



Sport- és Egészségtudományi Intézet
Sportélettani Kutató Központ

TESTÖSSZETÉTEL BECSLÓ ELJÁRÁSOK ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE

Témavezető: Utczás Katinka
Tudományos segédmunkatárs

Készítette: Kóti András László

Tartalomjegyzék

I. Bevezetés.....	2
1.1. Testösszetétel becselő eljárások	2
1.2. Különböző elven működő eszközök közötti különbségek	3
1.3. Azonos elven működő készülékek közötti különbségek.....	4
II. Célkitűzések.....	5
III. Anyag és módszer	5
3.1. Vizsgálat személyek	5
3.2. Vizsgálati protokoll	5
3.3. Módszerek.....	6
3.4. Statisztikai elemzések	7
IV. Eredmények.....	8
4.1. BIA és DEXA által becsült testösszetevők közötti kapcsolat.....	8
4.2. BIA és DEXA által becsült testösszetevők közötti eltérések mértéke	8
V. Megbeszélés	11
5.1 Különböző elven működő készülékek összehasonlításának megvitatása	11
5.2. Azonos elven működő készülékek összehasonlításának megvitatása	12
VI. Összefoglalás.....	13
Irodalomjegyzék.....	14

I. Bevezetés

A technológia napjainkban rohamosan fejlődik és szinte naponta jelennek meg az újabb kutatások, valamint felfedezések a sporttudomány területén, amik elsősorban azt a célt szolgálják, hogy a sportolók minél jobb teljesítményt érjenek el. A kutatások természetesen nem csak a fizikai teljesítmény felmérésére, hanem a testi adottságok vizsgálatára is kiterjednek. Így minden sportoló számára ismertek és szinte a napi rutin részévé váltak a különböző eljárásokkal történő testösszetétel meghatározások, melyek ismeretében nem csak az adott állapotot lehet jellemezni, de ajánlásokat lehet megfogalmazni az ideális sportági profil eléréséhez. A testösszetétel meghatározást az utóbbi években azonban nem kizárólag a sportolók körében végeznek, hanem egyre inkább a hétköznapi élet részét képezi. Az átlag populációnál a világviszonylatban megfigyelhető egyre nagyobb mértékű elhízás miatt kell nagyobb figyelmet fordítani az egészségtudatos szemlélet minél szélesebb körben való megismertetésére (Arroyo-Johnson és Mincey, 2016). Ez a felhívás magába foglalja a fizikai aktivitásnak, az egészséges táplálkozásnak, valamint az egyes testösszetevők megfelelő arányának fontosságát.

1.1. Testösszetétel becsülő eljárások

Testösszetétel meghatározására ma már számos módszer létezik, melyek között nagy különbség lehet az eszközök méretében, a költségekben, valamint, hogy mennyi gyakorlatot, szakértelmet kíván az alkalmazásuk. A leggyakrabban használt eljárások közé tartoznak a bioelektromos impedancia elvén (BIA), a kettős röntgensugár abszorpció elvén (DEXA), a víz (hidrodenzitometria) vagy épp a levegő (pletizmográfia) kiszorítás elvén alapuló vizsgálatok. Lehetőségünk van továbbá ultrahang alapú eszközök alkalmazására, valamint a hagyományosnak tekinthető bőrredőket felhasználó regressziós egyenletek segítségével történő testösszetétel mérésre (Ackland és mtsai., 2012; Wagner és Heyward, 1999).

Mindezen eljárások közül a legelterjedtebb, az elmúlt évtizedekben rohamosan fejlődő BIA elven működő vizsgálat (Ackland és mtsai., 2012). Az első BIA eszközök egy frekvencián (50 kHz) mérték az ellenállás értékét és csak teljes testre vonatkozó testösszetételi eredményeket határoztak meg. Manapság már elérhetők multifrekvenciás készülékek, amelyek több különböző frekvencián mérik az ellenállást és nem csak teljes testre, de külön egyes szegmensekre (alsó és felső végtagok, törzs) vonatkozóan is képesek becsülni az egyes testösszetevők mennyiségeit (Mialich és mtsai., 2014). A BIA széleskörben való elterjedéséhez

jelentős mértékben hozzájárult, hogy a rövid mérési idő ellenére nagyon sok információt közöl a testösszetevőkről, típustól függően az alacsonyabb költségű eszközök közé tartozik és használatához nem szükséges szakképzettség. Ezzel szemben, például a DEXA vizsgálat egy sokkal költségesebb eljárás, a mérési idő többszöröse egy átlagos bioelektromos impedancia elvén működő mérésnek és csak szakember felügyelete mellett végezhető a vizsgálat (Wagner és Heyward, 1999).

A BIA készülékek több típusa is ismert hazánkban, ezek közül néhányal találkozhatunk a háztartásokban is okosmérlegek formájában, az iskolákban a NETFIT keretei között és természetesen a laboratóriumokban, az edzőtermekben, az egyesületeknél, a kórházakban, az egészség centrumokban is gyakran bioelektromos impedancia elvén működő készülékekkel történik a testösszetétel meghatározása. A széleskörű elterjedés és folyamatosan növekvő népszerűsége miatt fontos megismerni és megérteni, hogy az azonos elven működő, de különböző gyártóktól származó készülékek, illetve az azonos gyártó különböző típusú készülékei között milyen irányú és mekkora mértékű különbségeket tapasztalhatunk.

1.2. Különböző elven működő eszközök közötti különbségek

Antonio és mtsai. (2019) egy 155 főt, nőket és férfiakat egyaránt vizsgáló tanulmányukban három eltérő elven működő készülékkel - a pletizmográfia elvű (Bod Pod), a kettős röntgensugár abszorpció elvű (Hologic) és a bioelektromos impedancia elvű (InBody 770) - becsült zsírtömeget, zsírszázalékot és zsírmentes tömeget hasonlították össze. Mind a nők mind a férfiak esetében megállapították, hogy a BIA és pletizmográfia alapján becsült értékek között nem volt szignifikáns különbség, míg a DEXA nemtől függetlenül a zsírtömeget átlagosan ~ 3 kg-mal, a zsírszázalékot ~ 4%-kal túlbecsülte, a zsírmentes tömeget pedig ~3,5 kg-mal alulbecsülte a másik két módszerhez képest. Hasonló különbségekről számoltak be 45 fő egyetemi sportoló nő vizsgálatakor. A zsírszázalékban átlagosan 3,3%-ban különbözött a két eszközzel becsült érték, míg a zsírmentes tömegben 2,1 kg volt az átlagos különbség (Esco és mtsai., 2015). Antonio és munkatársaihoz hasonlóan a 2015-ös tanulmányban is a DEXA túlbecsülte a BIA-hoz képest a zsírszázalékot és alulbecsülte a zsírmentes tömeget (Antonio és mtsai., 2019; Esco és mtsai., 2015).

Faria és munkatársai (2014) kutatásuk során elhízott személyeknél vizsgálták a DEXA és BIA készülékek közötti különbséget a testzsírszázalék tekintetében. Eredményeikben beszámoltak arról, hogy az elhízott személyeknél a két eltérő elven működő készülék között

átlagosan 1,61% volt a zsírszázalékbeli különbség. Az eltérés mértéke kisebb, mint amit a korábban említett munkákban tapasztaltak, azonban iránya megegyezett azokéval.

A különböző elven működő készülékekkel becsült testösszetevő komponensek értékeiben tapasztalható eltérések mértéke változott a vizsgált populáció tápláltsági állapotának függvényében, valamint a vizsgálatban alkalmazott eszközök típusától. Azonban mindegyik kutatásban egyöntetűen arról számoltak be, hogy a BIA elven működő készülékkel becsült zsírszázalék és zsírtömeg értékek kisebbek, míg a zsírmestömeg értékek nagyobbak voltak a DEXA-val becsült értékeknél (Antonio és mtsai., 2019; Esco és mtsai., 2015; Faria és mtsai., 2014).

1.3. Azonos elven működő készülékek közötti különbségek

A BIA eszközök térhódításának köszönhetően egyre több gyártó készülékével találkozhatunk. Világszerte és hazánkban is a legnépszerűbb gyártók közé tartozik az Omron, a Tanita, a Seca és az InBody. Blakley (2019) ezen BIA eszközökkel becsült zsírszázalék és soványtömeg eredményeinek különbségeit elemezte. Vizsgálatában nemtől függetlenül a zsírszázalék (PBF) eredményei a következőképp alakultak: $PBF_{InBody}=24,6\%$; $PBF_{Omron}=20,5\%$; $PBF_{Tanita}=23,6\%$ és $PBF_{Seca}=24,5\%$. Az Omron eszközzel becsült zsírszázalék érték szignifikánsan alacsonyabb volt az összes többi eszközzel becsült értékhez képest (Blakley, 2019). Czartoryski és munkatársai 2020-ban fizikailag aktív egyetemisták körében végzett vizsgálata során Omron típusú és InBody 270 típusú bioelektromos impedancia elvén működő készülékekkel meghatározott zsírszázalék értékeit hasonlították össze. A korábbi tanulmányhoz hasonlóan az Omron gyártmányú eszköz alulbecsülte az InBody 270-hez képest a zsírszázalékot. Míg az InBody 270 25,2%-nak addig az Omron 23%-nak becsülte a zsírszázalékot, ami átlagosan 2,2% eltérést jelent a két eszköz között (Czartoryski és mtsai., 2020).

Egy 2020-as tanulmányban megvizsgálták, hogy azonos elven és azonos gyártótól származó készülékek eredményei között is lehetnek különbségek. A legismertebb gyártó, - az InBody - három készülékével végeztek testösszetétel vizsgálatot összesen 67 fő esetében. Mindhárom készülék (230, 720, 770) multifrekvenciás, szegmentális vizsgálat elvégzésére is alkalmas, valamint a vizsgálatot minden esetben álló helyzetben kellett végezni. Mind a nőknél, mind a férfiaknál 1%-nál kisebbek voltak az eltérések a zsírszázalék értékek között, amely elhanyagolhatónak tekinthető (McLester és mtsai., 2020).

II. Célkitűzések

Vizsgálatomban egyrészt célom volt elemezni a különböző elven - a kettős röntgensugár abszorpció elvén, valamint bioelektromos impedancia elvén - működő készülékek eredményei közötti különbségeket. Továbbá szerettem volna megvizsgálni, hogy a hazánkban is igen népszerű gyártó, - az InBody – leggyakrabban forgalmazott készülékei (270, 720, 770, 970) között milyen mértékű különbségek tapasztalhatók zsírtömegben, valamint zsírszázalékban. Továbbá a jelenleg már nem forgalmazott 720-as készüléknek lehet-e valamelyik jelenleg is forgalmazás alatt álló készülék alkalmas helyettesítője.

III. Anyag és módszer

3.1. Vizsgálat személyek

A kutatásban összesen 33 átlagos fittségi állapotú, egyetemista férfi vett részt, akik átlagéletkora 21,3 év volt. A vizsgálatok 2024 szeptember és 2024 november között zajlottak. Az elemzésekből ki kellett zárni 18 személy eredményeit. 6 fő esetében az újonnan üzembehelyezett InBody 970-es készülék testtömeg mérési hibája miatt, melyet egy megismételt kalibrálással a későbbiekben kijavítottunk. További 12 személy eredményeit az InBody 770-es készülék ismeretlen okból fakadó üzemszünete miatt. Az elemzésbe bekerült 15 fő életkorának, testmagasságának, testtömegének és testtömeg indexének alapstatisztikai mutatói az 1. táblázatban találhatók.

1. Táblázat Vizsgált személyek jellemzői (átlag±szórás).

Decimális életkor (év)	Testmagasság (cm)	Testtömeg (kg)	Testtömeg index (kg/m ²)
21,3±1,8	178,4±6,6	78,0±10,8	24,4±3,2

3.2. Vizsgálati protokoll

A vizsgálatok minden esetben a reggeli órákban, 8 és 10 óra között történtek a testösszetétel vizsgálatokra vonatkozó szakirodalmi ajánlások figyelembevételével. Ennek megfelelően a mérésekre a vizsgált személyek éhgyomorral érkeztek, amennyiben ez valamilyen okból nem volt megoldható, úgy legalább 2 órával a mérést megelőzően már nem étkeztek és folyadékbevitel sem történt. A méréseket minden esetben mosdó használatot követően, alsó ruházatban végeztük. Az elektródákkal érintkező felületek egyenletes hidratálásának érdekében

a gyártó által ajánlott elektrolitos törlőkendőt használták a vizsgált személyek. A testmagasságot a Seca 206 típusú stadiométerrel határoztuk meg milliméter pontossággal. Az eszközök sorrendje minden résztvevőnél azonos volt. A sorrend meghatározásakor elsősorban kényelmi szempontokat vettünk figyelembe, mivel az eszközök három különböző épületben voltak 2-3 perc séta távolságban. A vizsgálatban szereplő eszközök sorrendjét az 1. ábra mutatja. A mérések között a mért személyek nem használták a mosdót, illetve nem fogyaszthattak sem ételt, sem folyadékot. Egy személy teljes vizsgálati ideje kb. 40 perc volt.



1. Ábra A vizsgálati eszközök előre meghatározott sorrendje balról jobbra haladva.

3.3. Módszerek

Bioelektromos impedancia analízis (BIA)

A testösszetétel meghatározásához InBody 270, 720, 770, 970 típusú készülékeket használtunk. A bioelektromos impedancia elvén működő készülékek esetében az eszköz a gyenge váltóárammal szemben kifejtett szöveti ellenállást méri. Ennek megfelelően az ellenállás mértéke különbözni fog az egyes szöveteknél. A nagyobb mennyiségű vizet tartalmazó szövetek, mint az izomszövet kis ellenállást fejtenek ki, míg a kevés vizet tartalmazó szövet, mint a zsírszövet nagyobb ellenállást fog kifejteni. A különböző frekvenciákon mért ellenállás értékek, valamint a megadott magasság alapján regressziós egyenletek segítségével határozza meg a testösszetevő komponenseket (Kushner, 1992). A multifrekvenciás készülékek négy vagy öt komponensre bontják a teljes testtömeget: testvíz (intra- és extracelluláris víz), ásványianyag, protein, zsírtömeg. Az általunk alkalmazott eszközök között különbség volt a mérés során alkalmazott frekvenciák számában, a frekvenciák értékeiben, a vizsgálat elvégzésének idejében, valamint a meghatározott testösszetevőkben. A kutatásban szereplő InBody eszközök típusonkénti specifikációi a 2. táblázatban láthatók összefoglalva.

Elemzéseinkbe a zsírtömeget, valamint a testtömegre vonatkoztatott zsírszázalék értékeit vontuk be.

2. Táblázat Vizsgálatban alkalmazott InBody eszközök műszaki specifikációi.

	InBody 270	InBody 720	InBody 770	InBody 970
Frekvencia szám	2	6	6	8
Frekvenciák	20 és 100 kHz	1, 5, 50, 250 és 500 kHz, 1 MHz	1, 5, 50, 250 és 500 kHz, 1 MHz	1, 5, 50, 250 és 500 kHz, 1, 2 és 3 MHz
Mérési idő	15 mp	60/120 mp	60 mp	90 mp
Szegmentális vizsgálat	igen	igen	igen	igen
Testösszetevők	TBW, MI, PR, BF	ECW, ICW, BMC, PR, BF	ECW, ICW, BMC, PR, BF	ECW, ICW, BMC, PR, BF

TBW: teljes testvíz; MI: ásványianyag, PR: fehérje; BF: zsírtömeg; ECW: extracelluláris víz; ICW: intracelluláris víz; BMC: csont-ásványianyag-tartalom

Kettős röntgensugár abszorpciometria (DEXA)

A kettős röntgensugár abszorpciometria vizsgálatához Lunar Prodigy típusú berendezést használtunk. A mérés során a vizsgált személy a vizsgáló asztalon a kijelölt területen belül, zárt lábakkal és a törzs mellett, de a törzshöz hozzá nem érő karokkal feküdt mozdulatlanul. A vizsgálatot szakképzett személy végezte. A DEXA egy magasabb és egy alacsonyabb energiájú röntgensugarat használ, amelyeknek az elnyelődése függ a szövetek vastagságától, sűrűségétől. A csontok nagyobb mértékben, míg a lágy szövetek (izomszövet, zsírszövet) kisebb mértékben nyelik el a röntgensugarat (Toombs és mtsai., 2012). A készülék három komponensre bontja a testtömeget: csont-ásványianyag-tartalom, zsírtömeg és lágy soványtömeg. Ezek közül szintén a zsírtömeget, valamint a zsírszázalékot vontuk be az elemzésekbe.

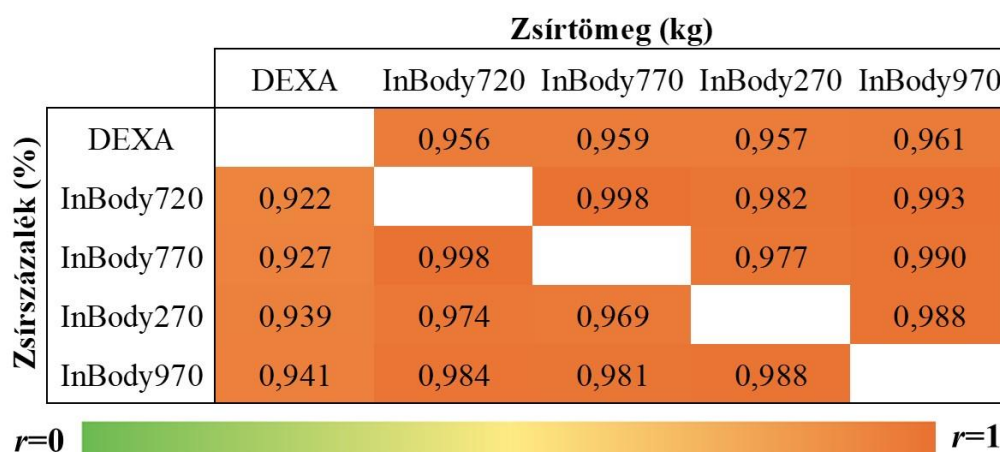
3.4. Statisztikai elemzések

A vizsgálatok statisztikai elemzését az IBM SPSS Statistics 29.0.1.0 programcsomag segítségével végeztük. Az leíró statisztikai mutatók közül az átlag és a szórás értékeket tüntettük fel. Az eszközök eredményei közötti kapcsolatot Pearson-féle korrelációs együtthatóval (r) jellemeztük. A készülékek közötti különbségek mértékének vizsgálatához Bland-Altman analízist alkalmaztunk. A különböző eszközökkel becsült testösszetevők (zsírtömeg, zsírszázalék) közötti különbségek értékelésére ismételt mérések variancia analízist használtunk Greenhouse-Geisser korrekcióval (szignifikáns szfericitáskor), valamint Bonferroni post-hoc teszttel. A szignifikancia szintet minden esetben $p < 0,05$ -nek határoztuk meg.

IV. Eredmények

4.1. BIA és DEXA által becsült testösszetevők közötti kapcsolat

A különböző eszközökkel becsült zsírtömeg és zsírszázalék értékek között minden esetben nagyon erős, szignifikáns ($p < 0,05$) pozitív korreláció volt. A zsírtömeg esetében a DEXA és különböző BIA-k közötti korrelációs koefficiensek nagysága 0,956 és 0,961 között volt. Míg az azonos gyártó BIA készülékei között még ennél is magasabb korrelációs együtthatókat tapasztalunk, $0,977 \leq r \leq 0,998$. A zsírszázalék elemzésekor kicsivel alacsonyabb, de továbbra is nagyon erős volt a korreláció a DEXA és BIA-kal mért értékek között, $0,922 \leq r \leq 0,941$. A különböző típusú InBody készülékek zsírszázalék értékei között a zsírtömeghez hasonló korrelációs koefficiens értékeket találtunk $0,969 \leq r \leq 0,998$ (2. ábra).



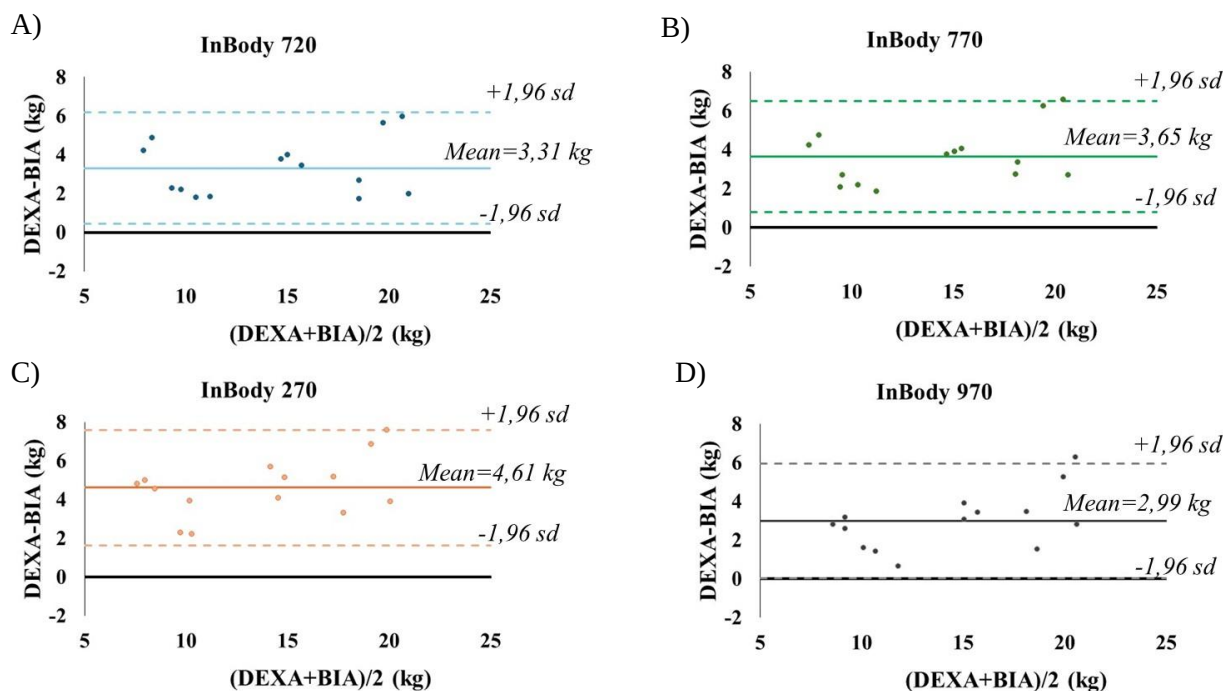
2. Ábra DEXA és a különböző típusú InBody készülékek által becsült zsírtömeg és zsírszázalék korrelációs koefficiensei.

4.2. BIA és DEXA által becsült testösszetevők közötti eltérések mértéke

A DEXA-val, valamint a különböző InBody készülékekkel becsült zsírtömegek és zsírszázalékok közötti eltéréseket Bland-Altman analízissel vizsgáltuk.

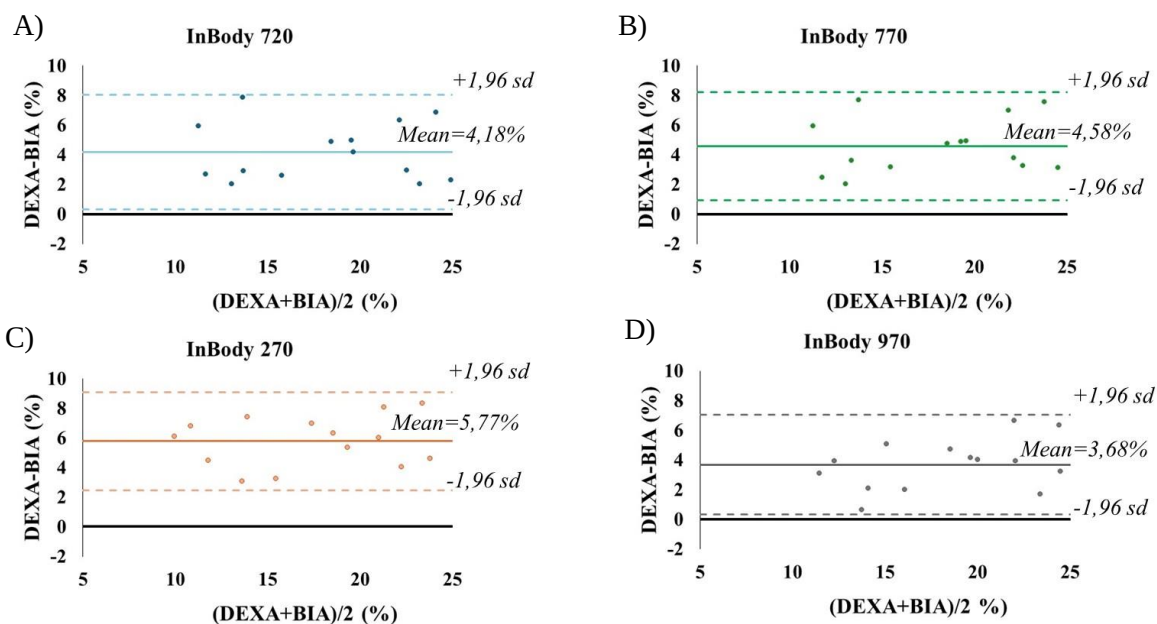
A testzsírtömeg vizsgálatakor azt találtuk, hogy az összes InBody készülék alulbecsüli a zsírtömeget a DEXA-hoz képest. Az eltérések mértéke azonban különbözött készülékenként. A legnagyobb különbséget az InBody 270-es készülék esetében tapasztaltuk, átlagosan 4,61 kg-mal becsülte kevesebbnek a zsírtömeget, mint a DEXA. A kettős röntgensugárzás elvén működő készülékhez képest a legkisebb különbség az InBody 970-es készülék esetében volt,

mindössze 2,99 kg-mal becsülte alul a zsírtömeget. Az InBody 720 és 770 készülék egymáshoz képest nagyon hasonló mértékben, előbbi átlagosan 3,31 kilogrammal, utóbbi átlagosan 3,65 kilogrammal becsülte kevesebbnek a zsírtömeget (3. ábra).



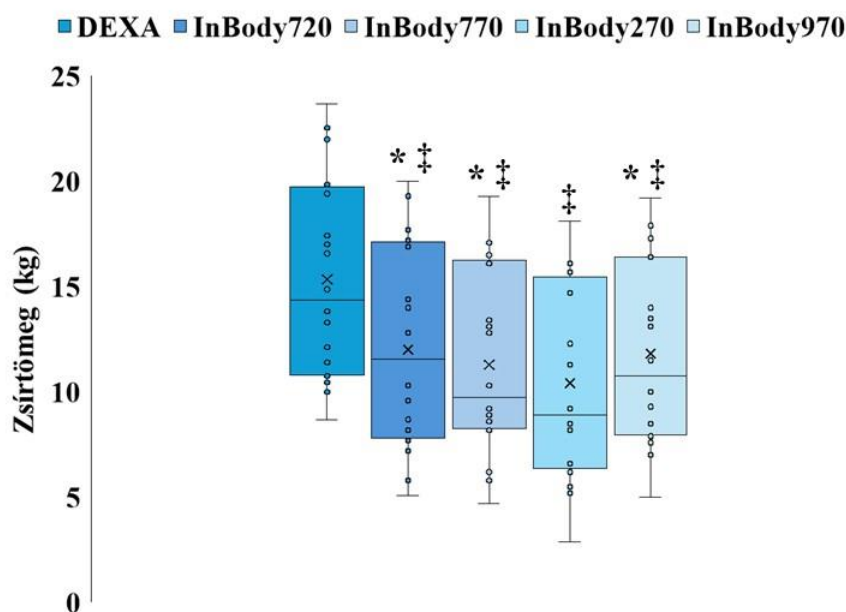
3. Ábra A DEXA és a különböző típusú InBody készülékek zsírtömeg eredményeinek átlagos különbsége Bland-Altman analízissel. A) InBody 720; B) InBody 770; C) InBody 270; D) InBody 970

A továbbiakban megvizsgáltuk a testtömegre vonatkoztatott becsült zsírtömeg, vagyis a zsírszázalék különbségeinek mértékét. Az előbbiekhöz nagyon hasonló eredményeket tapasztaltunk. Minden esetben, vagyis mindegyik InBody készülék alulbecsülte a zsírszázalékot a DEXA-hoz képest. A legnagyobb különbség az InBody 270-es készüléknél volt, ahol az eltérések átlaga megközelítette a 6%-ot. A legkisebb különbséget a legújabb modell esetében találtuk, az átlagos különbség itt 3,68% volt. A 720-as és 770-es gyártású gépek között a zsírszázalék vizsgálatokor is egymáshoz képest csak csekély mértékű különbséget tapasztaltunk a DEXA-tól való eltérésben. A 720-as készülék 4,2%-kal, míg a 770-es készülék 4,6%-kal becsülte kevesebbnek a zsírszázalékot, mint a DEXA (4. ábra).



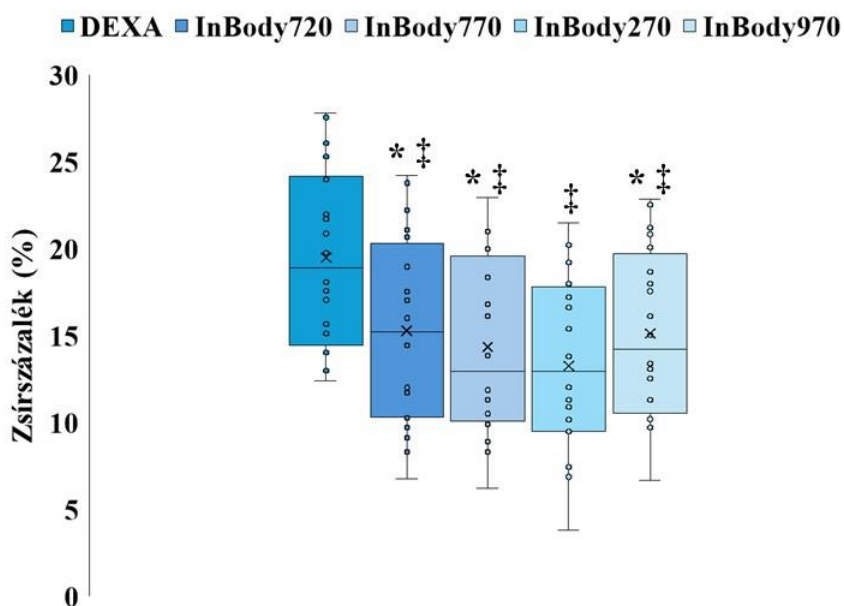
4. Ábra A DEXA és a különböző típusú InBody készülékek zsírszázalék eredményeinek átlagos különbsége Bland-Altman analízissel. A) InBody 720; B) InBody 770; C) InBody 270; D) InBody 970

Az ismételt mérés varianciaanalízis elemzés alapján szignifikáns különbség volt az eszközök között a zsírtömeg esetében (Wilks' Lambda= 0,054; $p < 0,001$; $F(4,14)=10,107$; $\eta^2=0,437$). A Bonferroni post hoc teszt alapján az összes InBody készülékkel becsült zsírtömeg szignifikánsan különbözött a DEXA-val becsült zsírtömeg értéktől. Továbbá az azonos gyártó készülékei között is szignifikánsan eltérést tapasztaltunk. Az InBody 270-es készülék a DEXA-n kívül többi InBody készüléktől is jelentősen kisebb zsírtömeg értéket becsült.



5. Ábra DEXA és InBody készülékekkel becsült zsírtömeg értékek közötti különbségek.
‡: szignifikáns különbség a DEXA eredményétől; $p < 0,05$ *: szignifikáns különbség az InBody 270 eredményétől; $p < 0,05$

A testzsírszázalékok összehasonlításakor alkalmazott ismételt mérések varianciaanalízis során szintén szignifikáns különbség volt a különböző készülékekkel becsült értékek között (Wilks' Lambda= 0,033; $p < 0,001$; $F(4,14)=11,025$; $\eta^2=0,459$). A zsírtömeghez hasonlóan, zsírszázalékban is az InBody készülékek szignifikánsan alacsonyabb értéket határoztak meg, mint a DEXA. Továbbá a 270-es típusú gép a többi azonos elven működő, azonos gyártótól származó készüléktől jelentősen eltérő zsírszázalékot határozott meg.



6. Ábra DEXA és InBody készülékekkel becsült zsírszázalék értékek közötti különbségek.
 ‡: szignifikáns különbség a DEXA eredményétől; $p < 0,05$; *: szignifikáns különbség az InBody 270 eredményétől; $p < 0,05$

V. Megbeszélés

A kutatás célja volt összehasonlítani különböző testösszetétel becslő eljárások eredményeit, különös tekintettel hazánk talán egyik legnépszerűbb gyártójának közel hasonló kondíciókkal rendelkező különböző típusú készülékeit, melyek a számos laborban, valamint egyesületnél megtalálható.

5.1 Különböző elven működő készülékek összehasonlításának megvitatása

Vizsgálatunkban a bioelektromos impedancia elvén működő készülékek által becsült zsírtömeg és zsírszázalék értékek bár nagyon erős, szignifikáns korrelációt mutattak a DEXA vizsgálat eredményeivel, mégis minden esetben szignifikáns különbséget tapasztaltunk a különböző elven működő készülékek eredményei között. Vagyis a BIA alulbecsüli a testzsírtömeget és a testzsírszázalékot a DEXA-hoz képest. Ennek mértéke függött attól, hogy

melyik típusú InBody-val végeztük a testösszetétel meghatározását. Hasonlóan erős korrelációról ($r=0,96$) számoltak be zsírtömeg esetében a két típusú készülék között Achamrah és mtsai (2018), akik egy igen nagy elemszámú ($N=3655$), különböző tápláltsági állapotú csoportokat vizsgáltak. Kutatásunkban átlagos fittségi állapottal rendelkező, fiatal férfiak vettek részt. Antonio és munkatársai (2019) által végzett kutatásban hasonló populációt vizsgáltak. A DEXA vizsgálatot Hologic típusú készülékkel végezték, a BIA-hoz pedig InBody 770-es készüléket használtak. A különbségek átlaga $\sim 4\%$ volt a zsírszázalék esetében (Antonio és mtsai., 2019). Tanulmányunkban a Lunar Prodigy DEXA és InBody 770-es készülékek között átlagosan $4,6\%$ volt a különbség. A két eltérő technikai megközelítéssel (BIA, DEXA) történő testösszetétel meghatározás eredményei a szakirodalommal megegyező mintát mutattak. A különbség feltehetőleg a két technológia eltérő működési elvéből adódik, mivel a BIA a test elektromos ellenállását méri, ezért a mérési eredményeket könnyen befolyásolhatják külső és belső tényezők is, leginkább a mérés pillanatában jellemző hidratáltsági állapot tudja befolyásolni.

5.2. Azonos elven működő készülékek összehasonlításának megvitatása

Korábban kevés tanulmány foglalkozott az azonos gyártó készülékei közötti különbségekkel. Legtöbb esetben csak azonos elven működő, de eltérő gyártó készülékei közötti eltérésekről található szakirodalom. Azonban fontos lenne megismerni az azonos gyártó készülékei közötti eltéréseket is, mivel bizonyos készülékek már nincsenek forgalomban, így szükséges alkalmas helyettesítőt találni, hogy a korábban mért eredmények összehasonlíthatóságát megőrizzük.

A McLester és munkatársai (2020) által végzett kutatással ellentétes eredményeket találtunk. Míg a 2020-as tanulmányban elhanyagolható különbségeket találtak az InBody gyártó különböző típusú eszközei között, vizsgálatunkban jelentős eltérést tapasztaltunk mind zsírtömegben, mind zsírszázalékban az InBody 270-es és a többi InBody készülék között. Ennek hátterében legnagyobb valószínűséggel a vizsgálat során alkalmazott frekvenciákban, valamint a frekvenciák számában keresendő. A 270-es készülék, amely a többitől a frekvenciák számában, valamint a frekvenciák tartományában is teljesen különbözik. Összesen két frekvenciát használ szemben a hat, illetve nyolc különböző frekvenciát használó 720-as, 770-es és 970-es típusoktól. Továbbá 20 kHz-en és 100 kHz-en méri a szövetekben kialakuló ellenállást. Ezeket a frekvenciákat semelyik másik vizsgálatban szereplő készülék nem használja.

Az InBody 720, 770 és 970 típusú készülékek mind hasonló, többszörös frekvenciákon végzik a méréseket, mivel a használt frekvenciák közel azonosak, ezért az eredmények között csak minimális különbségek figyelhetők meg. Az InBody 720-at azonban már nem gyártják, így szükségessé vált annak helyettesítése. Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy az InBody 770-es és 970-es készülékek mindkét esetben megfelelő alternatívát nyújtanak. Mindkét modell hasonló technológiát alkalmaz, és megbízható adatokat szolgáltat, amelyek kompatibilisek a korábbi elemzésekkel.

VI. Összefoglalás

A testösszetétel vizsgálatok a mindennapi élet részévé váltak, így egyre több gyártó jelenik meg újabb és újabb termékekkel a piacon. Ezek közül általában a választásnál azok a típusok élveznek előnyt, melyek relatíve olcsók, nem igényelnek szakképzettséget, rövid idő alatt mégis sok információt szolgáltatnak. Ennek köszönhetően terjedtek el hazánkban is a bioelektromos impedancia elvén működő készülékek. A testösszetétel mérés és elemzés egyik fontos alaptétele, hogy az eredmények összehasonlíthatóságának érdekében szükséges ugyanazon az eszközön végezni a vizsgálatokat. Így szükséges megismerni a leggyakrabban használt modellek közötti különbségeket. Vizsgálatunkban a nemzetközi szakirodalommal megegyező eredményeket kaptunk az eltérő elven (BIA, DEXA) működő testösszetétel becslő eljárásokat illetően. A BIA alulbecsüli a zsírtömeget és zsírszázalékot a DEXA-val szemben. Az azonos gyártó, azonos elven működő eszközei között is találtunk szignifikáns eltérést. A többtől eltérő számú és tartományt használó InBody 270-es készülék a többi InBodyhoz képest alulbecsüli a zsírtömeget és zsírszázalékot. A 720-as, 770-es és 970-es típusok között tapasztalt elenyésző különbségnek köszönhetően úgy tűnik a 770-es és 970-es készülék egyaránt alkalmas helyettesítői lehetnek a már nem gyártott és forgalmazott 720-as készüléknek.

A kutatás folytatásaként érdemes lenne megvizsgálni a 720-as és 770-es és 970-es készülékek azonos frekvencián mért ellenállás értékeit, hogy magyarázatot kapjunk a kisebb különbségekre is, valamint kiterjeszteni a kutatást nemcsak a teljes testre vonatkozó, hanem a szegmentális elemzésekre.

Irodalomjegyzék

1. Achamrah, N., Colange, G., Delay, J., Rimbart, A., Folope, V., Petit, A., Grigioni, S., Déchelotte, P., Coëffier, M. (2018). Comparison of body composition assessment by DXA and BIA according to the body mass index: A retrospective study on 3655 measures. *PloS ONE*, 13(7), e0200465.
2. Ackland, T.R., Lohman, T.G., Sundgot-Borgen, J., Maughan, R.J., Meyer, N.L., Stewart, A.D., Müller, W. (2012). Current status of body composition assessment in sport: review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the IOC Medical Commission. *Sports Medicine*, 42, 227-249.
3. Antonio, J., Kenyon, M., Ellerbroek, A., Carson, C., Burgess, V., Tyler-Palmer, D., Mike, J., Roberts, J., Angeli, G., Peacock, C. (2019). Comparison of dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) versus a multi-frequency bioelectrical impedance (InBody 770) device for body composition assessment after a 4-week hypoenergetic diet. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 4(2), 23.
4. Arroyo-Johnson, C., Mincey, K.D. (2016). Obesity epidemiology worldwide. *Gastroenterology Clinics*, 45(4), 571-579.
5. Blakley, A. (2019). Validity of Various Bioelectrical Impedance Analysis Devices vs the Bod Pod for Body Composition. Thesis. Cleveland State University.
6. Esco, M.R., Snarr, R.L., Leatherwood, M.D., Chamberlain, N.A., Redding, M.L., Flatt, A.A., Moon, J.R., Williford, H.N. (2015). Comparison of total and segmental body composition using DXA and multifrequency bioimpedance in collegiate female athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(4), 918-925.
7. Faria, S.L., Faria, O.P., Cardeal, M.D., Ito, M.K. (2014). Validation study of multi-frequency bioelectrical impedance with dual-energy X-ray absorptiometry among obese patients. *Obesity Surgery*, 24, 1476-1480.
8. McLester, C.N., Nickerson, B.S., Kliszczewicz, B.M., McLester, J.R. (2020). Reliability and agreement of various InBody body composition analyzers as compared to dual-energy X-ray absorptiometry in healthy men and women. *Journal of Clinical Densitometry*, 23(3), 443-450.
9. Mialich, M.S., Sicchieri, J.F., Junior, A.J. (2014). Analysis of body composition: a critical review of the use of bioelectrical impedance analysis. *International Journal of Clinical Nutrition*, 2(1), 1-10.

10. Czartoryski, P., Garcia, J., Manimalath, R., Napolitano, P., Watters, H., Weber, C., Alvarez-Beaton, A., Nieto, A.C., Patel, A., Peacock, C., Banks, J., Tartar, J., Antonio, J. (2020). Body composition assessment: A comparison of the DXA, Inbody 270, and Omron. *Journal of Exercise and Nutrition*, 3(1).
11. Kushner, R.F (1991). Bioelectrical impedance analysis: A review of principles and applications. *Journal of the American College of Nutrition*, 11(2), 199-209.
12. Toombs, R.J., Ducher, G., Shepherd, J.A. és De Souza, M.J. (2012). The Impact of Recent Technological Advances on the Trueness and Precision DXA to Assess Body Composition. *Obesity* 20(1), 30-39.
13. Wagner, D.R., Heyward, V.H. (1999). Techniques of body composition assessment: a review of laboratory and field methods. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70(2), 135-149.