

Premium  
termékek  
Premium  
orvosoknak

# BIA-KOMPENDIUM

- Biofizikai alapok
- Testösszetétel
- Táplálkozási állapot
- Klinikai alkalmazás
- Eset bemutatások

Premium Health Concepts Kft.  
9400 Sopron, Verő J. u.1.  
office@premiumhealth.hu  
www.premiumorvos.hu

**premium**  
Health  
Concepts



## » BIA-kompendium

### A rövidítések listája

|     |                                                                                                                                                                 |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A   | egy henger átmérője                                                                                                                                             |
| BCM | Body Cell Mass – Testsejttömeg, az a legfontosabb összetevő, mely tartalmazza az összes anyag csere 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 – Zsírmentes tömeg                                                                                                                                |
| Ht  | Hight – magasság                                                                                                                                                |
| ICW | Intra Cellular Water – Sejten belüli víz                                                                                                                        |
| kHz | Kilo Herz                                                                                                                                                       |
| L   | hossz (cm vagy 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 – sejtellenállás Ohm-ban                                                                                                                              |
| Z   | Impedancia – teljes ellenállás Ohm-ban                                                                                                                          |

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

Szerzői jog: 2005 Data-Input GmbH

Szerkesztés: Claudia Lehmann, ([www.claudia-lehmann.com](http://www.claudia-lehmann.com))

Nyomda: Digitaldruck Darmstadt GmbH & Co. KG

Cím: A B.I.A. - Kézikönyv 3. Kiadás 2007/04

## Tartalom

|   |                                                                        |   |                                                                         |
|---|------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------|
| A | Bevezetés                                                              | G | Esetek – Példák                                                         |
| B | Testösszetétel és vizsgálati módszerek a test-összetevők vizsgálatához | H | A BIA – vektorrajz                                                      |
|   | 1. Egy összetevő vizsgálat                                             | I | Premium – Software a testanalízishez és tápláltsági állapot analízishez |
|   | 2. Kéttő összetevő mérése                                              |   | 1. Egyéni összehasonlítási értékek                                      |
|   | 3. Három összetevő mérése                                              |   | 2. Gyerekek és fiatalok kiértékelése                                    |
|   | 4. További összetevők mérése                                           |   | 3. Z-érték-vektorrajz                                                   |
| C | A BIA fizikai alapjai                                                  |   | 4. Súlytól független BIA-értékelés                                      |
| D | A mérési paraméterek az impedancia analízisben                         |   | 5. A zsírmeghatározás optimalizálása                                    |
|   | 1. Impedancia                                                          | J | Mérési Technikák                                                        |
|   | 2. Fázisszög                                                           |   | 1. A mérés kivitelezése                                                 |
|   | 3. Multifrekvenciás mérések                                            |   | 2. Hibaforrások és hibák                                                |
| E | Az Impedancia analízis eredmény paraméterei                            | K | Az Impedancia analízis klinikai alkalmazásai                            |
|   | 1. Rezisztencia                                                        |   | 1. Gasztroenterológia                                                   |
|   | 2. Reaktancia                                                          |   | 2. HIV fertőzés                                                         |
| F | Az Impedancia analízis számolt értékei                                 |   | 3. Endokrinológia                                                       |
|   | 1. Total Body Water TBW – Teljes test víztömeg                         |   | 4. Adipositas                                                           |
|   | 2. Lean Body Mass LBM – Sovány tömeg                                   |   | 5. Gyermekgyógyászat                                                    |
|   | 3. Body Cell Mass BCM – Testsejttömeg                                  |   | 6. Nephrológia                                                          |
|   | 4. Extra Cellular Mass ECM – Extracellularis tömeg                     |   | 7. Onkológia                                                            |
|   | 5. ECM/BCM-index                                                       | L | Szakirodalom                                                            |
|   | 6. Body Fat BF – Test zsír                                             |   |                                                                         |
|   | 7. Sejtarány                                                           |   |                                                                         |



*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 francia orvos Thomasset meg volt győződve arról, hogy a folyadék elektromos ellenállása tükrözi az emberi szervezetet. Ő és kollégái fejlesztették ki 1962-ben az első Impedancia analizálót, mellyel biológiai szöveteken lehetett vizsgálatokat végezni.

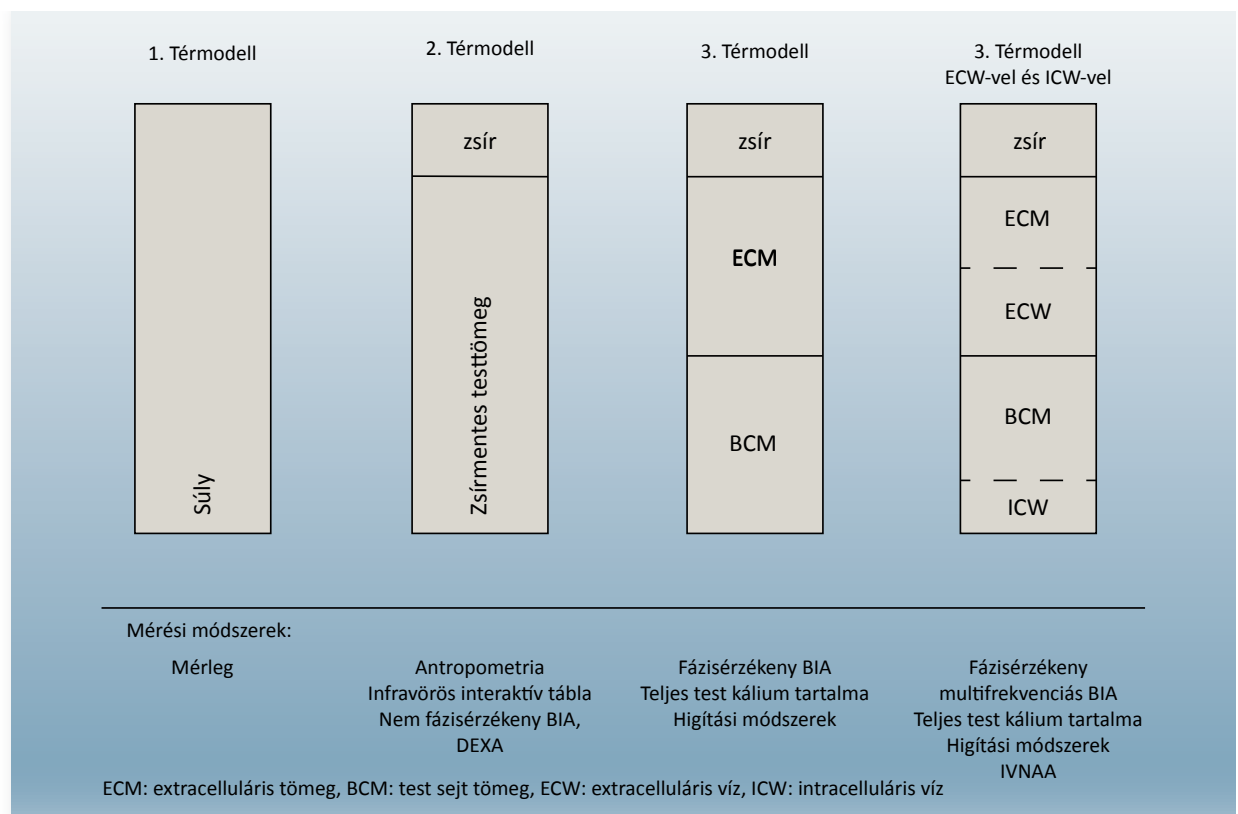
A ma használt Impedancia analízis alapkövét 1970-ben az amerikai Froscher Nyboer fektette le. Neki sikerült bizonyítania a gyakorlatban, hogy az impedancia értékek és a testösszetevők között van összefüggés.

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 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

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

### 2. Kettő összetevő mérése

Ekkor megkülönböztetjük a zsírt és a zsírmentes 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  $1.1 \text{ g/cm}^3$ . 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.

- a) antropometria: a test bizonyos pontjain megméri a bőrredőket (legtöbbször biceps és triceps valamint sibsapularis és uprailiacalis). A bőrredő vastagságából kikövetkeztethető a testzsírtartalma.
- b) Infravörös interakció: ez a módszer veszélytelen infravörös fényt használ, amit egy a bicepsre helyezett közeli-infravörösszonda bocsát ki százalékosan kiszámított teljes testzsírtömeg számításakor.
- c) Nem fázis-érzékeny BIA-mérés: a test teljes ellenállását mérjük meg (impedancia  $Z$ ). A test víztömegének mérésével 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, így a nem fázisérzékeny BIA-méréssel nem kapunk információt a teljes testtömegről (BCM) vagy a sejten kívüli tömegről (ECM). A densitometria zsírmentes 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, a testzsír 15-18% vizet és kb. 2% proteint tartalmaz.

### 3. Három összetevő mérés

A három összetevő méréses modell azáltal áll fel, hogy szétválasztjuk a sovány tömegen belül a testsejttömeget (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 sovány tömeg 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 testsejttömeg és az extracelluláris tömeg megkülönböztetését.
- b) Fázisérzékeny multifrekvenciális mérés  
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 testvíz mennyiség (TWB) intracelluláris és extracelluláris vízmennyiség.

### 4. További vizsgálati módszerek a testösszetevők mérésére

- a) Teljes test kálium  
A zsír káliummentes és a csontok is csak nyomokban tartalmazzák. Ezt leszámítva praktikusán a test össz kálium-tartalma (98%) a BCM-ben található. A természetes, radioaktív izotóp  $K^{40}$  mindenhol 0,012%-ban megtalálható, ahol kálium előfordul. A radioaktív  $K^{40}$  izotóp mérésével következtetni lehet a teljes test kálium tartalmára. A  $K^{40}$  mérése egy teljes testsejt mennyiséggel történik.
- b) DEXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry)  
A DEXA mérés egy speciális röntgengéppel történik nagyon alacsony sugárdózissal. Két különböző energiatartamú foton nyáláb használnak, ebből ered a neve. DEXA-val a csontsűrűség, zsírtömeg és zsírmentes tömeg meghatározható.

c) Dilutions eljárás

Hígítási eljárásokat általában a testfolyadék tartalmának 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 testvíz összetételre. Az extracelluláris folyadék mennyisége bromiddal vagy sulfáttal deríthető ki.

d) IV NAA (In Vivo Neutron – Aktiváló Analízis)

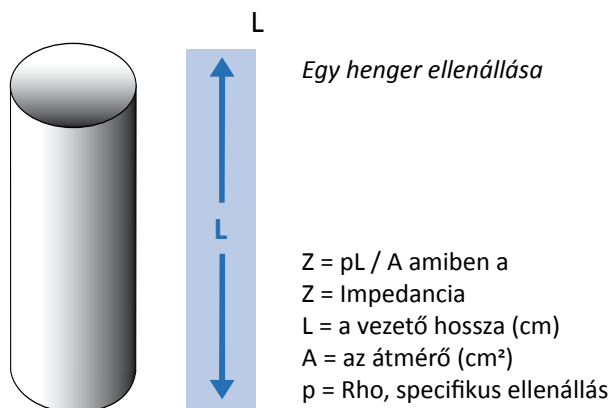
Minden bizonnyal a legdrágább a testösszetevő mérés módszerei között, de ugyanakkor a legjobban differenciált értékeket szolgáltatja. Egy a testre irányított neutron nyaláb karakterikus spektrumú gammasugár emissziót indukál. Így egyes alkotók, mint teljes Kálium vagy Kalcium határozhatóak meg. Ezen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

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

- Nukleáris rezonancia vizsgálat
- Computer tomográfia (CT)
- Magnetorezonancia tomográfia (MRT)
- Photonabszorpció mérés

## C | A BIA fizikai alapjai

Egy henger elektromos ellenállása ( $Z$  – impedancia) függ a hosszától  $L$  illetve az átmérőjétől az egyenlet szerint  $Z = L/A$

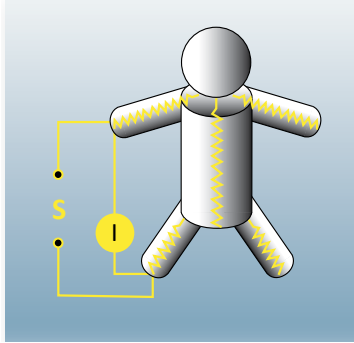


A térfogata a hengernek kiszámítható a hossz és az átmérő szorzatából.

$$V = A \times L$$

A  $Z = L/A$  egyenlet átalakítható  $A = L/Z$  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.



*Az emberi test elektromos sémája*

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

Az emberre átültetve az egyenlet így néz ki:

$$\frac{\text{Testhossz}^2}{\text{Víztartalom}} = \text{Impedancia}$$

$$\frac{\text{Magasság}^2}{\text{Teljes testvíz tömeg ellenállás}} = \frac{\text{Magasság}^2}{\text{impedancia, pontosabban: teljes testvíz tömeg}} = \frac{Ht^2}{\text{Az egyenlet TBW} = R}$$

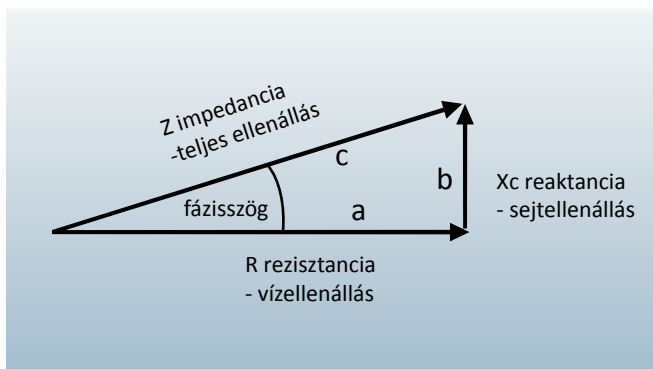
a számítási alapja az impedancia analízisnek.

## D | A BIA mérési paraméterei

### 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, az elektrolitokat tartalmazó teljes testvíz tömegnek tiszta Ohmikus ellenállása.
2. Reaktancia (Xc) = kapacitív ellenállás, ami a testsejtek kondenzátor funkció alapján alakul ki.



*Az R és Xc meghatározása az impedancia és a fázisszög alkalmazásával*

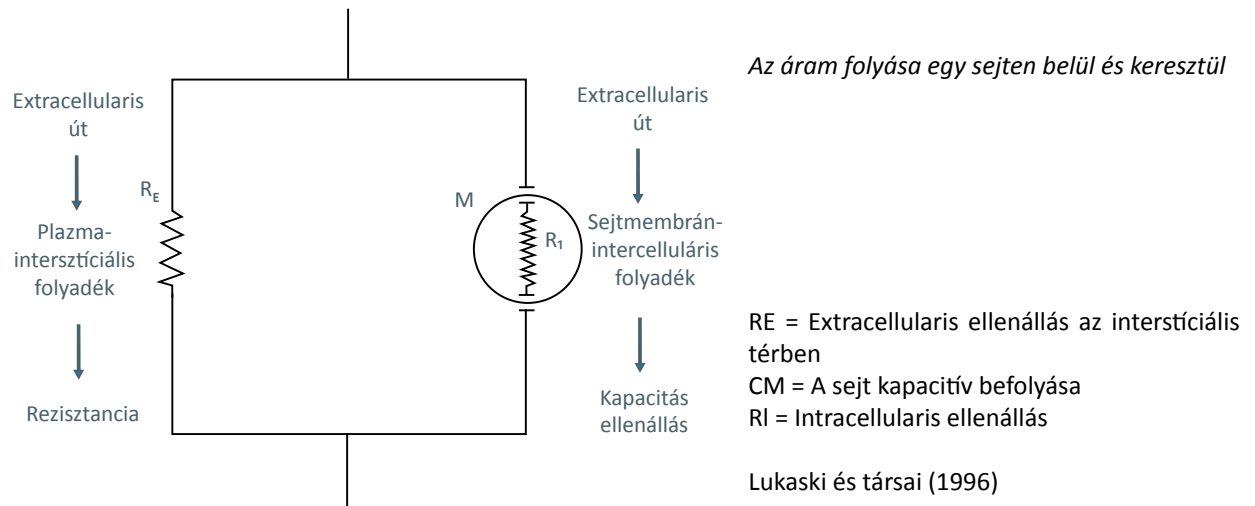
A számítás alapja:  $a^2 + b^2 = c^2$

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

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

A BIA fejlődésének egy újabb mérföldköve volt, az úgynevezett fázisérzékeny mérés, melyet úgy fejlesztettek ki, hogy általa meg lehetett határozni a test víztartalmát és a sejttömeget (BCM) az emberi testben.

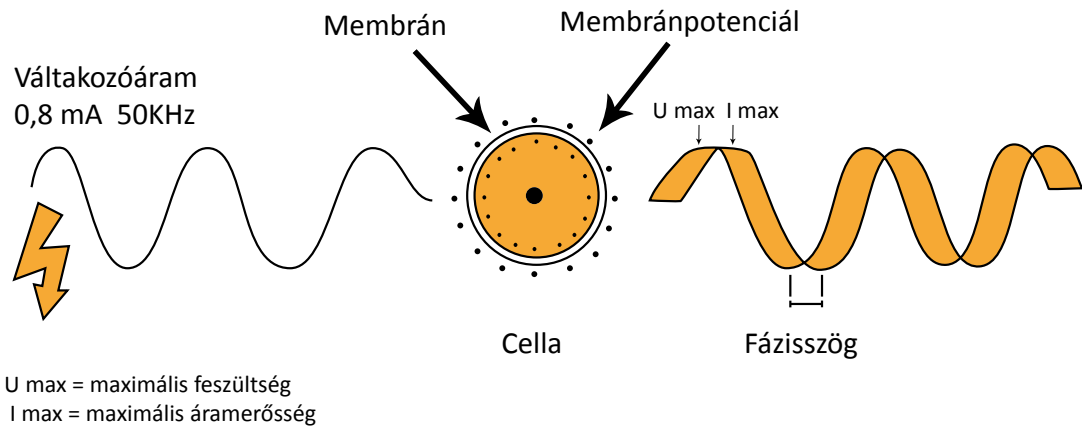




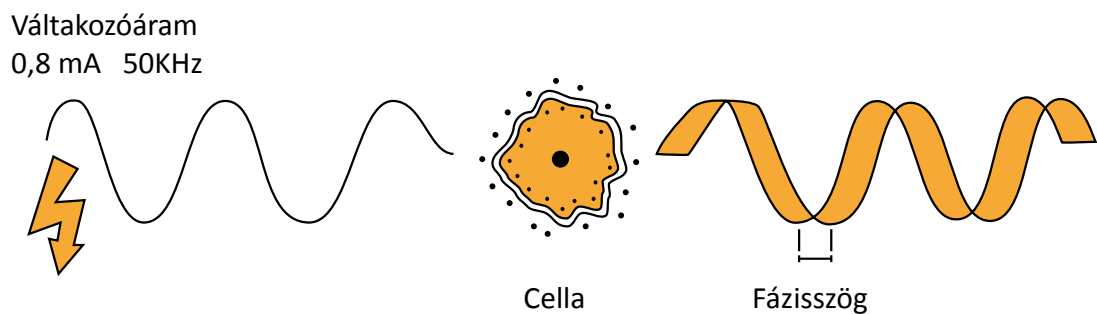
## 2. Fázisszög

A modern BIA készülékek fázisérzékeny elektronikája révén a reaktancia és a rezisztencia megkülönböztethető. A mérési elv azon alapul, hogy kondenzátorok segítségével a váltóáramban egy időeltolódás alakul ki, az áram maximum megelőzi a feszültség maximumot. 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 fázisszögnek – ( $\phi$ ) vagy ( $\alpha$ ) – 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  $90^\circ$  (fok) a fázisszöge, tiszta fiziológiás sóoldat fázisszöge  $0^\circ$ . A fázisszög arányos a BCM-mel azaz a teljes felszín és a benne található membránok elektromos potenciáljával. A BCM sejtjeivel ellentétben a zsírsejtek tisztán raktározó sejtek, melyeknek alig van anyagcseréjük, alacsony membránpotenciállal rendelkeznek és a fázisszög mérésakor nem kerülnek mérésre.

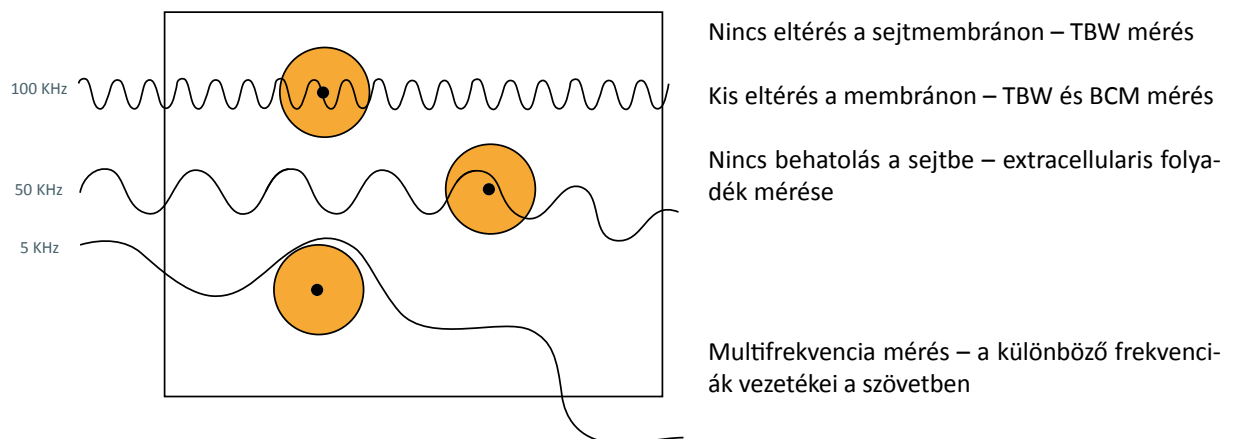
A fázisszög egy direkt érték illetve „nyers érték”, mely probléma és más hibaforrástól kevésbé függ. Egy általános érték a sejtsűrűség, a sejtmembrán állapot meghatározásához, ami megmutatja, hogy milyen állapotban van a sejt és az egész szervezet.



*A fázisszög kialakulása váltóáramnál*



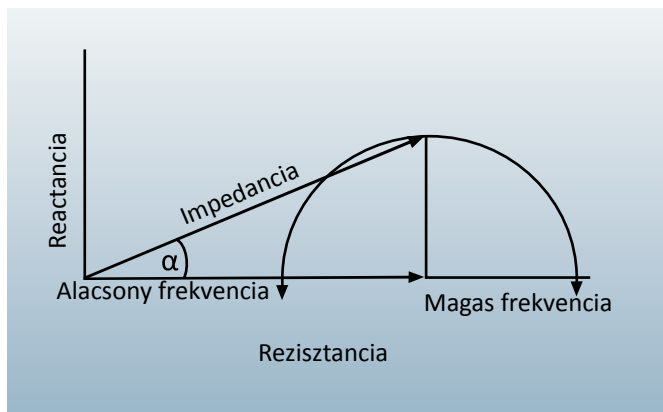
*Intakt sejt jó membránállapottal vagy magas sejtsűrűséggel – nagy fázisszög*



*Sérült sejt vagy alacsony sejtsűrűség – alacsony fázisszög*

### 3. Multifrekvenciális mérések

Egy biológiai vezető szervezet ellenállása függ az alkalmazott frekvenciától is. Alacsony frekvenciák 1-5 KHz nem tudnak áthatolni a sejtmembránon ezért csak az extracellularis térben terjednek és semmilyen reactanciát nem képeznek. Ezért ezen a frekvencián szelektíven az extracellularis 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 ismételtlen csökkenni kezd. Ezt a frekvencia és az ellenállás közötti összefüggést Cole 1968-ban írta le. A grafikai ábrázolás Cole-Plot néven ismert és a reaktanciát és rezisztenciát jeleníti meg különböző frekvenciáknál. Az extracellularis 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 betegségeknél, ahol a vízháztartásnak különös jelentősége van (dialízis, parenterális táplálás).



*Cole-Plot: az Impedancia vektorai*

## E | A BIA eredmény paraméterei

### 1. Rezisztencia

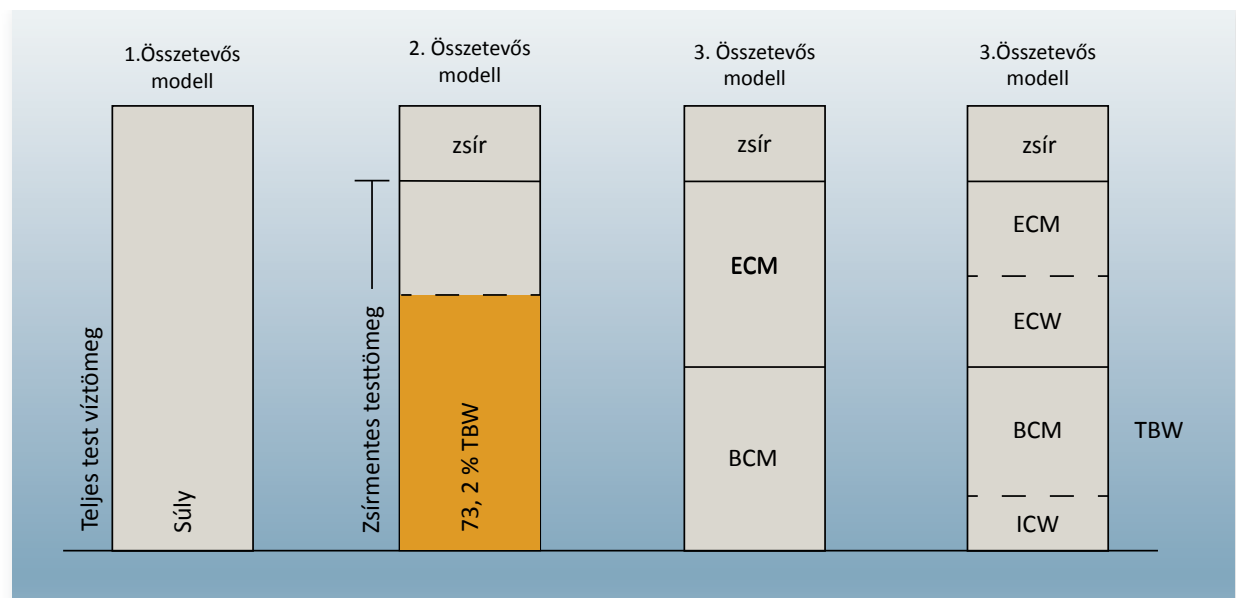
A rezisztencia egy tisztán ohmikus ellenállása egy vezetőnek váltakozó áramnál és ezért fordítottan arányos a teljes testfolyadékkal. A magas víz és elektrolit tartalom a soványtömeg jó vezető az áram számára, míg a zsírtömegnek nagy ellenállással rendelkezik. Az ellenállás egy jó mértékegység a testfolyadék 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 vérellátás és ezáltal a végtagokban a 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 folyadéktartalmánál 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 testvíz tömege illetve a sovány tömeg túl magas lesz, míg a zsírtömeg túl alacsony értéket mutat. Több mérés és kontrollmérés javítja egy személy testösszetevőinek megítélését a BIA-val. Tisztában kell lennünk azzal, hogy egy dinamikus változó rendszerben, mint amilyen az emberi szervezet, a vízháztartás folyamatosan változik óránként és napszakonként és a BIA mérés egy aktuális pillanatnyi állapotot tükröz a szervezetről.

## 2. Reaktancia

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

Normál érték: Az ellenállás érték 10-12%-a.

## F | A BIA számított nagysága



## 1. Total Body Water (TBW) – Teljes test víztömeg

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

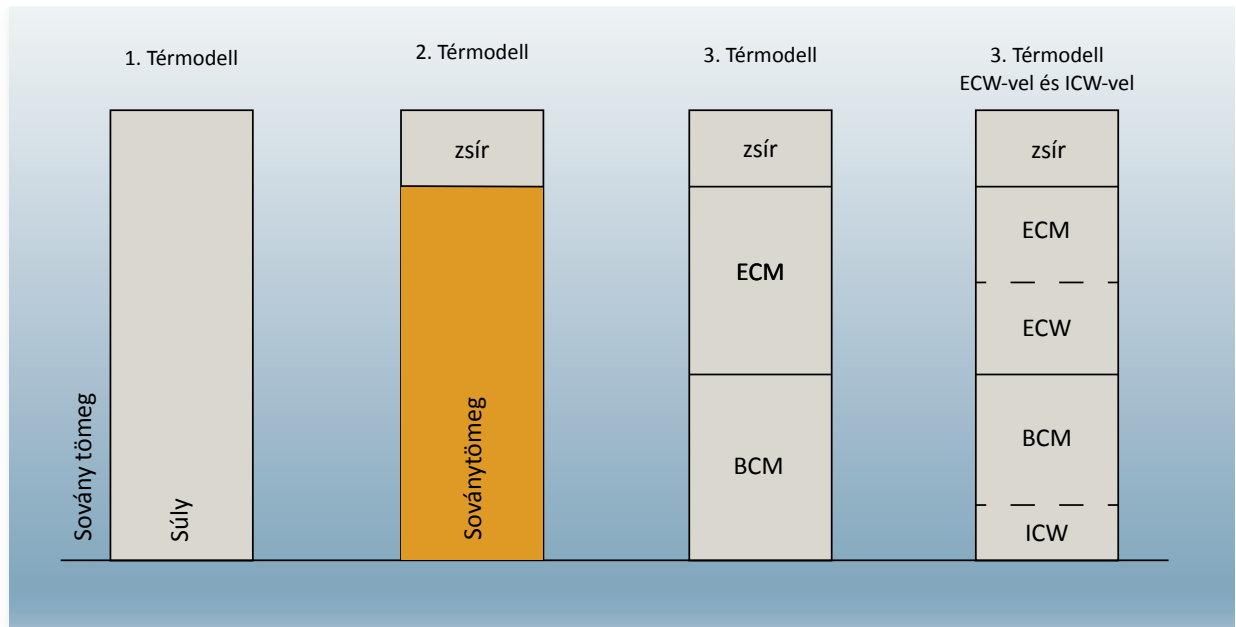
|                       |        |
|-----------------------|--------|
| Normál érték nők:     | 50-60% |
| Normál érték férfiak: | 55-65% |
| Nagyon izmos:         | 70-80% |
| Adipóz:               | 45-50% |

A TBW megoszlása:

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

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

Egy organizmus víztartalma elsősorban a testsejttömegéről 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. Lean Body Mass (LBM) – Sovány tömeg

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

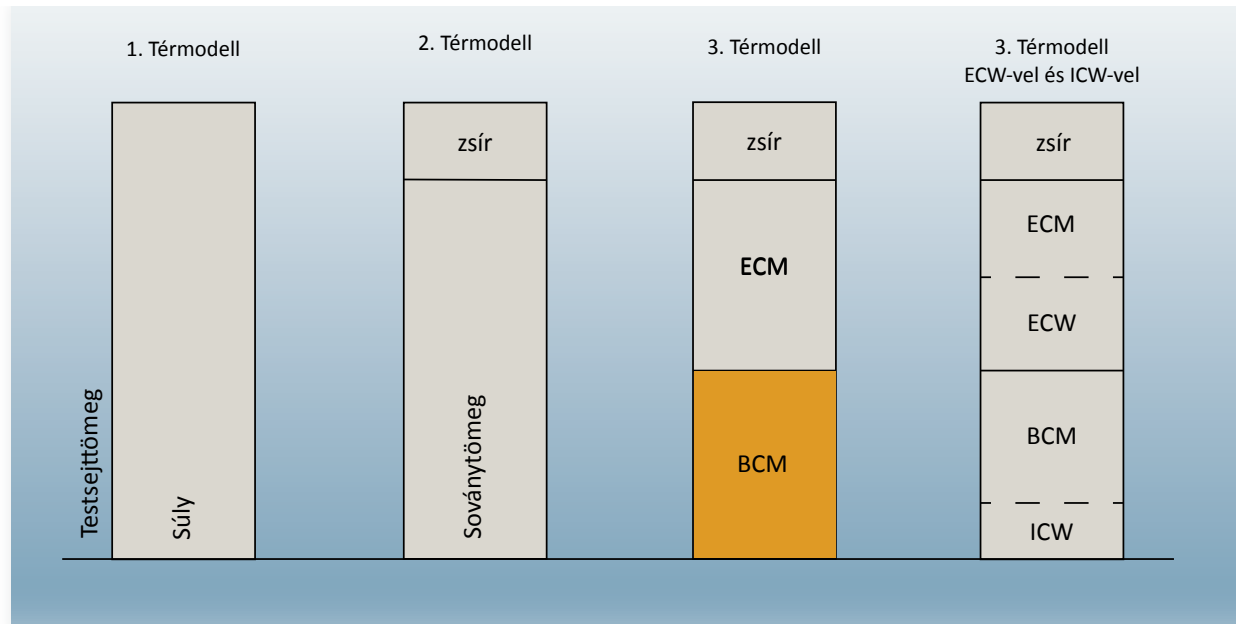
A morfológiailag nagyon eltérő szervek funkcionálisan hasonlóan vannak felépítve és olyan sejtekből állnak, melyekben az anyagcsere folyamatok és szintézisek zajlanak le, úgy, mint extracelluláris folyadék és mátrix összetevői, aminek segítségével substrat transzport valamint anyagcsere jön létre.

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 értékéből indul ki, ami egy egészséges, homogén populáció esetében igaz. A víztartalom azonban ingadozhat, így például 85%-ot is mérhettek annak az előfordulásakor és 67%-ot exicosis esetében (Shitzgal 1981). Gyermeknek is emelkedett a százalékos víztartalmuk. A sovány tömeg patológiás hidratációs foka hibás mérést eredményezhet a száraztömeg, a testsejttömeg és extracelluláris tömeg értékelésekor. Ez nehezíti a BIA 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. Body Cell Mass (BCM) – Testsejttömeg

A testsejttömeg az összes anyagcserében résztvevő sejtet foglalja magába. Nem anatómiailag definiált, 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 az izomszövet a legnagyobb részét adja.

A csekély alapanyagcsere miatt a zsírsejtek nem számolhatók a BCM-hez, hanem egy különálló alkotóegységet képviselnek.

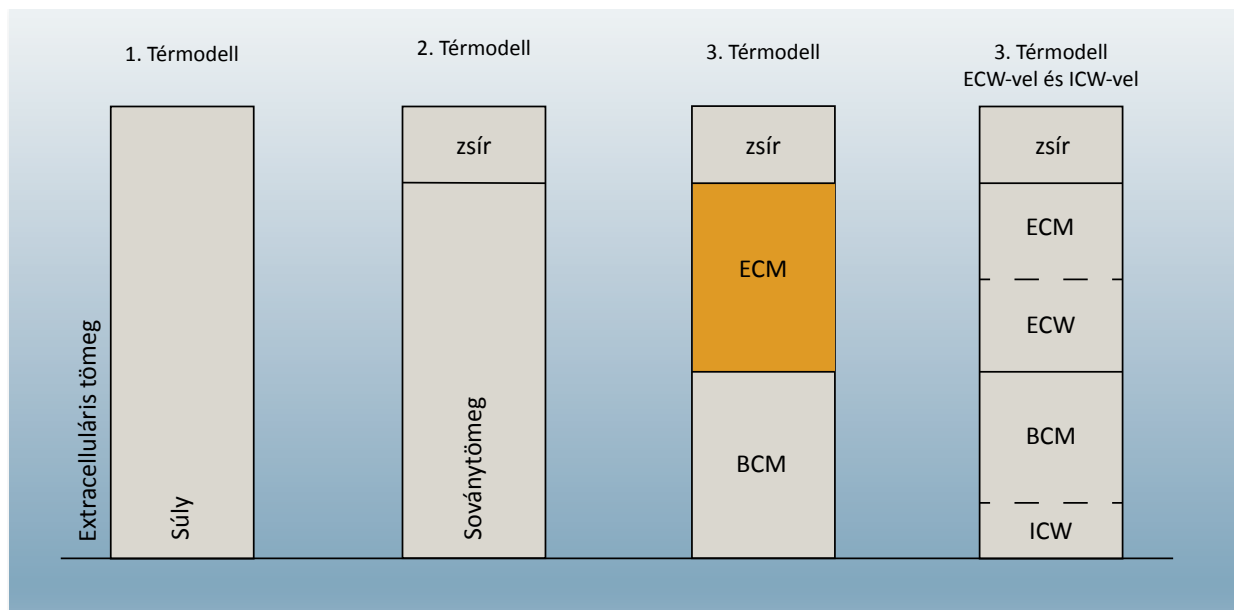
A BCM a következő szövettípusokat foglalja magába: vázizom rendszer, szívizom, a belső szervek simaizomzata, a vér, a mirigyek és az idegrendszer. A BCM a mérvadó egy páciens tápláltságának megítélésakor, mivel a szervezet számos anyagcsere folyamata BCM sejteken belül zajlik. A BCM az energiafelhasználás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

A szervezet testsejttömege egy része a sovány tömegnek. Egy meglévő BCM kialakulásánál szerepet játszanak a genetikai faktorok (Konstitutionstyp), az életkor és az edzettségi szint. Fiatalok egy fokozottabban igénybevett testi aktivitással (teljesítménysport) edzik az izomzatukat a szervezet érése során. Ilyen személyeknél gyakran található az életfázisukhoz viszonyítottan magasabb testsejttömeg a sovány tömeghez viszonyítva (az izomsejtek pertisztáló hipertrófiája). A sportolóknál a BCM akár a 60%-ot is elérheti. A testsejttömeg az életkortól is függ. Gyermeknél 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 izomsejttekké. Normális tápláltságú személyeknél a BCM több, mint 50%. Idősebb korban csökken a BCM, gyakran 45-50%-ra. A testmozgást végző idősebb embereknél ennek ellenére a BCM megtartott marad. A testsejttömeg normálértéke meghatározható a soványtömegben található sejtömeg aránnyal. A 18-75 év közötti 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 BIA 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 BIA 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 csökkenés

#### 4. Extra Cellular Mass (ECM) – Extracelluláris tömeg

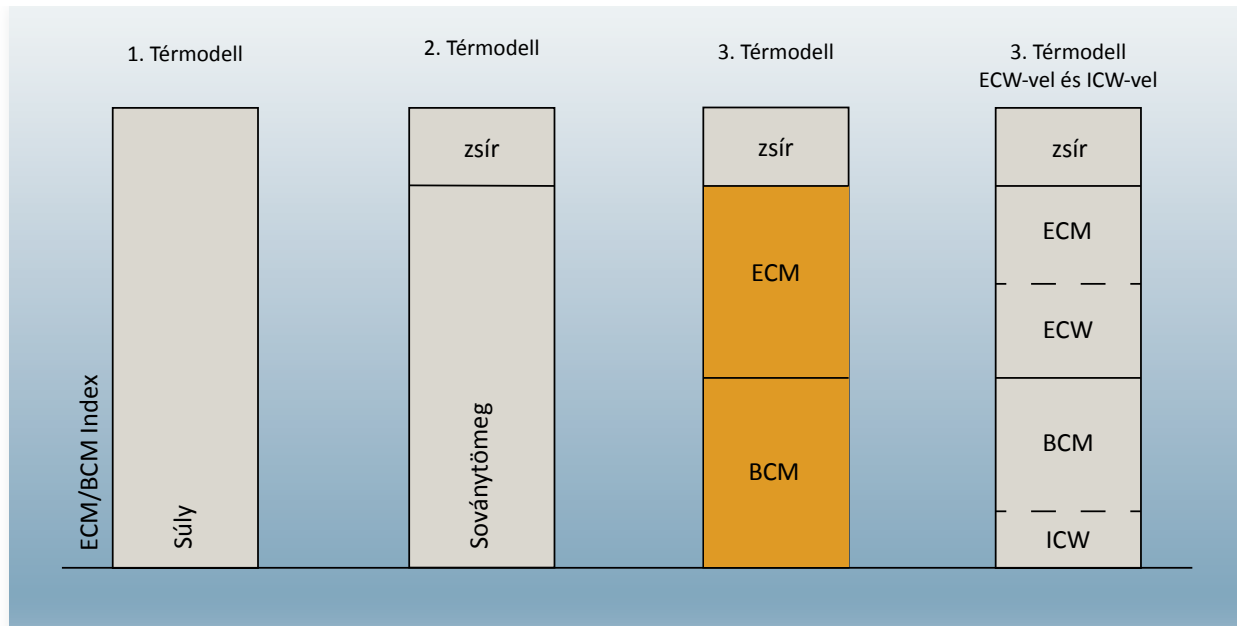


A sovány tömeg azon részét, mely a BCM sejteken kívül van, extracelluláris tömegnek nevezzük. Az ECM szilárd alkotóelemei a kötőszövet részei: kollagén, elasztin, bőr, idegek, faszciák és csontok. A folyadékrész plazmából és transcelluláris vízből tevődik össze.

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

Transcelluláris folyadék az elmélet miatt nem állapítható meg BIA méréssel. Ez azzal magyarázható, hogy az ellenállások kb. 95%-a a végtagokban jön létre. A test csak 5% -át adja a test víztömeg mérésekor. Pl.: egy ascites, mely 5 l folyadékot tartalmaz, a test ellenállása minimálisan emeli az ohmikus ellenállást, ami a teljes ellenállást praktikusán nem változtatja meg. Itt meg kell jegyezni, hogy a súlyváltozások, melyek nem járnak ellenállás változással normális esetben a zsírtömeg változásával jár együtt. A súlygyarapodás, aminek az oka ascitesz vagy várandósság, így a testzsír 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:

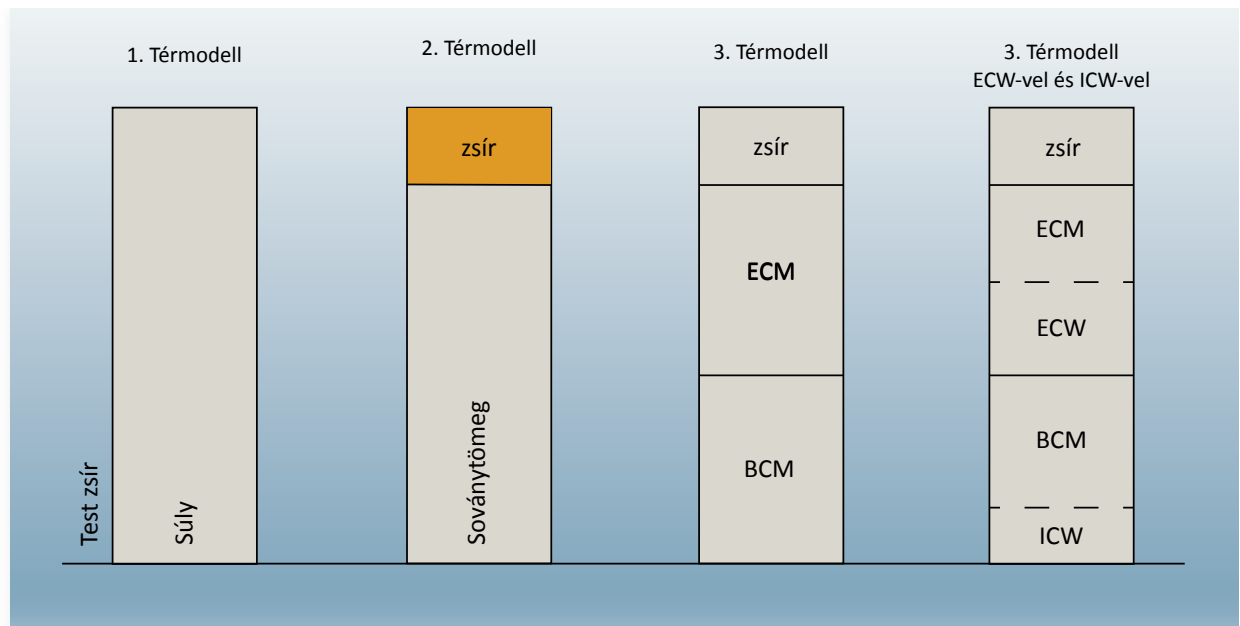
Krónikus hiperinsulinizmus és metabolikus szindróma esetén nátrium és víz retenció történik, többnyire az extracelluláris térben.

### c) Vízraktározás más formában az ECM-ben:

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



## 6. Body Fat (BF) – Test zsír



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

## 7. Sejtarány (%)

A BCM és az ECM morfológiailag, funkcionálisan, és minőségileg szoros kapcsolatban vannak egymással és össze-sítve alkotják a sovány tömeget. A sejtarány a %-os része a BCM sejtjeinek 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 alultápláltság vagy az extracelluláris folyadékgyülem csökkenti a sejtarányt.

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

Egy csökkent sejtaránynak az alultápláltság megítélése szempontjából van jelentősége. A táplálék vagy tápanyag-hiány esetén az emberi szervezet mobilizálja az intracelluláris proteint és cukrot képez belőle. Az intracelluláris protein veszteség a sejt tömeg csökkenéséhez vezet. Egyidejűleg a proteinhez kötött víz csökkenésével megnövekszik az extracelluláris tér. A BCM és ECM tömeg viszonyulása ebben a helyzetben fordított arányban változik. A sejtarány aránytalanul visszaesik.

Nagy testaktivitás vagy teljesítménysport (versenysport) növeli a sejtarányt. Azon emberek, akik sok éven keresztül sok testmozgást végeztek, magasabb sejtaránnyal 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 jelentkeznek emelkedések.

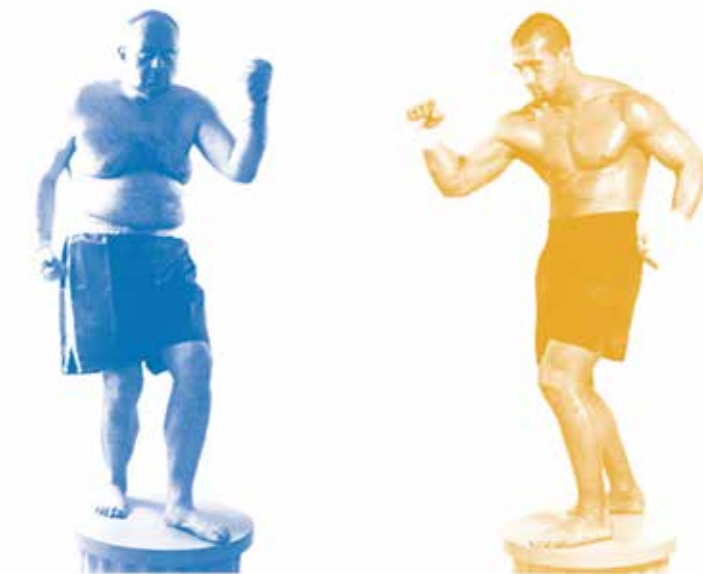
## G | Esetek – Példák

A következő ötletek segíthetik 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, mint azt a páciensek gyakran gondolják. Sokkal inkább összefügg a TBW a testsejt 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 magasnak határozzák meg.

A teljes test víztartalom az 50 vagy a 100 KHz mellett 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 testet érintik, alig adnak számszerű eltérést az ellenállás értékében. Ez az oka, hogy ascitesz vagy várandósság 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. (PreConÖsterreich GmbH)*

A 2 áttekintő paraméter: Javasolt a két legfontosabb érték áttekintése: a fázisszög és a BCM/BCM-index.

## Fázisszög

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

A fázisszög a BCM sejtek gömbkondenzátor tulajdonsága révén alakul ki. A jól táplált sejtek illetve az izomsejtek magas membránintegritással, 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 – szénhidrát szempontjából alultápláltságról van szó. Ez gyakran előfordul főleg olyan személyeknél, 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-as 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
- Sportedzéssel
- 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 vízháztartásától függ, kb.  $\pm 0,2$  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 vízháztartás 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 bodybuilderekénél |
| 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         |

*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 bodybuilderekénél                                             |
| 0,8 és 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 |

*Javaslat az ECM/BCM érték megítéléséhez*

(csak BIANOSTIC-speciális elektródákkal végzett impedancia mérések esetén érvényes)

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

## 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 testvíztartalom, 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:                  | 2004.08.01      |                   |
| Test víztartalma (liter):     | 41,9            | 27,8 – 43,3       |
| Zsírtömeg (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 energiaszükséglet (kcal) | 1670            |                   |

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 redukciójára korlátozódik az extracelluláris térben, a testsejttömeg alig veszik el. Összességében a páciens optimalizálta a testösszetételét és javította a tápláltsági állapotát, mely a következő paramétereiről állapítható meg:

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

**Folyamatmérés:**

Dátum 2004.08.01 2004.09.06 2004.10.18 2005.07.04

**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

Energiaszükséglet (kcal) 1670 1660 1640 1590

**2. Példa: Nő, 64 éves diétázó páciens**

Az első mérés elemzése:

A páciens 39-es BMI-vel, kb.: 55 kg zsírtömeggel 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 adta a súlycsökkenésből. A reaktancia és mindenekelőtt 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 (liter):     | 40,6            | 26,2 – 41,1       |
| Zsírtömeg (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 energiaszükséglet (kcal) | 1500            |                   |

**Folyamatmérés:**

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

Energiaszükséglet (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 (Cytomegalovírus) 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-os 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 engedélyezte.)

|                          |              |              |              |              |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Folyamatmérés:</b>    | 1. PÁCIENS   | 2. PÁCIENS   |              |              |
| Dátum                    | 1994. 03. 01 | 1995. 02. 15 | 1994. 08. 10 | 1994. 11. 02 |
| <b>Mérési értékek:</b>   |              |              |              |              |
| 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          |
| <b>Számolt érték:</b>    |              |              |              |              |
| 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         |
| Energiaszükséglet (kcal) | 1460         | 1290         | 1380         | 1430         |

#### 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 értékeknél, 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.

|                        |              |             |              |              |
|------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| <b>Folyamatmérés:</b>  | 2002. 05. 05 | 2002. 06.02 | 2002. 07. 06 | 2002. 08. 01 |
| Dátum                  |              |             |              |              |
| <b>Mérési értékek:</b> |              |             |              |              |
| 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          |
| <b>Számolt érték:</b>  |              |             |              |              |
| 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 |
| Energiaszükséglet (kcal) | 1220 | 1210 | 1150 | 1290 |

#### 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.: 5 liter folyadékkal többet raktároz. Az ilyen folyamatok a katabolikus történések során akár pár hónap alatt megfigyelhetők. A BCM csökken, mintegy jelezve a katabolikus anyagcsere-zavart. A zsírvesztés (mely alultápláltság miatt lép fel) a folyadékgyarapodás miatt rejtve maradt.

##### **Folyamatmérés:**

|       |               |               |
|-------|---------------|---------------|
| Dátum | 2003. 01. 05. | 2003. 02. 05. |
|-------|---------------|---------------|

##### **Mérési értékek:**

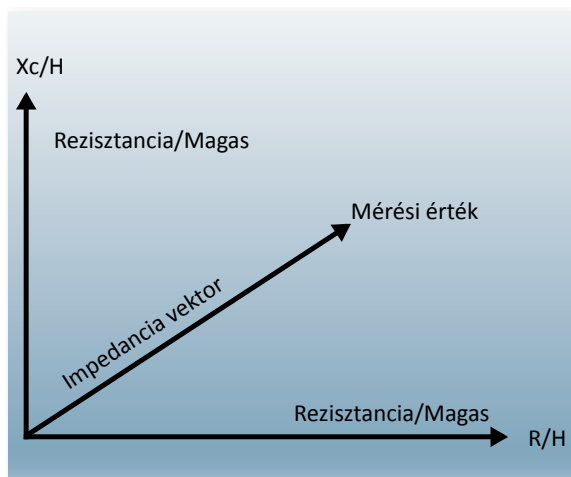
|             |      |      |
|-------------|------|------|
| R (5kHz)    | 590  | 380  |
| Xc (5kHz)   | 41   | 24   |
| Fázisszög   | 4,0  | 3,6  |
| R (50kHz)   | 560  | 460  |
| Xc (50kHz)  | 47   | 28   |
| Fázisszög   | 4,8  | 3,5  |
| R (100kHz)  | 500  | 510  |
| Xc (100kHz) | 53   | 26   |
| Testsúly    | 72,0 | 72,3 |
| Különbség   | 0,0  | 0,3  |

##### **Számolt érték:**

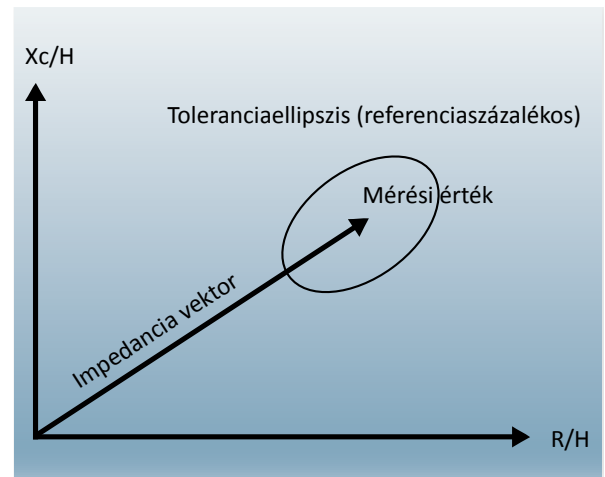
|                                        |      |      |
|----------------------------------------|------|------|
| Víz (liter)                            | 34,5 | 38,5 |
| Különbség                              | 0,0  | 4,0  |
| ECW – extracelluláris folyadék (Liter) | 15,2 | 20,9 |
| ICW – intracelluláris 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)              | 1290 | 1220 |

## 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. ( $X_c / \text{Hossz}$  és  $R / \text{Hossz}$ ). A kapcsolat az egyes mérési értékek között, melyet a  $X_c / \text{Hossz}$  és  $R / \text{Hossz}$  ad, egy individuális vektort ad, melyet nyílként ábrázolunk.



A vektor ábrázolása a koordináta rendszerben



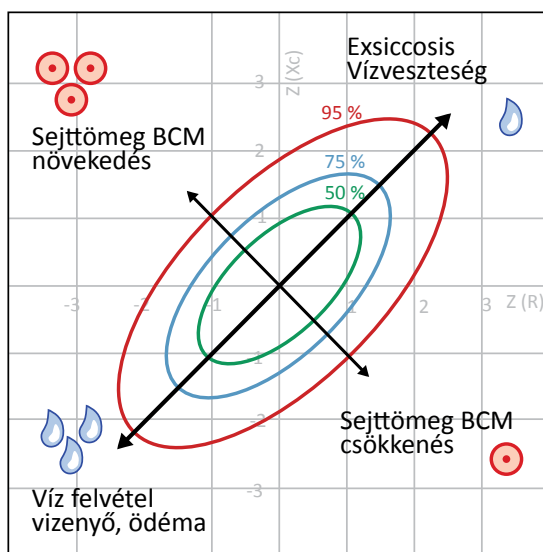
A referencia populáció tolerancia ellipszise

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

A BIA vektor egy további előnye, hogy a páciensek eredménye összehasonlítható egy referenciaértékkel. Ezek a referenciaértékek, mint úgynevezett tolerancia ellipszisek jelennek meg a koordinátarendszerben. 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.

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:

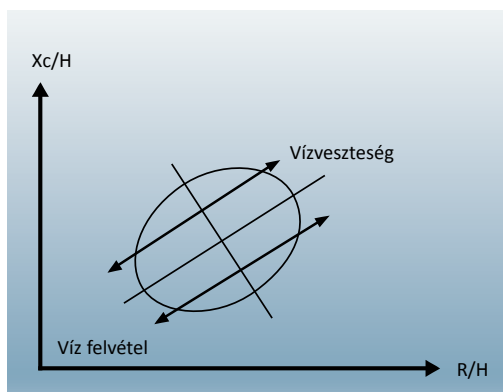
- Vízháztartást (túlvizesedés, exicosis)
- Testsejttömeg (Body CellMass nagy, alacsony)



Mivel a BIA-vektor elhelyezkedése az 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?**

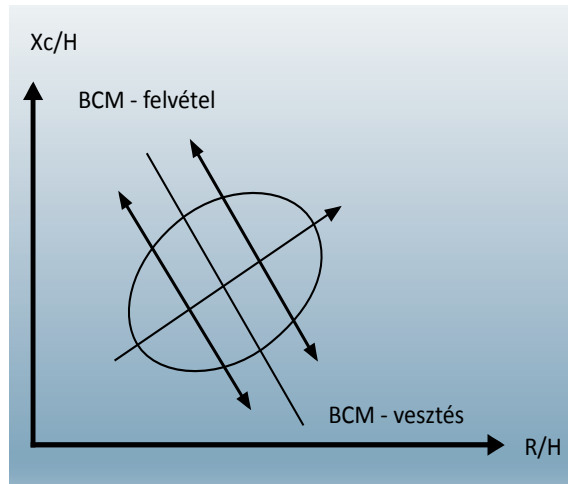
Folyadék veszteségeltérések a hossz tengely mentén jelennek meg, ami során a felső és az alsó ellipszispólusok 75%-os toleranciaintervalluma klinikailag releváns dehidratáció és túlvizesedés határértékeit adja meg.



A hossz tengely menti változások megfelelnek az R érték változásának és ezáltal a testvíz veszteségének vagy víz felvételének

(1) A Z érték fejezi ki egy mérési eredmény (SD) standardeltérés egy referenciapopulációhoz viszonyítva ( $Z\text{-érték} = \text{Mérési közép} / \text{SD}$ ). 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 vesztesége során (kahexia) csökken, ezáltal a  $X_c/H$  vektorkomponens is csökken.



A függőleges tengely menti eltérések  $X_c$  érték és ezáltal a BCM emelkedő vagy csökkenő értékeit jelölik

#### Áttekintés BIA vektorrajz eltéréseinek diagnosztikus előnyeiről:

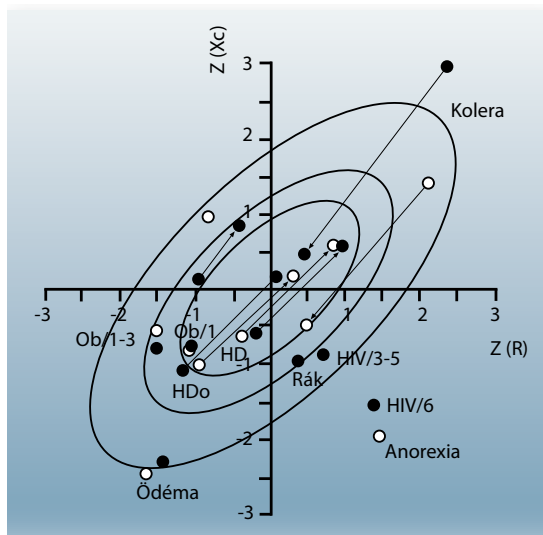
1. A Premium BIA vektorrajzai megengedik a folyadékháztartás áttekintését illetve a testsejttömeg állapotát egy páciens esetében populáció specifikus referenciaértékeket biztosító német adatbázisból, melynek különlegessége abból adódik, hogy speciálisan a Dat-Input részére a világ legnagyobb BIA-csoportja állította össze (213.294 felnőtt BIA mérési eredménye (18-102 év közöttiek és BMI 18,5 – 50 kg/m<sup>2</sup>) és 15.605 gyermek BIA mérési eredmény (6-17 év és 9-40 kg/m<sup>2</sup>)).
2. A BIA vektor lehetővé teszi egyedül az impedancia „nyers” adatai alapján történő eredmény értékelést, így függetlenül azon számításoktól amik a testösszetevők megállapításához adottak (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 alkalmazhatók 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 az FFM patológiás hidratáltsága miatt áll fenn.

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 ( $X_c$ / hossz csökkenése), mely addiktív terápiás lépésekkel visszafordítható (pl.: diuretikumokkal illetve haemodializissal).

#### **Tipikus vektorok különböző betegségeknél**

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



#### **A BIA vektorok különböző betegségek esetében**

Forrás: Piccoli A., Pastori G.: BIA software. Orvosi és Kutató Intézet, Padovai Egyetem, Padova, Olaszország, 2002

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:

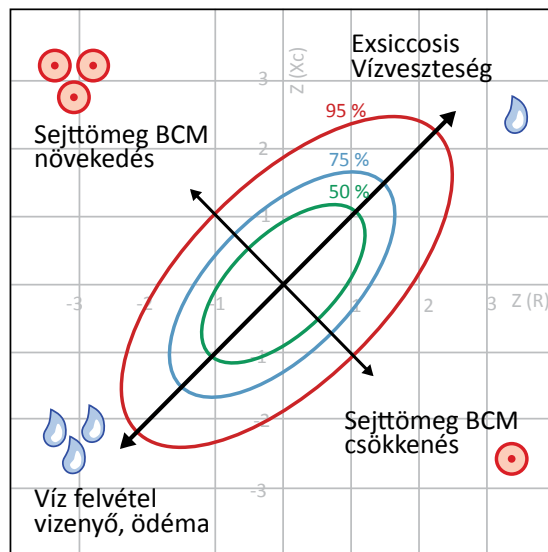
- Climbers = hegymászók dehidratáció előtt és után nagy magasságban
- HD és Hdo = vékony vagy adipoz hemodializált páciens folyadékeltávolítás előtt és után a haemodialízis során
- Cholera = kolera páciens infúzió előtt és után

További információk és software kérhető Piccoli Professzortól a következő e-mail címen: [apiccoli@unipd.it](mailto:apiccoli@unipd.it).

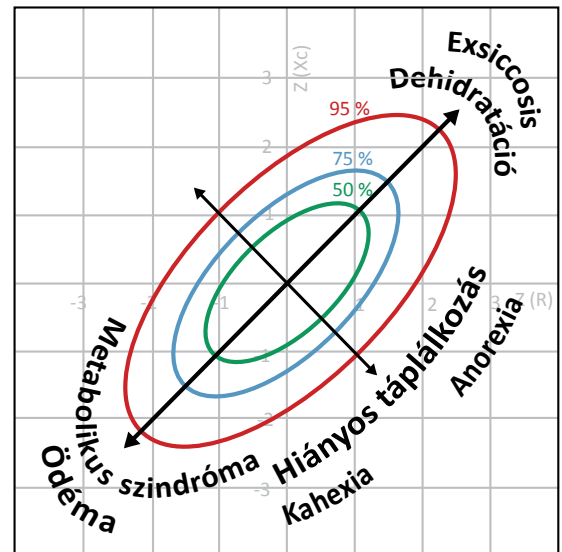
Szakirodalom a Data-Input GmbH Kettő által alkalmazott vektorrajzhoz: Bosy-Westphal A, Danielzik S, Dörhöfer R-P, Piccoli A, Müller MJ: Patterns of bioelectrical impedance vector distribution by body mass index and age: implications for body-composition analysis. Am J Clin Nutr 2005; 82:60-6.

### Diagnózis táblázat

Kettő diagnózistáblázat segít a Vektorrajz lelet értelmezésében:



BCM elemzése a lefelé irányuló rövid tengely mentén ( $\setminus$ ).  
A vízháztartás megítélése a felfelé mutató hosszú tengely mentén (/).



Tipikus lokalizációja a leggyakrabban előforduló diagnózisok és leletek esetén.

#### 1. Példa:

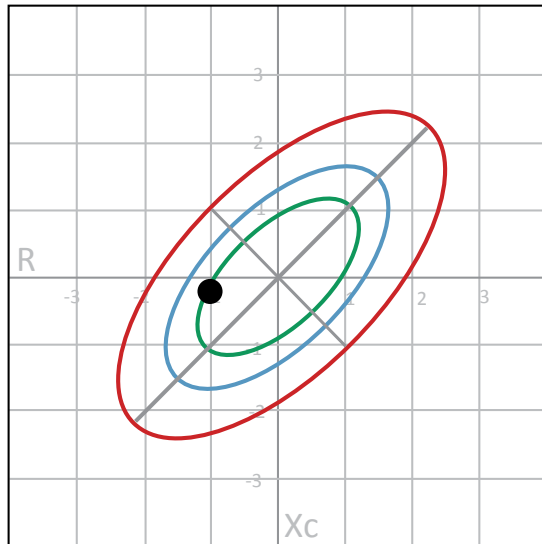
A két tengely metszéspontja megfelel a kiválasztott csoport középvértékének. A következő példánál az összehasonlításhoz a referencia ellipszisek megfelelnek egy normál csoportnak. Ha mért egyéni eredmények a zöld körön belül találhatóak, akkor a tesztszemély testvíztartalma és BCM-e normál értékű, így nagy a valószínűsége, hogy a testösszetétele normális.

Emlékeztetőül: a testzsírtartalma itt nem kerül megjelenítésre.

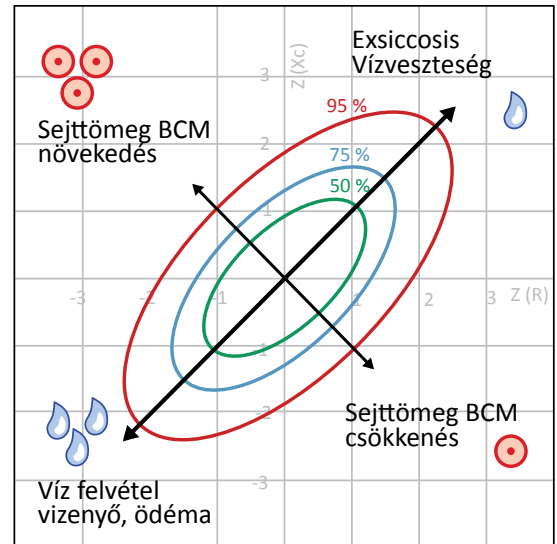
Az egyéni mérési pont a középponttól egyre nagyobb távolsággal, egyre jobban eltér a testvíztömeg és a BCM a statisztikai normáltól. Ezáltal kisebb lesz az esélye annak, hogy a vizsgált személy testösszetétele normális. A 75%-os ellipszis (kék) határértéknek tekinthető a hidratáció szempontjából.

#### Példa 1: Feltűnés nélküli lelet

Ha a mérési pont a piros körön kívül található, tehát a 95%-on kívül, akkor 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.



*Feltűnés nélküli lelet*



*Alap: magyarázó grafikon*

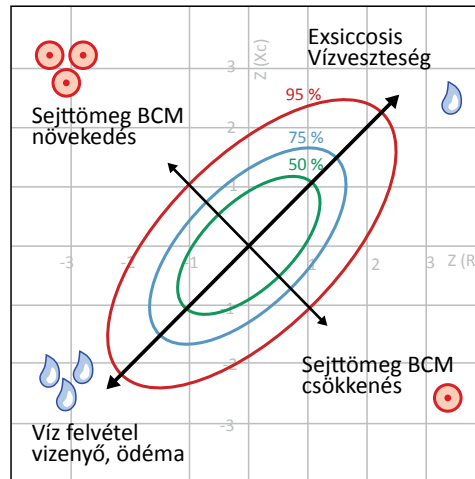
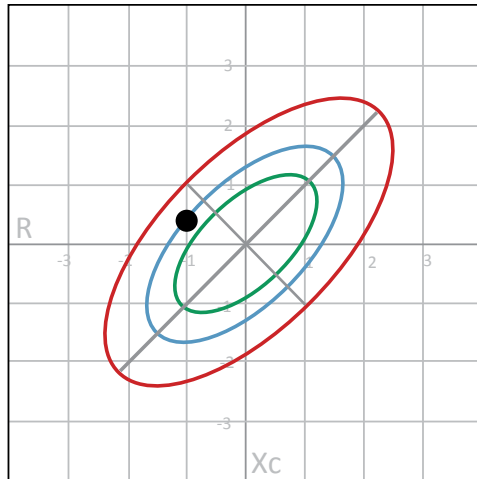
Nagy jelentősége van annak a quadránsnak, melyben a mérési pont található. Ha a mérési pont az ellipszis felső két negyedében található illetve a rövid ellipszistengely felett, akkor a vizsgált személynek kevesebb a testfolyadék tömege, a statisztikai középpontnál. Ha a pont a rövid ellipszistengely 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 található a hosszú tengelytől (magas BCM) és valamivel a kereszt tengely alatt (egy enyhén emelkedett testfolyadéknak megfelelően).

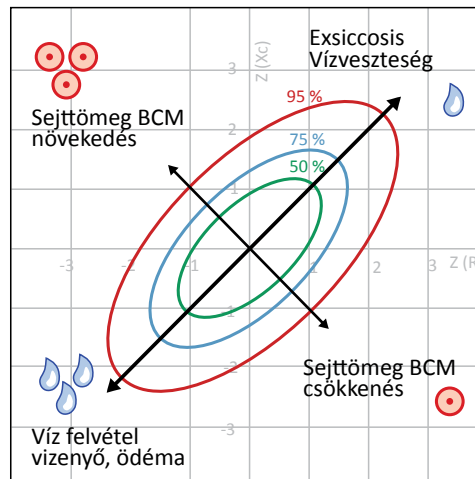
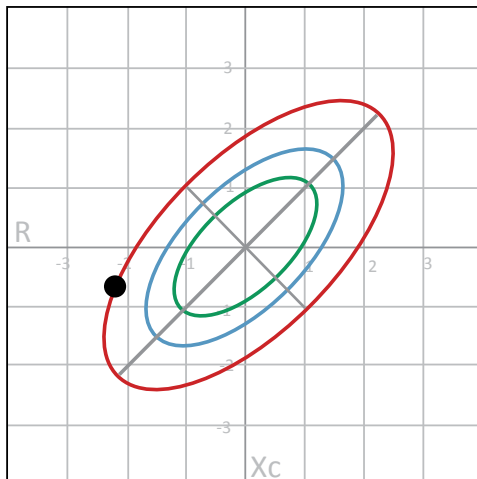


### Sportoló, Atletikus testfelépítés



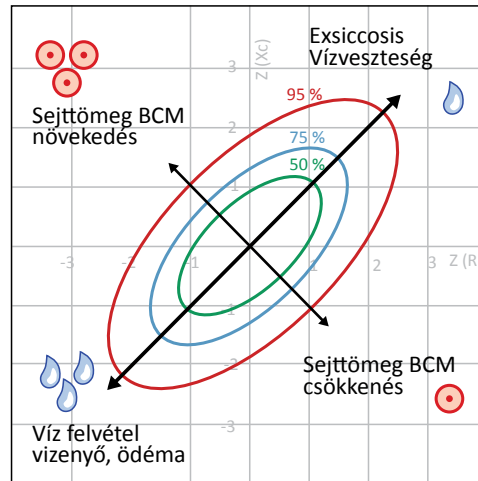
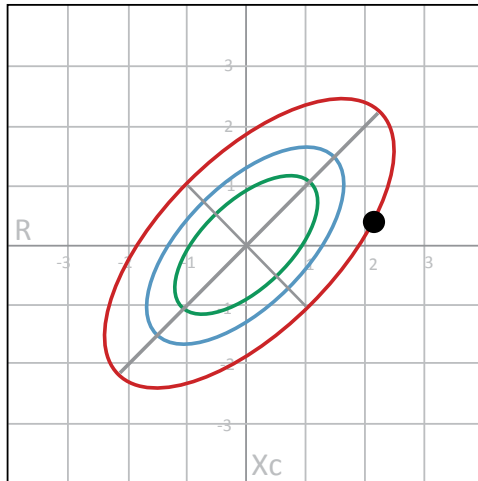
Sportolóknál, illetve atletikus testfelépítés esetén a mérési pont legtöbbször a hosszanti tengelytől balra található, magas testsejttömeget jelezve. A magas izomtömeg legtöbbször magas víztartalmat is jelent, így a mérési pont legtöbbször a keresztengelyt alatt található. A következő példával ellentétben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

### Metabolikus Szindróma



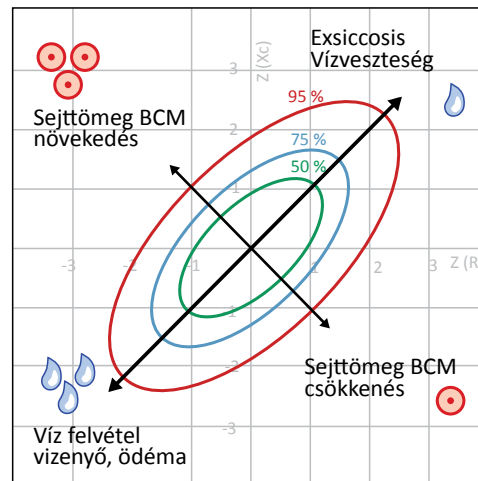
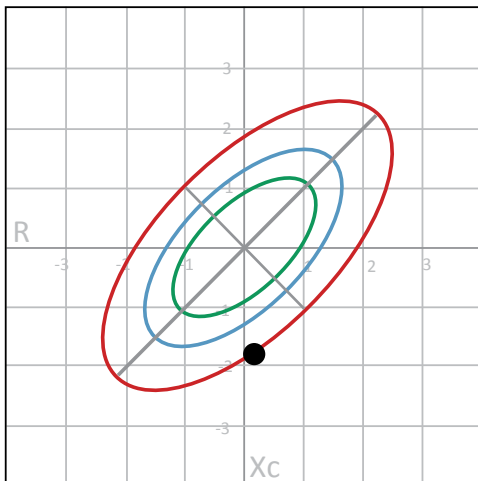
Metabolikus szindróma esetén a mérési pont egyértelműen a keresztengely alatt található (balra lent), mint egy jelezve a patológiás túlvizesedést. A további BIA értékek, mint pl. ECM (extracelluláris tömeg) vagy az ECM/BCM-index igazolják, hogy metabolikus szindróma esetén a víz túlnyomó többségében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

### Anorexia



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

### 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 keresztengely alatt találhatóak).

## I | PREMIUM – Software a testanalízishez és tápláltsági állapot analízishez

Teljesítmény jellemzők:

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

Általában a BIA értékek kiértékeléséhez csak ideális (optimális) értékek állnak rendelkezésre. Az új PREMIUM software további összehasonlításokat tesz lehetővé azáltal, 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 betegeknél
- c. speciális összehasonlító értékek – olyan vizsgált személyek csoportjában, akik 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 manifest 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. 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 korral 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.*

Jelölések: M= középérték, s = standard 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 |
| testtömeg (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 |
| rezisztencia/<br>ellenállás R 50 kHz | 617              | 61   | 542              | 796  | 604               | 61   | 529              | 684  | 602             | 63   | 522              | 683  |
| reaktancia<br>Xc 50 kHz              | 64               | 8,9  | 54               | 75   | 63                | 9    | 53               | 74   | 58              | 10   | 47               | 70   |
| fázisszög                            | 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 |
| zsírtömeg (kg)                       | 19,3             | 4,3  | 13,8             | 24,7 | 19                | 4    | 13,9             | 24,2 | 18,6            | 4    | 13,3             | 23,7 |
| zsírtömeg (%)                        | 29,6             | 4,7  | 23,48            | 35,4 | 29,3              | 4,7  | 23,3             | 35   | 29,2            | 4,8  | 22,7             | 35   |
| sovány tömeg (kg)                    | 45,5             | 3,8  | 40,7             | 50,4 | 45,5              | 3,8  | 40,8             | 50,4 | 44,6            | 3,9  | 39,8             | 49,4 |
| extracelluláris tömeg<br>ECM (kg)    | 22               | 2,3  | 19,1             | 25   | 22                | 2,3  | 19,1             | 25   | 22,7            | 2,6  | 19,5             | 25,7 |
| testsejttömeg<br>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<br>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 |
| testtömeg (kg)                       | 75,2             | 7,9  | 64,7             | 85   | 75,1              | 7,6  | 66               | 64,6 | 72,7            | 6,8  | 64               | 81,9 |
| rezisztencia/<br>ellenállás R 50 kHz | 510              | 54   | 441              | 581  | 512               | 54   | 445              | 579  | 510             | 51   | 448              | 572  |
| reaktancia<br>Xc 50 kHz              | 61               | 8    | 52               | 71   | 58                | 9    | 49               | 68   | 52              | 11   | 40               | 61   |
| fázisszög                            | 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 |
| zsírtömeg (kg)                       | 13,6             | 4,6  | 7,3              | 19,4 | 14,6              | 4,5  | 8,7              | 20,4 | 14,2            | 4,5  | 7,9              | 20,1 |
| zsírtömeg (%)                        | 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  | 53,3             | 69,8 | 60,5              | 6,3  | 52,6             | 68,6 | 58,6            | 5,4  | 51,4             | 66,1 |
| extracelluláris tömeg<br>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 |
| testsejttömeg<br>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<br>szükséglet (kcal)     | 1700             | 135  | 1450             | 1870 | 1650              | 130  | 1495             | 1810 | 1550            | 125  | 1410             | 1690 |

1. és 2. táblázat: BIA adatok és számított testösszetételek egészséges nők (n=29.409) és férfiak (n=2.224), a BMI 19,0-24,9 kg/m<sup>2</sup>. Normáltartomány definíció 10 és 90 %.

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 közötti személy adatait értékelték ki. Ebből 160.696 nő és 26.678 férfi (lsd. 2. táblázat). A kiválasztási kritérium a BMI volt. Az egészségi vagy az edzettségi 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   |
|                  | BMI 35,0 – 39,0 |
| Túlsúly III fok: | BMI 40,0 – 44,9 |
|                  | BMI 45,0 – 49,9 |
|                  | BMI 50,0 – 54,9 |

(A táblázatok a következő oldalakon találhatóak.)

| Nők n=160.596                      | Soványság                |      |      |      | Normál súly                  |      |        |      |
|------------------------------------|--------------------------|------|------|------|------------------------------|------|--------|------|
|                                    | BMI c 19,0 M(179) n= 771 |      |      |      | BMI 19-24,9 M(23,2) n=29.573 |      |        |      |
|                                    | M                        | S    | -tól | -ig  | M                            | S    | -tól   | -ig  |
| Arányos érték                      |                          |      |      |      |                              |      |        |      |
| testsúly (kg)                      | 1,67                     | 0,06 | 1,59 | 1,75 | 1,67                         | 0,06 | 1,60   | 1,75 |
| testmagasság (m)                   | 49,9                     | 4,9  | 43,5 | 56,0 | 64,5                         | 6,0  | 57,0   | 72,0 |
| életkor                            | 32,1                     | 13,1 | 19,0 | 49,0 | 36,2                         | 12,1 | 23,0   | 53,0 |
| rezisztencia R (Ohm)               | 676                      | 74   | 587  | 776  | 608                          | 62   | 532    | 688  |
| rezisztencia Xc (Ohm)              | 66                       | 10   | 54   | 79   | 63                           | 9    | 53     | 74   |
| fázisszög (fok)                    | 5,6                      | 07   | 4,8  | 6,4  | 5,9                          | 0,7  | 5,1    | 6,8  |
| Számolt érték                      |                          |      |      |      |                              |      |        |      |
| teljes test víztömeg TBW (l)       | 29,8                     | 27   | 268  | 33,2 | 3,2                          | 2,8  | 3629,8 | 36,8 |
| testzsír BF (kg)                   | 98                       | 3,2  | 5,0  | 13,3 | 19,1                         | 4,1  | 13,8   | 24,3 |
| testzsír BF (%)                    | 18,8                     | 5,4  | 10,9 | 25,0 | 29,4                         | 4,7  | 23,3   | 35,1 |
| sovány tömeg (kg)                  | 40,6                     | 37   | 36,0 | 45,4 | 45,4                         | 3,8  | 40,7   | 50,3 |
| test sejtömeg (kg)                 | 208                      | 2,6  | 17,0 | 23,5 | 23,4                         | 2,5  | 20,3   | 26,6 |
| extracelluláris tömeg BCM (kg) BCW | 20,4                     | 2,2  | 17,7 | 23,1 | 22,0                         | 2,3  | 19,2   | 25,0 |
| BCM index                          | 1,02                     | 0,18 | 0,86 | 1,20 | 0,95                         | 0,13 | 0,80   | 1,12 |
| % cellarész                        | 40,8                     | 39   | 45,5 | 53,8 | 51,5                         | 3,3  | 47,2   | 55,6 |
| alapanyagcsere (kcal)              | 1260                     | 80   | 1190 | 1360 | 1350                         | 80   | 1260   | 1460 |

| Férfiak n=26.678                   | Soványság                |      |      |      | Normál súly                 |      |      |      |
|------------------------------------|--------------------------|------|------|------|-----------------------------|------|------|------|
|                                    | BMI c 19,0 M(17,9) n= 89 |      |      |      | BMI 19-24,9 M(23,1) n=2.226 |      |      |      |
|                                    | M                        | S    | -tól | -ig  | M                           | S    | -tól | -ig  |
| Arányos érték                      |                          |      |      |      |                             |      |      |      |
| testsúly (kg)                      | 1,79                     | 0,08 | 1,69 | 1,90 | 1,80                        | 0,07 | 1,70 | 1,89 |
| testmagasság (m)                   | 57,3                     | 6,0  | 50,7 | 64,7 | 874,9                       | 7,8  | 65,1 | 84,6 |
| életkor                            | 33,5                     | 15,2 | 19,0 | 57,0 | 38,3                        | 14,1 | 21,0 | 59,0 |
| rezisztencia R (Ohm)               | 602                      | 58   | 529  | 578  | 511                         | 54   | 445  | 579  |
| rezisztencia Xc (Ohm)              | 63                       | 10   | 49   | 76   | 58                          | 8    | 48   | 69   |
| fázisszög (fok)                    | 6,0                      | 0,1  | 4,9  | 7,1  | 6,5                         | 0,8  | 5,6  | 7,5  |
| Számolt érték                      |                          |      |      |      |                             |      |      |      |
| teljes test víztömeg TBW (l)       | 36,7                     | 3,9  | 31,7 | 41,7 | 44,4                        | 4,7  | 38,7 | 50,2 |
| testzsír BF (kg)                   | 7,2                      | 2,8  | 3,5  | 10,8 | 14,2                        | 4,6  | 8,1  | 20,0 |
| testzsír BF (%)                    | 12,4                     | 4,4  | 6,7  | 18,4 | 418,9                       | 5,3  | 11,8 | 25,4 |
| sovány tömeg (kg)                  | 50,2                     | 5,3  | 43,3 | 57,0 | 60,6                        | 6,4  | 52,8 | 68,6 |
| test sejtömeg (kg)                 | 25,9                     | 4,3  | 20,1 | 31,0 | 32,9                        | 4,3  | 27,8 | 38,2 |
| extracelluláris tömeg BCM (kg) BCW | 24,3                     | 3,0  | 20,6 | 28,5 | 27,7                        | 3,5  | 23,7 | 32,3 |
| BCM index                          | 0,97                     | 0,26 | 0,76 | 1,17 | 0,85                        | 0,13 | 0,71 | 1,00 |
| % cellarész                        | 9,4                      | 5,2  | 46,1 | 56,8 | 54,2                        | 3,6  | 50,0 | 58,4 |
| alapanyagcsere (kcal)              | 1430                     | 130  | 1290 | 1600 | 1660                        | 135  | 1500 | 1820 |

| Túlsúly 1. fok       |      |      |      | Túlsúly 2. fok       |      |      |      |                       |      |      |       |
|----------------------|------|------|------|----------------------|------|------|------|-----------------------|------|------|-------|
| BMI 25-29,9 n=46.150 |      |      |      | BMI 30-34,9 n=50.555 |      |      |      | BMI 35-39,9 n= 22.573 |      |      |       |
| M                    | S    | -tól | -ig  | M                    | S    | -tól | -ig  | M                     | S    | -tól | -ig   |
|                      |      |      |      |                      |      |      |      |                       |      |      |       |
| 1,65                 | 0,06 | 1,58 | 1,73 | 1,65                 | 0,06 | 1,57 | ,73  | ,64                   | 0,07 | 1,56 | 1,53  |
| 75,4                 | 6,7  | 76,0 | 84,2 | 87,4                 | 7,7  | 77,8 | 97,5 | 100,1                 | 8,9  | 9,0  | 111,7 |
| 41,91                | 12,7 | 26,0 | 59,0 | 44,9                 | 13,2 | 27,0 | 62,0 | 45,3                  | 13,4 | 27,0 | 63,0  |
| 567                  | 56   | 49,8 | 639  | 526                  | 54   | 460  | 595  | 489                   | 51   | 425  | 556   |
| 6,0                  | 8    | 50   | 70   | 55                   | 8    | 46   | 66   | 51                    | 8    | 42   | 61    |
| 6,0                  | 0,7  | 5,2  | 6,9  | 6,0                  | 0,7  | 5,2  | 6,9  | 6,0                   | 0,7  | 5,1  | 6,9   |
|                      |      |      |      |                      |      |      |      |                       |      |      |       |
| 35,4                 | 2,9  | 31,7 | 39,1 | 37,9                 | 3,2  | 33,9 | 42,1 | 40,5                  | 3,6  | 36,1 | 45,1  |
| 27,0                 | 4,6  | 21,3 | 33,0 | 35,7                 | 5,3  | 29,1 | 42,6 | 44,7                  | 6,1  | 37,2 | 52,8  |
| 35,6                 | 4,0  | 30,5 | 40,6 | 40,7                 | 3,6  | 36,0 | 45,2 | 44,6                  | 3,4  | 40,1 | 48,9  |
| 48,4                 | 4,0  | 43,4 | 53,5 | 51,8                 | 4,4  | 46,3 | 57,5 | 55,3                  | 4,9  | 49,3 | 61,6  |
| 25,1                 | 2,7  | 21,8 | 28,5 | 26,9                 | 3,0  | 23,2 | 30,7 | 28,7                  | 3,3  | 24,6 | 32,8  |
| 23,3                 | 2,5  | 20,2 | 26,4 | 24,9                 | 2,7  | 21,5 | 28,4 | 26,7                  | 3,0  | 23,0 | 30,6  |
| 0,94                 | 0,13 | 0,78 | 1,09 | 0,93                 | 0,13 | 0,78 | 1,09 | 0,94                  | 0,14 | 0,78 | 1,11  |
| 51,9                 | 3,4  | 47,8 | 56,0 | 51,9                 | 3,5  | 47,8 | 56,0 | 51,8                  | 3,6  | 47,2 | 56,0  |
| 1410                 | 80   | 1300 | 1520 | 1470                 | 90   | 1350 | 1590 | 1520                  | 100  | 1390 | 1650  |

| Túlsúly 1. fok      |      |      |      | Túlsúly 2. fok       |      |      |       |                      |      |       |       |
|---------------------|------|------|------|----------------------|------|------|-------|----------------------|------|-------|-------|
| BMI 25-29,9 n=6.741 |      |      |      | BMI 30-34,9 n=11.071 |      |      |       | BMI 35-39,9 n= 4.642 |      |       |       |
| M                   | S    | -tól | -ig  | M                    | S    | -tól | -ig   | M                    | S    | -tól  | -ig   |
|                     |      |      |      |                      |      |      |       |                      |      |       |       |
| 1,79                | 0,07 | 1,70 | 1,88 | 1,78                 | 0,07 | 1,69 | 1,87  | 1,78                 | 0,07 | 1,68  | 1,87  |
| 89,1                | 8,1  | 79,0 | 99,6 | 102,3                | 9,3  | 90,7 | 114,5 | 117,1                | 10,6 | 104,0 | 131,0 |
| 43,3                | 12,7 | 27,0 | 61,0 | 45,1                 | 12,6 | 28,0 | 62,0  | 45,2                 | 12,9 | 28,0  | 62,0  |
| 471                 | 48   | 413  | 534  | 437                  | 45   | 383  | 496   | 408                  | 45   | 354   | 466   |
| 55                  | 8    | 46   | 65   | 51                   | 7    | 42   | 60    | 47                   | 7    | 38    | 56    |
| 6,6                 | 0,8  | 5,7  | 7,6  | 6,6                  | 0,8  | 5,7  | 7,6   | 6,5                  | 0,8  | 5,5   | 7,6   |
|                     |      |      |      |                      |      |      |       |                      |      |       |       |
| 48,9                | 4,8  | 43,0 | 55,0 | 53,3                 | 52,3 | 46,9 | 60,0  | 57,9                 | 5,9  | 50,7  | 65,4  |
| 22,2                | 5,0  | 15,9 | 28,7 | 29,5                 | 5,8  | 22,4 | 37,0  | 38,0                 | 6,6  | 29,7  | 46,8  |
| 24,9                | 4,7  | 18,8 | 30,7 | 28,7                 | 4,4  | 23,2 | 34,3  | 32,4                 | 4,4  | 26,7  | 38,0  |
| 66,8                | 6,5  | 58,7 | 75,1 | 72,8                 | 7,1  | 64,1 | 82,0  | 79,1                 | 8,0  | 69,2  | 89,4  |
| 36,6                | 4,3  | 31,2 | 42,0 | 39,8                 | 4,7  | 34,0 | 45,8  | 42,9                 | 5,4  | 36,2  | 49,8  |
| 30,2                | 3,6  | 25,7 | 34,9 | 33,0                 | 4,0  | 28,2 | 38,2  | 36,2                 | 4,6  | 30,6  | 42,1  |
| 0,83                | 0,12 | 0,70 | 0,98 | 0,84                 | 0,13 | 0,70 | 0,98  | 0,85                 | 0,14 | 0,70  | 1,02  |
| 54,7                | 3,4  | 50,5 | 58,8 | 54,7                 | 3,5  | 50,5 | 58,8  | 54,2                 | 3,7  | 49,4  | 58,8  |
| 1770                | 140  | 1600 | 1940 | 1870                 | 150  | 1690 | 2060  | 1970                 | 170  | 1760  | 2190  |



| Túlsúly 3. fok       |      |       |       |                      |      |       |       |                   |      |       |       |
|----------------------|------|-------|-------|----------------------|------|-------|-------|-------------------|------|-------|-------|
| BMI 240-44,9 n=7.959 |      |       |       | BMI 345-49,9 n=2.389 |      |       |       | BMI 50-54,9 n=671 |      |       |       |
| M                    | S    | -tól  | -ig   | M                    | S    | -tól  | -ig   | M                 | S    | -tól  | -ig   |
| 1,64                 | 0,07 | 1,56  | 1,73  | 1,64                 | 0,07 | 1,55  | 1,72  | 1,63              | 0,07 | 1,54  | 1,72  |
| 113,4                | 10,1 | 101,0 | 126,6 | 126,0                | 11,1 | 112,3 | 140,3 | 138,8             | 12,2 | 123,4 | 155,0 |
| 44,7                 | 13,1 | 28,0  | 62,0  | 44,2                 | 12,5 | 28,0  | 61,0  | 44,4              | 12,0 | 29,0  | 61,0  |
| 456                  | 50   | 395   | 521   | 430                  | 48   | 371   | 493   | 403               | 48   | 345   | 465   |
| 48                   | 8    | 38    | 57    | 44                   | 7    | 35    | 54    | 41                | 7    | 32    | 50    |
| 6,0                  | 0,8  | 51    | 6,9   | 5,9                  | 0,7  | 5,0   | 6,9   | 5,8               | 0,8  | 4,9   | 6,8   |
| 43,2                 | 3,9  | 38,3  | 48,3  | 45,6                 | 4,2  | 40,4  | 50,9  | 48,1              | 4,7  | 42,2  | 53,9  |
| 54,2                 | 7,0  | 45,6  | 63,4  | 63,7                 | 7,8  | 54,1  | 74,0  | 73,0              | 8,5  | 62,2  | 84,5  |
| 47,8                 | 3,3  | 43,5  | 51,9  | 50,5                 | 3,2  | 46,4  | 54,6  | 52,6              | 3,1  | 48,4  | 56,5  |
| 59,1                 | 5,4  | 52,3  | 66,0  | 62,3                 | 5,7  | 55,2  | 69,5  | 65,7              | 6,4  | 57,6  | 73,6  |
| 30,5                 | 3,6  | 26,0  | 35,0  | 32,0                 | 3,7  | 27,3  | 36,5  | 33,4              | 4,1  | 28,2  | 38,6  |
| 28,6                 | 3,4  | 24,6  | 32,9  | 30,3                 | 3,6  | 25,9  | 35,0  | 32,3              | 4,1  | 27,2  | 37,8  |
| 0,95                 | 0,15 | 0,78  | 1,12  | 0,96                 | 0,15 | 0,78  | 1,14  | 0,98              | 0,16 | 0,80  | 1,17  |
| 51,6                 | 3,7  | 47,2  | 56,0  | 51,3                 | 3,7  | 46,7  | 56,0  | 50,8              | 3,9  | 46,1  | 55,6  |
| 1580                 | 110  | 1440  | 1720  | 1630                 | 120  | 1480  | 1770  | 1670              | 130  | 1510  | 1840  |

| Túlsúly 3. fok       |      |       |       |                     |      |       |       |                   |      |       |       |
|----------------------|------|-------|-------|---------------------|------|-------|-------|-------------------|------|-------|-------|
| BMI 240-44,9 n=1,400 |      |       |       | BMI 345-49,9 n=2395 |      |       |       | BMI 50-54,9 n=114 |      |       |       |
| M                    | S    | -tól  | -ig   | M                   | S    | -tól  | -ig   | M                 | S    | -tól  | -ig   |
| 1,78                 | 0,07 | 0,69  | 1,88  | 1,77                | 0,07 | 1,68  | 1,86  | 1,77              | 0,08 | 1,68  | 1,88  |
| 133,3                | 12,1 | 118,1 | 149,6 | 148,0               | 12,6 | 133,3 | 164,6 | 163,5             | 15,2 | 145,2 | 185,5 |
| 44,8                 | 12,8 | 27,0  | 61,0  | 43,4                | 12,2 | 27,0  | 60,0  | 43,4              | 10,6 | 28,0  | 58,0  |
| 381                  | 45   | 328   | 439   | 361                 | 42   | 303   | 416   | 345               | 50   | 284   | 421   |
| 43                   | 7    | 34    | 52    | 39                  | 7    | 31    | 49    | 37                | 7    | 27    | 45    |
| 6,4                  | 0,8  | 5,4   | 7,4   | 6,2                 | 0,8  | 5,2   | 7,3   | 6,1               | 0,8  | 5,0   | 7,0   |
| 63,1                 | 6,6  | 54,7  | 71,4  | 67,1                | 6,8  | 59,3  | 75,9  | 71,4              | 8,5  | 62,2  | 82,4  |
| 47,1                 | 7,8  | 37,4  | 57,0  | 56,4                | 8,9  | 44,3  | 67,7  | 60,0              | 11,3 | 53,0  | 82,7  |
| 35,3                 | 4,4  | 29,6  | 40,9  | 38,0                | 4,5  | 31,5  | 43,4  | 40,3              | 5,2  | 33,6  | 48,1  |
| 86,2                 | 9,1  | 74,8  | 97,6  | 91,7                | 9,3  | 81,1  | 103,7 | 97,5              | 11,7 | 85,0  | 112,6 |
| 46,2                 | 5,9  | 39,0  | 53,7  | 48,4                | 6,2  | 40,9  | 55,9  | 50,8              | 7,1  | 43,2  | 60,1  |
| 40,0                 | 5,4  | 33,3  | 47,2  | 43,2                | 5,8  | 36,2  | 50,6  | 46,7              | 6,9  | 38,5  | 55,2  |
| 0,88                 | 0,15 | 0,72  | 1,04  | 0,90                | 0,16 | 0,73  | 1,09  | 0,93              | 0,15 | 0,76  | 1,14  |
| 53,6                 | 3,9  | 48,9  | 58,0  | 52,8                | 4,0  | 47,8  | 57,6  | 52,1              | 4,0  | 46,7  | 56,6  |
| 2070                 | 190  | 1850  | 2310  | 2150                | 200  | 1910  | 2380  | 2220              | 230  | 1980  | 2520  |

## 2. Gyermekek és fiatalok kiértékelése

A NutriPlus lehetővé teszi a gyermekek és fiatalok BIA mérési eredményeinek kiértékelését, már 3 éves kortól. 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 6.329 lány és 5.627 fiú értékei szerepelnek Németországból. Az analízis egy speciális Gyermekek egyenletén alapszik, ami a sovány tömeg számítására épül.

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
- Sovány tömeg
- 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. Gyermekek és fiataloknál adipozitás gyanúja esetén diagnosztikus vizsgálati tervet biztosít egy extra táblázat (itt nincs megjelenítve). A táblázatok a következő oldalakon áttekintést biztosítanak a gyermekek és fiatalok testösszetételének számításához, valamint összefoglalják a megfelelő publikációkat.

Az adatok a Data-Input gyermekcsoportból származnak n=6.392 lány; n=5.627 fiú 3 és 17,9 év között kor szerint csoportosítva.

(Az alábbi kiértékelések 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: lányok n=6.392

S=Sztenderd különbség, P=Százalékosan

| Kor | N    | Térmodell                    | Középtérték | S   | P3   | P10  | P50  | P90  | P97  |
|-----|------|------------------------------|-------------|-----|------|------|------|------|------|
| 3   | 113  | Testszír BF (kg)             | 2,7         | 1,5 | 1,4  | 1,5  | 2,5  | 4,1  | 5,0  |
|     |      | Testszír BF (%)              | 16,1        | 4,8 | 8,9  | 11,0 | 15,4 | 22,3 | 25,0 |
|     |      | Zsírmntes testtömeg LBM (kg) | 13,3        | 1,7 | 10,9 | 11,4 | 13,1 | 15,6 | 16,3 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 10,3        | 1,4 | 8,5  | 8,9  | 10,0 | 11,9 | 12,6 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,3         | 0,6 | 4,4  | 4,6  | 5,2  | 6,1  | 6,4  |
| 4   | 141  | Testszír BF (kg)             | 2,9         | 1,2 | 1,1  | 1,5  | 2,7  | 4,7  | 5,4  |
|     |      | Testszír BF (%)              | 15,4        | 4,7 | 6,7  | 9,4  | 15,2 | 21,4 | 25,1 |
|     |      | Zsírmntes testtömeg LBM (kg) | 15,5        | 1,8 | 12,6 | 13,3 | 15,4 | 17,9 | 19,2 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 11,6        | 1,2 | 9,8  | 10,1 | 11,4 | 13,6 | 14,5 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,4         | 0,6 | 4,3  | 4,7  | 5,3  | 6,1  | 6,4  |
| 5   | 173  | Testszír BF (kg)             | 3,3         | 1,6 | 1,0  | 1,7  | 3,1  | 5,4  | 7,5  |
|     |      | Testszír BF (%)              | 15,5        | 5,3 | 6,0  | 9,4  | 15,8 | 22,6 | 26,4 |
|     |      | Zsírmntes testtömeg LBM (kg) | 17,5        | 2,4 | 13,3 | 14,5 | 17,5 | 20,5 | 22,4 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 12,9        | 1,7 | 10,0 | 10,9 | 12,6 | 15,1 | 16,4 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,7         | 0,6 | 4,7  | 5,0  | 5,6  | 6,3  | 6,6  |
| 6   | 1860 | Testszír BF (kg)             | 4,7         | 2,1 | 1,9  | 2,7  | 4,2  | 7,2  | 9,7  |
|     |      | Testszír BF (%)              | 20,0        | 5,7 | 9,9  | 13,2 | 19,7 | 27,4 | 31,6 |
|     |      | Zsírmntes testtömeg LBM (kg) | 18,0        | 2,4 | 14,0 | 15,1 | 17,8 | 21,1 | 23,0 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 13,6        | 1,8 | 10,8 | 11,6 | 13,4 | 16,0 | 17,8 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,2         | 0,6 | 4,2  | 4,5  | 5,1  | 5,8  | 6,3  |
| 7   | 662  | Testszír BF (kg)             | 4,8         | 2,0 | 2,0  | 2,8  | 4,4  | 7,3  | 0,0  |
|     |      | Testszír BF (%)              | 19,6        | 5,3 | 10,1 | 12,9 | 19,6 | 26,3 | 30,4 |
|     |      | Zsírmntes testtömeg LBM (kg) | 19,0        | 2,7 | 14,8 | 15,8 | 18,7 | 22,4 | 25,1 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 14,3        | 2,0 | 11,3 | 12,1 | 14,0 | 17,0 | 18,8 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,2         | 0,6 | 4,2  | 4,6  | 5,2  | 5,9  | 6,4  |
| 8   | 98   | Testszír BF (kg)             | 5,2         | 3,0 | 0,9  | 2,0  | 4,5  | 9,4  | 13,8 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 17,2        | 7,0 | 2,8  | 7,7  | 16,6 | 26,7 | 32,1 |
|     |      | Zsírmntes testtömeg LBM (kg) | 23,8        | 3,6 | 16,9 | 19,0 | 23,5 | 28,8 | 31,1 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 17,2        | 2,7 | 12,8 | 14,0 | 16,9 | 20,7 | 24,1 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,9         | 0,9 | 4,5  | 4,9  | 5,7  | 6,9  | 8,6  |
| 9   | 347  | Testszír BF (kg)             | 7,6         | 3,6 | 2,6  | 3,9  | 6,8  | 12,1 | 16,7 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 21,8        | 6,5 | 8,8  | 13,6 | 22,0 | 31,0 | 34,3 |
|     |      | Zsírmntes testtömeg LBM (kg) | 25,8        | 4,1 | 19,7 | 21,0 | 25,2 | 31,5 | 34,0 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 19,2        | 3,2 | 14,8 | 15,7 | 18,4 | 23,4 | 26,7 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,5         | 0,6 | 4,6  | 4,9  | 5,4  | 6,1  | 7,1  |
| 10  | 1143 | Testszír BF (kg)             | 9,2         | 4,3 | 9,5  | 4,9  | 8,3  | 14,6 | 19,0 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 24,1        | 6,7 | 11,6 | 15,8 | 24,2 | 32,9 | 37,0 |
|     |      | Zsírmntes testtömeg LBM (kg) | 27,5        | 4,5 | 20,5 | 22,4 | 27,0 | 33,6 | 37,6 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 20,7        | 3,7 | 15,3 | 16,5 | 20,2 | 25,5 | 28,9 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,4         | 0,6 | 4,5  | 4,8  | 5,4  | 6,0  | 6,5  |
| 11  | 429  | Testszír BF (kg)             | 9,9         | 4,8 | 3,1  | 4,5  | 8,9  | 17,0 | 21,2 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 24,0        | 7,5 | 9,3  | 14,2 | 23,7 | 34,2 | 37,0 |
|     |      | Zsírmntes testtömeg LBM (kg) | 29,8        | 5,5 | 21,1 | 23,6 | 28,9 | 37,2 | 41,4 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 22,3        | 4,3 | 15,6 | 17,6 | 21,4 | 28,0 | 31,2 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,4         | 0,6 | 4,4  | 4,7  | 5,3  | 6,0  | 6,6  |
| 12  | 80   | Testszír BF (kg)             | 8,9         | 4,4 | 3,5  | 4,4  | 7,7  | 14,3 | 21,5 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 19,8        | 6,6 | 9,1  | 12,1 | 18,4 | 28,9 | 37,3 |
|     |      | Zsírmntes testtömeg LBM (kg) | 34,8        | 5,7 | 23,6 | 26,7 | 34,7 | 42,6 | 44,6 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 24,8        | 4,0 | 17,4 | 18,9 | 24,5 | 29,9 | 33,5 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,6         | 0,7 | 4,4  | 4,8  | 5,6  | 6,6  | 7,5  |
| 13  | 53   | Testszír BF (kg)             | 10,0        | 4,3 | 3,6  | 5,1  | 9,3  | 16,5 | 19,7 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 19,7        | 5,9 | 9,9  | 11,9 | 20,5 | 28,0 | 30,6 |
|     |      | Zsírmntes testtömeg LBM (kg) | 39,3        | 5,6 | 26,6 | 33,4 | 38,5 | 46,3 | 52,5 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 27,8        | 4,3 | 18,8 | 23,7 | 27,5 | 33,7 | 38,2 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,8         | 0,5 | 5,0  | 5,1  | 5,6  | 6,7  | 7,0  |
| 14  | 53   | Testszír BF (kg)             | 14,6        | 5,6 | 6,3  | 8,8  | 13,5 | 15,9 | 28,0 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 25,2        | 5,7 | 14,7 | 18,1 | 25,1 | 34,2 | 26,2 |
|     |      | Zsírmntes testtömeg LBM (kg) | 41,9        | 5,7 | 33,5 | 36,0 | 41,1 | 37,1 | 55,3 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 30,9        | 4,7 | 24,5 | 26,4 | 29,9 | 28,0 | 41,8 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,5         | 0,6 | 4,4  | 4,8  | 5,5  | 6,1  | 6,5  |
| 15  | 334  | Testszír BF (kg)             | 17,9        | 4,5 | 9,4  | 12,3 | 17,9 | 23,5 | 26,7 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 28,6        | 5,0 | 17,6 | 22,5 | 29,1 | 34,6 | 37,4 |
|     |      | Zsírmntes testtömeg LBM (kg) | 44,2        | 4,9 | 34,4 | 38,0 | 44,0 | 50,7 | 53,3 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 33,3        | 3,6 | 26,2 | 28,6 | 33,3 | 37,9 | 40,2 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,8         | 0,6 | 4,6  | 5,0  | 5,7  | 6,6  | 7,0  |
| 16  | 354  | Testszír BF (kg)             | 18,8        | 3,8 | 11,6 | 13,8 | 18,9 | 23,9 | 25,7 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 29,6        | 4,5 | 21,2 | 23,9 | 29,4 | 35,0 | 37,9 |
|     |      | Zsírmntes testtömeg LBM (kg) | 44,6        | 4,8 | 35,6 | 39,2 | 44,1 | 50,9 | 53,9 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 33,8        | 3,3 | 27,4 | 29,6 | 33,5 | 38,0 | 39,9 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,9         | 0,7 | 4,6  | 5,1  | 5,8  | 6,7  | 7,2  |
| 17  | 397  | Testszír BF (kg)             | 18,3        | 4,1 | 11,4 | 13,0 | 18,5 | 23,6 | 26,2 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 28,8        | 4,8 | 19,4 | 22,5 | 28,9 | 34,5 | 37,6 |
|     |      | Zsírmntes testtömeg LBM (kg) | 45,0        | 4,9 | 35,8 | 38,6 | 44,7 | 51,4 | 54,4 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 33,9        | 3,3 | 27,7 | 29,5 | 34,0 | 38,2 | 40,1 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 6,0         | 0,6 | 4,9  | 5,2  | 5,5  | 6,7  | 7,4  |

Normálértékek a testösszetételhez: fiúk n=5.627

S=Sztenderd különbség, P=Százalékosan

| Kor | N    | Térmodell                    | Középérték | S   | P3   | P10  | P50  | P90  | P97  |
|-----|------|------------------------------|------------|-----|------|------|------|------|------|
| 3   | 98   | Testszír BF (kg)             | 2,0        | 0,8 | 0,8  | 1,1  | 2,0  | 3,1  | 3,5  |
|     |      | Testszír BF (%)              | 12,8       | 4,2 | 5,2  | 7,2  | 12,9 | 28,9 | 20,8 |
|     |      | Zsírmass testtömeg LBM (kg)  | 13,8       | 1,4 | 11,0 | 12,1 | 13,8 | 15,7 | 16,6 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 10,3       | 0,9 | 8,8  | 9,3  | 10,2 | 11,5 | 12,2 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,2        | 0,6 | 4,1  | 4,4  | 5,2  | 6,0  | 6,3  |
| 4   | 161  | Testszír BF (kg)             | 2,3        | 1,1 | 0,8  | 1,2  | 2,2  | 3,6  | 4,6  |
|     |      | Testszír BF (%)              | 12,8       | 4,5 | 4,2  | 7,5  | 15,5 | 18,3 | 22,1 |
|     |      | Zsírmass testtömeg LBM (kg)  | 15,7       | 1,9 | 12,4 | 13,0 | 15,8 | 18,2 | 19,2 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 11,6       | 1,3 | 9,4  | 9,9  | 11,5 | 13,0 | 13,8 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,4        | 0,5 | 4,4  | 4,7  | 5,4  | 6,0  | 6,5  |
| 5   | 169  | Testszír BF (kg)             | 2,6        | 1,2 | 0,7  | 1,3  | 2,4  | 4,1  | 5,2  |
|     |      | Testszír BF (%)              | 13,0       | 4,5 | 4,0  | 6,5  | 11,8 | 18,4 | 21,8 |
|     |      | Zsírmass testtömeg LBM (kg)  | 17,5       | 2,4 | 13,6 | 14,7 | 17,8 | 21,2 | 22,9 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 12,9       | 1,7 | 10,2 | 10,9 | 12,7 | 15,0 | 16,9 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,5        | 0,6 | 4,5  | 4,8  | 5,4  | 6,3  | 6,7  |
| 6   | 1790 | Testszír BF (kg)             | 4,1        | 2,1 | 1,5  | 2,1  | 3,7  | 6,3  | 9,1  |
|     |      | Testszír BF (%)              | 17,2       | 5,7 | 7,1  | 10,5 | 16,8 | 23,9 | 29,5 |
|     |      | Zsírmass testtömeg LBM (kg)  | 18,9       | 2,6 | 14,6 | 15,8 | 18,6 | 22,4 | 24,6 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 14,0       | 1,9 | 11,1 | 11,8 | 13,7 | 16,6 | 18,6 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,2        | 0,6 | 4,2  | 4,5  | 5,1  | 5,8  | 6,4  |
| 7   | 773  | Testszír BF (kg)             | 4,3        | 2,2 | 1,5  | 2,3  | 3,8  | 6,8  | 9,8  |
|     |      | Testszír BF (%)              | 17,0       | 5,7 | 6,8  | 10,6 | 16,6 | 20,7 | 30,1 |
|     |      | Zsírmass testtömeg LBM (kg)  | 20,2       | 2,9 | 15,8 | 16,9 | 19,8 | 23,8 | 26,8 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 14,8       | 2,1 | 11,8 | 12,6 | 14,4 | 17,5 | 19,9 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,2        | 0,6 | 4,2  | 4,5  | 5,2  | 5,9  | 6,4  |
| 8   | 108  | Testszír BF (kg)             | 4,1        | 2,2 | 0,8  | 1,9  | 3,9  | 6,9  | 10,1 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 17,2       | 5,0 | 3,2  | 6,6  | 13,3 | 22,8 | 26,3 |
|     |      | Zsírmass testtömeg LBM (kg)  | 24,5       | 3,6 | 19,2 | 21,1 | 23,9 | 28,7 | 30,3 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 17,2       | 1,9 | 13,7 | 15,1 | 17,0 | 19,7 | 21,3 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,9        | 0,9 | 4,5  | 5,0  | 5,9  | 7,0  | 8,6  |
| 9   | 247  | Testszír BF (kg)             | 6,6        | 3,7 | 2,4  | 3,0  | 5,9  | 12,8 | 16,5 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 18,9       | 7,0 | 8,2  | 10,7 | 18,5 | 29,5 | 35,0 |
|     |      | Zsírmass testtömeg LBM (kg)  | 27,5       | 3,5 | 20,9 | 23,3 | 27,3 | 32,4 | 34,0 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 17,9       | 2,9 | 15,3 | 16,7 | 19,4 | 24,3 | 26,5 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,6        | 0,6 | 4,6  | 4,9  | 5,6  | 6,3  | 6,8  |
| 10  | 1167 | Testszír BF (kg)             | 8,0        | 4,2 | 2,8  | 3,9  | 6,9  | 13,7 | 18,3 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 21,0       | 6,8 | 9,3  | 12,8 | 20,3 | 30,6 | 35,2 |
|     |      | Zsírmass testtömeg LBM (kg)  | 28,4       | 4,2 | 21,6 | 23,5 | 28,1 | 34,1 | 37,1 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 20,8       | 3,5 | 15,9 | 17,0 | 20,3 | 25,5 | 28,3 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,5        | 0,5 | 4,6  | 4,8  | 5,4  | 6,1  | 6,5  |
| 11  | 462  | Testszír BF (kg)             | 9,9        | 4,8 | 3,2  | 4,3  | 7,7  | 15,6 | 20,3 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 21,9       | 7,0 | 9,8  | 13,3 | 21,8 | 31,5 | 35,7 |
|     |      | Zsírmass testtömeg LBM (kg)  | 30,5       | 5,1 | 22,0 | 24,6 | 29,9 | 37,6 | 42,3 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 22,4       | 4,1 | 16,3 | 17,9 | 21,7 | 27,6 | 31,5 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,5        | 0,5 | 4,6  | 4,9  | 5,5  | 6,2  | 6,5  |
| 12  | 120  | Testszír BF (kg)             | 8,8        | 6,1 | 1,5  | 3,0  | 6,9  | 17,6 | 26,3 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 18,9       | 9,1 | 4,1  | 7,6  | 18,6 | 31,3 | 39,4 |
|     |      | Zsírmass testtömeg LBM (kg)  | 34,8       | 6,9 | 23,4 | 27,5 | 33,8 | 44,8 | 49,5 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 24,8       | 5,0 | 17,0 | 19,5 | 23,6 | 31,8 | 34,2 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,7        | 0,6 | 4,5  | 4,9  | 5,6  | 6,4  | 7,0  |
| 13  | 53   | Testszír BF (kg)             | 6,8        | 4,1 | 0,4  | 2,8  | 6,3  | 11,7 | 19,6 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 13,2       | 6,7 | 0,8  | 5,3  | 12,6 | 22,1 | 29,8 |
|     |      | Zsírmass testtömeg LBM (kg)  | 44,4       | 9,0 | 25,6 | 35,1 | 44,2 | 55,3 | 66,3 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 29,7       | 5,8 | 19,1 | 23,2 | 29,5 | 35,5 | 44,6 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 6,0        | 0,6 | 4,7  | 5,3  | 5,9  | 7,0  | 7,2  |
| 14  | 186  | Testszír BF (kg)             | 10,3       | 5,8 | 2,5  | 4,5  | 9,4  | 17,6 | 26,4 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 16,6       | 6,6 | 5,2  | 8,5  | 16,3 | 25,4 | 31,0 |
|     |      | Zsírmass testtömeg LBM (kg)  | 49,8       | 8,9 | 30,5 | 37,2 | 50,1 | 62,1 | 65,6 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 33,9       | 6,1 | 21,8 | 25,9 | 33,7 | 41,6 | 47,7 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 5,8        | 0,5 | 4,7  | 5,1  | 5,8  | 6,4  | 6,9  |
| 15  | 149  | Testszír BF (kg)             | 12,5       | 6,9 | 3,9  | 5,6  | 10,7 | 21,5 | 30,4 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 18,5       | 7,4 | 6,4  | 10,0 | 18,0 | 29,5 | 34,6 |
|     |      | Zsírmass testtömeg LBM (kg)  | 52,4       | 7,2 | 39,4 | 42,5 | 52,8 | 61,7 | 65,2 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 36,2       | 5,4 | 26,9 | 28,9 | 35,7 | 43,3 | 50,1 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 6,0        | 0,7 | 4,6  | 5,0  | 5,9  | 7,0  | 7,6  |
| 16  | 69   | Testszír BF (kg)             | 13,6       | 7,1 | 4,1  | 13,8 | 12,4 | 21,8 | 38,2 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 19,0       | 6,9 | 7,2  | 23,9 | 18,4 | 27,9 | 38,1 |
|     |      | Zsírmass testtömeg LBM (kg)  | 56,0       | 7,6 | 40,1 | 39,2 | 55,2 | 66,9 | 74,9 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 38,6       | 5,5 | 27,1 | 29,6 | 38,2 | 47,4 | 51,6 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 6,4        | 0,7 | 5,2  | 5,1  | 6,5  | 6,8  | 7,7  |
| 17  | 52   | Testszír BF (kg)             | 13,7       | 4,1 | 5,8  | 13,0 | 13,3 | 19,7 | 23,0 |
|     |      | Testszír BF (%)              | 19,0       | 5,0 | 10,1 | 22,5 | 18,8 | 26,1 | 30,9 |
|     |      | Zsírmass testtömeg LBM (kg)  | 58,2       | 7,6 | 47,0 | 38,6 | 55,6 | 69,4 | 76,6 |
|     |      | Teljes test víztömeg TBW (l) | 39,9       | 4,5 | 31,0 | 29,5 | 38,9 | 45,9 | 49,7 |
|     |      | Fázisszög (fok)              | 6,6        | 0,7 | 4,0  | 5,2  | 6,7  | 7,5  | 7,9  |

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

| Antropometria                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lohmann (1986)<br>Deurenberg és más társai (1990)<br><br>Slaughter és más társai (1988)                                                                                  | $FM (kg) = wt \times (5,28/D) - 4,86$<br>$FM(\%) = ((562 - 4,2(kor(év)))/D - (525 - 4,7(kor(év) - 2)))$<br>ahol D test sűrűsége:<br>fiúk, D (g/ml) = $1690 - 0,0788 \times (\log(\text{négy bőrredő összegzése}))$<br>lányok, D (g/ml) = $1,2063 - 0,0999 \times (\log(\text{négy bőrredő összegzése}))$<br>Az összeg a HFD lapocka alatti izomtól $\rightarrow$ 35 mm<br>fiúk: BF (%) = $0,783 \times (\text{HFD lapocka alatti izom} + \text{triceps}) + 1,6$<br>lányok: BF (%) = $0,546 \times (\text{HFD lapocka alatti izom} + \text{triceps}) + 9,7$<br>Az összes a HFD lapocka alatti izomtól < 35mm<br>fiúk: BF (%) = $1,21 \times (\text{HFD lapocka alatti izom} + \text{triceps}) - 0,008 \times$<br>lányok: BF (%) = $1,33 \times (\text{HFD lapocka alatti izom} + \text{triceps}) - 0,013 \times$<br>(HFD lapocka alatti izom + triceps) <sup>2</sup> - 2,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Bioelektromos impedancia analízis                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Cordain és más társai (1988)<br>Davies és más társai (1988)<br>De Lorenzo és más társai (1998)<br>Daurenberg és más társai (1989)<br><br>Daurenberg és más társai (1990) | $FFM = 6,86 + 0,8 \times (Ht^2/R)$ Ht cm-ben<br>$FBW = 0,5 + 0,60 \times (Ht^2/R)$ Ht m-ben<br>$FFM = 2,33 + 0,588 \times (Ht^2/R) + 0,211 \times wt$ Ht cm-ben<br>$FFM = 0,430 + 10^4 \times Ht^2/R + 0,354 \times wt + 0,9 \times \text{sex}$ Ht m-ben<br>(sex = 1 lány és 2 nő)<br>Fiúk és lányok 7,9 éves kortól:<br>$FFM = 0,640 \times 10^4 \times (Ht^2/R) + 4,83$<br>Lányok 10-12 korig és fiúk 10-15 éves korig:<br>$FFM = 0,488 \times 10^4 \times (Ht^2/R) + 0,211 \times wt + 12,77 \times Ht - 14,7$<br>Lányok idősebb mint 13, fiúk idősebb mint 16:<br>$FFM = 0,258 \times 10^4 \times (Ht^2/R) + 0,375 \times wt + 6,3 \times \text{sex} + 10,5 \times Ht$<br>- $0,164 \times \text{kor} - 6,5$ (sex= 1 lány és 2 nő) Ht m-ben<br>Fjeld és más társai (1990) $TBW = 0,76 + 0,18 \times (Ht^2/R) + 0,39 \times wt$ Ht cm-ben<br>Houtkooper és más társai (1989) $FM (\%) = -1,11 \times (Ht^2/R) + 1,04 \times wt + 15,16$ Ht cm-ben<br>Houtkooper és más társai (1992) $FFM = 0,61 \times (Ht^2/R) + 0,25 \times wt + 1,31$ Ht cm-ben<br>Kushner és más társai (1992) $TBW = 0,593 \times (Ht^2/R) + 0,065 \times wt + 0,04$ Ht cm-ben<br>Schaefer és más társai (1994) $FFM = 0,65 \times (Ht^2/R) + 0,68 \times \text{kor} + 0,15$ Ht cm-ben<br>Wabitsch és más társai (1996) $TBW = 0,35 \times (Ht^2/R) + 0,27 \times \text{kor} + 0,14 \times wt - 0,12$ Ht m-ben<br>Wühl és más társai (1996) $TBW = 1,99 + 0,144 \times (Ht^2/R) + 0,40 \times wt$ Ht cm-ben |
| Antropometria kombinálva bioelektromos impedancia analízissel                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Goran és más társai (1996)                                                                                                                                               | $FFM (kg) = (0,16 \times (Ht^2/r)) + (0,67 \times wt) - (0,11 \times TSF (mm)) - 0,16$<br>$\times SSF (mm) + (0,43 \times \text{sex}) + 2,41$<br>(sex = 1 lány és 2 nő) Ht cm-ben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

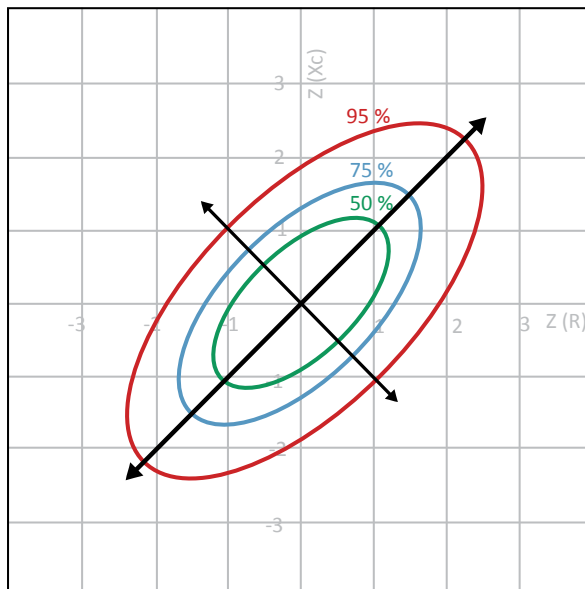
Jelölések: wt = súly (kg), Ht = magasság (m-ben és cm-ben), TBW = teljes testvíz (l-ben), FFM = zsírmentes tömeg, BF = testszír = súly = FFM, TSF = tricepsz bőrredő vastagsága (mm), SSF = lapocka alatti izom bőrredő vastagsága (mm), HFD = bőrredő mélység, k = Tanner érettségi stádium után állandó

## BIA képletek gyermekek és fiatalok: publikációk áttekintése

| Szerző, Év                    | Képlet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Tanulmány leírás                                                                                                                                                                                                                                                          | Irodalmi adatok                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cordain és más társai 1988    | $FFM = 6,86 + 0,81 \times (Ht^2/R)$<br>(Ht cm-ben)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Összesen 30 egészséges gyereknél lett a BIA révén, denzitometria és K40-teljes test számítás vizsgálva. Fiúk (n = 14): 12,5 ± 1,0 évesek, magasságuk 157,7 ± 8,4 cm, súlyuk 46,3 ± 8,7 kg. Lányok (n=16) : 11,6 ± évesek, magasságuk 153,6 ± 8,3 cm, súlyuk 44,5 ± 7,7kg. | 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         | $TBW = -0,5 + 0,60 \times (Ht^2/R)$<br>(Ht m-ben)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | A 26 vizsgált, egészséges gyerek 12,9 ± 3,3 évesek volt, változó súlyúak 39,8±15,4 kg és 1,41±0,18 m magasak. A képletet deutérium-dilúcióval validálták.                                                                                                                 | 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 és más társai 1998 | $FFM = 2,33 + 0,588 \times (Ht^2/R) + 0,211 \times wt$ (Ht cm-ben)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Ezt a képletet De Lorenzo kiértékelt 35; 7,7- 13 éves iskolás gyereken. Hasonló képlet a DEXA.                                                                                                                                                                            | De Lorenzo A., SP. Sorge, Lacopino 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 és más társai 1989 | $FFM = 0,430 \times 104 \times Ht^2/R + 0,354 \times wt + 0,9 \text{ sex}$<br>(sex = férfi és 2 nő), (Ht m-ben)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Az adatok 73 egészséges, serdülőkorú 8-11 éves gyerek felmérése. A gyerekek változó súlya 31,8 ± 5,5 (fiúk) illetve 29,8 ± 3,8kg. A testmagasság 1,37 m ± 0,05 (fiúk) ill. 1,36 m ± 0,06 (lányok) volt.                                                                   | 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 és más társai 1990 | Fiúk és lányok 7-9 éves korig:<br>$FFM = 0,640 \times 104 \times (Ht^2/R) + 4,83$<br>Lányok 10-12 éves és fiúk 10-15 éves korig: $FFM = 0,488 \times 104 \times (Ht^2/R) + 0,221 \times wt + 12,77 \times Ht - 14,7$<br>Lányok idősebb, mint 13; és fiúk idősebb, mint 16 év: $FFM = 0,258 \times 104 \times (Ht^2/R) + 0,375 \times wt + 6,3 \times \text{sex} + 10,5 \times Ht - 0,164 \times \text{kor} - 6,5$<br>(sex = 1 férfi és 2 nő), (Ht m-ben) | Összesen 246, 7-25 éves gyereknél lett a BIA, denzitometria és antropometria módszerrel vizsgálva. Itt az eredmények erősen életkorfüggőek voltak, 3 korcsoport alakult.                                                                                                  | Durenberg 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 és más társai 1990      | $TBW = 0,76 + 0,18 \times (Ht^2/R) + 0,39 \times wt$ (Ht cm-ben)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Ennek a képletnek a testvíz TBW kiszámításához 65 perui gyereket értékelték ki. A gyerekek egy része alultáplált vagy átlagos súlyon aluli volt. Az életkoruk 3-30 hónap, súlyuk 3,4 és 14,4 kg között volt. A képletet deutérium-dilúcióval validálták.                  | Fjeld CR., Freundt-Thume J., Scholler 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 és más társai 1989 | $FM (\%) = -1,11 \times (Ht^2/R) + 1,04 \times wt + 15,16$ (Ht cm-ben)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Ebben a munkában 41 lányt és 53 kislányt vizsgáltak meg, akik 10-14 évesek voltak. A gyerekek átlag 155,9 ill.153,1 cm magasak és 50,6 ill.47,5 kg-sak voltak. A képletet antropometriával és deutérium-dilúcióval validálták.                                            | 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 és más társai 1992 | $FFM = 0,65 \times (Ht^2/R) + 0,25 \times wt + 1,31$ (Ht cm-ben)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Houtkooper fejlesztette ezt a képletet a hasonlóan az antropometriához, denzitometriához és deutérium-dilúcióhoz. 25 iskolás gyerekekkel, akik 10-14 évesek valamint 68, 11-19 évesekkel. A gyerekek 153,6 3- 10,6 cm magasak és 47, 0 ± 11,3 kg-sak voltak.              | Houtkooper LB., SB. Going, TG Lohmann, 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 és más társai 1992    | $TBW = 0,593 \times (Ht^2/R) + 0,25 \times wt + 1,31$ (Ht cm-ben)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Mérések 62 felnőttél, 37 serdülőnél, 44 óvodásnál és 32 átlagos súlyon aluli koraszülöttnél BIA-val és deutérium-dilúcióval validálva.                                                                                                                                    | Kuschner Robert F., D. Schoeller, C. Field, and L. Danford: 12. Is the impedance index (ht2/R) significant in predicting total body water? Am. J. Clin. Nutr. 1992; 56:835-839.                                                                                                                  |
| Mayfield és más társai 1991   | $TBW (ml) = 215,6 \times W^{0,75} + 592$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Speciális képlet az átlagon aluli súlyú csecsemőknél. W = súly kg-ban, L = fejtető-sarok-hossz cm-ben. Tartalom: 32 átlagon aluli súlyú újszülött < 2500g a szülésnél és szülés után 4-7 nappal mérve. Deutériummal TBW-ért és brómmal a ECW-ér validálták.               | Mayfield Steven R., Ricardo Uauy, and Dawn Waidelich: Body Composition of low-birth-weight-infants determined by using bioelectrical resistance and reactance. Am. J. Clin. Nutr. 1991;54:296-303.                                                                                               |
| Schaefer és más társai 1994   | $FFM = 0,65 \times (Ht^2/R) + 0,6 \times \text{életkor} + 0,15$ (Ht cm-ben)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 112 egészséges gyereknél dolgozták ki 11,8 ± 3,7 éves korban. A zsírmassza tömeget FFM-kálium 40-teljes testszámítással validálták.                                                                                                                                       | Schaefer F., M. Georgi, A. Ziegler und K. Schärber, Pediatric Research, Vol. 35, No.5, 1994, 617-624<br>Usefulness of Bioelectric Impedance and Skinfold Measurements in Predicting Fat-Free Mass Derived from Total Body Potassium in Children.                                                 |
| Wabitsch és más társai 1996   | $TBW = 0,35 \times (Ht^2/R) + 0,27 \times \text{életkor} + 0,14 \times wt - 0,12$ (Ht m-ben)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | A képletet 146 túlsúlyos, 12,7 ± 3,0 éves gyerekekre dolgozták ki. A gyerekek súlya 74,1 ± 22,3 kg volt 158,5 ± 15,7 cm magasságnál. Meghatározó módszer: deutérium-dilúció.                                                                                              | 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 és más társai 1996       | $TBW = 1,99 + 0,144 \times (Ht^2/R) + 0,40 \times wt$ (Ht cm-ben)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Speciális képlet a testvíz meghatározáshoz, a dialízis gyerekeknél és fiataloknál. 14 páciens peritoneális dialízissel átlag 11, 9 éves volt, 9 páciens vérdialízissel átlag 16,6 éves volt. Értékelés deutérium-dilúcióval.                                              | Wühl E.,Ch. Fusch, K. Schärer, O. Mehls, F. Schaefer: Assessment of total body water in paediatric patients in dialysis. Nephrol. Dial.Transplant (1996) 11:75-80.                                                                                                                               |

### 3. A Z-érték-vektorrajz

A professor A. Piccoli vektorrajza 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.



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

### 4. Testsúly független BIA mérés

A legtöbb képletnél a testsúly fontos részt 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:

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

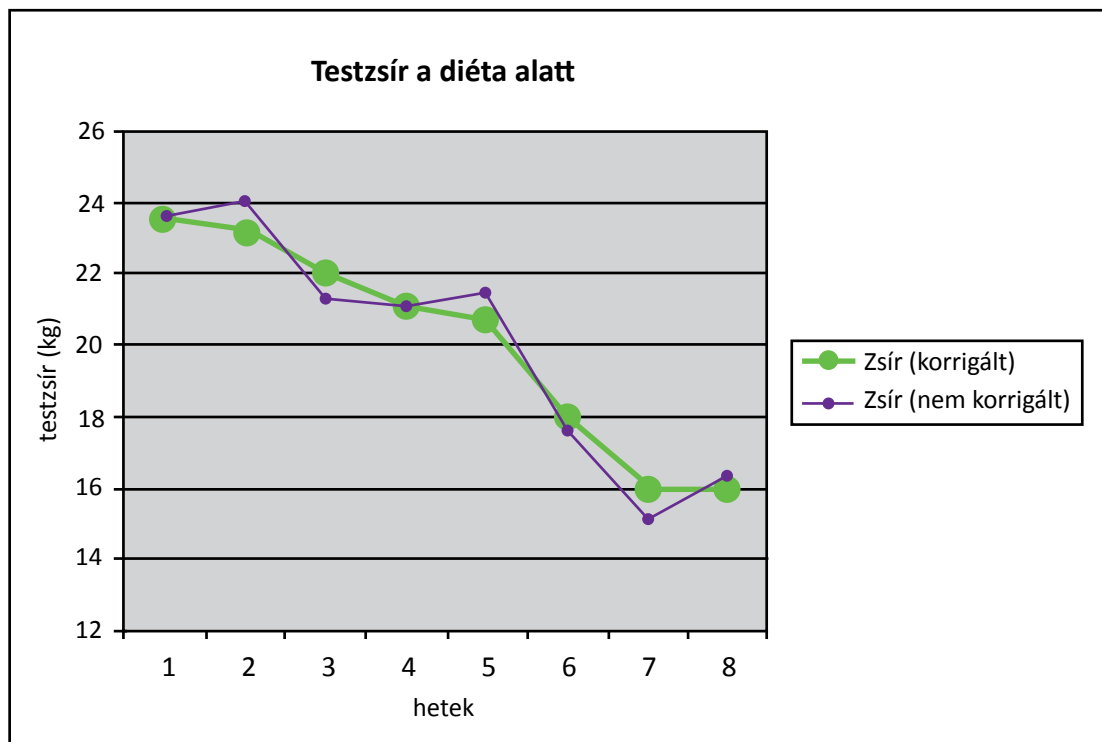
(R = rezisztencia; Ht = testmagasság méter; F = Faktor; s = nem; 0 → nők; 1 → férfiak)

A sovány tömegből a fázisszög segítségével a következő testalkotókat határozhatjuk meg:

- Testsejttömeg BCM
- Extracelluláris tömeg ECM
- ECM/BCM-index
- Százalékos sejtarány (%)
- Ez a 4 paraméter mindenekelőtt a katabolikus folyamatok felismerését segíti a BCM-ben. A megfelelő normálérték egy megfelelő speciális táblázatból származik. A testzsír 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 a kielégítő analízist. Mindenekelőtt az ápolásra szorulóknál könnyíti meg a tápláltsági szint megállapítását.



Testzsír érték pontos meghatározása; szürke vonal = korrigálatlan zsír érték, a víz mennyiség ingadozása miatt; zöld vonal = korrigált zsír, fiziológias lefutás.



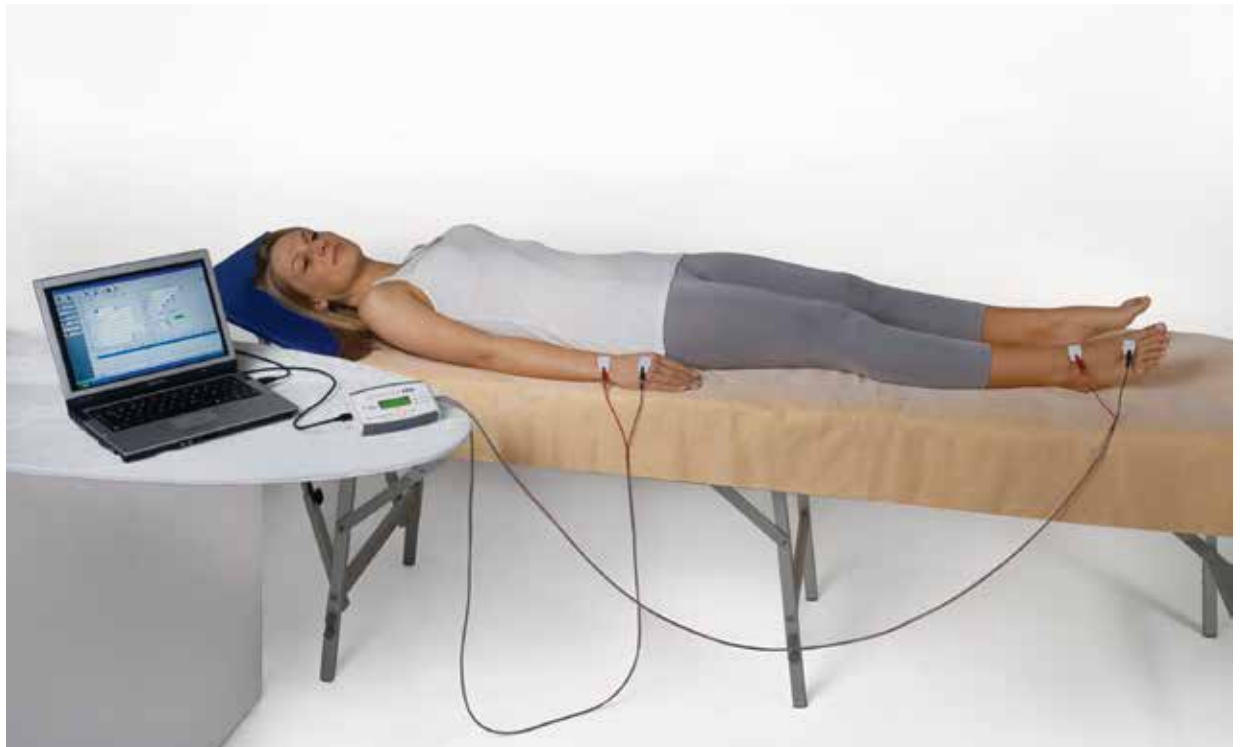
## 5. A zsírmeghatározás optimalizálása (korrigált zsír)

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 sovány tömeg 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 vízingerőzések kiküszöböli.

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

### J | Mérési Technikák



*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 aggkorig lehetséges. Nincsen semmilyen olyan betegség ami kontraindikálná az impedanciamérést. Még a szívritmusszabályozóval rendelkező páciensek is probléma nélkül mérhetőek. Annak ellenére, hogy világszerte még nem volt rá példa, a beültetett defibrillátorral rendelkező páciensek mérését kerülni kell, mert biztosan nem zárható ki, hogy a mérés nem aktiválja a defibrillátort. 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 lenniük

### 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 tárgyhöz (pl. fém vizsgálóágy keretéhez). Ékszer, fülbevaló vagy karóra ugyan úgy nem befolyásolja a mérési eredményt, mint az osteosíthezishez 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 ugyanazon 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 ipszilaterális ragasztós elektródával történő mérés terjedt el. Ezért 2-2 zselés elektródát rögzítünk a test azonos oldalán lévő kézre és lábra. Különösen fontos az elektródák pontos felhelyezése.

4.1 Kézelektródák: 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.

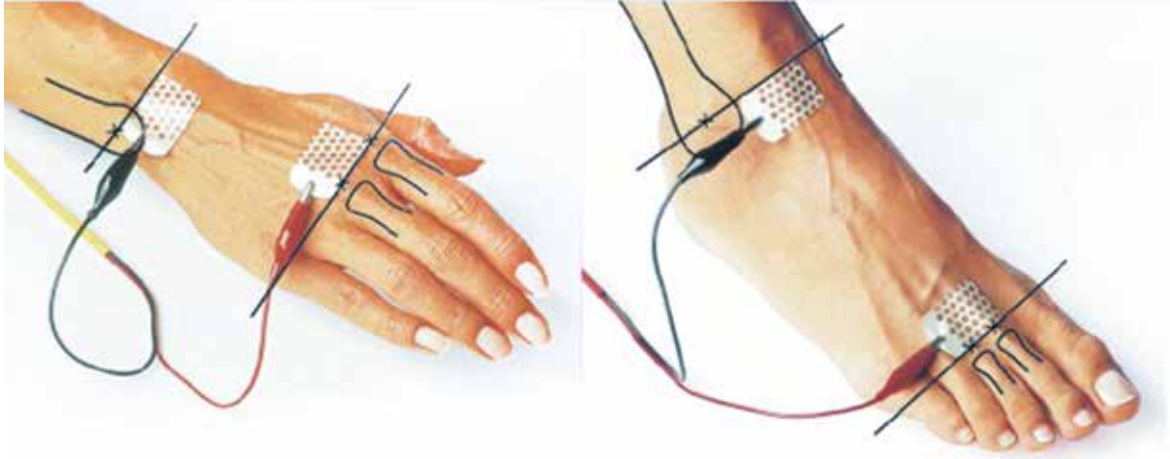
4.2 Lábelektródák: Lábujjra helyezhető elektródák: Húzzon egy vonalat a 2. és 3. lábujj alapízületének közepén keresztül (ehhez be kell hajlítani a lábujjakat, hogy látszanak az ízületek). Ragassza az elektróda disztális szélét hosszában erre a vonalra. Bokaízületre helyezhető elektródák: Húzzon egy egyenes vonalat a külső és a belső boka-csont közötti legmagasabb ponton keresztül. Ragassza fel az elektróda proximális szélét hosszában erre a vonalra. A bőrnek azon a területen, ahová az elektródák kerülnek, zsírmentesnek és száraznak kell lennie. A zsíros, vagy nedves bőr azt eredményezheti, hogy az elektródák 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.

#### **5) Elektródák**

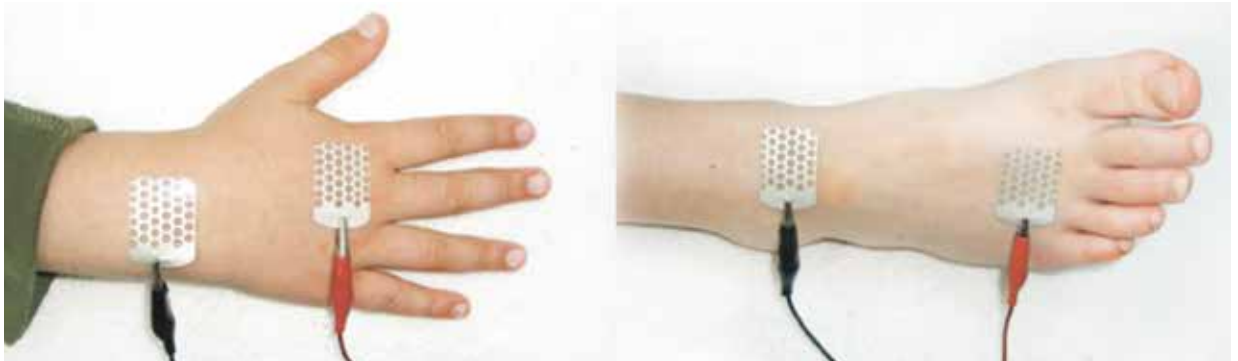
A nem megfelelő elektródák használata messze a leggyakoribb oka a mérési problémáknak, és a hibás méréseknek. Csak a BIA-hoz megfelelő márkájú elektródákat használja, amelyek eleget tesznek a következő követelményeknek:

- 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 elektródáknak egymástól legalább 5 cm-re kell lenniük. Gyerekeknél az elektródák közötti távolság legalább 3 cm legyen, ha kisebb a távolság, az az elektródák közötti kölcsönhatáshoz vezethet. Különösen kicsi kezek esetén, ill. gyerekezek esetén a különösen nagy elektródákat hosszában ketté kell vágni.



*Elektróda felhelyezése felnőtteknél*



*Elektróda felhelyezése gyermekeknél*



*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 analízis készülék nagyon pontosan és megbízhatóan mér. A hibás mérések okai szinte mindig a mérőkábel – elektróda – bőr viszonylatában keresendő. Elektródaprobléma a leggyakrabban jelentkező ok a hibás mérések esetében. Ha nagyon eltérő 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 elektrodák rosszul tapadnak) vagy b) BIA-hoz alkalmatlan elektrodafajta alkalmazása. Száraz bőrnél EKG-gélt kell használni. A zsíros bőrt alaposan zsírtalanítani kell esetleg magas százaléku alkohollal. Mindig BIA-hoz alkalmas elektrodákat használjon. Ha a készülék olyan kéz- és/vagy lábellenállást mér, mely > 250, a kiértékelő szoftver hibajelzést ad.

Az elektrodák és elektrodafajták ellenőrzése:

Az elektrodák sokféle okból nem lehetnek alkalmasak a BIA-mérésekre.

A leggyakoribb okok:

- Többszöri felhasználás: Az egészségügyben mindenütt takarékoskodni kell. Az elektrodák méghozzá egyszer használatos cikkek és nem szabad többször felhasználni. Ezen kívül az elektrodák 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 elektrodát két hónapon belül fel kellene használni. Szállítás közben károsodást okozhat a fagy vagy a hőség, ezek csak nehezen bizonyíthatók. Erre utaló jel, ha az elektrodahordozó erősen ragad és túlságosan magas a kéz- és lábellenállás.
- Molibdén fólia: A molibdénből készült hordozófóliájú elektrodák alapvetően nem alkalmasak a BIA-mérésekhez. Ennek a jelenségnek nem ismeretes az oka.

Az elektrodák minőségét Ön is bármikor ellenőrizheti a „Szendvics teszt”-tel: Ragasszon 2 elektrodát 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 elektroda saját ellenállását méri. Az aktuális eredményt a szoftverben leolvashatja. (lásd az ábrát)



*Szendvics teszt az elektrodák ellenőrzéséhez*

A megfelelő értékek:      Rezisztencia  $R < 30 \text{ Ohm}$ ; Reaktancia  $X_c < 1 \text{ Ohm}$

Javasolt érték:              Ellenállás  $R < 50 \text{ Ohm}$ ,  $X_c < 5 \text{ Ohm}$

Nagyon jó érték:            Ellenállás  $R < 30 \text{ Ohm}$ ,  $X_c < 3 \text{ Ohm}$

## 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. Ezen felül a BIA-mérőkészülék mobilitása miatt a betegágy melletti alkalmazása is lehetséges súlyos betegek vizsgálata céljából. A jó reprodukálhatóság 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 ugyanúgy, 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 érint (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 feltételezésekben alapszik, valamint saját hibákkal rendelkezik. Ezért van, hogy a BIA alkalmazhatósága bizonyos betegségeknel még nincsen véglegesen megválaszolva. A 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 colorektális karcinóma, COPD és haemodialízis esetén. 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 képlettel kapcsolatos hibák kiesnek.

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

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. Gasztroenterológia

Krónikus májbetegségek: egy proteinszegény táplálkozás figyelhető meg a krónikus májbetegségben szenvedő páciensek nagy részénél és független az etológiai szempontból kedvezőtlen prognózisú faktoroktól. A proteinhiány a májcirrózisos páciensek esetében a teljes test káliumszint átlagosan 25-30%-kal alacsonyabb, 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-káliummeléttel szemben. Kimondott aszciteszes betegeknél is jól korreláló összefüggés van a két elmélet között, mindenesetre egyes pácienseket tekintve jelentős eltérések lehetségesek, ezért az aszciteszes páciensek esetében az értékek elemzésénél óvatosság szükséges. Ezen felül Selberg és más társai 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 jogsultságát. De azt is megmutatták, hogy a májcirrózisos betegnél antropometrikai 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 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 ugyanúgy függ folyadékalkotóktól és a testsejttömegtől, mint a sejtmembrántól. Ez patológiailag még nem megfelelően magyarázott, de klinikailag már releváns jelenség csak BIA méréssel határozható meg.

Krónikus bélgyulladások: A krónikus bélgyulladások gyakran vezetnek fehérje és energiahiányos tápláltsághoz. A tápláltsági állapot ezért jelentős kritériuma a betegség aktivitásának és a terápia eredményességének. Gyerekeknél a fejlődés eltolódását is eredményezheti. Ezen betegeknél mind a diagnózis, mind a terápia nyomon követésében érdekes lehet a BIA. Krónikus bélgyulladásban szenvedő gyerekek esetében a BIA nagymértékű 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 19 beteg felnőtténél a dilution módszerrel szemben a testfolyadék túlértékelését mutatta ki BIA mérés során. Az impedancia index korrelációja a referencia eljáráshoz ennek ellenére kitűnő volt. A szerzők ezért a páciensecsoportjuk számára specifikus regresszió egyenletet kerestek a BIA -TBW-hez, mely ezután nagyon jó megegyezést adott. Ez a tanulmány egyértelművé tette, hogy a csekély megegyezés a BIA és a referencia eljárás között nem priméren a BIA elméleti problémájára vezethető vissza vagy a mérési elméletet kétségbe vonnák. 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 biztosítson a BIA-hoz.



## 2. HIV fertőzés

Előrehaladott HIV fertőzött betegek esetében is gyakran alakul ki protein hiányos tápláltsági állapot, az úgynevezett „wastig”, ami a viscerális proteinvesztésről és a BCM csökkenésről ismerhető fel. A testsejttömeg vesztese már a betegség korai stádiumában felléphet. 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. Az alultápláltság valószínűleg nagyobb prognosztikus jelentőséggel bír a morbiditást és mortalitást illetően, mint a betegség immunológiai jelentőségű értékei. 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. BIA elméleti nézőpontok alapján Kotler vezette munkacsoport egy nagy létszámú HIV fertőzött csoportot vizsgált. A szerzők rámutattak, hogy a BIA az alultáplált AIDS páciensek esetében elegendő azonosságot mutatott a referencia eljárással a TWB, a zsírtömeg és a BCM és csekély FFM és BCM változást is 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. Ebben a tanulmányban megmutatták, hogy a korai stádiumú HIV pozitív betegeknél az alacsony fázisszög a legjobb prediktív paraméter a hosszú távú túléléshez. Ez a szerzők számára is meglepő eredményt mutatott, azt hogy a BIA mérési eredmény (fázisszög) 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 folyamatjelző 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 túltermelése által aránytalan zsírmentes tömeg növekedéséhez vezet, egyidejűleg az extracelluláris folyadék összetevők növekedésével. Az akromegáliás páciensek szempontjából az alkalmazott szabálynak a BIA értékeknél nagy jelentősége van a zsírtömeg meghatározásánál. Ebben a vizsgálatban látszott, hogy az első postoperatív hetekben a TWB valamint egyidejű testsejttömeg veszteség következik be, míg a zsírtömeg, igaz kissé eltolódik, az 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. Az elméletek összehasonlításakor egyrészt ellentmondások jelentkeztek, amik a referencia elméletekre vezethetők vissza. Két tanulmány eredményei, melyben a DEXA-t, mint referenciaelméletet alkalmaztak, ilyen irányú magyarázatából az is következik, hogy a BIA alkalmas a folyamat során bekövetkező zsírmentes tömeg 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 védelme miatt. Az érdeklődés a komoly vagy kevésbé komoly súlycsökkentő programokkal kapcsolatban, melyek gyakran értelmetlen vagy veszélyes diétákat eredményeznek, meglehetősen nagy. Ezen terápiák nyomon 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 „zsír analizátorokat” 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 zsírmentes tömeg meghatározása orvosi szempontból sokkal fontosabb, hiszen orvosiilag megalapozott súlycsökkentő programoknál a zsírtömeg csökkentése a cél a zsírmentes tömeg megtartása mellett. Ezért az Adipositas terápia esetében priméren az FFM meghatározása szempontjából indokolt a BIA alkalmazása. Ezzel kapcsolatban tanulmányok ellentmondásos eredményeket adtak: amíg Kushner 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 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 rámutattak 146 adipos gyermek vizsgálata során, hogy a BIA-FFM nagymértékben 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 kíváncsú lenne, hogy ha ezen páciensek szempontjából is hasonló pácienscsoportból rendelkezésünkre állna egy BIA egyenlet, pl.: különböző pácienscsoportok eltérő BMI-vel.

Összességében az adipos betegeknek kisebb a BIA jelentősége, mint a normálsúlyú vagy alultáplált pácienseknél. Mivel a törzsnek csak csekély része van a teljes testimpedancia szempontjából, 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. Ezt figyelték meg felnőttek és gyermekek 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<sup>2</sup>-es BMI a törzs erőteljes növekedése miatt a mért értékek már nem tükrözik megfelelően a páciens állapotát. Egy szegmentális BIA mérés egy lehetőség lenne az abdominális zsír meghatározására; 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. Az alultáplált kisgyermeknél ugyanúgy, mint az alultáplált fiataloknál alkalmas a különböző táplálkozási módszerek ellenőrzésére. A BIA-t sikeresen alkalmazták alacsonynövéssű gyermekeknél a növekedési hormonterápia ellenőrzésére. Gyermekeknél azonban különlegességgé 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%. 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, mert szisztematikus hibák jelentkezhetnek. A TWB meghatározásának kiindulási nagysága Goran és társai által végzett tanulmány alapján, amit óvodás gyermekeknél végzett, egy standard képlettel lehetséges. A szerzők a FFM származtatásához egy képletet javasolnak:  $FFM = 76,9 - 0,25 \times \text{életkor (évben)} - 1,9 \times \text{nem (fiú = 1; lány = 0)}$ . Az egyenlet megbízhatóságát 26 gyermekkel igazolták. Houtkooper és társai és de Lorenzo és társai 94, illetve 35 gyermek bevonásával egyenletet dolgoztak ki a korosztálynak megfelelő testsúly független FFM meghatározásához, antropometrikai illetve DEXA mérésekkel összehasonlítva (Houtkooper:  $FFM = 0,61 + 0,25 \times \text{testtömeg} + 1,31$ ;  $r^2 = 0,95$ ,  $SEE = 2,1$  kg; de Lorenzo:  $FFM = 2,33 + 0,588 \text{ L2/R} + 0,211 \times \text{testsúly}$ ,  $r = 0,96$ ,  $SEE = 1,0$  kg). Hogy ezek az egyenletek mennyire használhatóak az újszülötteknél, még nem ismert. Egy lehetőség, amit az egyenlet problematika megkerül, másrészt, a BIA által meghatározott nyert értékek alkalmazhatósága. BIVA normálértékek időközben rendelkezésre állnak újszülöttek, kisgyermek, óvodáskorúak és fiatalok vizsgálatához. A bioelektronikus impedancia paraméterek előrejelző mivoltát egy tanulmányban írták le szívtranszplantált gyermek pácienseknél. Perioperatívan megjelenő impedancia változások korrelálnak az emelkedett mortalitással és hosszabb idejű intenzív osztályos kezeléssel.

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

## 6. Nephrológia

Az utóbbi években a BIA alkalmazásának két fontos alkalmazási területét dolgozták ki dializált pácienseknél: 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 mennyiségét is meghatározzuk. 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. 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.

Piccoli csoportja azt hirdeti, hogy haemodialízis és CAPD páciensek rezisztenciát és reaktanciát egy optimum tartománnyal vektorosan megjeleníthető, ami emelkedő hidratáltsági állapotnak felel meg. 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 ábrázolódott, ami hiperhidratációra utal, amíg 10%-a a pácienseknek akiknél a centrális nyomás  $< 3$  mmHg-nál a vektor hosszabbodását mutatta. 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. Ez az összefüggés bizonyítható dializált pácienseknél is, 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. 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. A módszerek szempontjai alapján figyelembe kell venni az operatív elhelyezett arteriás-vénás Shuntöt: Woodrow és társai rámutatott, hogy az elektródák elhelyezése a Shuntölt végtagon a TWB-t túl, míg a a testzsírtömeget alulértékelt, 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, mindenekelőtt ezen paliatív terápiában része az orvosi terápiának. Hasonlóan, mint más krónikus megbetegedéseknél, ahol alultápláltság lép fel, a BIA méréssel meghatározható a zsírmentes tömeg vagy a testsejttömeg, melyek a prognózis szempontjából különösen jelentős paramétereket jelenítenek meg. A BIA különösen a gyermekkori tumorok okozta alultápláltság meghatározására javasolt. Azon BIA mérés, ami során csak a zsírmentes tömeget határozzuk meg, megtévesztő lehet, mivel a testsejttömeg normális vagy enyhén csökkent FFM mellett is jelentős, mert az extracelluláris víz mennyisége emelkedik. Elméleti szemszögből nézve csak kevés BIA adat áll rendelkezésre a tumoros betegekkel kapcsolatban: 38 páciens 11 hétig való nyomon követése során Simons és társai meg tudták mutatni, hogy a teljes testfolyadék mennyiség változásai, amit deuterium-higulással határoztak meg impedancia indexszel korreláltak. Az alultáplált daganatos betegeknél a standard egyenletek alkalmazása a teljes testfolyadék mennyiség túlértékelését eredményezheti. 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 betegeknél. Toso és társai bemutatták a tüdődaganatos betegeknél 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. 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.

## L | Szakirodalom

1. Kyle UG, Bosaeus I., De Lorenzo AD. et.al. Bioelectrical impedance analysis-part 1: 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., Scholler D., Fjeld C., Dannford L.: Impedancia 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.: Bioelektrical impedance analysis in estimating nutritiol status and autcome of patients with chronic obstructive pulmonary disease and acute respiratory faulire. 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. 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 O., 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 Retroviral 1995;9:20-5.
9. Selbsberg O., Selbsberg 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 anvanced 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. Selbsberg 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., Ladagga 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 evalution of liver disease. *Am J. Clin. Nutr.* 1996;64:5108-48.
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. Zillinkens MC., van der 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. Süttmann 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. Retroviol.* 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: effets of race, sex, and disease. *Am J. Clin. Nutr.* 1996;64:4895-975.
28. Ockenga J., Süttmann U., Selberg O. et al. Percutaneous endoscopic gastrostomy in AIDS and control patients: risks and outcome. *Am. 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 differen 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., Bodaesus 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., Alspaug M., Andronis PT., Leicht 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 4-18-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 assesment of body fat in severe obesity. *Am J. Clin. Nutr.* 1996;64:4498-528.
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;5:526
44. Heath EM., Adams TD., Daines MM., Hunt SC.: Bioelectric impedance and hydrostatic weighting with and without head submersion in persons who are morbydli 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 2.: 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 measurement in the clinical management of malnutrition. *Am J. Clin. Nutr.* 1996;64:4858-85.
51. Gregory IW., 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., Candolero 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 measurement in the clinical management of patients undergoing dialysis. *Am. J. Clin. Nutr.* 1996;64:5038-98.



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., Beyernlein 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., Faccio 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;12:820-823.
73. Simons JP., Schols AM., Westerterp 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.