

INTERDENNÍ ZMĚNY TĚLESNÉHO SLOŽENÍ MLADÝCH ŽEN ZPŮSOBENÉ POUŽITÍM MULTIFREKVENČNÍHO BIOIMPEDANČNÍHO ANALYZÁTORU

Interdaily variations of body composition in young women resulting from the use of a multi-frequency bioimpedance analyzer

Petr Kutáč

¹Centrum diagnostiky lidského pohybu, Pedagogická fakulta,
Ostravská univerzita v Ostravě, Česká republika

Abstract

Diagnostics often uses repeated measurements that are performed in particular time intervals. It is important to know regular fluctuations as well as the error of measurement of the values to correctly interpret the differences in the monitored values found. The study analyzes the changes in the body composition parameters during a work week. The objective of the submitted study is to determine changes in the size of the typical error of measurement, based on repeated measurements from Monday to Friday, as a means of expressing accuracy of measurement.

The research group included 41 women at the age of 21.2 ± 1.4 years. They were individuals without any medical issues. Measurements of each participant were taken during one week in the morning from Monday to Friday. The parameters measured were body mass (BM), total body water (TBW) and body fat (BF). The Nutriguard-MS analyzer was used. To evaluate the differences in the means, the analysis of repeated measures (ANOVA) was used. To express the size of the error of measurement, TE was used.

No statistically significant difference in the mean values of the monitored parameters was found in any of the parameters. The highest TE values were found in the measurements on Monday and Friday. The value for BM was 0.5 kg, and 1.3 kg (1.6 %) for BF, and 0.7 kg (1.2 %) TBW, 0.4 kg for ICW and 0.5 kg for ECW.

The results of the study showed the stability of the values of the body composition parameters during the work week provided that the standard conditions of measurement were met. When interpreting the results of repeated measurements in diagnostics, we recommend considering only the values that exceed the weekly TE, or the top limit of the reliability interval of such measurement, to be a demonstrable change caused by the monitored factors.

Key words: *healthy adult women, body composition parameters variability, bioelectrical impedance, repeated measurement*

Úvod

Analýza tělesného složení je běžnou součástí diagnostiky člověka. Hodnocení poměru a změn jednotlivých frakcí tělesné hmotnosti se využívá nejen ve sportu, kde umožňuje hodnocení vlivu realizovaného tréninku (da Cruz et al., 2014; Ostojic, Stojanovic, Jukic, Pasalic, & Jourkesh, 2009; Perez-Gomez et al., 2008; Rahimi, 2006; Sigmund, Rozsypal, Kratochvíl, Dostálová, & Sigmundová, 2014), ale také pro hodnocení zdravotně

orientované zdatnosti (Cvejčić, Pejović, & Ostojčić, 2013; Sousa et al., 2013) nebo k ověření postupů pro redukcii tělesné hmotnosti (Bajič, Ponorac, Rašeta, & Bajič, 2013; Matulevičiūtė, Žumbakytė-Šermukšniene, Mockus, & Bieliūnaitė, 2013; Sofková, Přidalová, Pelcová, & Dostálová, 2011). Z tohoto důvodu se velmi často využívají opakovaná měření s určitým časovým odstupem, která umožňují sledované změny postihnout.

Pro správnou interpretaci zjištěných rozdílů je však velmi důležitá znalost dalších faktorů, které by mohly mít na zjištěné rozdíly vliv. Mezi tyto faktory patří chyby měření. Tyto chyby můžeme rozdělit na systematické a náhodné. Náhodné chyby jsou takové, jejichž zdroje není výzkumník schopen kontrolovat, a proto se označují také jako nekontrolovatelné. Systematické chyby jsou takové, které za předpokladu dodržování stejných podmínek při opakovaném měření, zkrusují výsledek stále stejným způsobem. Do těchto chyb se řadí chyby metody, nepřesnosti měřidel nebo přístrojů a chyby pozorovatele (Palenčák, Vdoleček, & Halaj, 2001). Jelikož se i v terénní praxi velmi často využívají bioelektrické impedanční (BIA) analyzátorů, můžeme vzhledem k jednoduchosti jejich obsluhy chyby pozorovatele snadno eliminovat. Zůstávají nám proto chyby metody (přístroje). Touto problematikou se již zabývala řada studií. V těchto studiích se pro hodnocení přesnosti měření využíval buď koeficient reliability (Jesensky-Squires et al., 2008; Kettanech et al., 2005; Kilduff, Lewis, & Kingsley, 2007; Kutáč, 2010) nebo typická chyba měření (TE) podle Hopkinse (2000) (Atkinson & Nevill, 2000; Macfarlane, 2007; Sung, Lau, Yu, Lam, & Nelson, 2001). Výhodou využití TE je vyjádření velikosti chyb v použitých jednotkách (kilogramech, procentech apod.) a ne jen prostřednictvím koeficientu. Při zjišťování chyb měření však musí být opakovaná měření realizována bezprostředně po sobě, aby byly eliminovány jiné možné další faktory, které by mohly přesnost měření ovlivnit.

Je tedy zřejmé, že pouhá znalost chyby měření vypočtená z bezprostředně opakovaných měření, je v případě interpretace výsledků naměřených s delším časovým odstupem nedostatečná. Lidské tělo je biologický organismus, který je v průběhu času variabilní a je vystaven působení behaviorálních variací a fyziologickým změnám. Z toho vyplývá, že i u parametrů tělesného složení můžeme předpokládat určité odchylky, i když malého významu, které se mohou projevit na výsledných hodnotách. Rozhodující je pak jejich velikost.

Cíl

Cílem předložené studie je na základě opakovaných měření od pondělí do pátku zjistit změny velikosti typické chyby měření jako prostředku vyjádření přesnosti měření.

Metodika

Charakteristika souboru

Výzkumný soubor tvořilo 41 žen ($21,2 \pm 1,4$ let). Jejich průměrná tělesná výška byla $167,5 \pm 5,9$ cm, tělesná hmotnost $60,9 \pm 8,8$ kg a BMI $21,7 \pm 1,8$ kg/m². Jednalo se o vysokoškolské studentky, které se v době měření nenacházely v období premenstruace nebo menstruace. Všechny účastnice výzkumu byly bez zdravotních obtíží, nebraly žádné léky ani potravinové doplňky. Výzkumu se účastnily dobrovolně a byly předem informovány o postupu výzkumu. Všechny rovněž podepsaly informovaný souhlas o účasti v tomto výzkumu. Výzkum byl schválen etickou komisí Ostravské univerzity a je v souladu s Helsinskou deklarací.

Průběh měření

Účastníci měření byli v dostatečném předstihu informováni o podmínkách a zásadách, které musí před měřením dodržet. Všechna měření probíhala v ranních hodinách (7.30–9.00 hod.). Každý účastník byl měřen od pondělí do pátku v jednom týdnu,

vždy ve stejnou dobu. Měřenými parametry byly tělesná hmotnost (BM), tělesný tuk (BF), celková tělesná voda (TBW), nitrobuňčaná voda (ICW) a mimobuňčaná voda (ECW). Pro měření byl použit multifrekvenční BIA analyzátor Nutriguard-MS (DataInput, Německo). Tento analyzátor využívá pro měření frekvenci 100 kHz. Použitý analyzátor není váhou, proto jako vstupní parametr musí být doplněna kromě tělesné výšky i tělesná hmotnost. Tělesná hmotnost byla měřena váhou Tanita BC 418 MA (Tanita, Japonsko) s přesností 0,1 kg, tělesná výška byla měřena antropometrem A-226 (Trystom, Česká republika) s přesností 0,1 cm.

Statistické zpracování

Odlehlá pozorování byla identifikována pomocí boxplotů, normalita rozdělení byla posouzena pomocí Shapiro-Wilk testu. Vzhledem k tomu, že nebyla narušena normalita rozdělení dat, byla pro posouzení rozdílů průměrů použita analýza rozptylu opakovaných měření (ANOVA). Pro posouzení těsnosti (korelace) výsledných hodnot sledovaných parametrů mezi jednotlivými dny byla použita vnitrotřídní korelace (ICC), neboť se jedná o korelování shodných proměnných. Pro vyjádření velikosti změn sledovaných parametrů v průběhu týdne byla použita typická chyba měření TE podle Hopkinse (2000). Hodnota TE byla vypočtena z odmocniny skalárních součinů druhých mocnin typických chyb (TE^2) dvojic pokusů a stupňů volnosti ($Df = 64$) dělena celkovou sumou stupňů volnosti.

$$\text{Rovnice pro výpočet TE: } \sqrt{\frac{\sum TE_i^2 \times Df_i}{\sum Df_i}}$$

Hladina statistické významnosti byla zvolena u všech použitých testů na hladině $\alpha = 0.05$. Statistické zpracování výsledků bylo provedeno pomocí programu IBM SPSS Statistics 21.0 (IBM, USA).

Výsledky

Průměrné hodnoty sledovaných parametrů tělesného složení naměřené v jednotlivých dnech prezentuje tabulka 1. Průměrné hodnoty zastoupení TBW i BF odpovídají normativním hodnotám

tám pro ženy této věkové skupiny, které jsou uváděny v softwaru analyzátoru Nutriguard-MS. Ani u jednoho parametru nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly průměrů, proto nebyla ověřována ani věcná významnost.

Pro analýzu velikosti změn parametrů tělesného složení v průběhu týdne je nutné znát chybu měření použitého analyzátoru. Pro její zjištění jsme použili tři opakovaná měření bezprostředně po sobě v prvním dni měření (pondělí) a pro vyjádření velikosti této chyby jsme použili vypočítanou průměrnou hodnotu TE z těchto tří měření. Hodnoty TE jsou prezentovány v tabulce 2.

Tabulka 3 prezentuje změny parametrů tělesného složení v průběhu pracovního týdne. Jedná se vždy o změny mezi dvěma po sobě jdoucími dny v týdnu. Diference mezi průměrnými hodnotami jsou zanedbatelné, což dokazují také vysoké hodnoty ICC. Vysvětlují 81–100 % rozptylu, což je velmi vysoká těsnost výsledků (Westgard, 2008). Skutečná velikost změny sledovaných parametrů je prezentována velikostí TE. Hodnoty TE v jednotlivých dnech, stejně tak průměrná hodnota TE je zatížena chybou měření analyzátoru. Pro odhalení skutečné velikosti změny sledovaných parametrů, bychom měli od výsledných hodnot TE odečíst hodnoty TE, které prezentují chybu měření (Tabulka 2). Dostaneme tak hodnoty, které chybou měření zatíženy nejsou.

Velikosti typických chyb mezi měřeními, které byly realizovány s největším časovým odstupem, jsou prezentovány v tabulce 4.

Jak je z tabulky patrné, u všech sledovaných parametrů došlo k určitému nárůstu hodnot ve srovnání s hodnotami vypočtenými z měření ve dvou po sobě jdoucích dnech, a to jak v průměrných hodnotách, tak v hodnotách konfidenčního intervalu.

Diskuse

Studie byla zaměřena na zjištění změn velikosti typických chyb měření parametrů tělesného složení při měření s časovým odstupem. Srovnání námi vypočtených hodnot TE všech sledovaných parametrů s jinými studii je poměrně obtížné,

Tabulka 1. Průměrné hodnoty tělesného složení – týdenní analýza

Parametr	Dny v týdnu				
	pondělí	úterý	středa	čtvrtek	pátek
	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
BM (kg)	60,6 ± 5,8	60,5 ± 5,8	60,5 ± 5,9	60,6 ± 6,0	60,5 ± 6,0
BF (kg)	15,2 ± 3,9	14,9 ± 4,0	14,6 ± 3,9	14,6 ± 3,9	14,4 ± 3,7
BF (%)	24,7 ± 4,7	24,3 ± 4,8	23,9 ± 4,6	23,8 ± 4,3	23,7 ± 4,3
TBW (kg)	33,4 ± 2,5	33,5 ± 2,4	33,8 ± 2,2	33,8 ± 2,5	33,8 ± 2,5
TBW (%)	55,1 ± 3,5	55,6 ± 3,6	55,7 ± 3,4	55,9 ± 3,2	55,8 ± 3,2
ICW (kg)	21,0 ± 0,9	21,1 ± 0,8	21,2 ± 0,7	21,2 ± 0,8	21,1 ± 0,8
ECW (kg)	12,5 ± 1,6	12,4 ± 1,7	12,7 ± 1,5	12,6 ± 1,6	12,8 ± 1,8

Poznámka: BM – tělesná hmotnost, BF – tělesný tuk, TBW – celková tělesná voda, ICW – nitrobuňčaná voda, ECW – mimobuňčaná voda, M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka

Tabulka 2. Chyba měření analyzátoru Nutriguard-MS

Parametr	TE	95 % CI	ICC
BM (kg)	0,1	0,05–0,07	1,00
BF (kg)	0,5	0,42–0,57	0,99
BF (%)	0,8	0,66–0,91	0,98
TBW (kg)	0,4	0,31–0,42	0,98
TBW (%)	0,6	0,51–0,69	0,98
ICW (kg)	0,3	0,26–0,36	0,93
ECW (kg)	0,1	0,08–0,11	0,99

Poznámka: BM – tělesná hmotnost, BF – tělesný tuk, TBW – celková tělesná voda, ICW – nitrobuňčaná voda, ECW – mimobuňčaná voda, TE – typická chyba měření, 95 % CI – konfidenční interval, ICC – vnitrotřídní korelace

protože se autoři těchto studií zaměřují především na podíl zastoupení BF. Námi vypočtené hodnoty TE zastoupení BF, které charakterizují chybu měření analyzátoru (Tabulka 2) korespondují s hodnotami naměřenými u analyzátorů Tanita UM-022 a TBF 401. U těchto analyzátorů byly zjištěny hodnoty v rozmezí 0,83–1,73 % BF (Sung et al., 2001; Macfarlane, 2007). Ve srovnání s jinými analyzátorů byly námi zjištěné hodnoty vyšší. Macfarlane (2007) a Kutáč a Gajda (2011) uvádí hodnoty TE u podílu BF v rozmezí 0,33–0,48 % BF podle typu analyzátoru a počtu opakování měření. Hodnoty TE vypočtené z měření mezi jednotlivými dny v týdnu byly vyšší než hodnoty z bezprostředně opakovaných měření. Tento rozdíl je způsoben rostoucím odstupem opakovaných měření, kdy se do výsledné hodnoty promítá nejen chyba měření analyzátoru (metody),

Tabulka 3. Interdenntní změny parametrů tělesného složení

Parametr		Dny v týdnu				M
		úterý–pondělí	středa–úterý	čtvrtek–středa	pátek–čtvrtek	
BM (kg)	Dif	-0,2 ± 0,4	0,0 ± 0,5	0,1 ± 0,5	-0,1 ± 0,5	
	TE (95 % CI)	0,3 (0,2–0,4)	0,4 (0,3–0,5)	0,3 (0,3–0,4)	0,4 (0,3–0,4)	0,3 (0,3–0,4)
	ICC	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
BF (kg)	Dif	-0,3 ± 1,1	-0,3 ± 1,1	-0,1 ± 1,2	-0,1 ± 1,3	
	TE (95 % CI)	0,8 (0,7–1,0)	0,8 (0,6–1,0)	0,9 (0,7–1,0)	1,1 (0,8–1,2)	0,9 (0,7–1,1)
	ICC	0,96	0,96	0,95	0,93	0,95
BF (%)	Dif	-0,5 ± 1,8	-0,4 ± 2,1	-0,1 ± 2,1	0,0 ± 1,7	
	TE (95 % CI)	1,3 (1,0–1,6)	1,5 (1,3–1,9)	1,5 (1,2–1,8)	1,2 (1,0–1,5)	1,4 (1,2–1,5)
	ICC	0,93	0,90	0,90	0,92	0,91
TBW (kg)	Dif	0,1 ± 0,9	0,3 ± 0,8	0,0 ± 0,8	0,0 ± 0,9	
	TE (95 % CI)	0,6 (0,5–0,8)	0,5 (0,5–0,7)	0,6 (0,5–0,7)	0,6 (0,5–0,8)	0,6 (0,5–0,7)
	ICC	0,94	0,95	0,94	0,94	0,94
TBW (%)	Dif	0,4 ± 1,3	0,3 ± 1,6	0,2 ± 1,7	-0,2 ± 1,5	
	TE (95 % CI)	0,9 (0,8–1,1)	1,1 (0,9–1,4)	1,2 (1,0–1,5)	1,1 (0,9–1,3)	1,1 (1,0–1,2)
	ICC	0,94	0,92	0,91	0,91	0,92
ICW (kg)	Dif	0,1 ± 0,5	0,1 ± 0,4	0,1 ± 0,4	-0,1 ± 0,6	
	TE (95 % CI)	0,3 (0,3–0,4)	0,3 (0,2–0,3)	0,3 (0,3–0,4)	0,4 (0,3–0,5)	0,3 (0,3–0,4)
	ICC	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
ECW (kg)	Di	0,0 ± 0,5	0,2 ± 0,5	0,0 ± 0,5	0,2 ± 0,7	
	TE (95 % CI)	0,3 (0,3–0,4)	0,3 (0,3–0,4)	0,4 (0,3–0,5)	0,5 (0,4–0,6)	0,4 (0,4–0,5)
	ICC	0,96	0,96	0,95	0,92	0,95

Poznámka: BM – tělesná hmotnost, BF – tělesný tuk, TBW – celková tělesná voda, ICW – nitrobuněčná voda, ECW – mimobuněčná voda, TE – typická chyba měření, 95 % CI – konfidenční interval, ICC – vnitrotřídí korelace, Dif – diference, M – aritmetický průměr

Tabulka 4. Změny parametrů tělesného složení pondělí–pátek

Parametr	TE	95 % CI
BM (kg)	0,5	0,4–0,6
BF (kg)	1,3	1,1–1,6
BF (%)	1,6	1,3–1,9
TBW (kg)	0,7	0,6–0,9
TBW (%)	1,2	1,0–1,5
ICW (kg)	0,4	0,3–0,5
ECW (kg)	0,5	0,4–0,6

Poznámka: BM – tělesná hmotnost, BF – tělesný tuk, TBW – celková tělesná voda, ICW – nitrobuněčná voda, ECW – mimobuněčná voda, TE – typická chyba měření, 95 % CI – konfidenční interval

ale také další faktory, mezi které můžeme zařadit především behaviorální variace, které mohou organismus člověka ovlivňovat. To potvrzuje také studie, která srovnávala podíl BF naměřený v jednom dni a ve dvou dnech. Hodnota TE při opakovaném měření v jednom dni byla 0,74 % BF a při opakovaném měření druhý den 1,47 % BF (Vicente-Rodríguez et al., 2012).

Ve studii jsme použili design, který je pro výpočet TE doporučován Hopkinsem (2000) a je rovněž nadeřinován v jeho výpočetním programu. Tento program srovnává dvojice pokusů, které následují po sobě, srovnávají se tedy mezi sebou hodnoty naměřené s odstupem jednoho dne. Pro analýzu a posouzení změn výsledných hodnot tělesného složení v průběhu celého týdne, zjištěné hodnoty TE nemají plně vypovídající hodnotu. Jak jsme již uvedli a doložili zjištěnými hodnotami, TE se s narůstajícím odstupem zvyšuje. Pro zpřesnění analýzy týdenních změn tělesného složení, jsme proto doplnili výpočet hodnot TE tak, že jsme srovnali hodnoty naměřené v pondělí s hodnotami naměřenými v pátek, což bylo měření s největším odstupem. Zjištěné hodnoty TE z těchto srovnání jsou prezentovány v tabulce 4.

Možnosti aplikace zjištěných hodnot TE v diagnostické praxi je možné demonstrovat na výsledcích vybraných studií, které se zabývají analýzou změn parametrů tělesného složení. Ve studii zabývající se vlivem intervenčního programu na změny

v tělesném složení u obézních jedinců je uváděn statisticky významný rozdíl procentuálního zastoupení BF při jeho poklesu o 1,4 % (Ning et al., 2014). Jak ukázaly naše výsledky, pokles zastoupení BF o 1,4 % je v úrovni TE vypočtené nejen z hodnot naměřených v pondělí a pátek, ale také z měření mezi jednotlivými dny v týdnu. Z tohoto pohledu je tedy zjištěný rozdíl zanedbatelný. Ve studii z oblasti sportu autoři sledovali změny podílu tuku u hráček volejbalu v průběhu sezóny a statisticky významný rozdíl v zastoupení BF byl uváděn při jeho změně v úrovni 1,7 % (Buško, 2012). Výše této změny je v úrovni námi zjištěné TE mezi měřeními v pondělí a v pátek a je nižší než námi zjištěná hodnota horní meze intervalu spolehlivosti. Je tedy zřejmé, že se o změnu podílu tuku v důsledku zatížení v průběhu závodní sezóny nemusí jednat a zjištěný rozdíl je způsoben spíše fyziologickou variabilitou organismu. Například Daniusevičiūtė et al. (2010) uvádí procentuální nárůst BF u žen mezi folikulární a ovulační fází menstruačního cyklu o 0,95 %. V prezentovaných studiích byly sice použity jiné analyzátoři než v naší studii, v obou případech se však jednalo o analyzátoři využívající metodu BIA. Proto můžeme předpokládat, že hodnoty TE by se příliš nelišily. Je tedy zřejmé, že při interpretaci výsledků bychom měli brát v úvahu možné interdenntní změny parametrů tělesného složení, které můžeme postihnout právě hodnotou TE.

Přesnost měření námi použitého analyzátoři a tedy jeho vhodnost pro tuto studii dokládá vysoká reliabilita měření. Hodnoty ICC u všech námi sledovaných parametrů překročily hodnotu 0,9 a korespondují tak s výsledky, které jsou prezentovány v řadě odborných studií, přesto že v těchto studiích autoři realizovali opakovaná měření bezprostředně po sobě (test-retest) (Evans, Arngrimsson, & Cureton, 2001; Kettaneh et al., 2005; Kilduff et al., 2007; Macfarlane, 2007; Peterson, Repovich, & Parascand, 2011; Pribyl, Smith, & Grimes, 2011; Lubans et al., 2011; Rutherford, Diemer, & Scott, 2011; Vicente-Rodríguez et al., 2012). Obdobné hodnoty ICC byly zjištěny i ve studii zabývající se korelací naměřených hodnot mezi dvěma dny (Loenneke et al., 2013).

Limity studie

Jsme si vědomi toho, že výsledky předložené studie mohou být ovlivněny počtem diagnostikovaných osob, jejich pohlavím a použitým analyzátozem. Z tohoto důvodu se získané výsledky vztahují především na použitý analyzátor a sledovanou skupinu populace.

Závěr

Výsledky studie ukázaly stálost hodnot parametrů tělesného složení v průběhu pracovního týdne za předpokladu dodržení standardních podmínek měření. To potvrdila také velmi vysoká těsnost výsledků měření mezi jednotlivými dny v týdnu vyjádřena hodnotami ICC.

Pro diagnostickou praxi doporučujeme při interpretaci výsledků opakovaných měření považovat za prokazatelnou změnu způsobenou sledovanými faktory (např. intervenčním programem) pouze ty hodnoty, které překročí hodnotu týdenní TE (měření pondělí–pátek), případně horní mez intervalu spolehlivosti tohoto měření. V případě, že rozdíl z opakovaných měření nepřekročí úroveň TE, měli bychom vyhodnotit zjištěný stav jako nezměněný. Výsledky studie by měly umožnit zpřesnit interpretace a usnadnit zdůvodňování věcné významnosti zjištěných výsledků.

Poděkování

Studie byla realizována z finančních prostředků výzkumného projektu SGS 6144/PdF/2014 „*Interdenní změny parametrů tělesného složení při použití metody bioelektrické impedance*“.

Souhrn

V diagnostické praxi se velmi často využívají opakovaná měření, která probíhají v určitém časovém odstupu. Pro správnou interpretaci zjištěných rozdílů sledovaných hodnot bychom měli znát běžné kolísání a také chybu měření těchto hodnot. Studie analyzuje změny parametrů tělesného složení v průběhu pracovního týdne. *Cílem předložené studie je na základě opakovaných měření od pondělí do pátku zjistit změny velikosti typické chyby měření jako prostředku vyjádření přesnosti měření.*

Výzkumný soubor tvořilo 41 žen ve věku $21,2 \pm 1,4$ let. Jednalo se o jedince bez zdravotních obtíží. Měření probíhalo u každého účastníka v jednom týdnu od pondělí do pátku v ranních hodinách. Měřenými parametry byly tělesná hmotnost (BM), celková tělesná voda (TBW) a tělesný tuk (BF). Pro měření byly použity analyzátor Nutriguard-MS. Pro posouzení rozdílů průměrů byla použita analýza opakovaných měření (ANOVA). Pro vyjádření velikosti změn sledovaných parametrů byly použity TE.

Statisticky významný rozdíl mezi průměrnými hodnotami sledovaných parametrů nebyl zjištěn ani u jednoho parametru. Nejvyšší hodnoty TE byly zjištěny mezi měřeními v pondělí a v pátek. U BM byla hodnota TE 0,5 kg, u BF a 1,3 kg (1,6 %), u TBW a 0,7 kg (1,2 %), u ICW 0,4 kg a u ECW 0,5 kg.

Výsledky studie ukázaly stálost hodnot parametrů tělesného složení v průběhu pracovního týdne za předpokladu dodržení standardních podmínek měření. Pro diagnostickou praxi doporučujeme při interpretaci výsledků opakovaných měření považovat za prokazatelnou změnu způsobenou sledovanými faktory pouze ty hodnoty, které překročí hodnotu týdenní TE, případně horní mez intervalu spolehlivosti tohoto měření.

Klíčová slova: *zdravé dospělé ženy, variabilita parametrů tělesného složení, bioelektrická impedance, opakovaná měření*

Literatura

Atkinson, G., & Nevill, A. (2000). Typical error versus limits of agreement. *Sports Medicine*, 30(5), 375–381.

- Bajič, Z., Ponorac, N., Rašeta, N., & Bajič, D. (2013). Body Composition Changes Under the Influence of Aerobic Physical Activity. *Homo Sporticus*, 15(1), 47–52.
- Buško, K. (2012). A comparative analysis of the anthropometric method and bio-electrical impedance analysis on changes in body composition of female volleyball players during the 2010/2011 season. *Human Movement*, 13(2), 127–131.
- Cvejić, D., Pejović, T., & Ostojić, S. (2013). Assessment of physical fitness in children and adolescents. *Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport*, 11(2), 135–145.
- da Cruz, T. M. F., Germano, M. D., Crisp, A. H., Gonsalves, S. M. A., Verlengia, R., da Mota, G. R., & Lopes, Ch. R. (2014). Does Pilates Training Change Physical Fitness in Young Basketball Athletes? *Journal of Exercise Physiology Online*, 17(1), 1–9.
- Daniusevičiūtė, L., Brazaitis, M., Skurvydas, A., Sipavičienė, S., Linonis, V., Piečaitienė, J., & Eimantas, N. (2010). Changes in concentration of creatine kinase, body composition and lipoprotein during menstrual cycle. *Education. Physical Training. Sport*, 77(2), 11–17.
- Evans, E. M., Arngrimsson, S. A., & Cureton, K. J. (2001). Body composition estimates from multicomponent models using BIA to determine body water. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), 839–845.
- Hopkins, W. G. (2000). Measures of Reliability in Sports Medicine and Science. *Sports Medicine*, 30(1), 1–5.
- Jesensky-Squires, N. E., Dieli-Conwright, C. H. M., Rossuello, A., Erceg, D. N., McCauley, S., & Schtoeder, E. T. (2008). Validity and reliability of body composition analysers in children and adults. *British Journal of Nutrition*, 100(4), 859–865.
- Kettaneh, A., Heude, B., Lomme, A., Borys, J. M., Ducimetiere, P., & Charles, M. A. (2005). Reliability of bioimpedance analysis compared with other adiposity measurements in children: The FLVS II Study. *Diabetes & Metabolism*, 31(6), 534–541.
- Kilduff, L. P., Lewis, S., & Kingsley, M. I. (2007). Reliability and Detecting Change Following Short-Term Kreatine Supplementation: Comparison of Two-Component Body Composition Methods. *Journal of strength and reserch: the research journal of the NSCA*, 21(2), 378–384.
- Kutáč, P. (2010). Reliability of body composition measurement by the BIA Method (Bioelectrical impedance). *New Medicine*, 14(1), 2–6.
- Kutáč, P., & Gajda, V. (2011). Evaluation of accuracy of the body composition measurements by the BIA method. *Human Movement*, 12(1), 41–45.
- Lubans, D. R., Morgan, P. J., Callister, R., Plotnikoff, R. C., Eather, N., Riley, N., & Smith, Ch. J. (2011). Test-retest reliability of a battery of field-based health-related fitness measures for adolescents. *Journal of Sports Sciences*, 29(7), 685–693.
- Loenneke, J. P., Barnes, J. T., Wilson, J. M., Lowery, R. P., Isaacs, M. N., & Pujol, T. J. (2013). Reliability of field methods for estimating body fat. *Clinical Physiology & Functional Imaging*, 33(5), 405–408.
- Macfarlane, D. J. (2007). Can bioelectric impedance monitors be used to accurately estimate body fat in Chinese adults? *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 16(1), 66–73.
- Matulevičiūtė, B., Žumbakytė-Šermukšniėnė, R., Mockus, P., & Bieliūnaitė, A. (2013). Effect of two different methods reducing body mass (rapid and medium rapid) on professional wrestlers' changes in body composition and force. *Education. Physical Training. Sport*, 88(1), 40–47.
- Ning, Y., Yang, S., Evans, R. K., Stern, M., Sun, S., Francis, G. L., & Wickham, E. P. (2014). Changes in body anthropometry and composition in obese adolescents in a lifestyle

- intervention program. *European Journal of Nutrition*, 53(4), 1093–1102.
- Ostojic, S. M., Stojanovic, M., Jukic, I., Pasalic, E., & Jourkesh, M. The effects of six weeks of training on physical fitness and performance in teenage and mature top-level soccer players. *Biology of Sport*, 26(4), 379–387.
- Palenčák, R., Vdoleček, F., & Halaj M. (2001). Nejistota měření I: vyjádření nejistoty měření. *Automa*, 8, 50–54.
- Perez-Gomez, J., Olmedillas, H., Delgado-Guerra, S., Ara, I., Vicente-Rodriguez, G., Arteaga, R., . . . Calbet, J. A. (2008). Effects of weight lifting training combined with plyometric exercises on physical fitness, body composition, and knee extension velocity during kicking in football. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(3), 501–510.
- Peterson, J. T., Repovich, W. E. S., & Parascand, C. R. (2011). Accuracy of Consumer Grade Bioelectrical Impedance Analysis Devices Compared to Air Displacement Plethysmography. *International Journal of Exercise Science*, 4(3), 176–184.
- Pribyl, M. I., Smith, J. D., & Grimes, G. R. (2011). Accuracy of the Omron HBF-500 Body Composition Monitor in Male and Female College Students. *International Journal of Exercise Science*, 4(2), 93–101.
- Rahimi, R. (2006). Effect of moderate and high intensity weight training on the body composition of overweight men. *Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport*, 4(2), 93–101.
- 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 & Dance*, 6(2), 56–60.
- Sigmund, M., Rozsypal, R., Kratochvíl, J., Dostálová, I., & Sigmundová D. (2014). Vliv pětíměsíčního přípravného období na změny morfologických a výkonnostních parametrů juniorských reprezentantů České republiky ve vodním slalomu. *Tělesná kultura*, 37(1), 69–91.
- Sofková, T., Přidalová, M., Pelcová, J., & Dostálová, I. (2011). Změna tukové frakce u obézních žen ve vztahu k doporučené pohybové aktivitě. *Česká antropologie*, 61(1), 39–44.
- Sousa, N., Mendes, R., Silva, S., Garrido, N., Abrantes, C., & Reis, V. (2013). Effects of resistance and multicomponent training on body composition and physical fitness of institutionalized elderly women. *British Journal of Sports Medicine*, 47(10), 21–23.
- Sung, R., Lau, P., Yu, C., Lam, P., & Nelson, E. (2001). Measurement of body fat using leg to leg bioimpedance. *Archives of Disease Childhood*, 85(3), 263–267.
- Vicente-Rodríguez, G., Rey-López, J. P., Mesana, M. I., Poortvliet, E., Ortega, F. B., Polito, A., . . . Moreno, L. A. (2012). Reliability and Intermethod Agreement for Body Fat Assessment Among Two Field and Two Laboratory Methods in Adolescents. *Obesity*, 20(1), 221–228.
- Westgard, J. O. (2008). *Basic Method Validation*. Madison: Westgard Q. C.

Kutáč, P. (2015). Interdenní změny tělesného složení mladých žen způsobené použitím multifrekvenčního biomedančního analyzátoru. *Česká antropologie*, 65(1), 30–34.