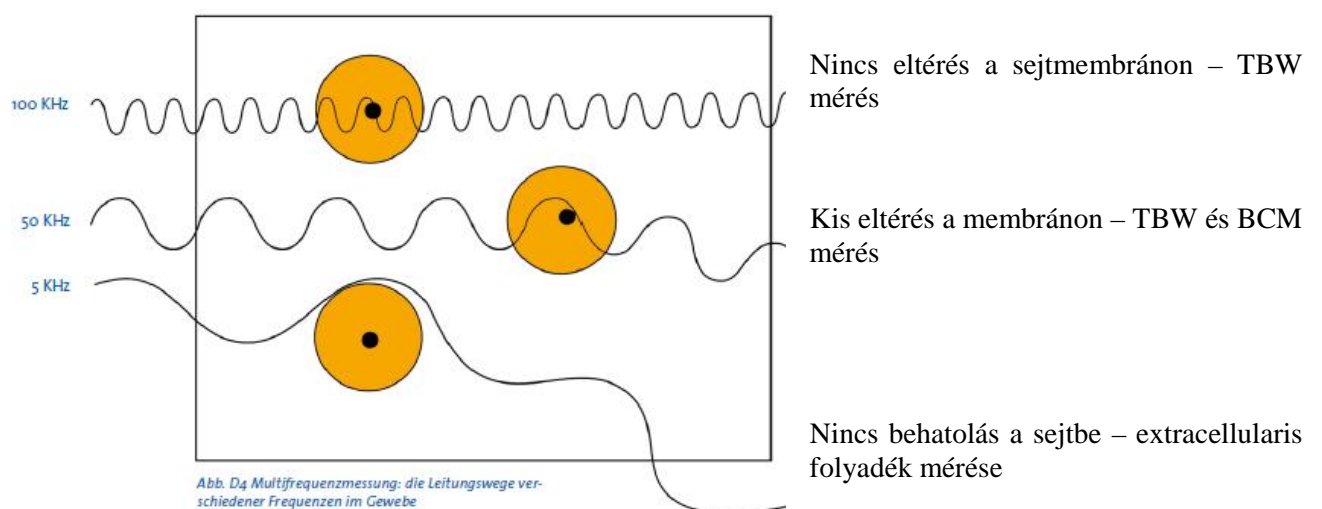
Intakt sejt jó membránállapottal vagy magas sejtsűrűséggel – nagy fázisszög



Sérült sejt vagy alacsony sejtsűrűség – alacsony fázisszög



Ábra D3 – a fázisszög kialakulása váltóáramnál

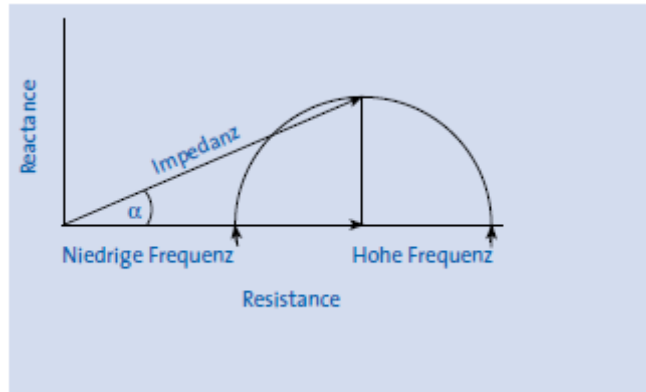


3. Multifrekvenciális mérések

Egy biológiai vezető szervezet ellenállása függ az alkalmazott frekvenciától is. Alacsony frekvenciák 1 – 5 KHz nem tudnak áthatolni át a sejtmembránon ezért csak az extracelluláris térben terjednek és semmilyen reactanciát nem képeznek. Ezért ezen a frekvencián szelektíven az extracelluláris folyadék (ECW) meghatározható. A frekvencia növekedésével nő a fázisszög és ezzel együtt a kapacitív ellenállás (reaktancia); a maximum kb. 50 KHz-nél van. Az egyre növekvő frekvenciával a reaktancia ismételen csökkenni kezd. Ezt a frekvencia és az ellenállás közötti összefüggést Cole 1968-ban írta le. A grafikai ábrázolása, mint Cole-Plot ismert és a reaktanciát és rezisztenciát jeleníti meg különböző frekvenciáknál. Az extracelluláris tömeg (ECM), a testsejttömeg (BCM) ingadozásai multifrekvenciális mérésekkel differenciáltan meghatározhatóak a sejtvesztés és a folyadékingadozás szempontjából.

Előnyös azon pácienseknél, akiknél a sovány tömeg hidratációjának jelentősége van (pl.: súlyos vesebetegségek, szívelégtelenség, különböző ödémákkal járó kórképek) és olyan betegségekben, ahol a vízháztartásnak különös jelentősége van (dialízis, parenterális táplálás).

Ábra D5 Cole-Plot: az Impedancia vektorai

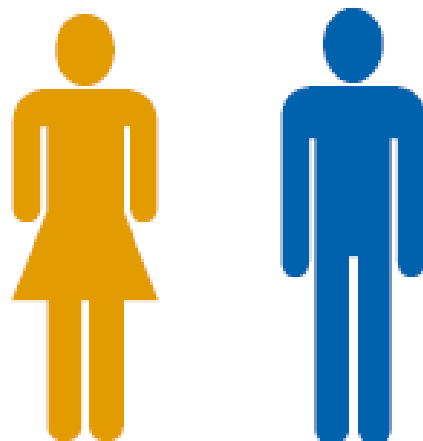


E. A B.I.A. eredményparaméterei

1. Rezisztencia

A rezisztencia egy tisztán ohmikus ellenállása egy vezetőkön váltakozó áramnál és ezért fordítottan arányos a teljes testfolyadékkal. A magas víz és elektrolit tartalom a sovány tömeg szempontjából egy jó vezető az áram számára, míg a zsírtömegnek nagy ellenállással rendelkezik.

Az ellenállás egy jó mértékegység a testfolyadék kiszámításához egészséges szervezet és normál testtömegű személyeknél. Ez 95%-ban a végtagokon alakul ki és a víztömegben létrejövő változásoknak megfelelően változik. Ezzel magyarázható az ellenállás esetenként fellépő kiugró potenciál ingadozásai, mivel a vérrellátás és ezáltal a végtagok folyadékmennyisége jelentősen befolyásolt a külső környezettől (környezet hőmérséklete, légnyomás), és belső feltételektől (testmozgás, betegségek előfordulása stb.). Ha az ellenállás mérés nagyon eltér a normál értéktől, mint ami a végtagok alacsony folyadéktartamánál előfordul (hideg, magas nyomás), akkor a számítás alapján a víztartalom és a sovány tömeg nagyon alacsony lesz, míg a zsírtartalom nagyon magas értéket mutat. Felerősödött végtagkeringésnél vagy –nyomásnál az ellenállás értéke lefelé mozdul és a testvíztömege illetve a sovány tömeg túl magas lesz, míg a zsírtömeg túl alacsony értéket mutat. Több mérés és kontrolmérés javítja egy személy testösszetevőinek megítélését a B.I.A.-val. Tisztában kell lennünk azzal, hogy egy dinamikus változó rendszerben, mint amilyen az emberi szervezet a vízháztartás folyamatosan változik óránként és napszakonként és a B.I.A. mérés egy aktuális pillanatnyi állapotot tükröz ezen szervezetről.



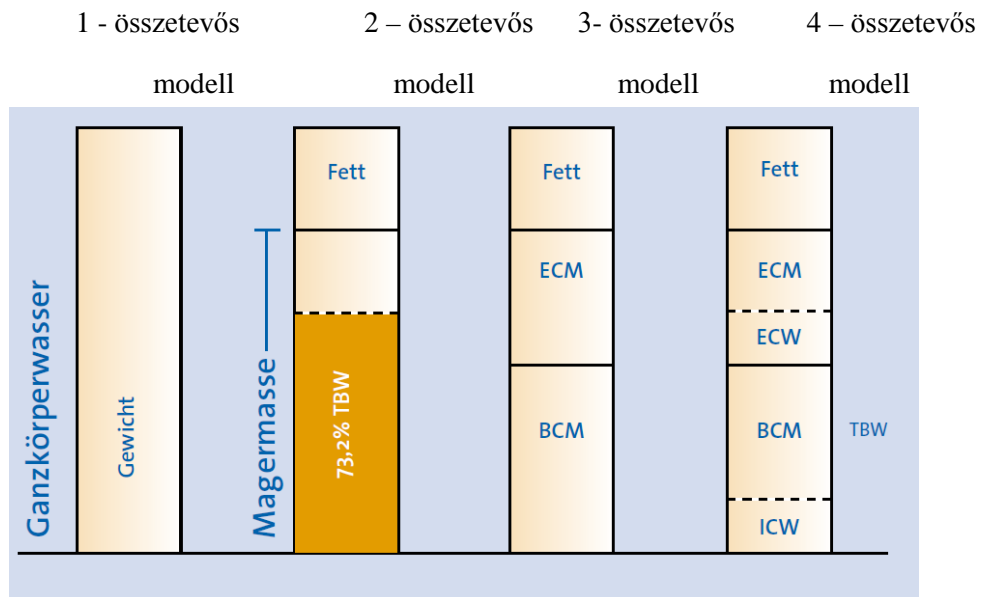
2. Reaktancia

Reaktancia X_c egy kondenzátorban váltóáram hatására létrejövő ellenállás. Minden sejtmembrán a protei-lipid rétege által minikondenzátorként működik. Reaktanci ezáltal egy érték a testsejttömeg meghatározására.

Normál érték:

Az ellenállás érték 10-12%-a, lsd. Normál kollektív táblázat S.33.

F. A B.I.A. számított nagysága



1. Teljes Test Víz tömeg (TBW)

Impedancia méréskor a szövetekben található fiziológiás sóoldat pontosan mérhető. A szájon át elfogyasztott víz, ami nem esett át reszorbción, nem kerül mérésre, míg iv. beadott oldatok azonnal mérhetőek. A hasúri folyadék nem kerül mérésre, mivel a soványtömeget képező szöveteken kívül van.

Normál érték nők: 50-60%

Normál érték férfiak: 55-65%

Nagyon izmos: 70-80%

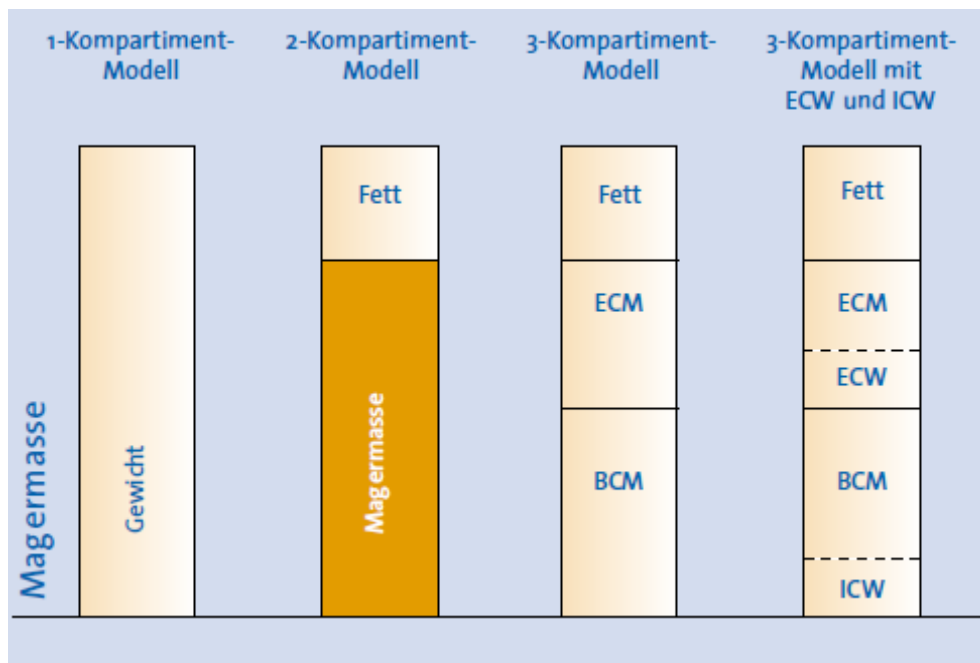
Adipóz: 45-50%

A TBW megoszlása:

Extracellulárisan: 43%-a a TBW-nek (limfodémában, interstíciálisan, transcellulárisan, plazmában)

Intracellulárisan: 57%-a a TBW-nek található meg.

Egy organizmus víztartalma elsősorban a test sejttömegéről tájékoztat és ezzel együtt priméren az izommennyiségről. A raktározott víz felismeréséhez további paraméterekre van szükség: emelkedett ECM/BCM-index és egy csökkent százalékos sejtarány raktározott víz mennyiségre utal.



2. Sovány Tömeg (Lean Body Mass – LBM)

A sovány tömeg a test zsírintes tömegének nagyságát mutatja meg. Tulajdonképpen a sovány tömeg az izomból, a szervekből, csontvázrendszerből és központi idegrendszerből áll.

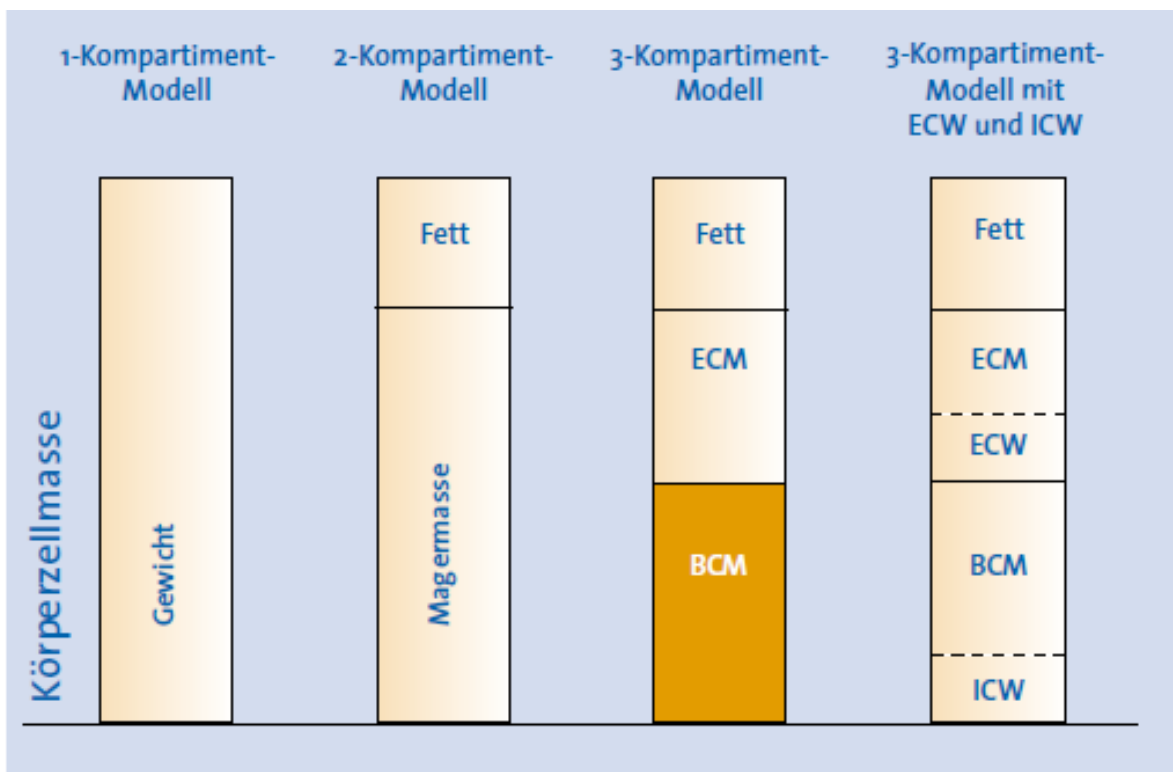
A morfológiailga nagyon eltérő szervek funkcionálisan hasonlóan vannak felépítve és olyan sejtekből állnak, melyekben az anyagcsere folyamatok és szintézisek zajlanak le, úgy mint extracelluláris folyadék és mátrixösszetevői, aminek segítségével substrat transzport valamint anyagcsere jön létre.

Pace és Rathburn nyomán (1945) a sovány tömegnek a víztartalma 73%

$$LBM = \frac{TBW}{0,73}$$

Ez a számítás a sovány tömeg egy konstans hidratációs értékből indulunk ki, ami egy egészséges, homogén populáció esetében igaz. A víztartalom azonban ingadozhat, így például 85%-ot is mérhetünk anasarka előfordulásakor is és 67%-ot exicosis esetében (Shitzgal 1981). Gyermeknek is emelkedett a százalékos víztartalmuk. A sovány tömeg patológiás hidratációs foka egy hibás mérést eredményezhet a száraztömeg, a testsejttömeg és extracelluláris tömeg értékelésekor. Ez nehezíti a B.I.A. mérés értékelését pl.: ödémás vagy intenzív osztályon fekvő betegek esetében. Ezekben az esetekben folyamatosan figyelemmel kell kísérni az eredeti rezisztencia, reaktancia és fázisszög értékeket.

A sovány tömeg két összetevője a sejttömeg (BCM – a szervezet motorja) és extracelluláris tömeg (ECM – Kötő és támasztó szövetek és szállítás).



3. Test sejtömeg (Body Cell Mass)

A testsejtömeg az összes az anyagcserében résztvevő sejtet foglalja magába. Nem anatómiai hanem funkcionálisan meghatározott alkotórész és elsősorban az izomzat sejtjei és a belső szervek sejtjei alkotják. Minden emberi szerv a BCM egy részét tartalmazza. A kötőszövet kevesebb fibrocitával csak csekély részét alkotja a BCM-nek, míg a izomszövet a legnagyobb részét adja.

A csekély alpanyagcsere miatt a zsírsejtek nem számolható a BCM-hez hanem egy különálló alkotóegységet képviselnek.

A BCM a következő szövet típusokat foglalja magába: vázizom rendszer, szívizom, a belső szervek simaizomzata, a vér, a mirigyek és az idegrendszer. A BCM a mérvadó egy páciens tápláltságának megítélésekor, mivel a szervezet számos anyagcsere folyamata BCM sejteken belül zajlik. A BCM az energiatárolás szempontjából is a legnagyobb és meghatározó a szervezet kalóriaigényének szempontjából. Az anyagcsere mellett magába foglalja BCM ún. munkateljesítményét az alpanyagcsere a sejtek megőrzéséhez és a szintézisfeladatokat az ECM-hez, mint pl. kötőszövetrostok képzéshez, a csont- és porcalkotókhoz, transzport proteinek, és enzimek előállítását.

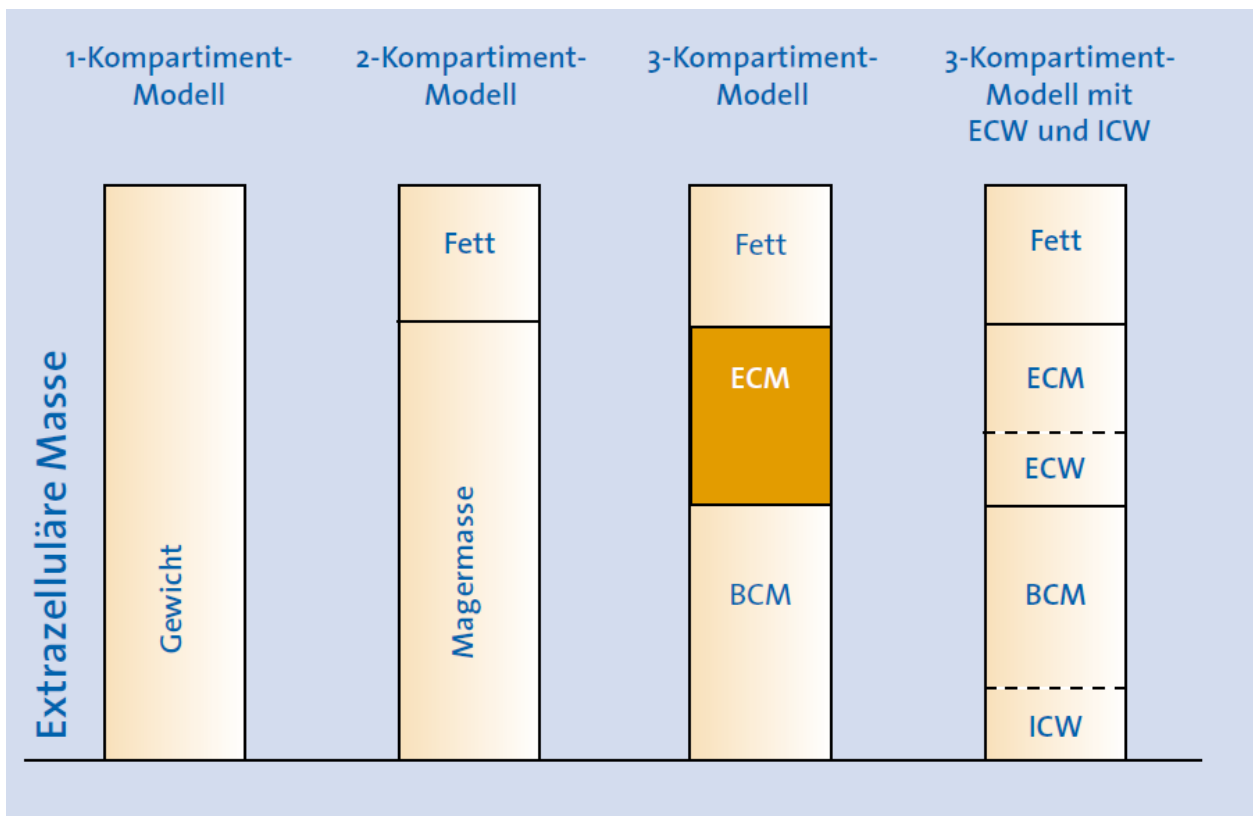
A szervezet testsejt tömege egy része a sovány tömegnek. Egy meglévő BCM kialakulásánál szerepet játszanak a genetikai faktorok (Konstitutionstyp), az életkor és az edzettségi szint. Fialok egy fokozottabban igénybevett testi aktivitással (teljesítménysport) edzik az izomzatukat a szervezet érése során. Ilyen személyeknél gyakran található az életfázisukhoz viszonyítottan magasabb testsejtömeg a sovány tömeghez viszonyítva (az izomsejtek pertisztáló hipertrófiája). A sportolóknál a BCM akár a 60%-ot is elérheti. A testsejt tömeg az életkortól is függ. Gyermekeknél és fiataloknál a szervezet sejtömege még nem alakult ki teljesen. A sovány tömegből a sejtömeg rendszerint alacsonyabb, mint 50%. Először a magasság növekedésének befejeztével differenciálódnak végleg az izomsejteké. Normális tápláltságú személyeknél a BCM több, mint 50%. Idősebb korban csökken a BCM, gyakran 45-40%-ra. A testmozgást végző idősebb embereknél ennek ellenére a BCM megtartott marad. A testsejtömeg normálértéke meghatározható a soványtömegben található sejtömeg aránnyal. A 18-75 év között korosztályban a férfiaknál kb. 53-59%, nőknél kb. 50-60% a BCM a sovány tömegben

(ideális érték). Ha figyelembe vesszük az egyszerűbb mérési technikákat a testösszetétel méréséhez, akkor a megfelelő mérés szempontjából csak a fázisérzékeny B.I.A. mérés jöhet szóba.

A BCM meghatározásának központi feladata minden formánál a táplálkozási terápia. A redukáló diétáknál a BCM semmiképpen sem lehet 20%-nál több, mivel egy BCM csökkenést – ha egyáltalán – a test lényegesen lassabban kompenzálódik, mint például egy normális testzsír tömeg. A B.I.A. analízisben a testsejt csökkenés valós testsejtek összetevőinek vesztesét mutathatja, de mutathatja ideiglenes intracelluláris folyadékvesztéskor is. Valós NCM veszteségről akkor beszélünk, ha egyidejűleg van jelen:

- Fázisszög csökkenés
- Reaktancia csökkenés és/vagy
- Sejtsűrűség csökken

4. Extracellularis Tömeg (ECM)



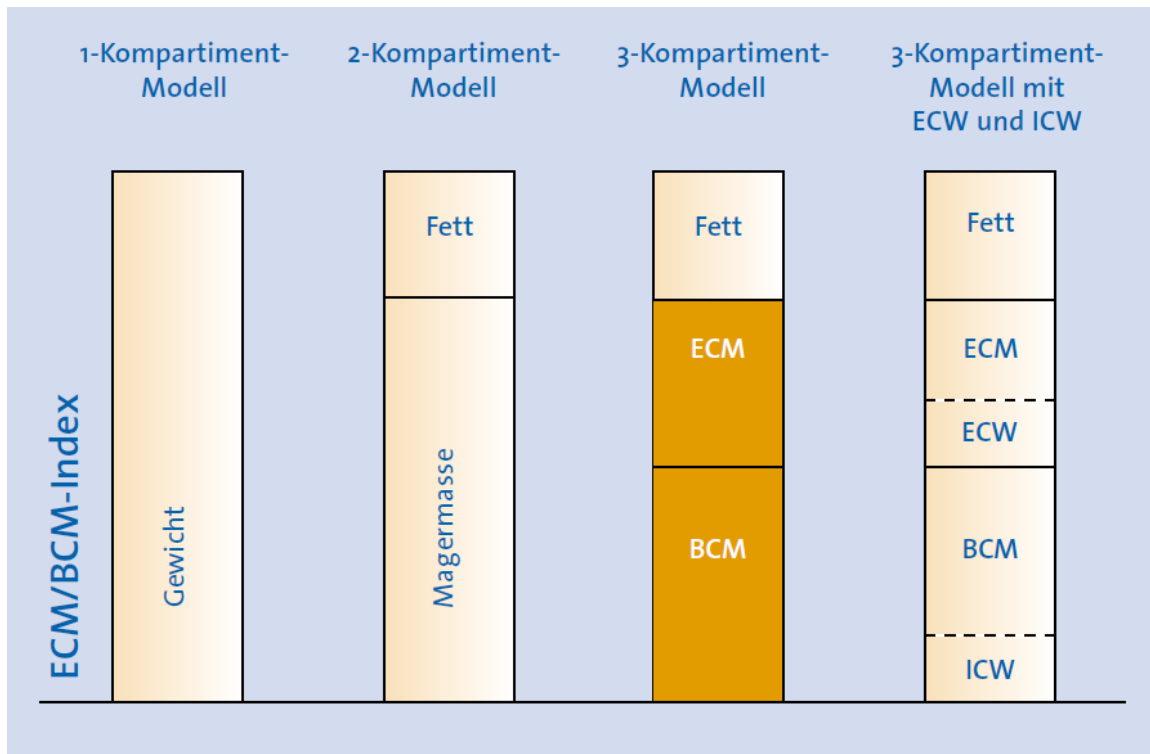
A soványtömeg azon része, mely a BCM sejteken kívül van, nevezünk extracellularis tömegnek. Az ECM szilárd alkotóelemei a kötőszövet részei: kollagén, elasztin, bőr, idegek, faszciák és csontok. A folyadékész plazmából és transcelluláris vízből tevődik össze.

Transcelluláris folyadéknak nevezik azt ami a testüregekben található. Ehhez tartozik pl.: a liquor sipnalis vagy a gastrointestinális lumen. Nem fiziológiás folyadék a pleurában illetve pericardiálisan található vagy ascitesz formájában jelenik meg.

Transcelluláris folyadék az elmélet miatt nem állapítható meg BIA mérésel. Ez azzal magyarázható, hogy az ellenállások kb. 95%-át a végtagokban jön létre. A test csak 5% -át adja a testvíztömeg

mérésekor. Pl.: egy ascites, mely 5 l folyadékot tartalmaz, a test ellenállása minimálisan emeli az ohmikus ellenállást, ami a teljes ellenállást praktikus nem változtatja meg. Itt meg kell jegyezni, hogy a súlyváltozások, melyek nem járnak ellenállás változással normális esetben a zsírtömeg változásával jár együtt. A súly gyarapodás, aminek az oka ascitesz vagy várandósság így a testszír tömegének növekedéseként jelenik meg.

5. ECM/BCM index



A ECM/BCM index a második legfontosabb paraméter a tápláltsági szint megítélésénél. Az egészséges szervezet esetén a BCM egyértelműen nagyobb, mint az ECM úgy, hogy az index értéke kisebb lesz, mint 1.

Az alultápláltság korai stádiumában a BCM csökkenése párhuzamos extracelluláris tér növekedéssel jellemző; sovány tömeg illetve testsúly konstans maradhat. A növekvő ECM/BCM-index korán felhívja a figyelmet a romló táplálkozási állapotra.

Egy növekvő ECM/BCM indexnek 3 oka lehet.

a. A BCM katabolizmusa:

A minden teremtmény katabolikus változásoknál a BCM csökkenése figyelhető meg. A test ilyenkor kompenzáció miatt az extracelluláris rendszerben vizet raktároz, hogy a test folyadéktartalmát állandó szinten tartsa.

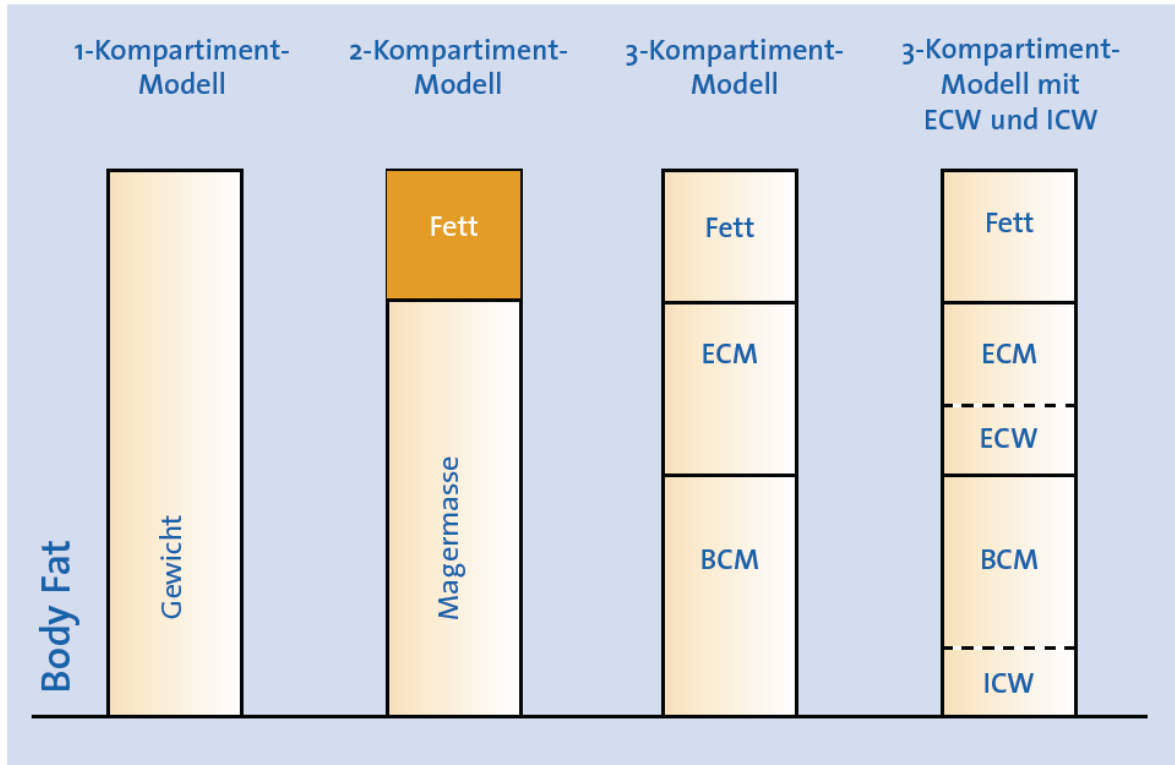
b. Víz raktározás az ECM-ben hyperinsulinaemia esetén:

Krónikus hiperinsulinizmus és metabolikus szindróma esetén nátrium és víz retenció történik, többnyire az extracelluláris térben.

c. Vízraktározás más formában az ECM-ben

Vízraktározás az ECM-ben úgy is lehetséges, hogy nem módosul test tömege, pl.: ugyanakkor létrejövő vízvesztés vagy katabolikus folyamatoknál a BCM-ben. A ECM/BCM-index ilyenkor a legérzékenyebb paraméter.

6. Body Fat – Test Zsír



A testzsír sűrűsége $0,9 \text{ g/cm}^3$. A zsír, mint szigetelőanyag működik az árammal szemben. A zsírsejtek ne tükrözik a BCM sejtek tipikus tulajdonságait és ezért épphogy csak van kapacitív ellenállásul (reaktancia). A zsír tömege a soványtömeg és testtömeg közötti különbségből adódik.

7. (%) Sejt arány

A BCM és az ECM morfológiailag, funkcionálisan, és minőségileg szoros kapcsolatban vannak egymással és összesítve alkotják a sovány tömeget. A sejtarány a %-os része a BCM sejteinek a sovány tömegben belül és ezáltal a mértéke egy személyi táplálkozási állapotnak és személyes edzettségi szintnek. Egy jó paraméter a sovány tömeg minőségi megítéléséhez.

Sejtarány normál értéke férfiaknál: 53 – 59%

Sejtarány normál értéke nőknél: 50 – 56 %

Az alutápláltság vagy az extracelluláris folyadék gyülem csökkenti a sejtarányt.

A izomdistrófiával járó genetikailag determinált betegséggel küzdő pácienseknél szintén alacsonyabb sejtarány tapasztalható.

Egy csökkent sejtaránynak az alutápláltság megítélés szempontjából van jelentősége. A táplálék vagy a tápanyag hiány esetén az emberi szervezet mobilizálja az intracelluláris proteint és cukrot képez belőle. Az intracelluláris protein veszteség a sejtömeg csökkenéshez vezet. Egyidejűleg a proteinhez kötött víz csökkenésével megnövekszik az extracelluláris tér. A BCM és ECM tömege viszonyulása ebben a helyzetbe fordított arányban változik. A sejtarány aránytalanul visszaesik.

Nagy testaktivitás vagy teljesítmény sport (versenysport) növeli a sejtarányt. Azon embereknél, akik sok éven keresztül sok testmozgást végeztek magasabb sejttárral rendelkeznek (kimondottan az élsportolók).

Ha a sportot már nagyon fiatal korban elkezdik, akkor még a relatív inaktív időszakban is kimutatható a sejtarány nagysága. A szabadidősport, amit csak felnőtt korban kezdtek el, alig mutat sejtarány növekedést, a hosszú távú sportok esetében csak néha jelentkezik emelkedés.

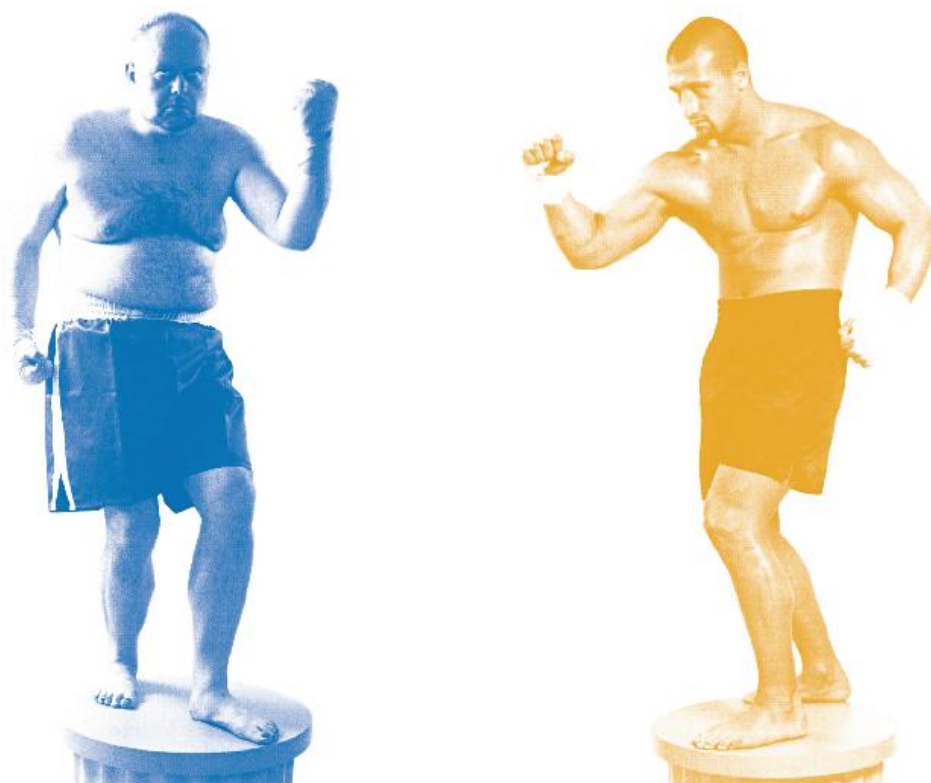
G. Esetek – Példák

A következő ötletek segíthetnek a BIA lelet elméleti és hatásos analízisét:

Test víztartalom – TBW

Elsőként az embernek a TBW értéket kell megnéznie. A testfolyadék mennyisége kevésbé függ össze az elfogyasztott mennyiséggel, mit azt a páciensek gyakran gondolják. Sokkal inkább összefügg a TBW a test sejt mennyiségével (BCM) . Egy nagy izommennyiség feltétele a magas víztartalom, míg egy astheniás szervezetben kevesebb folyadék található. A metabolikus szindróma esetében számtalan TBW van a testben elraktározódva. Perifériás ödéma nagyságát kivetítik az egész szervezetre és így állandóan túlságosan magasán határozzák meg.

A teljes test víztartalom az 50 vagy a 100 KHz mellet Rezisztencia R értékből számolható. 95%-a az ellenállásnak a végtagokban alakul ki és csak 5%-át adja a test. Ez az oka, hogy a vízháztartásban bekövetkező változások, mely a teste érintik alig adnak számszerű eltérést az ellenállás értékében. Ez az oka, hogy ascitesz vagy várandótság alatti víztartalom nem meghatározható a BIA méréssel.



Két test hasonló magasság és testsúly mellett. A mérleg itt nem ad arról információt, hogy milyen a tápláltsági szintjük. (PreCon Österreich GmbH)

A 2 áttekintő paraméter

Javasolt a két legfontosabb érték áttekintése: a fázisszög és a ECM/BCM-index.

Fázisszög

A fázisszög nagysága lehetővé teszi, hogy meghatározzuk a tápláltsági szintet pl.: a 1-6 érték a G1 táblázat szerint. Ez alapján a sporttevékenység és az edzettségi szint is meghatározható.

A fázisszög a BCM sejtek gömbkondenzátor tulajdonsága révén alakul ki. A jól táplál sejtek illetve az izomsejtek magas membránintegritással rendelkeznek azaz nagy sűrűséggel rendelkeznek. A tápanyagok és a sejten belüli víz a sejten belül raktározódnak és nem vesznek el. Az ilyen „szaftos” sejtek magas fázisszöget produkálnak. Rosszul táplált sejtek vagy edzetlen izomsejtek kevésbé sűrű membránnal rendelkeznek és vizet valamint tápanyagot vesztenek. A ilyen „fonnyadt” sejtek alacsony fázisszöget adnak a mérés során. Az alacsony fázisszög ellenére a páciens elmondása szerint rendszeresen táplálkozik akkor sokszor szénhidrát szempontjából alultápláltságról van szó. Ez gyakran előfordul főleg olyan személyeké, akik a sok zsírbevitelt szénhidrát megszorítással kompenzálják.

A fázisszög a sport hatására csak nagyon lassan változik, legfeljebb kb. 0.2 fokot havonta. Egy ennél egyértelműen nagyobb növekedés csak anabolikumok adásánál figyelhető meg.

A fázisszög nem fiziológiás értékei majdnem mindig elméleti hibára vezethetőek vissza, legtöbbször a nem megfelelő elektródák használatára. Például szolgál a 3-a érték nem beteg pácienseknél vagy 8-as érték, ha nem extrém sportolóról van szó. Mindig BIA-hoz tartozó elektródát alkalmazunk

A fázisszög alapján véve növekszik, ha javul a táplálkozási vagy edzettségi szint, tehát:

- Alultápláltság megszüntetésekor
- A szervezet optimális mikro- és makroelemekkel
- Sport edzéssel
- Anabolikumokkal
- Rövidtávon emelkedik, exikózis során, mivel itt a sejtek „koncentráció növekedése” figyelhető meg.

A fázisszög alapján véve csökken rossz tápláltsági állapotban és rossz edzettségi szinten vagy más jellegű zavarok esetében illetve a sejtmembrán sérülésekor, tehát:

- Katabólia
- Az alultápláltság minden formájában
- Inaktivitás alatt kialakult atrófia során
- Az izomzat túledzésekor
- Víz retenció során
- Minden kárt okozó hatás, mint infekciók, intoxikáció, posttraumatikus stressz stb.

A fázisszög napi ingadozási szintje fiziológiásan a test víháztartásától függ, kb. +/- 0.2 fok.

ECM/BCM-Index

Az ECM/BCM-Index a második áttekintési paraméter. Egészséges, jól táplált ember esetében a BCM nagysága magasabb, mint az ECM, így az indexnek alacsonyabbnak kell lennie.

A leggyakoribb oka az ECM/BCM –index arány emelkedésének (=romlásnak):

- BCM Katabólia: mindenféle katabolikus változás a BCM redukciójához vezetnek. Ilyenkor a test kompenzáció céljából vizet raktároz az extracellularis térben, hogy a teljes vízháztartást egyenletesen tudja tartani.
- Vízraktározás hiperinzulinizmus során. Krónikus hiperinzulinizmus és metabolikus szindróma során nátrium- és víz retenció alakul ki túlnyomóan az extracellularis térben
- A víz bármilyen eredetű raktározása

pl.: a szív és a máj betegségei következtében kialakult ödéma. Az ilyen súlyos és patológiás eltérések esetében, ahol a víz háztartás ilyen szinten érintett, az ECM/BCM-index már nem lehet a táplálkozási szint megítélésének meghatározója.

Nők	Férfiak	A tápláltság- és edzettségi állapot
> 7,5	> 7,9	Legtöbbször csak versenysportolók és bodybuliderekénél
6,5 - 7,5	7,0 - 7,9	Nagyon jó
6,0 - 6,4	6,5 - 6,9	Jó
5,5 - 5,9	6,0 - 6,4	Kielégítő
5,0 - 5,4	5,5 - 5,9	Elégséges
4,0 - 4,9	4,5 - 5,4	Hiányos
< 4,0	< 4,5	Elégtelen
< 2,0	< 2,5	csak inaktivitás okozta atrófia izomvesztéssel

G1 táblázat Javaslat a fázisszög osztályozásához és megítéléséhez
(csak BIANOSTIC-speciális elektródákkal végzett impedancia mérések esetén érvényes)

Férfiak és Nők	Megítélés
0,6	Legtöbbször csak versenysportolók és bodybuliderekénél
0,8 und 0,7	Nagyon jó
0,9	Jó
1	Kielégítő
1,1	Elégséges
1,2	Hiányos
1,3	Elégtelen
> 1,3	> 1,3 gyakran víz extracellularis raktározódásának jele vagy súlyos katabolikus folyamat a BCM-ben,

G2 táblázat Javaslat az ECM/BCM érték megítéléséhez
(csak BIANOSTIC-speciális elektródákkal végzett impedancia mérések esetén érvényes)

B.I.A. – Diagnózis segédlet

	A magas értékek gyakori okai	Az alacsony értékek gyakori okai
Test víztömeg (TBW)	<ul style="list-style-type: none"> • Magas izom arány (atletikus felépítésű) • Vízraktározás (pl.: metabolikus szindróma) • Ödéma, Anasarka <p>A testfolyadék mennyisége elsődlegesen genetikailag, alkattól függő, sovány tömeg mennyisége és a benne található izomtömeg határozza meg és ennek 73%-a víz. Egy magasabb testvíztömeg ezért nem automatikusan jelenti a szervezet „elvezesését”. Másodlagosan a különböző eredetű vízraktározódások a testfolyadék emelkedéséhez vezet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alacsony izomarány (aszténiás felépítés) • Dehidráltóság • Exikózis <p>A testvíztömeg alacsony érték függ a megfelelő izomtömegetől, de mindenféle folyadékvesztés is okozhatja.</p>
Fázisszög	<ul style="list-style-type: none"> • Magas BCM, kimondottan a nagy izomtömeg miatt (atletikus testfelépítés) • Jó edzettségi állapot • Magas membránpotenciál • Nagy membránsűrűség • Magas sejt hidratáció • A BCM sejtek jó tápláltsági szintje <p>A fázisszög a BCM sejtek membránpotenciálja által jeleníthető meg. Egyenesen arányos a BCM tömeggel, a sejt-sűrűség és a töltöttségi állapotával. Egy jó tápláltsági és edzettségi állapot magas fázisszöggel jár.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alacsony test sejt tömeg, kimondottan alacsony izomtömeg (asthenikus testfelépítés) • Rossz edzettségi szint • Alacsony membránpotenciál • Alacsony membrán sűrűség • Alacsony sejt hidratáltság • A BCM sejtek rossz tápláltsági szintje • Inaktivitás okozta atrófia <p>Alacsony fázisszöget találunk alacsony a test BCM arányánál, a BCM rossz állapota esetében vagy különböző eredetű BCM vesztékor. Átmenetileg különböző eredetű kórokok esetében pl.: influenza</p>
Izom- és szerv tömeg BCM	<ul style="list-style-type: none"> • Atletikus testalkat • Jó edzettségi szint • Különböző eredetű intracelluláris vízraktározás <p>Extracelluláris vízraktározódás (diszkrétan egészen az anaszarkáig és ödémáig; de metabolikus szindrómában is)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Asténiás testfelépítés • Alultápláltság • Kahexia • Inaktivitás okozta atrófia • Dehidratáltság <p>Alacsony BCM leggyakrabban alacsony izomtömeggel magyarázható. Ez testalkat függő, de alultápláltsággal vagy inaktivitással is magyarázható.</p>
Extracelluláris tömeg (ECM)	<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • Extracelluláris folyadékvesztés, pl.: diuretikumok esetén vagy egy metabolikus szindróma esetén <p>Extracelluláris tömeg vesztés függ az extracelluláris (intersticiális) folyadékvesztéstől. Leggyakoribb okok különböző folyadékvesztésre vezethetők vissza, melyek először az ECM-ben figyelhetőek meg.</p>
ECM/BCM index		<ul style="list-style-type: none"> • Vízvesztés az extracelluláris térben • Jó edzettségi szint • Jól tápláltsági szintű BCM <p>Egy szekunder ECM/BCM index legtöbbször azt jelenti, hogy javul a testösszetétele. A extracelluláris tér folyadékvesztésének leggyakoribb oka pl.: diuretikum adása vagy diéta esetén vagy másrészt a testösszetevők emelkedése (BCM)</p>

G3 táblázat diagnózis segítség – tartalmazza a leggyakoribb kiugró BIA-eredmények okai

1. Példa: Nő páciens, 35 éves, diéta

A jelentkező hölgy terhesség után szeretne lefogyni. Szinte naponta sportol (aerobic).

Az első mérés megítélése

Egészen az emelkedett zsírtömegig minden érték az ideális tartományban van.

A teljes test víztartalom, a sovány tömeg és testsejttömeg relatív magas értékek visszaadják a páciens atletikus testalkatát. A magas fázisszög és az alacsony ECM/BCM index nagyon jól ábrázolja az edzettségi szintet.

Első Mérés Protokoll

Név:	K.L.	Mérési frekvencia:	50 KHz
Kor:	35 év	R (ellenállás):	452
Nem:	Nő	Xc:	59 / S 215
Magasság:	1,70 m	R kéz:	122
Testsúly:	81.00 kg	R láb:	169

	Számolt értékek	Relatív Optimális
Mérés ideje:	01.08.2004	
Test víztartalma (l):	41,9	27,8 – 43,3
Zsír tömeg (kg):	23,7	10,2 – 17,0
Sovány tömeg (kg)	57,3	37,9 – 59,2
ECM (kg)	24,0	17,8 – 27,8
BCM (kg)	33,3	20,1 – 21,4
ECM/BCM-index	0,72	<0,9
Fázisszög	7,4	5,0 – 9,0
% sejtarány	58,1	50,0 – 56,0
Alap energia szükséglet(kcal)	1.670	

Mérés értékelése:

A testsúly csökkenése éves szinten kb.: 10 kg. A testsúlycsökkenés összetétele: 6 kg zsír és 4 kg izom. A sovány tömeg redukciója a víztömeg redukációjára korlátozódik az extracelluláris térben, a testsejttömeg alig veszik el. Összességében a páciens optimalizálta a testösszetételét és javította a tápláltsági állapotát, mely a következő paraméterekről állapítható meg:

- ECM/BCM-index <1 maradt
- A reaktancia értéke emelkedik és a Rezisztencia értékéből több mint 10%-át teszi ki (Xc= 10-12% az R-ből)
- Fázisszög >7,0
- A %-os sejtarány konstans marad.

Folyamat mérés	1.8.2004	6.9.2004	18.10.2004	4.7.2005
Dátum	1.8.2004	6.9.2004	18.10.2004	4.7.2005
Mérési értékek:				
R/ Xc/ Fázisszög	452/59/7,4	463/63/7,7	459/60/7,4	503/67/7,6
Testsúly	81	76,7	74,9	70,7
Különbség	0	-4,3	-1,8	-4,2
Számolt érték:				
Víz (Liter)	41,9	40,9	40,9	38,4
Különbség	0	-1	0	-2,5
Zsír (kg)	23,7	20,9	19,1	18,3
Sovány tömeg(kg)	57,3	55,8	55,8	52,4
ECM (kg)	24	22,8	23,4	21,6
BCM (kg)	33,3	33	32,4	30,8
ECM / BCM	0,72	0,69	0,72	0,7
%-os sejt arány	58,1	59,1	58,1	58,8
BMI	28	26,5	25,9	24,5
Energia szükséglet (kcal)	1.670	1.660	1.640	1.590

2. Példa: Nő, 64 éves diétázó páciens

Az első mérés elemzése:

A páciens 39-es BMI-val, kb.: 55 kg zsírtömeeggel egyértelműen adipóz állapotban van. Feltűnő az emelkedett extracelluláris tér nagysága (ECM/BCM), amely ebben az esetben számtalan fogyási kísérletre vezethető vissza.

A folyamatmérés értelmezése:

A kb. 5 hónap alatt elért 17 kg-os fogyás 2/3-a zsírból állt, de 1/3-a a BCM adja a súlycsökkenésből. A reaktancia és mindenek előtt a fázisszög csökkenése egy szignifikánsan alacsonyabb szintre, egy alultápláltságra vezethető vissza. További folyamatokban a csökkenő BCM ellenére a sovány tömeg hosszútávon konstans marad, mert az extracelluláris tömeg (ECM) a víztartalmát kompenzatorikusan megnöveli. Az eltolódás mérleggel nem mérhető, de az impedancia analízis során feltűnik az ECM és a BCM abszolút értéke az emelkedő ECM/BCM-index révén.

Első Mérés Protokoll

Név:	A. K.	Mérési frekvencia:	50 KHz
Kor:	64 év	R (ellenállás):	514
Nem:	Nő	Xc:	48 / S 950
Magasság:	1,66 m	R kéz:	133
Testsúly:	111,2 kg	R láb:	156

	Számolt értékek	Relatív Optimális
Mérés ideje:	2002. 10. 07	
Test víztartalma (l):	40,6	26,2 – 41,1
Zsír tömeg (kg):	55,7 (50,1%)	10,0 – 6,6
Sovány tömeg (kg)	55,5	35,8 – 56,2
ECM (kg)	28,6	16,8 – 26,4
BCM (kg)	27,0	19,0 – 29,8
ECM/BCM-index	1,06	< 0,9
Fázisszög	5,3	5,0 – 9,0
% sejtarány	49,0	50,0 – 56,0
Alap energia szükséglet(kcal)	1.500	

Folyamat mérés

Dátum	2002. 10. 07	2002. 12. 16	2003. 03. 16
-------	--------------	--------------	--------------

Mérési értékek:

R/Xc/Fázisszög	514/48/5,3	540/49/5,2	542/39/4,1
Testsúly	111,2	101,5	94,5
Különbség	0,0	-9,7	-7,0

Számolt érték:

Víz (Liter)	40,6	38,8	38,1
Különbség	0,0	-1,8	-0,7
Zsír (kg)	55,7	48,5	42,5
Sovány tömeg(kg)	55,5	53,0	52,0
ECM (kg)	28,6	27,7	30,7
BCM (kg)	27,0	25,3	21,3
ECM / BCM	1,06	1,09	1,44
%-os sejt arány	49,0	47,7	41,0
BMI	40,4	36,8	34,3
Energia szükséglet (kcal)	1500	1420	1290

3. Példa: 2 HIV páciens súlygyarapodásának analízise

Mind a két páciens különböző terápia mellett súlygyarapodást mutatott. A testösszetétel vizsgálat mind a két páciensnél más okot mutatott.

1.sz páciens (CDC-stádium C3) 7 kg-mal nőtt a testtömege egy CMV-retinitis (*Cytomegalovirus*) Cortison terápiája során. A testösszetétel elemzése során mutatkozott, hogy ezen súlygyarapodás esetében tiszta zsírtömeg növekedésről van szó. A BCM és a fázisszög ennek ellenére csökkent, a páciens tápláltsági állapota nem javult.

2.sz páciens (CDC-stádium B3) étvágyfokozó gyógyszert kapott. Egy szintén 7 kg-ot súlygyarapodás volt megfigyelhető, mely során a BCM és a fázisszög emelkedése jelentkezett az analízis során, így az általános tápláltsági állapota a páciensnek javult.

(a példákat a Kölni I.sz. belgyógyászati klinika, HIV-infektio és Táplálkozási munkacsoportjának engedélyével, Dr. A. Schwenk és G. Kremer)

Folyamat mérés	1. PÁCIENS		2. PÁCIENS	
Dátum	1994. 03. 01	1995. 02. 15	1994. 08. 10	1994. 11. 02
Mérési értékek:				
R/Xc/Fázisszög	533/49/5,3	699/56/4,6	557/56/5,7	554/57/5,9
Testsúly	58,0	65,0	56,0	63,0
Különbség	0,0	7,0	0,0	7,0
Számolt érték:				
Víz (Liter)	40,2	35,5	35,2	36,7
Különbség	0,0	-4,7	0,0	
Zsír (kg)	3,1	16,5	7,9	12,8
Sovány tömeg(kg)	54,9	48,5	48,1	50,2
ECM (kg)	28,3	27,0	24,3	25,8
BCM (kg)	26,6	21,5	24,3	25,8
ECM / BCM	1,06	1,26	0,98	0,95
%-os sejt arány	48,5	44,3	50,5	51,4
BMI	17,5	19,6	19,8	22,3
Energia szükséglet (kcal)	1.460	1.290	1.380	1.430

4. példa: Anorexiás páciens, 24. éves

A páciens súlygyarapodása havonta kb 2 kg.

Május 5. - február 6.:

A súlygyarapodás csak a zsírtömeg növekedésével történik. A tápláltsági állapota szinte semmit sem javult ezáltal, mivel semmilyen jelét sem lehetett megfigyelni az anabolikus értékeknel, mint pl.: BCM vagy fázisszög növekedése vagy az ECM/BCM arány javulása.

Február 6. – július 6.:

A testtömeg emelkedése a folyadékmennyiség emelkedése által. A BCM és a fázisszög értéke tovább csökken. A 4 kg-os testtömeg növekedés ellenére a tápláltsági szintje tovább romlott.

Július 6. – augusztus 1.:

A testtömeg növekedése a BCM növekedése által. Ezáltal a sovány tömeg és a testfolyadék mennyisége is emelkedik. A fázisszög illetve az ECM/BCM aránya és a %-os sejtarány javulása, mint anabolikus jel értelmezhető.

Folyamat mérés Dátum	2002. 05. 05	2002. 06.02	2002. 07. 06	2002. 08. 01
<u>Mérési értékek:</u>				
R/Xc/Fázisszög	560/37/3,8	568/37/3,7	530/29/3,1	505/35/4,0
Testsúly	54,0	56,2	58,1	60,2
Különbség	0,0	2,2	1,9	2,1
<u>Számolt érték:</u>				
Víz (Liter)	36,0	36,0	37,7	39,0
Különbség	0,0	0,0	1,7	1,3
Zsír (kg)	4,8	6,8	6,4	6,7
Sovány tömeg(kg)	49,2	49,2	51,6	53,3
ECM (kg)	30,2	30,5	34,7	31,9
BCM (kg)	19,0	18,7	16,9	21,4
ECM / BCM	1,59	1,63	2,05	1,49
%-os sejt arány	38,6	38,0	32,8	40,2
BMI	17,0	17,7	18,3	18,9
Energia szükséglet (kcal)	1.220	1.210	1.150	1.290

5. példa: Dializált páciens, 64 éves, multifrekvenciás analízis

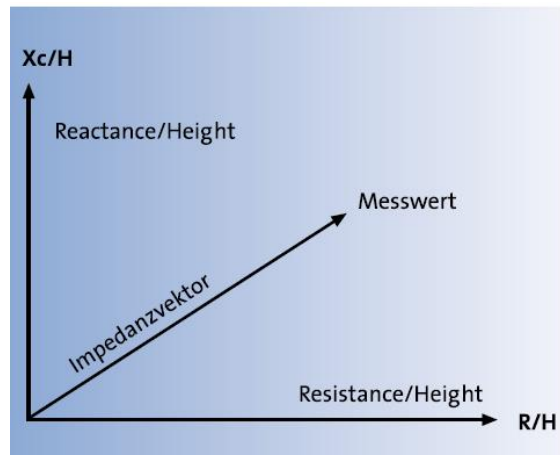
2003. január 5. – 2003. február 5. :

A testtömeg megtartása mellett mégis változott a testösszetétel. A teljes testfolyadék mennyiség emelkedett az extracelluláris tér növekedése által, mely kb.: 5l folyadékkal többet raktároz. Az ilyen folyamatok a katabolikus történések során akár pár hónap alatt megfigyelhetők. A BCM csökken, mintegy jelezve a katabolikus anyagcserezavart. A zsírvesztés (mely alultápláltság miatt lép fel) a folyadékgyarapodás miatt rejtve maradt.

Folyamat mérés Dátum	2003. 01. 05.	2003. 02. 05.
<u>Mérési értékek:</u>		
R (5kHz)	590	380
Xc (5kHz)	41	24
Fázisszög	4,0	3,6
R (50kHz)	560	460
Xc (50kHz)	47	28
Fázisszög	4,8	3,5
R (100kHz)	500	510
Xc (100kHz)	53	26
Testsúly	72,0	72,3
Különbség	0,0	0,3
<u>Számolt érték:</u>		
Víz (Liter)	34,5	38,5
Különbség	0,0	4,0
ECW - extracelluláris folyadék(Liter)	15,2	20,9
ICW – intracelluláris folyadék (Liter)	19,3	17,6
Zsír (kg)	24,9	19,7
Sovány tömeg(kg)	47,1	52,6
ECM (kg)	25,7	33,5
BCM (kg)	21,4	19,1
ECM / BCM	1,20	1,75
%-os sejt arány	45,4	36,3
BMI	27,1	27,2
Energia szükséglet (kcal)	1.290	1.220

H. a BIA – VEKTORRAJZ (VEKTORGRAPH)

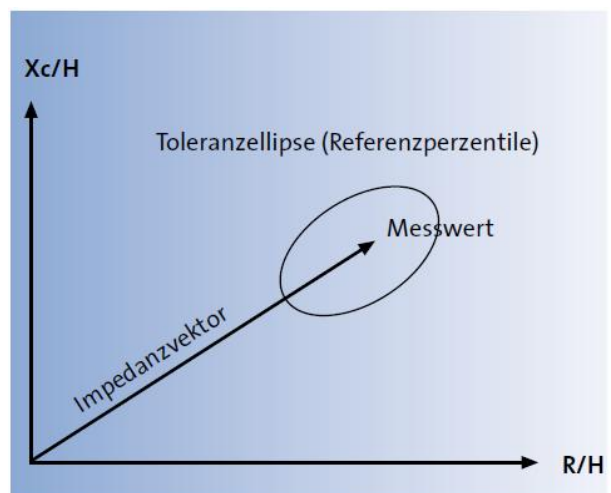
A BIA vektorrajz, melyet Padua Egyetem professzora, Antonio Piccoli dolgozott ki, ábrázolja az emberi test elektromos ellenállását egy koordináta rendszerben. A tengelyeken itt a test ellenállását (X_c , Reaktancia azaz kondenzátor ellenállás) és a testfolyadék ellenállását (R , Rezisztencia) ábrázolva képezik le a vektort. Mind a két ellenállást a test méretére vonatkoztatva jelenítik meg, így az ellenállás hosszára normalizálva az értéket. (X_c/Hossz és R/Hossz). A kapcsolat az egyes mérési értékek között, melyet a X_c/Hossz és R/Hossz ad, egy individuális vektort ad, melyet nyílként ábrázolunk.



H1. ábra, a vektor ábrázolódása a koordináta rendszerben

A vektoros megjelenítés megadja annak a lehetőségét, hogy egy vizsgált személyt 2 vonatkozásban egyszerre vizsgáljuk (R és X_c illetve Testfolyadék és Test sejt tömeg). Mivel itt csak a test elektromos ellenállása kerül az értékelésbe ezért teljesen független a vizsgált személy test tömegétől. A testzsír, mint elektromos szigetelő szintén nem számít bele az analízisbe.

A BIA vektor egy további előnye, hogy a páciensek eredménye összehasonlítható egy referencia értékkel. Ezek a referenciaértékek, mint úgynevezett tolerancia ellipszis jelenik meg a koordináta rendszerben. A tolerancia ellipszisek referencia százalékos értékek, mely megadja, hogy egy individuális mérési eredmény milyen valószínűséggel milyen távolságra van a referenciapopulációt adó vektorhoz képest hol helyezkedik el.

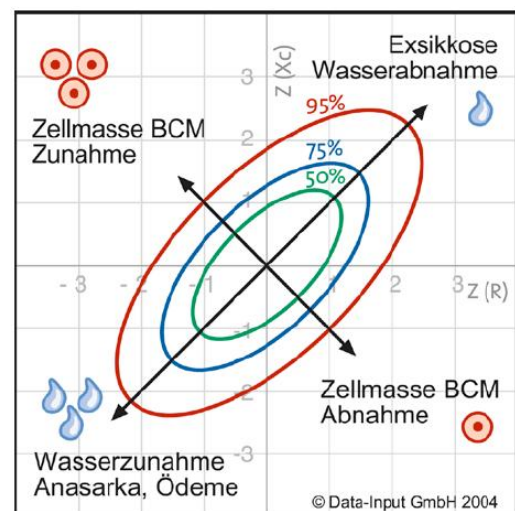


H2 ábra A referencia populáció tolerancia ellipszise

Normálisan három toleranciaértéket jelenítünk meg, melyek megfelelnek az 50 (zöld), 75 (kék) és a 95 (piros) vektorszázaléknak a referenciapopulációban. A normálértékhez viszonyított eltérés alapján egy vélemény formálható:

- Vízháztartást (túlvizesedés, exicosis)
- Testsejt tömeg (Body Cell Mass nagy, alacsony)

Mivel a BIA-vektor elhelyezkedése a olyan fiziológiai befolyásoló faktoroktól is függ, mint a nem, életkor és a BMI, egy patológiás eltérés csak úgy lehetséges a testsejt összetételben (túlvizesedés,



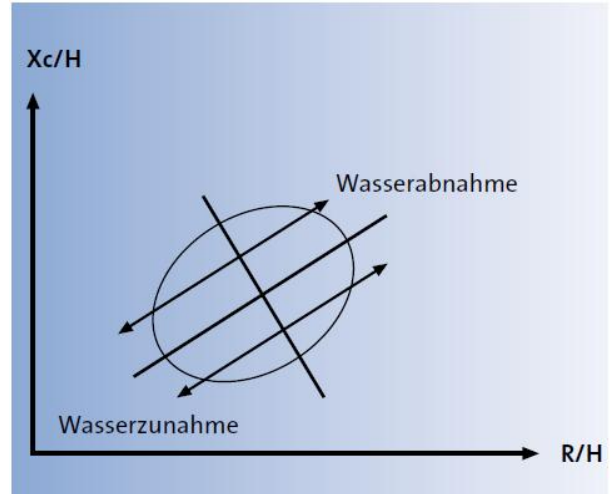
dehidratáció, alacsony BCM, kachexia) csak egy összehasonlítás révén értékelhető a tolerancia elipszis, ha azonos nem, életkor és BMI csoportra vetítjük le. A vektorkomponensek ezért Z-transzformáción (1) esnek át. A Z-érték kiszámítása individuális mérési eredményekből a felhasználó a Premium software-én keresztül teheti meg a megfelelő nem, életkor és BMI specifikus nagymennyiségű referenciaértékeken keresztül.

Hogyan kell egy vektorrajz eredményét magyarázni?

Folyadék veszteségtérések a hossz tengely mentén jelennek meg, ami során a felső és az alsó ellipszispólusok 75%-os toleranciaintervallum a klinikailag releváns dehidratáció és túlvizesedés határértékeit adja meg.

Wasserabnahme = víz veszteség

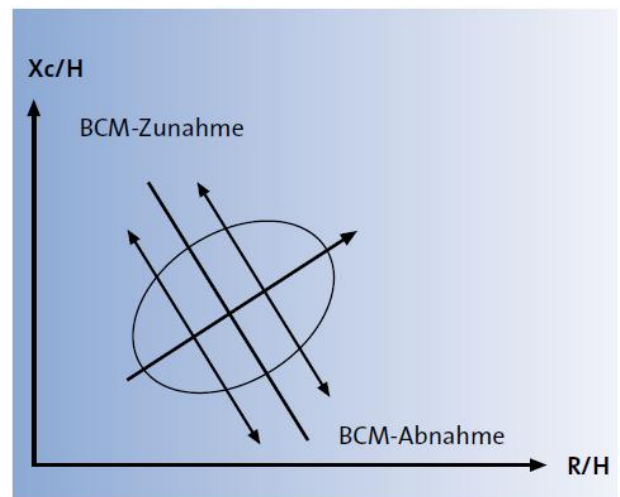
Wasserzunahme = víz felvétel



H4. ábra: a hossz tengely menti változások megfelelnek az R érték változásának és ezáltal a test víz vesztesének vagy víz felvételének.

(1) A Z érték fejezi ki egy mérési eredmény (SD) standardeltérés egy referenciapopulációhoz viszonyítva ($Z\text{-érték} = \text{Mérési közép} / SD$). A Z-érték ezáltal egy normalizált érték ami a nemtől, életkortól és BMI-től függő referencia értéke és a Z érték a BIA vektorrajzban lehetővé teszi a vízháztartás státuszának valamint a BCM megítélését a nem, életkor és BMI függvényében.

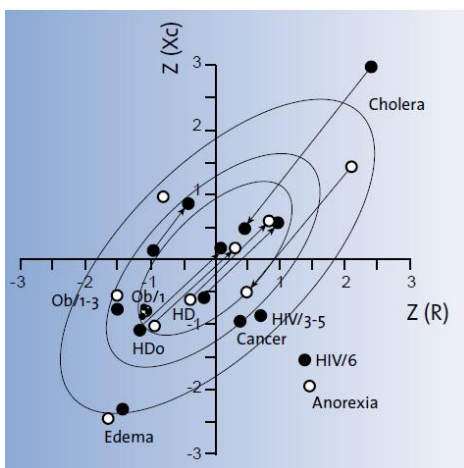
A vektor iránya (a vektor és az alapvonal által bezárt szög, azaz a Fázisszögnek) a BCM által meghatározott. A BCM patológiás vesztesé során (kachexia) csökken, ezáltal a Xc/H vektorkomponens is csökken.



H5 ábra a függőleges tengely menti eltérések Xc érték és ezáltal a BCM emelkedő vagy csökkenő értékeit jelölik

Áttekintés BIA vektorrajz eltéréseinek diagnosztikus előnyeiről:

1. A Premium BIA vektorrajzai megengedik a folyadékháztartás áttekintését illetve a testsejttömeg állapotát egy páciens esetében populáció specifikus referenciaértékeket biztosító német adatbázisból, melynek különlegessége abból adódik, hogy speciálisan a Dat-Input részére a világ legnagyobb BIA-csoportja állította össze (213.294 felnőtt BIA mérési eredménye (18-102 év közöttiek és BMI 18,5 – 50 kg/m²) és 15.605 gyermek BIA mérési eredménye (6-17 év és 9-40 kg/m²)).
2. A BIA vektor lehetővé teszi egyedül az impedancia „nyers” adatai alapján történő eredmény értékelést, így függetlenül azon számításoktól amik a testösszetevők megállapításához adóttak (pl.: referenciaelmélet pontossága vagy a referencia populáció kiválasztásától)
3. A BIA vektor elemzése egy minőségi ellenőrzést tesz lehetővé, mely megakadályozza egy hibás mérés hibás értelmezését és így a testállapot hibás értékelését.



Egy individuális mérési érték összehasonlítása a toleranciaellipszissel a referenciapopulációból lehetővé teszi a vektorok azonosítását, melyek a normál tartományban találhatók. Azon vektorok, melyek a 75%-ot jelölő kék ellipszist átlépik csak nagy tévesztési lehetőséggel alkalmazható a számítások során. Azon értékek, melyek a 95%-os piros toleranciaértéken kívül vannak, óvatosan kezelendők a TBW, FFM és FM számítás során, mert egy lehetséges rossz elektróda felhelyezés vagy a FFM patológiás hidratáltsága miatt áll fenn.

H6 ábra BIA vektorok különböző betegségek esetében. Forrás: Piccoli A, Pastori G: BIA software. Orvosi és Kutató Intézet, Padovai Egyetem, Padova, Olaszország, 2002

4. A BIA vektor megkönnyíti a páciens folyadékháztartásának monitorozását terápia során. A folyadékháztartás monitorozása különösen problémás bizonyos súlyos betegséggel kezelt páciensek esetében.. Ekkor a BIA formulák, melyek a testösszetevők mérésére alkalmasak, csak korlátozottan használhatóak. A BIA vektor csak az eredeti elektromos mérési eredményekre támaszkodik és megbízható eredményt ad a test eltérő hidratációja esetében. A BIA-vektor mérések használata ezért lehet különösen jelentős a szív és vese insufficienciával küzdő betegeknek. Egy emelkedett vízraktározás ezen pácienseknél nem csak egy vektorrövidüléshez vezethet (R/ hossz vektorkomponens csökkenése), hanem egyidejűleg a vektorszög csökkenése a vízszintes tengely irányába (Xc/ hossz csökkenése) mely addiktív terápiás lépésekkel visszafordítható (pl.: diuretikumokkal illetve haemodializissel).

Tipikus vektorok különböző betegségeknek

A következő ábrán a Z-score különböző pácienscsoportokat jelenít meg különböző megbetegedések esetén. (fekete pont = férfiak; fehér körök = nők)

Egy –egy pont:

- Ob/1-3 = 1-3 szintű adipoz páciens
- Daganat = tüdőrák
- HIV/3-5 és HIV6 = AIDS stádium WR 1-3 illetve 6.

- Anorexia = anorexia nervosa

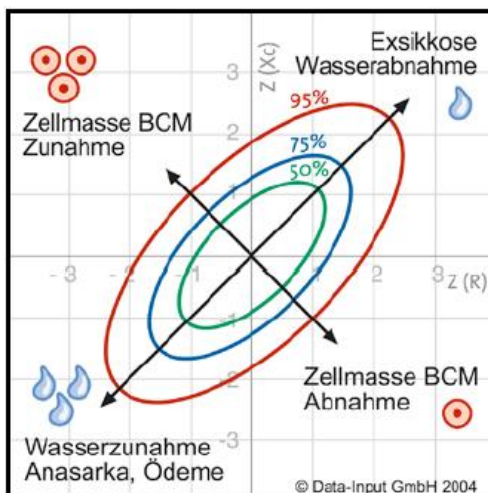
Folyamatvektorok:

- Climbers = hegymászók dehidratáció előtt és után nagy magasságban
- HD és Hdo = vékony vagy adipoz hemodializált páciens folyadékeltávolítás előtt és után a haemodialízis során.
- Cholera = kolera páciens infúzió előtt és után

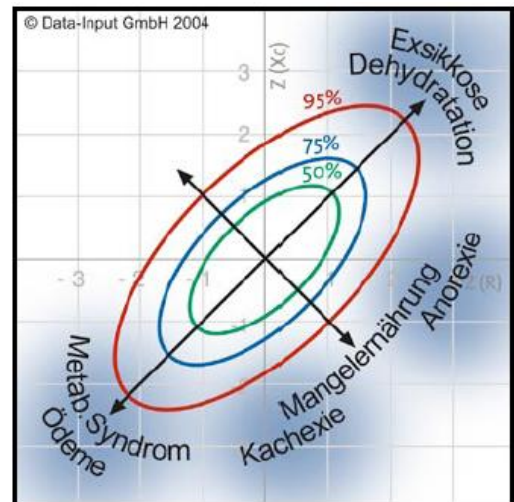
További információk és software kérhető Piccoli Professzortól a következő e-mail címen: apiccoli@unipd.it. Szakirodalom a Data-Input GmbH Kettő által alkalmazott vektorrajzhoz: Bopsy-Westphal A, Danielzik S, Dörhöfer R-P, Piccoli A, Müller MJ: Patterns of bioelectrical impedance vector distribution by body mass index and age: implications for body-composition analysis. Am J Clin Nutr 2005; 82:60-6.

Diagnózis táblázat

Kettő diagnózistáblázat segít a Vektorrajz lelet értelmezésében:



H7 ábra BCM elemzése a lefelé irányuló rövid tengely mentén (Z). A vízhiánytartás megítélésére a felfelé mutató hosszú tengely mentén (R).



H8 ábra Tipikus lokalizációja a leggyakrabban előforduló diagnózisok és leletek esetén.

1. Példa:

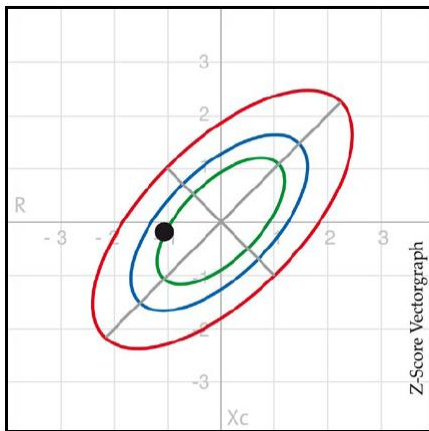
A két tengely metszéspontja megfelel a kiválasztott csoport középértékének. A következő példánál az összehasonlításhoz a referencia ellipszisek megfelelnek egy normál csoportnak.

Ha mért egyéni eredmények a zöld körön belül találhatók, akkor a tesztszemély testvíztartalma és BCM normál értékű és így nagy a valószínűsége, hogy a testösszetétele normális.

Emlékeztetőül: a testvíztartalma itt nem kerül megjelenítésre.

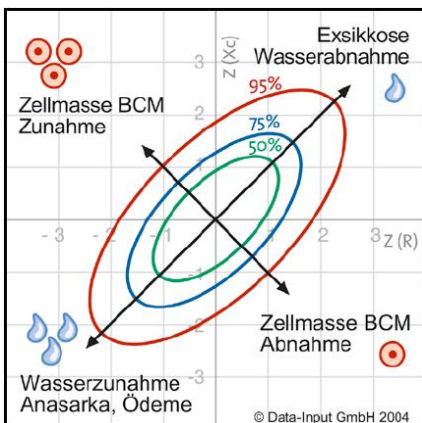
Az egyéni mérési pont a középponttól egyre távolsággal egyre jobban eltér a testvíztömeg és a BCM a statisztikai normáltól. Ezáltal kisebb lesz az esélye annak, hogy a vizsgált személy testösszetétele normális. A 75%-os ellipszis (kék) határértéknek tekinthető a hidratáció szempontjából.

Példa 1: Feltűnés nélküli lelet



H9 ábra Feltűnés nélküli lelet

Ha a mérési pont a piros körön kívül található, tehát a 95%-on kívül, akkor az jelentős az eltérés a referenciacsoporthoz képest. Ebben az esetben különösen fontos a páciens szempontjából a klinikai kivizsgálás, pl.: ödémás elváltozások vagy izom- és ízületi betegségek kivizsgálása a vizsgált végtagokon. Gyakran segít a klinikai szemlélet.



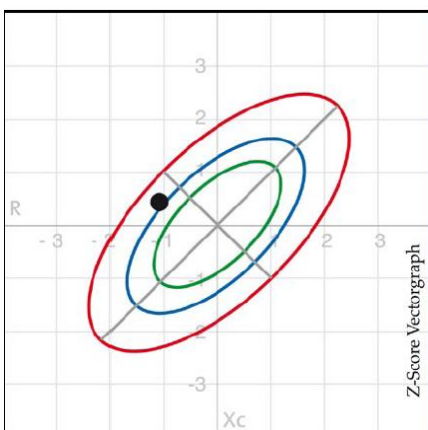
H10 ábra Alap: magyarázó grafikon

Nagy jelentősége van annak a quadránsnak, melyben a mérési pont található. Ha a mérési pont az ellipszis felső két negyedében található illetve a rövid ellipszistengely felett, akkor a vizsgált személynek kevesebb a testfolyadék tömege, a statisztikai középpontnál. Ha a pont a rövid ellipszistengely alatt helyezkedik el, akkor több folyadék található a szervezetben, mint az átlagos.

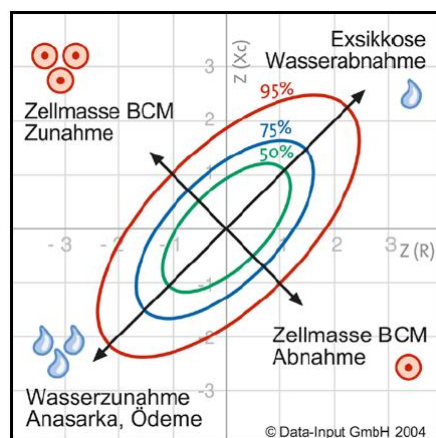
Ha a mérési pont a hosszú tengelytől balra helyezkedik el, akkor a vizsgált személynél nagyobb a BCM, mint az átlagos. Ha az egyéni érték jobbra található a jobb tengelyhez viszonyítva, a vizsgált személy BCM-je alacsonyabb, mint a referenciacsoportban.

Normális leletek a zöld (50%) vagy a kék (75%) ellipszisen belül találhatóak. Az egészséges vizsgált személyeknél a vizsgálati pont legtöbbször egy kicsivel balra találhatóak a hosszú tengelytől (magas BCM) és valamivel a keresztengely alatt (egy enyhén emelkedett testfolyadéknak megfelelően).

Sportoló, Atletikus testfelépítés

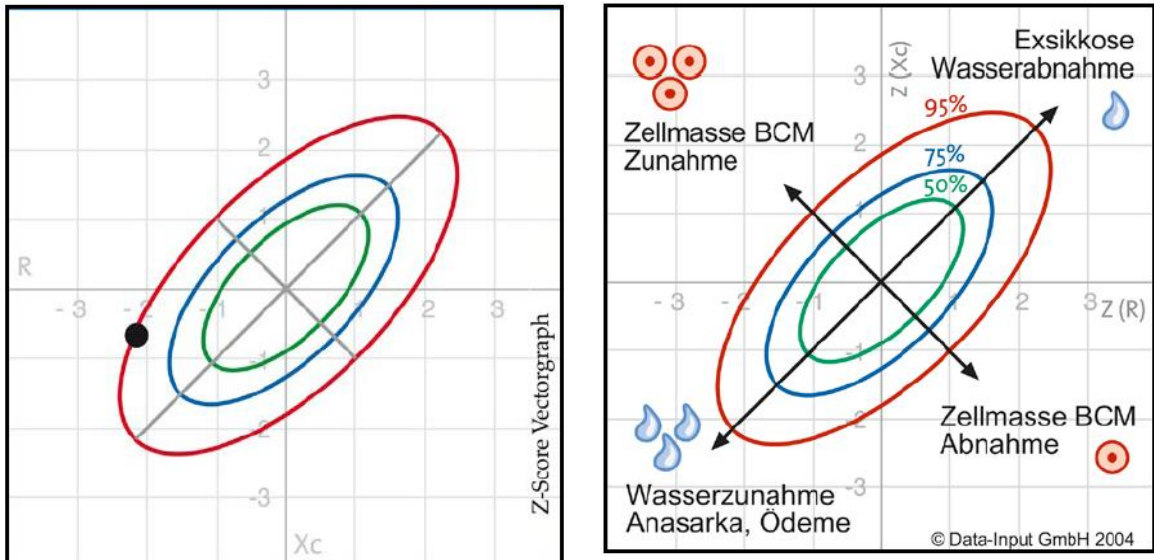


H 11 ábra Sportoló



Sportolóknál, illetve atletikus testfelépítés esetén a mérési pont legtöbbször a hosszanti tengelytől balra található, magas testsejt tömeget jelezve. A magas izomtömeg legtöbbször magas víztartalmai jelent, így a mérési pont legtöbbször a keresztengelyt alatt található. A következő példával ellentétben a tesztszemély itt nincs túlvizesedve (relatív alacsony a távolság a keresztengelyhez viszonyítva).

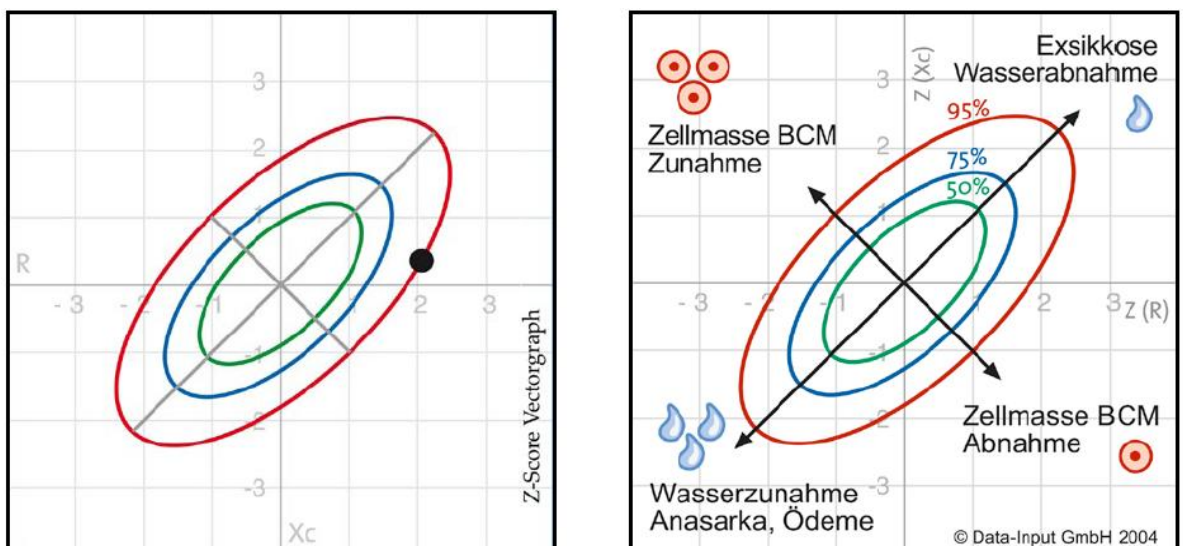
Metabolikus Szindróma



H12 ábr

Metabolikus szindróma esetén a mérési pont egyértelműen a keresztengely alatt található (balra lent), mint egy jelezve a patológiás túlvizesedést. A további BIA értékek, mint pl. ECM (extracelluláris tömeg) vagy az ECM/BCM-index igazolják, hogy metabolikus szindróma esetén a víz túlnyomó többségében extracellulárisan raktározódik. A testsejttömeg BCM a metabolikus szindróma esetén gyakran hasonlóan magas, mint az atletikus testalkatnál, ez a BCM sejtek hiperhidratációjával függhet össze.

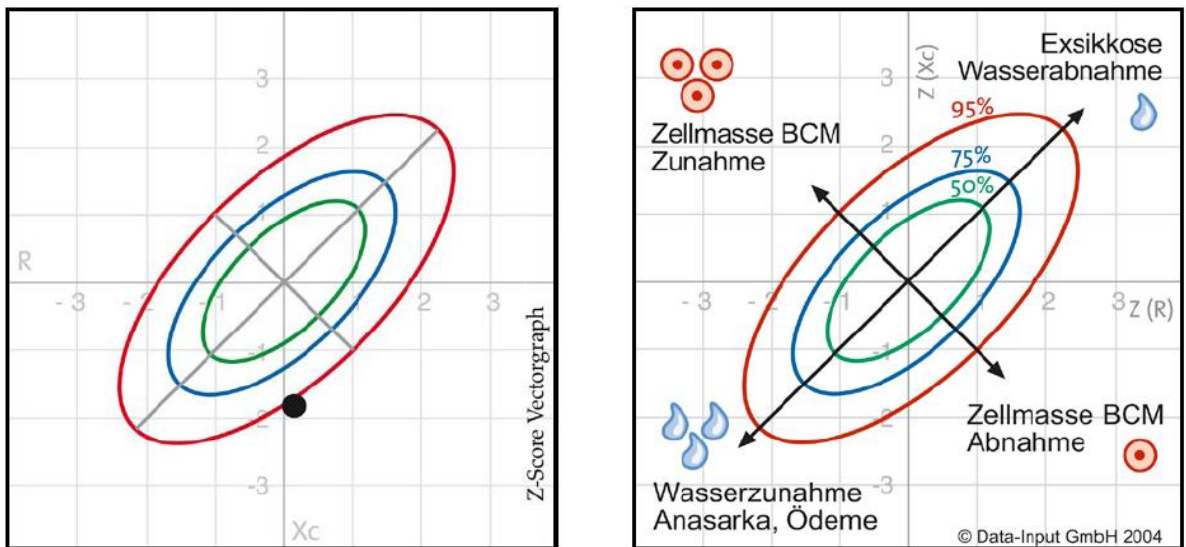
Anorexia



H13 ábra: Anorexia

A mérési pont tipikusan a keresztengely felett található és jócskán a hosszanti tengelytől jobbra. A sovány tömeg ugyan úgy, mint a BCM mennyisége manifeszt anorexiás páciensnél alacsony. A kachexiával ellentétben inkább egy exikózisról, mint túlvizesedésről van szó.

Kachexia



H 14 ábra: Kachexia

Karakterisztikusan a kachexia esetében a mérési pont a hosszanti tengelyhez viszonyítva messze jobbra található, mintegy jelezve a jelentős BCM veszteséget. Az anorexiával ellentétben egy túlvizesedés egészen az ödéma kialakulásáig figyelhető meg (a mérési pontok a kereszt tengely alatt találhatóak).

I. PREMIUM – Software a testanalízis és tápláltsági állapot analíziséhez

Teljesítmény jellemzők

1. Individuális összehasonlító értékek: Ideális-, normál-,BMI differenciált értékek

Általában a BIA értékek kiértékeléséhez csak ideális (optimális) értékek álnak rendelkezésre. Az új PREMIUM software további összehasonlításokat tesz lehetővé azért, hogy több mint 200.000 ember adatait statisztikusan feldolgozták. Ezekből az analízisekből 3 különböző módon lehet összehasonlítási értékeket kapni:

- a. **ideális érték** – analízis leginkább egészséges személyek részére
- b. **normálérték** – analízis azon személyeknél, akiknél rossz a tápláltsági szint, időskorban és adipoz betegeknek
- c. **Speciális összehasonlító értékek** – olyan vizsgált személyek csoportjában kik nagyon soványak (BMI<19) és túlsúlyosoknál (BMI 25-55) – speciálisan az anorexia és az adipozitás I-III szintjénél a tápláltsági szint megállapításához.



a. Ideális értékek

Az ideális értékek egészséges vékony és sportos személyek statisztikai adataiból állnak össze. Ezért elsősorban egészséges személyek kiértékelésénél használható.

- b. Mindenekelőtt manifeszt vagy krónikus betegségekkel küzdő pácienseknél, rossz tápláltsági állapotnál használjuk fel összehasonlítás céljából ezen értékeket. Ehhez a Data-Input GmbH. a normál csoportból származó 31.633 személyt értékelt ki (S32 és S33 táblázat). Kiválasztási kritérium volt egy normál testsúly (BMI 19-24), az egészségi állapot és az edzettségi szint nem volt kiválasztási kritérium. Mivel a test összetétel a kora szignifikánsan változik a vizsgált személyeket 3 korcsoportba sorolták be. 18-29 év, 30-59 év, 60-69 év. A normál intervallum tehát az értékelési tartománytól-ig kizárólag 10 -90 % között lett meghatározva.



Vegyük figyelembe, hogy az itt definiált normál értékek nem „kell” és nem „optimális” értékek.

M= középérték

s=standart eltérés

tól = 10%

ig = 90%

Nők n= 29.409	18 - 29 év n=8.958				30 - 59 év n=19.393				60 - 69 év n=1058			
			Normál tartomány				Normál tartomány				Normál tartomány	
	M	s	tól	ig	M	s	tól	ig	M	s	tól	ig
Mért értékek:												
Testmagasság m	1,68	0,06	1,6	1,76	1,66	0,06	1,59	1,74	1,64	0,06	1,57	1,72
Test tömeg kg	64,8	6,2	56,6	72,8	64,5	5,8	57,1	71,9	63,2	5,9	55,9	70,6
Rezisztancia/ellenállás R 50 kHz	617	61	542	796	604	61	529	684	602	63	522	683
Reaktancia Xc 50 kHz	64	8,9	54	75	63	9	53	74	58	10	47	70
Fázisszög Fok	6	0,7	5,2	6,8	6	0,7	5,2	6,8	5,5	0,8	4,7	6,4
Számított értékek:												
Test víztartalma l	33,3	2,8	29,8	36,9	33,3	2,8	29,9	36,9	32,7	2,9	29,1	36,1
Zsirtömeg kg	19,3	4,3	13,8	24,7	19	4	13,9	24,2	18,6	4	13,3	23,7
Zsirtömeg %	29,6	4,7	23,4	35,4	29,3	4,7	23,3	35	29,2	4,8	22,7	35
Sovány tömeg kg	45,4	3,8	40,7	50,4	45,5	3,8	40,8	50,4	44,6	3,9	39,8	49,4
Extracelluláris tömeg ECM kg	22	2,3	19,1	25	22	2,3	19,1	25	22,7	2,6	19,5	25,7
Test sejtömeg BCM kg	23,5	2,5	20,4	26,7	23,5	2,6	20,4	26,6	22	2,8	18,8	25,3
ECM/BCM-Index	0,94	0,12	0,8	1,09	0,95	0,13	0,8	1,1	1,05	0,17	0,86	1,23
% sejtarány	50,7	3,3	47,8	55,6	51,6	3,4	47,7	55,4	49,2	4,1	44,7	53,9
Alapenergia szükséglet kcal	1360	80	1260	1460	1360	80	1260	1455	1310	90	1210	1415

Férfiak n= 2.224	18 - 29 év n=8.958				30 - 59 év n=19.393				60 - 69 év n=1058			
			Normál tartomány				Normál tartomány				Normál tartomány	
	M	s	tól	ig	M	s	tól	ig	M	s	tól	ig
Mért értékek:												
Testmagasság m	1,82	0,07	1,72	1,92	1,79	0,07	1,7	1,89	1,76	0,07	1,67	1,86
Test tömeg kg	75,2	7,9	64,7	85	75,1	7,6	66	84,6	72,7	6,8	64	81,9
Rezisztancia/ellenállás R 50 kHz	510	54	441	581	512	54	445	579	510	51	448	572
Reaktancia Xc 50 kHz	61	8	52	71	58	9	49	68	52	11	40	61
Fázisszög Fok	6,9	0,7	6	7,7	6,5	0,8	5,6	7,4	5,8	1,1	4,7	6,6
Számított értékek:												
Test víztartalma l	45,1	4,7	39,1	51,1	44,3	4,6	38,5	50,2	42,9	4	37,6	48,4
Zsirtömeg kg	13,6	4,6	7,3	19,4	14,6	4,5	8,7	20,4	14,1	4,5	7,9	20,1
Zsirtömeg %	17,9	5,3	10,6	24,5	19,3	5,1	12,5	25,7	19,2	5,3	12,1	25,6
Sovány tömeg kg	61,6	6,5	53,5	69,8	60,5	6,3	52,6	68,6	58,6	5,4	51,4	66,1
Extracelluláris tömeg ECM kg	27,3	3,4	23,2	31,8	27,7	3,5	23,7	32,2	29	3,8	24,6	33,7
Test sejtömeg BCM kg	34,3	4,3	29,3	39,6	32,7	4,1	27,8	37,8	29,6	4	25,1	34
ECM/BCM-Index	0,8	0,15	0,68	0,93	0,86	0,17	0,72	0,99	1	0,2	0,82	1,24
% sejtarány	55,7	3,4	51,9	59,4	54,1	3,6	50,2	58	50,5	4,9	44,7	55
Alapenergia szükséglet kcal	1700	135	1450	1870	1650	130	1495	1810	1550	125	1410	1690

I 1 ábra 1. és 2. táblázat: BIA adtok és számított testösszetételek egészséges nők (n=29.409) és férfiak (n=2.224), a BMI 19,0-24,9 kg/m². Normáltartomány definíció 10 és 90 %.

c. Statisztikai összehasonlítási értékek BMI és kor alapján részletezve.

Eddig hiányzott a megítélési lehetőség azon pácienseknél akik a normál súlyon kívülre estek. Mit nevezhetünk még normálisnak egy 19 alatti BMI-nél vagy az Adipositas I-III fokainál? A NutriPlus betömi ezt a rést egy csoport specifikus értékeléssel az alacsonysúlyú és a túlsúlyos személyek esetében. Összesen 187.274 18 és 80 év között személy adatait értékelték ki. Ebből 160.696 nő és 26.678 férfi (Isd. 2. táblázat). A kiválasztási kritérium a BMI volt. Az egészségi vagy az edzetségi állapot nem volt kritérium. A statisztikai normál intervallum egyes csoportnál (től-ig) 10-90 között lett meghatározva.

Vegyék figyelembe, hogy az itt definiált összehasonlító értékek nem „kell” és nem „optimális” értékek.

Következő csoportokat határozták meg:

- Alacsony súly: BMI < 19
- Túlsúly I fok: BMI 25,0 – 29,9
- Túlsúly II fok: BMI 30 – 34,9
- Túlsúly III fok: BMI 40,0 – 44,9
- BMI 35,0 – 39,0
- BMI 45,0 – 49,9
- BMI 50,0 – 54,9

A táblázatok a következő oldalakon találhatóak

Frauen n=160.596	Untergewicht		
	BMI < 19,0 (M=17,9) n=771		
	M	s	VO n
Gemessene Werte:			
Körperhöhe (m)	1,67	0,06	1,59
Körpergewicht (kg)	49,9	4,0	43,5
Alter	32,1	8,1	19,0
Resistance R (Ohm)	676	74	587
Reactance Xc (Ohm)	66	10	54
Phasenwinkel (Grad)	5,6	0,7	4,8
Berechnete Werte*:			
Ganzkörperwasser TBW (l)	29,8	2,7	26,2
Körperfett BF (kg)	9,2	3,2	5,0
Körperfett BF (%)	18,2	5,4	10,9
Magermasse LBM (kg)	40,6	3,7	36,0
Body Cell Mass BCM (kg)	20,2	2,6	17,0
Extrazelluläre Masse BCM (kg) BCMV	20,4	2,2	17,7
BCM Index	1,02	0,18	0,86
% Zellanteil	49,8	3,9	45,5
Grundumsatz kcal	1260	80	1150

Männer n=26.678	Untergewicht		
	BMI < 19,0 (M=17,9) n=89		
	M	s	VO n
Gemessene Werte:			
Körperhöhe (m)	1,79	0,08	1,69
Körpergewicht (kg)	57,2	6,0	50,7
Alter	33,5	15,2	19,0
Resistance R (Ohm)	602	58	529
Reactance Xc (Ohm)	63	10	49
Phasenwinkel (Grad)	6,0	0,1	4,9
Berechnete Werte*:			
Ganzkörperwasser TBW (l)	36,7	3,9	31,7
Körperfett BF (kg)	7,2	2,8	3,5
Körperfett BF (%)	12,4	4,4	6,7
Magermasse LBM (kg)	50,2	5,2	43,2
Body Cell Mass BCM (kg)	25,9	4,3	20,1
Extrazelluläre Masse BCM (kg) BCMV	24,2	3,0	20,6
BCM Index	0,97	0,26	0,76
% Zellanteil	9,4	5,2	46,1
Grundumsatz kcal	1430	130	1250

	Normalgewicht				Übergewicht Grad I				Übergewicht Grad II ⇒					
	BMI 19-24,9 (M=23,2) n=29.573				BMI 25-29,9 n=46.105				BMI 30-34,9 n=50.555				BMI 35-39,9 n=22.573	
bis	M	s	von	bis	M	s	von	bis	M	s	von	bis	M	s
1,75	1,67	0,06	1,60	1,75	1,65	0,06	1,58	1,73	1,65	0,06	1,57	1,73	1,64	0,07
56,0	64,5	6,0	57,0	72,0	75,4	6,7	67,0	84,2	87,4	7,7	77,8	97,5	100,1	8,9
49,0	36,2	12,1	23,0	53,0	41,9	12,7	26,0	59,0	44,9	13,2	27,0	62,0	45,3	13,4
776	608	62	532	688	567	56	498	639	526	54	460	595	489	51
79	63	9	53	74	60	8	50	70	55	8	46	66	51	8
6,4	5,9	0,7	5,1	6,8	6,0	0,7	5,2	6,9	6,0	0,7	5,2	6,9	6,0	0,7
33,2	33,2	2,8	29,8	36,8	35,4	2,9	31,7	39,1	37,9	3,2	33,9	42,1	40,5	3,6
13,3	19,1	4,1	13,8	24,3	27,0	4,6	21,3	33,0	35,7	5,3	29,1	42,6	44,7	6,1
25,0	29,4	4,7	23,3	35,1	35,6	4,0	30,5	40,6	40,7	3,6	36,0	45,2	44,6	3,4
45,4	45,4	3,8	40,7	50,3	48,4	4,0	43,4	53,5	51,8	4,4	46,3	57,5	55,3	4,9
23,5	23,4	2,5	20,3	26,6	25,1	2,7	21,8	28,5	26,9	3,0	23,2	30,7	28,7	3,3
23,1	22,0	2,3	19,2	25,0	23,3	2,5	20,2	26,4	24,9	2,7	21,5	28,4	26,7	3,0
1,20	0,95	0,13	0,80	1,12	0,94	0,13	0,78	1,09	0,93	0,13	0,78	1,09	0,94	0,14
53,8	51,5	3,3	47,2	55,6	51,9	3,4	47,8	56,0	51,9	3,5	47,8	56,0	51,8	3,6
1360	1350	80	1260	1460	1410	80	1300	1520	1470	90	1350	1590	1520	100

	Normalgewicht				Übergewicht Grad I				Übergewicht Grad II ⇒					
	BMI 19-24,9 (M=23,1) n=2.226				BMI 25-29,9 n=6.741				BMI 30-34,9 n=11.071				BMI 35-39,9 n=4.642	
bis	M	s	von	bis	M	s	von	bis	M	s	von	bis	M	s
1,90	1,80	0,07	1,70	1,89	1,79	0,07	1,70	1,88	1,78	0,07	1,69	1,87	1,78	0,07
64,7	74,9	7,8	65,1	84,6	89,1	8,1	79,0	99,6	102,3	9,3	90,7	114,5	117,1	10,6
57,0	38,3	14,1	21,0	59,0	43,3	12,7	27,0	61,0	45,1	12,6	28,0	62,0	45,2	12,9
678	511	54	445	579	471	48	413	534	437	45	383	496	408	45
76	58	8	48	69	55	8	46	65	51	7	42	60	47	7
7,1	6,5	0,8	5,6	7,5	6,6	0,8	5,7	7,6	6,6	0,8	5,7	7,6	6,5	0,8
41,7	44,4	4,7	38,7	50,2	48,9	4,8	43,0	55,0	53,3	5,2	46,9	60,0	57,9	5,9
10,8	14,2	4,6	8,1	20,0	22,2	5,0	15,9	28,7	29,5	5,8	22,4	37,0	38,0	6,6
18,4	18,9	5,3	11,8	25,4	24,9	4,7	18,8	30,7	28,7	4,4	23,2	34,3	32,4	4,4
57,0	60,6	6,4	52,8	68,6	66,8	6,5	58,7	75,1	72,8	7,1	64,1	82,0	79,1	8,0
31,0	32,9	4,3	27,8	38,2	36,6	4,3	31,2	42,0	39,8	4,7	34,0	45,8	42,9	5,4
28,5	27,7	3,5	23,7	32,3	30,2	3,6	25,7	34,9	33,0	4,0	28,2	38,2	36,2	4,6
1,17	0,85	0,13	0,71	1,00	0,83	0,12	0,70	0,98	0,84	0,13	0,70	0,98	0,85	0,14
56,8	54,2	3,6	50,0	58,4	54,7	3,4	50,5	58,8	54,7	3,5	50,5	58,8	54,2	3,7
1600	1660	135	1500	1820	1770	140	1600	1940	1870	150	1690	2060	1970	170

Übergewicht Grad III ⇒													
		BMI 40-44,9 n=7959				BMI 45-49,9 n=2.389				BMI 50,0-54,9 n=671			
von	bis	M	s	von	bis	M	s	von	bis	M	s	von	bis
1,56	1,73	1,64	0,07	1,56	1,73	1,64	0,07	1,55	1,72	1,63	0,07	1,54	1,72
89,0	111,7	113,4	10,1	101,0	126,6	126,0	11,1	112,3	140,3	138,8	12,2	123,4	155,0
27,0	63,0	44,7	13,1	28,0	62,0	44,2	12,5	28,0	61,0	44,4	12,0	29,0	61,0
425	556	456	50	395	521	430	48	371	493	403	48	345	465
42	61	48	8	38	57	44	7	35	54	41	7	32	50
5,1	6,9	6,0	0,8	5,1	6,9	5,9	0,7	5,0	6,9	5,8	0,8	4,9	6,8
36,1	45,1	43,2	3,9	38,3	48,3	45,6	4,2	40,4	50,9	48,1	4,7	42,2	53,9
37,2	52,8	54,2	7,0	45,6	63,4	63,7	7,8	54,1	74,0	73,0	8,5	62,2	84,5
40,1	48,9	47,8	3,3	43,5	51,9	50,5	3,2	46,4	54,6	52,6	3,1	48,4	56,5
49,3	61,6	59,1	5,4	52,3	66,0	62,3	5,7	55,2	69,5	65,7	6,4	57,6	73,6
24,6	32,8	30,5	3,6	26,0	35,0	32,0	3,7	27,3	36,5	33,4	4,1	28,2	38,6
23,0	30,6	28,6	3,4	24,6	32,9	30,3	3,6	25,9	35,0	32,3	4,1	27,2	37,8
0,78	1,11	0,95	0,15	0,78	1,12	0,96	0,15	0,78	1,14	0,98	0,16	0,80	1,17
47,2	56,0	51,6	3,7	47,2	56,0	51,3	3,7	46,7	56,0	50,8	3,9	46,1	55,6
1390	1650	1580	110	1440	1720	1630	120	1480	1770	1670	130	1510	1840

Übergewicht Grad III ⇒													
		BMI 40-44,9 n=1.400				BMI 45-49,9 n=395				BMI 50,0-54,9 n=114			
von	bis	M	s	von	bis	M	s	von	bis	M	s	von	bis
1,68	1,87	1,78	0,07	1,69	1,88	1,77	0,07	1,68	1,86	1,77	0,08	1,68	1,88
104,0	131,0	133,3	12,1	118,1	149,6	148,0	12,6	133,3	164,6	163,5	15,2	145,2	185,5
28,0	62,0	44,8	12,8	27,0	61,0	43,4	12,2	27,0	60,0	43,4	10,6	28,0	58,0
354	466	381	45	328	439	361	42	303	416	345	50	284	421
38	56	43	7	34	52	39	7	31	49	37	7	27	45
5,5	7,6	6,4	0,8	5,4	7,4	6,2	0,8	5,2	7,3	6,1	0,8	5,0	7,0
50,7	65,4	63,1	6,6	54,7	71,4	67,1	6,8	59,3	75,9	71,4	8,5	62,2	82,4
29,7	46,8	47,1	7,8	37,4	57,0	56,4	8,9	44,3	67,7	66,0	11,3	53,0	82,7
26,7	38,0	35,3	4,4	29,6	40,9	38,0	4,5	31,5	43,4	40,3	5,2	33,6	48,1
69,2	89,4	86,2	9,1	74,8	97,6	91,7	9,3	81,1	103,7	97,5	11,7	85,0	112,6
36,2	49,8	46,2	5,9	39,0	53,7	48,4	6,2	40,9	55,9	50,8	7,1	43,2	60,1
30,6	42,1	40,0	5,4	33,3	47,2	43,2	5,8	36,2	50,6	46,7	6,9	38,5	55,2
0,70	1,02	0,88	0,15	0,72	1,04	0,90	0,16	0,73	1,09	0,93	0,15	0,76	1,14
49,4	58,8	53,6	3,9	48,9	58,0	52,8	4,0	47,8	57,6	52,1	4,0	46,7	56,6
1760	2190	2070	190	1850	2310	2150	200	1910	2380	2220	230	1980	2520

Gyermekek és fiatalok kiértékelése

A NutriPlus lehetővé teszi a gyermekek és fiatalok BIA mérési eredményeinek kiértékelését, már 3 éves kórtól. A magyarázat szempontjából nagy jelentősége van a kornak megfelelő értékeknek (percentilis). A kiértékeléshez összesen 12.019 vizsgálat eredményét összesítették, 3 és 17,9 év közötti 6329 lány és 5627 fiú értékei szerepelnek Németországból (5 és 6 táblázat). Az analízis egy speciális Gyermek egyenleten alapszik, ami a sovány tömeg számítására alapszik.



Sovány tömeg= $Ht^2 / R+F \times wt$

(Ht= testmagasság cm-ben; R=Rezisztencia; F= Faktor; wt=testtömeg kg-ban)

3 és 14,9 év közöttiekénél a következő paramétereket számítjuk:

- Testzsírtömeg kg-ban
- Testzsírtömeg %-ban
- Testvíztömeg
- Soványtömeg
- Fázisszög

15 év felett további 3 paramétert számítunk.

- Testsejttömeg – BCM
- Extracelluláris tömeg – ECM
- ECM/BCM-index

6 éves kortól ezenkívül még a BIA vektorrajzokat is elemezzük. Gyermek és fiatal korban adipozitas gyanúja esetén diagnosztikus vizsgálati tervet biztosít egy extra táblázat (itt nincs megjelenítve). A 7. és 8. táblázat a 39. és 40. oldalon áttekintést biztosít a gyermekek és fiatalok testösszetételének számításához valamint összefoglalja a megfelelő publikációkat.

I3 ábra 5 és 6 táblázat (37 és 38. old.): adatok a Data-Input gyermekcsoportból származnak n=6.392 lány; n=5627 fiú 3 és 17,9 év között kor szerint csoportosítva.

Gyermekek és fiatalok kiértékelése

Normálértékek a testösszetételhez: lányok n=6.392

s = Standardabweichung P = Perzentilen

Alter	n	Kompartiment	Mittelwert	s	P ₃	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	P ₉₇
3	113	Körperfett BF (kg)	2,7	1,5	1,4	1,5	2,5	4,1	5,0
		Körperfett BF (%)	16,1	4,8	8,9	11,0	15,4	22,3	25,0
		Magermasse LBM (kg)	13,3	1,7	10,9	11,4	13,1	15,6	16,3
		Ganzkörperwasser TBW (l)	10,3	1,4	8,5	8,9	10,0	11,9	12,6
		Phasenwinkel (Grad)	5,3	0,6	4,4	4,6	5,2	6,1	6,4
4	141	Körperfett BF (kg)	2,9	1,2	1,1	1,5	2,7	4,7	5,4
		Körperfett BF (%)	15,4	4,7	6,7	9,4	15,2	21,4	25,1
		Magermasse LBM (kg)	15,5	1,8	12,6	13,3	15,4	17,9	19,2
		Ganzkörperwasser TBW (l)	11,6	1,2	9,8	10,1	11,4	13,6	14,5
		Phasenwinkel (Grad)	5,4	0,6	4,3	4,7	5,3	6,1	6,4
5	173	Körperfett BF (kg)	3,3	1,6	1,0	1,7	3,1	5,4	7,5
		Körperfett BF (%)	15,5	5,3	6,0	9,4	15,8	22,6	26,4
		Magermasse LBM (kg)	17,5	2,4	13,3	14,5	17,5	20,5	22,4
		Ganzkörperwasser TBW (l)	12,9	1,7	10,0	10,9	12,8	15,1	16,4
		Phasenwinkel (Grad)	5,7	0,6	4,7	5,0	5,6	6,3	6,6
6	1860	Körperfett BF (kg)	4,7	2,1	1,9	2,7	4,2	7,2	9,7
		Körperfett BF (%)	20,0	5,7	9,9	13,2	19,7	27,4	31,6
		Magermasse LBM (kg)	18,0	2,4	14,0	15,1	17,8	21,1	23,0
		Ganzkörperwasser TBW (l)	13,6	1,8	10,8	11,6	13,4	16,0	17,8
		Phasenwinkel (Grad)	5,2	0,6	4,2	4,5	5,1	5,8	6,3
7	662	Körperfett BF (kg)	4,8	2,0	2,0	2,8	4,4	7,3	10,0
		Körperfett BF (%)	19,6	5,3	10,1	12,9	19,6	26,3	30,4
		Magermasse LBM (kg)	19,0	2,7	14,8	15,8	18,7	22,4	25,1
		Ganzkörperwasser TBW (l)	14,3	2,0	11,3	12,1	14,0	17,0	18,8
		Phasenwinkel (Grad)	5,2	0,6	4,2	4,6	5,2	5,9	6,4
8	98	Körperfett BF (kg)	5,2	3,0	0,9	2,0	4,5	9,4	13,8
		Körperfett BF (%)	17,2	7,0	2,8	7,7	16,6	26,7	32,1
		Magermasse LBM (kg)	23,8	3,6	16,9	19,0	23,5	28,8	31,1
		Ganzkörperwasser TBW (l)	17,2	2,7	12,8	14,0	16,7	20,7	24,1
		Phasenwinkel (Grad)	5,9	0,9	4,5	4,9	5,7	6,9	8,6
9	347	Körperfett BF (kg)	7,6	3,6	2,6	3,9	6,8	12,1	16,7
		Körperfett BF (%)	21,8	6,5	8,8	13,6	22,0	30,3	34,3
		Magermasse LBM (kg)	25,8	4,1	19,7	21,2	25,2	31,5	34,0
		Ganzkörperwasser TBW (l)	19,2	3,2	14,8	15,7	18,4	23,4	26,7
		Phasenwinkel (Grad)	5,5	0,6	4,6	4,9	5,4	6,1	7,1
10	1143	Körperfett BF (kg)	9,2	4,3	3,5	4,9	8,3	14,6	19,0
		Körperfett BF (%)	24,1	6,7	11,6	15,8	24,2	32,9	37,0
		Magermasse LBM (kg)	27,5	4,5	20,5	22,4	27,0	33,6	37,6
		Ganzkörperwasser TBW (l)	20,7	3,7	15,3	16,5	20,2	25,5	28,9
		Phasenwinkel (Grad)	5,4	0,6	4,5	4,8	5,4	6,0	6,5
11	429	Körperfett BF (kg)	9,9	4,8	3,1	4,5	8,9	17,0	21,2
		Körperfett BF (%)	24,0	7,5	9,3	14,2	23,7	34,2	37,0
		Magermasse LBM (kg)	29,8	5,5	21,1	23,6	28,9	37,1	41,4
		Ganzkörperwasser TBW (l)	22,3	4,3	15,6	17,6	21,4	28,0	31,2
		Phasenwinkel (Grad)	5,4	0,6	4,4	4,7	5,3	6,0	6,6
12	80	Körperfett BF (kg)	8,9	4,4	3,5	4,4	7,7	14,3	21,5
		Körperfett BF (%)	19,8	6,6	9,1	12,1	18,4	28,9	37,3
		Magermasse LBM (kg)	34,8	5,7	23,6	26,7	34,7	42,6	44,6
		Ganzkörperwasser TBW (l)	24,8	4,0	17,4	18,9	24,5	29,9	33,5
		Phasenwinkel (Grad)	5,6	0,7	4,4	4,8	5,6	6,6	7,5
13	53	Körperfett BF (kg)	10,0	4,3	3,6	5,1	9,3	16,5	19,7
		Körperfett BF (%)	19,7	5,9	9,9	11,9	20,5	28,0	30,6
		Magermasse LBM (kg)	39,3	5,6	26,6	33,4	38,5	46,3	52,5
		Ganzkörperwasser TBW (l)	27,8	4,3	18,8	23,7	27,5	33,7	38,2
		Phasenwinkel (Grad)	5,8	0,5	5,0	5,1	5,8	6,7	7,0
14	192	Körperfett BF (kg)	14,6	5,6	6,3	8,8	13,5	15,9	28,0
		Körperfett BF (%)	25,2	5,7	14,7	18,1	25,1	34,2	36,2
		Magermasse LBM (kg)	41,9	5,7	33,5	36,0	41,1	37,1	55,3
		Ganzkörperwasser TBW (l)	30,9	4,7	24,5	26,4	29,9	28,0	41,8
		Phasenwinkel (Grad)	5,5	0,6	4,4	4,8	5,5	6,1	6,5
15	334	Körperfett BF (kg)	17,9	4,5	9,4	12,3	17,9	23,5	26,7
		Körperfett BF (%)	28,6	5,0	17,6	22,5	29,1	34,6	37,4
		Magermasse LBM (kg)	44,2	4,9	34,4	38,0	44,0	50,7	53,3
		Ganzkörperwasser TBW (l)	33,3	3,6	26,2	28,6	33,3	37,9	40,2
		Phasenwinkel (Grad)	5,8	0,6	4,6	5,0	5,7	6,6	7,0
16	354	Körperfett BF (kg)	18,8	3,8	11,6	13,8	18,9	23,9	25,7
		Körperfett BF (%)	29,6	4,5	21,2	23,9	29,4	35,0	37,9
		Magermasse LBM (kg)	44,6	4,8	35,6	39,2	44,1	50,9	53,9
		Ganzkörperwasser TBW (l)	33,8	3,3	27,4	29,6	33,8	38,0	39,9
		Phasenwinkel (Grad)	5,9	0,7	4,6	5,1	5,8	6,7	7,2
17	397	Körperfett BF (kg)	18,3	4,1	11,4	13,0	18,5	23,6	26,2
		Körperfett BF (%)	28,8	4,8	19,4	22,5	28,9	34,5	37,6
		Magermasse LBM (kg)	45,0	4,9	35,8	38,6	44,7	51,4	54,4
		Ganzkörperwasser TBW (l)	33,9	3,3	27,7	29,5	34,0	38,2	40,1
		Phasenwinkel (Grad)	6,0	0,6	4,9	5,2	5,9	6,7	7,4

© Data-Input GmbH 2005

Ezen kiértékelés elkészítését a Christian-Albrechts-Universität, Humán táplálkozási és Élelmiszertudományi intézet, Kiel, professor M.-I. Müller és Dr. Bosy-Westphal valamint a Friedrich-Schiller –Universität, Jena, Dr. Kromeyer-Hauschild által biztosított adatok tették lehetővé.

Gyermekek és fiatalok kiértékelése

Normálértékek a testösszetételhez: fiúk n=5.627

s = Standardabweichung P = Perzentilen

Alter	n	Kompartiment	Mittelwert	s	P ₃	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	P ₉₇
3	98	Körperfett BF (kg)	2,0	0,8	0,8	1,1	2,0	3,1	3,5
		Körperfett BF (%)	12,8	4,2	5,2	7,2	12,9	18,9	20,8
		Magermasse LBM (kg)	13,8	1,4	11,0	12,1	13,8	15,7	16,6
		Ganzkörperwasser TBW (l)	10,3	0,9	8,8	9,3	10,2	11,5	12,2
		Phasenwinkel (Grad)	5,2	0,6	4,1	4,4	5,2	6,0	6,3
4	161	Körperfett BF (kg)	2,3	1,1	0,8	1,2	2,2	3,6	4,6
		Körperfett BF (%)	12,8	4,5	4,2	7,5	12,5	18,3	22,1
		Magermasse LBM (kg)	15,7	1,9	12,4	13,0	15,8	18,2	19,2
		Ganzkörperwasser TBW (l)	11,6	1,3	9,4	9,9	11,5	13,0	13,8
		Phasenwinkel (Grad)	5,4	0,5	4,4	4,7	5,4	6,0	6,5
5	169	Körperfett BF (kg)	2,6	1,2	0,7	1,3	2,4	4,1	5,2
		Körperfett BF (%)	12,8	4,5	4,0	6,5	11,8	18,4	21,8
		Magermasse LBM (kg)	15,7	2,5	13,6	14,7	17,8	21,2	22,9
		Ganzkörperwasser TBW (l)	11,6	1,7	10,2	10,9	12,7	15,0	16,9
		Phasenwinkel (Grad)	5,5	0,6	4,5	4,8	5,4	6,3	6,7
6	1790	Körperfett BF (kg)	4,1	1,7	1,5	2,1	3,7	6,3	9,1
		Körperfett BF (%)	17,2	5,1	7,1	10,5	16,8	23,9	29,5
		Magermasse LBM (kg)	18,9	2,6	14,6	15,8	18,6	22,4	24,6
		Ganzkörperwasser TBW (l)	14,0	1,9	11,1	11,8	13,7	16,6	18,6
		Phasenwinkel (Grad)	5,2	0,6	4,2	4,5	5,1	5,8	6,4
7	773	Körperfett BF (kg)	4,3	2,2	1,5	2,3	3,8	6,8	9,8
		Körperfett BF (%)	17,0	5,7	6,8	10,6	16,6	20,7	30,1
		Magermasse LBM (kg)	20,2	2,9	15,8	16,9	19,8	23,8	26,8
		Ganzkörperwasser TBW (l)	14,8	2,1	11,8	12,6	14,4	17,5	19,9
		Phasenwinkel (Grad)	5,2	0,6	4,2	4,5	5,2	5,9	6,4
8	108	Körperfett BF (kg)	4,1	2,2	0,8	1,9	3,9	6,9	10,1
		Körperfett BF (%)	17,0	6,1	3,2	6,6	13,3	22,8	26,3
		Magermasse LBM (kg)	24,5	3,1	19,2	21,1	23,9	28,7	30,3
		Ganzkörperwasser TBW (l)	17,2	1,9	13,7	15,1	17,0	19,7	21,3
		Phasenwinkel (Grad)	5,0	0,9	4,5	5,0	5,9	7,0	8,6
9	247	Körperfett BF (kg)	5,0	3,7	2,4	3,0	5,9	12,8	16,5
		Körperfett BF (%)	18,9	7,0	8,2	10,7	18,5	29,5	35,0
		Magermasse LBM (kg)	27,5	3,5	20,9	23,3	27,3	32,4	34,4
		Ganzkörperwasser TBW (l)	17,9	2,9	15,3	16,7	19,4	24,3	26,5
		Phasenwinkel (Grad)	5,6	0,6	4,6	4,9	5,6	6,3	6,8
10	1167	Körperfett BF (kg)	8,0	4,2	2,8	3,9	6,9	13,7	18,3
		Körperfett BF (%)	21,0	6,8	9,3	12,8	20,3	30,6	35,2
		Magermasse LBM (kg)	28,4	4,2	21,6	23,5	28,1	34,1	37,1
		Ganzkörperwasser TBW (l)	20,8	3,5	15,9	17,0	20,3	25,5	28,3
		Phasenwinkel (Grad)	5,5	0,5	4,6	4,8	5,4	6,1	6,5
11	462	Körperfett BF (kg)	9,1	4,8	3,2	4,3	7,7	15,6	20,3
		Körperfett BF (%)	21,9	7,0	9,8	13,3	21,8	31,5	35,7
		Magermasse LBM (kg)	30,5	5,1	22,0	24,6	29,9	37,6	42,3
		Ganzkörperwasser TBW (l)	22,4	4,1	16,3	17,9	21,7	27,6	31,5
		Phasenwinkel (Grad)	5,5	0,5	4,6	4,9	5,5	6,2	6,5
12	120	Körperfett BF (kg)	8,8	6,1	1,5	3,0	6,9	17,6	26,3
		Körperfett BF (%)	18,9	9,1	4,1	7,6	18,6	31,3	39,4
		Magermasse LBM (kg)	34,9	6,9	23,4	27,5	33,8	44,8	49,5
		Ganzkörperwasser TBW (l)	24,8	5,0	17,0	19,5	23,6	31,8	34,2
		Phasenwinkel (Grad)	5,7	0,6	4,5	4,9	5,6	6,4	7,0
13	53	Körperfett BF (kg)	6,8	4,1	0,4	2,8	6,3	11,7	19,6
		Körperfett BF (%)	13,2	6,7	0,8	5,3	12,6	22,1	29,8
		Magermasse LBM (kg)	44,4	9,0	25,6	35,1	44,2	55,3	66,3
		Ganzkörperwasser TBW (l)	29,7	5,8	19,1	23,2	29,5	35,5	44,6
		Phasenwinkel (Grad)	6,0	0,6	4,7	5,3	5,9	7,0	7,2
14	186	Körperfett BF (kg)	10,3	5,8	2,5	4,5	9,4	17,6	26,4
		Körperfett BF (%)	16,6	6,6	5,2	8,5	16,3	25,4	31,0
		Magermasse LBM (kg)	49,8	8,9	30,5	37,2	50,1	62,1	65,8
		Ganzkörperwasser TBW (l)	33,9	6,1	21,8	25,9	33,7	41,8	47,7
		Phasenwinkel (Grad)	5,8	0,5	4,7	5,1	5,8	6,4	6,9
15	149	Körperfett BF (kg)	12,5	6,9	3,9	5,6	10,7	21,5	30,4
		Körperfett BF (%)	18,5	7,4	6,4	10,0	18,0	29,6	34,6
		Magermasse LBM (kg)	52,4	7,2	39,3	42,5	52,8	61,7	65,2
		Ganzkörperwasser TBW (l)	36,2	5,4	26,9	28,9	35,7	43,3	50,1
		Phasenwinkel (Grad)	6,0	0,7	4,6	5,0	5,9	7,0	7,6
16	69	Körperfett BF (kg)	13,6	7,1	4,1	6,6	12,4	21,8	38,2
		Körperfett BF (%)	19,0	6,9	7,2	11,5	18,4	27,9	38,1
		Magermasse LBM (kg)	56,0	7,6	40,1	46,4	55,2	66,9	74,9
		Ganzkörperwasser TBW (l)	38,6	5,5	27,1	32,7	38,2	47,4	51,6
		Phasenwinkel (Grad)	6,4	0,7	5,2	5,5	6,5	6,8	7,7
17	52	Körperfett BF (kg)	13,7	4,1	5,8	9,0	13,3	19,7	23,0
		Körperfett BF (%)	19,0	5,0	10,1	11,8	18,8	26,1	30,9
		Magermasse LBM (kg)	58,2	7,6	47,0	49,7	55,8	69,4	76,6
		Ganzkörperwasser TBW (l)	39,9	4,5	31,8	35,2	38,9	45,9	49,7
		Phasenwinkel (Grad)	6,6	0,7	4,8	5,5	6,7	7,5	7,9

© Data-Input GmbH 2005

Ezen kiértékelés elkészítését a Christian-Albrechts-Universität, Humán táplálkozási és Élelmiszertudományi intézet, Kiel, professor M.-I. Müller és Dr. Bony-Westphal valamint a Friedrich-Schiller –Universität, Jena, Dr. Kromeyer-Hauschild által biztosított adatok tették lehetővé.

Képlet áttekintés a testfolyadék TBW a zsírtömeg FM vagy a zsírmentes tömeg FF gyermekek és fiatalok esetében

f

Anthropometrie:	
<p>Lohmann (1986): Deurenberg et al. (1990):</p> <p>Slaughter et al. (1988):</p>	<p>FM (kg) = wt x (5.28/D) - 4.86 FM (%) = ((562 - 4.2 (age (years) - 2))/D - (525 - 4.7 (age (years) - 2))), where D is body density: Boys, D (g/ml) = 1.690 - 0.0788 x (log (sum of four skinfolds)) Girls, D (g/ml) = 1.2063 - 0.0999 x (log (sum of four skinfolds)) Summe von HFD Subscapula + Triceps > 35mm: Jungen: BF (%) = 0.783 x (HFD Subscapula + Triceps) + 1.6 Mädchen: BF (%) = 0.546 x (HFD Subscapula + Triceps) + 9.7 Summe von HFD Subscapula + Triceps < 35mm: Jungen: BF (%) = 1.21 x (HFD Subscapula + Triceps) - 0.008 x (HFD Subscapula + Triceps)² + k* Mädchen: BF (%) = 1.33 x (HFD Subscapula + Triceps) - 0.013 x (HFD Subscapula + Triceps)² - 2.5</p>
Bioelektrische Impedanz Analyse:	
<p>Cordain et al. (1988): Davies et al. (1988): De Lorenzo et al. (1998): Deurenberg et al. (1989):</p> <p>Deurenberg et al. (1990):</p> <p>Fjeld et al. (1990): Houtkooper et al. (1989): Houtkooper et al. (1992): Kushner et al. (1992): Schaefer et al. (1994): Wabitsch et al. (1996): Wühl et al. (1996):</p>	<p>FFM = 6.86 + 0.81 x (Ht²/R) (Ht in cm) TBW = - 0.5 + 0,60 x (Ht²/R) (Ht in m) FFM = 2.33 + 0.588 x (Ht²/R) + 0.211 x wt (Ht in cm) FFM = 0.430 x 10⁴ x Ht²/R + 0.354 x wt + 0.9 x sex (sex: 1 = männlich, 2 = weiblich; Ht in m) Jungen und Mädchen im Alter von 7-9 Jahren: FFM = 0.640 x 10⁴ x (Ht²/R) + 4.83 Mädchen von 10-12 und Jungen von 10-15 Jahren: FFM = 0.488 x 10⁴ x (Ht²/R) + 0.221 x wt + 12.77 x Ht - 14.7 Mädchen älter als 13 und Jungen älter als 16 Jahre: FFM = 0.258 x 10⁴ x (Ht²/R) + 0.375 x wt + 6,3 x sex + 10.5 x Ht - 0.164 x age - 6.5 (sex: 1 = männlich, 2 = weiblich; Ht in m) TBW = 0.76 + 0.18 x /Ht²/R) + 0.39 x wt (Ht in cm) FM (%) = -1.11 x (Ht²/R) + 1.04 x wt + 15.16 (Ht in cm) FFM = 0.61 x (Ht²/R) + 0.25 x wt + 1.31 (Ht in cm) TBW = 0.593 x (Ht²/R) + 0.065 x wt + 0.04 (Ht in cm) FFM = 0.65 x (Ht²/R) + 0.68 x age + 0.15 (Ht in cm) TBW = 0.35 x (Ht²/R) + 0.27 x age + 0.14 x wt - 0.12 (Ht in m) TBW = 1.99 + 0.144 x (Ht²/R) + 0.40 x wt (Ht in cm)</p>
Anthropometrie kombiniert mit Bioelektrischer Impedanz Analyse:	
<p>Goran et al. (1996):</p>	<p>FFM (kg) = (0.16 x (Ht²/R)) + (0.67 x wt) - (0.11 x TSF (mm)) - (0.16 x SSF (mm)) + (0.43 x sex) + 2.41 (sex: 1 = männlich, 2 = weiblich; Ht in cm)</p>

wt = weight (kg); Ht = height (in m oder cm); TBW = Total Body Water in l; FFM = Fat-Free-Mass in kg; FM = Fat Mass bzw. BF = Body Fat = Weight - FFM; TSF = Triceps Skinfold Thickness (mm); SSF = Subscapular skinfold thickness (mm); Age = years, HFD = Hautfaltendicke. k* = Konstante nach Tanner-Reifestadium

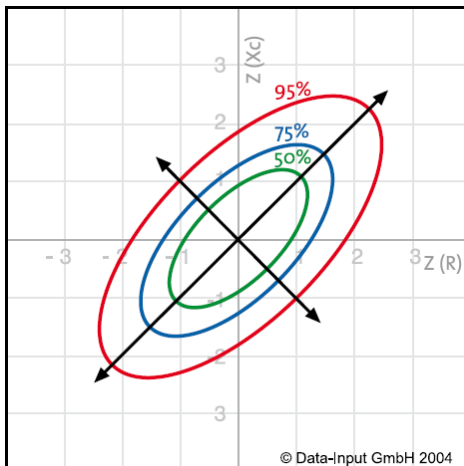
BIA képletek gyermekek és fiatalok: publikációk áttekintése

Autor, Jahr	Formel	Studienbeschreibung	Literaturangabe
Cordain et al. 1988	$FFM = 6.86 + 0.81 \times (Ht^2/R)$ (Ht in cm)	Insgesamt 30 gesunde Kinder wurden mittels BIA, Densitometrie und K40-Ganzkörperzählung untersucht. Jungen (n=14): 12,5 ± 1,0 Jahre, Größe 157,7 ± 8,4 cm, Gewicht 46,3 ± 8,7 kg. Mädchen (n=16): 11,6 ± Jahre, Größe 153,5 ± 8,3 cm, Gewicht 44,5 ± 7,7 kg.	Cordain Loren, Whicker, R., Johnson J.: Body Composition Determination in Children Using Bioelectrical Impedance. Growth Dev. Aging (1988) 52: 37-40.
Davies et Preece 1988	$TBW = -0.5 + 0.60 \times (Ht^2/R)$ (Ht in m)	Die 26 untersuchten gesunden Kinder waren 12,9 ± 3,3 Jahre alt, wogen 39,8 ± 15,4 kg und waren 1,41 ± 0,18 m groß. Die Formel wurde mit Deuterium-Dilution validiert.	Davies Peter S., Preece, M.: The prediction of total body water using bioelectrical impedance in children and adolescents. Annals of Human Biology, 1988, Vol. 15, No. 3, 237-240.
De Lorenzo et al. 1998	$FFM = 2.33 + 0.588 \times (Ht^2/R) + 0.211 \times wt$ (Ht in cm)	Diese Formel evaluierte de Lorenzo an 35 Schulkindern im Alter von 7,7 bis 13 Jahren. Vergleichsmethode: DEXA.	De Lorenzo A, SP Sorge, Iacopino L, Andewoli A, de Luca PP, Sasso FF: Fat-Free Mass by bioelectrical impedance vs dual-energy x-ray absorptiometry (DXA). Appl. Radiat. Isot. 1998; 49: 739-741.
Deurenberg et al. 1989	$FFM = 0.430 \times 10^4 \times Ht^2/R + 0.354 \times wt + 0.9 \times sex$ (sex: 1 = männlich, 2 = weiblich; Ht in m)	Die Daten wurden an 73 gesunden präpubertären Kindern im Alter von 8-11 Jahren erhoben. Die Kinder wogen 31,8 ± 5,5 (Jungen) bzw. 29,8 ± 3,8 kg. Die Körpergröße betrug 1,37m ± 0,05 (Jungen) bzw. 1,36 m ± 0,06 (Mädchen).	Deurenberg P, Kooy, K., Paling, A., Withagen, P.: Assessment of Body Composition in 8-11 year old Children by Bioelectrical Impedance. European Journal of Clinical Nutrition 1989, 43, 623-629.
Deurenberg et al. 1990	Jungen und Mädchen im Alter von 7-9 Jahren: $FFM = 0.640 \times 10^4 \times (Ht^2/R) + 4.83$ Mädchen von 10-12 und Jungen von 10-15 Jahren: $FFM = 0.488 \times 10^4 \times (Ht^2/R) + 0.221 \times wt + 12.77 \times Ht - 14.7$ Mädchen älter als 13 und Jungen älter als 16 Jahre: $FFM = 0.258 \times 10^4 \times (Ht^2/R) + 0.375 \times wt + 6.3 \times sex + 10.5 \times Ht - 0.164 \times age - 6.5$ (sex: 1 = männlich, 2 = weiblich; Ht in m)	Insgesamt wurden 246 Kinder im Alter von 7-25 Jahren mittels BIA, Densitometrie und Anthropometrie untersucht. Da die Ergebnisse stark altersabhängig waren, wurden je 3 Altersgruppen gebildet.	Deurenberg P, Kusters, C., Smit H.: Assessment of body composition by bioelectrical impedance in children and young adults is strongly age-dependent. European Journal of Clinical Nutrition 1990, 44, 261-268.
Fjeld et al. 1990	$TBW = 0.76 + 0.18 \times (Ht^2/R) + 0.39 \times wt$ (Ht in cm)	Diese Formel zur Berechnung des Körperwassers TBW wurde an 65 peruanischen Kindern evaluiert. Die Kinder waren zum Teil mangelernährt oder untergewichtig. Das Alter betrug 3-30 Monate alt, das Gewicht lag zwischen 3,4 und 14,4 kg. Die Formel wurde mit Deuterium-Dilution validiert.	Fjeld CR, Freundt-Thume J, Schoeller, DA.: Total Body water measured by O18 dilution and impedance in well and malnourished children. Pediatric Research 1990; Vol. 27, No. 1, 98-102.
Houtkooper et al. 1989	$FM (\%) = -1.11 \times (Ht^2/R) + 1.04 \times wt + 15.16$ (Ht in cm)	In dieser Arbeit wurden 41 Mädchen und 53 Knaben im Alter von 10 - 14 Jahren untersucht. Die Kinder waren durchschnittlich 155,9 bzw. 153,1 cm groß und wogen 50,6 bzw. 47,5 kg. Die Formel wurde validiert mit Anthropometrie und Deuterium-Dilution.	Houtkooper LB, Lohmann TG, Going SB, Hall MC. Validity of bioelectrical impedance for body composition assessment in children. J. Appl. Physiol. 1989; 66: 814-821.
Houtkooper et al. 1992	$FFM = 0.61 \times (Ht^2/R) + 0.25 \times wt + 1.31$ (Ht in cm)	Houtkooper entwickelte diese Formel im Vergleich zu Anthropometrie, Densitometrie und Deuterium-Dilution an 25 Schulkindern im Alter von 10-14 Jahren sowie an 68 Kindern im Alter von 11-19 Jahren. Die Kinder waren 153,6 +/- 10,6 cm groß und wogen 47,0 +/- 11,3 kg.	Houtkooper LB, SB Going, TG Lohman, AF Roche, M Van-Loan: Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. J. Appl. Physiol. 1992; 71: 366-373.
Kushner et al. 1992	$TBW = 0.593 \times (Ht^2/R) + 0.065 \times wt + 0.04$ (Ht in cm)	Die Messungen von 62 Erwachsenen, 37 präpubertären Kindern, 44 Vorschulkindern und 32 untergewichtigen Frühgeborenen wurden mit BIA und Deuterium-Dilution validiert.	Kushner Robert F, D. Schoeller, C. Fjeld, and L. Danford: 12. Is the impedance index (ht ² /R) significant in predicting total body water? Am. J. Clin. Nutr. 1992; 56: 835-9.
Mayfield et al. 1991	$TBW (ml) = 215.6 WL^2 / R + 592$	Spezialformel für untergewichtige Säuglinge. W = Weight in kg, L = Crown-Heel-Length in cm. Inhalt: 32 untergewichtige Neugeborene <2500g wurden bei Geburt und 4-7 Tage nach Geburt gemessen. Validiert wurde mit Deuterium für TBW und Bromid für ECW.	Mayfield Steven R., Ricardo Uauy, and Dawn Waidehich: Body Composition of low-birth-weight infants determined by using bioelectrical resistance and reactance. Am. J. Clin. Nutr. 1991; 54:296-303.
Schaefer et al. 1994	$FFM = 0.65 \times (Ht^2/R) + 0.68 \times age + 0.15$ (Ht in cm)	Entwickelt an 112 gesunden Kindern im Alter von 11,8 ± 3,7 Jahren. Die Fettfreie Masse FFM wurde mit Kalium 40-Ganzkörperzählung validiert.	Schaefer F, M. Georgi, A. Ziegler und K. Schärber. Pediatric Research, Vol. 35, No. 5, 1994, 617-624. Usefulness of Bioelectric Impedance and Skinfold Measurements in Predicting Fat-Free Mass Derived from Total Body Potassium in Children.
Wabitsch et al. 1996	$TBW = 0.35 \times (Ht^2/R) + 0.27 \times age + 0.14 \times wt - 0.12$ (Ht in m)	Die Formel wurde an 146 übergewichtigen Kindern im Alter von 12,7 ± 3,0 Jahren entwickelt. Die Kinder wogen 74,1 ± 22,3 kg bei einer Größe von 158,5 ± 15,7 cm. Referenzmethode: Deuterium-Dilution.	Wabitsch M, Braun, U., Heinze, E., Muche, R., Mayer, H., Tellere, W., Fusch, C.: Body Composition in 5-18-y-old obese children and adolescents before and after weight reduction as assessed by deuterium dilution and bioelectrical impedance analysis. Am. Journal of Clin. Nutrition, 1996; 64: 1-6.
Wühl et al. 1996	$TBW = 1.99 + 0.144 \times (Ht^2/R) + 0.40 \times wt$ (Ht in cm)	Spezialformel für die Bestimmung des Körperwassers bei dialysepflichtigen Kindern und Jugendlichen. 14 Patienten mit Peritonealdialyse waren durchschnittlich 11,9 Jahre alt; 9 Patienten mit Hämodialyse waren im Durchschnitt 16,6 Jahre alt. Validierung mit Deuterium-Dilution.	Wühl E., Ch. Fusch, K. Schärer, O. Mehls, F. Schaefer. Assessment of total body water in paediatric patients on dialysis. Nephrol. Dial. Transplant (1996) 11: 75-80.

wt = weight (kg); Ht = Height in m oder cm; TBW = Total Body Water in l; FFM = Fat-Free-Mass in kg; FM = Fat Mass bzw. BF = Body Fat = Weight - FFM;

I 5 ábra 8 táblázat: publikációk áttekintése a gyermekeknél és fiataloknál használt képletekről

3. A Z-Score-vektorrajz



A professor A. Piccoli vectorrajza világszerte egyszerűsítette a BIA eredmények értékelését. Az itt alkalmazott és teljesen újonnan kidolgozott vektorrajzokat két munkacsoportban a Paduai Egyetem (prof. A. Piccoli) és a Kielli Egyetem (prof. M.-I. Müller) egy nagyszabású kutatómunkában pontosan 228.899 vizsgált személy adatai alapján fejlesztette ki – a legnagyobb adatállomány amely vektorrajznál ez idáig felhasználásra került. A nagy létszámú esetek miatt speciális vektorok készülhettek különböző pácienscsoportokra és kérdésekre vonatkoztatva.

I 6 ábra magyarázó rajz vektorszázalékokkal

- Normálcsoport vektorrajza
- Felnőttek vektorrajza 18-70 év között és testsúly szempontjából széles spektrumot fog át (BMI 18,5 – 50)
- Speciális gyermek vektorrajzok, 6 éves kortól normális és túlsúlyos gyermekek részére



Testsúly független BIA mérés

A legtöbb képletnél a testsúly fontos rész képez a testösszetétel meghatározásánál. Azon pácienseknél, akiknél nem ismert a testsúly illetve nem lehet a súlyukat megmérni (pl.: fekvő betegek) legtöbbször nem készíthető BIA mérés. Ezért a NutriPlus egy speciális képletet készített, melyből a testtömeg nélkül is kiszámíthatóak a soványtömeg értékek.

Az egyenlet lehetővé teszi a soványtömeg kiszámítását:

$$\text{Soványtömeg (kg)} = \text{Ht}^2/\text{R} + \text{F} \times \text{s}$$

(R= rezisztencia; Ht= testmagasság méter; F= Faktor; s= nem; 0 => nők; 1 => férfiak)

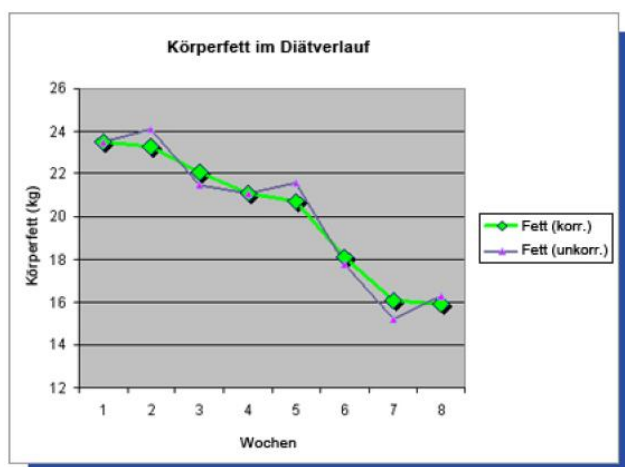
A soványtömegből a fázisszög segítségével a következő testalkotókat határozhatjuk meg:

- Test sejtömeg BCM
- Extracelluláris tömeg ECM
- ECM/BCM-index
- Százalékos sejtarány (%)
- Ez a 4 paraméter mindenekelőtt a katabolikus folyamatok felismerését segítik a BCM-ben. A megfelelő normálértékek egy megfelelő speciális táblázatból származik. A test zsír meghatározása (és más paraméterek) meghatározása ebben a funkcióban nem lehetséges.

Téves mérések: ágyban fekvőknél könnyen kaphatunk hibás eredményt a mérés során. Az ok legtöbbször a páciens csekély mozgása miatt lehetséges. A BIA mérést normálisan a következőképpen kell kivitelezni: a páciens vízszintesen, sima felületen fekszik a hátán. A karok és a lábak kb. 45°-ban egymástól (illetve a testtől) eltávolítva (abducalva), hogy a mérőáram a teljes kar, test és láb hosszon át tudjon folyni. Minden perifériás érintés a karon, testen vagy a lábon hibás mérést eredményezhet a folyó áram eltérítése miatt. Ennek elkerülése érdekében egy szigetelő réteget kell biztosítani, egy törölközőt vagy összehajtogatott lepedőt kell a hónalj illetve a combok közé helyezni.

A testtömeg független BIA-mérés természetesen kevésbé pontos, mint a hagyományos testtömeggel alátámasztott mérés, de lehetővé teszi kielégítő analízist. Mindenek előtt az ápolásra szorulóknál könnyíti meg a tápláltsági szint megállapítását.

A testzsír a diéta során



Zsír – korrigált

Zsír – Nem korrigált

I 7 ábra: testzsír érték pontos meghatározása; szürke vonal= korrigálatlan zsír érték, a víz mennyiség ingadozása miatt; zöld vonal = korrigált zsír, fiziológias lefutás

5. A zsírmeghatározás optimalizálása (korrigált zsír)

A BIA mérés mérőárama a testfolyadék közvetítésével és ezáltal a sovány tömeg révén terjed tovább az egész testen. A testzsír, mint szigetelő szerepel ilyenkor, amiben a BIA mérőárama nem terjed tovább. A BIA ezért a testzsírtömeget csak közvetett úton méri, mint a soványtömeg és a testtömeg különbségét.

Ez az oka annak, hogy a testvíztartalmának ingadozása mely lehet a napi ingadozástól vagy más befolyásoló tényező által kiváltott a zsírtömeg mérésének változását okozhatja. A következményes változások nyomon követhetőek a zsírtömeg mennyiségében. A NutriPlus egy képletet tartalmaz, mely ezen víz-ingadozásokat kiküszöböli.

Új paraméter jelenik meg, amit „zsír korrigált” névvel tüntetünk fel, ami a NutriPlus értékelésben szintén megjelenítődik. Az eredetileg kiszámított zsírérték az eredmény megjelenik (mint „zsír korrekció nélkül”). A zsírkorrekció mind a klinikai, mind a praxisok mindennapjaiban igazolta magát.

J. Mérési Technika



J1 ábra Bioimpedancia mérőhely

A BIA mérés kivitelezéséhez az alábbiakra van szüksége:

- Kezelő ágy
- Egy megfelelő mérleg
- Egy BIA készülék a mérőkábelrel és speciális elektródákkal
- Fertőtlenítő és vatta
- PC kiértékelő software-rel

Pontos és reprodukálható mérést csak pontos mérési technikával lehet kivitelezni. A mérőelektróda pozícionálásának csak egy 1 cm-rel történő hibás felhelyezése például 20 ohmos mérési eltérést okozhat; ez pedig 1 l víznek felel meg.

1. A mérés kivitelezése:

1. Indikációk / kontraindikációk

A mérés a csecsemőkortól egészen az agykorig lehetséges. Nincsen semmilyen olyan betegség ami kontraindikálná az impedanciamérést. Még a szívritmusszabályozóval rendelkező páciensek is probléma nélkül mérhetők. Annak ellenére, hogy világszerte még nem volt rá példa a beültetett defibrilátorral rendelkező páciensek mérését kerülni kell, mert biztosan nem zárható ki, hogy a mérés nem aktiválja a defibrilátort. Mivel gyakran nincsen információ vagy feljegyzés a

szívritmusszabályozó típusáról ezért ezen pácienseknél inkább javasoljuk, hogy tekintsenek el a méréstől.

2. Általános előkészületek

- 4-5 óra teljen el az utolsó étkezéstől számítva
- A legutolsó sporttevékenységet követően 12 órával
- 24 óra teljen el az utolsó alkoholfogyasztástól számítva
- A végtagoknak normál hőmérsékletűnek kell lennie

3. A mérés előkészítése

3.1 A páciensnek vízszintesen lazán kell feküdnie. Normálisan háton fekvé történik a mérés, de hason fekvé is lehetséges. A vízszintestől való eltérés vagy a végtagok feszített állapota befolyásolhatja a mérési eredményt. A páciens ideális esetben 10 percet nyugodtan kell hogy feküdjön addig, míg a vér az egész testben egyenletesen el nem oszlik.

3.2 A páciens lábainak kb. 45°-ot kell bezárniuk úgy, hogy a combok ne érjenek össze. A karoknak kb. 30°-os szöget kell bezárniuk a testtel. A lábak illetve a kar –törzs érintkezése rövidítheti az áram útját így erősen hamis eredményt eredményezhet a mérés során.

3.3 A végtagoknak a mérés során a testtel egy magasságban kell lenniük.. Ha valamelyik végtag a mérés során alacsonyabban vagy magasabban van az megváltoztathatja a mérési eredményt.

3.4 A páciens nem érhet külső fém tárgyhoz (pl. fém vizsgálóágy keretéhez). Ékszer, fülbevaló vagy karóra ugyan úgy nem befolyásolja a mérési eredményt, mint az osteosíteziszhez használt fémek vagy szívritmusszabályozók.

3.5 A mérést standardizálási okok miatt a domináns oldalon végezzük, tehát a legtöbb esetben a jobb oldalon (jobb kéz, jobb láb). A folyamatméréseket (ismétel vagy kontroll) mindig ugyan azon az oldalon végezzük.

3.6 A vizsgált oldali végtagok legyenek csupaszok. Műszálas ruha befolyásolhatja a mérési eredményt. A nyomást okozó kötések befolyásolják a végtag folyadéktereit és befolyásolják a mérési eredményt.

4. Az elektródák felhelyezése

Az orvosi Bioimpedancia mérés módszereként világszerte a tetrapoláris és az ipsilaterális ragasztós elektródával történő mérés terjedt el. Ezért 2-2 zselés elektródát rögzítünk

rögzítünk a test azonos oldalán lévő kézre és lábra. Különösen fontos az elektródák pontos felhelyezése.

4.1 Kézelektrodák:

Csuklóra helyezhető elektródák: Húzzon egy vonalat a singcsont végének legmagasabb pontján át (Processus styloideus ulnae). Az elektróda proximális szélét erre a vonalra ragassza fel.

Ujjakra helyezhető elektródák:

Húzzon egy vonalat a mutatóujj és a középső ujj alapízületének közepén keresztül. Ragassza fel az elektróda disztális szélét ennek a vonalnak a mentén.

4.2 Lábelektrodák:

Lábujjra helyezhető elektrodák: Húzzon egy vonalat a 2. és 3. lábujj alapízületének közepén keresztül (ehhez be kell hajlítani a lábujjakt, hogy látszszanak az ízületek). Ragassza az elektróda disztális szélét hosszában erre a vonalra.

Bokaízületre helyezhető elektrodák: Húzzon egy egyenes vonalat a külső és a belső bokacsont közötti legmagasabb ponton keresztül. Ragassza fel az elektróda proximális szélét hosszában erre a vonalra.

A bőrnek azon a területen, ahová az elektrodák kerülnek, zsírmentesnek és száraznak kell lennie. A zsíros, vagy nedves bőr azt eredményezheti, hogy az elektrodák rosszul tapadhatnak. A bőrt egy alkohollal vagy fertőtlenítőszerrel átitatott vattával meg kell tisztítani. Extra száraz vagy nagyon redős bőr esetében a vezetési képesség javítható egy cseppnyi ultrahang gél segítségével.



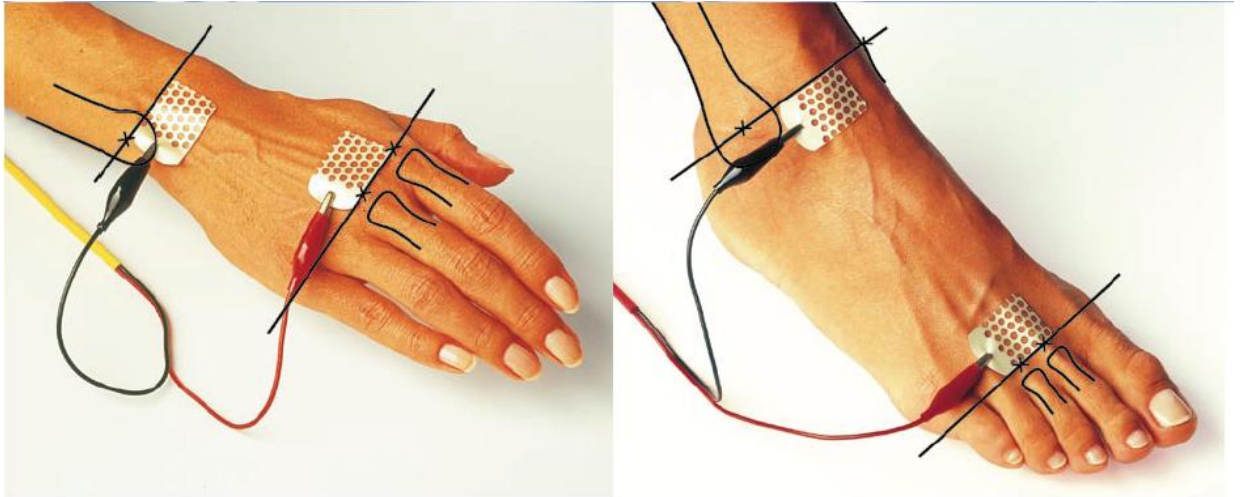
J2 ábra

5. Elektrodák

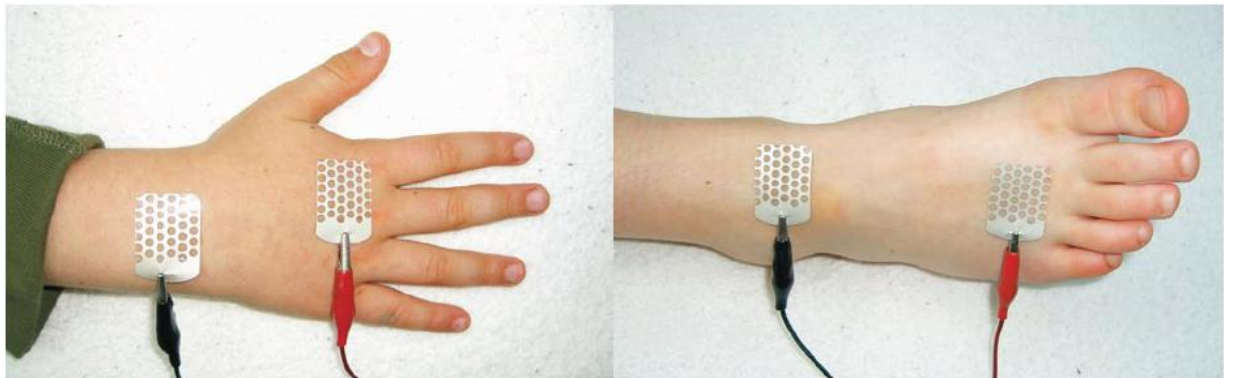
A nem megfelelő elektrodák használata messze a leggyakoribb oka a mérési problémáknak, és a hibás méréseknek Csak a BIA-hoz megfelelő márkájú elektrodákat használja, amelyek eleget tesznek a következő követelményeknek:

- Gél-felület $> 4 \text{ cm}^2$
- Kéz-és lábellenállás $< 300 \text{ Ohm}$
- Sandwich-ellenállás $50 \text{ kHz-nél } < 30 \text{ Ohm}$ (lásd a: Hibaforrások fejezetet)

Felnőtteknél az elektrodáknak egymástól legalább 5 cm-re kell lenniük. Gyerekeknél az elektrodák közötti távolság legalább 3 cm legyen, ha kisebb a távolság, az az elektrodák közötti kölcsönhatáshoz vezethet. Különösen kicsi kezek esetén, ill. gyerekek esetén a különösen nagy elektrodákat hosszában ketté kell vágni.



J3 és J4 ábra elektróda felhelyezése felnőtteknél



J5 ábra Elektróda felhelyezése gyermekeknél



J6 ábra elektróda felhelyezés nagyon kicsi kéz és láb esetében: a minimális távolságot ami 3 cm, elérhetjük az elektróda felezésével

6. Mérőkábel és a mérőkábel csatlakoztatása

A mérőkábelt szorosan csavarozza rá a mérőkészülékre.

A mérőkábel 2 dupla kábeltől áll; ezek mindegyike krokodilcsipeszben végződik.

A dupla kábel és a csipeszek mindegyike jelölve van.

6.1 A kéz-és a lábkábel jelölése:

- A kézkábelnek sárga színű csatlakozója van.
- A lábkábelnek piros színű csatlakozója van.

6.2 A disztális és a proximális krokodilcsipeszek jelölése:

- A piros csipesz a disztális tapadó elektródához (kézujj és lábujj közelbe) kell csatlakoztatni.
- A fekete csipeszt proximális tapadó elektródához (a boka és a csukló területére) kell csatlakoztatni.

A mérőkábelnek a mérésnél lehetőleg szabadon a levegőben kell lógnia és nem szabad megcsavarodnia. Ha mégis felfekszik a kábel, akkor arra kell ügyelni, hogy fémhez ne érjen illetve kábelnek nem szabad bekapcsolt képernyőn lógnia, vagy pedig bekapcsolt mobiltelefonok vagy más elektromos berendezések közvetlen közelében lennie.

2. Hibaforrások az elektródák kiválasztásánál és felhelyezésénél.

Mint orvosi műszerként engedélyezett digitális készülék a Bioimpedancia analízáló készülék nagyon pontosan és megbízhatóan mérnek. A hibás mérések okai szinte mindig a mérőkábel – elektróda - bőr viszonylatában keresendő. Elektródaproblémás a leggyakrabban jelentkező ok a hibás mérések esetében.

Ha nagyon eltér vagy nem értelmezhető mérési eredményt kapunk, logikusan javasolt a következő értékek ellenőrzése: (15 évnél idősebb és 45 kg-nál nagyobb testtömeg esetében):

1. Rezisztencia-értékek 50 kHz-nél:

A rezisztenciára vonatkozó fiziológiai tartomány:

Nőknél $R = 400 - 750 \text{ Ohm}$

Férfiaknál $R = 350 - 650 \text{ Ohm}$

Ha az $R=$ érték a fiziológiai tartományon kívül esik, akkor kérjük, vegye figyelembe a következőket:
Ritka

esetben előfordulhatnak ilyen értékek olyan személyeknél, akiknek nagyon nagy, vagy nagyon kicsi a testsejt tömege (BCM), vagy felléphet ez ödéma esetén. A leggyakoribb ok, az elektródák vagy a mérőkábel által

okozott problémák. Próbáljon ki friss, BIA-hoz alkalmas elektródákat.

2. Reaktancia- értékek 50 kHz-nél:

A reaktanciára vonatkozó fiziológiai tartomány a mindenkori rezisztencia értékek 8 % - 14% (például: egy 500 Ohm –os rezisztenciánál az X_c - nek 40 és 70 Ohm között kell lennie). Ha az $R=$ érték a fiziológiai tartományon kívül esik, akkor vegye figyelembe: ha a mérési értékek < 8% vagy alatta vannak, a vizsgált személynél alultápláltság lehet. Ha a mérési értékek > 14% ez előfordulhat nagyon

edzett sportolóknál pl. testépítőknél. A leggyakoribb ok, az elektródák vagy a mérőkábel által okozott problémák. Próbáljon ki friss, BIA-hoz alkalmas elektródákat.

3. Kézellenállás vagy lábellenállás 50 kHz-nél > 300 Ohm: Ezek az ellenállások reprezentálják elviekben a bőr-elektroda átmenő ellenállást. Ha a kéz- vagy lábellenállás > 300 Ohm, ennek 2 gyakori oka lehet: a) bőrproblémák (nagyon száraz, szigetelő bőr vagy zsíros, amelyen az elektródák rosszul tapadnak) vagy b) BIA-hoz alkalmatlan elektródafajta alkalmazása. Száraz bőrnél EKG-gélt kell használni. A zsíros bőrt alaposan zsírtalanítani kell esetleg magas százaléku alkohollal. Mindig BIA-hoz alkalmas elektródákat használjon. Ha készülék olyan kéz- és/vagy lábellenállást mér, mely > 250 , a kiértékelő szoftver hibajelzést ad.

Az elektródák és elektródafajták ellenőrzése:

Az elektródák sokféle okból nem lehetnek alkalmasak a BIA – mérésekre.

A leggyakoribb okok:

- Többszöri felhasználás

Az egészségügyben mindenütt takarékoskodni kell. Az elektródák méghozzá egyszer használatos cikkek és nem szabad többször felhasználni. Ezen kívül az elektródák többszöri felhasználás esetén baktériumokat és gombákat vihetnek át.

- Szállítási vagy raktározási károsodások

A meleg levegőjű helyiségekben vagy száraz levegőn a gél gyorsan kiszárad és a gél saját ellenállásának megnövekedéséhez vezet. Egy felbontott csomag elektródát két hónapon belül fel kellene használni. Szállítás közben károsodást okozhat a fagy vagy a hőség ezek csak nehezen bizonyíthatók. Erre utaló jel, ha az elektródahordozó erősen ragad és túlságosan magas a kéz-és lábellenállás.

- Molibdén fólia

A molibdénből készült hordozófóliájú elektródák alapvetően nem alkalmasak a BIA – mérésekhez. Ennek a jelenségnek nem ismeretes az oka.

Az elektródák minőségét Ön is bármikor ellenőrizheti a „Szendvics tesztel“ -tel:

Ragasszon 2 elektródát a géles oldalával egymásra; a fülek ellentétes irányba mutassanak. Rögzítse egy mérőkábel piros és a fekete krokodilkapcsait egy fülhöz. Most kapcsolja be a mérőkészüléket (50 kHz). Most az elektróda saját ellenállását méri. Az aktuális eredményt a szoftverben leolvashatja (lásd az ábrát).

A megfelelő értékek: Rezisztencia $R < 30$ Ohm Reaktancia $X_c < 1$ Ohm

Javasolt érték: Ellenállás $R < 50$ Ohm, $X_c < 5$ Ohm

Nagyon jó érték: Ellenállás $R < 30$ Ohm, $X_c < 3$ Ohm



J7 ábra Szendvics teszt az elektródák ellenőrzéshez

K. A Bioelektronikai Impedancia analízis Klinikai alkalmazási területei

/Dr. med. Matthias Pirlich, Charité Berlin/

Bevezetés

A Bioelektronikai Impedancia analízisnek több előnye van (BIA) a többi testösszetételt analizáló technikákkal szemben: a gyakorlatban a BIA egyszerű és gyors, gazdaságos, nem invazív és nem veszélyes (1;2). Ezen felül a BIA-mérőkészülék mobilitása miatt a betegágy melletti alkalmazása is lehetséges súlyos betegek vizsgálata céljából. A jó reprodukálhatóság (3) miatt ez az eljárás alapján véve jól alkalmazható ismételt méréseknél, pl.: egy terápia sikerességének ellenőrzésére.

A BIA alkalmazási területei a rossz táplálkozás diagnosztizálása és jellemzése és hidratációs zavarok, folyamatellenőrzés táplálkozásterápia esetében vagy növekedési hormonterápia esetében ugyan úgy, mint súlycsökkentő programok során. Egy kritikus pont a BIA és a referencia eljárás között a nem megfelelő egyezések egyes pácienscsoportok között. A klinikai gyakorlatban származtatott értékeket alkalmaznak, ennél fogva az impedancia-mérési eredményeknél figyelembe vesszünk további paramétereket, mint életkor, nem, magasság, testtömeg, a testösszetétel (teljes testvíztartalom, extracelluláris víz, zsírmentes tömeg, vagy testsejttömeg) elemzésekor. Ezeket az eljárásokat legtöbbször egészséges körülmények között referencia eljárások során validálják. Ha az ember a BIA negatív értékeket elemzi, akkor a kritika legtöbbször nem fizikai elméletet érinti (váltóáramos mérés), hanem a különböző egyenletek átviteli lehetőségét. Itt le kell szögezni, hogy a referenciaelméletek a testösszetétel méréshez empirikusan lettek kifejlesztve (pl.: densitometria, DEXA, Antropometria) modell elképzelésekkel és



feltételezéseken alapszik valamint saját hibákkal rendelkezik. Ezért van, hogy a BIA alkalmazhatósága bizonyos betegségeknél még nincsen véglegesen megválaszolva. Klinikai alkalmazhatóság ugyanakkor nem az egyedüli releváns kérdés. Fontosabb kérdés, hogy vajon egy nyert mérési eredménynek vagy egy származtatott nagyságnak van klinikailag releváns jelentősége. A BIA lehetővé teszi releváns prognosztikai leírások sorát különböző megbetegedésekkel kapcsolatban, mint pl.: HIV fertőzés, májcirrózis, hasnyálmirigy- és kolorektális karcinóma, COPD és haemodialízis esetén (4-17). Az utóbbi években végre egyre növekvő számban megjelent tanulmányok BIA mérések során kutatott nyers értékeket vizsgálták (Rezisztencia, Reaktancia, Fázisszög). A BIVA (Bioelektromos Impedancia Vektoranalízis) látványossága éppen abban rejlik, hogy komplex és nem átvihető képlettek kapcsolatos hibák kiesnek.

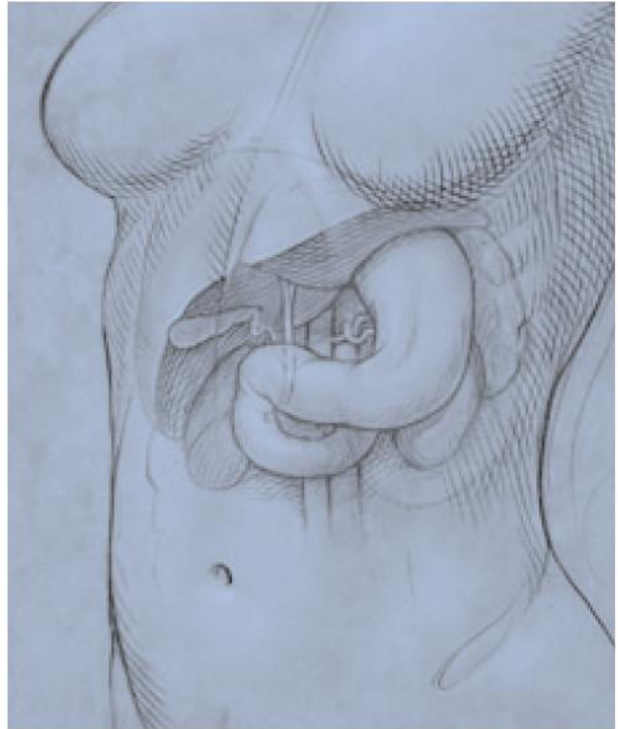
Piccoli professzor körüli munkacsoport az elektrokardiogramm képére jelenítette meg, amiben az Impedancia mint vektor a rezisztencia és reaktancia függvényében jelenítődik meg a magassághoz korrigálva. A hidratáció státusza a vektor hosszában bekövetkezett változás formájában jelenik meg, amíg a sejttömegben bekövetkezett változások a vektor elmozdulását eredményezi.

Az eredeti mérési értékek klinikai felhasználása első pillantásra absztraktnak tűnik és kevésbé egyszerű, mint a konkrét kg-ban megadott testösszetevők adatai, de úgy tűnik bizonyos klinikai szituációkba sokatmondó, hiszen bizonyos értékek a hidratációs státusz változásai miatt nem megbízhatóak.

A jelenlegi adatok szerint a klinikai kérdések szempontjából a BIA és BIVA még nincs kimerítve.

1. Gastroenterologia

Krónikus májbetegségek: egy proteinszegény táplálkozás figyelhető meg a krónikus májbetegségben szenvedő páciensek nagy részénél és független az etológiai szempontból kedvezőtlen prognózisú faktoroktól. (15). A proteinhiány a májcirrózisos páciensek esetében a teljes test káliumszint átlagosan 25-30%-kal alacsonyabb(15;16), ami a testsejttömeg veszteségéből adódik. Ezzel egyidejűleg ezen pácienseknél emelkedett vízraktározás figyelhető meg ascitesz és ödéma formájában. A klasszikus antropometriai értékek, mint testtömeg vagy BMI ugyanakkor normális lehet még akkor is ha súlyos alultápláltság áll fenn. A BIA egy megfelelő eljárás a májcirrózis esetén fellépő alultápláltság megállapítására. Ascitesz nélküli pácienseknél a BIA lehetővé teszi a teljes testsejttömeg mérését ellentétben a teljes test-káliumelmélettel szemben. Kimondott asciteszes betegeknek is jól



korreláló összefüggés van a két elmélet között, mindenesetre egyes pácienseket tekintve jelentős eltérések lehetségesek, ezért az asciteszes páciensek esetében az értékek elemzésénél óvatosság szükséges. (16). Ezen felül Selberg et al. (17) az impedancia mérés prognosztikai relevanciáját a májcirrózisos és később transzplantált betegek esetében igazolta: azon pácienseknél akiknek a BIA által meghatározott testsejttömege $< 35\%$ a hosszútávú prognózisa a májátültetést követően sokkal rosszabb volt, mint akinek a testsejttömege $> 35\%$.

A TBW és az ascitesz meghatározásával kapcsolatban különböző tanulmányokban kétségbe vonták a BIA jogosultságát (18-20). De azt is megmutatták, hogy a májcirrózisos betegnél antropometriai mérésekkel nem egyezik meg. Egy további tanulmányban szegmentális mérés elvégzését írták le a TBW meghatározásához előnyösebbnek ítélte meg ezen pácienseknél.

Itt kritikusan meg kell jegyezni, hogy a hidratáltsági státusz meghatározása vagy a zsírtömeg meghatározása ezen májcirrózisos pácienseknél tudományos szempontból fontos lehet, ugyanakkor klinikai szempontból nincs nagy jelentősége. A zsírvesztésnek prognosztikai szempontból nincs annyira jelentősége, mint a testsejttömeg veszteségnek.. Egy releváns vízraktározás klinikailag megfogható, míg egy csekély nagyságú ascitesz a legegyszerűbben sonografikus úton mutatható ki. A testsejttömeg vesztesége kevésbé egyértelmű de ugyanakkor klinikailag jelentős. Selberg egy további munkájában (9) a fázisszög jelentőségét emelték ki a klasszikus mérési módszerekkel, teljes káliumméréssel szemben, mint prognosztikus faktort a májcirrózisos betegek esetében. A fázisszög jeleníti meg a Rezisztencia és reaktancia egymáshoz való viszonyát. Tehát ugyan úgy függ folyadékalkotóktól és a testsejt tömegtől, mint a sejtmembrántól. Ez patológiailag még nem megfelelően megmagyarázott, de klinikailag már releváns jelenség csak BIA méréssel határozható meg.

Krónikus bélgulladások: A krónikus bélgulladások gyakran vezetnek fehérje és energiahányos tápláltsághoz. A tápláltsági állapot ezért jelentős kritériuma a betegség aktivitásának és a terápia eredményességének. Gyerekeknél a fejlődés eltolódását is eredményezheti. Ezen betegeknek mind a diagnózis mind a terápia nyomon követésében érdekes lehet a BIA. Krónikus bélgulladásban szenvedő gyerekek esetében a BIA nagy mértékű azonosságot mutatott a DEXA értékekkel, mint referencia eljárás az FFM meghatározásában és eredményesen alkalmazták különböző kezelési módszerek alkalmazásánál a tápláltság ellenőrzésére. Standard egyenletek alkalmazásával Jeejeeboy

csoportja M. Crohn beteg 19 felnőtnél a dilution módszerrel szemben a testfolyadék túlértékelését mutatta ki BIA mérés során. Az impedancia index korrelációja a referencia eljáráséhoz ennek ellenére kitűnő volt. A szerzők ezért a pácienscsoportjuk számára specifikus regresszió egyenletet kerestek a BIA-TBW –hez, mely ezután egy nagyon jó megegyezést adott. Ez a tanulmány egyértelművé tette, hogy a csekély megegyezés a BIA és a referencia eljárás között nem primáren a BIA elméleti problémájára vezethető vissza vagy a mérési elméletet kétségbe vonják. Sokkal inkább az következik, hogy az egyenleteket nem lehet kritikátlanul minden egyes kórképre alkalmazni és minden egyes esetet populáció specifikus egyenleteket validálni kell. A komoly készülékgyártóktól ezért kérhető, hogy a standard software mellett mindenképpen mérési „nyers” értékeket is biztosítsanak a BIA-hoz.

3. HIV fertőzés

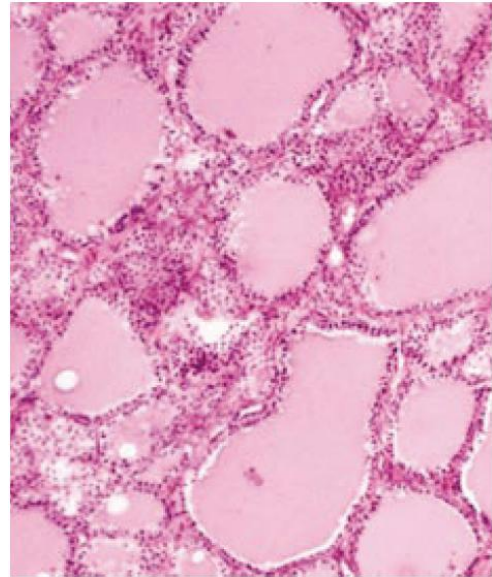
Előrehaladott HIV fertőzött betegek esetében is gyakran alakul ki protein hiányos tápláltsági állapot, az úgynevezett „wasting”, ami a viscerális proteinvesztésről és a BCM csökkenésről ismerhető fel. A testsejttömeg vesztesége már a betegség korai stádiumában felléphet. (25). A BIA segítségével a nagy valószínűséggel rossz prognózis (testtömeg<30%) meghatározható. Ezek az adatok megegyeznek egy korábbi vizsgálat eredményével, mely a teljes testkálium csökkenést a HIV fertőzött pácienseknél patológiásnak írta le(27). Az alultápláltság valószínűleg nagyobb prognosztikus jelentőséggel bír a morbiditás és mortalitás illetőleg, mint a betegség immunológiai jelentőségű értékek (8,28). Az alultápláltság egy célzott enterális táplálkozási terápiával pozitív irányba befolyásolható, a diagnosztikája ezért az AIDS páciensek kezelésének része kell hogy legyen. Másrészt BIA méréssel megmutatkozott, hogy egy antivirális terápia a BCM növekedését eredményezte (29). BIA elméleti nézőpontok alapján Kotler vezette munkacsoport egy nagy létszámú HIV fertőzött csoportot vizsgált(27). A szerzők rámutattak, hogy a BIA az alultáplált AIDS páciensek esetében elegendő azonosságot mutatott a referencia eljárással a TBW, a zsírtömeg és a BCM és csekély FFM és BCM változást kimutatott.



Nem csak elméleti, hanem klinikai szempontból is érdekes Ott és társai vizsgálata a prognosztikus értékelhetőség a 12 különböző paraméter, köztük a testösszetétel, CD4+ értéke és klinikai-kémiai paraméterei az alultáplált HIV fertőzött pácienseknél(8). Ebben a tanulmányban megmutatták, hogy a korai stádiumú HIV pozitív betegeknél az alacsony fázisszög a legjobb prediktív paraméter a hosszútávú túléléshez. Ez a szerzők számára is meglepő eredményt mutatott, azt hogy a BIA mérési eredmény (fázisszög) a klinikailag is jelentős eredményeket adhat (zsírmentes tömeg, zsírtömeg). Minden bizonnyal a HIV fertőzött pácienseknél nem csak a testsejttömeg vesztesége jelenik meg hanem a membránpotenciál romlása is bekövetkezik. Az, hogy vajon a fázisszög, mint folyamat jelző paraméter az antivirális terápiánál vagy táplálkozási terápiánál is megfelelő, eddig nem vizsgálták.

3. Endokrinológia

Cushing-kór: Bizonyos endokrinológiai betegségek, mint például az akromegália vagy a Cushing-kór jelentős testösszetétel változással járnak. A Cushing-kórt jól le lehet írni egy kifejezett alap adipositással, amely egyidejűleg elkeskenyedett végtagokkal és izomatropfiával jár együtt. Klinikailag vezető problémát okozhat a kezeletlen pácienseknél az izomtömeg és az izomfunkció csökkenése, amely a vázizom mellett a szívizomzatot is jelentős mértékben érinti. A megbetegedés korai stádiumában differenciál diagnosztikailag a nőknél nem mindig lehet egyértelműen elkülöníteni a táplálkozási adipositástól. Lehetséges, hogy a BIA ebben az esetben hasznos információkkal tudna szolgálni. A BIA alkalmazásáról eddig még nem áll rendelkezésre szisztematikus vizsgálati anyag ezen páciensekkel kapcsolatban.



Akromegália: Az akromegáliában a növekedési hormon túlermelése által aránytalan zsírtömeg növekedéséhez vezet egyidejűleg az extracelluláris folyadék összetevők növekedésével. Az akromegáliás páciensek szempontjából az alkalmazott szabálynak BIA értékeknél nagy jelentősége van a zsírtömeg meghatározásánál (31). Ebben a vizsgálatban látszott, hogy az első postoperatív hetekben a TWB valamint egyidejű testsejttömeg veszteség következik be, míg a zsírtömeg, igaz kissé eltolódva kb. 3 hónapos időtartammal, emelkedik.

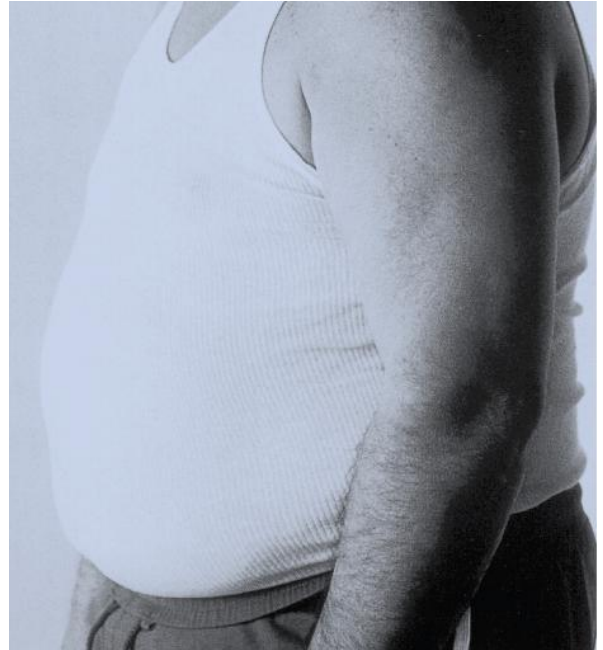
Növekedési hormonterápia: A hiányos növekedési hormonnal rendelkező páciensek substitúciós terápiája azt célozza meg, hogy javuljon az izomtömeg és az izomerő. Ezt az igazolt hatást elítélendően a versenysportoknál is használják. A növekedési hormon hiánnyal rendelkezőknél többször használtak BIA-t a terápia ellenőrzésében (32-35). Az elméletek összehasonlításakor egyrészt ellentmondások jelentkeztek, amik a referencia elméletekre vezethető vissza. Két tanulmány eredményei, melyben a DEXA-t, mint referenciaelméletet (33,35) alkalmaztak, ilyen irányú magyarázatából az is következik, hogy a BIA alkalmas a folyamat során bekövetkező zsírtömeg gyarapodásának meghatározására.

4. Adipositas

Az Adipositas teljes mértékben civilizációs betegségnek tekinthető, aminek messzemenő következményei vannak. Orvosi szempontból egy emelkedett morbiditás és mortalitás áll az előtérben a következményes megbetegedések megjelenésével, melyhez az érintett páciensek pszichés nyomása is jelentős, a valós vagy beképzelt előnytelen külső vélelme miatt. Az érdeklődés a komoly vagy kevésbé komoly súlycsökkentő programokkal kapcsolatban, melyek gyakran értelmetlen vagy veszélyes diétákat eredményeznek, meglehetősen nagy. Ezen terápiák nyomom követésére a BIA gyakran kerül alkalmazásra. Időközben BIA készülék, házi használatra, már bármelyik kereskedésben kedvező áron hozzáférhetőek akár mérlegbe integrálva. Ezeket a készülékeket gyakran, mint „zsíranalizátorokat” kínálják, annak ellenére, hogy a zsírtömeg, mint szigetelő az impedanciát egyáltalán nem befolyásolja és csak indirekt módon számítható. Ezen felül az elektródák pozícionálása ,megkérdőjelezhető eredményekhez vezethet.

Az egyértelmű adipositas esetében a zsírtömeg meghatározása felesleges. Az ilyen pácienseknél a zsírtömeg meghatározása orvosi szempontból sokkal fontosabb, hiszen orvosilag megalapozott súlycsökkentő programoknál a zsírtömeg csökkentése a cél a zsírtömeg megtartása mellett. Ezért az Adipositas terápia esetében priméren az FFM meghatározása szempontjából indokolt a BIA alkalmazása. Ezzel kapcsolatban tanulmányok ellentmondásos eredményeket adtak: amíg Kushner (36) egy 12 túlsúlyos nő hosszútávú súlycsökkentését vizsgálta,

melyben átlagosan 1,2 kg/hét testtömeg csökkenésről számolt be, mely során a BIA-FFM a deutérium dilution (a teljes víz meghatározására szolgáló elmélet) egyezést mutatott ki, addig Vazquez és Janosky (37) kritikusan értékelte az eljárást: igaz a nitrogén mennyisége csökkenést mutatott az FFM-ben a rezisztencia és a reaktancia konstans maradt. Egy 7 tanulmányt összefoglaló metaanalízis az adipositással kapcsolatos súlycsökkentésről Forbes és társai leírták, hogy a mért rezisztencia változások az FFM csökkenésével – referenciamódszerrel mérve – szignifikánsan korrelálnak. Wabitsch és társai (39) rámutattak egy 146 adipos gyermek vizsgálata során, hogy a BIA-FFM nagy mértékben korrelál, a vizsgálat során a testsúly csökkenésével a $TWB < 0,5$ l-es változását ugyanakkor nem tudta az egyes pácienseknél előre megjósolni. Összességében a BIA valószínűleg a legalkalmasabb egy klinikailag is releváns FFM csökkenés megmutatására egy fogyókúra során. Ugyanakkor kívánatos lenne, hogy ha ezen páciensek szempontjából is hasonló pácienscsoportból rendelkezésünkre állna egy BIA egyenlet, pl.: különböző pácienscsoportok eltérő BMI-vel.



Összességében az adipos betegeknél kisebb BIA jelentősége, mint a normálsúlyú vagy alultáplált pácienseknél (40). Mivel a törzsnek csak csekély része van a teljes testimpedancia szempontjából (41), ezért a testzsír erőteljes gyarapodása esetén alulértékelhetjük a teljes testzsírtömeget és túl az FFM-t. Swan és McConnell megfigyelték, akik három különböző BIA egyenletet hasonlítottak össze túlsúlyos és adipos nőknél, a zsír eloszlásától függően különböző mértékben alulértékelték a zsírtömeget (42). Ezt figyelték meg felnőttek (43,44) és gyermekek (45) esetében is.

Az ESPEN (European Society of Parenteral and Enteral Nutrition) irányelveiben is ennek megfelelően leírták, hogy a BIA mérés nem használható a testösszetétel mérésére a 34 kg/m^2 -es BMI az törzs erőteljes növekedése miatt mért értékek már nem tükrözi megfelelően a páciens állapotát (46). Egy szegmentális BIA mérés egy lehetőség lenne az abdominális zsír meghatározására (47); ehhez azonban validálási mérésekre van szükség, hogy ezt a klinikumban is használni tudják.

5. Gyermekgyógyászat

A gyermekgyógyászatban sokrétűen használható a BIA: „nem érett” újszülötteknél a BIA-t a hidratáltsági státusz meghatározásánál praktikus alternatíva (48). Az alultáplált kisgyermeknél (49) ugyan úgy, mint az alultáplált fiataloknál (50) alkalmas a különböző táplálkozási módszerek ellenőrzésére. A BIA-t sikeresen alkalmazták alacsonynövéssű gyermekeknél a növekedési hormonterápia ellenőrzésére sikeresen alkalmazták (51). Gyermekeknél azonban különlegesség képen kell figyelembe venni, mert a FFM hidratáltsági szintje életkor függő: az újszülötteknél a víztartalom 80% körüli, 10 éveseknél 75% és csak pubertás korban közelít a felnőttkori értékhez ami kb. 73% (52). A legtöbb BIA software az FFM-t a TWB-ből egy konstans 73%-os hidratáltsági állapotból számolja ki. Ez egyértelművé teszi, hogy nem szabad kritika nélkül alkalmazni a gyermekgyógyászatban illetve ekkor szisztematikus hibák jelentkezhetnek. A TWB meghatározásának kiindulási nagysága Goran és társai által végzett tanulmány alapján, amit ovodás gyermekeknél végzett, egy standard képlettel lehetséges (53). A szerzők a FFM származtatásához egy képletet javasolnak: $FFM = 76,9 - 0,25x$ életkor (évben) $- 1,9 \times$ nem (fiú=1; lány=0). Az egyenlet megbízhatóságát 26 gyermekkel igazolták. Houtkooper és társai (54) és de Lorenzo és társai (55) 94 illetve 35 gyermek bevonásával egyenletet dolgoztak ki az korosztálynak megfelelő testsúly független FFM meghatározásához (antropometriai illetve DEXA mérésekkel összehasonlítva) (Houtkooper:

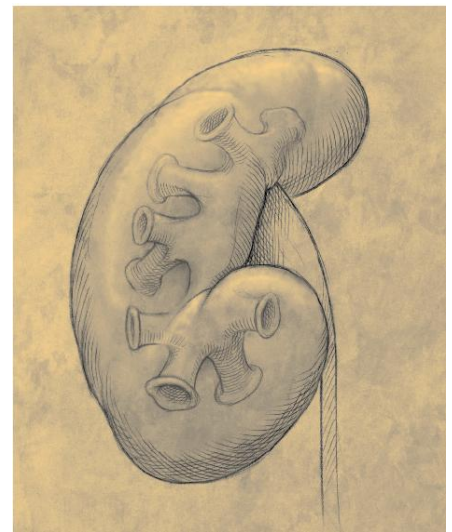
FFM=0,61+0,25*testtömeg+1,31, $r^2=0,95$, SEE=2,1 kg; de Lorenzo: FFM= 2,33+0,588 L2/R+0,211 *testsúly, $r=0,96$, SEE= 1,0 kg). Hogy ezek az egyenletek mennyire használhatóak az újszülötteknél, még nem ismert. Egy lehetőség, amit az egyenlet problematika megkerül, az másrésről, hogy BIA által meghatározott nyér értékek alkalmazhatósága. BIVA normálértékek időközben rendelkezésre állnak újszülöttek, kisgyermek, óvodáskorúak és fiatalok vizsgálatához (56,57). A bioelektronikus impedancia paraméterek előrejelző mivoltát egy tanulmányban írták le szívtranszplantált gyermek pácienseknél. Perioperatívan megjelenő impedancia változások korrelálnak az emelkedett a mortalitással és hosszabb idejű intenzív osztályos kezeléssel.



A legtöbb alternatív eljárás technikai és orvosi okok miatt (sugárterhelés) különösen újszülöttek és kisgyermek esetében nem alkalmazható. A BIA és BIVA használatát stabilan el kellene terjeszteni táplálkozástudományi kérdésekkel kapcsolatba illetve optimalizálni kell.

6. Nephrológia

Az utóbbi években a BIA alkalmazásának két fontos alkalmazási területét dolgozták ki dializált pácienseknél (59): 1) A hidratációs státusz meghatározása, és 2) proteinhiányos tápláltság diagnosztizálása és karakterisztikájának leírása. Hidratációs státusz: terminális veseelégtelen dializálandó betegek egészségileg megfelelő volumen elérésére törekszünk. Ehhez individuálisan meg kell határozni a száraz tömeget, amit évekig tartó dialízis során újra kell fogalmazni, hogy a hyper- illetve dehidratáltságot el tudjuk kerülni. BIA-val nem csak a teljes testvíz mennyiségét, de – alacsony váltóáram mellett (1-5 kHz) – az extracelluláris víz mennyisége is meghatározuk (37; 60). Elméletileg a BIA ezáltal ideális készülék az optimális száraztömeg meghatározásához. A TWB BIA-val történő meghatározásának pontossága ezen pácienseknél még nem tiszta illetve a megfelelő klinikai vizsgálatok ellentmondásosak (61). Ezért érdekesek az új alapok: de Vries és munkacsoportja így több tanulmányban meg tudta mutatni, hogy az ECW szegmentális mérésekkel a lábszár méréssel jól meghatározható a száraz tömeg (62).



Ezért érdekesek az új alapok: de Vries és munkacsoportja így több tanulmányban meg tudta mutatni, hogy az ECW szegmentális mérésekkel a lábszár méréssel jól meghatározható a száraz tömeg (62).

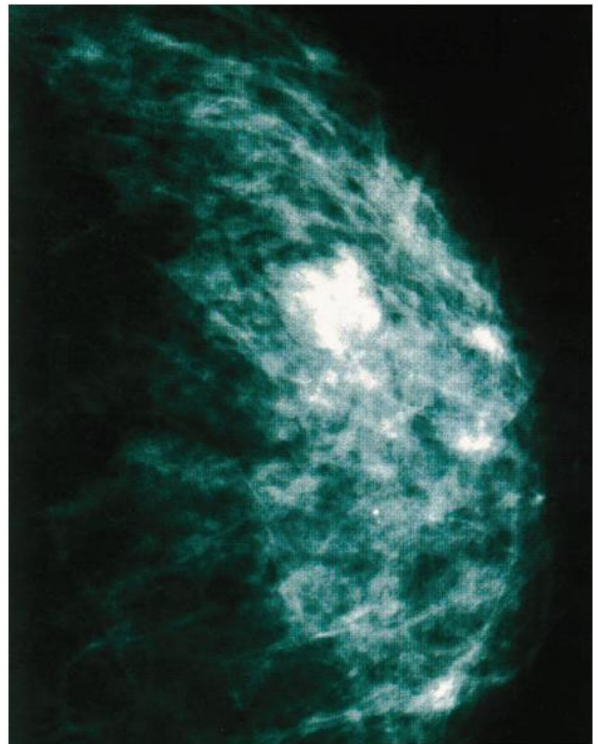
Piccoli csoportja azt hirdeti, hogy haemodialízis és CAPD páciensek rezisztenciát és reaktanciát egy optimum tartománnyal vektorosan megjeleníthető, ami emelkedő hidratáltsági állapotnak felel meg. (12; 12, 14; 63). Ezért ezen alapértékek alkalmazása a klinikumban reménytelen, komplex és részben hibákkal egybekapcsolható képletek kiesnek. Egy tanulmány bebizonyította, hogy a kritikus pácienseknél az impedancia jobban összefügg a központi vénás nyomással, mint a számított testvíztömeggel. Ahol a központi vénás nyomás > 12 mmHg volt, a páciensek 93% -nál rövidebb impedancia vektor ábrázolódt, ami hiperhidratációra utal, amíg 10%-a a pácienseknek akiknél a centrális nyomás < 3 mmHg -nál a vektor hosszabbodását mutatta (64). Hemodializált pácienseknél is szoros összefüggés van a fázisszög és a túlélési idő között.

Proteinhiányos táplálkozás: Proteinhiányos táplálkozás esetében zsírmentes tömeg csökkenésével jár együtt és majdnem minden krónikus betegség esetében egy rizikófaktor az emelkedett mortalitást

tekintve (65). Ez az összefüggés bizonyítható dializált pácienseknél is (66), mivel a zsírmentes tömeg meghatározása elsődlegesen a TWB meghatározásán alapul, ezért a kifejeződése dialízis pácienseknél behatárolt. A gyakorlat számára ez azt jelenti, hogy ezen páciensek egy meghatározott idejű mérése szükséges pl.: közvetlenül a dialízist követően. Egy hosszútávú tanulmányban amiben 39 páciens követek nyomon egyezést találtak a BIA mérés és antropometriai mérések között a FFM meghatározást illetően (67). Suboptimálisan meghatározott száraztömeg klinikailag nyilvánvalóan emelkedett extracelluláris folyadék összetevő emelkedés de egy korrekt mérés révén a zsírmentes tömeg mérésével felismerhető a proteinhiányos táplálkozás. Ezért az lenne az ideális, ha a dializált páciensek testösszetételének mérését lehetne megvalósítani. Ez az első tanulmányok egyikéből, mely DEXA illetve bromid-oldat, mint referencia eljárással összehasonlítva BIA-val is lehetséges (68). A módszerek szempontjai alapján figyelembe kell venni az operatíván elhelyezett arteriás-vénás Shuntöt: Woodrow és társai (69) rámutatott, hogy az elektródák elhelyezése a Shuntölt végtagon a TWB-t túl- és a testzsírtömeget alulértékelté, ami a shuntölt végtag átlagosan magasabb keresztmetszet és magasabb folyadéktartalmával magyarázható. Ezért a mérést a kontralaterális oldalon kell elvégezni.

7. Onkológia

Szignifikáns súlyvesztés egy tipikus jele a daganatos megbetegedéseknek és a diagnózis felállításakor már kimutatható. Sok páciensnél az előrehaladott alultápláltság a halál oka és nem maga a tumor. Ennek megfelelően a táplálkozási terápia, mindenek előtt ezen paliatív terápiaiban része az orvosi terápiának. Hasonlóan mint más krónikus megbetegedéseknel, ahol alultápláltság lép fel a BIA méréssel meghatározható a zsírmentes tömeg vagy a testsejttömeg, melyek a prognózis szempontjából különösen jelentős paramétereket jelenít meg(70). A BIA különösen a gyermekkori tumorok okozta alultápláltság meghatározására javasolt (71). Azon BIA mérés ami során csak a zsírmentes tömeget határozzuk meg megtévesztőek lehetnek, mivel a testsejttömeg normális vagy enyhén csökkent FFM mellett is jelentős lehet, mert az extracelluláris víz mennyisége emelkedik (72). Elméleti szemszögből nézve csak kevés BIA adat áll rendelkezésre a tumorbetegekkel kapcsolatban: egy 38 pácienset vizsgáló



tanulmány amiben 11 héten át követte nyomon Simons és társai meg tudták mutatni, hogy a teljes testfolyadék mennyiség változásai, amit deuterium-higulással határoztak meg impedancia indexel korreláltak. Az alultáplál daganatos betegeknel a standard egyenletek alkalmazása a teljes testfolyadék mennyiség túlértékelését eredményezheti (74). Az hogy ez a hiba klinikailag jelentős-e illetve populáció specifikus formulával megakadályozható-e még tisztázatlan. Különböző daganatos betegségben szenvedő páciensek csoportjairól nincsenek adatok. De kiindulhatunk abból, hogy az érvényessége összességében hasonló, mint azon megbetegedéseknél, ahol nagy a rizikója az alultápláltság kialakulásának. . Az utóbbi években többször vizsgálták a BIVA-t onkológiai betegeknel. Toso és társai bemutatták a tüdődaganatos betegekkel végzett vizsgálataikat, mely szerint a reaktancia változása már a kachexia kialakulása előtt jelentkezik és ezek a változások jelentősebb információt szolgáltatnak a mortalitást illetően, mint a testsúlycsökkenés (10; 11). Hasonló eredményre jutott Gupta pankreas betegek vizsgálatakor vagy koloncarcinoma esetében, ahol a fázisszög jobb előrejelzője a túlélésnek, mint például a kor, a tumorstádium, albumin szint vagy tápláltsági szint a Subjektive Global Assessment szerint (5;6)

S Z A K I R O D A L O M

L. LITERATUR

1. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD et al. Bioelectrical impedance analysis-part I: review of principles and methods. *Clin.Nutr.* 2004;23:1226-43.
2. Pirlich M, Plauth M, Lochs H. Bioelektrische Impedanzanalyse: Fehlerquellen und methodische Grenzen bei der klinischen Anwendung zur Analyse der Körperzusammensetzung. *Akt.Ernähr.-Med.* 1999;24:81-90.
3. Kushner RF, Schoeller D, Fjeld C, Dannford L. Is the impedance index (ht^2/R) significant in predicting total body water? *Am J Clin Nutr* 1992;56:835-9.
4. Faisy C, Rabbat A, Kouchakji B, Laaban JP. Bioelectrical impedance analysis in estimating nutritional status and outcome of patients with chronic obstructive pulmonary disease and acute respiratory failure. *Intensive Care Med.* 2000;26:518-25.
5. Gupta D, Lis CG, Dahlk SL, Vashi PG, Grutsch JF, Lammersfeld CA. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in advanced pancreatic cancer. *Br.J.Nutr.* 2004;92:957-62.
6. Gupta D, Lammersfeld CA, Burrows JL et al. Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for prognosis in advanced colorectal cancer. *Am.J.Clin.Nutr.* 2004;80:1634-8.
7. Maggiore Q, Nigrelli S, Ciccarelli C, Grimaldi C, Rossi GA, Michelassi C. Nutritional and prognostic correlates of bioimpedance indexes in hemodialysis patients. *Kidney Int.* 1996;50:2103-8.
8. Ott M, Fischer H, Polat H et al. Bioelectrical impedance analysis as a predictor of survival in patients with human immunodeficiency virus infection. *J Acquir Immune Defic Syndr Hum Retrovirol* 1995;9:20-5.
9. Selberg O, Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *Eur.J.Appl.Physiol* 2002;86:509-16.
10. Toso S, Piccoli A, Gusella M et al. Altered tissue electric properties in lung cancer patients as detected by bioelectric impedance vector analysis. *Nutrition* 2000;16:120-4.
11. Toso S, Piccoli A, Gusella M et al. Bioimpedance vector pattern in cancer patients without disease versus locally advanced or disseminated disease. *Nutrition* 2003;19:510-4.
12. Piccoli A, Rossi B, Pillon L, Bucciante G. Body fluid overload and bioelectrical impedance analysis in renal patients. *Miner Electrolyte Metabol* 1996;22:78.
13. Piccoli A, Rossi B, Pillon L, Bucciante G. A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: the RXc graph. *Kidney Int.* 1994;46:534-9.
14. Piccoli A. Bioelectric impedance vector distribution in peritoneal dialysis patients with different hydration status. *Kidney Int.* 2004;65:1050-63.
15. Selberg O, Bottcher J, Tusch G, Pichlmayr R, Henkel E, Muller MJ. Identification of high- and low-risk patients before liver transplantation: a prospective cohort study of nutritional and metabolic parameters in 150 patients. *Hepatology* 1997;25:652-7.
16. Pirlich M, Schutz T, Spachos T et al. Bioelectrical impedance analysis is a useful bedside technique to assess malnutrition in cirrhotic patients with and without ascites. *Hepatology* 2000;32:1208-15.
17. Selberg O, Böttcher J, Henkel E, Manns MP, Müller MJ. Clinical significance and correlates of whole body potassium status in patients with liver cirrhosis. *Hepatology Res* 1999;16:36-48.
18. Guglielmi FW, Contento F, Laddaga L, Panella C, Francavilla A. Bioelectrical impedance analysis: experience with male patients with cirrhosis. *Hepatology* 1991;13:895.

19. McCullough AJ, Mullen KD, Kalhan SC. Measurements of total body and extracellular water in cirrhotic patients with and without ascites. *Hepatology* 1991;14:1101-11.
20. Schloerb PR, Forster J, Delcore R, Kindscher JD. Bioelectrical impedance in the clinical evaluation of liver disease. *Am J Clin Nutr* 1996;64:510S-4S.
21. Madden AM, Morgan MY. A comparison of skinfold anthropometry and bioelectrical impedance analysis for measuring percentage body fat in patients with cirrhosis. *J Hepatology* 1994;21:878-83.
22. Zillikens MC, van den Berg JW, Wilson JHP, Swart GR. Whole-body and segmental bioelectrical-impedance analysis in patients with cirrhosis of the liver: changes after treatment of ascites. *Am J Clin Nutr* 1992;55 :615.
23. Boot AM, Bouquet J, Krenning EP, de-Muinck-Keizer Schrama SM. Bone mineral density and nutritional status in children with chronic inflammatory bowel disease. *Gut* 1998;42:188-94-194.
24. Royall D, Greenberg GR, Allard JP, Baker JP, Harrison JE, Jeejeebhoy KN. Critical assessment of body-composition measurements in malnourished subjects with Crohn's disease: the role of bioelectric impedance analysis. *Am J Clin Nutr* 1994;59:325-30.
25. Süttmann U, Müller MJ, Ockenga J et al. Malnutrition and immune dysfunction in patients infected with human-immunodeficiency virus. *Klin Wochenschr* 1991;26:162.
26. Suttmann U, Ockenga J, Selberg O, Hoogestraat L, Deicher H, Muller MJ. Incidence and prognostic value of malnutrition and wasting in human immunodeficiency virus-infected outpatients. *J Acquir. Immune. Defic. Syndr.Hum.Retrovirol.* 1995;8:239-46.
27. Kotler DP, Burastero S, Wang J, Pierson RN, Jr. Prediction of body cell mass, fat-free mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex, and disease. *Am J Clin Nutr* 1996;64:489S-97S.
28. Ockenga J, Süttmann U, Selberg O et al. Percutaneous endoscopic gastrostomy in AIDS and control patients: risks and outcome. *Am J Gastroenterology* 1996;91:1817.
29. Schwenk A, Beisenherz A, Kremer G, Diehl V, Salzberger B, Fatkenheuer G. Bioelectrical impedance analysis in HIV-infected patients treated with triple antiretroviral treatment. *Am J Clin Nutr* 1999;70:867-73.
30. Brummer RJ, Lonn L, Bengtsson BA, Kvist H, Bosaeus I, Sjostrom L. Comparison of different body composition models in acromegaly. *Sjostrom L* 1996;6:191-200.
31. Tominaga A, Arita K, Kurisu K et al. Effects of successful adenomectomy on body composition in acromegaly. *Eur J Clin Nutr* 1992;117-24.
32. Bengtsson BA, Tölli J, Bodaeus I et al. Treatment of adults with growth hormone (GH) deficiency with recombinant human GH. *J Clin Endocr Metabolism* 1993;76: 309-17.
33. Beshyah, Thomas E, Freemantle C, Page B, Murphy M, Johnston D. Comparison of measurements of body composition by total body potassium, bioimpedance analysis, and dual-energy X-ray absorptiometry in hypopituitary adults before and during growth hormone treatment. *Am J Clin Nutr* 1995;61:1186-94.
34. Janssen YJ, Deurenberg P, Roelfsema F. Using dilution techniques and multifrequency bioelectrical impedance to assess both total body water and extracellular water at baseline and during recombinant human growth hormone (GH) treatment in GH-deficient adults. *J Clin Endocrinol Metab* 1997;82:3349-55.
35. Orme SM, Sebastian JP, Odroyd B et al. Comparison of measures of body composition in a trial of low dose growth hormone replacement therapy. *Clin Endocrinology* 1992;37:453-9.

36. Kushner RF, Kunigk A, Alspaugh M, Andronis PT, Leitch CA, Schoeller DA. Validation of bioelectrical-impedance analysis as a measurement of change in body composition in obesity. *Am J Clin Nutr* 1990;52:219-23.
37. Vazquez JA, Janosky JE. Validity of bioelectrical-impedance analysis in measuring changes in lean body mass during weight reduction. *Am J Clin Nutr* 1991;54:975.
38. Forbes GB, Simon W, Amatruda JM. Is bioimpedance a good predictor of body-composition change? *Am J Clin Nutr* 1992;56:4-6.
39. Wabitsch M, Braun U, Heinze E et al. Body composition in 5-18-y-old obese children and adolescents before and after weight reduction as assessed by deuterium dilution and bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr* 1996;64:1-6.
40. Deurenberg P. Limitations of the bioelectrical impedance method for the assessment of body fat in severe obesity. *Am J Clin Nutr* 1996;64:449S-52S.
41. Organ LW, Bradham GB, Gore DT, Lozier SL. Segmental bioelectrical impedance analysis: theory and application of a new technique. *J Appl Physiol* 1994;77:112.
42. Swan PD, McConnell KE. Anthropometry and bioelectrical impedance inconsistently predicts fatness in women with regional adiposity. *Med.Sci.Sports Exerc.* 1999;31:1068-75.
43. Carella MJ, Rodgers CD, Anderson D, Gossain VV. Serial measurements of body composition in obese subjects during a very-low-energy diet (VLED) comparing bioelectrical impedance with hydrodensitometry. *ObesRes* 1997;5:256.
44. Heath EM, Adams TD, Daines MM, Hunt SC. Bioelectric impedance and hydrostatic weighting with and without head submersion in persons who are morbidly obese. *J Am Diet Assoc* 1998;98:869-75.
45. Eisenkolbl J, Kartasurya M, Widhalm K. Underestimation of percentage fat mass measured by bioelectrical impedance analysis compared to dual energy X-ray absorptiometry method in obese children. *Eur.J.Clin. Nutr.* 2001;55:423-9.
46. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clin.Nutr.* 2004;23:1430-53.
47. Scharfetter H, Schlager T, Stollberger R, Felsberger R, Hutten H, Hinghofer-Szalkay H. Assessing abdominal fatness with local bioimpedance analysis: basics and experimental findings. *Int.J.Obes.Relat Metab Disord.* 2001;25:502-11.
48. Mayfield SR, Uauy R, Waidelich D. Body composition of low-birth-weight infants determined by using bioelectrical resistance and reactance. *Am J Clin Nutr* 2005;54:296-303.
49. Kabir I, Malek MA, Rahaman MM, Khaled MA, Mahalabani D. Changes in body composition of malnourished children after dietary supplementation as measured by bioelectrical impedance. *Am J Clin Nutr* 1994;59:5-9.
50. Pencharz PB, Azcue M. Use of bioelectrical impedance analysis measurements in the clinical management of malnutrition. *Am J Clin Nutr* 1996;64:485S-85S.
51. Gregory JW, Greene SA, Jung RT, Scrimgeour CM, Rennie MJ. Metabolic effects of growth hormone treatment: an early predictor of growth response? *Arch Dis Child* 1993;205-9.
52. Fomon SJ, Haschke F, Ziegler EE, Nelson SE. Body composition of reference children from birth to age 10 years. *Am J Clin Nutr* 1982;35:1169-75-6.

53. Goran MI, Kaskoun MC, Carpenter WH, Poehlman ET, Ravussin E, Fontvieille AM. Estimating body composition of young children by using bioelectrical resistance. *J Appl Physiol* 1993;75:1780.
54. Houtkooper LB, Going SB, Lohman TG, Roche AF, Van-Loan M. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. *J Appl Physiol* 1992;72:366-73.
55. de Lorenzo A, Candeloro N, Andreoli A, Deurenberg P. Determination of intracellular water by multifrequency bioelectrical impedance. *Ann Nutr Metab* 1995;39:177-84.
56. Piccoli A, Fanos V, Peruzzi L et al. Reference values of the bioelectrical impedance vector in neonates in the first week after birth. *Nutrition* 2002;18:383-7.
57. De Palo T, Messina G, Edefonti A et al. Normal values of the bioelectrical impedance vector in childhood and puberty. *Nutrition* 2000;16:417-24.
58. Shime N, Ashida H, Chihara E et al. Bioelectrical impedance analysis for assessment of severity of illness in pediatric patients after heart surgery. *Crit Care Med.* 2002;30:518-20.
59. Kushner RF, de Vries PM, Gudivaka R. Use of bioelectrical impedance analysis measurements in the clinical management of patients undergoing dialysis. *Am J Clin Nutr* 1996;64:503S-9S.
60. Deurenberg P, Schouten FJ. Loss of total body water and extracellular water assessed by multifrequency impedance. *Eur J Clin Nutr* 1992;46:247-55.
61. Böhm D, Odaischi M, Beyerlein C, Overbeck W. Erfassung von Veränderungen des Körperwassergehaltes bei Dialysepatienten mit der Impedanzanalyse. *Infusionstherapie* 1990;17:75-8.
62. Kouw PM, Kooman JP, Cheriex EC, Olthof CG, de Vries PMJM, Leunissen KML. Assessment of postdialysis dry weight: a comparison of techniques. *J Am Soc Nephrol* 1993;4:98-100.
63. Piccoli A. Identification of operational clues to dry weight prescription in hemodialysis using bioimpedance vector analysis. The Italian Hemodialysis-Bioelectrical Impedance Analysis (HD-BIA) Study Group. *Kidney Int.* 1998;53:1036-43.
64. Piccoli A, Pittoni G, Facco E, Favaro E, Pillon L. Relationship between central venous pressure and bioimpedance vector analysis in critically ill patients. *Crit Care Med.* 2000;28:132-7.
65. Pirlich M, Luhmann N, Schutz T, Plauth M, Lochs H. Mangelernährung bei Klinikpatienten: Diagnostik und klinische Bedeutung. *Akt.Ernähr.-Med.* 1999;24:260-6.
66. de Lima JJ, da Fonseca JA, Godoy AD. Baseline variables associated with early death and extended survival on dialysis. *Ren Failure* 1998;20:581-7.
67. Dumler F, Schmidt R, Kilates C, Faber M, Lubkowski T, Finak S. Use of bioelectrical impedance for the nutritional assessment of chronic hemodialysis patients. *Miner Electrolyte Metab* 1992;18:287.
68. Chertow GM, Lowrie EG, Wilmore DW et al. Nutritional assessment with bioelectrical impedance analysis in maintenance hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2005;6:75-81.
69. Woodrow G, Oldroyd B, Smith MA, Turney JH. The effect of arteriovenous fistulae in haemodialysis patients on whole body and segmental bioelectrical impedance. *Nephrol Dial Transplant* 1997;12:527.
70. Fritz T, Hollwarth I, Romaschow M, Schlag P. The predictive role of bioelectrical impedance analysis (BIA) in postoperative complications of cancer patients. *Eur J Surg Oncol* 1990;16:331.

71. Brennan BM. Sensitive measures of the nutritional status of children with cancer in hospital and in the field. *Int J Cancer Suppl* 1998;11:10-3.
72. Giacosa A, Frascio F, Sukkar SG, Roncella S. Food intake and body composition in cancer patients. *Nutrition* 1996;12:S20-S23.
73. Simons JP, Schols AM, Sesterterp KR, ten Velde GP, Wouters EF. Bioelectrical impedance analysis to assess changes in total body water in patients with cancer. *Clin Nutrition* 1999;18:35-9.
74. Simons JP, Schols AM, Westerterp KR, ten Velde GP, Wouters EF. The use of bioelectrical impedance analysis to predict total body water in patients with cancer cachexia. *Am J Clin Nutr* 1995;61 :741-5.