

časopis České
ČESKÁ
ANTRO
POLOGIE
společnosti
antropologické



63/2
OLOMOUČ
2013

Časopis České společnosti antropologické – Česká antropologie je nezávislým celostátním časopisem s dlouhou tradicí. Vychází od roku 1947, kdy byl nazván Zprávy Československé společnosti antropologické při ČSAV, pod tímto názvem časopis vycházel až do roku 1983. V roce 1983 (ročník 37) byl název časopisu změněn na Sborník Československé společnosti antropologické při ČSAV (ISSN 0862-5085). Od roku 1993 (ročník 46), po rozpadu Československé společnosti antropologické, byl název časopisu změněn na Sborník České společnosti antropologické. Od roku 1994/95 až do roku 2001 vycházel časopis pod názvem Česká antropologie – sborník ČSA, se změnou ISSN na 1804-1876. Od roku 2002 dosud pod názvem Česká antropologie – časopis ČSA (ISSN 1804-1876). Od roku 2008 časopis vychází dvakrát ročně pod evidenčním číslem Ministerstva kultury ČR MK ČR E 19056.

Předseda redakční rady/Editor in Chief

doc. RNDr. Pavel Bláha, CSc.

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha

Výkonný redaktor/Managing Editor

doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.

Fakulta tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci

Redakční rada/Editorial Board

doc. Mgr. Martina Cichá, Ph.D.

doc. RNDr. Eva Drozdová, Ph.D.

prof. Dr. Med. Michael Hermanussen

doc. RNDr. Ladislava Horáčková, CSc.

doc. PaedDr. Miroslav Kopecký, Ph.D.

doc. PhDr. Petr Kutáč, Ph.D.

doc. RNDr. Ivan Mazura, CSc.

RNDr. Patrik Mottl, Ph.D.

RNDr. Eva Neščíková, CSc.

prof. dr. Ester Rebaro, Ph.D.

doc. RNDr. Petr Sedláč, Ph.D.

prof. dr. Charles Susanne

prof. RNDr. Jarmila Riegerová, CSc.

RNDr. Petr Velemínský, Ph.D.

doc. Jelizaveta Veselovskaja

Dr. Konrad Zellner

prof. dr. hab. Ewa Ziolkowska-Lajp

prof. RNDr. Daniela Siváková, CSc.

Fakulta humanitních studií Univerzity Tomáše Bati, Zlín

Přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity, Brno

Universitaet Kiel, Německo

Lékařská fakulta Masarykovy Univerzity, Brno

Pedagogická fakulta Univerzity Palackého v Olomouci

Pedagogická fakulta Ostravské univerzity, Ostrava

Ústav informatiky AVČR, Praha

Vysoká škola finanční a správní, Praha

Přírodovědecká fakulta Univerzity Komenského, Bratislava

University of Basque Country, Bilbao, Španělsko

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha

Free University, Brusel, Belgie

Fakulta tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci

Národní muzeum, Praha

Ruská akademie věd, Moskva, Ruská federace

Universitaet Jena, Německo

Akademia Wychowania Fizycznego, Poznań

Přírodovědecká fakulta Univerzity Komenského, Bratislava

OBSAH

PŮVODNÍ PRÁCE

- 4 **Analýza tělesného složení u adolescentních dívek s rozdílnou pohybovou aktivitou**
Aleš Gába, František Chmelík, Lukáš Jakubec, Michal Botek
- 11 **Deformity nohy a ich rizikové faktory vzniku u žien vo veku 18–24 rokov**
Mária Fuchsová, Eva Neščáková, Silva Bodoriková
- 15 **The level of the coordination motor skills of children aged 7–10 years**
Andrzej Jopkiewicz, Stanisław Nowak
- 19 **Vliv použitého typu bioimpedančního analyzátoru a režimu měření na výsledné hodnoty parametrů tělesného složení u adolescentní populace**
Petr Kutáč
- 27 **Srovnání vybraných zdravotních ukazatelů tělesného složení studentů a studentek FTK UP a PdF UP v Olomouci s ohledem na kategorizaci dle BMI a fitness skóre**
Miroslava Přidalová, Miroslav Kopecký
- 35 **Celkové a segmentální zastoupení tělesného tuku u žen pohybově aktivních a inaktivních ve věku adultus**
Martin Sigmund, Iva Dostálová, Dagmar Sigmundová

Olomouc 2013

ISSN 1804-1876
MK ČR E 19056

Česká antropologie 63/2

Časopis České společnosti antropologické za rok 2013. Odpovědný redaktor: doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D., Katedra přírodních věd v kinantropologii Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci, tř. Míru 115, 771 11 Olomouc. Telefon +420 585 636 158, fax: +420 585 422 532, e-mail: miroslava.pridalova@upol.cz. Grafická úprava: Renáta Slezáková. Vydala Česká společnost antropologická s finanční podporou Rady vědeckých společností České republiky při Akademii věd ČR. Náklad 200 výtisků. Vytiskla Books print s. r. o. Olomouc.

Pokyny autorům naleznete na www.anthropology.cz.
Instruction to authors can be found at www.anthropology.cz.

Příspěvky byly recenzovány anonymně.
All contributions were reviewed anonymously.

Autoři odpovídají za obsah a jazykovou správnost prací.
The authors take response for contents and correctness of their texts.

PŮVODNÍ PRÁCE

ANALÝZA TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U ADOLESCENTNÍCH DÍVEK S ROZDÍLNOU POHYBOVOU AKTIVITOU

Analysis of body composition in adolescent female with different physical activity

Aleš Gába¹, František Chmelík²,
Lukáš Jakubec², Michal Botek¹

¹Katedra přírodních věd v kinantropologii,
Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci,
Česká republika

²Institut aktivního životního stylu,
Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci,
Česká republika

Abstract

The aim of the study was to analyse the body composition and physical activity (PA) in adolescent female and to evaluate differences in body composition in subjects with different PA. The present analysis is based on the data from 51 adolescent female with mean age of 15.8 ± 0.7 years. We analysed body composition and PA in all subject. According to body mass index (BMI), 80% of female had their BMI in normal range, 18% were overweight and only one female were obese. The mean body fat mass (BFM) was $24.0 \pm 6.2\%$ of total body weight. The mean moderate to vigorous PA (MVPA) was 30.5 ± 25.0 minutes per a day and only 5 female met the recommended amount of MVPA. We did not found any significant differences in body composition between subjects with different PA and MVPA was weak predictor of BFM and fat-free mass. Our results have shown the adolescent female have low level of PA during weekends. Therefore, the primary prevention of obesity and sedentary lifestyle should be family-based with an emphasis on PA promotion to increase level of PA during leisure time, especially at weekends.

Key words: *body fat mass, obesity, physical inactivity, moderate to vigorous physical activity*

Úvod

V průběhu posledních dvou desetiletí došlo celosvětově k výraznému vzestupu prevalence nadváhy a obezity u všech věkových kategorií. Podle posledních odhadů Světové zdravotnické organizace se od roku 1980 počet obézních jedinců téměř zdvojnásobil a v současné době je více než 200 mil. mužů a 300 mil. žen starších 20 let obézních (World Health Organization, 2013). U dětské a adolescentní populace trpí nadváhou a obezitou více než 170 mil. jedinců, z toho asi 40 mil. dětí mladších pěti let (World Health Organization, 2013). Národní data ukazují, že v roce 2010 byl u 15letých dívek výskyt nadváhy a obezity na úrovni 11,4 %, u chlapců pak 22,3 %. U obou pohlaví došlo k významnému nárůstu ve srovnání s rokem 2002 (Sigmundová, Sigmund, Hamřík, & Kalman, 2013).

Z hlediska primární prevence se klade důraz na eliminaci sedavého životního stylu, neboť ten je, společně s vysokým energetickým příjmem, považován za hlavní příčinu vzniku nadváhy a obezity. Řada expertních skupin se shoduje, že děti a adolescenti by měli realizovat nejméně 60 minut pohybové

aktivity střední a vysoké intenzity (MVPA) za den (Department of Health and Ageing, 2004a, 2004b; Tremblay et al., 2011; U. S. Department of Health and Human Services, 2008; World Health Organization, 2010). Bohužel výsledky zahraničních i domácích studií prokazují, že u této věkové kategorie se s narůstajícím věkem množství MVPA významně snižuje (Kimm et al., 2002; Nader, Bradley, Houts, McRitchie, & O'Brien, 2008; Sigmundová, et al., 2013; Troiano et al., 2008) a až 80,3 % jedinců ve věku 13–15 let tohoto doporučení nedosahuje (Hallal et al., 2012). Adolescentní dívky jsou zpravidla méně pohybově aktivní než stejně staří chlapci (Trang et al., 2012; Troiano, et al., 2008), jsou aktivní zejména v průběhu pracovního týdne, zatímco ve víkendových dnech se množství jejich MVPA výrazně snižuje. U dívek s nadváhou a obezitou je tento trend ještě nápadnější (Treuth et al., 2007). Adolescenti s normální tělesnou hmotností vykonávají o 40 % více MVPA než jedinci s nadváhou a obezitou (Trang et al., 2012).

Podle nejnovějších odhadů je pohybová inaktivita zodpovědná za více jak 5,3 mil. předčasných úmrtí, neboť podstatně zvyšuje riziko výskytu ischemické choroby srdeční, diabetes mellitus 2. typu, karcinomu prsu a tlustého střeva (Lee et al., 2012). Preference sedavého způsobu života v adolescenci významně ovlivňuje množství pohybové aktivity (PA) realizované v dospělosti (Hallal, Victora, Azevedo, & Wells, 2006), stejně tak zvyšuje pravděpodobnost výskytu nadváhy a obezity (Menschik, Ahmed, Alexander, & Blum, 2008). Ženy, které jsou pohybově inaktivní v průběhu přechodu z adolescence do dospělosti, mají 1,5krát vyšší riziko výskytu obezity a téměř 1,8krát vyšší riziko výskytu abdominální obezity než pohybově aktivní ženy (Tammelin, Laitinen, & Nayha, 2004).

I když jsou výše uvedené informace zcela alarmující, řada států nedisponuje aktuálními reprezentativními daty, která by nastínila současný stav a napomohla definovat vhodné strategie zdravotní politiky (tzv. evidence-based policy) za cílem pozastavení či úplné redukce tohoto negativního trendu, tj. nárůstu prevalence obezity a sedavého životního stylu. Česká republika není bohužel výjimkou. Aktuálně využívaná antropometrická data dětské a adolescentní populace se vztahují k roku 2001, kdy byl realizován poslední celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže (Vignerová et al., 2006). Navíc antropometrické údaje, stanovené objektivní metodou (např. bioelektrická impedanční analýza), ve vztahu k PA se pro současnou českou adolescentní populaci vyskytují jen velmi sporadicky. Cílem prezentované studie byla analýza tělesného složení a PA adolescentních dívek a posouzení rozdílů v zastoupení jednotlivých tělesných složek u jedinců s odlišnou úrovní PA.

Metodika

Výzkumný soubor

Do výzkumu se zapojilo 102 studentek Střední pedagogické školy v Přerově, které podstoupily diagnostiku tělesného složení a monitoring PA. Z důvodu zabezpečení objektivnosti výsledků studie, byly do výzkumného souboru zahrnuty pouze dívky, u kterých byl záznam PA kompletní. Proto výzkumný soubor zahrnoval 51 dívek s průměrným věkem $15,8 \pm 0,7$ let. Průměrná tělesná výška probandek činila $164,5 \pm 5,6$ cm a tělesná hmotnost $57,2 \pm 9,4$ kg. Před realizací výzkumu byli zákonní zástupci dívek seznámeni s designem výzkumu, byla jim sdělena všechna rizika spojená s diagnostikou tělesného složení a PA. Současně byl od všech zákonných zástupců zajištěn informovaný souhlas s účastí na výzkumu. Projekt byl schválen Etickou komisí Fakulty tělesné kultury při Univerzitě Palackého v Olomouci a byl realizován v druhé polovině roku 2012.

Diagnostika tělesného složení

Před analýzou tělesného složení byly zajištěny údaje o aktuální tělesné výšce pomocí standardizovaného antropometru A 226 (Trystom, Česká republika) s přesností na 0,5 cm. Tělesné složení bylo diagnostikováno s využitím přístroje Tanita BC-418 MA (Tanita Corporation, Tokyo, Japonsko; 50 kHz; 550 μ A), který na základě metody monofrekvenční bioimpedanční analýzy (BIA) diferencuje tělesnou hmotnost na základní tělesné složky (tělesný tuk [BFM], tukuprostá hmota [FFM] a celková tělesná voda [TBW]). Technologie využívá osmi dotykových elektrod umožňující nezávisle analyzovat pět základních tělesných segmentů (levá a pravá horní končetina, trup, levá a pravá dolní končetina). Validitu měření pomocí osmi dotykových elektrod u širokého populačního spektra potvrzuje řada zahraničních studií (Bedogni et al., 2002; Demura, Sato, & Kitabayashi, 2004; Malavolti et al., 2003; Medici et al., 2005). Přestože není monofrekvenční BIA považována za referenční metodu, validita měření prostřednictvím přístroje Tanita BC-418 MA byla pro adolescentní populaci prokázána (Haroun et al., 2009). Použitá metoda je unifikována, měření proběhlo v souladu s podmínkami uvedených v manuálu přístroje. Z důvodu dodržení standardních podmínek vyšetření byl předán zákonným zástupcům seznam doporučení, které musely jejich děti dodržet 48 hodin před vlastním vyšetřením.

Výskyt nadváhy a obezity byl hodnocen dle mezinárodní věkově specifikované klasifikace BMI pro populaci ve věku 2–18 let (Cole, Bellizzi, Flegal, & Dietz, 2000). BMI je definován jako podíl tělesné hmotnosti jedince (kg) k druhé mocnině jeho tělesné výšky (m^2). Vyjadřuje plošnou hustotu, kterou zaujímá lidské tělo ve čtverci o straně rovnající se tělesné výšce.

Monitoring PA

PA probandek byla monitorována přístroji ActiTrainer (ActiTrainer™, Florida, USA). Jedná se o multifunkční zařízení, které společně s hrudním pásem Polar (Wearlink T31) funguje zároveň jako monitor srdeční frekvence, tri-axiální akcelerometr a elektronický krokometr. ActiTrainer měří v 15 vteřinových intervalech, zaznamenává úroveň intenzity PA, srdeční frekvenci a počet kroků. Validita a reliabilita ActiTraineru pro měření kroků v nelaboratorních podmínkách byla ověřena na univerzitních studentech s normální tělesnou hmotností (Neuls, 2008).

Monitoring PA byl realizován v průběhu 3 dnů, což je pro stanovení úrovně PA pomocí krokometru dostačující časové období (Tudor-Locke et al., 2005). Jednalo se vždy o 2 dny školní a 1 den víkendový (sobota 63 %). V této studii je analyzována PA z monitorovaného víkendového dne.

Probandky byly instruovány, aby monitor PA nosily vždy po celý den. Ráno si nasadily hrudní pás a na bok si připevnilly ActiTrainer. Do záznamového archu, který obdržely společně s monitorem, zaznamenaly o víkendových dnech pouze čas nasazení přístroje a stejně tak večer čas, kdy přístroj odložily.

K analýze dat zaznamenaných přístrojem ActiTrainer byl použit speciální software (Chytil, 2010). Výstupem programu byly rovněž protokoly s individuální zpětnou vazbou, které obdržely probandky po ukončení monitoringu. Zpracovaná data prezentují maximální, minimální a průměrnou srdeční frekvenci za minutu, čas zatížení v pásmech po deseti procentech maximální srdeční frekvence, trvání PA různé intenzity (dle MET), kalorický výdej, počet kroků za časovou jednotku a další charakteristiky.

Doba trvání MVPA byla stanovena jako součet individuálních hodnot doby trvání PA střední intenzity (3,00–5,99 METs) a vysoké intenzity (≥ 6 METs).

Statistické zpracování dat

Statistická analýza byla v celém svém rozsahu provedena prostřednictvím software Statistica 10. Základní charakteristiky

souboru jsou vyjádřeny aritmetickým průměrem, směrodatnou odchylkou (SD), mediánem a interkvartilovým rozpětím (IQR). Pro účely statistické analýzy byl sledovaný soubor adolescentních dívek rozdělen na čtyři skupiny (kvartily; Q1–Q4) dle doby trvání MVPA. Vzhledem k velikosti jednotlivých skupin a ke skutečnosti, že sledované proměnné nesplňovaly, dle Kolmogorov-Smirnovova testu, podmínku normálního rozdělení, byly použity neparametrické statistické metody. Pro hodnocení shody mediánů mezi skupinami jsme využili Kruskal-Wallisův test na 95% hladině významnosti. Vybrané ukazatelé tělesného složení vstupovaly do statistické analýzy jako závislé proměnné, zatímco MVPA plnila roli nezávislé proměnné. Věcnou významnost (effect size) jsme posuzovali dle koeficientu η^2 ($\eta^2 = H/[n-1]$). Malý efekt byl definován v intervalu 0,01–0,06, střední efekt 0,06–0,14 a velký efekt v případě, že koeficient η^2 překročil hranici 0,14 (Morse, 1999). Síla vztahu mezi MVPA a tělesným složením byla hodnocena dle Spearmanova korelačního koeficientu na 95% hladině významnosti.

Výsledky

V tabulce 1 uvádíme základní charakteristiky sledovaného souboru adolescentních dívek. Průměrná hodnota BMI činila $21,1 \pm 3,4$ kg/ m^2 , přičemž 80 % dívek vykazovalo normální tělesnou hmotnost, 18 % nadváhu a pouze jedna dívka byla obézní. Průměrná hodnota BFM byla $14,2 \pm 6,1$ kg a FFM $43,0 \pm 4,2$ kg. BFM se podílel na celkové hmotnosti z $24,0 \pm 6,2$ %. Největší relativní zastoupení BFM jsme zaznamenali na horních končetinách, zatímco na trupu jsme sledovali nejnižší hodnoty. Sledovaný soubor adolescentních dívek vykazoval v průběhu víkendových dnů velmi nízkou PA. Průměrná hodnota MVPA činila $30,5 \pm 25,0$ minut za den a pouze 5 dívek splňovalo doporučené množství MVPA. Celková doba inaktivity (tj. nulové PA) odpovídala 64 % z celkové doby sledovaného intervalu. V průběhu sledovaného intervalu se dívky pohybovaly $424,2 \pm 226,9$ minut, tj. 63 % z celkové doby sledování, pod hranici 50 % maximální srdeční frekvence (MSF) a pouze $64,9 \pm 132,2$ minut nad hranici 85 % MSF.

Nejvyšší absolutní zastoupení BFM jsme sledovali u dívek s nejvyšší úrovní MVPA (Obrázek 1). Nicméně z analýzy rozdílů mezi dávkami s odlišnou úrovní PA bylo patrné, že u žádné ze sledovaných proměnných jsme nezaznamenali statisticky významné rozdíly (Tabulka 2). Naopak věcně významné rozdíly na úrovni středního efektu byly pozorovány u většiny proměnných. Korelační analýza doplňuje celkovou analýzu získaných dat a prokazuje, že u námi sledovaných dívek byla MVPA jen velmi slabým prediktorem BFM a FFM (Obrázek 2).

Diskuze

V prezentované průřezové studii byly analyzovány rozdíly v tělesném složení mezi adolescentními dívkami s odlišnou PA v průběhu víkendových dní. Naše výsledky prokázaly, že ve sledovaném období byla MVPA na velmi nízké úrovni, neboť 90 % dívek vykonalo méně než 60 minut MVPA za den. Prezentované výsledky korespondují se studií Sigmundové et al. (2013), kteří sledovali trendy v PA u jedinců ve věku 11–15 let a poukazují na nízkou úroveň plnění doporučeného množství MVPA u českých dívek. Ve zmíněné studii vykonávalo více jak 60 minut MVPA za den 14,3 % 15letých dívek. Na rozdíl od mladších věkových kategorií nebyl u těchto dívek nalezen statisticky významný pokles MVPA ve srovnání s referenčními roky 2002 a 2006. V celosvětovém měřítku neplní doporučené množství MVPA až 80,3 % jedinců ve věku 13–15 let (Hallal et al., 2012). Také množství vykonaných kroků bylo u sledovaného souboru velmi nízké ve srovnání se stejnými staršími dívkami (Craig, Cameron, & Tudor-Locke, 2012).

Podle Treuth et al. (2007) převládá u adolescentních dívek v průběhu dne pohybová inaktivita. V pracovní dny se podílí celková PA na 43 % celkové doby dne, z toho pouze

Tabulka 1. Základní charakteristika sledovaného souboru adolescentních dívek ($n = 51$)

	Průměr $\pm$ SD	Medián (IQR)
Věk (roky)	15,8 $\pm$ 0,7	16,0 (0,0)
Tělesná výška (cm)	164,5 $\pm$ 5,6	164,0 (7,0)
Tělesná hmotnost (kg)	57,2 $\pm$ 9,4	55,7 (13,1)
BMI (kg/m ²)	21,1 $\pm$ 3,4	21,0 (4,0)
Tělesné složení		
BFM (kg)	14,2 $\pm$ 6,1	12,7 (8,3)
BFM (%)	24,0 $\pm$ 6,2	23,2 (7,9)
FFM (kg)	43,0 $\pm$ 4,2	43,3 (5,6)
TBW (l)	31,5 $\pm$ 3,1	31,7 (4,1)
Segmentální analýza BFM		
pravá dolní končetina (%)	29,6 $\pm$ 4,7	28,4 (6,1)
levá dolní končetina (%)	29,9 $\pm$ 4,6	29,2 (6,3)
pravá horní končetina (%)	26,2 $\pm$ 7,7	25,4 (12,2)
levá horní končetina (%)	27,8 $\pm$ 8,3	27,5 (11,9)
trup (%)	19,5 $\pm$ 7,5	19,3 (8,6)
Pohybová aktivita		
celkový čas intervalu (min)	673,9 $\pm$ 312,6	667,0 (368,0)
pohybová inaktivita (min)	434,5 $\pm$ 270,0	394,3 (283,3)
celkový počet kroků	6 995 $\pm$ 4230	6 792 (5 969)
PA <3 METs (min/den)	208,9 $\pm$ 92,4	234,9 (143,8)
PA 3–6 METs (min/den)	24,9 $\pm$ 21,7	20,8 (21,8)
PA >6 METs (min/den)	5,6 $\pm$ 8,0	2,5 (7,3)
MVPA (min/den)	30,5 $\pm$ 25,0	28,5 (30,5)
průměrná SF (tep/min)	99,4 $\pm$ 20,0	96,0 (19,6)
čas zatížení <50 % MSF (min)	424,2 $\pm$ 226,9	373,0 (337,8)
čas zatížení 50–85 % MSF (min)	184,8 $\pm$ 158,2	149,5 (174,0)
čas zatížení >85 % MSF (min)	64,9 $\pm$ 132,2	3,5 (65,0)

Poznámka: SD – směrodatná odchylka, IQR – interkvartilové rozpětí; BMI – body mass index, BFM – tělesný tuk, FFM – tukuprostá hmota, TBW – celková tělesná voda, PA – pohybová aktivita, MVPA – středně a vysoce zatěžující pohybová aktivita, SF – srdeční frekvence, MSF – maximální srdeční frekvence

3 % odpovídají MVPA, zatímco v průběhu víkendových dnů dochází ke statisticky významnému snížení MVPA. V případě námi sledovaných dívek tvořila celková doba PA 36 % doby sledovaného intervalu. Dlouhodobé trendy navíc upozorňují na celkový pokles PA v průběhu víkendových dnů u českých adolescentních dívek (Sigmundová, El Ansari, Sigmund, & Frömel, 2011).

Obezita je označována za závažné chronické onemocnění nabývající rozměru pandemie a je samostatným rizikovým faktorem vzniku neinfekčních nemocí. Finanční náklady spojené s léčbou obezity a přidružených onemocnění se neustále zvyšují, čímž se významně zatěžuje zdravotní systém. Východiskem z této situace je zejména primární prevence spojená s efektivní zdravotní politikou na úrovni rodiny a školního prostředí (Ebbeling, Pawlak, & Ludwig, 2002; Wang, McPherson, Marsh, Gortmaker, & Brown, 2011). Za nejvhodnější a finančně nenáročný prostředek pro redukci rizika vzniku nadváhy a obezity je považována PA. Nicméně naše výsledky nepoukazují na signifikantní závislost mezi MVPA a BFM a potvrzují závěry práce Ekelund et al. (2005). Navzdory výše uvedenému, několik longitudinálních a průřezových studií prokazuje pozitivní vliv PA na složení těla dětské a adolescentní populace. V důsledku zvýšení energetického výdeje jedince dochází ke snížení tělesné hmotnosti v důsledku poklesu BFM. Jak uvádí Kimm et al. (2005), u adolescentních dívek je vzestup PA o 10 MET-minut za týden spojen s poklesem BMI o 0,09 kg/m². Přitom není podstatný pouze celkový objem PA, ale rovněž záleží na její intenzitě. Podle Gutin, Yin, Humphries

a Barbeau (2005) je nižší zastoupení BFM spojeno pouze s PA vysokého zatížení ve srovnání se středně zatěžující PA. Z tohoto důvodu má PA vysokého zatížení větší význam v prevenci nadváhy a obezity než PA nižšího zatížení. Podle Martinez-Gomez et al. (2010) je riziko rozvoje nadváhy a obezity ovlivněno množstvím PA vysokého zatížení, která je realizována v rámci doporučeného množství MVPA. Stejně tak u dětské populace je nižší zastoupení BFM spojeno pouze s PA vysoké intenzity. Děti, které vykonávají více, než 40 minut vysoce zatěžující PA za den, vykazují signifikantně nižší procento BFM než děti, u nichž množství realizované PA vysokého zatížení dosahuje pouze 10–18 minut za den (Ruiz et al., 2006). Ke stejným závěrům dospěli také Collings et al. (2013) při studiu vlivu intenzity PA na tělesné složení u 398 dětí předškolního věku.

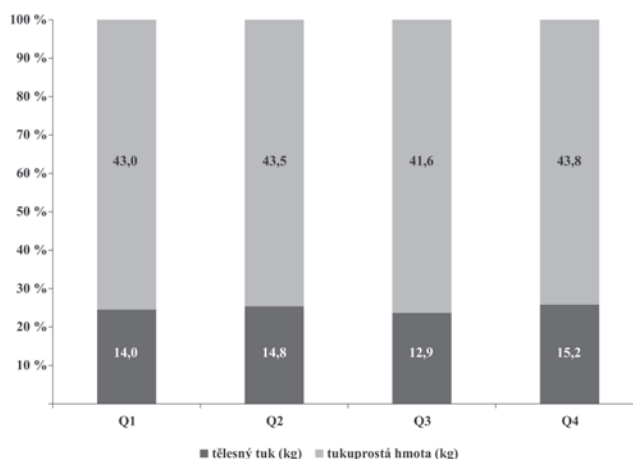
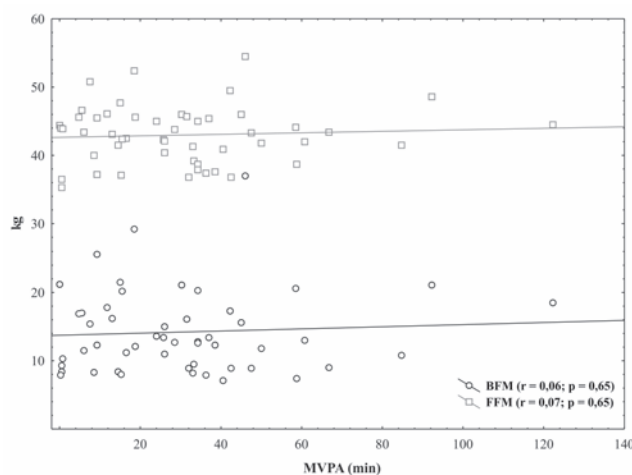
I když jsme v prezentované studii neprokázali vliv PA na složení těla, z výsledků je patrné, že u námi sledovaného souboru převládala PA nízkého zatížení, zatímco preference středně a vysoce zatěžující PA byla velmi nízká. Tento výsledek potvrzuje také analýza srdeční frekvence, neboť čas zatížení nad 85 % MSF byl v porovnání s nižšími pásmy velmi nízký. Naopak čas zatížení pod hranici 50 % MSF tvořil 63 % z celkové doby monitoringu. Epstein et al. (2001) uvádějí, že děti a adolescenti stráví přibližně 30 minut za den PA odpovídající zatížení >50 % maximální tepové rezervy.

Mezi limity, které mohou narušit objektivitu prezentovaných výsledků, řadíme nízký počet probandek, jejich nerandomizovaný výběr a dále fakt, že byla vyhodnocována PA vždy pouze z jednoho víkendového dne. Z výsledků vyplývá, že se do výz-

Tabulka 2. Analýza rozdílů mezi adolescentními dívkami s odlišnou dobou trvání MVP4

	Q1 n = 13		Q2 n = 13		Q3 n = 13		Q4 n = 12		H	p	η^2
	Průměr ± SD	Medián (IQR)	Průměr ± SD	Medián (IQR)	Průměr ± SD	Medián (IQR)	Průměr ± SD	Medián (IQR)			
Věk (roky)	15,9 ± 0,6	16,0 (0)	15,8 ± 0,8	16,0 (0)	15,7 ± 0,9	16,0 (1,0)	15,9 ± 0,3	16,0 (0)	0,83	0,84	0,02*
Tělesná výška (cm)	162,6 ± 6,9	165,0 (11,0)	166,0 ± 5,9	165,0(7,0)	163,9 ± 2,5	164,0 (1,0)	165,8 ± 6,2	168,0 (9,5)	2,52	0,47	0,05*
Tělesná hmotnost (kg)	57,0 ± 7,8	57,8 (11,7)	58,3 ± 9,2	57,1 (5,6)	54,5 ± 8,2	50,5 (13,2)	59,0 ± 12,6	54,3 (11,6)	1,41	0,70	0,03*
BMI (kg/m ²)	21,6 ± 3,3	21,2 (3,9)	21,2 ± 3,3	21,3 (2,7)	20,3 ± 3,1	18,7 (4,9)	21,4 ± 4,1	21,3 (3,0)	1,62	0,65	0,03*
Tělesné složení											
BFM (kg)	14,0 ± 5,5	12,3 (7,7)	14,8 ± 5,9	13,4 (5,0)	12,9 ± 4,7	12,6 (7,2)	15,2 ± 8,3	12,4 (10,6)	0,71	0,87	0,01*
BFM (%)	23,9 ± 7,0	21,2 (8,0)	24,6 ± 5,7	23,2 (6,3)	23,0 ± 5,2	24,6 (6,5)	24,5 ± 7,4	22,9 (11,6)	0,51	0,92	0,01*
FFM (kg)	43,0 ± 4,5	44,0 (5,6)	43,5 ± 3,7	42,5 (2,9)	41,6 ± 4,2	40,9 (7,5)	43,8 ± 4,6	43,4 (3,6)	1,32	0,72	0,03*
tělesná voda (l)	31,5 ± 3,3	32,2 (4,1)	31,9 ± 2,7	31,1 (2,1)	30,5 ± 3,1	29,9 (5,5)	32,0 ± 3,4	31,8 (2,7)	1,31	0,72	0,03*
Segmentální analýza BFM											
pravá dolní končetina (%)	30,0 ± 5,5	27,6 (9,0)	29,9 ± 4,3	28,4 (7,0)	28,9 ± 4,3	30,2 (5,5)	29,5 ± 4,8	29,5 (5,2)	0,43	0,93	0,01*
levá dolní končetina (%)	29,9 ± 5,6	28,7 (8,9)	30,2 ± 4,9	28,2 (6,9)	29,5 ± 3,9	30,6 (5,6)	29,9 ± 4,6	29,4 (5,1)	0,09	0,99	0,00
pravá horní končetina (%)	26,8 ± 9,2	24,7 (12,6)	26,3 ± 6,8	23,5 (6,7)	26,2 ± 7,2	28,8 (12,1)	25,5 ± 8,5	24,9 (9,6)	0,20	0,98	0,00
levá horní končetina (%)	28,3 ± 9,5	27,8 (13,7)	28,0 ± 8,7	25,0 (5,3)	28,1 ± 7,8	28,5 (13,2)	26,6 ± 8,2	26,0 (9,7)	0,74	0,86	0,01*
trup (%)	19,1 ± 8,2	17,9 (6,7)	20,5 ± 6,6	19,8 (5,6)	18,1 ± 6,2	19,3 (7,2)	20,5 ± 9,5	19,0 (16,2)	0,82	0,84	0,02*

Poznámka: Q1, Q2, Q3 a Q4 – kvartily dle doby trvání MVP4; SD – směrodatná odchylka, IQR – interkvartilové rozpětí; BMI – body mass index, BFM – tělesný tuk, FFM – tukuprostá hmota; * malý efekt ($\eta^2 = 0,01-0,06$)

Obrázek 1. Zastoupení BFM a FFM u adolescentních dívek s odlišnou dobou trvání MVPA (rozděleno na kvartily)**Obrázek 2.** Korelační analýza mezi MVPA a vybranými tělesnými frakcemi u sledovaného souboru adolescentních dívek ($n = 51$)

kumu zapojily především dívky s normální tělesnou hmotností a s nižší úrovní PA ve víkendových dnech. Nejedná se tedy o reprezentativní vzorek, a proto výsledky této studie odrážejí pouze stav specifické populační skupiny a nelze je zcela zobecnit. V navazujícím výzkumu by se jevílo jako racionální sledovat rozdíly ve složení těla u dívek s variabilnějším tělesným složením a PA. Další omezení výzkumu spočívá v zajištění standardních podmínek pro diagnostiku tělesného složení. Před každým měřením byli zákonní zástupci dívek podrobně seznámeni s doporučeními, jejichž dodržení je nezbytné pro získání validních informací o zastoupení jednotlivých tělesných frakcí. Můžeme však pouze předpokládat, že byly dodrženy v plném rozsahu.

Závěr

Výsledky prezentované studie nepotvrzují vliv MVPA na tělesné složení u adolescentních dívek. Počet dívek s nadváhou a obezitou byl velmi nízký. Dále jsme zaznamenali velmi nízkou úroveň PA v průběhu víkendových dní. Ve sledovaných víkendových dnech dívky preferovaly PA nízkého zatížení, zatímco středně a vysoce zatěžující PA se vyskytovala pouze zřídka. Tato skutečnost poukazuje na přirozené chování adolescentů, neboť v průběhu víkendových dní není jejich pohybové chování ovlivněno školním prostředím. Z tohoto důvodu by neměl být, v rámci primární prevence obezity a sedavého životního stylu, kladen důraz pouze na podporu PA na úrovni školního prostředí, ale je nezbytné cíleně podporovat pohybové chování jedince a navyšovat množství PA v průběhu volného času, zejména pak ve víkendových dnech.

Poděkování

Práce byla zpracována v rámci výzkumného záměru: „Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn“ (MSM 6198959221) a také za podpory grantu Univerzity Palackého v Olomouci (IGA FTK_2012:022).

Souhrn

Cílem studie bylo analyzovat tělesné složení a pohybovou aktivitu (PA) adolescentních dívek a posoudit rozdíly v zastoupení jednotlivých tělesných složek u jedinců s odlišnou úrovní PA. Do výzkumu bylo zapojeno 51 adolescentních dívek s průměrným věkem $15,8 \pm 0,7$ let, které podstoupily diagnostiku tělesného složení a monitoring PA. Na základě BMI vykazovalo 80 % dívek normální tělesnou hmotnost, 18 % nadváhu a pouze jedna dívka byla obézní. Tělesný tuk (BFM) se podílel na celkové hmotnosti z $24,0 \pm 6,2$ %. Průměrná hodnota PA střední a vysoké intenzity (MVPA) činila $30,5 \pm 25,0$ minut za den a pouze 5 dívek splňovalo doporučené množství MVPA. Mezi dívkami s odlišnou PA nebyly nalezeny signifikantní rozdíly v tělesném složení a MVPA byla jen velmi slabým prediktorem BFM a tukuprosté hmoty. Naše výsledky poukazují na nízkou úroveň PA v průběhu víkendových dní u sledovaného souboru adolescentek. Z tohoto důvodu by měl být, v rámci primární prevence obezity a sedavého životního stylu, kladen důraz na podporu PA na úrovni rodiny jedince a navyšení množství PA v průběhu volného času, zejména pak ve víkendových dnech.

Klíčová slova: tělesný tuk, obezita, pohybová inaktivita, pohybová aktivita středního a vysokého zatížení

Literatura

- Bedogni, G., Malavolti, M., Severi, S., Poli, M., Mussi, C., Fantuzzi, A., et al. (2002). Accuracy of an eight-point tactile-electrode impedance method in the assessment of total body water. *European journal of clinical nutrition*, 56, 1143–1148.
- Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., & Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *British Medical Journal*, 320(7244), 1240–1243.
- Collings, P. J., Brage, S., Ridgway, C. L., Harvey, N. C., Godfrey, K. M., Inskip, H. M., et al. (2013). Physical activity intensity, sedentary time, and body composition in pre-schoolers. *American Journal of Clinical Nutrition*, [Ahead of Print].
- Craig, C. L., Cameron, C., & Tudor-Locke, C. (2012). CANPLAY Pedometer Normative Reference Data for 21,271 Children and 12,956 Adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(1), 123–129.
- 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.
- Department of Health and Ageing. (2004a). Australia's Physical Activity Recommendations for 5-12 year olds [brochure] Available from [http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/9D7D393564FA0C42CA256F970014A5D4/\\$File/kids_phys.pdf](http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/9D7D393564FA0C42CA256F970014A5D4/$File/kids_phys.pdf)
- Department of Health and Ageing. (2004b). Australia's Physical Activity Recommendations for 12-18 year olds [brochure] Available from [http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/content/0D0EB17A5B838081CA256F9700136F60/\\$File/youth_phys.pdf](http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/content/0D0EB17A5B838081CA256F9700136F60/$File/youth_phys.pdf)
- Ebbeling, C. B., Pawlak, D. B., & Ludwig, D. S. (2002). Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *The Lancet*, 360(9331), 473–482.
- Ekelund, U., Neovius, M., Linne, Y., Brage, S., Wareham, N. J., & Rossner, S. (2005). Associations between physical activity and fat mass in adolescents: the Stockholm Weight Development Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81(2), 355–360.
- Epstein, L. H., Paluch, R. A., Kalakanis, L. E., Goldfield, G. S., Cerny, F. J., & Roemmich, J. N. (2001). How much activity do youth get? A quantitative review of heart-rate measured activity. *Pediatrics*, 108(3), E44.
- Gutin, B., Yin, Z., Humphries, M. C., & Barbeau, P. (2005). Relations of moderate and vigorous physical activity to fitness and fatness in adolescents. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81(4), 746–750.
- Hallal, P. C., Andersen, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., & Ekelund, U. (2012). Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet*, 380(9838), 247–257.
- Hallal, P. C., Victora, C. G., Azevedo, M. R., & Wells, J. C. (2006). Adolescent physical activity and health: a systematic review. *Sports Medicine*, 36(12), 1019–1030.
- Haroun, D., Croker, H., Viner, R. M., Williams, J. E., Darch, T. S., Fewtrell, M. S., et al. (2009). Validation of BIA in obese children and adolescents and re-evaluation in a longitudinal study. *Obesity*, 17(12), 2245–2250.
- Chytil, J. (2010). DiferencePAaSF2010. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Kimm, S. Y. S., Glynn, N. W., Kriska, A. M., Barton, B. A., Kronsberg, S. S., Daniels, S. R., et al. (2002). Decline in Physical Activity in Black Girls and White Girls during Adolescence. *New England Journal of Medicine*, 347(10), 709–715.
- Kimm, S. Y. S., Glynn, N. W., Obarzanek, E., Kriska, A. M., Daniels, S. R., Barton, B. A., et al. (2005). Relation between the changes in physical activity and body-mass index during adolescence: a multicentre longitudinal study. *The Lancet*, 366(9482), 301–307.
- Lee, I. M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., & Katzmarzyk, P. T. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet*, 380(9838), 219–229.
- Malavolti, M., Mussi, C., Poli, M., Fantuzzi, A. L., Salvio, G., Battistini, N., et al. (2003). Cross-calibration of eight-polar bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of total and appendicular body composition in healthy subjects aged 21-82 years. *Annals of Human Biology*, 30(4), 380–391.
- Martinez-Gomez, D., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Veiga, O. L., Moliner-Urdiales, D., Mauro, B., et al. (2010). Recommended Levels of Physical Activity to Avoid an Excess of Body Fat in European Adolescents: The HELENA Study. *American Journal of Preventive Medicine*, 39(3), 203–211.
- Medici, G., Mussi, C., Fantuzzi, A., Malavolti, M., Albertazzi, A., & Bedogni, G. (2005). Accuracy of eight-polar bioelectrical impedance analysis for the assessment of total and appendicular body composition in peritoneal dialysis patients. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59(8), 932–937.
- Menschik, D., Ahmed, S., Alexander, M. H., & Blum, R. W. (2008). Adolescent physical activities as predictors of young adult weight. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 162(1), 29–33.
- Morse, D. T. (1999). MINSIZE2: A computer program for determining effect size and minimum sample size for statistical significance for univariate, multivariate, and nonparametric tests. *Educational and psychological measurement*, 59(3), 518–531.
- Nader, P. R., Bradley, R. H., Houts, R. M., McRitchie, S. L., & O'Brien, M. (2008). Moderate-to-vigorous physical activity from ages 9 to 15 years. *JAMA*, 300(3), 295–305.
- Neuls, F. (2008). Validity and reliability of step count function of the ActiTrainer activity monitor under controlled conditions. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 38(2), 55–64.
- Ruiz, J. R., Rizzo, N. S., Hurtig-Wennlof, A., Ortega, F. B., Warnberg, J., & Sjostrom, M. (2006). Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: the European Youth Heart Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 84(2), 299–303.
- Sigmundová, D., El Ansari, W., Sigmund, E., & Frömel, K. (2011). Secular trends: a ten-year comparison of the amount and type of physical activity and inactivity of random samples of adolescents in the Czech Republic. *BMC Public Health*, 11, 731.
- Sigmundová, D., Sigmund, E., Hamřík, Z., & Kalman, M. (2013). Trends of overweight and obesity, physical activity and sedentary behaviour in Czech schoolchildren: HBSC study. *Eur J Public Health*.
- Tammelin, T., Laitinen, J., & Nayha, S. (2004). Change in the level of physical activity from adolescence into adulthood and obesity at the age of 31 years. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 28(6), 775–782.
- Trang, N. H., Hong, T. K., HP, V. D. P., Hardy, L. L., Kelly, P. J., & Dibley, M. J. (2012). Longitudinal physical activity changes in adolescents: ho chi minh city youth cohort. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(8), 1481–1489.
- Tremblay, M. S., Warburton, D. E., Janssen, I., Paterson, D. H., Latimer, A. E., Rhodes, R. E., et al. (2011). New Canadian physical activity guidelines. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 36(1), 36–46.
- Truth, M. S., Catellier, D. J., Schmitz, K. H., Pate, R. R., Elder,

- J. P., McMurray, R. G., et al. (2007). Weekend and Weekday Patterns of Physical Activity in Overweight and Normal-weight Adolescent Girls. *Obesity*, 15(7), 1782–1788.
- Troiano, R. P., Berrigan, D., Dodd, K. W., Masse, L. C., Tilert, T., & McDowell, M. (2008). Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(1), 181–188.
- Tudor-Locke, C., Burkett, L., Reis, J. P., Ainsworth, B. E., Macera, C. A., & Wilson, D. K. (2005). How many days of pedometer monitoring predict weekly physical activity in adults? *Preventive Medicine*, 40(3), 293–298.
- U. S. Department of Health and Human Services. (2008). 2008 Physical activity guidelines for Americans be active, healthy, and happy! Available from <http://purl.access.gpo.gov/GPO/LPS112866>
- Vígenerová, J., Riedlová, J., Bláha, P., Kobzová, J., Krejčovský, L., Brabec, M., et al. (2006). 6. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001. Česká republika. Souhrnné výsledky. Praha: PšF UK, SZÚ.
- Wang, Y. C., McPherson, K., Marsh, T., Gortmaker, S. L., & Brown, M. (2011). Health and economic burden of the projected obesity trends in the USA and the UK. *The Lancet*, 378(9793), 815–825.
- World Health Organization. (2010). Global recommendations on physical activity for health [brochure] Available from http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599979_eng.pdf
- World Health Organization. (2013). Obesity and overweight, Fact sheet no. 311 (March). Available from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>

DEFORMITY NOHY A ICH RIZIKOVÉ FAKTORY VZNIKU U ŽIEN VO VEKU 18–24 ROKOV

The foot deformity and risk factors for deformity in women aged 18 to 24 years

Mária Fuchsová¹, Eva Neščáková²,
Silvia Bodoriková²

¹Centrum špeciálnopedagogického výskumu,
Ústav špeciálnopedagogických štúdií, Pedagogická fakulta,
Univerzita Komenského, Bratislava, Slovenská republika

²Katedra antropológie, Prírodovedecká fakulta,
Univerzita Komenského, Bratislava, Slovenská republika

Abstract

Many factors have been suggested to cause foot deformity. The purpose of this study was to identify risk factors for flatfoot and hallux valgus deformity. There were monitored 35 women from 18 to 24 years of age. There was used Chippaux-Šmirák method to identify flatfoot. Angle of 9° was limited to evaluate hallux valgus. We did not find statistically significant associations of flatfoot with weight and BMI. There was low percentage of women with foot deformity who really wore orthopaedic shoes. Treatment and prevention of foot deformity may have an effect on an individual's overall health and occurrence of other foot and ankle pathologies.

Key words: flatfoot, hallux valgus, body weight, BMI, footwear

Úvod

Hlavnou úlohou klenby nohy je ochrana mäkkých štruktúr nohy ale aj čiastočná absorpcia síl vznikajúcich pri zaťažení telesnou hmotnosťou (Čihák, 2011). V súčasnosti rozlišujeme v antropológii klenbu normálnu, nízku a vysokú. Môžeme ich pozorovať aj na odtlačkoch ľudských stupají, kde sú značné rozdiely. Odtlačok s normálnou klenbou nohy je stredne široký, nízka klenba tvorí širší a noha s vysokou klenbou utvára úzky odtlačok stupaje (Di Maggio, 2005). Klenba nohy je pomerne ľahko zraniteľná a práve jej poruchy patria v súčasnosti k najčastejším ortopedickým chybám vôbec. Akýkoľvek patologický jav, ktorý by spôsobil zväčšenie alebo zmenšenie zakrivenia klenby by vážne zasiahol do opory tela pri rôznych činnostiach. Príčina tejto deformity je zrejmalá. Každý človek chodí obutý už od útleho veku a noha nemá dostatok podnetov ku svalovej činnosti ani dostatočný priestor k pohybu. Obuv a rovná podložka sú príčinami týchto nedostatkov. V ich dôsledku dochádza k trvalému preťaženiu ligamentózneho aparátu nohy. K tomu ešte prispieva aj chôdza po rovnom teréne, ktorý neprospieva k vytvoreniu správnej svalovej funkcie nohy (Kubát, 1985). Vbočený palec, *hallux valgus*, býva často spájaný s problémom priečne plochej nohy, kedy vzniká preťažovaním hlavného kĺbu palca a nesprávnym typom chôdze (Riegerová & Přidalová, 2006). Táto chyba postihuje až 20 % žien po štvrtom decéniu. Môže sa ale objaviť aj u žien v mladšom veku, u mužov sa vyskytuje pomerne zriedkavo (Kubát, 1985). Veľmi často sú príčinami týchto chýb nevhodná obuv, obezita či hypokinéza a trvalé preťažovanie prednej časti nohy. Je zrejme, že vysoké percento postihnutia u žien musí byť podmienené vonkajšími faktormi ako je práve moderná nevhodujúca obuv. Nevhodná obuv, ako sú vysoké opätky, preťažuje prednú časť chodidla,

ťažisko sa tak posúva vpred a zaťažuje chrbticu. Pravidelné chodenie na vysokých opätkoch spôsobuje skrátenie Achillovej šľachy. Časté nosenie topánok šľapiek, tzv. flip flop, zvyšuje riziko nielen bolesti nôh a chrbtice, ale aj riziko vzniku deformít palcov a kostí. Tento typ topánok je veľmi labilný a nestabilný, noha sa v žabkách šmýka, takže človek robí kratšie kroky, telo sa viac namáha a následok je pokles klenby chodidla (Kokavec & Huraj, 2003). V našej štúdii sme sa zamerali na odhalenie deformít nohy (plochá noha, vysoká noha a vbočený palec) a možné príčiny ich vzniku u rizikovej skupiny žien vo veku 18–24 rokov.

Cieľ

Cieľom štúdie je stanoviť percentuálne zastúpenie deformity nohy, ako je plochá, príp. vysoká noha a vbočený palec u žien vo veku 18–24 rokov. Výskum je zároveň zameraný na odhalenie novej korelácie medzi telesnou hmotnosťou, príp. BMI a hodnotou indexu Chippaux-Šmirák, ktorý sme použili pri stanovení plochej nohy. Posledným cieľom štúdie je zhodnotiť dopad nevhodnej obuvi (ako je nosenie šľapiek alebo topánok s vysokým opätkom viac ako 5 cm) na výskyt deformity nohy (plochej nohy a vbočeného palca).

Metodika

Výskum deformity nôh z odtlačkov chodidla sa uskutočnil na Pedagogickej fakulte UK v Bratislave v roku 2013. Súbor tvorilo 57 žien vo veku 18–24 rokov (tabuľka 1 popisuje základnú štatistickú charakteristiku súboru). Súbor bol zvolený na základe zhodnotenia výskytu deformity nohy, ako je plochá a vysoká noha, príp. vbočený palec u zdravých žien, vo vekovej kategórii vysokého rizika podmienenosti deformity nohy modernou nevyhovujúcou obuvou. Skupina žien nepatrila do profesionálne športujúcich. Použitím daktyloskopickéj černe, ktorá sa naniesla na chodidlo probandky, sme získali statické odtlačky chodidiel (plantogramy) (Kabelka, 2000; Klementa, 1988). Z plantogramov nôh sme hodnotili najväčšiu a najmenšiu šírku nohy a uhol palca (Tabuľka 1). Weisflog (1956) pokladá uhol 9° za limitujúci. Palec sa pokladá za relatívne rovnobežný s osou nohy, ak má uhol palca menšiu hodnotu ako 9° (ide o nulovú hodnotu). Pri uhle väčšom ako 9° možno hovoriť o deformite (jedná sa o valgóznu polohu). Negatívna hodnota uhla (veľkosť uhla vyjadrená zápornou hodnotou) poukazuje na varóznú polohu palca. Analýzu stavu klenby nohy sme uskutočnili metódou Chippaux-Šmirák, ktorú ďalej špecifikoval Klementa (1988). Štandardnými somatometrickými postupmi boli vyšetrené dva telesné rozmery, a to telesná výška (TV) a telesná hmotnosť (TH), z ktorých sme vypočítali Body mass index (BMI) (Tabuľka 1). Dotazníkovou metódou boli zozbierané údaje o predchádzajúcej lekárom diagnostikovanej plochej nohe a informácia o type obuvi, ktoré ženy nosia. Ženy mohli v otázke vybrať viacero možností typu obuvi, ktoré nosia (mohli vybrať z možností: nosím ortopedickú obuv, ktorú mi určil lekár; bežne v lete aj v zime nosím topánky s nízkou podrážkou cca 2 cm bez opätka; bežne v lete aj v zime nosím topánky s vysokým opätkom viac ako 5 cm; bežne v lete nosím topánky šľapky, tzv. flip flop, bez opätka). Za vhodnú obuv považujeme topánky s nízkou podrážkou bez opätka, nakoľko najmenej zaťažujú prednú časť chodidla.

Na štatistické spracovanie údajov bol použitý štatistický program SPSS vs. 11. Na vyjadrenie závislosti medzi priemernými hodnotami telesnej hmotnosti, príp. BMI indexu a priemernými hodnotami indexu Chippaux-Šmirák a šírky nohy z plantogramu boli vypočítané korelačné koeficienty (r – normálne rozdelenie, r_s – ak dáta nemali normálne rozdelenie).

Výsledky a diskusia

Ako uvádza tabuľka 2 percentuálne najvyššie zastúpenie normálne klenutej nohy patrí 2. stupňu nohy (N2) na pravej

Tabuľka 1. Základná štatistická charakteristika celého súboru ($n = 57$)

	M	Medián	MIN	MAX	SD
vek (roky)	21,30	21,49	18,14	24,40	1,73
telesná hmotnosť (kg)	61,75	60,50	38,00	88,50	11,27
telesná výška (cm)	166,92	168,15	149,90	174,60	6,12
najmenšia šírka pravej nohy (cm)	2,57	2,70	0,00	4,60	0,82
najmenšia šírka ľavej nohy (cm)	2,45	2,65	0,00	4,90	1,11
najväčšia šírka pravej nohy (cm)	7,96	8,25	6,70	9,40	1,50
najväčšia šírka ľavej nohy (cm)	8,19	8,25	5,80	9,70	0,66
BMI (kg/m ²)	22,13	21,13	16,91	31,01	3,81
CH-Š (pravá noha)	32,19	32,53	12,35	56,79	8,11
CH-Š (ľavá noha)	32,91	33,74	11,84	56,32	10,40

Poznámka: najmenšia a najväčšia šírka nohy meraná z plantogramu chodidla M – aritmetický priemer; MIN – minimálna hodnota znaku, MAX – maximálna hodnota znaku, SD – smerodajná odchýlka, BMI – body mass index, CH-Š – Chippaux-Šmirák index

Tabuľka 2. Zastúpenie normálne klenutej nohy, plochej a vysokej nohy podľa jednotlivých stupňov

Noha	Stupeň nohy	N		%	
		Pravá noha	Ľavá noha	Pravá noha	Ľavá noha
noha normálne klenutá	N1	5	11	8,78	19,30
	N2	44	29	77,19	50,88
	N3	3	7	5,26	12,28
noha plochá	P1	2	4	3,51	7,02
	P2	1	2	1,75	3,51
	P3	0	0	0,00	0,00
noha vysoká	V1	0	2	0,00	3,51
	V2	2	1	3,51	1,75
	V3	0	1	0,00	1,75
spolu	–	57	57	100,00	100,00

nohe (77,19 %) a na ľavej nohe (50,88 %). Plochú pravú nohu malo 5,26 % žien a plochú ľavú nohu 10,53 % žien (mierne a stredne plochá noha, P1 a P2). Stredne vysokú pravú nohu (V2) mali dve ženy (3,51 %) a vysokú ľavú nohu štyri ženy (7,01 %), zastúpený každý stupeň (V1, V2 a V3) (Tabuľka 2). Vyšší výskyt plochej a vysokej ľavej nohy u študentiek vo veku 15 rokov potvrdil aj Klementa vo svojej štúdii z roku 1988. Hovorí o pravdepodobnosti všeobecnej platnosti daného javu, keďže podobné výsledky zaznamenal vo všetkých svojich predchádzajúcich štúdiách. Ani jedna probandka nášho súboru nemala plochú pravú a zároveň plochú ľavú nohu. Iba jedna žena mala obojstranne vysokú nohu. Avšak keď sa u ženy vyskytla plochá noha (ľavá alebo pravá), vždy mala druhá noha 3. stupeň normálne klenutej nohy, teda hraničnú s 1. stupňom plochej nohy. Obojstranná plochosť nôh je následne väčším liečebným a rehabilitačným problémom ako plochosť jednostranná (Klementa, 1988).

Lekárom diagnostikovanú plochú nohu uviedlo deväť žien v priemernom veku 10,44 rokov. Z nich pretrvávala plochá noha vo veku 18–24 rokov iba u troch žien. U jednej ženy, ktorá udávala diagnostikovanú plochú nohu sa nepotvrdila plochá noha a dokonca sa u nej podľa tejto metódy vyskytla vysoká noha. Chang et al. (2010) podobne zaznamenali negatívnu koreláciu výskytu plochej nohy s vekom. Znižujúci výskyt plochej nohy vekom je pravdepodobne odrazom pokračujúceho vývinu štruktúr nohy, príp. následkom úspešnej liečby deformity plochej nohy. Ako tvrdí Klementa (1988), pri sústavnom vykonávaní špeciálnych cvikov pre plochú nohu, ktoré obsahuje každá ortopedická príručka a pri správnej chôdzi a nosením vhodnej obuvi možno mierne ploché nohy odstrániť a stredne ploché nohy podstatne zlepšiť.

Niektorí autori odhalili vyšší výskyt plochej nohy u obéznych adolescentov alebo jedincov s nadváhou (Chang et al., 2010; Villarrova et al., 2009; Mauch et al., 2008; Dowling, Steele, & Baur, 2001). Na odhalenie možnej závislosti výskytu plochej nohy a väčšej telesnej hmotnosti sme preto v našej štúdii hodnotili možné korelácie daných parametrov. Korelácia

medzi vypočítanými hodnotami indexu metódy Chippaux-Šmirák, podľa ktorej sme stanovovali plochú nohu a nameranými hodnotami telesnej hmotnosti, resp. BMI indexu sa však u žien nášho súboru nepotvrdila (Tabuľka 3). Pozitívna korelácia sa potvrdila iba pri najväčšej šírke nohy z plantogramu nohy s telesnou hmotnosťou a BMI indexom ako na pravej tak aj na ľavej nohe (Tabuľka 4). Čo znamená, že čím bola telesná hmotnosť probandky väčšia (aj BMI väčšie), tým väčšia bola šírka nohy na plantograme nohy. Rôzny výskyt plochej nohy v závislosti na telesnej hmotnosti môže byť výsledkom nejednotnosti výberu metód na stanovenie plochej nohy u rôznych autorov, čo potvrdzuje fakt, že samotná šírka nohy pozitívne korelovala ako s telesnou hmotnosťou, tak aj s hodnotou BMI. Nakoniec samotná plantografická metóda odtlačkov nôh je pre jej jednoduchosť použitia najdostupnejšia. Rádiologická metóda nie je vhodná na výskumné účely hlavne z etických dôvodov (Chang et al., 2010).

Ďalším cieľom našej štúdie bolo odhaliť vplyv nevhodnej obuvi na výskyt plochej nohy. Zistili sme, že ženy, ktoré mali normálne klenutú nohu, najčastejšie nosili topánky s nízkou podrážkou bez opätka (70,18 %). 31,58 % žien uviedlo, že nosí topánky s vysokým opätkom (viac ako 5 cm). Ortopedickú obuv nosí desať z nich (17,54 %) (Tabuľka 5). Ženy, ktoré mali plochú nohu, neuvádzali, že nosia topánky s vysokým opätkom (viac ako 5 cm). Nami predpokladaná hypotéza, že ženy s plochou nohou budú častejšie nosiť topánky s vysokým opätkom (viac ako 5 cm), ktoré spôsobujú sústavné preťažovanie prednej časti chodidla, sa nám nepotvrdila. Ženy s plochou nohou však bežne nosia topánky šľapky, tzv. flip flop (87,5 %). Kokavec a Huraj (2003) hovoria, že časté nosenie topánok šľapiek, tzv. flip flop zvyšuje riziko vzniku deformít palcov a kostí. Tento typ topánok spôsobuje, že sa noha šmýka, takže človek robí kratšie kroky, telo sa viac namáha a následok je pokles klenby chodidla.

Abolarin et al. (2011) na základe regresnej analýzy zistili, že vek a BMI je určujúcim faktorom výskytu plochej nohy, zatiaľ čo typ obuvi nepreukázal vzťah vyššieho výskytu plochej nohy.

Tabuľka 3. Korelácie medzi hodnotou indexu Chippaux-Šmiřák a telesnou hmotnosťou, príp. indexom BMI ($\alpha = 0,05$)

	Pravá noha		Ľavá noha	
	r	p	r	p
TH	0,19	0,29	0,13	0,48
BMI	0,16	0,36	0,09	0,59

Tabuľka 4. Korelácie medzi najväčšou šírkou nohy a telesnou hmotnosťou, príp. indexom BMI ($\alpha = 0,05$)

	Pravá noha		Ľavá noha	
	r	p	r	p
TH	0,55	0,001	0,53	0,001
BMI	0,43	0,01	0,41	0,02

Poznámka: r – hodnota korelačného koeficientu vyjadrujúca závislosť medzi hodnotou indexu Chippaux-Šmiřák (Tabuľka 3), príp. najväčšou šírkou nohy (Tabuľka 4) a telesnou hmotnosťou, príp. indexom BMI; p – najväčšia hodnota, pri ktorej ešte nezamietame nulovú hypotézu (H_0 = ukazovatele index Chippaux-Šmiřák, príp. najväčšia šírka nohy a telesná hmotnosť, príp. index BMI sú nezávislé)

Tabuľka 5. Percentuálne zastúpenie žien s normálne klenutou a plochou nohou podľa typu obuvi, ktoré nosia

Obuv	Normálne klenutá noha		Plochá noha	
	N	%	N	%
ortopedická obuv	10	17,54	2	25,00
topánky s nízkou podrážkou	40	70,18	5	62,50
topánky s vysokým opätkom	18	31,58	0	0,00
topánky, tzv. flip flop	36	63,16	7	87,50

Tabuľka 6. Zastúpenie uhlov palca

Uhol palca	N		%	
	Pravá noha	Ľavá noha	Pravá noha	Ľavá noha
nulové hodnoty	36	36	63,16	63,16
pozitívne hodnoty – valgózna poloha	14	18	24,56	31,58
negatívne hodnoty – varózna poloha	7	3	12,28	5,26
spolu	57	57	100,00	100,00

Tabuľka 7. Percentuálne zastúpenie žien s fyziologickým postavením a valgóznym postavením palca podľa typu obuvi, ktoré nosia

Obuv	Nulová hodnota palca		Pozitívna hodnota palca	
	N	%	N	%
ortopedická obuv	4	7,02	6	28,57
topánky s nízkou podrážkou	42	73,68	16	76,19
topánky s vysokým opätkom	7	12,28	5	23,81
topánky, tzv. flip flop	46	80,70	13	61,90

Signifikantné rozdiely potvrdili iba u jedincov, ktorí nosili topánky a ktorí chodili bosí. Sachithanandam a Joseph (1995) dopĺňajú, že plochá noha je bežnejšia u jedincov, ktorí nosili zatvorenú obuv ako tí, čo nosili sandále alebo papuče. Zaujímavým zistením pre nás bolo, že iba dve ženy nášho súboru z ôsmich s plochou nohou skutočne nosí lekárom odporúčanú ortopedickú obuv (Tabuľka 5).

Tabuľka 6 uvádza zistené hodnoty uhla palca na pravej a ľavej nohe. Pri hodnotení uhla palca mali ženy najvyššie percento výskytu fyziologickej polohy palca na pravej aj ľavej nohe, ktorá je vyjadrená nulovými hodnotami (63,16 %). Valgóznú polohu palca má 24,56 % žien na pravej a 31,58 % žien na ľavej nohe. Varózne postavenie palca malo najmenšie zastúpenie (12,28 % pravá a 5,26 % ľavá noha).

Ďalším cieľom našej štúdie bolo následne zhodnotiť, či aj deformita nohy ako je vbočený palec, môže byť výsledkom no-

senia nevhodnej obuvi (topánok šľapiek, tzv. flip flop). Zo skupiny žien, ktoré mali uhol palca väčší ako 9° či už na pravej alebo ľavej nohe, uviedlo 61,90 %, že bežne nosia šľapky. Keďže aj ženy s normálnou hodnotou palca nosia v najvyššom percente (80,70 %) tento typ obuvi, je pravdepodobné, že na valgózne postavenie palca bude skôr vplývať iný typ nevhodnej obuvi. Vernon (2007) potvrdzuje, že 85 % svetovej populácie nosí obuv veľkosti nezodpovedajúcej veľkosti ich nohy. V prípade, že je obuv väčšia a dlhšia ako noha, dochádza ku klzaniu a posúvaniu nohy v obuvi. Druhým prípadom je obuv príliš malá, v ktorej noha nemá umožnený ani minimálny pohyb. Najväčšie obmedzenie pre nohu je v oblasti špičky obuvi, ktorá tlačí prsty smerom dovnútra. Neprimeraná veľkosť topánok môže následne viesť k deformite nohy (Klein et al., 2009). Vplyv úzkej obuvi na výskyt valgózne polohy palca bude predmetom našej ďalšej štúdie.

Záver

Metódou Chippaux-Šmirák sme odhalili 5,26 % žien nášho súboru, ktoré malo plochú pravú nohu a 10,53 % žien, ktoré malo plochú ľavú nohu. Vysoká noha sa objavila v menšom percente na pravej aj na ľavej nohe. Pri hodnotení uhla palca mali ženy najvyššie percento výskytu fyziologickej polohy palca. Z deviatich žien, ktoré uvádzali predchádzajúcu lekárnu diagnostikovanú plochú nohu, mali plochú nohu vo veku 18–24 rokov iba tri. Znižujúci výskyt plochej nohy vekom je pravdepodobne odrazom pokračujúceho vývinu štruktúr nohy, príp. následkom úspešnej liečby deformity plochej nohy. Vyšší výskyt plochej nohy sa u žien s vyššou telesnou hmotnosťou, resp. BMI nepotvrdil. Potvrdila sa iba pozitívna korelácia medzi najväčšou šírkou nohy z plantogramu nohy a hodnotou telesnej hmotnosti, resp. BMI. Nami predpokladaná hypotéza, že ženy s plochou nohou budú častejšie nosiť topánky s vysokým opätkom (viac ako 5 cm), ktoré spôsobujú sústavné preťažovanie prednej časti chodidla, sa nám nepotvrdila. Ženy s plochou nohou však bežne nosia topánky šľapky, tzv. flip flop. Keďže ženy s normálnou hodnotou palca ako aj valgóznym postavením palca bežne nosia topánky šľapky, tzv. flip flop, je pravdepodobné, že na valgózne postavenie palca bude skôr vplývať iný typ nevhodnej obuvi. Naše závery následne potvrdzujú nízke percento žien s deformitou nohy, ktoré skutočne nosia lekárom odporúčanú ortopedickú obuv. Uvedené výsledky môžu slúžiť ako podkladový materiál pre ďalšie rozsiahlejšie štúdie v danej problematike, prípadne ich je možné využiť ako pomocný materiál pre oblasť telovýchovného vzdelávania, klinického a rehabilitačného štúdia.

Súhrn

Existuje niekoľko príčin, ktoré spôsobujú deformitu nohy ako je plochá noha alebo vbočený palec. V našej štúdii sme sa zamerali na rizikové faktory, a to nadmerná telesná hmotnosť a nosenie nevhodnej obuvi. Výskumu sa zúčastnilo 57 žien vo veku 18–24 rokov z Pedagogickej fakulty UK, Bratislava. Analýzu stavu klenby nohy sme uskutočnili metódou Chippaux-Šmirák, ktorú ďalej špecifikoval Klementa (1988). Pri stanovení vbočeného palca sme považovali 9° uhol za limitujúci (Weisflog, 1956). 5,26 % žien nášho súboru malo plochú pravú nohu a 10,53 % žien malo plochú ľavú nohu. Pri hodnotení uhla palca mali ženy najvyššie percento výskytu fyziologickej polohy palca. Vyšší výskyt plochej nohy sa u žien s vyššou telesnou hmotnosťou, resp. BMI nepotvrdil. Podobne sa nepotvrdila nami predpokladaná hypotéza, že ženy s plochou nohou budú častejšie nosiť topánky s vysokým opätkom (viac ako 5 cm), ktoré spôsobujú sústavné preťažovanie prednej časti chodidla. Ženy s plochou nohou však bežne nosia topánky šľapky, tzv. flip flop. Naše závery následne potvrdzujú nízke percento žien s deformitou nohy, ktoré skutočne nosia lekárom odporúčanú ortopedickú obuv.

Kľúčové slová: plochá noha, vbočený palec, telesná hmotnosť, BMI, typ obuvi

Literatúra

- Abolarina, T., Aiyegbusib, A., Tella, A., & Akinbo, S. (2011). Predictive factors for flatfoot: The role of age and footwear in children in urban and rural communities in South West Nigeria, *The Foot*, 21, 188–192.
- Čihák, R. (2011). *Anatomie I*. Praha: Grada.
- Di Maggio, J. A. (2005). The Role of Feet and Footwear in Medicolegal Investigations. In Rich, J., Dean, D. E. & Powers, R. H. (Eds.). *Forensic Medicine of the Lower Extremity. Human Identification and Trauma Analysis of the Thigh, Leg and Foot* (pp. 375–400). Totowa: Humana Press.
- Dowling, A. M., Steele, J. R., & Baur, L. A. (2001). Does obe-

- sity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children?, *International Journal of Obesity*, 25, 845–852.
- Chang, J. H., Wang, S., H., Kuo, CH. L., Shen, H. CH., Hong, Y. W., & Lin, L. CH. (2010). Prevalence of flexible flatfoot in Taiwanese school-aged children in relation to obesity, gender, and age, *Eur J Pediatr*, 169, 447–452.
- Kabelka, F. A. (2000). Method of Measuring the Human Foot: Applicable to all Populations. In Firbas, W., Kabelka, F., Heinrich, W. & Krejs, M. (Eds.). *Growth Analysis of the Human Foot* (pp. 1–13). Cambridge: AACA and BACA Joint Meeting.
- Klein, C., Groll-Knapp, E., Kundi, M., & Kinz, W. (2009). Increased hallux angle in children and its association with insufficient length of footwear: a community based cross-sectional study, *BMC Musculoskelet Disord*, 17(10), 159.
- Klementa, J. (1988). *Somatometrie nohy*. Praha: SPN.
- Kokavec, M., & Huraj, E. (2003). Ochorenia detskej nohy. In Kokavec, M., Makai, F., Bialik, V., Reháč, L., Paukovic, J., Olos, M., Kokavec, R., Čierna, I., Štefanco, V., Bďžoch, M., Švec, A., Huraj, E., Brozmanová, B., Koreň, J. & Olexík, J. (Eds.). *Výbrané kapitoly z detskej ortopédie, časť II* (pp. 277–299). Bratislava: Osveta.
- Kubát, R. (1985). Hlezenní kloub a noha. In Kubát, R. (Eds.): *Ortopedie* (pp. 359–380). Praha: Avicenum.
- Mauch, M., Grau, S., Krauss, I., Maiwald, C., & Horstmann, T. (2008). Foot morphology of normal, underweight and overweight children, *International Journal of Obesity*, 32, 1068–1075.
- Riegerová, J., & Přidalová, M. (2006). Morfologie nohy a její hodnocení. In Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (Eds.). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)* (pp. 163–181). Olomouc: Hanex.
- Sachithanandam, V., & Joseph, B. (1995). The influence of footwear on the prevalence of flat foot. A survey of 1846 skeletally mature persons, *J Bone Joint Surg Br*, 77(2), 254–257.
- Villarova, M., Esquivel, J. M., Tomás, C., Moreno, L. A., Buenafé, A., & Bueno, G. (2009). Assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: footprints and radiographic study, *Eur J Pediatr*, 168, 559–567.
- Vernon, W. (2007). Identification from Podiatry and Walking, The Foot. In: Thompson, T., Black, S. (Eds.): *Forensic Human Identification*. (pp. 303–319). Boca Raton, Londýn, New York: CRC Press.
- Weisflog, H., (1956). A contribution to the foot morphology of school children and teenagers between the ages 12–18 in Moravia, *Slov. Antropol.*, 6(1), 112–117.

THE LEVEL OF THE COORDINATION MOTOR SKILLS OF CHILDREN AGED 7–10 YEARS

Andrzej Jopkiewicz^{1,2}, Stanisław Nowak²

¹Department of Auxology, Faculty of Pedagogy and Art,
Jan Kochanowski University, Kielce, Poland

²Department of Physical Culture, Faculty of Health
and Physical Culture, Kazimierz Pułaski University
of Technology and Humanities, Radom, Poland

Abstract

The modern human being is characterised by lower and lower level of keep-fit skills and higher level of coordination skills. A greater role of coordination skills results from technological progress, which does not force people to hard physical work, but at the same time it forces to acquire complex skills of how to use new tools and devices. Coordination skills develop the most dynamically in the early stages of the ontogenesis.

The article presents the level of the coordination motor skills (CMS) of town children aged 7–10 years (515 girls and 484 boys). The research was done in the 2005–2006 period of time. The authors considered simple population exercises, which were possible to be applied in school conditions. The following elements were assessed: static balance, dynamic balance, sense of direction, frequency of arm movements, frequency of leg movements and simple reaction time. The analysis of variances indicated that the age was the factor, which differentiated significantly the kinetics of the development of the coordination motor skills of girls and boys aged 7–10 years. The increase of tested skills was noticed, regarding to boys and girls as well. The authors have not observed significant sexual dimorphism. The presented results show that the start of school education and the existence in its environment stimulate the CMS development of children. In regards to children aged 7–10 years, the authors perceived the improvement of the frequency of arm movements (ca. 33%), whereas the other skills increased between 20% and 30%. The exception was the simply reaction time, which is genetically determined and increased only ca. 6%.

Key words: motor abilities, motor development, coordination motor skills, sexual dimorphism, children

Introduction

In the modern world, due to technological and civilisation changes, the role of the physical work and the physical efforts decreases – the lifestyle changes. There are unfavourable body changes (Gába & Přidalová 2013), which lead to overweight and obesity. The level of the keep-fit skills decreases (strength, endurance). At the same time, the significance of such skills as: sense of direction, reaction rate, keeping balance in static and dynamic conditions, adjustment of movements to different conditions and situations etc., increases. Therefore, those skills become more and more essential in many areas of a human activity. High level of the development of the coordination motor skills guarantees that the undertaken activities are safe and the movement behaviour is correct. Moreover, high level of the coordination motor skills efficiently protects against different accidents, especially in difficult life situations.

The high CMS level can increase the efficiency of the physical education process at school as well as the efficiency of training

of children and youth. These skills, consisting the complex of potential properties of a human organism, indicate the speed and the quality of motor learning, its precision and sustainability. They guarantee adequate behaviours, depending on existing and changeable conditions. Therefore, the topic of the CMS control and its development should take a special place in the physical and health education of children and youth. In many countries, more and more often this aspect is appreciated in new curricula for physical education as well as in the concepts of sport training sessions.

Aim

The objective of the study is the assessment of the coordination motor skills (CMS) of children aged between 7–10 years with the age and the sex aspects taken into consideration.

Methodology

The research spanned 999 children from Kielce, including 515 girls and 484 boys, participating to 1st–3rd classes in 2004–2005 and 2008–2009 school years (Table 1).

Table 1. Age-class distribution

Years	7	8	9	10	Total
Girls	126	128	135	126	515
Boys	120	122	126	116	484
Total	246	250	261	242	999

Note: source – authors

In order to assess the coordination motor skills of children, the authors considered simple exercises, which were possible to be applied in school conditions, and which enabled to assess the following elements (Raczek et al., 2003):

1. static balance,
2. dynamic balance,
3. sense of direction,
4. frequency of arm movements,
5. frequency of leg movements,
6. simple reaction time.

In regards to *the static balance*, the authors assessed the possibility of standing on the Fleischman's beam (1964), whereas in the assessment of *the dynamic balance*, the march on the rosette of Měkota (1988) was evaluated. The *sense of direction* was assessed by trying “to jump up to reach the target” (Raczek et al., 2003). *The frequency of arm movements* was measured through “plate tapping” (Grabowski & Szopa, 1988), whereas *the frequency of leg movements* – by carrying a leg above a prop (Pilicz & Demel, 1978). The *simple reaction time* was measured with the use of the Dietrich sample (Raczek et al., 2003).

The authors assessed the normality of the distribution for the variables of the continuous character with the use of the Kolmogorov-Smirnov test. In the case, when the distribution did not have a normal character, the authors chose medians to conduct analysis. The differences between the medians achieved were verified with the use of the median test and the Kruskal-Wallis one-way analysis of variance by ranks and the dependences between continuing variables with the use of the analysis of variance method (ANOVA). The significance of the differences of variances was verified with the use of the Fisher-Snedecor test (Oktaba, 1980). The test was extended with “post-hoc” tests, which enabled to make repeated comparative analysis of the smallest, but significant differences – SSD. In order to assess the dependences between single categorised variables, the chi-squared and the Spearman's non parametric correlation tests were used. The authors accepted the probability at the level 0.05.

Results

The analysis of variances indicated that the age was the factor which differentiated significantly the kinetics of the development of the coordination motor skills in girls and boys aged

between 7–10 years. Such statement concerns the following aspects: the simple reaction time of left and right arms, the static and the dynamic balance, the sense of direction and the frequency of arm and leg movements (Table 2, Table 3).

Table 2. Analysis of variances of the coordination motor skills in girls aged 7–10 years with the age factor taken into consideration

	CMS	ss	df	MS	ss	MS	F	p
Simple reaction time – right arm		1.8	3	0.6	345	0.07	7.857	0.0000
Simple reaction time – left arm		1.7	3	0.6	345	0.08	6.986	0.0001
Static balance		41.7	3	13.9	323	3.04	4.584	0.0037
Dynamic balance		1220.0	3	406.7	323	13.83	29.396	0.0000
Sense of direction		73114.2	3	24371.4	323	7049.15	3.457	0.0167
Frequency of arm movements		2503.3	3	834.4	323	10.89	76.599	0.0000
Frequency of leg movements		1056.2	3	352.1	323	4.60	76.559	0.0000

Note: values statistically significant marked in bold, source – authors, ss – sum of squares, df – degrees of freedom, MS – mean square

Table 3. Analysis of variances of the coordination motor skills in boys aged 7–10 years with the age factor taken into consideration

	CMS	ss	df	MS	ss	MS	F	p
Simple reaction time – right arm		2.7	3	0.9	33	0.10	9.363	0.0000
Simple reaction time – left arm		1.3	3	0.4	33	0.10	4.428	0.0045
Static balance		73.0	3	24.3	1630	5.09	4.779	0.0028
Dynamic balance		1355.0	3	451.7	4386	13.71	32.950	0.0000
Sense of direction		86678.9	3	28893.0	2123206	6635.02	4.355	0.0050
Frequency of arm movements		2097.0	3	699.0	3921	12.25	57.048	0.0000
Frequency of leg movements		870.9	3	290.3	1966	6.14	47.246	0.0000

Note: values statistically significant marked in bold, source – authors, ss – sum of squares, df – degrees of freedom, MS – mean square

While participating in the initial school education (between 7 and 10 years old), the frequency of the arm movements increases significantly (ca. 33%) (Table 7). It is probably related to the educational process and the improvement of writing skills. The dynamic balance increases more seldom

(ca. 30%) (Table 5), similarly as the sense of direction and the static balance (ca. 25%) (Table 6, Table 4) and frequency of leg movements (ca. 21%). The simple reaction time achieves a very low level (ca. 6%) (Table 9, Table 10). It can be caused by strong genetic conditions.

Table 4. Characteristic of the static balance in girls and boys aged 7–10 years

Years	Standing time in the position “one foot in front of the other”, on the Fleischman’s beam (s)						d	t
	Girls			Boys				
	M	SD	V	M	SD	V		
7	2.64	2.00	75.67	2.76	2.09	75.53	0.12	0.452
8	3.10	1.50	48.20	3.04	1.40	45.90	−0.06	0.320
9	3.57	1.73	48.59	3.79	2.51	66.20	0.22	0.613
10	3.35	1.58	47.11	3.99	3.63	91.03	0.64	0.962

Note: source – authors, M – mean, SD – standard deviation

Table 5. Characteristic of the dynamic balance in girls and boys aged 7–10 years

Years	March on the rosette of Měkota (number of steps)						d	t
	Girls			Boys				
	M	SD	V	M	SD	V		
7	2.14	1.37	64.14	2.58	1.75	67.83	0.44	2.081*
8	3.64	2.95	81.16	4.02	2.42	60.23	0.38	1.026
9	5.84	5.65	96.90	6.70	5.58	83.25	0.87	0.911
10	8.06	5.51	68.44	8.29	5.90	71.20	0.24	0.179

Note: source – authors, M – mean, SD – standard deviation, * – $p < 0.05$

The authors stated that the sense of direction, the static and the dynamic balance significantly increase, however between 9 and 10 years old the sexual dimorphism increase to the boys' advantage. The frequency of arm and leg movements and the simple reaction time of left and right arm improve at the same level regarding girls as well as boys. It is related to the fact that in the early education stage such processes take place – it is the improvement of manual movements due to the maturity of the motor cortex in the nerve centre and the improvement of

the functions of the nerve centre and muscle and joint systems.

High values from the standard deviations (SD), especially from variables (V) indicate the particular differentiation between humans regarding the static and the dynamic balance (Table 4, Table 5), the sense of direction (Table 6) and the frequency of arm movements (Table 7). On the other hand, the significant lower individual differentiation of the coordination motor skills is observed regarding the frequency of leg movements (Table 8) and the simple reaction time (Table 9, Table 10).

Table 6. Characteristics of sense of direction in girls and boys aged 7–10 years

Years	Difference in the achievement of the target when jumping up with blindfolding – 5 m distance (cm)						d	t
	Girls			Boys				
	M	SD	V	M	SD	V		
7	138.38	93.91	22.56	132.82	95.73	21.86	5.57	0.441
8	132.84	91.21	18.62	123.29	76.71	18.78	9.55	0.817
9	102.92	61.03	16.40	98.10	69.47	16.28	4.81	0.436
10	107.34	65.98	14.95	89.85	66.09	14.95	17.49	1.151

Note: source – authors, M – mean, SD – standard deviation

Table 7. Characteristics of the frequency of arm movements in girls and boys aged 7–10 years

Years	Time of touching circles with the use of fitter arm – 50 times (s) (Eurofit sample – “plate tapping”)						d	t
	Girls			Boys				
	M	SD	V	M	SD	V		
7	22.56	4.26	18.88	21.86	4.08	18.66	0.71	1.271
8	18.62	3.06	16.43	18.78	3.54	18.85	−0.17	0.364
9	16.40	2.39	14.60	16.28	3.05	18.71	0.12	0.253
10	14.95	1.71	11.44	14.95	2.02	13.49	0.00	0.003

Note: source – authors, M – mean, SD – standard deviation

Table 8. Characteristics of the simple reaction time of the right arm in girls and boys aged 7–10 years

Years	Sitting position on a chair – carrying a fitter leg above a prop of 20 cm height in 20 s time (number of cycles)						d	t
	Girls			Boys				
	M	SD	V	X	SD	V		
7	19.46	1.85	9.53	19.98	2.25	11.24	0.53	1.922
8	21.68	2.27	10.48	21.18	2.55	12.06	−0.51	1.514
9	23.15	2.23	9.65	22.87	2.55	11.16	−0.29	0.704
10	24.83	2.41	9.69	24.90	2.77	11.14	0.07	0.123

Note: source – authors, M – mean, SD – standard deviation

Table 9. Characteristics of the simple reaction time of the right arm in girls and boys aged 7–10 years

Years	Reaction time when catching the Dietrich baton with the use of the right arm (s)						d	t
	Girls			Boys				
	M	SD	V	M	SD	V		
7	2.74	0.24	8.85	2.70	0.26	9.67	0.04	1.214
8	2.62	0.28	10.49	2.59	0.28	10.74	0.03	0.817
9	2.56	0.32	12.55	2.50	0.38	15.06	0.06	1.080
10	2.59	0.25	9.77	2.49	0.35	14.08	0.11	1.852

Note: source – authors, M – mean, SD – standard deviation

Table 10. Characteristics of the simple reaction time of the left arm in girls and boys aged 7–10 years

Years	Reaction time when catching the Dietrich baton with the use of the left arm (s)						d	t
	Girls			Boys				
	M	SD	V	M	SD	V		
7	2.71	0.25	9.22	2.64	0.29	11.00	0.07	2.063*
8	2.65	0.28	10.55	2.57	0.31	11.99	0.08	1.886
9	2.52	0.37	14.57	2.49	0.35	13.95	0.03	0.507
10	2.62	0.26	9.81	2.51	0.29	11.73	0.11	2.223*

Note: source – authors, M – mean, SD – standard deviation, * – $p < 0.05$

Table 11. Analysis of variances of the coordination motor skills in children aged 7–10 years with the sex factor taken into consideration

	CMS	SS	df	MS	S	MS	F	p
Simple reaction time – right arm		0.1	1	0.1	14	0.06	1.474	0.2260
Simple reaction time – left arm		0.3	1	0.3	17	0.07	4.258	0.0402
Static balance		0.9	1	0.9	934	4.17	0.205	0.6515
Dynamic balance		10.7	1	10.7	556	2.48	4.332	0.0386
Sense of orientation		1751.6	1	1751.6	201442	8992.97	0.195	0.6593
Frequency of arm movements		28.1	1	28.1	3894	17.38	1.616	0.2050
Frequency of leg movements		15.7	1	15.7	952	4.25	3.694	0.0559

Note: values statistically significant marked in bold, source – authors, ss – sum of squares, df – degrees of freedom, MS – mean square

The sexual dimorphism within the CMS in children aged 10 years was not significant. Only, regarding the children aged 7 years, the simple reaction time of the left arm and the dynamic balance were diversified depending on the sex (Table 11). In both cases, better results were achieved by boys. If there were any differences, they were not important and not statistically significant (Table 11).

Discussion

The CMS classification is still open. From the point of view of physical education practitioners in children and youth, it is very important to simplify this classification. In the last years, many authors have listed the following specific coordination skills (i.e. Raczek, 1993, 2010; Mynarski, 1995; Raczek et al., 2003):

- kinesthetic differentiation,
- balance in motion,
- rate of reaction,
- motor adaptation and movement,
- temporal and spatial orientation,
- link between movements,
- rhythmization of movements,
- frequency of movements.

In the paper the authors only diagnosed some of the skills, possible to be assessed in the research: static balance, dynamic balance, sense of direction and frequency of movements. The CMS assessment was conducted with the participation in children of initial education. The authors considered a specificity of initial education period.

Such skills mostly develop in the time of the early education stage, therefore it is often called “sensitive period” (Raczek, 2010), however the building of such terms is very controversial in the literature. The authors noticed a big differentiation between children, which can indicate that a genetic factor is responsible for such skills. This observation is coherent with the research results achieved by Szopa et al. (1985) and by Mleczko (1991) who, based on numerous studies coming from family research, developed the heritability, which considers significant genetic determinants of such skills.

The results achieved clearly indicate that the sexual dimorphism of the coordination motor skills of children aged 7–10 years is not significant, without any particular tendency that any of the sex is dominant. The similar results were presented by other authors (Jopkiewicz et al., 2011; Kopecný, 2006; Mleczko, 1991; Raczek & Mynarski, 1992), who also applied experimental measurement methods for the assessment of these skills.

Conclusion

1. The CMS level in the initial education process (children aged 7–10 years) indicates little sexual dimorphism, but without any particular tendency that any of the sex (girls or boys) is dominant.

2. The start of the initial school education and the existence in its environment stimulate the CMS development in children. Between 7 and 10 years old, the frequency of the arm move-

ments increases significantly (ca. 33%), which is probably related to the educational process and the improvement of writing skills. The other CMS development (dynamic and static balance, sense of direction and frequency of leg movements) increase between 20–30%. The exception is the simple reaction time, which is conditioned genetically (ca. 6%).

Literature

- Fleishman, E. A. (1964). *The structure and measurement of physical fitness*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Gába, A., & Přidalová, M. (2013). Age-related changes in body composition in a sample of Czech women aged 18–89 years: a cross-sectional study. *European Journal of Nutrition*. doi: s00394-013-0514-x
- Grabowski, H., & Szopa, J. (1988). *Eurofit. Europejski Test Sprawności Fizycznej*. Kraków: Akademia Wychowania Fizycznego.
- Jopkiewicz, A., Przychodni, A., Jopkiewicz A. M., & Krzystanek, K. (2011). *Pozytywne wskaźniki zdrowia dzieci i młodzieży Szkolnej* (p. 141). Radom – Kielce: Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy.
- Kopecný, M. (2006). *Somatický a motorický vývoj 7 až 15letých chlapců a dívek v olomouckém regionu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Měkota, K. (1988). *Antropomotorika 2. Fotometrie a motodiagnostika*. Praha: SPN.
- Mleczko, E. (1991). *Przebieg i uwarunkowania rozwoju funkcjonalnego dzieci krakowskich między 7 a 14 rokiem życia*. Kraków: Akademia Wychowania Fizycznego.
- Mynarski, W. (1995). *Jeszcze raz o strukturze motoryczności. Antropomotoryka*. Kraków: Wydawnictwo AWF.
- Oktaba, W. (1980). *Elementy statystyki i metodologia doświadczalności*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Pilicz, S., & Demel, M. (1978). *Powszechna Karta Sprawności Fizycznej*. Warszawa: SiT.
- Raczek, J. (1993). *Koncepcja strukturalizacji i klasyfikacji motoryczności człowieka*. In W. Osiński (ed.), *Motoryczność człowieka – jej struktura, zmienność i uwarunkowania* (63–80). Poznań: Akademia Wychowania Fizycznego.
- Raczek, J. (2010). *Antropomotoryka. Teoria motoryczności człowieka w zarysie*. Warszawa: Wydawnictwo lekarskie PZWL.
- Raczek, J., & Mynarski, W. (1992). *Koordynacyjne zdolności motoryczne dzieci i młodzieży. Struktura wewnętrzna i zmienność osobnicza*. Katowice: Akademia Wychowania Fizycznego.
- Raczek, J., Mynarski, W., & Ljach, W. (2003). *Kształtowanie i diagnozowanie koordynacyjnych zdolności motorycznych*. Katowice: Akademia Wychowania Fizycznego.
- Szopa, J., Mleczko, E., & Cempela, J. (1985). *Zmienność oraz genetyczne i środowiskowe uwarunkowania podstawowych cech psychomotorycznych i fizjologicznych w populacji wielkomiejskiej w przedziale wieku 7–62 lat*. Kraków: Akademia Wychowania Fizycznego.

VLIV POUŽITÉHO TYPU BIOIMPEDANČNÍHO ANALYZÁTORU A REŽIMU MĚŘENÍ NA VÝSLEDNÉ HODNOTY PARAMETRŮ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U ADOLESCENTNÍ POPULACE

The effect of the used bioimpedance analyzer and measuring mode on the final values of the body composition parameters in adolescent population

Petr Kutáč

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

Abstract

The study compares the values of the body composition parameters that were measured by various devices and measuring modes using the BIA method. The objective of the study is to analyse the differences in the final values. The research included 79 soccer players with a high volume of training load and a low body fat representation ratio and 32 women representing regular population without any health issues. The measuring was executed using Tanita BC-418 MA and Nutriguard-MS analysers. The differences in the means of the monitored parameters were evaluated using a paired t-test. The Wilcoxon test was used for values with disruption of normality. In statistically significant differences in the mean, the practical significance was also verified using the effect of size.

The selection of the measuring mode using Nutriguard analysers had no effect on the final values. The differences between most of the monitored values found were not significant; if significance was demonstrated, then practical significance was not confirmed. The differences in the values measured were 0.12–0.17%, and for parameters in kilograms in the range from 0.04 to 0.30 kg. The Tanita analyser measurement method only affected resulting values for women who did not meet the condition of the volume of physical activity for using the Athletic regime. When comparing the resulting values measured using the Tanita analyser, significance was found in men for all compared parameters; substantive significance, however, was not demonstrated. The differences found did not exceed the optimal level of measurement error. For women, in addition to significance, a high substantive significance was also demonstrated. The differences in percentage values were for: body fat (BF) 4.75%, total body water (TBW) 3.49%, kilograms of BF 3.05 kg, TBW 2.23 kg and fat-free mass (FFM) 3.04 kg. The difference between the mean values measured using the Tanita and Nutriguard methods shows that Tanita estimates lower BF values, to which correspond higher values of TBW. The mean differences ascertained were significant in all cases, thus confirming high substantive significance. The differences in the values expressed in percentages ranged from 2.18 to 7.97%, and in kilograms from 3.55 to 6.12 kg, always depending on gender and the compared parameters. The substantive significance was moderate only in women when comparing the Standard mode with Nutriguard for values in kilograms. The differences ranged from 1.32 to 1.84 kg. It turns out that in the Nutriguard analyser reference file, they were probably not sporting individuals, and thus this analyser is not particularly suitable for measuring elite athletes with low fat percentage.

Key words: body fat, fat-free mass, total body water, difference final values, statistical significance, practical significance

Úvod

Hodnocení tělesného složení se hojně využívá nejen v populačních studiích (Siváková et al., 2013), klinické praxi (Bultink, Lems, Kostense, Dijkmans, & Voskuyl, 2005; McClung et al., 2006; Parikh et al., 2004), ale i v oblasti sportu, kde je v současnosti již nedílnou součástí funkční diagnostiky sportovců. Nejčastěji sledovanými parametry jsou podíl tělesného tuku, tělesné vody a tukuprosté hmoty (Gil, Ruiz, Irazusta, Gil, & Irazusta, 2007; Perez-Gomez et al., 2008; Rahimi, 2006; Roelants, Delecluse, Goris, & Verschueren, 2004; Silvestre et al., 2006). Jedná se o složky tělesné hmotnosti, jejichž hodnoty a změny mohou sloužit nejen jako ukazatele zdravotního stavu jedince, ale v oblasti sportu umožňují sledovat vliv tréninku na organismus nebo připravenost organismu na zátěž (McArdle, Katch, & Katch, 2007). V terénní praxi a tedy i v diagnostice sportovců se velmi často používají přístroje využívající princip bioelektrické impedance (BIA). Nabídka těchto přístrojů je velmi široká a neustále se rozšiřuje. I když všechny tyto přístroje využívají pro měření stejnou metodu (BIA), liší se v řadě parametrů. Pro měření využívají rozdílné frekvence, rozdílný počet elektrod a elektrický proud může procházet různými částmi těla (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Je tedy zřejmé, že i výsledky naměřené různými přístroji se s velkou pravděpodobností mohou lišit. Znalost rozdílu výsledných hodnot je velmi důležitá zejména při srovnání naměřených hodnot s výsledky jiných studií nebo s tzv. normovými hodnotami. Tyto bývají prezentovány v odborné literatuře, kdy jedinou informací o získaných hodnotách je použití metody BIA (Heyward & Wagner, 2004; Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004; McArdle, Katch, & Katch, 2007). Jelikož jsou jak rovnice použité v softvarech přístrojů, tak informace o referenčních souborech nedostupné, jedinou možností jak porovnat výsledky a postihnout případné rozdíly mezi analyzátory, je realizovat takové srovnávací měření v praxi.

Mezi běžně užívané analyzátory patří Tanita BC-418 MA a Nutriguard-MS. Tyto přístroje se liší nejen v použitých frekvencích pro měření, ale výrobci u těchto přístrojů nabízejí i různé režimy měření. U přístroje Tanita se jedná o režim Athletic, který je určen pro sportující jedince starší 17 let, jejichž týdenní objem pohybové aktivity dosáhl 10 a více hodin. Pro jedince, jejichž objem týdenní pohybové aktivity této hodnoty nedosáhl nebo jsou mladší 17 let, je určen režim Standard. Jelikož výrobce neuvádí způsob a rozdíly ve výpočtu v jednotlivých režimech, není možné případné rozdíly odvodit. V diagnostické praxi pak nastává problém při zvýšení objemu pohybové aktivity nebo věku měřené osoby. Když měřená osoba při opakovaném měření splní kritéria pro použití režimu Athletic místo Standard, nevíme, zda můžeme naměřené hodnoty porovnat a zda zjištěné rozdíly jsou způsobeny vnější intervencí (např. tréninkovým programem) nebo jen změnou režimu měření. U přístroje Nutriguard-MS jsou nabízeny rovněž dva režimy měření (Normal, Ideal). Problémem je nejen chybějící způsob výpočtu výsledků, ale také velmi nejasná specifikace pro výběr vhodného režimu měření. Výrobce pouze uvádí, že režim Ideal je vhodný pro sportující jedince.

Cíl

Cílem studie je analýza rozdílů výsledných hodnot tělesného složení mezi různými režimy měření stejných analyzátorů a mezi analyzátory s rozdílnou frekvencí.

Metodika

Charakteristika souboru

Do studie bylo zařazeno 80 mužů ($22,82 \pm 2,86$ let) a 32 žen ($21,19 \pm 1,38$ let). U mužů se jednalo o hráče kopané hrající

ci nejvyšší juniorskou soutěž a 1. a 2. ligu dospělých. Všichni jedinci splňovali podmínku objemu tréninkového zatížení pro použití režimu Athletic u přístroje Tanita BC-418 MA. Objem se pohyboval v rozmezí 11–14 hodin za týden. Zjištěné hodnoty vycházejí z rozpisu tréninkových plánů jednotlivých testovaných týmů. Ženy byly vysokoškolské studentky bez zdravotních obtíží. U žen nebyla splněna podmínka objemu tréninkového zatížení v rozsahu 10 více hodin za týden (nejednalo se vrcholové sportovce) pro použití režimu měření Athletic.

Realizace měření

U všech probandů bylo realizováno měření tělesného složení bioimpedančním analyzátelem Nutriguard-MS (DataInput, Německo) a Tanita BC-418 MA (Tanita corporation, Japonsko). Nutriguard-MS je tetrapolární bioimpedanční analyzátor, využívající pro měření frekvenci 100 kHz. Pro měření se využívají 4 nalepovací elektrody, 2 se nalepují na ruku (zápěstí – mezi processus styloideus ulnae et radii hlavička 3. metacarpu) a 2 na nohu (mezi kotníky – malleolus lateralis et medialis, hlavička 2. metatarsu). Měření probíhá vleže. Tanita BC-418 MA je tetrapolární bioimpedanční váha využívající pro měření frekvenci 50kHz. Bodové dotykové elektrody jsou umístěny pro horní končetiny v madlech a pro dolní končetiny v platformách, na které se měřený postaví. Měření probíhá ve stoji. Všichni probandi byli u obou analyzátorů měření všemi režimy měření. Měření probíhalo za striktního dodržení všech zásad pro standardní měření, vždy v ranních hodinách. Nejprve byl proband opakovaně změřen analyzátelem Tanita BC-418 MA a poté analyzátelem Nutriguard-MS. Při opakovaném měření přístrojem Nutriguard nebyly probandům přelepovány elektrody, aby nedošlo k případnému zkreslení výsledku. Všechna měření realizoval stejný pracovník s dlouholetou praxí. Analyzátelem Tanita byly měřeny a hodnoceny všechny parametry, které tento analyzátor umožňuje měřit. Jednalo se o podíl zastoupení tělesného tuku (BF), celkové tělesné vody (TBW) a tukuprosté hmoty (FFM), z BIA parametrů celková impedance (Z). Analyzátelem Nutriguard byly měřeny stejné parametry, navíc jednotlivé složky TBW (extracelulární a intracelulární voda) a FFM (extracelulární a intracelulární hmota). Z BIA pa-

rametrů to byly vedle celkové impedance (Z) rovněž rezistence (R), reaktance (Xc) a fázový úhel (ϕ).

Statistické zpracování dat

Odlehlá pozorování byla identifikována pomocí boxplotů. Zjištěná odlehlá pozorování byla ze souboru vyřazena. Jednalo se o 1 muže. S tímto probandem již nebylo ve studii počítáno a není tedy uveden ani v četnostech. Normalita rozdělení byla posouzena pomocí Shapiro-Wilk testu. U parametrů, kde nebylo zjištěno narušení normality rozdělení, byla u každé metrické hodnoty charakterizována míra polohy (aritmetický průměr) a míra variability (směrodatná odchylka). Pro posouzení rozdílů průměrů byl použit párový t-test. U statisticky významných rozdílů byla pro posouzení věcné významnosti výsledků průměrů a směrodatných odchylek použita velikost účinku podle

$$\text{Cohena: } d = \frac{M_1 - M_2}{SD}, \text{ kde } SD = \sqrt{\frac{n_1 \times SD_1^2 + n_2 \times SD_2^2}{n_1 + n_2}}$$

(M_1, M_2 – průměrné hodnoty souborů, n_1, n_2 – četnosti souborů, S_1, S_2 – směrodatné odchylky souborů).

Doporučení pro velikost účinku podle Cohena d :

0,2 = malá změna;

0,5 = střední změna;

0,8 = velká změna (Cohen, 1988).

U parametrů, kde bylo zjištěno narušení normality rozdělení, byl pro vyjádření míry polohy použit medián. Pro posouzení rozdílů mediánů byl použit neparametrický Wilcoxonův párový test. U statisticky významných rozdílů mediánů nebyla věcná významnost posuzována. Pro vyjádření míry korelace mezi výsledky jednotlivých měření u sledovaných parametrů byl použit Pearsonův korelační koeficient (r) (Thomas, Nelson, & Silverman, 2005). Hladina statistické významnosti byla zvolena u všech použitých testů na hladině $\alpha = 0,05$. Statistické zpracování výsledků bylo provedeno pomocí programu SPSS Statistic 21.0.

Výzkum byl schválen etickou komisí Pedagogické fakulty Ostravské univerzity v Ostravě. Všichni účastníci výzkumu (jejich zákonní zástupci) podepsali informovaný souhlas.

Tabulka 1. Základní antropometrické parametry

Parametr	Muži (n = 79) M ± SD	Ženy (n = 32) M ± SD
Tělesná výška (cm)	181,00 ± 5,63	170,61 ± 7,23
Tělesná hmotnost (kg)	77,38 ± 6,93	62,19 ± 6,44
BMI (kg/m ²)	23,58 ± 2,11	21,49 ± 1,37

Poznámka: BMI – body mass index, n – četnost souboru, M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka

Výsledky

Ve výsledkové části jsou prezentovány vedle zjištěných hodnot sledovaných parametrů, také jejich rozdíly včetně výsledků signifikance a věcné významnosti. Pozornost je věnována rovněž korelaci mezi výslednými hodnotami.

Z výsledků Shapiro-Wilk testu je zřejmé, že normalita rozdělení byla narušena pouze u hodnot fázového úhlu ($p < 0,05$). U všech ostatních parametrů bylo zjištěno normální rozdělení naměřených hodnot.

Průměrné hodnoty základních antropometrických parametrů a z nich odvozený body mass index u námi sledovaných probandů prezentuje tabulka 1. Hodnoty tělesné hmotnosti byly použity z měření na Tanitě BC-418 MA. Naměřená hodnota tělesné hmotnosti není závislá na režimu měření.

Námi sledované muže i ženy můžeme s ohledem na průměrné hodnoty BMI označit za proporcionální jedince. Jejich průměrné hodnoty BMI jsou podle WHO (Global Database

on Body Mass Index, 2006) v normě a ukazují, že průměrné hodnoty tělesné hmotnosti odpovídají průměrným hodnotám jejich tělesné výšky.

Muži

Průměrné hodnoty sledovaných parametrů naměřené jednotlivými analyzáteři a režimy měření jsou prezentovány v tabulce 3. Součástí je rovněž porovnání rozdílů naměřených hodnot mezi různými režimy měření téhož analyzátoru.

Při srovnání naměřených hodnot sledovaných parametrů naměřenými režimy měření Athletic a Standard analyzáteřem Tanita (Tabulka 2) byly u všech parametrů zjištěny signifikantní rozdíly (u impedance $p < 0,05$, u ostatních parametrů $p < 0,001$). Vzhledem k nízkým hodnotám věcné významnosti ($d = 0,02–0,25$) však tyto rozdíly nepovažujeme za významné.

Při srovnání výsledných hodnot naměřených režimy měření Ideal a Normal analyzáteřem Nutriguard (Tabulka 2) byly sig-

Tabulka 2. Srovnání výsledných hodnot sledovaných parametrů mezi různými režimy měření stejného přístroje a popisná charakteristika – muži ($n = 79$)

Tanita BC-418 MA					
Parametr	Athletic M ± SD	Standard M ± SD	Dif (Athletic – Standard)	d	r
BF (kg)	8,66 ± 3,46	9,33 ± 3,66	-0,67***	0,18	0,970
BF (%)	10,95 ± 3,47	11,86 ± 3,80	-0,91***	0,25	0,950
TBW (kg)	50,31 ± 4,90	49,84 ± 5,10	+0,47***	0,09	0,993
TBW (%)	65,19 ± 2,54	64,53 ± 2,77	+0,66***	0,24	0,949
FFM (kg)	68,73 ± 6,68	68,08 ± 6,97	+0,65***	0,09	0,993
Z (Ω)	537,89 ± 50,68	539,39 ± 52,12	-1,50*	0,02	0,994
Nutriguard-MS					
Parametr	Ideal M ± SD	Normal M ± SD	Dif (Ideal – Normal)	d	r
BF (kg)	14,78 ± 4,08	15,08 ± 4,70	-0,30 ^{ns}	–	0,982
BF (%)	18,92 ± 3,84	19,09 ± 4,11	-0,17 ^{ns}	–	0,977
TBW (kg)	45,84 ± 4,77	45,72 ± 4,61	+0,12 ^{ns}	–	0,990
ECW (kg)	18,52 ± 2,90	18,37 ± 2,72	+0,15 ^{ns}	–	0,928
ICW (kg)	27,18 ± 2,53	27,22 ± 2,31	-0,04 ^{ns}	–	0,947
TBW (%)	59,36 ± 2,82	59,24 ± 3,03	+0,12 ^{ns}	–	0,977
FFM (kg)	62,62 ± 6,52	62,45 ± 6,30	+0,17 ^{ns}	–	0,991
ECM (kg)	26,90 ± 3,03	26,78 ± 2,89	+0,12*	0,04	0,990
BCM (kg)	35,59 ± 4,11	35,57 ± 3,90	+0,02 ^{ns}	–	0,913
ECM/BCM	0,76 ± 0,06	0,75 ± 0,06	+0,01*	0,16	0,987
Z (Ω)	471,77 ± 49,10	473,53 ± 49,53	-1,30*	0,02	0,997
R (Ω)	468,87 ± 49,20	470,13 ± 49,57	-1,26*	0,02	0,998
Xc (Ω)	52,10 ± 6,19	52,45 ± 6,64	-0,35 ^{ns}	–	0,921
Medián					
φ (°)	7,20	7,20	M _{0,00} ^{ns}	–	0,986

Poznámka: BF – tělesný tuk; TBW – celková tělesná voda; ECW – extracelulární voda; ICW – intracelulární voda; FFM – tukuprostá hmota; ECM – extracelulární hmota; BCM – intracelulární hmota; Z – impedance; R – rezistence; Xc – reaktance; φ – fázový úhel; M – aritmetický průměr; SD – směrodatná odchylka; Dif – rozdíl průměru (^MMediánu); d – věcná významnost (Cohenovo d); r – Pearsonův korelační koeficient; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$; ^{ns} – statisticky nevýznamný rozdíl

Tabulka 3. Srovnání výsledných hodnot sledovaných parametrů mezi analyzátory a popisná charakteristika – muži ($n = 89$)

Analýzátor	Parametr	Dif	d	r
Tanita Athletic – Nutriguard Ideal	BF (%)	-7,97***	2,17	0,884
	BF (kg)	-6,12***	1,61	0,940
	TBW (%)	+5,83***	2,17	0,884
	TBW (kg)	+4,47***	0,92	0,978
	FFM (kg)	+6,11***	0,92	0,978
	Z (Ω)	+66,12***	1,32	0,969
Tanita Standard – Nutriguard Ideal	BF (%)	-7,06***	1,84	0,893
	BF (kg)	-5,45***	1,40	0,934
	TBW (%)	+5,17***	1,84	0,890
	TBW (kg)	+4,00***	0,81	0,979
	FFM (kg)	+5,46***	0,80	0,979
	Z (Ω)	+67,62***	1,36	0,967

Poznámka: BF – tělesný tuk; TBW – celková tělesná voda; FFM – tukuprostá hmota; Z – impedance; Dif – rozdíl průměru; d – věcná významnost (Cohenovo d); r – Pearsonův korelační koeficient, *** – $p < 0,001$

nifikanční rozdíly zjištěny pouze u ECM, ECM/BCM, impedance a rezistence ($p < 0,05$). S ohledem na nízké hodnoty věcné významnosti ($d = 0,02$ – $0,16$) ani u těchto parametrů nebyly rozdíly významné. Signifikanční rozdíl v hodnotách impedance je odrazem signifikantního rozdílu rezistence, neboť platí rovnice pro výpočet impedance: $Z = \sqrt{R^2 + Xc^2}$ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). U fázového úhlu (ϕ) jsme s ohledem na narušení normality rozdělení, srovnávali pomocí neparametrického Wilcoxonova testu mediány. Rozdíl se ukázal statisticky nevýznamný.

Korelační závislost vyjádřena r mezi výslednými hodnotami naměřenými režimy měření Athletic – Standard a Ideal – Normal (Tabulka 2) je vysoká a ve všech případech překračuje hodnotu 0,9 ($r = 0,913$ – $0,998$). Tyto hodnoty vysvětlují 83–99 % variability výsledků. Na náhodnost tak zůstává pouze 17–1 %.

Takovouto těsnost můžeme označit za velmi vysokou (Triola, 1989).

Pro srovnání naměřených hodnot mezi analyzátory jsme mohli použít pouze ty parametry, které měří oba analyzátory (BF, TBW, FFM a impedance). Vzhledem k tomu, že u srovnávaných parametrů nebyly mezi režimy měření přístroje Nutriguard zjištěny žádné signifikantní rozdíly (kromě impedance), srovnávali jsme výsledky naměřené režimy měření z Tanity pouze z režimem měření Ideal přístroje Nutriguard. Tento režim byl vybrán z důvodu doporučení výrobce pro sportující jedince (i když je toto doporučení velmi obecné).

Při srovnání naměřených hodnot mezi režimy měření analyzátoru Tanita a analyzátozem Nutriguard (Tabulka 3) byly u všech parametrů zjištěny statisticky významné rozdíly ($p < 0,001$). Rovněž věcná významnost vyjádřena Cohenovým

Tabulka 4. Srovnání výsledných hodnot sledovaných parametrů mezi různými režimy měření stejného přístroje a popisná charakteristika – ženy ($n = 32$)

Tanita BC-418 MA					
Parametr	Athletic M ± SD	Standard M ± SD	Dif (Athletic – Standard)	d	r
BF (kg)	11,91 ± 2,52	14,96 ± 3,50	–3,05***	1,00	0,935
BF (%)	19,03 ± 2,89	23,78 ± 3,60	–4,75***	1,45	0,857
TBW (kg)	36,81 ± 3,51	34,58 ± 2,59	+2,23***	0,72	0,983
TBW (%)	59,27 ± 2,11	55,78 ± 2,61	+3,49***	1,47	0,855
FFM (kg)	50,29 ± 3,54	47,25 ± 3,54	+3,04***	0,72	0,983
Z (Ω)	667,52 ± 44,97	663,33 ± 42,74	+4,19 ^{ns}	–	0,876
Nutriguard-MS					
Parametr	Ideal M ± SD	Normal M ± SD	Dif (Ideal – Normal)	d	r
BF (kg)	16,90 ± 3,41	16,76 ± 3,37	+0,14 ^{ns}	–	0,982
BF (%)	26,96 ± 3,40	26,79 ± 3,53	+0,17 ^{ns}	–	0,967
TBW (kg)	33,16 ± 2,81	33,26 ± 3,06	–0,10 ^{ns}	–	0,990
ECW (kg)	12,34 ± 1,92	12,40 ± 2,05	–0,06 ^{ns}	–	0,988
ICW (kg)	20,81 ± 0,93	20,87 ± 1,03	–0,06 ^{ns}	–	0,977
TBW (%)	53,46 ± 2,51	53,60 ± 2,60	–0,14 ^{ns}	–	0,966
FFM (kg)	45,30 ± 3,84	45,41 ± 4,15	–0,11 ^{ns}	–	0,990
ECM (kg)	21,44 ± 2,02	21,49 ± 2,31	–0,05 ^{ns}	–	0,937
BCM (kg)	23,87 ± 2,54	23,94 ± 2,46	–0,07 ^{ns}	–	0,995
ECM/BCM	0,90 ± 0,09	0,90 ± 0,09	0,00 ^{ns}	–	0,926
Z (Ω)	601,93 ± 45,99	600,80 ± 43,07	+1,13 ^{ns}	–	0,969
R (Ω)	599,00 ± 47,05	597,76 ± 44,1	+1,24 ^{ns}	–	0,966
Xc (Ω)	59,00 ± 6,99	60,14 ± 5,79	–1,14 ^{ns}	–	0,901
Medián					
φ (°)	6,10	6,10	M0,00 ^{ns}	–	0,912

Poznámka: BF – tělesný tuk; TBW – celková tělesná voda; ECW – extracelulární voda; ICW – intracelulární voda; FFM – tukuprostá hmota; ECM – extracelulární hmota; BCM – intracelulární hmota; Z – impedance; R – rezistence; Xc – reactance; φ – fázový úhel; M – aritmetický průměr; SD – směrodatná odchylka; Dif – rozdíl průměru (^{ns}Mediánu); d – věcná významnost (Cohenovo d); r – Pearsonův korelační koeficient; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$; ^{ns} – statisticky nevýznamný rozdíl

Tabulka 5. Srovnání výsledných hodnot sledovaných parametrů mezi analyzátory a popisná charakteristika – ženy ($n = 32$)

Analýzátor	Parametr	Dif	d	r
Tanita Athletic – Nutriguard Ideal	BF (%)	–7,76***	2,40	0,842
	BF (kg)	–4,81***	1,62	0,943
	TBW (%)	+5,67***	2,39	0,854
	TBW (kg)	+3,55***	1,07	0,943
	FFM (kg)	+4,88***	1,08	0,944
	Z (Ω)	+66,72***	1,51	0,898
Tanita Standard – Nutriguard Ideal	BF (%)	–3,01***	0,84	0,884
	BF (kg)	–1,80***	0,52	0,954
	TBW (%)	+2,18***	0,83	0,883
	TBW (kg)	+1,32***	0,51	0,975
	FFM (kg)	+1,84***	0,51	0,975
	Z (Ω)	+62,53***	1,45	0,915

Poznámky: BF – tělesný tuk; TBW – celková tělesná voda; FFM – tukuprostá hmota; Z – impedance; Dif – rozdíl průměru; d – věcná významnost (Cohenovo d); r – Pearsonův korelační koeficient; *** – $p < 0,001$

d byla vysoká. Ve všech případech dosáhla nebo překročila hodnotu 0,8 ($d = 0,80–2,17$).

Hodnoty korelační závislosti vyjádřené r byly vysoké (Tabulka 3). U parametrů vyjádřených v kilogramech a u impedance se pohybovaly v rozmezí 0,934–0,979, což představuje velmi vysokou těsnost, neboť vysvětlují 87–95 % rozptylu výsledků. U hodnot vyjádřených v procentech (BF a TBW) je těsnost nižší, stále ji však můžeme označit za velkou, je vysvětleno 78–79 % rozptylu výsledků ($r = 0,884–0,893$).

Ženy

Průměrné hodnoty sledovaných parametrů, které byly naměřeny jednotlivými režimy měření, včetně srovnání výsledků v rámci měření stejnými analyzátory prezentuje tabulka 4.

Při srovnání naměřených hodnot sledovaných parametrů,

které byly naměřeny režimem měření Athletic a Standard analyzátozem Tanita (Tabulka 4), byly stejně jako u mužů zjištěny u všech parametrů signifikantní rozdíly ($p < 0,001$). Jediný nesignifikantní rozdíl byl zjištěn u impedance. Na rozdíl od mužů (Tabulka 2) však i ověření věcné významnosti, potvrdilo významný rozdíl ($d = 0,72–1,47$).

I u srovnání rozdílů výsledných hodnot mezi režimy měření Ideal a Normal analyzátozem Nutriguard (Tabulka 4) byly výsledky signifikance obdobné jako u mužů (Tabulka 3). Ani u jednoho parametru nebyly zjištěny signifikantní rozdíly. Proto jsme již neprováděli ověření věcné významnosti.

U analyzátozem Nutriguard byla korelační závislost velmi vysoká u všech sledovaných parametrů. Hodnota r se pohybovala v rozmezí 0,901–0,995 (Tabulka 4) a vysvětlovala tak 81–99 % variability výsledků, což je velmi vysoká těsnost. U analyzátozem

Tanita se hodnoty r procentuálního podílu BF, TBW a u hodnot impedance pohybují v rozmezí 0,855–0,876 (Tabulka 4) a vysvětlují tak 73–76 % variability rozptylů, což je označováno jako těsnost velká (Triola, 1989). U ostatních parametrů, které jsou vyjádřeny v kilogramech, byla hodnota r (0,935–0,983) opět velmi vysoká, vyjadřující velmi vysokou těsnost výsledků (87–96 % variability výsledků).

Vzhledem k tomu, že u srovnávaných parametrů nebyly mezi režimy přístroje Nutriguard zjištěny žádné signifikantní rozdíly, srovnávali jsme výsledky naměřené režimy měření z Tanity pouze s režimem měření Normal analyzátoru Nutriguard. Tento režim byl vybrán z důvodu doporučení výrobce pro nesportující jedince (i když je toto doporučení velmi obecné).

Stejně jako u mužů (Tabulka 4) byly i u žen zjištěné rozdíly mezi výslednými hodnotami sledovaných parametrů ve všech případech signifikantní ($p < 0,001$) (Tabulka 5). U mužů však byly rozdíly mezi průměrnými hodnotami při srovnání režimů měření analyzátoru Tanita (Athletic a Standard) s analyzátozem Nutriguard obdobné, o čemž svědčí i hodnoty Cohenova d (Tabulka 3). U žen byly rozdíly mezi výsledky režimu měření Athletic (Tanita) a analyzátoru Nutriguard výrazně vyšší ($d = 1,08$ – $2,40$) než při srovnání s režimem měření Standard (Tanita) (Tabulka 5). Při srovnání výsledků naměřených režimem Standard a analyzátozem Nutriguard, se hodnoty Cohenova d pohybovaly v rozmezí 0,51–0,84. Za vysokou věcnou významnost tak můžeme považovat jen rozdíl v průměrných hodnotách procentuálního podílu BF a TBW. Rozdíly průměrných hodnot u ostatních parametrů byly s ohledem na velikost Cohenova d jen střední. Jedinou výjimkou byly hodnoty impedance. V obou případech byly na stejné úrovni ($d = 1,45$ – $1,51$).

Stejně jako u mužů byla zjištěna u parametrů vyjádřených v kilogramech a u impedance vysoká těsnost. Hodnoty r (0,898–0,975) vysvětlují 80–95 % rozptylů výsledků. Hodnoty vyjádřené v procentech (BF, TBW) vysvětlují 70–78 % rozptylu výsledků ($r = 0,842$ – $0,884$), což je považováno za velkou těsnost (Triola, 1989).

Diskuse

Při posuzování zjištěných rozdílů hodnot sledovaných parametrů naměřených různými přístroji je nutné vycházet jak ze znalosti chyby měření používané metody, tak rozpětí hodnot sledovaných parametrů u dané skupiny probandů. Pokud tyto rozdíly nepřekračují uvedenou chybu měření nebo nevedou k rozdílným interpretacím výsledků, nemusíme je pak považovat za významné. Při hodnocení procentuálního zastoupení tělesného tuku je u metody bioelektrické impedance jako optimální velikost chyby uváděna hodnota do 2 %. Přístroje s touto chybou měření jsou považovány za velmi přesné (Heyward & Wagner, 2004). Při posuzování rozdílů průměrných hodnot, při opakovaném měření stejným analyzátozem v různých režimech měření, byla tato mezní hodnota optimální velikosti chyby překročena pouze u žen mezi režimy měření analyzátoru Tanita (Athletic – Standard). I když u mužů rozdíl v průměrných hodnotách naměřených režimem Athletic a Standard (Tanita) uvedenou hranici 2 % nepřekročil, při podrobné analýze bylo překročení této hodnoty zjištěno u 9 (11,39 %) z nich. Rozdíly mezi průměrnými hodnotami naměřenými analyzátozem Tanita a Nutriguard překročily tuto hranici u všech sledovaných probandů. Sledovaní muži byli hráči kopané. U hráčů kopané je v odborných studiích uváděno rozpětí zastoupení tělesného tuku v úrovni 8–12 % v závislosti na použité metodě a postu hráče (Arroyo, Gonzalez-de-Suso, Sanchez, Ansotegui, & Rocandio, 2008; Osotojic, 2003; Rico-Sanz, 1998; Silvestre, West, Maresh, & Kraemer, 2006). Hranice 12 % tuku byla překročena při použití režimu měření Athletic (Tanita) u 29 sledovaných mužů (36,70 %), režimu měření Standard (Tanita) u 37 mužů (46,83 %) a při použití analyzátoru Nutriguard u 75 mužů

(94,93 %). Z výsledků je patrné, že v případě interpretace získaných výsledků by došlo k výrazně rozdílnému hodnocení. Podle přístroje Tanita by hodnoty většiny hráčů odpovídaly hodnotám elitních hráčů kopané, které jsou uváděny v odborných studiích, zatímco podle hodnot přístroje Nutriguard by se téměř u všech hráčů jednalo o zvýšený podíl tukové složky. Sledované ženy byly vysokoškolské studentky bez zdravotních obtíží. V odborné literatuře je uváděna střední hodnota podílu tukové složky pro mladé ženy v úrovni 25 % (McCardle, Katch, & Katch, 2007). Těto hodnotě odpovídají i průměrné hodnoty mladých žen ve studiích zabývajících se tělesným složením této skupiny populace při použití metody BIA (Daňková, Cvičelová, & Siváková, 2013; Görner, Boraczyński, & Štihec, 2009; Nazmi, Irfan, Osman, & Serdar, 2011; Weaver, Hill, Andreacci, & Dixon, 2009). S ohledem na tyto hodnoty budeme považovat za mezní hodnotu pro optimální podíl tuku hranici 25 %. Tato hodnota nebyla překročena u žádné ženy při použití režimu měření Athletic (Tanita). Při použití měřicího režimu Standard (Tanita) byla překročena u 13 žen (40,62 %) a při použití analyzátoru Nutriguard u 21 žen (65,62 %). I u žen je tedy patrné, že podle analyzátoru Tanita je u více žen hodnocen podíl tukové složky jako optimální. Velikosti rozdílů v průměrných hodnotách procentuálního podílu BF, které byly zjištěny mezi použitými analyzátozem a u žen dokonce mezi režimy měření stejného analyzátoru (Tanita), nebyl nalezen mnohdy ani při komparaci průměrných hodnot, při měření různými metodami. Při srovnání hodnot podílu tuku mezi metodou BIA a DXA rozdíly průměrných hodnot nepřekročily 2,7 % (Gupta, Balasekaran, Victor, Hwa, & Shun, 2011; Kutáč, Gajda, Přidalová, & Šmajstrla, 2008; Mojtahedi, Valentine, & Evans, 2009; Trutschnigg et al., 2008). Při srovnání BIA s antropometrickými metodami nepřekročily rozdíly průměrných hodnot 7,7 % (Kutáč & Gajda, 2009; Mojtahedi, Valentine, & Evans, 2009; Rutherford, Diermer, & Scott, 2011).

U zastoupení tukuprosté hmoty (FFM) je za optimální chybu měření považováno rozmezí 2,0–2,5 kg (Heyward & Wagner, 2004). Při posouzení rozdílů průměrných hodnot, při opakovaném měření stejným analyzátozem v různých režimech měření, byla mezní hodnota 2,5 kg překročena pouze u žen mezi režimy měření analyzátoru Tanita (Athletic – Standard). V ostatních případech byly rozdíly výrazně nižší, o čemž svědčí i nízké hodnoty Cohenova d (Tabulka 2, 4). Při srovnání rozdílů průměrných hodnot mezi různými analyzátozem nebyla uvedena hodnota překročena pouze u žen mezi režimem měření Standard (Tanita) a analyzátozem Nutriguard. I přesto bylo při podrobné analýze výsledků zjištěno překročení této hodnoty u 4 žen (12,50 %). Stejně jako u podílu BF jsou zjištěné rozdíly výrazně vyšší než uvádějí studie zabývající se komparací výsledných hodnot tělesného složení při použití různých metod. Na příklad rozdílů v podílu FFM při srovnání metody BIA a DXA nepřekročily hodnotu 2,16 kg (Gupta, Balasekaran, Victor, Hwa, & Shun, 2011; Trutschnigg et al., 2008).

Třetím srovnávaným parametrem je podíl celkové tělesné vody (TBW) na celkové tělesné hmotnosti jedince. Dostatečná hydratace organismu je podmínkou pro zachování fyziologických funkcí člověka a má tedy bezprostřední vliv na zdraví jedince. Nedostatek tělesné vody (dehydratace organismu) je proto příčinou snížení výkonnosti jedince a v extrémních případech vede dokonce ke smrti. Již při poklesu o 2 až 3 % dochází podle odborné literatury k výraznému snížení výkonnosti u pohybových aktivit (García-Jiménez, Yuste, & García-Pellicer, 2011; Hamouti, Del Coso, Estevez, & Mora-Rodriguez, 2010; Maughan & Shirreffs, 2010; Wilmore, Costill, & Kenney, 2008). Při poklesu v rozmezí 3–5 % se objevují záživací obtíže při cvičení, svalové křeče a při hodnotách překračujících 7 % dokonce nebezpečí kolapsu (Beachle & Earle, 2008; Burke, 2007; Oppiliger & Bartok, 2003; Montain, 2008). Dostatečné hod-

noty zastoupení tělesné vody je v literatuře u mužů uváděno v úrovni 59–63 % a u žen 51–53 % (Ganong, 1995; Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004; McArdle, Katch, & Katch, 2007; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Z tohoto pohledu můžeme konstatovat, že průměrné hodnoty naměřené oběma přístroji u mužů i žen odpovídají těmto normovým hodnotám. Při podrobné analýze se ukázalo, že u mužů se při měření analyzátozem Tanita pod hodnotu 59 % nedostal ani jeden proband, ale při měření analyzátozem Nutriguard se jednalo o 37 jedinců (46,83 %). U žen při měření analyzátozem Tanita stejně jako u mužů nebyla nižší než normová hodnota (51 %) zjištěna u žádné probandky a u analyzátozu Nutriguard se jednalo jen o 6 žen (18,75 %). Při srovnání průměrných hodnot naměřených stejnými analyzátozy v různých režimech měření byl rozdíl větší než 3 % zjištěn pouze u žen. Jednalo se o režimy měření analyzátozu Tanita. Úroveň rozdílu 3 % byla překročena u 18 žen (56,25 %), 5 procentní rozdíl byl překročen u 6 žen (18,75 %). Při srovnání průměrných hodnot, které byly naměřeny rozdílnými analyzátozy, byl zjištěn rozdíl větší než 5 %. Výjimkou bylo srovnání průměru u žen mezi režimem měření Standard (Tanita) a analyzátozem Nutriguard, který byl pod úrovní 3 %. Detailní analýza výsledků ukázala, že rozdíl 3 % TBW byl překročen při srovnání měření Athletic (Tanita) – Nutriguard u 78 mužů (98,73 %) a 29 žen (90,62 %), u měření Standard (Tanita) – Nutriguard u 74 mužů (93,67 %) a 6 žen (18,75 %). Rozdíl 5 % TBW byl překročen při srovnání měření Athletic (Tanita) – Nutriguard u 62 mužů (78,48 %) a 26 žen (81,25 %), u měření Standard (Tanita) – Nutriguard u 42 mužů (53,16 %) a u žádné ženy. Větší rozdíl než 7 % TBW byl zjištěn mezi měřením režimem Athletic (Tanita) – Nutriguard u 15 mužů (18,98 %) a u 7 žen (21,87 %), u měření Standard (Tanita) – Nutriguard se jednalo pouze o 2 muže (2,53 %). Jak je z výsledků patrné, u řady probandů se ukazuje, že v případě záměny analyzátozu nebo dokonce jen režimu měření (v případě Tanity) bychom se mohli dopustit velmi zavádějícího hodnocení výsledných hodnot.

Zjištěné hodnoty korelačních koeficientů r korespondují s hodnotami, které jsou uváděny ve studiích zabývajících se reliabilitou měření tělesného složení metodou BIA (Kettaneh et al., 2005; Kilduff, Lewis, & Kingsley, 2007; Lubans et al., 2011; Macfarlane, 2007).

Omezení studie

Jsmo si vědomi toho, že výsledky této studie mohou být ovlivněny zejména počtem diagnostikovaných osob. Proto považujeme tuto studii za pilotní, jejíž výsledky by mohly být jak podkladem pro širší výzkum u námi sledovaných skupin populace, tak také impulsem pro výzkum i u jiných skupin populace. Výsledky jsou platné pro konkrétní populační skupiny adolescentů.

Závěry

Volba režimu měření u analyzátozu Nutriguard-MS neměla vliv na výsledné hodnoty sledovaných parametrů. Zjištěné rozdíly jak u mužů, tak u žen nebyly statisticky ani věcně významné.

U analyzátozu Tanita BC-418 MA se vliv použitého režimu projevil zejména u žen, které nesplňovaly podmínku (objem pohybové aktivity) pro volbu režimu Athletic. Statisticky významné rozdíly mezi průměrnými hodnotami byly zjištěny i u mužů, ale věcná významnost byla prokázána jen u žen. U mužů rozdíly v průměrných hodnotách nepřekročily doporučenou optimální chybu měření pro přístroje využívající pro měření metodu BIA. U mužů i žen se však ukázalo, že režim měření Athletic odhaduje nižší hodnoty zastoupení tělesného tuku, čemuž odpovídají i vyšší hodnoty zastoupení celkové tělesné vody. Velikost rozdílů výsledných hodnot u žen by v pří-

padě záměny použitého režimu měření mohl vést k chybným interpretacím výsledků.

Rozdíly mezi průměrnými hodnotami námi sledovaných mužů mezi režimy měření analyzátozem Tanita BC-418 MA a Nutriguardem-MS jsou na stejné úrovni, což odpovídá podobnosti výsledků mezi režimy analyzátozu Tanita. Zjištěné rozdíly byly nejen signifikantní, ale byla potvrzena i vysoká věcná významnost. Při srovnání naměřených hodnot analyzátozu Tanita a Nutriguard u žen se ukázalo, že výraznější rozdíly byly při srovnání Nutriguardu s režimem měření Athletic než Standard. I když byly ve všech případech, rozdíly průměrů signifikantní, lišily se jak v samotných hodnotách diferencí, tak i ve věcné významnosti vyjádřené Cohenovým d . Analyzátoz Nutriguard ve všech případech odhaduje vyšší podíl zastoupení tělesného tuku, čemuž odpovídají nižší hodnoty celkové tělesné vody. S ohledem na velikost rozdílu mezi průměrnými hodnotami naměřenými u mužů oběma režimy analyzátozu Tanita a u žen režimem Athletic se ukazuje, že referenční soubory u analyzátozu Nutriguard zřejmě nebyli sportující jedinci. Analyzátoz Nutriguard proto není příliš vhodný pro měření vrcholových sportovců s nízkým podílem tuku.

Oba použité analyzátozy měří dostatečně přesně, jejich vzájemné výsledky jsou však posunuty. Vysoké hodnoty r umožňují předvídatelnost výsledků jednotlivých měření.

Poděkování

Tato studie byla financována z projektu SGS 6136/PdF/2013.

Souhrn

Studie se zabývá srovnáním hodnot parametrů tělesného složení, které byly naměřeny různými analyzátozy a režimy měření metodou BIA. Cílem studie je analyzovat rozdíly ve výsledných hodnotách. Do výzkumu bylo zařazeno 79 hráčů kopané s vysokým objemem tréninkového zatížení a nízkým podílem zastoupení tělesného tuku a 32 žen běžné populace bez zdravotních obtíží. Měření bylo realizováno analyzátozy Tanita BC-418 MA a Nutriguard-MS. Rozdíly průměrů sledovaných parametrů byly posouzeny párovým t -testem. U hodnot s narušením normality rozdělení byl použit Wilcoxonův test. U statisticky významných rozdílů průměru byla rovněž ověřena věcná významnost.

Volba režimu měření u analyzátozu Nutriguard neměla na výsledné hodnoty vliv. Rozdíly mezi většinou sledovaných hodnot nebyly signifikantní, pokud byla signifikance prokázána, nebyla prokázána věcná významnost. Rozdíly mezi parametry vyjádřenými v procentech se pohybovaly v rozmezí 0,12–0,17 % a u parametrů v kilogramech v rozmezí 0,04–0,30 kg. Volba režimu měření u analyzátozu Tanita měla na výsledné hodnoty vliv pouze u žen, které nesplňovaly podmínku objemu pohybové aktivity pro použití režimu Athletic. U signifikantních rozdílů byla prokázána i vysoká věcná významnost. Rozdíly hodnot v procentech byly u tělesného tuku (BF) 4,75 % a u celkové tělesné vody (TBW) 3,49 %, v kilogramech u BF 3,05 kg, u TBW 2,23 kg a u tukuprosté hmoty (FFM) 3,04 kg. U mužů volba režimu měření analyzátozu Tanita vliv neměla, protože i když signifikance mezi naměřenými hodnotami zjištěna byla, věcná významnost prokázána nebyla. Zjištěné rozdíly nepřekročily úroveň optimální chyby měření. Z rozdílů průměrných hodnot naměřených režimy měření Tanity a Nutriguardu se ukazuje, že Tanita odhaduje nižší hodnoty BF, čemuž odpovídají vyšší hodnoty TBW. Zjištěné rozdíly průměrů byly ve všech případech signifikantní a potvrdila se vysoká věcná významnost. Rozdíly u hodnot vyjádřených v procentech se pohybovala v rozmezí 2,18–7,97 % a v kilogramech 3,55–6,12 kg, vždy v závislosti na pohlaví a srovnávaných parametrech. Pouze u žen při srovnání režimu Standard s Nutriguardem u hodnot v kilogramech byla věcná význam-

nost střední. Rozdily se pohybovaly v rozmezí 1,32–1,84 kg. Ukazuje se, že v referenčním souboru u analyzátoru Nutriguard zřejmě nebyli sportující jedinci, a proto tento analyzátor není příliš vhodný pro měření vrcholových sportovců s nízkým podílem tuku.

Klíčová slova: tělesný tuk, tukuprostá hmota, celková tělesná voda, rozdily výsledných hodnot, statistická významnost, věcná významnost

Literatura

- Arroyo, M., Gonzalez-de-Suso, J. M., Sanchez, C., Ansotegui, L., & Rocandio, A. M. (2008). Body Image and Body Composition: Comparisons of Young Male Elite Soccer Players and Controls. In *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18(6), 628–638.
- Beachle, T. R., & Earle, R. W. (2008). *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Champaign: Human Kinetics.
- Bultink, I. E., Lems, W. F., Kostense, P. J., Dijkmans, B. A., & Voskuyl, A. E. (2005). Prevalence of and risk factors for low bone mineral density and vertebral fractures in patients with systemic lupus erythematosus. *Arthritis Rheum*, 52(7), 2044–2050.
- Burke, L. (2007). *Practical sport nutrition*. Champaign: Human Kinetics.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Daňková, Z., Cvičelová, M., & Siváková, D. (2013). Telesné zloženie a indexy obezity u slovenských študentov vo veku od 16 do 25 rokov. *Česká antropologie*, 63(1), 9–14.
- Ganong, W. F. (1995). *Přehled lékařské fyziologie*. Jinočany: H & H.
- García-Jiménez, J. V., Lucas, J. L. Y., & García-Pellicer, J. J. (2011). Fluid balance and dehydration in futsal players: goalkeepers vs. field players. *International Journal of Sport Science*, 7(22), 3–13.
- Gil, S., Ruiz, F., Irazusta, A., Gil, J., & Irazusta, J. (2007). Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. *J Sport Med Phys Fit*, 47(1), 25–32.
- Global Database on Body Mass Index. (2006). *World Health Organization* [online]. Retrieved from <http://apps.who.int/bmi/index.jsp>
- 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., Victor G. 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. *J Sci Med Sport*, 14(1), 33–35.
- Hamouti, N., Del Coso, J., Estevez, E., & Mora-Rodriguez, R. (2010). Dehydration and sodium deficit during indoor practice in elite European male team players. *Eur J Sport Sci*, 10(5), 329–336.
- Heyward, V. H., & Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment*. Champaign IL, Human Kinetics.
- Kettaneh, A., Heude, B., Lommez, A., Borys, J. M., Ducimetière, 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 Creatine Supplementation: Comparison of Two-Component Body Composition Methods. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 378–384.
- 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., & Gajda, V. (2009). Importance of measuring the body composition by means of the BIA and skinfold method in male population who perform physical activities regularly. *Scientific review of physical culture of university Rzeszów*, 91(2), 142–146.
- Lubans, D. R., Morgan, P., Callister, R., Plotnikoff, R. C., Eather, N., Riley, N., & Smith, C. 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.
- 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.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign: Human Kinetics.
- Maughan R. J., & Shirreffs, S. M. (2010). Development of hydration strategies to optimize performance for athletes in high-intensity sports and in sports with repeated intense efforts. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport*, 20(Suppl 2), 59–69.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2007). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, & Human Performance*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- McClung, M. R., Lewiecki, E. M., Cohen, S. B., Bolognese, M. A., Woodson, G. C., Moffett, A. H. ... Bekker, P. J. (2006). Denosumab in Postmenopausal Women with Low Bone Mineral Density. *N Engl J Med*; 354(8), 821–831
- Mojtahedi, M. C., Valentine, R. J., & Evans, E. M. (2009). Body composition assessment in athletes with spinal cord injury: comparison of field methods with dual-energy X-ray absorptiometry. *Spinal Cord*, 47(9), 698–704.
- Montain, S. J. (2008). Hydration Recommendations for Sport 2008. *Curr Sports Med Rep*, 7(4), 187–192.
- 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(2), 244–249.
- Oppliger, R. A., & Bartok, C. (2002). Hydration Testing of Athletes. *Sports Medicine*, 32(15), 959–971.
- Ostojic, S. M. (2003). Seasonal alterations in body composition and sprint performance of elite soccer players. *Journal of Exercise Physiology*, 6(3), 24–27.
- Parikh, S. J., Edelman, M., Uwaifo, G. I., Freedman, R. J., Semega-Janneh, M., Reynolds, J., & Yanovski, J. A. (2004). The relationship between obesity and serum 1,25-dihydroxyvitamin D concentrations in healthy adults. *J Clin Endocrinol Metab*, 89(3), 1196–1199.
- Perez-Gomez, J., Olmedillas, H., Delgado-Guerra, S., Ara, I., Vicente-Rodriguez, G., Ortiz, R. A., ... 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. *Appl Physiol Nutr Metab*, 33(3), 501–510.
- Rahimi, R. (2006). Effect of moderate and high intensity weight training on the body composition of overweight men. *Acta Universitatis: Series Physical Education & Sport*, 4(2), 93–101.
- Rico-Sanz, J. (1998). Body composition and Nutritional Assessments in Soccer. *Int J Sport Nutr*, 8(2), 113–123.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: příručka funkční antropologie*. Olomouc: Hanex.
- Roelants, M., Delecluse, C., Goris, M., & Verschueren, S. (2004). Effects of 24 Weeks of Whole Body Vibration Train-

- ning on Body Composition and Muscle Strength in Untrained Females. *Int J Sports Med*, 25(1), 1-5.
- Rutherford, W.J., Diemer, G.A., & Scott, E.D. (2011). Assessment of Body Composition in Healthy Young Adults. *Journal of Research in Health, Physical Education, Recreation, Sport & Dance*, 6(2), 56-61.
- Silvestre, R., Kraemer, W. J., West, C., Judelson, D. A., Spiering, B. A., Vingren, J. L., ... Maresch, C. M. (2006). Body Composition and Physical Performance During a National Collegiate Athletic Association Division I Men's Soccer Season. *J Strength Cond Res*, 20(4), 962-970
- Silvestre, R., West, C., Maresch, C. M., & Kraemer, W. J. (2006). Body composition and physical performance in men's soccer: a study of national collegiate athletic association division I team. *J Strength Cond Res*, 20(1), 177-183.
- Siváková, D., Vondrová, D., Valkovič, P., Cvíčelová, M., Danková, Z., & Luptáková, L. (2013). Bioelectrical Impedance Vector Analysis (BIVA) in Slovak population: application in a clinical sample. *Central European Journal of Biology*, 8(11), 1094-1101.
- Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2005). *Research methods in physicalactivity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Triola, F. M. (1989). *Elementary statistics*. New York: The Benjamin/Cumming Publishing Company.
- Trutschnigg, B., Kilgour, R. D., Reinglas, J., Rosenthal, L., Hornby, L., Morais, J. A., & Vigano, A. (2008). Precision and reliability of strength (Jamar vs. Biodex handgrip) and body composition (dual-energy X-ray absorptiometry vs. bioimpedance analysis) measurements in advanced cancer patients. *Appl Physiol Nutr Metab*, 33(6), 132-140.
- Weaver, A. M., Hill, A. C., Andreacci, J. L., & Dixon, C. B. (2009). Evaluation of Hand-to-Hand Bioelectrical Impedance Analysis for Estimating Percent Body Fat in Young Adults. *International Journal of Exercise Science*, 2(4), 254-263.
- Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2008). *Physiology of Sports and Exercise*. Champaign: Human Kinetics.

SROVNÁNÍ VYBRANÝCH ZDRAVOTNÍCH UKAZATELŮ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ STUDENTŮ A STUDENTEK FTK UP A PDF UP V OLOMOUCI S OHLEDEM NA KATEGORIZACI DLE BMI A FITNESS SKÓRE

**A comparison of selected health indicators
of body composition in men and women
students of FPC UP and FE UP in Olomouc
with regard to a categorization on BMI
and representation of fat component**

Miroslava Přidalová¹, Miroslav Kopecký²

¹Katedra přírodních věd v kinantropologii,
Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci,
Česká republika

²Ústav pro studium odborných předmětů a praktických
dovedností, Fakulta zdravotnických věd, Univerzita Palackého
v Olomouci, Česká republika

Abstract

The aim of the study is to determine the selected health indicators of body composition in male and female university students of Faculty of Physical Culture (FPC) and Faculty of Education (FE) University Palacký, Olomouc (UP) and analyze differences in selected parameters of body composition provided through InBody 720 device between female students of FE UP and FPC UP in the context of classification into categories of BMI and fitness score.

The monitored group consisted of male students ($n = 287$) and female students of FPC ($n = 172$) and female students of FE ($n = 83$) of UP, all of them studying the first year.

The estimation of body composition was performed by InBody 720 device (Biospace Co., Ltd., Seoul, Korea), which works on the basis of multi-frequency bioimpedance analysis (MFBIA). Parameters obtained through InBody 720 device are primarily total body water (Total Body Water, TBW, l); extracellular (Extracellular Body Water, ECW, l) and intracellular (intracellular Body Water, IBW, l); secondarily fat-free mass (Fat-free mass, FFM, kg, %), fat component (Body Fat Mass, BF, kg; PBF, %), skeletal muscles (Skeletal Muscle Mass, SMM, kg, %); indicators of health risk – BMI (kg/m^2); Body Fat Mass Index (BFMI, kg/m^2), Fat Free Mass Index (FFMI, kg/m^2), VFA (Visceral Fat Area, cm^2). The sum of BFMI and FFMI (Fat Body Mass Index, Fat Free Mass Index) indicates the value of BMI (Schutz, Kyle, & Pichard, 2002).

Parameter of fitness score (FS) uses software Lookin'Body 3.0 for evaluation of physical fitness based on the relationships between the various components of body composition (representation of skeletal muscle and adipose component with regard to weight). The categorization is as follows: FS < 70: physical fitness below average (FS_1); FS range: 70–90: physical fitness average (FS_2); FS > 90: physical fitness above average (FS_3).

Processing of obtained data was carried out in two programmes: Statistica vs. 10 and Microsoft Office Excel 2007. Parametric analysis of variance ANOVA (t-test) was used for the statistical processing and comparison of the data. Statistical significance was determined by $p < 0.05$.

Students of FTK UP appeared higher from the perspective of the average values of body height with respect to population norms, FPC female students were 1.4 cm taller than female students of FE, and both groups of women followed the reference values. Female students of FE have a lower proportion of fat-free mass (FFM: $M = 44.73 \text{ kg}$) and skeletal muscle mass (SMM: $M = 24.55 \text{ kg}$) than female students of FPC (FFM: $M = 47.88 \text{ kg}$). Students of FPC were found to have a higher proportion of FFM ($M = 65.79 \text{ kg}/\text{m}^2$) and SMM ($37.62 \text{ kg}/\text{m}^2$) than the general population. From this perspective FFMI is also higher ($20.30 \text{ kg}/\text{m}^2$) and its value corresponds to 90 percentile.

Trend of lower body weight and lower body fat of students of physical education courses at FPC is maintained in the long term. Female students of FPC were found to have slightly higher FFMI ($M = 16.96 \text{ kg}/\text{m}^2$) than female students of FE ($M = 16.14 \text{ kg}/\text{m}^2$) and significantly lower values of FMI ($\bar{Z}_{\text{FTK}}: M = 4.70 \text{ kg}/\text{m}^2$; $\bar{Z}_{\text{PDF}}: M = 5.95 \text{ kg}/\text{m}^2$). In the overweight category, both sets of students can be described as being at risk in terms of representation of FMI ($\bar{Z}_{\text{PDF}}: M = 9.40 \text{ kg}/\text{m}^2$; $\bar{Z}_{\text{FTK}}: M = 7.99 \text{ kg}/\text{m}^2$).

On the basis of this somatic condition both male and female students of FPC can be identified as a selected population group.

Key words: *body composition, fat, fat-free mass, adolescent, fitness score, BMI*

Úvod

Aktuální tělesné složení a jeho změny v rámci ontogeneze jsou ukazatelem zdravotně orientované tělesné zdatnosti. Optimální tělesné složení vymezuje následně optimální kardiovaskulární zdatnost, resp. aerobní zdatnost organismu, která je preventivním východiskem hromadných neinfekčních onemocnění. Dle Maliny (2001) je zdravotně orientovaná tělesná zdatnost organismu doplněna ještě o optimální muskuloskeletální funkčnost.

Období adolescence je vymezeno různě dlouhými periodami v ontogenezi, většinou se uvádí rozmezí 15–20 let (Macek, 2003; Máček & Radvanský, 2011; Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Období adolescence je charakterizováno zklidněním a ukončením tělesného růstu. Na základě literární rešerše ve světových databázích je možno dohledat početné studie týkající se adolescentů, které jsou zaměřeny epidemiologicky a jejich cílem je především prevalence obezity. Předmětem těchto studií je především sledování prostého body mass indexu (BMI), resp. zastoupení množství tukové frakce. Korelace mezi BMI a množstvím tukové frakce jsou v dětství a adolescenci středně silné, v průběhu dospívání se zvyšují, i když v období pubescence a adolescence může být výše korelace omezena v důsledku intenzivnějšího nárůstu svalové složky. Vývoj svalové složky v období adolescence je sledován ve zmíněných studiích v menší šíři právě vzhledem k jejím intenzivním změnám nebo u specifických skupin sportujících jedinců. U adolescentů dochází k intersexuální diferenciaci z pohledu tělesného složení, tzn. podíl tukuprosté hmoty u chlapců se zvyšuje, klesá relativní podíl procenta tuku; u dívek klesá tukuprostá hmota a vzrůstá podíl tukové frakce. Distribuce tuku se děje u dívek do oblasti hýždí, u chlapců do oblasti břicha. Čím dříve v ontogenezi se tuk začne ukládat, tím větším množstvím tuku bude dospělý jedinec disponovat, resp. čím vyšší BMI v dětství, tím větší riziko nadváhy a obezity v dospělosti. Přebytný tuk představuje inertní zátěž, která musí být uvedena do pohybu (Amisola & Jacobson, 2003; Bunc, 2009; Dietz, 2004; Guo et al., 2000; Hainer a kol., 2004; Kyle et al., 2007; Malina, 2001; Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004; Ogden et al., 2012; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006; Wells & Cole, 2002).

Tak jako se mění v průběhu historického vývoje tělesná výška, hmotnost či BMI, je možno předpokládat také změny v tělesném složení. Nadváha a obezita stanovená prostřednictvím BMI nemusí být v souladu s kategorizací dle množství tukové frakce (Bibiloni, 2013; Gába & Přidalová, 2013; Hall & Cole, 2006; Maynard et al., 2001; McCarthy & Ashwell, 2006; Rodríguez et al., 2004; Rodríguez et al., 2005).

Uvádí se, že dlouhodobě dochází ke snižování tělesné zdatnosti dětské populace především vzhledem ke sníženému množství realizované habituální pohybové aktivity. Vyšší energetický příjem a nedostatečná habituální pohybová aktivita jsou faktory, které ovlivňují nárůst obezity. Přitom je zřejmé, že pohybová aktivita a přiměřený energetický příjem je nejlepším, nejbezpečnějším a ekonomicky nejméně náročným preventivním prostředkem neinfekčních chorob hromadného výskytu (Bláha & Cihlár, 2010; Corbin & Pangrazi, 2003; Dietz, 2004; Duncan, Schofield, & Duncan, 2007; Lindsay et al., 2001;

Ogden, Carroll, Kit, & Flegal, 2012; Sigmundová et al., 2011; Smith & Biddle, 2008; Stejskal, 2004; Strong et al., 2005).

Vzhledem k předchozím faktům je možno očekávat také změny v adolescentním věku. Předpokládáme, že snížení množství pohybové aktivity se projevuje nejen u běžné populace adolescentů, ale také u adolescentů, kteří nastupují profesní dráhu pedagogů tělesné výchovy v kombinaci s jiným předmětem, resp. rozhodli se absolvovat jednooborové studium tělesné výchovy a sport na Univerzitě Palackého v Olomouci (UP). Předpokladem úspěšného absolventa oborů tělovýchovného zaměření by měla být optimální tělesná zdatnost.

Cíl

Cílem studie je determinovat vybrané zdravotní ukazatele tělesného složení u studujících vysokoškolských studentů a studentek na Fakultě tělesné kultury (FTK) a Pedagogické fakultě (PdF) UP a analyzovat rozdíly ve vybraných parametrech tě-

Tabulka 1. Popisné charakteristiky základních parametrů u sledovaných souborů

Parametr	PdF_Ž (n = 83)		FTK_Ž (n = 172)		PdF_Ž x FTK_Ž (t)		FTK_M (n = 287)		FTK_Ž x FTK_M (t)	
	M	SD	M	SD			M	SD		
věk (roky)	21,0	1,6	19,6	1,8	-6,1876	NS	20,1	1,2	-3,5691	NS
tělesná výška (cm)	166,4	5,4	167,8	6,9	1,6109	NS	181,4	6,20	34,6235	*
tělesná hmotnost (kg)	61,1	7,9	61,1	8,7	0,0157	NS	75,2	6,6	-20,9549	*
T tělesná hmotnost	60,6	4,4	62,3	6,1	2,2766	*	83,8	5,9	-9,9257	*
BMI (kg/m ²)	22,1	2,9	21,7	2,3	-1,3176	NS	23,0	2,2	-6,35814	*
BMR (kcal)	1336,1	96,2	1401,7	123,7	4,2462	*	1602,8	137,4	-24,6011	*

Poznámka: M – průměr; SD – směrodatná odchylka; T – target – doporučená hodnota; BMI – Body Mass index (kg/m²); BMR – Basal Metabolic Rate – bazální metabolismus (kcal); * – statistická významnost na hladině významnosti $p < 0,05$; NS – nesignifikantní rozdíl

lesného složení stanovených prostřednictvím přístroje InBody 720 mezi studentkami PdF UP a FTK UP v kontextu zařazení do jednotlivých kategorií BMI a fitness skóre.

Metodika

Sledovaný soubor tvořili studenti a studentky FTK a studentky PdF UP studující v prvním ročníku. Analýzu tělesného složení jsme provedli v ranních hodinách za standardních podmínek, přičemž sledovaný soubor byl předem obeznámen se standardizací měření. Měření absolvovalo 287 studentů FTK (FTK_M), 172 studentek FTK (FTK_Ž) a 83 studentek PdF (PdF_Ž) (Tabulka 1). Analýza byla uskutečněna v antropometrické laboratoři Katedry přírodních věd v kinantropologii FTK UP a Katedry antropologie a zdravotní PdF UP. K popisným charakteristikám jsme doplnili tělesnou výšku, kterou jsme před analýzou tělesného složení určili standardizovaným antropometrem A-226 (Kopecký, Krejčovský, & Švarc, 2013) s přesností na 0,5 cm. Kategorizace BMI byla provedena na základě WHO (2012). Do výsledkové části práce jsme zařadili zpracování dat pro kategorie BMI (podváha, normální tělesná hmotnost, nadváha a obezita).

Odhad tělesného složení byl proveden prostřednictvím přístroje InBody 720 (Biospace Co., Ltd.; Seoul, Korea), který pracuje na základě multifrekvenční bioimpedanční analýzy (MFBI). Osm dotykových elektrod nezávisle analyzuje pět základních tělesných segmentů (levá a pravá horní končetina, trup, levá a pravá dolní končetina). Střídavý elektrický proud se šíří na frekvenci 1–1 000 kHz (90 μ A pro 1 kHz a 400 μ A pro více jak 1 kHz). Získané parametry prostřednictvím InBody 720 jsou primárně celková tělesná voda (Total Body Water, TBW, l); extracelulární (Extracellular Body Water, ECW, l) a intracelulární voda (Intracellular Body Water, IBW, l); sekundárně tukuprostá hmota (Fat Free Mass, FFM, kg, %), tuková složka (Body Fat Mass, BF, kg; Percent Body Fat, PBF, %); kosterní svalstvo (Skeletal Muscle Mass, SMM, kg, %); ukazatele zdravotního rizika – BMI (kg/m²); Body Fat Mass In-

dex (BFMI, kg/m²); Fat Free Mass Index (FFMI, kg/m²); VFA (Visceral Fat Area, cm²). Součet BFMI a FFMI (Body Fat Mass Index, Fat Free Mass Index) udává hodnotu BMI (Schutz, Kyle, & Pichard, 2002).

Parametr fitness skóre (FS) využívá software Lookin'Body 3.0 pro hodnocení tělesné zdatnosti na základě vztahů mezi jednotlivými komponentami tělesného složení (zastoupení kosterního svalstva a tukové složky vzhledem k hmotnosti). Kategorizace je následující: FS < 70 – tělesná zdatnost podprůměrná (FS_1), FS v rozmezí 70–90 – tělesná zdatnost průměrná (FS_2), FS > 90 – tělesná zdatnost nadprůměrná (FS_3).

Zpracování získaných dat proběhlo v programech STATISTICA vs. 10 a Microsoft Office Excel 2007. Ke statistickému zpracování a srovnání dat byla využita parametrická analýza rozptylu ANOVA (t-test). Hladina statistické významnosti byla stanovena $p < 0,05$.

Projekt byl realizován se souhlasem Etické komise FTK UP. Všichni studenti a studentky byli informováni o průběhu měření, podepsali informovaný souhlas a obdrželi po analýze tělesného složení výstupní protokol s individuálními výsledky.

Výsledky

Věkově si všechny tři soubory odpovídaly. Studentky PdF dosahovaly v průměru o 1,4 cm nižší tělesné výšky než studentky FTK. Z pohledu tělesné hmotnosti se studentky obou fakult nelišily a vykazovaly shodnou průměrnou hodnotu. Vzhledem k doporučené hmotnosti dle normových hodnot softwaru je možno sledovat vyšší hodnoty doporučené hmotnosti pro studenty i studentky FTK (Tabulka 1).

Pro hodnocení tělesné zdatnosti se jako somatické východisko využívá BMI, tělesná konstituce nebo jednotlivé frakce tělesného složení. Průměrné hodnoty BMI se nacházely u všech sledovaných souborů v kategorii normální tělesné hmotnosti (Tabulka 1). Rozdíl 0,4 kg/m² mezi studentkami obou fakult nebyl signifikantní ($p < 0,05$). Nejvyšší podíl studentů i studentek nacházíme v kategorii BMI s normální hmotností. Kategorie

Tabulka 2. Četnostní rozdělení probandů do kategorií BMI dle WHO

Soubory	n	BMI 1		BMI 2		BMI 3	
		n	%	n	%	n	%
FTK_M	287	233	81,2	53	18,5	1	0,3
FTK_Ž	172	157	91,3	15	8,7	0	0
PdF_Ž	83	70	84,3	12	14,5	1	1,2

Poznámka: BMI_1 – normální hmotnost (18,50–24,99 kg/m²); BMI_2 – nadváha (25,00–29,99 kg/m²); BMI_3 – obezita (30,00–34,99 kg/m²)

Tabulka 3. Popisné charakteristiky vodních kompartmentů a přímo na ně navazujících vypočtených parametrů tělesného složení, rozdíly mezi sledovanými soubory na základě t-testu

Parametr	PdF_Ž		FTK_Ž		PdF_Ž x FTK_Ž		FTK_M		FTK_Ž x FTK_M	
	M	SD	M	SD	(t)		M	SD	(t)	
TBW (kg)	32,78	3,26	35,05	4,32	4,2377	*	48,20	4,85	–29,2638	*
T TBW (kg)	33,71	2,92	34,32	2,35	1,6902	NS	44,51	2,95	–35,9328	*
TBW (%)	53,66	2,21	57,30	2,92	4,9662	*	64,08	3,98	–26,9538	*
ICW (l)	20,34	2,04	21,90	2,73	4,6151	*	30,38	3,04	–30,0241	*
T ICW (l)	20,90	1,37	21,28	1,81	0,0908	*	27,60	1,83	–35,7873	*
ECW (l)	12,44	1,24	13,15	1,60	3,5544	NS	17,82	1,83	–27,6491	*
T ECW (l)	12,82	0,84	13,05	1,11	0,0986	NS	16,92	1,13	–35,9397	*
FFM (kg)	44,73	4,45	47,88	5,93	4,2947	*	65,79	6,63	–29,1227	*
PM (kg)	8,80	0,88	9,47	1,18	4,6484	*	13,14	1,32	–29,9819	*
T PM (kg)	9,04	0,59	9,20	0,78	1,7229	NS	11,93	0,79	–35,9168	*
MM (kg)	3,15	0,33	3,36	0,45	3,7854	*	4,46	0,48	–24,1756	*
T MM (kg)	3,18	0,27	3,12	0,20	1,6989	NS	4,12	0,27	–35,8775	*
SMM (kg)	24,55	5,56	26,60	3,60	4,6045	*	37,62	3,92	–30,0264	*
T SMM (kg)	25,26	2,36	25,76	2,36	0,0901	NS	34,00	2,38	–35,9624	*

Poznámka: M – průměr; SD – směrodatná odchylka; T – target – doporučená hodnota; TBW – Total Body Water – celková tělesná voda (kg, %); ICW – Intracellular Water – intracelulární voda (l); ECW – Extracellular Water – extracelulární voda (l); FFM – Fat Free Mass – tukuprostá hmota (kg); PM – Protein Mass – bílkoviny (kg); MM – Mineral Mass – minerály (kg); SMM – Skeletal Muscle Mass – kosterní svalstvo (kg); * – statistická významnost na hladině významnosti $p < 0,05$; NS – nesignifikanční rozdíl

Tabulka 4. Popisné charakteristiky ukazatelů zdravotního rizika tělesného složení u sledovaných souborů, rozdíly mezi sledovanými soubory na základě t-testu

Parametr	PdF_Ž		FTK_Ž		PdF_Ž x FTK_Ž		FTK_M		FTK_Ž x FTK_M	
	M	SD	M	SD	(t)		M	SD	(t)	
BFM (kg)	16,38	5,46	13,24	4,74	–4,70	*	8,76	3,89	10,9787	*
T BFM (kg)	13,70	0,89	13,91	1,17	0,61	NS	10,71	0,76	35,4528	*
PBF (%)	26,30	6,11	21,29	5,44	–6,61	*	11,57	4,14	21,2979	*
VFA (cm ²)	44,48	19,91	35,07	18,13	–3,76	NS	43,06	18,66	–4,4871	*
BCM (kg)	29,14	2,92	31,28	3,77	4,57	*	43,57	4,30	–31,0277	*
T BCM (kg)	29,95	1,96	30,46	2,51	1,65	*	39,56	2,61	–36,7392	*
BCMI (kg/m ²)	10,51	0,82	11,08	0,85	5,09	NS	13,44	0,98	–26,3137	*
FFMI (kg/m ²)	16,14	1,23	16,96	1,27	4,86	NS	20,30	1,48	–24,6137	*
FMI (kg/m ²)	5,95	2,10	4,70	1,62	–5,24	*	2,72	1,22	14,8416	*

Poznámka: M – průměr; SD – směrodatná odchylka; T – target – doporučená hodnota; BFM – Body Fat Mass – množství tuku (kg); PBF – Percent Body Fat – procento tuku (%); VFA – Visceral Fat Area – viscerální tuk (cm²); BCM – Body Cell Mass – množství buněčné hmoty (kg); BCMI – Body Cell Mass Index (kg/m²); FFMI – Fat Free Mass Index (kg/m²); FMI – Fat Mass Index (kg/m²); * – statistická významnost na hladině významnosti $p < 0,05$; NS – nesignifikanční rozdíl

nadváhy byla obsazena studenty FTK z 18,5 %; kategorii nadváhy obsadilo 15 studentek FTK a 12 studentek PdF. Je potvrzeno, že BMI je neobjektivní u jedinců disponujících větším množstvím svalové nebo při markantním rozvoji tukové frakce, proto dále používáme FMI a FFMI (Berghöfer et al., 2008; Gába & Přidalová, 2012; Ogden et al., 2012; Přidalová et al., 2004; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Frekvenční zastoupení probandů v jednotlivých kategoriích BMI sledujeme v tabulce 2.

Studentky FTK disponovaly signifikantně vyšším zastoupením tělesné vody a jejích kompartmentů. V této souvislosti zaznamenáváme také vyšší zastoupení FFM a SMM ve srovnání se studentkami z PdF. Doporučené hodnoty vybraných parametrů tělesného složení byly dosaženy studenty i studentkami FTK. Studentky PdF nedosáhly doporučených hodnot u celkové tělesné vody (v rámci kompartmentů jsme zaznamenali mírně nižší hodnoty), FFM, SMM, PM, MM (Tabulka 3).

Hodnocení zdravotních ukazatelů tělesného složení prokázalo lepší výsledky u studentek FTK. Studentky FTK disponovaly množstvím 13,24 kg tuku (BFM), to představovalo 21,2 % celkové hmotnosti. Studentky PdF měly o 3,14 kg více tuku, tzn. o 5 % vyšší hodnotu ve srovnání se studentkami FTK. Studentky PdF přesáhly doporučenou softwarovou hodnotu zastoupení tukové frakce. V průměru měly o 9,41 cm² více viscerálního tuku studentky PdF v porovnání se studentkami FTK. U studentů FTK byla zaznamenána hodnota tuku o 2 kg nižší než doporučená. Rozdíly v zastoupení tukové složky mezi sledovanými soubory byly statisticky významné ($p < 0,05$).

U studentek FTK byla průměrná hodnota buněčné hmoty (BCM) 31,28 kg (51,1 %), u studentek PdF 29,14 kg (47,0 %), diference byla statisticky významná. U studentů dosáhlo množství BCM výrazně vyšší průměrné absolutní hodnoty než u dívek, a to 43,57 kg (52,8 %). Množství BCM, která představuje metabolicky aktivní buněčnou hmotu, bylo u souboru studentek

Tabulka 5. Rozdily ve vybraných parametrech tělesného složení v jednotlivých kategoriích BMI u studentek PdF a FTK

Parametr	PDF_Ž				FTK_Ž				FTK_Ž (BMI_1 x BMI_2)	BMI_1 (PdF_Ž x FTK_Ž)	BMI_2 (PdF_Ž x FTK_Ž)
	BMI_1 (n = 70)		BMI_2 (n = 12)		BMI_1 (n = 157)		BMI_2 (n = 17)				
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD			
Tělesná výška (cm)	167,04	5,34	162,92	4,82	0,05*	167,68	6,86	168,71	4,09	NS	0,05*
Tělesná hmotnost (kg)	59,04	6,15	71,29	6,00	0,05*	59,76	7,49	75,50	9,75	0,05*	0,05*
BMI (kg/m ²)	21,14	1,81	26,83	1,45	0,05*	21,20	1,77	26,48	1,27	0,05*	NS
FS	75,29	4,14	71,42	5,88	0,05*	78,46	5,06	78,47	7,57	NS	0,05*
TBW (l)	32,53	3,13	33,97	3,86	NS	34,72	4,24	38,55	3,62	0,05*	0,05*
FFM (kg)	44,37	4,27	46,41	5,27	0,05*	47,42	5,81	52,73	5,00	0,05*	0,05*
SMM (kg)	24,32	2,55	25,55	3,12	NS	26,28	3,50	29,49	2,90	0,05*	0,05*
BCM (kg)	28,90	2,80	30,26	3,43	0,05*	30,97	3,67	34,58	3,18	NS	0,05*
BFM (kg)	14,67	3,69	24,88	3,20	0,05*	12,34	3,65	22,77	4,43	0,05*	0,05*
PBF (%)	24,62	4,79	34,95	4,04	0,05*	20,46	4,79	30,06	3,92	0,05*	0,05*
VFA (cm ²)	38,23	13,50	75,82	12,18	0,05*	31,67	14,22	70,65	16,53	0,05*	NS
FFMI (kg/m ²)	15,88	1,06	17,43	1,19	0,05*	16,81	1,21	18,49	0,85	0,05*	NS
FMI (kg/m ²)	5,26	1,31	9,40	1,32	0,05*	4,38	1,26	7,99	1,37	0,05*	0,05*
BCMI (kg/m ²)	10,34	0,71	11,37	0,79	NS	10,98	0,80	12,13	0,58	0,05*	NS

Poznámka: M – průměr; SD – směrodatná odchylka; BMI – Body Mass Index (kg/m^2); FS – fitness skóre; TBW – Total Body Water – celková tělesná voda (l); FFM – Fat Free Mass – tukuprostá hmotnost (kg); SMM – Skeletal Muscle Mass – svalová hmotnost (kg); BFAT – Body Fat – tělesný tuk (kg); BF% – Percent Body Fat – procento tuku (%); VFA – Visceral Fat Area – oblast viscerálního tuku (cm^2); FFMI – Fat Free Mass Index (kg/m^2); BCM – Body Cell Mass – množství buněčné hmoty (kg); BFM – Body Fat Mass – množství tuku (kg); PBF – Percent Body Fat – procento tuku (%); VFA – Visceral Fat Area – oblast viscerálního tuku (cm^2); FFMI – Fat Free Mass Index (kg/m^2); BCMI – Body Cell Mass Index (kg/m^2) * – statistická významnost na hladině významnosti $p < 0,05$; NS – nesignifikanční rozdíl.

Tabuľka 7. Rozdily ve vybraných parametrech tělesného složení v jednotlivých kategoriích FS u studentek FTK

Parametr	PdF_Ž				PDF_Ž (FS_1 x FS_2)	FTK_Ž				FTK_Ž (FS_1 x FS_2)	FS_1 (PdF_Ž x FTK_Ž)	FS_2 (PdF_Ž x FTK_Ž)
	FS_1 (n = 10; 12,4 %)		FS_2 (n = 73; 87,9 %)			FS_1 (n = 7; 4,1 %)		FS_2 (n = 165; 95,9 %)				
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD			
Tělesná výška (cm)	165,18	5,08	166,55	5,49	NS	170,41	4,25	167,66	6,95	0,05*	NS	NS
Tělesná hmotnost (kg)	64,08	12,90	60,71	6,94	0,05*	59,41	14,07	61,20	8,44	NS	NS	NS
BMI (kg/m ²)	23,57	5,19	21,89	2,38	0,05*	20,44	4,77	21,71	2,14	0,05*	NS	NS
FS	66,30	3,50	75,75	3,53	0,05*	67,71	1,38	78,92	4,71	0,05*	0,05*	0,05*
TBW (l)	30,86	3,50	33,05	3,16	0,05*	33,20	3,17	35,13	4,35	NS	0,05*	0,05*
FFM (kg)	42,18	4,80	45,08	4,32	0,05*	45,34	4,40	47,99	5,97	0,05*	0,05*	0,05*
SMM (kg)	23,00	2,82	24,74	2,59	0,05*	24,93	2,52	26,63	3,59	NS	NS	0,05*
BCM (kg)	27,46	3,10	29,36	2,84	0,05*	29,57	2,77	31,35	3,79	0,05*	0,05*	0,05*
BFM (kg)	21,91	9,02	15,63	4,37	0,05*	14,06	11,43	13,21	4,32	NS	NS	0,05*
PBF (%)	32,61	9,64	25,45	4,97	0,05*	21,32	12,94	21,30	4,97	NS	0,05*	0,05*
VFA (cm ²)	66,60	31,96	41,45	15,69	0,05*	35,49	42,13	35,06	16,66	NS	NS	NS
FFMI (kg/m ²)	15,48	1,84	16,23	1,11	0,05*	15,60	1,21	17,02	1,25	NS	NS	NS
FMI (kg/m ²)	8,10	3,54	5,66	1,66	0,05*	4,84	3,95	4,69	1,47	NS	0,05*	NS
BCMI (kg/m ²)	10,08	1,20	10,58	0,74	NS	10,17	0,77	11,12	0,83	NS	NS	NS

Tabulka 6. Rozdíly ve vybraných parametrech tělesného složení v jednotlivých kategoriích BMI u studentů FTK

Parametr	BMI_1_M (n = 233)		BMI_2_M (n = 53)		BMI_1 x BMI_2
	M	SD	M	SD	
Tělesná výška (cm)	180,18	5,96	178,73	5,48	0,05*
Tělesná hmotnost (kg)	72,27	9,15	83,85	6,39	0,05*
BMI (kg/m ²)	22,24	1,46	26,22	1,10	0,05*
FS	82,82	5,38	88,30	5,70	0,05*
TBW (l)	47,39	4,52	51,52	4,65	0,05*
FFM (kg)	64,68	9,53	70,40	6,32	0,05*
SMM (kg)	36,93	3,68	40,48	3,76	0,05*
BCM (kg)	42,82	3,97	46,66	4,14	0,05*
BFM (kg)	7,59	2,39	13,45	3,96	0,05*
PBF (%)	10,48	3,10	16,03	4,38	0,05*
VFA (cm ²)	37,35	13,10	66,08	15,01	0,05*
FFMI (kg/m ²)	19,89	1,25	22,00	1,08	0,05*
FMI (kg/m ²)	2,35	0,75	4,22	1,26	0,05*
BCMI (kg/m ²)	13,17	0,81	14,58	0,74	0,05*

Poznámka: M – průměr; SD – směrodatná odchylka; BMI – Body Mass Index (kg/m²); FS – fitness skóre; TBW – Total Body Water – celková tělesná voda (l); FFM – Fat Free Mass – tukuprostá hmota (kg); SMM – Skeletal Muscle Mass – kosterní svalstvo (kg); BCM – Body Cell Mass – množství buněčné hmoty (kg); BFM – Body Fat Mass – množství tuku (kg); PBF – Percent Body Fat – procento tuku (%); VFA – Visceral Fat Area – viscerální tuk (cm²); FFMI – Fat Free Mass Index (kg/m²); FMI – Fat Mass index (kg/m²); BCMI – Body Cell Mass Index (kg/m²) * – statistická významnost na hladině významnosti $p < 0,05$; NS – nesignifikantní rozdíl

Tabulka 8. Rozdíly ve vybraných parametrech tělesného složení v jednotlivých kategoriích FS u studentů FTK

Parametr	FS_1 (n = 4; 1,3 %)		FS_2 (n = 248; 86,4 %)		FS_3 (n = 35; 12,2 %)		FS_1 x FS_2	FS_2 x FS_3	FS_1 x FS_3
	M	SD	M	SD	M	SD			
Tělesná výška (cm)	180,88	1,75	179,58	5,98	182,29	4,99	NS	NS	NS
Tělesná hmotnost (kg)	58,30	3,98	73,41	7,45	84,60	6,13	0,05*	0,05*	0,05*
BMI (kg/m ²)	17,82	1,19	22,76	1,98	25,45	1,27	0,05*	0,05*	0,05*
FS	66,25	3,77	82,79	4,51	93,09	2,67	0,05*	0,05*	0,05*
TBW (l)	39,93	2,65	47,34	4,09	55,22	3,44	0,05*	0,05*	0,05*
FFM (kg)	54,43	3,53	64,62	5,59	75,41	4,66	0,05*	0,05*	0,05*
SMM (kg)	30,54	2,18	36,91	3,31	43,50	2,73	0,05*	0,05*	0,05*
BCM (kg)	35,73	2,40	42,79	3,56	49,98	3,00	0,05*	0,05*	0,05*
BFM (kg)	3,88	0,69	8,79	3,99	9,19	3,02	0,05*	0,05*	0,05*
PBF (%)	6,61	0,93	11,77	4,25	10,76	2,98	0,05*	NS	0,05*
VFA (cm ²)	18,40	9,29	42,61	18,71	49,09	16,36	0,05*	NS	0,05*
FFMI (kg/m ²)	16,64	1,05	20,02	1,15	22,68	0,80	0,05*	NS	0,05*
FMI (kg/m ²)	1,19	0,22	2,74	1,25	2,76	0,88	0,05*	NS	0,05*
BCMI (kg/m ²)	10,92	0,71	13,26	0,75	15,03	0,55	0,05*	NS	0,05*

PdF nižší než doporučená hodnota. Také BCMI je možno posuzovat podobně, avšak rozdíly mezi studentkami u tohoto indexu nebyly statisticky významné (Tabulka 4).

Průměrná hodnota FMI jako jednoho ze zdravotních ukazatelů tělesného složení u studentů dosáhla pouze 2,72 kg/m², u studentek FTK jsme determinovali hodnotu 4,70 kg/m² a u studentek PdF 5,95 kg/m². Hodnoty FMI korespondují s nízkým zastoupením tukové frakce. U studentů dosáhla průměrná hodnota FFMI hranice 20,30 kg/m², tedy relativně vysoké hodnoty. Studentky FTK disponovaly průměrnou hodnotou FFMI 16,96 kg/m², u studentek PdF jsme zaznamenali nižší hodnotu 16,14 kg/m² (nesignifikantní rozdíly mezi studentkami).

V tabulce 5 sledujeme průměrné hodnoty sledovaných somatických parametrů u studentek v rámci jednotlivých kategorií BMI. U většiny parametrů u studentek PdF byly nalezeny statisticky významné difference, s výjimkou TBW, SMM a BCMI. U studentek FTK se rozdíly ve vybraných parametrech v rámci kategorií BMI nevyskytovaly pouze u tělesné výšky a FS. V obou kategoriích BMI u studentek FTK byla průměrná tělesná výška téměř shodná.

V kategorii normální hmotnosti nebyly determinovány rozdíly u tělesné výšky, hmotnosti, TBW, SMM, BCM, VFA, FFMI a BCMI. Studentky FTK se jevíly štíhlejší a s vyšším rozvojem tukuprosté hmoty a s ní souvisejících parametrů. V kategorii nadváhy se studentky nelišily u BMI, VFA, FFMI a BCMI. U všech ostatních parametrů nacházíme signifikantní rozdíly.

Studentky FTK v kategorii nadváhy byly v průměru o 6 cm vyšší než studentky PdF, o 7 jednotek se lišilo fitness skóre (FS), měly tedy vyšší zastoupení FFM a SMM a výrazně nižší zastoupení množství tukové frakce. FMI jako zdravotní ukazatel tělesného složení a jeden z rizikových faktorů obezity byl u obou souborů studentek v kategorii nadváhy nadprůměrný. S nejvyšší hodnotou FMI se setkáváme u studentek PdF v kategorii nadváhy (9,40 kg/m²).

U studentů jsme zaznamenali mezi kategoriemi BMI normální hmotnost a nadváha statisticky významné difference u všech sledovaných parametrů tělesného složení (Tabulka 6).

Z tabulky 7 je zřejmé, že se studentky FTK v kategorii FS_1 a FS_2 neodlišovaly ani v tělesné hmotnosti, ani v množství

tukové složky ani v množství VFA či SMM; také rozdíly v průměrných hodnotách FFMI, FMI a BCMI nebyly signifikantní. Studentky PdF se s výjimkou tělesné výšky a BCMI lišily v rámci kategorií FS ve všech sledovaných parametrech. Přestože je uvedeno, že FS je stanoveno na základě podílu kosterní svalové frakce a tukové složky, v rámci kategorie FS_1 (70–90) se zastoupení SMM, FFMI a BCMI u studentek FTK a PdF nelišilo. U kategorie FS_2 nacházíme signifikantní difference mezi všemi parametry vztahujícími se k tukové a svalové složce, s výjimkou indexů zdravotních ukazatelů tělesného složení.

U mužů jsou rozdíly u jednotlivých parametrů mezi jednotlivými kategoriemi FS výraznější a signifikantní, s výjimkou rozdílů u VFA, FFMI, FMI a BCMI mezi kategoriemi FS_2 a FS_3 (Tabulka 8).

Diskuze

Tělesná výška studentek FTK (167,8 cm) odpovídala referenčním hodnotám české populace (Bláha et al., 1986), studentky PdF byly v průměru o 1,4 cm menší. Studenti FTK (181,4 cm) se jeví vzhledem k populačním normám běžné dospělé populace vyšší (Bláha et al., 1986; Kovařík, 2011). Bláha et al. (1986) uvádí průměrnou tělesnou výšku pro muže dané věkové kategorie 178 cm, Kovařík (2011) 180,0 cm. Srovnání s průměrnou tělesnou výškou studentů a studentek Univerzity obrany v Brně (jedná se o selektovanou populační skupinu) prokázalo pouze minimální rozdíly (Přidalová et al., 2004).

U studentů a studentek tělovýchovných oborů studujících na FTK je dlouhodobě pozorován trend snížené hmotnosti a nižšího zastoupení tukové složky (Kutáč et al., 2008; Přidalová et al., 2004; Přidalová, 2005; Přidalová et al., 2006). Průměrné hodnoty BMI u našich souborů kopírují referenční hodnoty české populace a jsou zařazeny do kategorie normální hmotnosti. Obsazení kategorie nadváhy dle BMI studenty a studentkami v 90. letech a u našich souborů je téměř shodné (Přidalová, 2005). Průměrné hodnoty BMI si rovněž zachovávají stabilitu vzhledem ve srovnání se studenty a studentkami sledovanými v 90. letech. Jak uvádí Přidalová (2005), studentky FTK dosáhly mírně vyšší hodnoty BMI vzhledem ke sledovaným souborům ($22,4 \text{ kg/m}^2$) a studenti $22,9 \text{ kg/m}^2$.

Na základě hodnocení dle zastoupení tukové složky se současní studenti a studentky jeví podobně. Studenti FTK sledovaní v 90. letech dosáhli 9,8 % tuku; studentky FTK 18,8 % (BIA, QuadScan 4000). Mírně vyšší hodnoty množství tukové složky u našich souborů je možno zařadit k toleranci v rámci chyby měření. Heyward a Wagner (2004) jako průměrnou hodnotu pro danou věkovou kategorii uvádějí 13 % pro muže a 28 % pro ženy. Podprůměrná hodnota pro muže je 8 % a pro ženy 20 % tuku. Současní studenti a studentky se nacházejí na hranici podprůměru.

Ve srovnání se slovenskými vysokoškolskými studenty a studentkami, u kterých je zastoupení množství tukové frakce 20,2 % a 24,0 %, je možno naše studenty a studentky ohodnotit jako méně „tučné“. Zastoupení množství tukové složky u studentek PdF odpovídá zastoupení 24 % tuku u slovenských studentek (Danková et al., 2013).

Limity BMI odstraňuje využití FMI a FFMI. Pro dospělou mužskou populaci ve věku 18–34 let uvádí Schutz, Kyle a Pichard (2002) referenční hodnoty FFMI $18,9 \text{ kg/m}^2$; pro ženy $15,4 \text{ kg/m}^2$. U našich studentů byla zjištěna průměrná hodnota FFMI $20,3 \text{ kg/m}^2$, kterou zmínění autoři uvádějí jako průměrnou hodnotu u 90. percentilu. Podobnou situaci nacházíme u dívek, kde byla zjištěna průměrná hodnota FFMI studentek FTK $16,96 \text{ kg/m}^2$, kterou autoři popisují rovněž u 90. percentilu. Průměrná hodnota FFMI $16,14 \text{ kg/m}^2$ zjištěná u studentek PdF je řazena k 75. percentilu.

Daňková et al. (2013) uvádí průměrné hodnoty FFMI pro vysokoškolské studenty $18,87 \text{ kg/m}^2$ a pro studentky

$15,67 \text{ kg/m}^2$; tyto hodnoty odpovídají dle Schutze et al. (2002) 50. percentilu. Je zřejmé, že studenti a studentky FTK jsou také z pohledu zastoupení FFM vztažené k druhé mocnině tělesné výšky selektovanou populací.

Mezi FFMI a FMI v rámci BMI existuje reciproční vztah, takže u našich souborů sledujeme nižší hodnoty FMI, než uvádějí Schutz et al. v 50. percentilu. Průměrná hodnota FMI u studentek FTK dosáhla $4,7 \text{ kg/m}^2$ a u studentů $2,72 \text{ kg/m}^2$, což představuje z pohledu výše zmiňovaných autorů 10. a 25. percentil.

U kategorie nadváhy BMI přesáhla průměrná hodnota FMI u obou souborů studentek doporučenou hranici $5,8 \pm 1,7 \text{ kg/m}^2$ a dosáhla hranice zdravotního rizika. Průměrné hodnoty FFM, SMM a FFMI v kategorii nadváhy byly nesignifikantně vyšší než u kategorie normální hmotnosti, což odpovídá zjištěným poznatkům (Gába, & Přidalová, 2013; Kyle et al., 2004; Přidalová et al., 2011; Schutz et al., 2002).

U souborů FTK v kategorii normální hmotnost (BMI_1) a nadváha (BMI_2) nacházíme shodnou průměrnou hodnotu fitness skóre (FS = 78), přestože se studentky z pohledu zastoupení dílčích frakcí tělesného složení liší. V našem souboru se nacházelo 10 studentek PdF, 7 studentek FTK a 4 studenti FTK v kategorii FS pod 70, což představuje v budoucnosti možnost rozvoje sarkopenické obezity. Více než 70 % našich studentek se vyskytovalo v kategorii FS do 75 jednotek. U studentů se jedná o probandy s nízkým zastoupením jak tukové, tak svalové složky. U studentek jde především o navýšení tukové frakce v rámci této kategorie FS.

Habib (2013) sledoval zastoupení probandů běžné zdravé dospělé populace (428 probandů) v jednotlivých kategoriích FS a dospěl k výsledku, že průměrná hodnota tohoto indexu se pohybovala pod 70 jednotkami a 42 % populace se nacházelo v kategorii pod 70 jednotek. 93 % souboru mělo FS nižší než 80. Také Sundborn et al. (2010) a Lim et al. (2010) uvádějí vysokou frekvenci výskytu sarkopenické obezity u dospělé populace, která je velmi často spojena s metabolickým syndromem. V literatuře se rovněž setkáváme s termínem high fat muscle poor phenotype (Kulkarni et al., 2010).

Závěr

Studenti FTK se jeví z pohledu průměrné hodnoty tělesné výšky jako vyšší vzhledem k populačním normám, studentky FTK byly o 1,4 cm vyšší než studentky PdF.

Trend nižší tělesné hmotnosti a nižšího zastoupení tělesného tuku u studujících tělovýchovné obory na FTK je dlouhodobě zachován. Srovnání studentů a studentek na základě vybraných somatických charakteristik se soubory sledovanými v 90. letech minulého století prokázalo nižší hmotnost, vyšší tělesnou výšku, stabilitu průměrných hodnot BMI, nižší zastoupení množství tukové složky, vyšší zastoupení tukuprosté hmoty (FFM). V kontextu hodnocení výše zmíněných parametrů nacházíme vyšší hodnoty FFMI a nižší hodnoty FMI.

Na základě tohoto somatického stavu je možno označit studenty a studentky FTK jako selektovanou populační skupinu.

V kategorii nadváhy je možno označit oba soubory studentek jako rizikové z pohledu zastoupení FMI. Studentky PdF disponují nižším zastoupením tukuprosté hmoty (FFM) i kosterního svalstva (SMM).

Limity studie

Klienti i klientky byli informováni o dodržení standardních podmínek měření, avšak 100% prověření dodržení těchto podmínek není objektivně možné.

Poděkování

Studie byla podpořena výzkumným projektem Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn (MSM 6198959221).

Souhrn

Cílem studie je determinovat vybrané zdravotní ukazatele tělesného složení u studujících vysokoškolských studentů a studentek na FTK UP a PdF UP a analyzovat rozdíly ve vybraných parametrech tělesného složení stanovených prostřednictvím přístroje InBody 720 mezi studentkami PdF UP a FTK UP v kontextu zařazení do jednotlivých kategorií BMI a fitness skóre.

Sledovaný soubor tvořili studenti ($n = 287$) a studentky Fakulty tělesné kultury ($n = 172$) a studentky Pedagogické fakulty ($n = 83$) Univerzity Palackého v Olomouci studující v prvním ročníku.

Odhad tělesného složení byl proveden prostřednictvím přístroje InBody 720 (Biospace Co., Ltd.; Seoul, Korea), který pracuje na základě multifrekvenční bioimpedanční analýzy (MFBIA).

Získané parametry prostřednictvím InBody 720 jsou primárně celková tělesná voda (Total Body Water, TBW, l); extracelulární (Extracellular Body Water, ECW, l) a intracelulární voda (Intracellular Body Water, IBW, l); sekundárně tukuprostá hmota (Fat-free mass, FFM, kg, %), tuková složka (Body Fat Mass, BF, kg; PBF, %); kosterní svalstvo (Skeletal Muscle Mass, SMM, kg, %); ukazatele zdravotního rizika – BMI (kg/m^2); Body Fat Mass Index (BFMI, kg/m^2); Fat Free Mass Index (FFMI, kg/m^2); VFA (Visceral Fat Area, cm^2). Součet BFMI a FFMI (Body Fat Mass Index, Fat Free Mass Index) udává hodnotu BMI (Schutz, Kyle, & Pichard, 2002).

Parametr fitness skóre (FS) využívá software Lookin'Body 3.0 pro hodnocení tělesné zdatnosti na základě vztahů mezi jednotlivými komponentami tělesného složení (zastoupení kosterního svalstva a tukové složky vzhledem k hmotnosti). Kategorizace je následující: FS < 70: tělesná zdatnost podprůměrná (FS_1); FS v rozmezí: 70–90: tělesná zdatnost průměrná (FS_2); FS > 90: tělesná zdatnost nadprůměrná (FS_3).

Zpracování získaných dat proběhlo v programech STATISTICA VS. 10 a Microsoft Office Excel 2007. Ke statistickému zpracování a srovnání dat byla využita parametrická analýza rozptylu ANOVA (t-test). Hladina statistické významnosti byla stanovena $p < 0,05$.

Studenti FTK UP se jeví z pohledu průměrné hodnoty tělesné výšky jako vyšší vzhledem k populačním normám, studentky FTK byly o 1,4 cm vyšší než studentky PdF a obě skupiny žen kopírovaly referenční hodnoty.

Studentky PdF disponují nižším zastoupením fat-free mass (FFM: $M = 44,73 \text{ kg}$) i kosterního svalstva (SMM: $M = 24,55 \text{ kg}$) než studentky FTK (FFM: $M = 47,88 \text{ kg}$, SMM: $M = 26,60 \text{ kg}$). U studentů FTK nacházíme vyšší podíl FFM ($M = 65,79 \text{ kg/m}^2$) i SMM ($37,62 \text{ kg/m}^2$) než u běžné populace. Z tohoto pohledu je vyšší také FFMI ($20,30 \text{ kg/m}^2$), jehož hodnota odpovídá 90. percentilu.

Trend nižší tělesné hmotnosti a nižšího zastoupení tělesného tuku u studujících tělovýchovné obory na FTK UP je dlouhodobě zachován. U studentek FTK nacházíme mírně vyšší hodnoty FFMI ($M = 16,96 \text{ kg/m}^2$) než u studentek PdF ($M = 16,14 \text{ kg/m}^2$) a výrazně nižší hodnoty FMI (Ž_FTK: $M = 4,70 \text{ kg/m}^2$; Ž_PdF: $M = 5,95 \text{ kg/m}^2$). V kategorii nadváhy je možno označit oba soubory studentek jako rizikové z pohledu zastoupení FMI (Ž_PdF: $M = 9,40 \text{ kg/m}^2$; Ž_FTK: $M = 7,99 \text{ kg/m}^2$). Na základě tohoto somatického stavu je možno označit studenty a studentky FTK UP jako selektovanou populační skupinu.

Klíčová slova: tělesné složení, tuk, fat-free mass, adolescent, fitness skóre, BMI

Literatura

Amisola, R. V. B., & Jacobson, M. S. (2003). Physical activity, exercise and sedentary activity: Relationship to the causes and treatment of obesity. *Adolescent Medicine*, 14, 23–37.

- Berghöfer, A., Pischon, T., Reinhold, T., Apovian, C., Sharma, A., & Willich, S. (2008). Obesity prevalence from a European perspective: a systematic review. *BMC Public Health*, 8(1), 200–210.
- Bibiloni, Md. M., Pons, A., & Tur, J. A. (2013). Defining Body Fatness in Adolescents: A Proposal of the Afad-A Classification. *PLoS ONE*, 8(2): e55849. doi:10.1371/journal.pone.0055849
- Bláha, L., & Cihlár, D. (2010). Uplatňování volnočasových pohybových aktivit a inaktivit u dětí na 2. stupni ZŠ. *Česká kinantropologie* 14(2), 107–118.
- Bláha, P. et al. (1986). *Antropometrie československé populace od 6 do 55 let. Čs. spartakiáda 1985*. Praha: Ústav sportovní medicíny.
- Bunc V. (2009). Tělesné složení u adolescentů jako indikátor aktivního životního stylu. *Česká kinantropologie*, 13(3), 11–17.
- Corbin, C. B., & Pangrazzi, R. P. (2004). *Physical activity for children: A statement of guidelines of children aged 5–12 (2 nd. Ed.)*. Reston, VA: National Association for Sport and Physical Education.
- Danková, Z., Cvičelová, M., & Siváková, D. (2013). Telesné zloženie a indexy obezity u slovenských študentov vo veku od 16 do 25 rokov. *Česká antropologie*, 63(1), 9–14.
- Dietz, W. H. (2004). Overweight in childhood and adolescence. *New England Journal of Medicine*, 350, 855–857.
- Duncan J. S., Schofield G., & Duncan E. K. (2007). Step count recommendations for children based on body fat. *Prev Med*, 44(1), 42–44.
- Gába, A., & Přidalová, M. (2013). Age-related changes in body composition in a sample of Czech women aged 18–89 years: a cross-sectional study. *European Journal of Nutrition*. doi: s00394-013-0514-x
- Guo, S. S., Huang, C., Maynard, L. M., Demerath, E., Towne, B., Chumlea, W. C., & Siervogel, R. M. (2000). Body mass index during childhood, adolescence and young adulthood in relation to adult overweight and adiposity: the Fels Longitudinal Study. *Journal of Obesity*, 24(12), 1628–1635.
- Habib, S. S. (2013). Body composition analysis and estimation of physical fitness by scoring grades in Saudi adults. *Journal of Pakistan Medical Association*, 63(10), 1285–1289.
- Hainer, V. a kol. (2004). *Základy klinické obezitologie*. Praha: Grada.
- Hall, D. M., & Cole, T. J. (2006). What use is the BMI? *Arch Dis Child* 91(4), 283–286.
- Heyward, V. D. & Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kopecký, M., Krejčovský, & Švarc, M. (2013). *Antropometrický instrumentář a metodika měření antropometrických parametrů*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kovářík, M. (2011). *Antropometrický výzkum dospělé populace a jeho aplikace v oblasti interiéru a architektury*. Disertační práce, Mendelova univerzita, Brno, ČR.
- Kutáč, P., Přidalová, M., & Riegerová, J. (2008). Somatic characteristics of current male and female students studying the Physical Education at various types of University in the Czech Republic. *Slovenská antropológia: Bulletin slovenskej antropologickej spoločnosti pri SAV*, 11(1), 46–56.
- Kyle, U. G., Kossovsky, M. P., Genton, L., & Pichard, C. (2007). Overweight and obesity in a Swiss city: 10-year trends. *Public Health Nutrition*, 10(9), 914–919.
- Kyle, U. G., Morabia, A., Schutz, Y., & Pichard, C. (2004). Sedentaryism affects body fat mass index and fat-free mass index in adults aged 18 to 98 years. *Nutrition*, 20(3), 255–260.
- Kulkarni, B., Shatrugna, V., Nagalla, B., & Rani, K. U. (2010). Regional body composition of Indian women from a low-income group and its association with anthropometric indices and reproductive events. *Ann Nutr Metab*, 56, 182–189.

- Lim, K. I., Yang, S. J., Kim, T. N., Yoo, H. J., Kang, H. J., & Song, W. et al. (2010). The association between the ratio of visceral fat to thigh muscle area and metabolic syndrome: the Korean Sarcopenic Obesity study (KSOS). *Clin Endocrinol (Oxf)*, 73, 588–94.
- Lindsay, R. S., Hanson, R. L., Roumain, J., Ravussin, E., Knowler, W. C., & Tataranni, P. A. (2001). Body mass index as a measure of adiposity in children and adolescents: relationships to adiposity by dual energy X-ray absorptiometry and to cardiovascular risk factors. *J Clin Endocrinol Metab*, 86, 4061–4067.
- Macek P. (2003). *Adolescence*. Praha: Portál.
- Máček, M., & Radvanský, J. (2011). Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity. Praha: Galén.
- Malina, R. M. (2001). Anthropology and physical activity: A lifespan perspective. *Medicina Sportiva (Krakow)*, 5 (EE2), E69–E75.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. B. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Maynard, L. M., Wisemandle, W., Roche, A. F., Chumlea, W. C., Guo, S. S., & Siervogel, R. M. (2001). Childhood body composition in relation to body mass index. *Pediatrics*, 107, 344–350.
- McCarthy, H. D., & Ashwell, M. (2006). A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message—‘keep your waist circumference to less than half your height’. *Int J Obes (Lond)*, 30(6), 988–992.
- Ogden, C. L., Carroll, M. D., Kit, B. K., & Flegal, K. M. (2012). Prevalence of obesity and trends in body mass index among US children and adolescents, 1999–2010. *JAMA*, 307(5), 483–490.
- Přidalová, M. (2005). *Somatodiagnostika studentů a studentek studijního programu tělesná výchova a sport na FTK UP*. Habilitační práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc, ČR.
- Přidalová, M., Dostálová, I., Kvaka, Z., & Pechtor, P. (2004). Je populace studentů FTK UP v Olomouci a VVŠ PV ve Vyškově modelová a selektovaná? *Česká antropologie*, 54, 163–166.
- Přidalová, M., Dostálová, I., Riegerová, J., & Vařeková, R. (2006). The somatic profile of male and female students studying the programme „physical education and sport“ at the Faculty of Physical Culture in Olomouc [CD]. In Pišot, R., Kropěj V. L., Zurec, J., Volmut, Z., & Obid A. (Eds.), *4th International Symposium „A child in Motion“*. Slovenia, Portorož: University of Primorska.
- Přidalová, M., Sofková, T., Dostálová, I. & Gába, A. (2011). Vybrané zdravotní ukazatele u žen s nadváhou a obezitou ve věku 20–60 let, *Česká antropologie*, 61(1), 32–38.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Hanex.
- Rodríguez, G., Moreno, L. A., Blay, M. G., Blay, V. A., Gargorri, J. M., Sarria, A., & Bueno, M. (2004). Body composition in adolescents: measurements and metabolit aspects. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 28(3), 54–58.
- Rodríguez, G., Moreno, L. A., Blay, M. G., Blay, V. A., & Fleta, J. et al. (2005). Body fat measurement in adolescents: comparison of skinfold thickness equations with dual-energy X-ray absorptiometry. *Eur J Clin Nut*, 59(10), 1158–1166.
- Sigmundová, D., El Ansari, W., Sigmund, E., & Frömel, K. (2011). Secular trends: A ten-year comparison of the amount and type of physical activity and inactivity of random sample of adolescents in the Czech Republic. *BMC Public Health*, 11(1), 731.
- Schutz, Y., Kyle, U. U. G., & Pichard, C. (2002). Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18–98 y. *Int J Obesity*, 26, 953–960.
- Smith, A. L., & Biddle, S. J. H. (2008). *Youth physical activity and sedentary behaviour*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Stejskal, P. (2004). *Proč a jak se zdravě hýbat*. Břeclav: Prestempus.
- Strong, W. B., Malina, R. M., Blimkie, C. J. R., Daniels, S. R., Dishman, R. K., Gutin, B., Hergenroeder, A. C., Must, A., Nixon, P. A., Pivarnik, J. M., Rowland, T., Trost, S., & Trudeau, F. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *Journal of Pediatrics*, 146(6), 732–737.
- Sundborn, G., Metcalf, P. A., Gentles, D., Scragg, R., & Black, P. et al. (2010). Overweight and obesity prevalence among adult Pacific peoples and Europeans in the Diabetes Heart and Health Study (DHAHS) 2002–2003, *N Z Med J*, 123, 30–42.
- Wells, J. C., Cole T. J., & ALSPAC study team (2002) Adjustment of fat-free mass and fat mass for height in children aged 8 y. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 26(7), 947–952.
- World Health Organisation (2012). *Obesity and overweight, fact sheet no. 311 (May)*.

CELKOVÉ A SEGMENTÁLNÍ ZASTOUPENÍ TĚLESNÉHO TUKU U ŽEN POHYBOVĚ AKTIVNÍCH A INAKTIVNÍCH VE VĚKU ADULTUS

**Total and segmental body fat
in physical active and inactive woman
in age of adultus**

**Martin Sigmund, Iva Dostálová,
Dagmar Sigmundová**

Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci,
Česká republika

Abstract

Optimal physical activity (PA) is an important protective factor decreasing the emergence of many diseases, especially of non-communicable disease (NCD). In terms of the ontogenetic development, the optimal amount and intensity of PA is irreplaceable in each developmental stage. In our case, we focus on women in period of younger adults. The aim of this study was to determine and to compare the total and segmental representation of body fat in women with regular controlled physical activity, that meet the basic health recommendations, which is implementation of weekly physical activity and physically inactive women in age of adultus. The study was attended by 50 women (25 active woman, 21.52 ± 2.41 years; 25 inactive woman, 22.84 ± 3.64 years). To determine body fat and segmental analysis we have chosen the noninvasive method of tetrapolar electrical bioimpedance (BIA) using the device of Tanita BC-418 MA. To assess the values of skinfold the calliper of type Best was applied. Values of skinfolds were processed in accordance with Pařízková, Matiegka and Drinkwater-Ross. To test the significance of differences single-factor ANOVA was used. To assess individual differences between estimation methods in the representation of body fat Fisher's LSD post hoc test was applied. Statistical significance was tested at $p \leq .05$, $p \leq .01$. Comparison of the representation of the body fat and segmental analysis in physically active and physically inactive women in younger adults clearly demonstrates the significant difference in the compared characteristics in terms of lower values for physically active women and higher values for inactive women. In a group of PA women consensus has been found between the BIA method and procedure by Pařízková. In a group of inactive women there were no significant differences between all methods for determining the representation of body fat. The study has a pilot character, under which the more extensive research will be carried out.

Key words: *health, body composition, florbál, current university students*

Úvod

Problematika pohybové aktivity (PA) patří k aktuálním tématům především s ohledem na zdraví jedince (WHO, 2004). Optimální PA představuje důležitý protektivní faktor limitující vznik mnoha onemocnění, především pak civilizačních. Rovněž představuje důležitou součást zdravého, aktivního životního stylu, který lze definovat jako určitou rovnováhu mezi duševním a fyzickým zdravím. Z hlediska ontogenetického vývoje má optimální množství a intenzita PA své nezastupitel-

né místo v každé vývojové etapě. O prokazatelném vlivu pravidelné a přiměřené PA na zdraví jedince ve vztahu k morbiditě a mortalitě byly podány důkazy již koncem osmdesátých let 20. století (Blair, Kohl, Paffenbarger, Clark, Cooper, & Gibbons, 1989; Paffenbarger, Hyde, Wing, & Hsieh, 1986). Předložené studie sledovaly především biomedicínský pohled na zdraví. S ohledem na současné trendy a holistické pojetí zdraví se zmiňuje i aspekt psychologický, sociální a spirituální (Blahutková, Řehulka, & Dvořáková, 2005).

Hošek (2000) zdůrazňuje význam pravidelné PA s ohledem na kvalitu života a psychosociální funkce. Mimo nesporných fyziologických vlivů na zdraví jedince má podle Hoška pravidelná pohybová aktivita funkci zábavnou, afiativní, harmonizační a rekuperační. S ohledem na symptomatologii nemoci uvádí Hošek důležité funkce pravidelné PA jako je antistresová a antidepresivní. Rovněž pozitivní vliv PA s ohledem na involuční změny a senium, kdy PA plní úlohu meliorativní a antiinvoluční.

Pravidelná a optimální PA s respektováním individuálních potřeb má tak své prokazatelné výhody ve všech složkách zdraví i jednotlivých fázích ontogenetického vývoje člověka. Tuto skutečnost potvrzují četné domácí práce u různých věkových skupin s ohledem na zdraví, nemoc a prevenci (Gába, Přidalová, Pelcová, Riegerová, & Tlučáková, 2010; Gába, Přidalová, Válková, Walkey, & Gábová, 2011; Kalman, Hamřík, & Pavelka, 2009; Kapuš, Gába, Riegerová, & Pelcová, 2011; Kutáč, Gajda, & Přidalová, 2009; Máček & Radvanský et al., 2011; Němcová & Korsa, 2008; Přidalová, Riegerová, Dostálová, Gába, & Kopecký, 2008; Přidalová, Sofková, Dostálová, & Gába, 2011; Riegerová, Kapuš, Gába, & Ščotka, 2010; Riegerová & Přidalová, 2007; Sigmundová, Chmelík, Sigmund, Feltlová, & Frömel, 2013; Sofková, Přidalová, Pelcová, & Dostálová, 2011; Stejskal, 2004).

V případě našeho šetření zaměřujeme svoji pozornost na ženy v období mladší dospělosti (adultus), které má počátek mezi 18. až 20. rokem s dobou trvání přibližně do 30 let věku (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Benefity plynoucí z realizace aktivního životního stylu u žen v mladší dospělosti se významně projevují ve všech hlavních složkách zdraví (fyzické, psychické, sociální). Ve věkové kategorii mladší dospělosti nepředpokládáme časný patofyziologický progres některého z četných civilizačních onemocnění jako je diabetes mellitus 2. typu, hypertenze, dyslipidémie, kardiovaskulární onemocnění apod. Pravidelná PA u žen v mladší dospělosti však představuje důležitý primárně preventivní nástroj, současně přispívá k udržení optimálního tělesného složení a pozitivnímu sebehodnocení. Z hlediska fyzického zdraví představuje určité optimum středně zatěžující PA, která právě u žen v období adultus může kupříkladu významně podporovat dostavbu kostní tkáně mechanismem stimulace osteoblastů, a tím následně snížením celkového rizika osteoporózy v pozdějším období (Němcová & Korsa, 2008). Rychlost osteopenických, respektive osteoporotických změn je mimo jiné významně závislá na kvalitě kostní hmoty před menopauzou. S ohledem na uvedené skutečnosti lze považovat PA za významný preventivní profylaktický faktor ovlivňující dynamiku budoucích degenerativních změn v oblasti kostní tkáně (Neville, et al., 2002).

Důležitý ukazatel fyzického zdraví i sebehodnocení ženy v období mladší dospělosti představují základní somatické parametry jako je tělesná hmotnost, hodnota body mass indexu (BMI), index WHR a vybrané obvodové charakteristiky. Rovněž vzájemný poměr jednotlivých frakcí složení těla, zejména pak zastoupení tělesného tuku a jeho distribuce ovlivňuje objektivní i subjektivní parametry zdraví ženy. S ohledem na BMI se ukazuje, že ženy se vnímají jako atraktivní a subjektivně nejlépe se cítí při hodnotách BMI 19–20 kg/m² (Frederick, Peplau, & Lever, 2006). Tedy podle normativních hodnot na úrovni

spodní hranice normy. Pokud se týká zastoupení tělesného tuku, tak Grasgruber a Cacek (2008) uvádí u nesportujících žen průměrné zastoupení v rozmezí hodnot 20–25 %. Motivací pro realizaci pohybové aktivity u žen v období mladší dospělosti může být tedy jak komponenta zdravotní, tak i estetická. Objektivně i subjektivně vnímaná spokojenost se svým tělem pak pozitivně ovlivňuje psychickou a sociální složku zdraví (Davis & Cerullo, 1996).

Mezi základní faktory indikující optimální úroveň zdraví prospěšné PA patří frekvence, intenzita, doba trvání a druh vykonávané činnosti. S ohledem na ženy v období mladší dospělosti a množství PA lze přijmout všeobecný koncept 10 000 kroků za den (Hatano, 1993; Tudor-Locke, Hatano, Pangrazi, & Kang, 2008). V týdenním režimu se jeví jako optimální množství PA na úrovni 150 minut realizovaných v pásmu střední intenzity (3–6 METs), případně 75 minut v pásmu intenzity vyšší než 6 METs (American Heart Association; American College of Sports Medicine; US Department of Health and Human Services, 2008).

Ke splnění uvedených základních doporučení ve smyslu zdravé pohybové aktivity je v současnosti možné realizovat celou řadu sportovních aktivit. Jednou z takových, která splňuje výše uvedená doporučení je florbal. Jde o moderní a v našem prostředí oblíbenou kolektivní sportovní hru. Bernaciková, Kapounková, Novotný et al. (2010) popisují florbal jako sport, pro který je typická intervalová zátěž se střídáním intenzity. Při utkání bývá intenzita zatížení střední až maximální. Pokud bychom vycházeli z těchto základních fyziologických aspektů, tak by pro udržení zdraví, s ohledem na výše uvedená doporučení, stačily dvě tréninkové jednotky týdně o délce 75 minut. Byl by tak naplněn teoretický předpoklad objemu 150 minut pohybové aktivity realizované v pásmu střední intenzity. Ženy provozující florbal na závodní úrovni průměrně absolvují tři tréninkové jednotky týdně o délce kolem 90 minut a jedno utkání o délce 60 minut. Tedy významně překračují základní zdravotní doporučení s ohledem na objem a intenzitu realizované PA. Pokud nebereme v úvahu sportovně-traumatologický aspekt ve smyslu možných zranění plynoucích ze hry, z přetížení pohybového aparátu apod., můžeme považovat tuto aktivitu jako optimální druh pohybové činnosti v týdenním režimu.

Cíl

Hlavním cílem předložené studie bylo zjistit a vzájemně porovnat celkové a segmentální zastoupení tělesného tuku u žen s pravidelně řízenou pohybovou aktivitou, které splňují základní zdravotní doporučení realizace týdenní pohybové aktivity a u žen pohybově inaktivních ve věku adultus. Dílčím cílem bylo srovnat hodnoty v zastoupení tělesného tuku pomocí různých metodik u souborů s rozdílnou úrovní pohybové aktivity.

Metodika

Výzkumného šetření se zúčastnilo celkem 50 žen věkové kategorie adultus. Z toho 25 žen v průměrném věku 21,52 ($\pm 2,41$) let představuje soubor pohybově aktivních (sportujících) žen.

Jedná se o hráčky florbalu, které absolvují třikrát týdně společný trénink trvající 75–90 minut a jedno mistrovské utkání druhé nejvyšší soutěže v průběhu víkendu. Nesportujících žen je rovněž 25 s věkovým průměrem 22,84 ($\pm 3,64$) let (Tabulka 1). Za nesportující byla považována ta žena, která neprovozuje pravidelně řízenou pohybovou aktivitu a její pohybový režim má habituální charakter. Všechny pohybově inaktivní (nesportující) ženy v našem souboru byly vysokoškolské studentky Univerzity Palackého v Olomouci.

Z hlediska etického aspektu byly všechny účastnice realizovaného šetření plně seznámeny s jeho účelem a současně s možnostmi kdykoliv dobrovolně odstoupit v jeho průběhu a bez udání důvodu. Všechny účastnice šetření byly seznámeny s dalším postupem zpracování dat a se zaručenou anonymitou. Každá účastnice se šetření zúčastnila zcela dobrovolně a souhlasila se zpracováním získaných dat a jejich případným publikováním.

K určení tělesného tuku a segmentální analýzy byla využita neinvazivní metoda tetrapolární elektrické bioimpedance (BIA) pomocí přístroje Tanita BC-418 MA (Tanita). Přesnost měření při určení tělesné hmotnosti činí 100 g (Body composition analyzer BC-418 – Instruction Manual). V průběhu BIA vyšetření byly dodrženy doporučené postupy (Heyward & Wagner, 2004). Tělesná výška byla měřena pomocí antropometru A-213 (Trystom, Česká republika) s přípustnou chybou měření 5 mm. Pro posouzení hodnot kožních řas byl aplikován kaliper typu Best II K-501 (Trystom, Česká republika) se styčnou plochou 3 mm o přitlačné síle 2 N. Hodnoty kožních řas byly zpracovány postupem podle Pařízkové, Matiegky a Drinkwatera-Rosse (Kutáč & Gajda, 2009; Pařízková, 1998; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Výzkumná data byla zpracována odpovídajícími postupy v programu Antropo vers. 2000.1. (Bláha, 2000). Pro testování významnosti rozdílů byla použita jednofaktorová ANOVA. K posouzení jednotlivých diferencí mezi metodami odhadu v zastoupení tělesného tuku byl aplikován Fisherův LSD post hoc test. Hladina statistické významnosti byla testována na úrovni $p \leq .05$, $p \leq .01$. Pro posouzení věcné významnosti výsledků průměrů a směrodatných odchylek jsme použili Effect of Size podle Cohena, přičemž hodnota d 0,2 = malá změna, d 0,5 = střední změna a d 0,8 = velká změna (Cortina & Nouri, 2000; Thomas, Nelson, & Silverman 2011). Statistické zpracování výsledků bylo provedeno pomocí programu Statistica v. 10.0 (Statistica, Tulsa, USA).

Výsledky

Celkové zastoupení tělesného tuku u pohybově aktivních žen ve věku adultus činí průměrně 20,44 %. Průměrná zjištěná hodnota celkového zastoupení tělesného tuku u žen pohybově inaktivních představuje 26,92 %. Zjištěný rozdíl 6,48 % mezi oběma soubory je statisticky i věcně významný ($p \leq 0,001$; $d = 1,29$) (Tabulka 2).

Průměrné zastoupení tělesného tuku na horních končetinách se pohybuje u pohybově aktivních žen ve věku adultus na úrovni 16–17 %. U pohybově inaktivních žen jsou hodnoty tělesné-

Tabulka 1. Základní charakteristiky pohybově aktivních a pohybově inaktivních žen

	Ženy aktivní (n = 25)				Ženy inaktivní (n = 25)			
	M	SD	MIN	MAX	M	SD	MIN	MAX
věk (roky)	21,52	2,41	16,94	28,27	22,84	3,64	17,56	32,72
tělesná výška (cm)	167,64	5,62	157,00	181,50	168,93	6,29	155,50	185,00
tělesná hmotnost (kg)	60,21	6,24	47,20	78,60	63,35	7,82	51,30	83,70
BMI (kg/m ²)	21,59	2,68	18,93	27,42	23,57	4,76	17,81	34,36

Poznámka: BMI – body mass index, M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, MIN – minimální hodnota znaku, MAX – maximální hodnota znaku

ho tuku na horních končetinách na úrovni 23–24 %. Zjištěné difference mezi sledovanými soubory jsou ve všech položkách statisticky i věcně významné ($p \leq 0,001$; $d > 1,3$) (Tabulka 2).

Zastoupení tělesného tuku v oblasti trupu u pohybově aktivních žen se pohybuje na úrovni 16 %. U pohybově inaktivních žen představuje tělesný tuk v oblasti trupu hodnotu kolem 24 %. Zjištěné difference v zastoupení tělesného tuku v oblasti trupu jsou statisticky i věcně významné ($p \leq 0,001$; $d = 1,5$) (Tabulka 2).

Zastoupení tělesného tuku s ohledem na jednotlivé segmenty ukazuje u obou sledovaných souborů nejvyšší procentuální hodnoty v oblasti dolních končetin. U pohybově aktivních žen se pohybuje hodnota tělesného tuku na úrovni kolem 24 %. U pohybově inaktivních žen jsou hodnoty vyšší přesahující více než 30% zastoupení. Šestiprocentní difference v zastoupení tělesného tuku v oblasti dolních končetin mezi sledovanými soubory je statisticky i věcně významná ($p \leq 0,001$; $d > 1,1$) (Tabulka 2).

Srovnání výsledků hodnot tělesného tuku metodou BIA a třemi antropometrickými metodami je prezentováno v tabulce 3 a 4. Všechny uvedené metody potvrzují signifikantně i věcně významné difference v zastoupení tělesného tuku mezi sledovanými soubory (Tabulka 3). Shodně u obou souborů antropometrická metoda podle Drinkwatera-Rosse vykazuje nejnižší hodnoty a antropometrický postup podle Matiegky naopak nejvyšší hodnoty tělesného tuku.

Z hlediska výstupů jednotlivých metod byl zjištěn u souboru pohybově aktivních žen nevýznamný rozdíl mezi metodou BIA (hand-to-leg) a metodikou podle Pařízkové. U souboru pohybově inaktivních žen byly zjištěny signifikantní difference mezi všemi použitými metodami (Tabulka 4).

Diskuze

Předložené výsledky v zastoupení tělesného tuku u pohybově aktivních a pohybově inaktivních žen ve věku adultus byly anticipovány. Primární je již samotný rozdíl v životním stylu, respektive v aktivním životním stylu pohybově aktivních žen ve srovnání s inaktivními ženami. V rámci samotného šetření se jednalo spíše o konkrétní hodnoty v zastoupení celkového a segmentálně uloženého tělesného tuku a jejich difference u specifické skupiny pohybově aktivních žen, hráček florbalu a pohybově inaktivních žen, v našem případě vysokoškolských studentek.

Soubor námi sledovaných žen pravidelně pohybově aktivních, hráček florbalu, se vyznačuje průměrnou tělesnou výškou 167,6 cm a tělesnou hmotností 60,2 kg. Hodnota BMI je na úrovni 21,6 kg/m², tedy v oblasti normy. Pasanen et al. (2008) uvádějí u vrcholových hráček florbalu hodnoty tělesné výšky na úrovni 166 cm a tělesné hmotnosti na úrovni 62 kg. Výběr specificky orientované skupiny byl zcela záměrný z důvodu, že skladba týdenního pohybového režimu sledovaných hráček florbalu ve smyslu frekvence, intenzity a času koresponduje s obecnými doporučeními k výkonu pohybové aktivity zaměřené na zdraví a prevenci. Vycházíme ze základního doporučení kvantifikace pohybové aktivity 150 minut za týden v pásmu střední intenzity na úrovni 3–6 METs (US Department of Health and Human Services, 2008).

S ohledem na skutečnost, že ženy provozující pravidelně florbal se účastní v týdnu dvou až tří tréninkových jednotek o délce cca 90 minut, tak kumulativně významně převyšují doporučení 150 minut pohybové aktivity týdně. Současně florbal je sportovní hra, pro kterou je typická intervalová zátěž se střídáním střední a vysoké intenzity zátěže. Tyto základní cha-

Tabulka 2. Zastoupení tělesného tuku a segmentální analýza u pohybově aktivních a pohybově inaktivních žen

	Ženy aktivní				Ženy inaktivní				MD	p	d
	M	SD	MIN	MAX	M	SD	MIN	MAX			
tělesný tuk BIA (%)	20,44	5,87	7,32	29,49	26,92	3,97	18,90	31,70	6,48	< 0,001	1,29
segmentální analýza RA (%)	16,22	6,05	4,10	29,10	23,33	4,62	10,40	32,70	7,11	< 0,001	1,32
segmentální analýza LA (%)	16,72	6,39	4,50	29,30	24,25	4,70	10,80	33,20	7,53	< 0,001	1,34
segmentální analýza TR (%)	16,04	6,04	5,10	27,60	23,86	4,25	12,40	34,80	7,82	< 0,001	1,50
segmentální analýza RL (%)	24,73	5,21	11,70	33,10	30,36	4,40	16,90	41,20	5,63	< 0,001	1,17
segmentální analýza LL (%)	24,14	5,35	11,40	33,10	30,82	4,60	17,10	41,50	8,96	< 0,001	1,34

Poznámka: RA – pravá horní končetina, LA – levá horní končetina, TR – trup, RL – pravá dolní končetina, LL – levá dolní končetina, M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, MIN – minimální hodnota znaku, MAX – maximální hodnota znaku, MD – difference průměrných hodnot; p – statistická významnost, věcná významnost byla hodnocena pomocí koeficientu d (Cohen) – malý efekt (0,20–0,49), střední efekt (0,50–0,79), velký efekt ($\geq 0,80$)

Tabulka 3. Srovnání zastoupení tělesného tuku (%) podle různých metod u pohybově aktivních a pohybově inaktivních žen

	Ženy aktivní				Ženy inaktivní				MD	p	d
	M	SD	MIN	MAX	M	SD	MIN	MAX			
tělesný tuk BIA (%)	20,44	5,87	7,32	29,49	26,92	3,97	18,9	31,7	6,48	< 0,001	1,29
tělesný tuk Pařízková (%)	20,10	5,05	8,65	28,24	24,70	4,12	17,0	32,7	4,60	< 0,002	1,00
tělesný tuk Matiegka (%)	23,34	5,80	12,24	35,18	29,05	5,41	13,3	36,0	5,71	< 0,001	1,02
tělesný tuk Drw-Ross (%)	16,56	2,38	12,10	20,86	20,68	3,44	14,7	25,4	4,12	< 0,001	1,49

Poznámka: BIA – bioelektrická impedance, Drw-Ross – Drinkwater-Ross, M – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, MIN – minimální hodnota znaku, MAX – maximální hodnota znaku, MD – difference průměrných hodnot; p – statistická významnost, d – věcná významnost (Cohen) – malý efekt (0,20–0,49), střední efekt (0,50–0,79), velký efekt ($\geq 0,80$)

Tabulka 4. Statistické srovnání rozdílů v procentuálním zastoupení tělesného tuku podle různých metod u pohybově aktivních a pohybově inaktivních žen

	Ženy aktivní				Ženy inaktivní			
	BIA	P	M	Drw-R	BIA	P	M	Drw-R
BIA	–	NS	0,001	0,001	–	0,004	0,005	0,001
P	NS	–	0,001	0,001	0,004	–	0,001	0,001
M	0,001	0,001	–	0,001	0,005	0,001	–	0,001
Drw-R	0,001	0,001	0,001	–	0,001	0,001	0,001	–

Poznámka: BIA – bioelektrická impedance, P – Pařízková, M – Matiegka, Drw-R – Drinkwater-Ross, NS – nesignifikantní

rakteristiky objemu práce vykonané v týdenním režimu hráček florbalu můžeme považovat za dostatečné z hlediska vztahu pravidelné PA a podpory zdraví.

Pokud se zaměříme na jeden ze somatických ukazatelů zdraví, zastoupení tělesného tuku, tak jeho hodnota se pohybuje na úrovni 20 %. Takové zastoupení celkového tělesného tuku u souboru hráček florbalu můžeme hodnotit pozitivně vzhledem k doporučenému normativnímu zastoupení procenta tuku u žen (20–25 %). Lze předpokládat, že provozovaná pravidelná pohybová aktivita má svůj podíl vlivu na přiměřeném zastoupení tukové frakce. Pokud bychom však srovnali celkové zastoupení tělesného tuku u našich hráček florbalu, tak jeho hodnoty jsou vyšší, než jsou hodnoty vrcholových hráček. Doporučované ideální hodnoty hráček florbalu by se měly pohybovat v rozpětí 14–18 % (Grasgruber & Cacek, 2008). Ve srovnání s vrcholovými hráčkami florbalu je tedy patrné, že námi sledovaný soubor nepředstavuje výkonnostní elitu alespoň ve smyslu tělesného složení. Pokud však zdůrazníme aspekt vlivu zdravotně orientované, pravidelné pohybové aktivity, tak v tomto smyslu můžeme považovat provozování florbalu u žen v období mladší dospělosti za vhodnou aktivitu.

Pro srovnání pohybově aktivních žen byla vybrána skupina stejně starých žen, které neprovozují jakoukoliv pravidelnou pohybovou aktivitu. V tomto kontextu je lze nazvat jako inaktivní. Současně jsme záměrně vybrali vysokoškolské studentky Univerzity Palackého v Olomouci, které splňovaly námi definovanou podmínku. Obecně se udává, že populace mezi dvacátým až třicátým rokem života představuje skupinu s nejnižší morbiditou i mortalitou. Je však třeba zdůraznit, že výsledky výzkumů, analyzujících rizikové faktory působící na vysokoškolskou populaci upozorňují, že zdravotní stav vysokoškolských studentů je celkově horší než zdravotní stav stejně staré nestudující populace (Kvintová, 2011).

Soubor námi sledovaných inaktivních žen se vyznačuje průměrnou tělesnou výškou 168,9 cm a tělesnou hmotností 63,4 kg. Hodnota BMI je na úrovni 23,6 kg/m², tedy v oblasti normy. Ve srovnání se souborem hráček florbalu jsou inaktivní vysokoškolské studentky o centimetr vyšší, o tři kilogramy těžší a s vyšší hodnotou BMI o dva indexové body. S ohledem na normativní hodnoty se základní somatické charakteristiky inaktivních žen pohybují v pásmu průměrného kolísání hodnot. Jinak je tomu již u hodnot jednoho ze základních indikátorů fyzického zdraví, množství tělesného tuku. Výsledky celkového a segmentálního zastoupení tělesného tuku u současných vysokoškolských studentek vykazují významné difference ve smyslu vyššího zastoupení tělesného tuku ve srovnání se skupinou pohybově aktivních žen realizující tzv. aktivní životní styl. Průměrná hodnota celkového tělesného tuku u sledovaných vysokoškolaček činí téměř 27 % (BIA). Tato hodnota je již nad doporučeným zastoupením tělesného tuku, které by se u nesportujících žen mělo pohybovat v rozmezí 20–25 % (Grasgruber & Cacek, 2008). Rovněž i segmentální zastoupení tělesného tuku v oblasti dolních končetin (více než 30 %) lze považovat za neuspokojivé s ohledem na věk a fyzické zdraví studentek. Zjištěné výsledky byly formou zpětné vazby individuálně analyzovány s následným praktickým doporučením. S ohledem na zjištěné hodnoty byla doporučena základní opatření v oblasti životního stylu. Jako výchozí doporučení v oblasti PA s akcentem na preventivní přístup u inaktivních žen v období mladší dospělosti považujeme alespoň 30 minut fyzické aktivity ve většině dnů v týdnu formou základních lokomočních aktivit jako je chůze, jízda na kole, aktivity aerobního charakteru a plavání (Býma, Hradek, Herber, & Karen, 2004). Rovněž základní koncept 10 000 kroků denně může být vhodným doporučením (Hatano, 1993; Tudor-Locke, Hatano, Pangrazi, & Kang, 2008). Sofistikovaná doporučení s jasně definovanou frekvencí pravidelné PA, přesně definovanou intenzi-

tou (individuálně nastavené rozpětí tepové frekvence, METs, VO_{2 max}, procenta maximální tepové rezervy), dobou trvání a druhem činnosti by mohla v počátečních fázích negativně ovlivnit adherenci k možné změně životního stylu, právě s ohledem na dlouhodobou pohybovou inaktivitu sledovaných vysokoškolských studentek. V případě, že taková změna ve smyslu zahájení aktivního životního stylu spojeného s pravidelnou PA u dlouhodobě pohybově inaktivních žen má být motivační a dlouhodobá, pak by úvodní doporučení měla mít základní charakter s respektováním individuálních možností a potřeb. Aktivita zpočátku nemusí splňovat fyziologické parametry optimalizované, řízené PA, ale neměla by především jedince odradit či vzbudit emočně negativní reakce. S ohledem na doporučení a preskripci PA je tedy kladen důraz na adekvátnost s předpokladem adherence k PA, následně adaptaci a její další rozvoj (Máček & Radvanský et al., 2011).

V rámci našeho šetření byly srovnány hodnoty v zastoupení tělesného tuku zjištěné pomocí metody BIA a tři antropometrických postupů. U pohybově aktivních žen s celkovým množstvím tělesného tuku (20 %) byla zjištěna určitá shoda v hodnotách BIA a antropometrickým postupem podle Pařízkové. U pohybově inaktivních žen (celkový tělesný tuk na úrovni 27 %) byly zjištěny signifikantní difference mezi všemi metodami navzájem. Shodně pak u obou souborů byly zjištěny nejvyšší hodnoty podle metodiky Matiegky a naopak nejnižší podle Drinkwatera-Rosse. Ze srovnání jednotlivých výstupů různých metodik a s ohledem na různou úroveň PA a složení těla u sledovaných žen je důležité citlivě volit konkrétní metodu pro odhad zastoupení tukové frakce. V současné praxi se jeví jako nejvhodnější metoda BIA, jejíž výhodou je menší časová náročnost a neinvazivnost vyšetření. V našem případě jsme použili přístroj pracující na principu BIA hand-to-leg, který vykazuje vysokou reliabilitu (r Pearson = 0,970) v určení zastoupení tělesného tuku ve srovnání s referenční metodou DEXA (Kutáč & Gajda, 2011). Při použití metody BIA je však 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). U jedinců s vyšším zastoupením tělesné hmoty a vyšším indexem BMI (> 35 kg/m²) je třeba výsledky interpretovat poměrně opatrně (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/m². Tyto skutečnosti je třeba zohlednit především u jedinců se sníženou pohybovou aktivitou, případně inaktivitou, kde lze přepokládat zvýšené hodnoty BMI a tělesné složení se zvýšeným zastoupením tukové frakce.

Závěr

Ze srovnání v zastoupení celkového tělesného tuku a segmentální analýzy u pohybově aktivních a pohybově inaktivních žen v období mladší dospělosti vyplývají signifikantní i věcně významné difference ve všech sledovaných charakteristikách.

Pohybově aktivní ženy, v našem případě hráčky florbalu, s ohledem na frekvenci, intenzitu a dobu trvání PA splňují základní doporučení pro realizaci PA v týdenním režimu (150 minut, intenzita 3–6 METs) ve vztahu ke zdravotně preventivním benefitům. U pohybově inaktivních žen, v našem případě vysokoškolských studentek, tomu tak není.

S ohledem na použitou metodiku pro určení zastoupení tělesného tuku u souboru sportujících žen byla zjištěna shoda mezi metodou BIA a antropometrickým postupem podle Pařízkové. U souboru inaktivních žen byly zjištěny signifikantní difference mezi všemi metodami pro určení zastoupení tělesného tuku. Pro výběr a praktické využití jednotlivých postu-

pů k určení zastoupení tělesného tuku je třeba zohlednit hlavní faktory, které mohou ovlivnit jak samotný průběh měření, tak především výstupy, zejména pak u jedinců s vyšším zastoupením tukové frakce.

Za hlavní limity studie považujeme nemožnost zobecnění předložených výstupů s ohledem na celkový design šetření. Studie má především pilotní charakter, na jejíž základě bude realizováno rozsáhlejší výzkumné šetření.

Poděkování

Příspěvek je dedikován k projektu „Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn“ (MSM 6198959221).

Souhrn

Optimální pohybová aktivita (PA) představuje důležitý protektivní faktor limitující vznik mnoha onemocnění, především pak civilizačních. Z hlediska ontogenetického vývoje má optimální množství a intenzita PA své nezastupitelné místo v každé vývojové etapě. V našem případě se zaměřujeme na ženy v období mladší dospělosti. Cílem předložené studie bylo zjistit a vzájemně porovnat celkové a segmentální zastoupení tělesného tuku u žen s pravidelně řízenou pohybovou aktivitou, které splňují základní zdravotní doporučení realizace týdenní pohybové aktivity a u žen pohybově inaktivních ve věku adultus. Výzkumného šetření se zúčastnilo celkem 50 žen (25 aktivních žen, $21,52 \pm 2,41$ let; 25 inaktivních žen, $22,84 \pm 3,64$ let) K určení tělesného tuku a segmentální analýzy byla využita neinvazivní metoda tetrapolární elektrické bioimpedance (BIA) pomocí přístroje Tanita BC-418 MA (Tanita). Pro posouzení hodnot kožních řas byl aplikován kaliper typu Best. Hodnoty kožních řas byly zpracovány postupem podle Pařízkové, Matiegky a Drinkwatera-Rosse. Pro testování významnosti rozdílů byla použita jednofaktorová ANOVA. K posouzení jednotlivých diferencí mezi metodami odhadu v zastoupení tělesného tuku byl aplikován Fisherův LSD post hoc test. Hladina statistické významnosti byla testována na úrovni $p \leq .05$, $p \leq .01$. Srovnání v zastoupení celkového tělesného tuku a segmentální analýza u pohybově aktivních a pohybově inaktivních žen v období mladší dospělosti jednoznačně prokazuje signifikantní difference ve všech srovnávaných charakteristikách ve smyslu nižších hodnot u pohybově aktivních žen a vyšších hodnot u inaktivních žen. U souboru sportujících žen byla zjištěna shoda mezi metodou BIA a postupem podle Pařízkové. U souboru inaktivních žen byly zjištěny signifikantní difference mezi všemi metodami pro určení zastoupení tělesného tuku. Studie má pilotní charakter, na jejíž základě bude realizováno rozsáhlejší výzkumné šetření.

Klíčová slova: zdraví, tělesné složení, florbal, univerzitní studenti

Literatura

Bernaciková, M., Kapounková, K., Novotný, J. et al. (2010). *Fyziologie sportovních disciplín*. Multimediální internetová učebnice. Brno. Retrieved 26. 3. 2013 from the World Wide Web: https://is.muni.cz/do/fsp/s/e-learning/fyziologie_sport/sport/hry-florbal.html.
Blahutková, M., Řehulka, E., & Dvořáková, Š. (2005). *Pohyb a duševní zdraví*. Brno: Paido.
Blair, S. N., Kohl, H. W. III., Paffenbarger, R. J. Jr., Clark, D. G., Cooper, K. H., & Gibbons, L. W. (1989). Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *Journal of the American Medical Association*, 262(17), 2395–2401.
Bláha, P. (2000). *Antropo*. [Computer software]. Praha: Antrobla.

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(11), 1012–1018.
Býma, S., Hradec, J., Herber, O., & Karen, I. (2004). *Prevence kardiovaskulárních onemocnění. Doporučený diagnostický a léčebný postup pro všeobecné praktické lékaře*. Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP.
Cortina, J. M., & Nouri, H. (2000). *Effect size for ANOVA design*. Thousand Oaks, CA: Sage publications.
Davis, C., & Cerullo, D. (1996). Fat distribution in young women: Association and interaction with behavioral, physical, and psychological factors. *Psychology, Health, and Medicine*, 1, 159–167.
Frederick, D., Peplau, L., & Lever, J. (2006). The swimsuit issue: Correlates of body image in a sample of 52,677 heterosexual adults. *Body Image*, 3(4), 413–419.
Gába, A., Přidalová, M., Pelcová, J., Riegerová, J., & Tlučáková, L. (2010). Analýza tělesného složení a pohybové aktivity u českých a slovenských žen. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 19(3), 152–159.
Gába, A., Přidalová, M., Válková, H., Walkey, J., & Gábová, Z. (2011). Hodnocení tělesného složení u jedinců se středně těžkou mentální retardací. *Česká antropologie*, 61(1), 15–20.
Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Brno: Computer press.
Hatano, Y. (1993). Use of the pedometer for promoting daily walking exercise. *International Council for Health, Physical Education, Recreation, Sport, and Dance Journal*, 29, 4–8.
Heyward, V. D., & Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
Hošek, V. (2000). Kinezioprotekce kvality života. *Studia kinantropologica. Universitas Bohemiae Meridionalis Budovicensis*, 1(1), 11–15.
Kalman, M., Hamřík, Z., & Pavelka, J. (2009). *Podpora pohybové aktivity pro odbornou veřejnost*. Olomouc: ORE-institut.
Kapuš, O., Gába, A., Riegerová, J., & Pelcová, J. (2011). Posouzení stavu kostní tkáně a tělesné složení u žen na základě odlišné úrovně pohybové aktivity. *Česká antropologie*, 61(2), 11–16.
Kutáč, P. (2010). Reliability of body composition measurement by the BIA Method (bioelectric impedance). *New Medicine*, 1, 2–6.
Kutáč, P., & Gajda, V. (2009). Validity of measuring body fat using the skinfold method. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 13(3), 151–154.
Kutáč, P., & Gajda, V. (2011). Evaluation of accuracy of the body composition measurements by the BIA method. *Human Movement*, 12, 42–45.
Kutáč, P., Gajda, V., & Přidalová, M. (2009). The Body Composition of PE Teacher. *New Educational Review*, 19(3–4), 263–272.
Kvintová, J. (2011). *Výbrané osobnostní charakteristiky a strategie zvládání stresu u vysokoškolských studentů ve vztahu k intersexuálním diferencím a studijnímu zaměření*. Disertační práce, Filozofická fakulta, Olomouc.
Máček, M., & Radvanský, J. et al. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén.
Neville, C. E., Murray, L. J., Boreham, C. A. G., Gallagher, A. M., Twisk, J., Robson, P. J., Savage, J. M., Kemper, H. C. G., Ralston, S. H., & Smith, G. D. (2002). Relationship between physical activity and bone mineral status in young adults: The Northern Ireland Young Hearts Project. *Bone*, 30(5), 792–798.

- Němcová, J., & Korsa, J. (2008). Komplexní léčba a prevence osteoporózy – postavení a význam pohybové aktivity a léčebné rehabilitace. *Medicina pro praxi*, 5(4), 165–168.
- Paffenbarger, R. S. jr., Hyde, R., Wing, A. L., & Hsieh, Ch. (1986). Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *New England Journal of Medicine*, 314(10), 605–613.
- Pařízková, J. (1998). Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 7(1), 1–6.
- Pasanen, K., Parkkari, J., Kannus, P., Rossi, L., Palvanen, M., Natri, A., & Järvinen, M. (2008). Injury risk in female floorball: a prospective one-season follow-up. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18, 49–54.
- Physical Activity Guidelines Advisory Committee. (2008). *Physical Activity Guidelines Advisory Committee*. Report Washington, DC: US Department of Health and Human Services.
- Přidalová, M., Riegerová, J., Dostálová, I., Gába, A., & Kopecný, M. (2008). Effects of cognitive behavioral psychotherapy on body composition and constitution. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Gymnica*, 38(2), 13–23.
- Přidalová, M., Sofková, T., Dostálová, I., & Gába, A. (2011). Vybrané zdravotní ukazatele u žen s nadváhou a obezitou ve věku 20–60 let. *Česká antropologie*, 61(1), 32–38.
- Riegerová, J., Kapuš, O., Gába, A., & Ščotka, D. (2010). Rozbor tělesného složení českých mužů ve věku 20 až 80 let (hodnocení tělesné výšky, hmotnosti, BMI, svalové a tukové frakce). *Česká antropologie*, 60(1), 20–23.
- Riegerová, J., & Přidalová, M. (2007). Analýza složení těla pomocí antropometrie a bioimpedance u seniorek České republiky. *Slovenská antropológia*, 10(1), 119–122.
- 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(1), 25–32.
- Sigmundová, D., Chmelík, F., Sigmund, E., Feltlová, D., & Frömel, K. (2013). Physical activity in the lifestyle of Czech university students: Meeting health recommendations. *European Journal of Sport Science*, 1–7. doi: 10.1080/17461391.2013.776638
- Sofková, T., Přidalová, M., Pelclová, J., & Dostálová, I. (2011). Změna tukové frakce u obézních žen ve vztahu k doporučené pohybové aktivitě. *Česká antropologie*, 61(1), 39–44.
- Stejskal, P. (2004). *Proč a jak se zdravě hýbat*. Břeclav: Prestempus.
- Tanita (2011). *BC-418 Segmental Body Composition Analyzer*. Retrieved 10. 9. 2011 from the World Wide Web: <http://www.tanita.com/es/bc-418>
- Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2011). *Research methods in physical activity* (6th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Tudor-Locke, C., Hatano, Y., Pangrazi, R. P., & Kang, M. (2008). Revisiting “How Many Steps Are Enough?”. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(7), 537–543.
- World Health Organization (2004). Global strategy on diet, physical activity and health. Retrieved 28. 3. 2013 from the World Wide Web: http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy_english_web.pdf