**HODNOCENÍ ZASTOUPENÍ TĚLESNÉHO TUKU
METODOU BIOELEKTRICKÉ IMPEDANCE
U SPORTUJÍCÍCH CHLAPCŮ VE VĚKU 7-18 LET
S OHLEDEM NA TYP POUŽITÉHO ANALYZÁTORU**

Martin Sigmund, Rudolf Psotta, Adrián Agricola

*Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého Olomouc,
Olomouc, Česká republika*

Předloženo v květnu 2015

VÝCHODISKA: Pro základní diagnostiku tělesného složení se v praxi jeví jako vhodné užití metody bioelektrické impedance (BIA). Jedná se o metodu časově nenáročnou, neinvazivní s odpovídající výpovědní hodnotou. Zjištěné hodnoty metodou BIA jsou však velmi ovlivnitelné řadou faktorů, které je nutné zohlednit jak v rámci průběhu samotného šetření, tak i při vlastní interpretaci výsledků. Mezi významné činitele ovlivňujících výstupy měření patří typ analyzátoru.

CÍL: Cílem předloženého komparativního šetření bylo analyzovat výstupy v zastoupení tělesného tuku metodou BIA s trasou průniku elektrického proudu přes celé tělo a metodou BIA s trasou průniku přes dolní končetiny u souboru sportujících jedinců ve věku 7–18 let.

METODIKA: Výzkumného šetření se zúčastnilo celkem 178 hráčů ledního hokeje ve věku 7–18 let. Zastoupení tělesného tuku metodou BIA celotělovou bylo zjišťováno pomocí přístroje Tanita BC-418 MA. Hodnocení metodou BIA přes dolní končetiny bylo využito přístroje Tanita BF-350 (Tanita, Japonsko). Obě zařízení pracují na frekvenci 50 kHz.

VÝSLEDKY: Procentuální zastoupení tělesného tuku zjištěného metodou BIA přes dolní končetiny ($M = 13,5 \%$; $SD = 4,8$) udává ve všech věkových kategoriích signifikantně nižší hodnoty procenta tuku než výstupy zjištěné metodou BIA celotělovou ($M = 17,1 \%$; $SD = 4,3$). Celková diference představuje průměrnou hodnotu 3,6 % (standard mode; $p < ,001$; $d = 0,8$). S ohledem na sledova-

né věkové kategorie se zjištěné rozdíly pohybují v rozpětí 3,1–4,7 % ($p < ,001$; $d = 0,7-1,2$).

ZÁVĚRY: V rámci předloženého šetření jsme dospěli k závěru, že použití přístroje k hodnocení tělesného složení metodou BIA s trasou průniku elektrického proudu přes dolní končetiny vykazuje signifikantně nižší hodnoty v zastoupení tělesného tuku a to v průměru o 3,6 % (standard mode; $p < ,001$; $d = 0,79$) ve srovnání s metodou BIA s trasou průniku přes celé tělo u sportujících chlapců ve věku 7–18 let. Faktor typu analyzátoru i faktor věku se projevily jako významné proměnné ovlivňující výsledky měření. Předložená zjištění lze využít v praxi při použití ekonomicky dostupnějších zařízení hodnotících tělesné složení metodou BIA přes dolní končetiny. Pro výzkumné účely autoři doporučují využívat spíše multifrekvenční, tetrapolární BIA analyzátory.

Klíčová slova: tělesné složení, BIA, děti, dorost, sport.

ÚVOD

Posouzení aktuálního somatického stavu jedince je nedílnou součástí každého odborného vyšetření. A to jak v oblasti medicíny, tak v oblasti sportovní praxe (Bandyopadhyay, 2008; Barbosa-Silva & Barros, 2005). Analýza složení těla je důležitou součástí funkční diagnostiky sportovce, která představuje významný prvek efektivního vedení celého tréninkového procesu (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004; McArdle, Katch, & Katch, 2010). S ohledem na management zdraví a optimalizaci řízení sportovního tréninku se v současnosti klade důraz na složení těla a jeho jednotlivé frakce. Dříve aplikované antropometrické postupy jsou dnes méně využívané a to především z důvodu časové náročnosti, potřebného zaškolení a praxe (Marfell-Jones, Olds, Stewart, & Carter, 2006a; Pařízková, 1998; Sigmund & Dostálová, 2002). I když antropometrické postupy mají stále své nezastupitelné místo v somatické diagnostice (Marfell-Jones, Olds, Stewart, & Carter, 2006b). Výhodou aplikace antropometrických metod v praxi je nižší finanční náročnost vyšetření a nezávislost na hydrataci organismu (Bunc, 2007). Novější metody vycházejí z menší časové náročnosti a neinvazivnosti vyšetření (Barbosa-Silva, Barros, Wang, Heymsfield, & Pierson, 2005). V současnosti patří k nejvíce využívaným přístrojové metody založené na principu bioelektrické impedance (BIA), které jsou využívány pro diagnostiku tělesného složení, jednotlivých frakcí a kompartmentů. Hodnocení složení těla pomocí metody BIA nachází své praktické uplatnění v mnoha ob-

lastech lékařské i sportovní praxe (Buchholz, Bartok, & Schoeller, 2004; Jaffrin, 2009; Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004; Pecoraro et al., 2003). Především v posledním desetiletí dochází k intenzivnímu rozvoji metody a s tím spojený i vývoj moderní přístrojové techniky (Ward, 2012). Metoda BIA je neinvazivní a pracuje na principu průniku střídavého elektrického proudu lidským tělem s následným vyhodnocením odporu (impedance).

Výstupy zjištěné metodou BIA mohou být ovlivněny celou řadou faktorů. Za hlavní proměnnou se udává stav hydratace organismu, pohybová aktivita a nutriční aspekty (Bunc et al., 2001). Vlastní chyba přístroje může zkreslit výstupy měření na úrovni 1,5 %, stav hydratace o 2–4 %, měřicí frekvence o 1–2 % (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Svůj vliv na výsledek bioimpedančního vyšetření sehrávají faktory jako je věk, pohlaví a celková tělesná hmota (Dittmar, 2003). Rovněž vysoké hodnoty body mass indexu ($\text{BMI} > 35 \text{ kg/m}^2$) mohou významně ovlivnit výsledné hodnoty (Boneva-Asiova & Boyanov, 2008). Shafer, Siders, Johnson, a Lukaski (2009) poukazují na významně sníženou validitu hodnocení zastoupení tělesného tuku metodou BIA již při hodnotách BMI vyšších než 30 kg/m^2 . Samotné měření metodou bioelektrické impedance je pak kontraindikováno v období gravidity, při užívání určitých typů farmak (především diuretika), u pacientů s implantáty jako je kardiostimulátor či endoprotézy. Pro snížení chyby měření je rovněž nutné dodržet specifická režimová doporučení (Heyward & Wagner, 2004). Erceg, Dieli-Conwright, Rossuello, Jensky, Sun, a Schroeder (2010) uvádějí, že při dodržení doporučených postupů bioimpedančního vyšetření vykazují hodnoty v zastoupení tělesného tuku nevýznamné rozdíly ve srovnání s referenčními metodami a poměrně vysoké hodnoty korelačního koeficientu. Rovněž Kutáč, Gajda, Přidalová, a Šmajstrla (2008) poukazují na vysoké hodnoty korelačního koeficientu ($r > ,8$) v zastoupení tělesného tuku ve srovnání s referenční metodou, za kterou je považována duální rentgenová absorpciometrie (DEXA) (Ling et al., 2011).

Za vyznaný faktor ovlivňující přesnost měření bioimpedančního vyšetření lze považovat množství kontaktních elektrod, regiony průniku elektrického proudu lidským tělem a velikost frekvence (Pietrobelli, Rubiano, St-Onge, & Heymsfield, 2004). V praxi lze využít přístroje, které analyzují složení těla na základě lokalizace kontaktních elektrod v oblasti rukou (hand-to-hand), v oblasti nohou (leg-to-leg), případně kombinovaně, tetrapolárně, kdy jsou elektrody umístěny v oblasti rukou i nohou (hand-to-leg). S ohledem na tyto skutečnosti je nutné definovat, k jakému účelu získáváme data o tělesném složení. Nejnovější přístroje vyhodnocují složení těla segmentálně a pracují na více frekvencích. Multifrekvenční diagnostika umožňuje získat informace o více tělesných kompartmentech (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Současně je však

důležité poukázat na pořizovací cenu jednotlivých zařízení. Zařízení pracující na více frekvencích s více kontaktními elektrodami jsou cenově poměrně nepřístupná pro široké užití a běžnou diagnostiku. Cenově přijatelné přístroje pracují většinou na principu BIA leg-to-leg nebo BIA hand-to-hand.

Pro široké praktické uplatnění cenově dostupných přístrojů v oblasti praktické medicíny, pediatrie, školní a sportovní praxe považujeme za vhodné znát možné difference výstupů s ohledem na vliv faktoru použitého analyzátoru. V našem případě jsme se zaměřili na dva typy BIA přístrojů, které se liší v trase průniku elektrického proudu lidským tělem a které jsou v českých podmínkách poměrně často využívány pro oblast funkční diagnostiky.

CÍL

Cílem šetření bylo analyzovat výstupy v zastoupení tělesného tuku metodou bioelektrické impedance hand-to-leg a metodou bioelektrické impedance leg-to-leg u souboru sportujících jedinců ve věku 7–18 let.

METODIKA

Charakteristika souboru

Šetření se zúčastnilo celkem 178 hráčů ledního hokeje ve věku 7–18 let z hokejových klubů Přerov, Olomouc a Prostějov. Za hráče ledního hokeje byl považován ten jedinec, který se pravidelně věnuje řízené pohybové aktivitě zaměřené na lední hokej. Základní kvantifikace řízené pohybové aktivity představuje týdně tři až čtyři tréninkové jednotky o délce 75 minut a jedno až dvě hokejová utkání. Hráči byli rozděleni do čtyř věkových kategorií: 7–9 let ($n = 53$), 10–12 let ($n = 48$), 13–15 let ($n = 38$) a 16–18 let ($n = 39$). Začlenění probandů do věkových kategorií v jednotlivých letech respektuje hranice chronologického věku podle IBP (in Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Výzkumné šetření bylo realizováno v souladu s etickými aspekty. Šetření se zúčastnili mladí hráči ledního hokeje na principu dobrovolnosti a se souhlasem svého zákonného zástupce. Každý z účastníků, respektive jeho zákonný zástupce a jednotliví trenéři příslušné věkové kategorie byli poučeni o možnosti v jakékoliv fázi šetření ukončit participaci, bez udání důvodu a jakékoliv sankce. Veškerá data byla zpracována anonymně s nemožností identifikace konkrétního probanda. Účastníci výzkumného šetření souhlasili se zpracováním dat a jejich následným využitím pro odborné účely.

Realizace měření

Vyšetření byla prováděna v laboratorních i terénních podmínkách s důrazem na dodržení doporučených postupů při vyšetření metodou bioelektrické impedance (BIA) (Heyward & Wagner, 2004). K hodnocení tělesné výšky byl použit antropometr A-213 (Trystom, Česká republika) s maximální přípustnou chybou měření 0,1 cm. Pro určení tělesného složení byla využita metoda tetrapolární elektrické bioimpedance (BIA) pomocí přístroje Tanita BC-418 MA a Tanita BF-350 (Tanita, Japonsko).

Tanita BC-418 MA reprezentuje BIA vyšetření „hand-to-leg“. Jedná se o neinvazivní tetrapolární bioimpedanční metodu s využitím osmi senzorů. TANITA BC-418 MA splňuje platné evropské normy (93/42EEC, 90/384/EEC) pro užití v oblasti zdravotnictví. Přístroj pracuje na principu průniku střídavého elektrického proudu (frekvence 50 kHz) celým lidským tělem s následným vyhodnocením odporu (impedance). Přesnost měření při určení tělesné hmotnosti činí 0,1 kg (Body composition analyzer BC 418 – Instruction manual). Tanita BF-350 reprezentuje BIA vyšetření „leg-to-leg“. Rovněž i tento přístroj pracuje na frekvenci 50 kHz, avšak trasa průniku elektrického proudu je pouze v oblasti dolních končetin.

Pro zvýšení validity BIA měření jsme se snažili dodržet doporučení podle Heywarda a Wagnera (2004). Byla dodržena doporučená teplota 25 °C ve vyšetřovací místnosti. Hráči bezprostředně před BIA vyšetřením nejedli ani nepili. Byl dodržen interval 12 hodin po výkonu náročné pohybové činnosti. Současně byla splněna podmínka nepožití alkoholických nápojů za posledních 48 hodin a žádný z hráčů neuváděl užití diuretik. Všechna měření byla prováděna v dopoledních hodinách. V rámci vlastního měření byl u všech měřených probandů a na obou typech analyzátorů nastaven režim Standard. Hráči postupně absolvovali vyšetření BIA na obou typech analyzátorů. Před každým vyšetřením si každý hráč otřel chodidla a po dobu třiceti sekund setrval v klidu, ve stoje na suchém ručniku. Před vlastním vyšetřením si současně přiměřeně osušil dlaně. Dezinfekce kontaktních míst rukou a nohou byla ošetřena využitím ubrousků na jedno použití s účinnou látkou 1-propanol a 2-propanol. Časový interval mezi dvěma po sobě jdoucími vyšetřeními činil nejméně dvě minuty.

Statistické zpracování

Statistické zpracování výsledků bylo provedeno pomocí programu Statgraphics vers. 10.0. Pro každou proměnnou byly vypočteny základní statistické veličiny a ověřena normalita rozložení. Byla aplikována ANOVA pro opakovaná měření. K následnému posouzení rozdílů a míry signifikace byl použit Sheffeho post hoc test. Hladina statistické významnosti byla testována na úrovni $p \leq ,05$;

$p \leq ,01$. Věcná významnost (effect of size) byla hodnocena pomocí Cohenova d , přičemž hodnota $d\ 0,2$ = malá změna, $d\ 0,5$ = střední změna a $d\ 0,8$ = velká změna (Cohen, 1988; Thomas, Nelson & Silverman, 2011). Z hlediska statistického zpracování dat byla testována především významnost vlivu faktoru přístroje a faktoru věku na sledované hodnoty v odhadu zastoupení tělesného tuku.

VÝSLEDKY

Ve výsledkové části jsou prezentovány hodnoty v zastoupení tělesného tuku u sportujících jedinců s ohledem na faktor přístroje a faktor věku.

Procentuální zastoupení tělesného tuku u mladých hráčů ledního hokeje ve věkovém rozpětí 7–18 let vykazuje nižší hodnoty získané metodou BIA přes dolní končetiny ve srovnání s metodou BIA celotělovou v režimech modu standard. Průměrná difference činí 3,6 %. (Tabulka 1). Faktor přístroje byl významný u všech věkových skupin ($F = 417,3$; $p < ,001$). Faktor věku se projevil rovněž jako signifikantní ($F = 16,2$; $p < ,001$). Pomocí Pearsonova korelačního koeficientu byla u sledovaných metod zjištěna vysoká míra asociace v hodnocení procentuálního zastoupení tuku ($r = 0,885$; $p < ,01$).

Tabulka 1

Srovnání metod pro odhad zastoupení tělesného tuku (%) u sportujících chlapců ve věku 7–18 let

Věk (v letech)	Metoda	<i>n</i>	Tělesný tuk (%) <i>M ± SD</i>	Rozpětí	95% CI	Δ	<i>p</i>	<i>d</i>
7–18	celotělová	178	17,1 ± 4,3	8,3–32,7	16,4–17,6	3,6	< ,001	0,8
7–18	přes DK	178	13,5 ± 4,8	5,6–33,8	13,0–14,4			

Vysvětlivky:

M = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Δ = difference hodnot

CI = konfidenční interval

p = statistická významnost

d = effect size

Ve všech sledovaných věkových kategoriích byly zjištěny signifikantně nižší hodnoty v procentuálním zastoupení tělesného tuku zjištěné metodou BIA přes dolní končetiny. Průměrné difference se pohybují v rozpětí 3,1–4,7 % v porovnání s vyššími hodnotami zjištěnými metodou BIA celotělovou. Rovněž i hodnoty věcné významnosti, vyjádřené Cohenovým d , můžeme hodnotit jako významné (Tabulka 2).

Tabulka 2

Srovnání metod pro odhad zastoupení tělesného tuku (%) u sportujících chlapců 7–18 let s ohledem na věkové kategorie

Věk (v letech)	Metoda	n	Tělesný tuk (%) $M \pm SD$	Rozpětí	95% CI	Δ	p	d
7–9	celotělová	53	18,8 $\pm$ 3,5	13,3–32,7	17,8–19,7	3,1	< ,001	0,8
7–9	přes DK	53	15,7 $\pm$ 4,4	8,8–33,8	14,4–16,9			
10–12	celotělová	48	18,7 $\pm$ 4,4	10,0–28,5	17,5–20,1	3,5	< ,001	0,7
10–12	přes DK	48	15,2 $\pm$ 5,3	6,0–27,1	13,7–16,7			
13–15	celotělová	38	15,8 $\pm$ 4,0	9,7–26,9	13,9–16,5	4,7	< ,001	1,2
13–15	přes DK	38	11,1 $\pm$ 3,9	5,8–21,3	9,8–12,3			
16–18	celotělová	39	14,3 $\pm$ 3,1	8,3–19,4	13,2–15,2	3,1	< ,001	1,0
16–18	přes DK	39	11,2 $\pm$ 3,3	5,6–19,3	9,9–12,8			

Vysvětlivky:

M = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Δ = difference hodnot

CI = konfidenční interval

p = statistická významnost

d = effect of size, Cohenovo d

Obrázek 1

Srovnání zastoupení tělesného tuku (%) metodou BIA s trasou průniku přes celé tělo a přes dolní končetiny u sportujících chlapců ve věku 7–18 let

DISKUZE

Předložená studie komparuje výsledky vyšetření v zastoupení tělesného tuku metodou BIA s trasou průniku elektrického proudu přes celé tělo a metodou BIA s trasou průniku přes dolní končetiny u sportujících chlapců ve věkovém rozpětí 7–18 let. Srovnání výsledků vyšetření BIA s odlišnou trasou průniku má především praktický význam s ohledem na účel měření a následnou interpretaci.

V současné lékařské a sportovní praxi se často využívají přístroje k hodnocení tělesného složení založené na principu bioelektrické impedance. Při použití metody bioelektrické impedance je důležité dodržet jednotlivá doporučení s ohledem na použití přístroje a podmínky na straně vyšetřované osoby (Heyward & Wagner, 2004). Nedodržení podmínek postupu vyšetření zvyšuje chybu měření a celkově snižuje spolehlivost použité metody (Kutáč, 2010). Jak již bylo zmíněno, zásadním faktorem ovlivňujícím výsledky BIA vyšetření je celkový stav hydratace organismu. Průměrné procentuální zastoupení vody v organis-

mu u dětí představuje 65–75 % (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004; McArdle, Katch, & Katch, 2010).

Kromě optimální hydratace se jako důležitý faktor ovlivňující BIA měření jeví lokalizace průniku elektrického proudu lidským tělem, jeho rezistence, reaktance a fázový úhel při různých frekvencích (Dittmar, 2003). Zejména pak hodnoty fázového úhlu indikuje stav zdravé (funkční) buněčné membrány. Fázový úhel je menší u žen než u mužů, snižuje se s věkem a naopak zvyšuje s nárůstem body mass indexu (BMI). Nepřímo je tak spojen s procentem tuku. Jedinci s vyšší hodnotou BMI obsahují více buněk a to má za následek vyšší hodnoty fázového úhlu. Pokles hodnoty fázového úhlu se zvyšujícím se věkem muže naznačovat, že fázový úhel je určitým ukazatelem celkové tělesné zdatnosti a nikoliv jen tělesného složení (Barbosa-Silva, Barros, Wang, Heymsfield, & Pierson, 2005). Problematika fázového úhlu je však spíše záležitostí multifrekvenčních BIA přístrojů, kde lze zjistit a upřesnit zastoupení dalších kompartmentů. V našem případě se jedná o srovnání dvou monofrekvenčních (50 kHz) zařízení, která definují především zastoupení tělesného tuku.

Vzhledem k výše uvedeným faktorům ovlivňující výstupy měření metodou BIA předpokládáme, že námi realizovaná vyšetření nebyla zásadně ovlivněna. Stav hydratace našich probandů byl přiměřený věku a pohlaví. Rovněž hodnoty BMI se nacházely v pásmu normálního rozpětí. Sledované difference tak komentujeme především s ohledem na rozdílný typ přístroje. Zásadní rozdíl námi srovnávaných BIA zařízení tak spočívá ve faktoru přístroje, který vykazuje rozdílné cesty průniku elektrického proudu lidským tělem a tím dochází k možnému ovlivnění výstupních hodnot sledovaných parametrů.

Vzhledem k ekonomickým aspektům, celkovým vstupním nákladům, poměru cena/výkon a využití v praxi jsou často pořizovány zařízení pracující na principu BIA hand-to-hand a BIA leg-to-leg. Takové přístroje jsou sice ekonomicky méně náročné, současně nejsou tolik sofistikované jako přístroje pracující celotělově, segmentálně, případně multifrekvenčně. Proto vyvstává otázka přesnosti výstupních dat. Metodou „hand-to-hand“ a „leg-to-leg“ prochází elektrický proud jen určitými tělesnými partiemi a tudíž i výstupní hodnota impedance může být rozdílná ve srovnání s metodou BIA „hand-to-leg“. Následně pak vznikají velké difference v absolutních hodnotách tělesného tuku zjištěného metodou „leg-to-leg“ a „hand-to leg“ (Jartti, Hakanen, Paakkunainen, Raittinen, & Rönnemaa, 2000).

Rovněž naše zjištění ukazují na signifikantní difference v zastoupení tělesného tuku zjištěného metodou BIA. U sportujících chlapců ve věku 7–18 let využití metody BIA leg-to-leg podhodnocuje celkové zastoupení tělesného tuku ve srovnání s metodou BIA hand-to-leg. S ohledem na přísné dodržení doporu-

čených kritérií, postupu měření BIA (Heyward & Wagner, 2004) a identickou monofrekvencí obou přístrojů (50 kHz) předpokládáme, že zjištěné difference budou zapříčiněny především rozdílnými lokalitami průchodu elektrického proudu lidským tělem. Průměrné procentuální zastoupení tělesného tuku u našich sportujících jedinců ukazuje u obou srovnávaných postupů stejný trend snižování procenta tuku se zvyšujícím se věkem do 18 let. Ke kulminaci a následnému snižování procentuálního zastoupení tělesného tuku u chlapců dochází od období kolem jedenáctého roku (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004).

Celkově hodnocení tělesného složení a jednotlivých složek metodou BIA celotělovou se v praxi jeví jako vyhovující za předpokladu dodržení hlavních doporučení pro BIA vyšetření. Konkrétně v našem případě srovnání přístroje typu Tanita BC-418 MA vykazuje dobré hodnoty v zastoupení tělesného tuku ve srovnání s referenční metodou DEXA (Kutáč & Gajda, 2011). Kutáč a Gajda poukazují především na dostatečnou přesnost měření a dobré praktické využití přístroje Tanita BC-418 MA reprezentující metodu BIA celotělovou. Reliabilita vyjádřená hodnotou Pearsonova korelačního koeficientu vykazuje vysoké hodnoty ($r = ,970$). Rovněž nejnovější přístroje (InBody 720) pracující celotělově a současně na více frekvencích (5, 50, 250, 500 a 1000 kHz) vykazují dobrou shodu v měření tělesného tuku. Janků (2011) srovnávala výstupní hodnoty přístroje Tanita BC-418 MA s hodnotami multifrekvenčního přístroje InBody 720 u souboru mladých hráčů ledního hokeje ve věku 17–18 let. Celkový rozdíl v zastoupení tělesného tuku hodnocený monofrekvenčním a multifrekvenčním, celotělovým přístrojem BIA byl zjištěn minimální, se vzájemnou diferencí na úrovni kolem jednoho procenta. Takové zjištění má především praktický význam, kdy můžeme takové přístroje dobře využít jak v terénní, tak laboratorní praxi. Avšak s ohledem na interpretaci výsledků není možné srovnávat výstupy ze dvou různých zařízení. Pro opakovaná měření je nutné použít identickou metodu i přístroj.

ZÁVĚRY

V rámci šetření jsme dospěli k závěru, že použití přístroje k hodnocení tělesného složení metodou BIA s trasou průniku elektrického proudu přes dolní končetiny vykazuje signifikantně nižší hodnoty v zastoupení tělesného tuku a to v průměru o 3,6 % (standard mode; $p < ,001$; $d = 0,8$) ve srovnání s metodou BIA s trasou průniku přes celé tělo u sportujících chlapců ve věku 7–18 let. S ohledem na sledované věkové kategorie se zjištěné rozdíly pohybují v rozpětí 3,1–4,7 % ($p < ,001$; $d = 0,7–1,2$). Faktor typu analyzátoru i faktor věku se pro-

jevily jako významné proměnné ovlivňující výsledky měření. Předložená zjištění lze využít v praxi při použití ekonomicky dostupnějších zařízení hodnotících tělesné složení metodou BIA přes dolní končetiny. Pro výzkumné účely autoři doporučují využívat spíše multifrekvenční, tetrapolární BIA analyzátory.

DEDIKACE

Předložená studie je dedikována k projektu s reg. č.P407/11/0946 Grantové agentury České republiky.

REFERENČNÍ SEZNAM

- Bandyopadhyay, A. (2008). Body composition, hematological profiles and cardiorespiratory fitness in female swimmers of West Bengal, India. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 20, 10–21.
- Barbosa-Silva, M. C. G., Barros, A. J. D., Wang, J., Heymsfield, S. B., & Pierson, R. N. (2005). Bioelectrical impedance analysis: Population reference values for phase angle by age and sex. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82, 49–52.
- Barbosa-Silva, M. C. G., & Barros, A. J. D. (2005). Bioelectrical impedance analysis in clinical practice: A new perspective on its use beyond body composition equations. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 8(3), 311–317.
- BC-418 Segmental Body Composition Analyzer [online]. Retrieved from <http://www.tanita.com/es/bc-418/>>
- BF-350 Body Composition Analyzer [online]. Retrieved from <http://www.tanita.com/es/bf-350/>>
- Boneva-Asiova, Z., & Boyanov, M. A. (2008). Body composition analysis by leg-to-leg bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry in non-obese and obese individuals. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 10, 1012–1018.
- Buchholz, A. C., Bartok, C., & Schoeller, D. A. (2004). The validity of bioelectrical impedance models in clinical populations. *Nutrition in Clinical Practice*, 19, 433–446.
- Bunc, V. (2007). Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. *Časopis lékařů českých*, 146, 492–495.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (4th ed.). New York, NY: Academic Press.
- Dittmar, M. (2003). Reliability and variability of bioimpedance measures in normal adults: Effects of age, gender, and body mass. *American Journal of Physical Anthropology*, 122, 361–370.

- Erceg, D. N., Dieli-Conwright, Ch. M., Rossuello, A. E., Jensky, N. E., Sun, S., & Schroeder, E. T. (2010). The stayhealthy bioelectrical impedance analyzer predicts body fat in children and adults. *Nutrition Research*, 30(5), 297–304.
- Heyward, V. H., & Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Jaffrin, M. Y. (2009). Body composition determination by bioimpedance: An update. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 12, 482–486.
- Janků, K. (2011). *Srovnání tělesného složení dle jednotlivých přístrojových technik na základě metody BIA a v rámci vybraných sportovních specializací* (Diplomová práce). Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Jartti, L., Hakanen, M., Paakkunainen, U., Raittinen, P., & Rönnemaa, T. (2000). Comparison of hand-to-leg and leg-to-leg bioelectric impedance devices in the assessment of body adiposity in prepubertal children. *Acta Paediatrica*, 89, 781–786.
- Kutáč, P., Gajda, V., Přidalová, M., & Šmajstrla, V. (2008). Validity of measuring body composition by means of the BIA metod. *New Medicine*, 12(4), 89–93.
- Kutáč, P. (2010). Reliability of body composition measurement by the BIA Method (bioelectric impedance). *New Medicine*, 14, 2–6.
- Kutáč, P., & Gajda, V. (2011). Evaluation of accuracy of the body composition measurements by the BIA method. *Human Movement*, 12, 42–45.
- Ling, C. H. Y., de Craen, A. J. M., Slagboom, P. E., Gunn, D. A., Stokkel, M. P. M., Westendorp, R. G. J., & Maier, A. B. (2011). Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population. *Clinical Nutrition*, 30, 610–615.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. B. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Marfell-Jones, M. J., Olds, T., Stewart, A. D., & Carter, L. (2006a). *ISAK accreditation handbook*. Potchefstroom, South Africa: International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK).
- Marfell-Jones, M. J., Olds, T., Stewart, A. D., & Carter, L. (2006b). *International standards for anthropometric assessment*. Potchefstroom, South Africa: International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK).
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. I. (2010). *Exercise physiology. Energy, nutrition, and human performance*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Pařízková, J. (1998). Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi. *Medicina Sportiva Bohemica at Slovaca*, 7, 1–6.
- Pecoraro, P., Guida, B., Caroli, M., Trio, R., Falconi, C., Principato, S., & Pietrobelli, A. (2003). Body mass index and skinfold thickness versus bioimpedance analysis: Fat mass prediction in children. *Acta Diabetologica*, 40, 278–281.

- Pietrobelli, A., Rubiano, F., St-Onge, M. P., & Heymsfield, S. B. (2004). New bioimpedance analysis system: Improved phenotyping with whole-body analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 58, 1479–1484.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex.
- Shafer, K. J., Siders, W. A., Johnson, L. K., & Lukaski, H. C. (2009). Validity of segmental multiple-frequency bioelectrical impedance analysis to estimate body composition of adults across a range of body mass indexes. *Nutrition*, 25, 25–32.
- Sigmund, M., & Dostálová, I. (2002). Komparace vybraných antropometrických metod pro určení tělesného složení. In J. Riegerová (Ed.), *Sborník V. celostátní konference v oboru funkční antropologie a zdravotní tělesné výchovy* (pp. 138–141). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2011). *Research methods in physical activity* (6th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Ward, L. C. (2012). Segmental bioelectrical impedance analysis: An update. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 15, 424–429.

PhDr. Martin Sigmund, Ph.D.
Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury
třída Míru 117
771 11 Olomouc
e-mail: martin.sigmund@upol.cz

ASSESSMENT OF BODY FAT PROPORTION BY MEANS OF BIOELECTRICAL IMPEDANCE IN ATHLETIC BOYS AGED 7 TO 18 YEARS WITH RESPECT TO SPECIFIC TYPES OF INSTRUMENTS

BACKGROUND: Bioelectrical impedance (BIA) seems an appropriate method for basic diagnostics of body composition in a practical environment. This is a non-time consuming non-invasive method that provides a high degree of response relevance. However, the values identified by the BIA method are susceptible to a number of factors, which need to be taken into account during the investigation stage and interpretation of the results. One of the significant factors influencing the outcomes of measurement is the instrument factor.

OBJECTIVE: The objective of the present comparative survey was to analyse the proportions of body fat by means of the BIA hand-to-leg method and BIA leg-to-leg method in a sample of athletic individuals aged 7 to 18 years.

METHODS: The survey included a total of 178 ice-hockey players aged 7 to 18 years. The proportion of body fat analysed by means of the BIA hand-to-leg method was measured by the Tanita BC-418 MA instrument. For the purposes of the BIA leg-to-leg method the Tanita BF-350 instrument was used (Tanita, Japan). Both instruments work at a frequency of 50 kHz.

RESULTS: The percentage of body fat established by the BIA leg-to-leg method ($M = 13.5\%$; $SD = 4.8$) indicated significantly lower values of fat percentage than the values measured by the BIA hand-to-leg method ($M = 17.1\%$; $SD = 4.3$). The overall difference represents an average value of 3.6% (standard mode; $p < .001$; $d = 0.8$). Regarding the monitored age categories the observed differences are in the range of 3.1–4.7% ($p < .001$; $d = 0.7$ –1.2).

CONCLUSION: The present study compares the proportions of body fat by means of the BIA leg-to-leg method and BIA hand-to-leg method in athletic boys aged 7 to 18 years. The results measured by the BIA leg-to-leg method significantly undervalue the proportion of body fat in comparison with the BIA hand-to-leg method. The instrument factor and age factor represented significant variables influencing the results of the measurement. The present findings can be used in medical and sports practice in selecting economically more accessible instruments for assessing body composition by the BIA leg-to-leg method. For research purposes the authors rather recommend the application of the BIA hand-to-leg multi-frequency instruments.

Key words: *body composition, BIA, child, youth, sport.*