

PŮVODNÍ PRÁCE

**SROVNÁNÍ METOD
PRO ODHAD
PROCENTUÁLNÍHO ZASTOUPENÍ
TĚLESNÉHO TUKU
U MLADÝCH ŽEN Z BRNA A OKOLÍ**

**Comparison of body fat
percentage estimation methods
in young women from Brno
and its surroundings**

Martin Čuta, Klára Bařicová

Ústav antropologie, Přírodovědecká fakulta,
Masarykova univerzita, Brno, Česká republika

Abstract

There are many methods available to evaluate nutritional status. They can be divided into three major categories: clinical methods, anthropometrical methods and alimentation assessment methods. Among these, body composition evaluation methods have an important place.

Despite massive development and expansion of advanced methods, anthropometrical methods are still widely used in anthropological practice, e.g. Matiegka's method (1921) which is used to calculate body composition or subcutaneous fat percentage estimation methods based on multiple skinfold thickness measurement /e.g. Jackson-Pollock method (Jackson & Pollock 1978; Jackson, Pollock, & Ward, 1980), Durnin-Womersley method (Durnin & Womersley, 1974) or one widely spread in our country – method by Pařizková/.

Biophysical methods prevail in the clinical practice – especially the method of bioelectric impedance (BIA). There are several potential problems which have to be taken into account when comparing results or data acquired using different methods. These problems include measurement errors, inadequate use of equations/firmware installed in bioimpedance analyzers and also different measurement principle when comparing data acquired by caliperation to data acquired by BIA.

The aim of this paper was to compare the results of caliperation and three bioimpedance analyzers.

100 females, patients of the Gynfit s.r.o. center participated in the study. The participants were all between their 20 and 30 years of age and of varying lifestyles. Anthropometric measurements were taken and bioimpedance examination was carried out while adhering to standard conditions and conditions of the manufacturer. To estimate body fat percentage an anthropometric method by Pařizková (1962) was used which calculates with 10 skinfold thicknesses as measured by a Best type caliper. Three bioimpedance analyzers were used to estimate body fat by BIA: Tanita BC-545, InBody 230 and BodyStat 1500 MDD.

The working hypothesis stated that individual methods do not differ in body fat percentage estimation. This hypothesis was tested non-parametrically using Kruskal-Wallis ANOVA. The test manifested on the p level of 0,05 that results of at least two methods are significantly different. Multiple p -values com-

parisons then established that body fat percentage estimate by method of Pařizková (1962) is significantly different from the estimate provided by bioimpedance analyzers. The caliperation method estimates a significantly lower percentage of body fat than all bioimpedance analyzers.

Also, the body fat percentage estimated by Tanita BC-545 differs from the results acquired by BodyStat 1500 MDD, as Tanita BC-545 estimates significantly higher fat percentage than BodyStat 1500 MDD. In fact, Tanita BC-545 estimates significantly higher body fat percentage than any other method which we used. These findings contradict the findings of other authors, for example Riegerová and Přidalová (1996) or Barreto Silva, Avesani, Vale, Lemos, & Bregman (2008) who did not find a significant difference between caliperation and bioimpedance method results. Our findings suggest that results acquired using different methods are incomparable.

Keywords: *nutritional status; body fat; bioimpedance; method by Pařizková (1962); Tanita BC-545; InBody 230; BodyStat 1500 MDD*

Úvod

Pro hodnocení výživového stavu byla vyvinuta celá řada metod. Při hodnocení individuálního výživového stavu a zvláště při hodnocení větších populačních vzorků vystavených riziku malnutrice je volba vhodné metodiky zásadní nejen z hlediska praktického (časového), ale i z hlediska reliability výsledků a možnosti jejich srovnání a správné diagnostiky. Proto jsme se v této práci zaměřili na zhodnocení porovnatelnosti výsledků výživového stavu získané antropometrickou kaliperační metodou a třemi odlišnými bioimpedančními přístroji.

Metody hodnocení výživového stavu můžeme rozdělit do tří základních kategorií: metody klinické, metody antropometrické a metody hodnocení stravování. Důležitou roli hraje hodnocení tělesného složení (frakcionace tělesné hmotnosti). Modelové hodnocení tělesného složení lze vzhledem k praktické aplikaci rozdělit dle užitého přístupu, přehled uvádí Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006).

K hodnocení tělesného složení v antropologické praxi je i přes výrazný rozvoj pokročilých metod stále velmi často využíváno metod antropometrických: zmíníme například celotělový tříkomponentový model Matiegkův (Matiegka, 1921) nebo celou řadu dvoukomponentových modelů; v našem prostředí je nejvíce využívána metoda Pařizkové (1962), vycházející z 10 kožních řas.

V klinické praxi se využívají převážně metody biofyzikální (které můžeme zařadit většinou mezi modely dvoukomponentové). Jedná se o metody radiologické (CT, DEXA), dále o denzitometrii, podvodní vážení, pletysmografií a další (Kleinwächterová & Brázdová, 2001). Velmi rozšířenou metodou je vzhledem ke své relativní finanční a časové nenáročnosti metoda bioelektrické impedance (či bioelektrické impedanční analýzy – BIA).

Při srovnávání výsledků získaných pomocí různých metod, případně různých přístrojů, je potřeba počítat s následujícími potenciálními problémy: chyby u měření pomocí impedančními přístroji vznikají nejčastěji nedodržením podmínek vyšetřování a nesprávným umístěním elektrod (Bunc, Cimbálek, Moravcová, & Kalous, 2001), u antropometrických metod chyba vzniká nejčastěji z důvodu nezkušenosti pozorovatele a nesprávného shrnování kožních řas (Krejčovský, Riedlová, & Bláha, 2001). Z hlediska srovnatelnosti výsledků potenciální problémy vznikají z důvodu nevhodného použití bioimpedan-

ních přístrojů s pevně instalovanými regresními rovnicemi kalkulovanými na základě referenčních populací nesrovnatelných s hodnoceným výzkumným vzorkem (Bunc et al., 2001). Jako další možná příčina problémů při srovnávání výsledků získaných pomocí kaliperace s výsledky bioimpedančních přístrojů je jiný princip měření. Kaliperací se zjišťuje tloušťka tuku v podkoží, zatímco bioimpedanční přístroje pracují i s vrstvou viscerálního tuku. Eston, Hawes a Martin (2009) sice uvádějí, že existují určité důkazy nárůstu množství viscerálního tuku v závislosti na nárůstu množství podkožního tuku, ale že tento vztah je ovlivněn celou řadou doprovodných faktorů, zvláště věku. Například Riegerová a Přidalová (2007), Lima Rodrigues et al. (2012), Puiggros et al. (2003) zjistili, že výsledky získané kaliperační metodou se významně liší od výsledků bioimpedanční metody.

Metoda bioimpedanční analýzy je extenzivně využívána a rozvíjena od 90. let minulého století a byla provedena řada validačních studií pro zhodnocení spolehlivosti této metody, zvláště s metodou označovanou jako „zlatý standard“, tedy s metodou DEXA, případně s metodou ADP (air-displacement plethysmography). Hodnocení spolehlivosti metody BIA ve vztahu k referenční metodě je nejednoznačné, někteří autoři ji při srovnání s výsledky metody DEXA hodnotí jako spolehlivou (Andreoli et al., 2002; Gupta, Balasekaran, Govindaswamy, Hwa, & Shun, 2011; Karelis, Chamberland, Aubertin-Leheudre, & Duval, 2013; Thomson, Brinkworth, Buckley, Noakes, & Clifton, 2007), naopak Kutáč, Gajda, Přidalová a Šmajstrla (2008), Newton et al. (2005), Sun et al. (2005), Verdich et al. (2011), uvádějí, že výsledky získané bioimpedanční metodou jsou s výsledky metody DEXA srovnatelné jen velmi obtížně.

Cíl

Cílem práce bylo porovnat výsledky mladých žen z Brna a okolí získané pomocí metody antropometrické/kaliperační metody a výsledků tří přístrojů fungujících na bázi BIA, užívaných běžně ke stanovení odhadu procentuálního zastoupení tělesného tuku a zjistit, zda je možno srovnávat výsledky získané pomocí rozdílných přístupů.

Metodika

Studie se zúčastnilo 100 pacientek centra Gynfit s.r.o. ve věkovém rozmezí 20–30 let, různého životního stylu. Pro dílčí analýzy byl výzkumný vzorek rozdělen do následujících věkových kategorií: kategorie 20,00–21,99 roků (15 žen); 22,00–24,99 roků (39 žen) a 25,00–30,99 roků (46 žen). Probandky byly vedeny pod kódovým číslem z důvodu zachování anonymity. Vyšetření bylo provedeno na základě dobrovolnosti, zájemkyně byly předem informovány pomocí letáku (ten obsahoval i informace o nutnosti dodržení podmínek objektivního měření – před vyšetřením: 24 hodin nekonzumovat alkohol, 12 hodin necvičit, 4 hodiny nejíst a nepít; těsně před vyšetřením vyprázdnit močový měchýř). Svůj souhlas účastnice vyjádřily podpisem informovaného souhlasu, kde prohlásily, že nemají diagnostikovanou srdeční vadu ani nejsou v raném stádiu těhotenství (v těchto případech může bioimpedanční vyšetření představovat určité riziko).

Vyšetření probandek probíhalo při jejich návštěvě centra. Probandky byly všechny vyšetřeny jednou výzkumníci v ordinaci lékařky centra, při vyšetření byly ve spodním prádle, vyšetření probíhalo za pokojové teploty v průběhu ordinací doby (v průběhu celého dne, nebylo možné dodržet podmínku stejné – ideálně ranní – doby vyšetření všech probandek). Vyšetření bioimpedanční metodou probíhalo za dodržení standardních podmínek pro bioimpedanční analýzy a podmínek stanovených výrobcem, antropometrické vyšetření bylo provedeno v základním antropometrickém postoji za použití standardního instrumentáře.

Tloušťka kožních řas byla zjišťována pomocí kaliperu typu Best na pravé straně těla, pro odhad zastoupení tělesného tuku dle Pařízkové je měřeno 10 kožních řas, na jejichž základě je s použitím regresní rovnice kalkulováno procentuální zastoupení tukové složky (Pařízková, 1962).

Odhad procentuálního zastoupení tělesného tuku pomocí metody bioelektrické impedance byl proveden pomocí tří tetrapolárních přístrojů: pomocí osobní digitální váhy Tanita BC-545, přístroje InBody 230 a přístroje BodyStat 1500 MDD. Každý z přístrojů má specifický design, vyžadující poněkud odlišný postup měření. Při měření byl přesně sledován protokol uvedený v uživatelských příručkách jednotlivých výrobců, dále je postup měření detailně popsán například ve studiích autorů Knechtle, Wirth, Knechtle a Rosemann (2009); Scheers, Philippaerts a Lefevre (2013); Utter, McAnulty, Riha, Pratt a Grose (2012).

Získané údaje byly zpracovány pomocí tabulkového editoru MS Excel a statistické zhodnocení bylo provedeno v programu STATISTICA verze 12 (StatSoft Inc., 2013). Kromě popisné statistiky byl proveden Lilieforsův test normality rozložení dat a Kruskal Wallisova ANOVA pro otestování rozdílů mezi výsledky získanými čtyřmi metodami. Stanoveny byly následující hypotézy: H0: Jednotlivé metody se v odhadu procentuálního zastoupení tuku neliší. H1: Jednotlivé metody se v odhadu procentuálního zastoupení tuku liší. Hladina významnosti byla 0,05.

Výsledky

V tabulce 1 jsou uvedeny průměrné hodnoty a hodnoty směrodatných odchylek procentuálního zastoupení tělesného tuku získaného pomocí 4 metod odhadu zastoupení tuku.

V následující části (Tabulka 2) jsou uvedeny výsledky testování rozdílů hodnot pořízených čtyřmi metodami odhadu zastoupení tuku.

Dva ze čtyř výběrů nemají normální rozložení, k testování rozdílů byl využit neparametrický test – Kruskal-Wallisova ANOVA.

Na základě p-hodnoty, která je nižší než hladina významnosti, zamítáme nulovou hypotézu. Alespoň jedna dvojice metod se v měření % tuku liší. Které dvojice to jsou, zjistíme metodou mnohonásobného porovnání hodnot p (Tabulka 3).

Statisticky významně se liší procento tuku podle Pařízkové (1962) a odhad tělesného tuku získaný pomocí bioimpedančních přístrojů. Dá se říci, že metoda procenta tuku podle Pařízkové (1962) měří statisticky významně nižší procento tuku než bioimpedanční analyzátor.

Dále se liší i procento tuku měřené přístrojem Tanita BC-545 a BodyStat 1500 MDD. Přístroj Tanita BC-545 měří statisticky významně vyšší procento tuku než přístroj BodyStat 1500 MDD.

Přístroj Tanita měří statisticky významně nejvyšší procento tuku ze všech přístrojů a celkově ze všech použitých metod.

Diskuze

Zjištěn byl významný rozdíl výsledků získaných kaliperací podle Pařízkové (1962) a metodou BIA. S podobným závěrem přichází řada studií – např. Lima Rodrigues et al. (2012), Puiggros et al. (2003), Riegerová a Přidalová (2007). Přesto, že vzhledem k rozdílnému principu odhadu tukové složky u kaliperační metody (která nebere v potaz vrstvu viscerálního tuku) a metody bioimpedanční, jsou naše výsledky očekávatelné, celá řada autorů uvádí závěry rozdílné. Například z výsledků Riegerové a Přidalové (1996) vyplývá, že mezi hodnotami získanými kaliperací a hodnotami získanými pomocí přístroje BodyStat 500 není významný rozdíl. K podobnému závěru (u pacientů s normální tělesnou hmotností) došli i Barreto Silva et al. (2008), Kamimuro et al. (2003) či Ten Haaf, Memelink, Verreijen, Engberink a Weijs (2014).

Tabulka 1. Popisná statistika průměrných hodnot procenta tuku dle Pařízkové v měřeném souboru pro věkové kategorie 1, 2 a 3

	Procento tuku							
	Pařízková (1962)		InBody 230		Tanita BC-545		BodyStat 1500 MDD	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Věková kategorie 1	15,45	4,58	21,11	4,26	22,38	5,17	17,93	4,19
Věková kategorie 2	19,10	5,05	26,01	8,06	27,26	6,77	23,38	6,63
Věková kategorie 3	19,28	5,39	27,88	8,81	28,19	7,89	26,58	8,20

Poznámka: M – průměr; SD – směrodatná odchylka, věková kategorie 1 – 20,00–21,99 let, věková kategorie 2 – 22,00–24,99 let, věková kategorie 3 – 25,00–30,99 let

Tabulka 2. Kruskal-Wallisova ANOVA, přiřazené pořadí pro procentu tuku získané čtyřmi metodami

Procento tuku (závislá proměnná)	n	Nezávislá proměnná	
		Součet pořadí	Průměrné pořadí
Pařízková (1962)	100	12070,00	120,70
InBody 230	100	22953,50	229,53
Tanita BC-545	100	24983,00	249,83
BodyStat 1500 MDD	100	20193,50	201,93

Poznámka: n – počet platných; závislá proměnná – procento tuku, Kruskal-Wallisova ANOVA založená na pořadí procenta tuku, nezávislá (grupovací) proměnná – typ měření, Kruskal-Wallisův test – $H(3, N = 400) = 72,17078$, $p = 0,0000$

Tabulka 3. Kruskal-Wallisova ANOVA, mnohonásobné porovnání p hodnot

Procento tuku (závislá proměnná)	Procento tuku (nezávislá proměnná)			
	Pařízková (1962)	InBody 230	Tanita BC-545	BodyStat 1500 MDD
Pařízková (1962)	–	0,000000	0,000000	0,000000
InBody 230	0,000000	–	1,000000	0,548422
Tanita BC-545	0,000000	1,000000	–	0,020384
BodyStat 1500 MDD	0,000000	0,548422	0,020384	–

Poznámka: n – počet platných; závislá proměnná – procento tuku, Kruskal-Wallisova ANOVA založená na pořadí procenta tuku, nezávislá (grupovací) proměnná – typ měření, Kruskal-Wallisův test – $H(3, N = 400) = 72,17078$, $p = 0,0000$

U našeho vzorku byly zjištěny také významné rozdíly mezi výsledky odhadů procentuálního zastoupení tuku provedených pomocí jednotlivých bioimpedančních přístrojů. Celá řada autorů se věnovala testování spolehlivosti výsledků bioimpedančního šetření s referenční metodou (DEXA) s tím, že někteří autoři deklarují dobrou shodu, např. Andreoli et al. (2002), Gupta et al. (2011), Karelis et al. (2013), Thomson et al. (2007), a jiní naopak nesrovnatelnost výsledků BIA metody s metodou DEXA, např. Kutáč et al. (2008), Newton et al. (2005), Sun et al. (2005), Verdich et al. (2011). Srovnávání výsledků pořízených rozdílnými přístroji pracujícími na principu BIA se věnuje méně studií; např. Kutáč a Kopecký (2015) ve své práci uvádějí, že výsledky rozdílných přístrojů (dokonce od stejného výrobce) jsou v praxi neporovnatelné. Demura, Sato, & Kitabayshi (2004), Dolezal, Lau, Abrazado, Storer, & Cooper (2013), a Velazquez-Alva, Irigoyen-Camacho, Huerta-Huerta, & Delgadillo-Velazquez (2014) srovnávali tetrapolární a oktopolární přístroje s referenčními hodnotami pořízené metodou DEXA a zjistili, že oktopolární přístroje generují spolehlivější výsledky. Gába, Kapuš, Cuberek a Botek (2015) došli k závěru, že spolehlivější ve srovnání s DEXA jsou multifrekvenční přístroje nežli přístroje jednofrekvenční. Naopak Wang et al. (2013) uvádějí, že různé typy bioimpedančních přístrojů mají při porovnání s DEXA a MRI snímkováním srovnatelné výsledky. Hanson, Handu, Gubbels a Broeder (2009) provedli průzkum na malém vzorku sportovců se závěrem, že výsledky tří rozdílných BIA analyzátorů jsou navzájem srovnatelné.

Bunce et al. (2001) uvádí, že slabými místy metodik využívajících k odhadu procentuálního zastoupení tukové tkáně bioimpedančních přístrojů jsou mimo jiné nepřesnosti v umístění elektrod a neshody v regresních rovnicích. Každý z přístrojů je vyráběn jiným výrobcem, který používá specifické regresní rovnice. Referenční populace, které jsou využívány pro tvorbu regresních rovnic, také nemusí odpovídat populaci výzkumného vzorku. Dle Bunce et al. (2001) může chyba způsobená

užitím neadekvátní regresní rovnice dosahovat až 80 % z naměřených hodnot. Někteří autoři také uvádějí, že u žen v průběhu premenstrua může docházet k odchylkám měření (Gleichauf & Roe, 1989). U probandek účastnicích se našeho výzkumu nebyla zjišťována fáze menstruačního cyklu, měření pomocí všech čtyř metod však bylo provedeno v rámci jednoho vyšetření a tím pádem by nemělo hrát roli, ve které fázi cyklu se probandky nacházejí.

Rozdíly mezi hodnotami získanými pomocí různých metod mohou mít také praktický dopad. Hodnoty procentuálního zastoupení tělesného tuku se (vedle plošně užívaného BMI) používají k identifikaci obezity. Přestože užití hraničních hodnot (cut-off points) procenta tělesného tuku pro klasifikaci obezity je považováno za subjektivní (Snitker, 2010), pro účely této studie jsme se pro ilustraci praktického dopadu rozdílných výsledků jednotlivých metod rozhodli využít hodnot udávaných ve studiích Gáby a Přidalové (2014, 2015), Kutáče a Kopeckého (2015), Lavie, Milani, Ventura a Romero-Corral (2010). Lavie et al. (2010) a Gába a Přidalová (2015) udávají jako hraniční hodnotu, jejíž překročení signalizuje obezitu u žen, 35 % tělesného tuku. Kdybychom použili toto kritérium pro stanovení procentuálního zastoupení obézních žen v našem vzorku, podle kaliberační metody dle Pařízkové by nebyla obézní ani jedna žena, při měření bioimpedančním přístrojem InBody 230 by bylo obézních 18 % žen, přístroj Tanita klasifikuje jako obézní 14 % žen a přístroj BodyStat jako obézní klasifikuje 10 % žen. Pokud bychom vycházeli z hodnoty, kterou používal Kutáč a Kopecký (2015) jako hodnotu procentuálního zastoupení tělesného tuku „stanovenou pro mladé ženy (odpovídající naší kategorii 1: 20,00–21,99 let)“ 25 % (Görner, Boraczyński, & Štihec, 2009; Nazmi, Irfan, Osman, & Serdar, 2011; Rutherford, Diemer, & Scott, 2011), podle výsledků kaliberační metody dle Pařízkové tuto hodnotu překračuje žádná z žen, podle výsledků přístroje InBody je to 27 % žen (4 z 15), podle přístroje Tanita 40 % žen (6 z 15) a podle přístroje BodyStat

jedna žena z 15 v nejmladší věkové kategorii. Pro ženy z první věkové kategorie můžeme (vhodněji) jako doporučenou použít také hodnotu 23 % tělesného tuku – hodnotu 50. percentilu udávanou Gábou a Přidalovou (2014). Tuto hodnotu podle výsledků kaliperační metody překračuje jedna žena, podle výsledků přístroje InBody je to 33 % žen (5 z 15), podle přístroje Tanita 40 % žen (6 z 15) a podle přístroje BodyStat dvě ženy (13 %) v nejmladší věkové kategorii.

Pro ženy z druhé věkové kategorie (22,00–24,99 let) byla jako doporučená zvolena hodnota 23 % tělesného tuku – hodnota 50. percentilu udávaná Gábou a Přidalovou (2014). Tuto hodnotu podle výsledků kaliperační metody překračuje 26 % žen (10 z 39), podle výsledků přístroje InBody je to 59 % žen (23 z 39), podle přístroje Tanita 69 % žen (27 z 39) a podle přístroje BodyStat 44 % žen (17 z 39) v prostřední věkové kategorii.

Pro ženy z třetí věkové kategorie (25,00–30,99 let) byla jako doporučená též zvolena hodnota 23 % tělesného tuku – hodnota 50. percentilu udávaná Gábou a Přidalovou (2014). Tuto hodnotu podle výsledků kaliperační metody překračuje 17 % žen (8 z 46), podle výsledků přístroje InBody je to 65 % žen (30 z 46), podle přístroje Tanita 76 % žen (35 z 46) a podle přístroje BodyStat 63 % žen (29 z 46) v třetí věkové kategorii.

Vzhledem k rozdílné věkové distribuci referenčního vzorku jsme ještě vytvořili čtvrtou skupinu žen nad 30 let věku a srovnali výsledky s hodnotou, kterou lze považovat za doporučenou – hodnotou 50. percentilu uváděnou Gábou a Přidalovou (2014) – 24,2 % tělesného tuku. Tuto hodnotu podle výsledků kaliperační metody překračuje 56 % žen (5 z 9), podle výsledků přístroje InBody doporučenou hodnotu překračuje všech 9 žen, stejně jako podle přístrojů Tanita a BodyStat.

Pro přístroj BodyStat 1500 MDD je pro dané věkové kategorie uváděno doporučené „normální“ rozpětí hodnot zastoupení tělesného tuku 20–26 %, pro přístroj Tanita BC-545 je uváděno rozpětí 21–32 %, pro přístroj InBody 230 je to 18–28 %. Přístroj BodyStat klasifikoval 35 žen pod dolní hranici doporučených hodnot, 29 žen v mezích doporučených hodnot a 36 žen nad horní hranici doporučených hodnot. Přístroj Tanita klasifikuje pod dolní hranici doporučených hodnot 21 žen, v rozmezí doporučených hodnot 57 žen a nad horní hranici doporučených hodnot 23 žen. Přístroj InBody klasifikuje pod dolní hranici doporučených hodnot 16 žen, v rozmezí doporučených hodnot 52 žen a nad horní hranici doporučených hodnot 32 žen.

Pokud bychom využili výše uvedených hodnot pro doporučení úpravy životního stylu, případná doporučení by v početných individuálních případech byla zásadně odlišná.

Omezení studie

Nelze vyloučit, že zjištěné rozdíly byly způsobeny chybou měření. Při měření tloušťky kožních řas se může vyskytnout celá řada chyb (ve smyslu intra-observer i inter-observer error), způsobených nesprávnou lokalizací řasy, rozdílnou tuhostí podkožní tkáně či individuálního způsobu zdvihání kožní řasy. Dále by za neshodu ve výsledcích mohlo být zodpovědné i nedodržení podmínek pro objektivní měření. Probandky byly před vyšetřením informovány o nutnosti dodržení podmínek vyšetření (nepožívat alkohol minimálně 24 hodin před vyšetřením, 12 hodin před vyšetřením necvičit, 4 hodiny před vyšetřením nejíst a nepít), reálné dodržení těchto podmínek nebylo možné beze zbytku ověřit.

Závěr

Ze šetření 100 mladých žen vyplynulo, že se statisticky významně liší odhad procenta tuku vyhodnoceného podle Pařízkové (1962) a odhady získané třemi bioimpedančními přístroji.

Lze říci, že metoda odhadu procenta tuku podle Pařízkové (1962) odhaduje statisticky významně nižší procento tuku než všechny bioimpedanční přístroje a přístroj Tanita BC-545 měří statisticky významně nejvyšší procento tuku ze všech přístrojů a použitých metod. Výsledky získané pomocí rozdílných metod a taktéž výsledky získané pomocí rozdílných přístrojů jsou mezi sebou neporovnatelné.

Souhrn

Pro hodnocení výživového stavu existuje řada metod. Lze je rozdělit do tří základních kategorií: na metody klinické, metody antropometrické a metody hodnocení stravování. Mezi těmito metodami hrají významnou roli metody hodnocení tělesného složení.

Přes výrazný rozvoj pokročilých metod se v antropologické praxi stále využívají metody antropometrické, například metoda Matejkova (1921) pro výpočet tělesného složení či metody pro odhad procentuálního zastoupení podkožního tuku založené na tloušťce kožních řas /např. Jackson-Pollockova metoda (Jackson & Pollock 1978; Jackson, Pollock, & Ward, 1980), Durnin-Womersleyova metoda (Durnin & Womersley, 1974) či v našem prostředí hojně užívaná metoda Pařízkové/.

V praxi převažují metody biofyzikální – zvláště metoda bioelektrické impedance (BIA). Při srovnávání výsledků získaných pomocí různých metod, případně různých přístrojů, je potřeba počítat s potenciálními problémy. Jedná se o chyby měření, nevhodně použité regresní rovnice pevně instalované do bioimpedančních analyzátorů a případně jiný princip měření při srovnání výsledků získaných kaliperací a pomocí BIA.

Cílem práce bylo porovnat výsledky získané pomocí kaliperace a výsledků tří přístrojů fungujících na bázi BIA.

Studie se zúčastnilo 100 pacientek centra Gynfit s.r.o. ve věkovém rozmezí 20–30 let různého životního stylu. U těchto žen bylo provedeno antropometrické vyšetření a vyšetření bioimpedanční metodou za dodržení standardních podmínek a podmínek stanovených výrobcem. Z antropometrických metod pro odhad zastoupení tělesného tuku byla využita metoda dle Pařízkové (1962). Byla zjišťována tloušťka 10 kožních řas pomocí kaliperu typu Best. Pro odhad zastoupení tělesného tuku bylo využito tří bioimpedančních přístrojů: Tanita BC-545, přístroj InBody 230 a přístroj BodyStat 1500 MDD.

Byla stanovena pracovní hypotéza, že se jednotlivé metody v odhadu procentuálního zastoupení tuku neliší. Tato hypotéza byla ověřována neparametricky, pomocí testu Kruskal-Wallisova ANOVA. Test na hladině významnosti 0,05 ukázal, že se liší výsledky alespoň jedné dvojice metod. Pomocí mnohonásobného porovnání hodnot p bylo zjištěno, že se statisticky významně liší procento tuku podle Pařízkové (1962) a odhad tělesného tuku získaný pomocí bioimpedančních přístrojů. Dá se říci, že metoda procenta tuku podle Pařízkové (1962) měří statisticky významně nižší procento tuku než všechny bioimpedanční přístroje.

Dále se liší i procento tuku měřené přístrojem Tanita BC-545 a BodyStat 1500 MDD. Přístroj Tanita BC-545 měří statisticky významně vyšší procento tuku než přístroj BodyStat 1500 MDD. Přístroj Tanita měří statisticky významně nejvyšší procento tuku ze všech přístrojů a celkově ze všech použitých metod. Tato zjištění neodpovídají zjištění např. Riegerové a Přidalové (1996) nebo Barreto Silvy et al. (2008), kteří nezjistili rozdíly ve výsledcích kaliperační a bioimpedanční metody. Z našeho šetření vyplývá, že výsledky získané pomocí rozdílných metod jsou neporovnatelné.

Klíčová slova: výživový stav, tělesný tuk, bioimpedance, metoda dle Pařízkové (1962), Tanita BC-545, InBody 230, BodyStat 1500 MDD

Literatura

- Andreoli, A., Melchiorri, G., De Lorenzo, A., Caruso, I., Sinibaldi Salimei, P., & Guerrisi, M. (2002). Bioelectrical impedance measures in different position and vs dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(2), 186–189.
- Barreto Silva, M. I., Avesani, C. M., Vale, B., Lemos, C., & Bregman, R. (2008). Agreement between anthropometry and bioelectrical impedance for measuring body fat in non-obese and obese nondialyzed chronic kidney disease patients. *Journal of Renal Nutrition* 18(4), 355–362.
- Bunc, V., Cimbálek, R., Moravcová, J., & Kalous, J. (2001). Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. In Válková, H. & Hanelová, Z. (Eds.). *Pohyb a zdraví* (pp. 102–106). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Demura, S., Sato, S., & Kitabayashi, T. (2004). Percentage of Total Body Fat as Estimated by Three Automatic Bioelectrical Impedance Analyzers. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 23(3), 93–99.
- Dolezal, B. A., Lau, M. J., Abrazado, M., Storer, T. W., & Cooper, C. B. (2013). Validity of two commercial grade bioelectrical impedance analyzers for measurement of body fat percentage. *Journal of Exercise Physiology Online*, 16(4), 74–83.
- Durnin, J. V. G. A., & Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: Measurements on 481 men and women aged 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition* 32, 77–97.
- Eston, R., Hawes, M., & Martin, A. (2009). Human body composition. In Eston, R. & Reilly, T. (Eds.). *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual. Tests, procedures and data. Volume One: Anthropometry* (pp. 3–53). New York: Routledge.
- Gába, A., & Přidalová, M. (2014). Age-related changes in body composition in a sample of Czech women aged 18–89 years: a cross-sectional study. *European Journal of Nutrition*, 53(1), 167–176.
- Gába, A., & Přidalová, M. (2015). Diagnostic performance of body mass index to identify adiposity in women. *European Journal of Clinical Nutrition*, advance online publication, 1–6.
- Gába, A., Kapuš, O., Cuberek, R., & Botek, M. (2015). Comparison of multi- and single-frequency bioelectrical impedance analysis with dual energy X-ray absorptiometry for assessment of body composition in postmenopausal women: Effects of body mass index and accelerometer-determined physical activity. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 28(4), 390–400.
- Gleichauf, C. N., & Roe, D. A. (1989). The menstrual cycle's effect on the reliability of bioimpedance measurements for assessing body composition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 50(5), 903–907.
- Görner, K., Boraczyński, T., & Štihec, J. (2009). Physical activity, body mass, body composition and the level of aerobic capacity among young, adult women and men. *Sport Scientific & Practical Aspects*, 6(2), 7–14.
- Gupta, N., Balasekaran, G., Govindaswamy, V. V., Hwa, Ch. Y., & Shun, L. M. (2011). Comparison of body composition with bioelectric impedance (BIA) and dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) among Singapore Chinese. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(1), 33–35.
- Hanson, E. D., Handu, D. J., Gubbels, A., & Broeder, C. (2009). Accuracy of Two Home-Use BIA Tools Compared to a Clinical-Use BIA Tool in Collegiate Athletes. *Journal of the American Dietetic Association*, 109(9 – supplement), A75.
- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition* 40, 497–504.
- Jackson, A. S., Pollock, M. L., & Ward, A. (1980). Generalized equations for predicting body density of women. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 12, 175–182.
- Kamimura, M. A., Dos Santos, N. S., Avesani, C. M., Fernandes Canziani, M. E., Draibe, S. A., & Cuppari, L. (2003). Comparison of three methods for the determination of body fat in patients on long-term hemodialysis therapy. *Journal of the American Dietetic Association*, 103(2), 195–199.
- Karelis, A. D., Chamberland, G., Aubertin-Leheudre, M., & Duval, C. (2013). Validation of a portable bioelectrical impedance analyzer for the assessment of body composition. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 38(1), 27–32.
- Kleinwächterová, H., & Brázdová, Z. (2001). *Výživový stav člověka a způsoby jeho zjišťování*. Brno: IDV PZ.
- Knechtle, B., Wirth, A., Knechtle, P., & Rosemann, T. (2009). Increase of total body water with decrease of body mass while running 100 km nonstop – formation of edema? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 80(3), 593–603.
- Krejčovský, L., Riedlová, J., & Bláha, P. (2001). Metodika měření vybraných tělesných parametrů. In Vignerová, J., Bláha, P. (Eds.). *Sledování růstu českých dětí a dospívajících. Norma, vyhublost, obezita* (pp. 15–21). Praha: SZÚ.
- Kutáč, P., Gajda, V., Přidalová, M., & Šmajstrla, V. (2008). Validity of Measuring Body Composition by Means of the BIA Method. *New Medicine* 12(4), 89–93.
- Kutáč, P., & Kopecký, M. (2015). Comparison of body fat using various bioelectrical impedance analyzers in university students. *Acta Gymnica* 45(4), 177–186.
- Lavie, C. J., Milani, R. V., Ventura, H. O., & Romero-Corral, A. (2010). Body composition and heart failure prevalence and prognosis: getting to the fat of the matter in the “obesity paradox.” *Mayo Clinic Proceedings*, 85(7), 605–608.
- Lima Rodrigues, N. C., Campos Sala, P., Horie, L. M., Gonçalves Dias, M. C., Matos de Miranda Torrinas, R. S., Romão Jr, J. E., . . . Linetzky Waitzberg, D. (2012). Bioelectrical Impedance Analysis and Skinfold Thickness Sum in Assessing Body Fat Mass of Renal Dialysis Patients. *Journal of Renal Nutrition*, 22(4), 409–415.
- Matiegka, J. (1921). The testing of physical efficiency. *American Journal of Physical Anthropology* 4(3), 223–230.
- Nazmi, S., Irfan, Ö., Osman, P., & Serdar, B. (2011). Evaluation of body fat percentage of female university students according to three different methods. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport / Science, Movement & Health* 11, 244–249.
- Newton, R. L., Alfonso, A., White, M. A., York-Crowe, E., Walden, H., Ryan, D., . . . Williamson, D. (2005). Percent body fat measured by BIA and DEXA in obese, African-American adolescent girls. *International Journal of Obesity*, 29, 594–602.
- Pařízková, J. (1962). *Rozvoj aktivní hmoty a tuku u dětí a mládeže*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství.
- Puiggros, C., Molinos, R., Rivas, M., Ortiz, D., Romero, C., Perez-Portabella, C., & Planas, M. (2003). Fat mass by skinfold thickness vs bioelectrical impedance analysis. *Clinical Nutrition*, 22(Supplement 1), S4.
- Riegerová, J., & Přidalová, M. (1996). Evaluation of the body fat in the view of anthropometrical methodologies and Bodystat 500. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica*, 26, 31–34.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex.

- Riegerová, J., & Přidalová, M. (2007). Analysis of body composition through the meditation of anthropometry and bioimpedance in senior females. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica*, 37(2), 94.
- Rutherford, W. J., Diemer, G. A., & Scott, E. D. (2011). Comparison of bioelectrical impedance and skinfolds with hydrodensitometry in the assessment of body composition in healthy young adults. *Journal of Research in Health, Physical Education, Recreation, Sport, and Dance* 6, 56–60.
- Scheers, T., Philippaerts, R. & Lefevre, J. (2013). Objectively-determined intensity- and domain-specific physical activity and sedentary behavior in relation to percent body fat. *Clinical Nutrition*, 32(6), 999–1006.
- Snitker, S. (2010). Use of body fatness cutoff points. *Mayo Clinic Proceedings*, 85(11), 1057.
- Sun, G., French, C. R., Martin, G. R., Youngusband, B., Grenn, R. C., Xie, Y., . . . Zhang, H. (2005). Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, healthy population. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1), 74–78.
- Ten Haaf, T., Memelink, R. G., Verreijen, A. M., Engberink, M. F., & Weijs, P. J. M. (2014). Fat Free Mass Assessed by 4- and 7-Point Skinfold, BIA, and BIS Measurement Compared with Air-Displacement Plethysmography in Recreational Athletes. *Clinical Nutrition*, Volume 33(Supplement 1).
- Thomson, R., Brinkworth, G. D., Buckley, J. D., Noakes, M., & Clifton, P. M. (2007). Good agreement between bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry for estimating changes in body composition during weight loss in overweight young women. *Clinical Nutrition*, 26(6), 771–777.
- Utter, A. C., McAnulty, S. R., Riha, B. F., Pratt, B. A., & Grose, J. M. (2012). The validity of multifrequency bioelectrical impedance measures to detect changes in the hydration status of wrestlers during acute dehydration and rehydration. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(1), 9–15.
- Velazquez-Alva, M., Irigoyen-Camacho, M. E., Huerta-Huerta, R., & Delgadillo-Velazquez, J. (2014). A comparison of dual energy X-ray absorptiometry and two bioelectrical impedance analyzers to measure body fat percentage and fat-free mass index in a group of Mexican young women. *Nutricion Hospitalaria*, 29(5), 1038–1046.
- Verdich, C., Barbe, P., Petersen, M., Grau, K., Ward, L., Macdonald, I., . . . Oppert, J. M. (2011). Changes in body composition during weight loss in obese subjects in the NUGENOB study: Comparison of bioelectrical impedance vs. dual-energy X-ray absorptiometry. *Diabetes & Metabolism*, 37(3), 222–229.
- Wang, J. G., Zhang, Y., Chen, H. E., Li, Y., Cheng, X. G., Xu, L., . . . Li, B. (2013). Comparison of two bioelectrical impedance analysis devices with dual energy X-ray absorptiometry and magnetic resonance imaging in the estimation of body composition. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 236–243.