

časopis České
ČESKÁ
ANTRO
POLOGIE
společnosti
antropologické



63/1
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 **Stroncium a zinok ako ukazatele potravných zvyklostí u jedinců z pohřebiska Gáň (9.–10. stor. n. l., okr. Galanta, Slovensko)**
Silvia Bodoriková, Michaela Dörnhöferová,
Eva Neščíková, Stanislav Katina, Michal Takács,
Jozef Urminský, Mária Fuchsová
- 9 **Telesné zloženia a indexy obezity u slovenských študentov vo veku od 16 do 25 rokov**
Zuzana Danková, Marta Cvičelová, Daniela Siváková
- 15..... **The level of physical development of rural children from Szydłowiec region at initial stage of education**
Andrzej Jopkiewicz, Stanislav Nowak
- 20..... **Základní antropometrické parametry dětské a adolescentní populace Moravskoslezského kraje**
Petr Kutáč
- 26..... **Změny morfologických parametrů a tělesného složení u mladých hráčů ledního hokeje ve věku 15–18 let s ohledem na intenzivní devítidenní kondiční přípravu**
Martin Sigmund, Iva Dostálová, Tomáš Brychta
- 33..... **Sledování reliability u vybraných parametrů nohy prostřednictvím FootScan system u žen středního věku**
Tereza Sofková, Miroslava Přidalová
- 40..... **ZPRÁVY**

Olomouc 2013

ISSN 1804-1876
MK ČR E 19056

Česká antropologie 63/1

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

**STRONCIUM A ZINOK
AKO UKAZATELE POTRAVNÝCH
ZVYKLOSTÍ U JEDINCŮ
Z POHREBISKA GÁŇ
(9.–10. STOR. N. L., OKR. GALANTA,
SLOVENSKO)**

**Strontium and zinc as the indicators
of diet strategies in individuals
from the cemetery of Gáň
(9th–10th c. AD, Galanta district, Slovakia)**

**Silvia Bodoriková¹,
Michaela Dörnhöferová¹, Eva Neščáková¹,
Stanislav Katina^{1,2,3}, Michal Takács⁴,
Jozef Urminský⁵, Mária Fuchsová⁶**

¹Katedra antropológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, Slovenská republika

²Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky,

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, Slovenská republika

³School of Mathematics and Statistics, University of Glasgow, Glasgow, Scotland, United Kingdom

⁴Vlastivedné múzeum v Galante, Galanta, Slovenská republika

⁵Vlastivedné múzeum v Hlohovci, Hlohovec, Slovenská republika

⁶Katedra biológie, Pedagogická fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, Slovenská republika

Abstract

The aim of the study was to reconstruct the dietary habits on the basis of strontium (Sr) and zinc (Zn) concentrations in dental tissues of individuals from the Early Medieval cemetery of Gáň. Although 38 graves were exhumed in the cemetery, teeth only from 12 individuals were analyzed. We examined only intact teeth, with fully developed roots, without caries, dental calculus and deep abrasion. Concentrations of Sr, Zn and Ca (calcium), and their ratios, were used to determine the relative proportions of plant and animal protein in the diet. Samples were analyzed using optical emission spectrometry with inductively coupled plasma. The mean concentration of Sr was 130.59 ± 56.99 mg/kg, and the average content of Zn was 128.80 ± 20.37 mg/kg. The mean values of Sr and Zn concentrations indicate that the examined population probably consumed mixed diet with approximately same proportion of plant and animal components. The intersexual differences were statistical significant in concentrations of Sr, and in ratios Sr/Zn, and Sr/Ca, and higher values were found in males. In age differences, the significant differences were found in Zn concentration, and in ratio Zn/Ca, and higher values were detected in adults. The results show that the adult individuals consumed more animal proteins than non-adults, and the diet of female probably contained even more proteins than male's diet. The results also indicated that there were also individuals whose diets were, respectively, richer and poorer in animal proteins that could be related to their health conditions or social status in the population.

Key words: *paleodiet, trace elements, diagenesis, Slavs, Early Middle Age*

Úvod

Na rekonštrukciu paleodiéty sa zo širokého spektra makro- a mikroelementov využívajú koncentrácie vápnika, stroncia, zinku, fosforu, bária, medi a železa, pretože poskytujú najpresnejšie informácie o biologickom statuse sledovaných populácií (Schutkowski, 1995; Szostek & Głab, 2001). Zo stopových prvkov sa pri rekonštrukciách paleodiéty najčastejšie sleduje koncentrácia stroncia (Sr) a zinku (Zn).

Sr je zo zeminy ľahko absorbovaný rastlinami, kde sa následne v listoch mieša v rôznych pomeroch s rastlinným vápnikom (Ca). Po skonzumovaní rastlinnej potravy človekom sa Sr spolu s Ca ukladá do tvrdých tkanív, v ktorých je uložených až 99,1 % Sr a 98,6 % Ca. V mäkkých tkanivách a teda aj v potrave živočíšneho pôvodu (mäsitá strava) sa Sr a Ca vyskytujú v nízkych množstvách (Schroeder, Tipton, & Nason, 1972). Koncentrácia Sr v kostrovom materiáli je v obrátenom pomere k pozícii organizmu v trofickej pyramíde, teda čím vyššie sa jedinec nachádza v potravnom reťazci, tým menšie množstvo Sr jeho kostné a zubné tkanivá obsahujú. V rastlinách je koncentrácia Sr najvyššia, pretože rastliny absorbujú Sr priamo z prostredia, kým cicavce ho získavajú z druhotného zdroja (rastlinnej alebo živočíšnej potravy). Bylinožravce disponujú väčším množstvom Sr ako mäsožravce a u všežravcov sa predpokladajú prostredné hodnoty (Sandford, 1992; Szostek & Głab, 2001; Szostek et al., 2003; Sponheimer et al., 2005). Podľa Lamberta et al. (1984) hodnoty Sr klesajú v poradí herbivora (400–500 ppm), omnivora (150–400 ppm) a carnívora (100–300 ppm). Szostek, Głab a Pudło (2009) a Schutkowski (2000, 2002) tvrdia, že nízke koncentrácie Sr nemusia nutne znamenať, že jedinci konzumovali potravu bohatú na živočíšne bielkoviny, lebo obsah Sr môže byť „maskovaný“ prijímaním stravy bohatej na minerály. Treba však povedať, že hladina Sr v tvrdých tkanivách sa vekom jedinca mení. Novorodenci majú nízke hodnoty Sr v kostiach vplyvom diskriminácie Sr placentou matky a rovnako nízke aj počas dojčenia. Počas rastu dieťaťa a prechodu na tuhú potravu dochádza k výraznému kolísaniu hodnôt Sr, preto sa odporúča do výskumu zahŕňať predovšetkým dospelých jedincov (Smrčka, 2005).

Zn sa na rozdiel od Sr ukladá v mäkkých tkanivách, preto je prítomný vo vyšších koncentráciách v potrave bohatej na živočíšne bielkoviny. Podľa Lamberta et al. (1984) hodnoty Zn rastú v poradí herbivora (90–150 ppm), omnivora (120–220 ppm) a carnívora (175–250 ppm). O spoľahlivosti využitia Zn na účely rekonštrukcie stravovacích zvyklostí sa veľmi diskutovalo. Sandford a Weaver (2000) tvrdia, že vzťah medzi koncentráciou Zn a typom výživy je sporný, zistili však, že pozitívna korelácia medzi obsahom naakumulovaného Zn a proteínovou stravou existuje. K podobným záverom prišli aj Herrmann a Grupe (1988) a Schutkowski et al. (1999), ktorí na diferenciáciu jedincov do sociálnych skupín použili pomery Zn/Ca a Sr/Ca. Rovnaký názor má aj Smrčka (2005), ktorý sledoval podiel živočíšnej zložky potravy porovnaním hodnôt Sr a Zn.

Cieľ

Cieľom tejto štúdie bola rekonštrukcia potravných zvyklostí na základe obsahu Sr a Zn v zubných tkanivách v populácii z ranostredovekého pohrebiska Gáň datovaného do 9.–10. storočia n. l. Práca nadväzuje na štúdie Domonkošovej Tibenskej et al. (2010) a Bodorikovej et al. (2009), ktoré boli robené na pohrebisku z rovnakej lokality, ale datovaného do obdobia

sťahovania národov (5.–6. storočie n. l.). Porovnali sme preto potravné zvyklosti týchto dvoch populácií, ktoré žili na rovnakom území s odstupom 400 až 500 rokov.

Metodika

Lokalita Gáň (okr. Galanta) leží na západnom Slovensku asi 50 km východne od Bratislavy. Pohrebisko bolo odkryté počas záchranného archeologického výskumu, ktorý realizovalo Vlastivedné múzeum v Galante a Vlastivedné múzeum v Hlohovci v roku 2008. Na základe hrobej výbavy bolo datované do 9.–10. storočia n. l. Na rovnakej lokalite bolo v roku 2007 exhumované pohrebisko z obdobia sťahovania národov, datované do 5.–6. stor. n. l.

Obsah stopových prvkov bol zisťovaný v zubných tkanivách. Na pohrebisku bolo exhumovaných 38 hrobov, na chemickú analýzu však bolo možné použiť zuby len 12 jedincov (Tabuľka 1). Odobrali sme 12 trvalých zubov, všetky boli premoláre (10 prvých premolárov a dva druhé premoláre). Zuby sme neextrahovali, vyberali sme len také, ktoré boli uvoľnené, resp. sa dali z alveolu ľahko uvoľniť, aby sme nepoškodili zub alebo alveol. Nízky počet analyzovaných zubov súvisel so zachovanosťou odontologického materiálu. Analyzovali sme len zuby intaktné, s úplne vyvinutým koreňom, bez zubného kazu, zubného kameňa a bez abrázie zasahujúcej do dentínu.

Tabuľka 1. Súbor analyzovaných jedincov a zubov

Hrob	Pohlavie	Vek	Hrobová výbava	Analyzované zuby
CH 4	Žena	Maturus II	Nie	14
CH 6	Neurčené	Adultus	Áno	44
CH 7	Žena	Juvenis	Áno	44
CH 9	Muž	Maturus I	Áno	24
CH 10	Muž	Adultus I	Nie	14
CH 16	Muž	Adultus I	Nie	34
CH 17	Muž	Juvenis	Áno	34
CH 19	Muž	Infans II	Nie	24
CH 23	Neurčené	Juvenis	Nie	44
CH 26	Muž	Adultus II	Nie	25
CH 29	Žena	Adultus I	Nie	14
CH 37	Muž	Adultus I	Nie	45

Pred analýzou sme zuby mechanicky zbavili nečistôt, umyli destilovanou vodou a vysušili pri izbovej teplote. Každý zub sa rozdrvil v achátovej miske a vzorka sa homogenizovala. Časť vzorky s hmotnosťou 0,5000 g sa v teflónovej miske zaliala zmesou 10 ml HF, 1 ml HNO₃ a 1 ml HClO₄, ktorá pôsobila cez noc. Na druhý deň sa vzorky odparovali na vodnom kúpeli na objem cca 1 ml. V odparovaní sa pokračovalo na pieskovom kúpeli s postupným pridávaním HF, HNO₃ a HClO₄, až do úniku hustých dymov. Nakoniec sa pridalo 5 ml nasýteného roztoku H₃BO₃, 1 ml HNO₃ a 1 ml HClO₄ a vzorky sa odparovali na pieskovom kúpeli až do sucha. K suchému odparku sa pridalo 15 ml redestilovanej vody a 5 ml HNO₃, potom sa vzorka asi 5 min zohrieva na teplotu cca 150 °C na pieskovom kúpeli. Po vychladnutí sa vzorka preliala do 50 ml odmernej banky a doplnila sa po značku. K vzorke sa paralelne pripravoval aj slepý pokus. Vzorky sa analyzovali prístrojom ICP OES Jobin Yvon 70 Plus (Francúzsko) pomocou metódy optickej emisnej spektrometrie s indukčne viazanou plazmou. Vo vzorkách zubného tkaniva sa zisťoval obsah troch prvkov – Ca (v %), Sr a Zn (v mg/kg). Analýzy boli robené na Geologickom ústave Prírodovedecké fakulty Univerzity Komenského v Bratislave.

Rovnakou metodikou sa analyzovali aj vzorky pôdy odoberané na pohrebisku. K dispozícii sme mali len štyri vzorky zeminy, na ktorých sme testovali, či nemohlo prísť k diagenéze. Okrem obsahu Ca, Sr a Zn bolo stanovené aj pH pôdy.

Štatistické analýzy boli robené v programe R (R Development Core Team, 2012). Všetky hypotézy boli testované voči obojstrannej alternatíve na hladine $\alpha = 0,05$. Pri viacnásobnom porovnávaní bola použitá Benjamini-Yekutieliho (BY) korekcia hladiny významnosti (Benjamini & Yekutieli, 2001). Predpoklad normálnosti rozdelenia dát sa testoval Kolmogorov-Smirnovým testom dobrej zhody bez BY korekcie (Venables & Ripley, 2002). Všetky dáta mali normálne rozdelenie ($p > 0,05$). Dvojvýberovým Studentovým t-testom s Welchovou aproximáciou stupňov voľnosti (Welch, 1947) a BY korekciou sme testovali, či nedošlo k diagenetickej zmene chemického zloženia zubov v pôde, porovnaním stredných hodnôt obsahu Sr, Zn a Ca v zuboch a pôde (Venables & Ripley, 2002). Rovnaký štatistický postup bol použitý na zistenie existencie intersexuálnych rozdielov, vekových rozdielov, rozdielov medzi jedincami pochovanými s hrobovou výbavou a bez nej a interpopulačných rozdielov medzi jedincami z pohrebiska v Gáni datovaného do 9.–10. storočia a do obdobia sťahovania národov (Domonkošová Tibenská et al., 2010; Bodoriková et al., 2009). Tento test je možné použiť aj v prípade malých počtov, ak je zachované normálne rozdelenie dát.

Výsledky

Na začiatku analýz bolo potrebné zistiť, či chemické zloženie zubného tkaniva nebolo ovplyvnené diagenézou, teda, či nedošlo k difúzii iónov z pôdy do zubného tkaniva, resp. ich vylúhovaniu zo zubov do pôdy. Je známe, že výmena prvkov medzi kostrovým materiálom a pôdou závisí od množstva faktorov, napr. od pH pôdy, jej absorpčných vlastností, prítomnosti mikroorganizmov, chemických vlastností (koncentrácie prvkov) alebo prítomnosti vody. Ako bolo spomenuté vyššie, k dispozícii sme mali štyri vzorky zeminy, pričom ich pH sa pohybovalo od 7,82 do 8,34. Vzhľadom na to, že koncentrácie Zn a Ca boli signifikantne vyššie v zuboch ($p < 0,0001$) a koncentrácia Sr bola naopak signifikantne vyššia v pôde ($p = 0,0064$) môžeme predpokladať, že diagenéza nenastala. Szostek et al. (2005) tvrdia, že príliš vysoká ako aj príliš nízka kyslosť pôdy môže zapríčiniť zmeny v koncentráciách stopových prvkov. Keďže pH pôdy je len mierne alkalické, je diagenetický vplyv menej pravdepodobný (Gordon & Buikstra, 1981).

Základné charakteristiky polohy a variability sledovaného súboru sú uvedené v tabuľke 2. Priemerná koncentrácia Sr bola $130,59 \pm 56,99$ mg/kg a priemerná koncentrácia Zn dosiahla $128,80 \pm 20,37$ mg/kg. Zistené hodnoty Sr a Zn naznačujú, že populácia sa pravdepodobne živila zmiešanou potravou s približne rovnakým podielom rastlinnej a živočíšnej zložky.

Pri sledovaní intersexuálnych rozdielov boli štatisticky signifikantné rozdiely zistené v obsahu Sr a v pomeroch Sr/Zn a Sr/Ca, pričom vyššie hodnoty vykazovali muži. Pri sledovaní vekových rozdielov boli štatisticky signifikantné rozdiely zistené v obsahu Zn a pri pomere Zn/Ca, pričom vyššie hodnoty boli zistené u dospelých jedincov. Pri sledovaní rozdielov medzi jedincami pochovanými s hrobovou výbavou a bez nej sme nezistili žiadne signifikantné rozdiely. Zistené výsledky poukazujú na to, že dospelí jedinci konzumovali viac živočíšnych bielkovín ako nedospelí jedinci, pričom strava žien zrejme obsahovala ešte viac proteínov ako potrava mužov (Tabuľka 3).

Najvyššia hodnota Sr (291,2 mg/kg) bola zistená u dospelého muža vo veku 20–30 rokov z hrobu CH 16. Hrob tohto jedinca narušil hrobovú jamu dieťaťa neurčeného pohlavia vo veku Infans II (10–12 rokov). Pozostatky dolnej polovice tela dieťaťa chýbali, je možné, že pri kopaní hrobej jamy pre dospelého jedinca boli z hrobu odstránené. Dospelý jedinec bol pochovaný bez hrobovej výbavy. Zistená koncentrácia Sr v zubnom tkanive tohto jedinca je viac ako dvakrát vyššia ako priemer populácie. Tento jedinec mal aj najvyššiu koncentráciu Ca (34,38 %). Obsah Zn (141,6 mg/kg) mal blízky priemeru.

Tabuľka 2. Koncentrácie sledovaných stopových prvkov

	Ca	Sr	Zn	Sr/Zn	Sr/Ca	Zn/Ca
n	12	12	12	12	12	12
Priemer	31,24	130,59	128,80	1,02	4,18	4,12
SD	1,87	56,99	20,37	0,42	1,55	0,64
Medián	31,15	123,00	122,65	0,85	4,01	3,94
Minimum	28,63	71,30	105,10	0,60	2,38	3,33
Maximum	34,38	291,20	166,90	2,06	8,47	5,22

Poznámka: koncentrácie Ca sú v %, Sr a Zn v mg/kg, n – počet vzoriek, SD – smerodajná odchýlka

Tabuľka 3. Intrapopulačné rozdiely stredných hodnôt koncentrácií stopových prvkov

		Muži	Ženy	Nedospelí	Dospelí	S hrobovou výbavou	Bez hrobovej výbavy
n		7	3	4	8	4	8
Ca	priemer	31,49	30,50	30,90	31,41	31,10	31,36
	t-štatistika	1,064		−0,521		−0,285	
	p-hodnota	0,323		0,620		0,787	
Sr	priemer	153,20	89,90	113,20	139,30	115,40	138,20
	t-štatistika	2,380		−0,864		−0,758	
	p-hodnota	0,049*		0,410		0,468	
Zn	priemer	131,60	132,20	110,00	138,20	125,40	130,50
	t-štatistika	−0,678		−3,9255		−0,439	
	p-hodnota	0,535		0,004*		0,672	
Sr/Zn	priemer	1,19	0,68	1,40	1,20	0,94	1,07
	t-štatistika	2,773		0,050		−0,482	
	p-hodnota	0,032*		0,962		0,645	
Sr/Ca	priemer	4,80	2,94	3,63	4,37	3,68	4,34
	t-štatistika	2,591		−0,875		−0,797	
	p-hodnota	0,036*		0,407		0,446	
Zn/Ca	priemer	4,19	4,33	3,57	4,41	4,08	4,15
	t-štatistika	0,325		−3,357		−0,171	
	p-hodnota	0,759		0,008*		0,873	

Poznámka: * – signifikantné rozdiely; $p < 0,05$

Vysoké hodnoty Sr vo všeobecnosti indikujú zvýšený príjem potravy rastlinného pôvodu (Szostek et al., 2005). Keďže ide o pozostatky mladého muža, je otázne, či je zvýšený obsah Sr spôsobený preferovaním rastlinnej potravy. U mladého muža by sme skôr očakávali zvýšený prísun živočíšnych proteínov. Szostek (2006) tvrdí, že zvýšený obsah Sr nemusí bezprostredne súvisieť s typom stravy. Sillen a Kavanagh (1982) uvádzajú, že vysoká koncentrácia Sr môže byť dôsledkom jeho zvýšenej absorpcie v čreve. Nevylučujeme tiež možnosť, že tento jedinec trpel nejakým ochorením, aj keď na kostrových pozostatkoch neboli nájdené žiadne makroskopicky detekovateľné patologické zmeny.

Najnižšia koncentrácia Sr (71,3 mg/kg) bola zistená u nedospeléj ženy vo veku 16–20 rokov z hrobu CH 7. Zn aj Ca nadobúdajú stredné hodnoty. Zaujímavé však je, že s nízkym obsahom Sr korešponduje hrobová výbava, ktorá bola pravdepodobne najbohatšia v rámci celého pohrebiska. V hrobe CH 7 sa našlo sedem sklenených perál žltej, modrozelenej a tmavomodrej farby, jeden bronzový gombík, jeden pravdepodobne strieborný gombík a strieborný prsteň. Množstvo nálezov z tohto hrobu jednoznačne ukazuje na to, že mladá žena patrila v danej spoločnosti k vyššej sociálnej vrstve. Nízky obsah Sr zasa poukazuje na to, že žena zrejme konzumovala stravu bohatú na živočíšne bielkoviny, teda jedla viac mäsa. Podobný nález bol zaznamenaný na pohrebisku v Gáni z obdobia sťahovania národov, kde najnižšia koncentrácia Sr bola tiež zistená u ženy s najbohatšou hrobovou výbavou (Bodoriková et al., 2009; Domonkošová Tibenská et al., 2010).

Koncentrácie Zn boli u všetkých jedincov vyrovnanjšie, hodnoty Sr majú väčší rozptyl, čo je spôsobené práve minimál-

nou a maximálnou hodnotou Sr (71,3 mg/kg u ženy z hrobu CH 7, resp. 291,2 mg/kg u muža z hrobu CH 16), o ktorých sme písali vyššie. Priemerné hodnoty obsahu Sr a Zn indikujú, že vo všeobecnosti sa populácia živila zmiešanou potravou s približne rovnakým podielom rastlinnej i živočíšnej zložky. Odľahlé hodnoty Sr indikujú, že v rámci populácie existovali aj jedinci, ktorých potrava bola pravdepodobne chudobnejšia, resp. bohatšia na živočíšne proteíny, čo zrejme súviselo s ich zdravotným stavom, resp. sociálnym postavením v populácii.

Diskusia

Získané výsledky sme porovnali s výsledkami analýz, ktoré boli robené u jedincov z pohrebiska v Gáni datovaného do obdobia sťahovania národov (5.–6. stor. n. l.; Domonkošová Tibenská et al., 2010; Bodoriková et al., 2009). Toto porovnanie je zaujímavé z toho dôvodu, že ide o porovnanie dvoch populácií, ktoré žili v rovnakej lokalite s odstupom 400 až 500 rokov. Štatisticky významné rozdiely medzi sledovanými súbormi boli zistené v koncentracii Sr a pomere Sr/Ca, pričom vyšší obsah Sr bol zistený v populácii z obdobia sťahovania národov (Tabuľka 4). Koncentrácie Zn boli u oboch populácií približne rovnaké. Môžeme teda usudzovať, že kým populácia z 9.–10. storočia konzumovala potravu s približne rovnakým podielom rastlinnej a živočíšnej zložky, v populácii z obdobia sťahovania národov bol podiel rastlinnej zložky v potrave vyšší.

Len pre zaujímavosť sme získané výsledky porovnali s výsledkami analýz stopových prvkov jedincov pochovaných v rodinnej krypte zaniknutého kostola sv. Kataríny pri Dehticiach (Bodoriková et al., 2010). Pozostatky patrili prav-

Tabuľka 4. Interpopulačné rozdiely medzi dvomi populáciami z Gáňu

	Pohrebisko	n	Priemer	t-štatistika	p-hodnota
Ca	Gáň C	12	31,24	-1,010	0,323
	Gáň A	13	30,49		
Sr	Gáň C	12	130,59	2,940	0,010*
	Gáň A	13	204,83		
Zn	Gáň C	12	128,80	0,877	0,394
	Gáň A	13	135,12		
Sr/Zn	Gáň C	12	1,02	2,036	0,057
	Gáň A	13	1,53		
Sr/Ca	Gáň C	12	4,18	3,471	0,003*
	Gáň A	13	6,51		
Zn/Ca	Gáň C	12	4,12	1,301	0,206
	Gáň A	13	4,45		

Poznámka: n – počet jedincov, * – signifikantné rozdiely, $p < 0,05$, Gáň C – pohrebisko z 9.–10. stor. n. l., Gáň A – pohrebisko z obdobia sťahovania národov (5.–6. stor. n. l.)

depodobne príslušníkom šľachtického rodu Labsánszkych a do krypty boli uložené v 17. a 18. storočí n. l. Analýza ukázala, že jedinci pravdepodobne konzumovali stravu bohatú na živočišne proteíny, čo korešponduje s predpokladom, že patrili k vyššej sociálnej vrstve. Pri porovnaní jedincov z Gáňu a Katarínky (Tabuľka 5) sme zistili štatisticky signifikantné rozdiely medzi všetkými ukazovateľmi okrem Ca. Kým u jedincov z Katarínky bol obsah Sr relatívne nízky (72,78 mg/kg) a Zn naopak vysoký (233,88 mg/kg), u populácie z Gáňu bol obsah oboch prvkov pomerne vyrovnaný (130,59 mg/kg, resp. 128,80 mg/kg). Porovnanie oboch populácií ukázalo, že jedinci z Katarínky zrejme konzumovali podstatne viac živočišných bielkovín ako jedinci z Gáňu. Keďže jedinci z Katarínky žili o niekoľko storočí neskôr, navyše patrili k vyššej spoločenskej vrstve, mali zrejme úplne odlišné potravné zvyklosti.

Záver

Výsledky analýzy stopových prvkov poukazujú na to, že populácia z Gáňu datovaná do 9.–10. storočia n. l. sa pravdepodobne živila zmiešanou potravou. Výsledky zároveň ukázali, že v rámci populácie zrejme existovali aj jedinci, ktorých potrava bola pravdepodobne chudobnejšia, resp. bohatšia na živočišne proteíny, čo mohlo súvisieť s ich zdravotným stavom, resp. sociálnym postavením v populácii. Pri porovnaní ranostredovekej populácie s populáciou z obdobia sťahovania národov sa ukázalo, že aj keď obe populácie pochádzali z jednej lokality, v potravných zvyklostiach boli isté rozdiely. Kým príjem živočišných bielkovín bol v oboch populáciách na približne rovnakej úrovni, konzumácia potravy rastlinného charakteru bola v populácii z 5.–6. storočia vyššia ako v populácii z 9.–10. storočia. Lokalita Gáň leží na Podunajskej rovine, čo je najúrodnejšia oblasť Slovenska, pretože ju pokrývajú spráše a riečne naplaveniny. Keďže obe populácie obývali tú istú lokalitu, môžeme predpokladať, že podmienky prostredia v ktorom žili, boli približne rovnaké. Vzhľadom na environmentálne podmienky na tomto území hlavným zdrojom obživy bolo poľnohospodárstvo. Archeologické výskumy potvrdili, že už v období sťahovania národov bolo veľmi intenzívne. V období raného stredoveku hlavným a najdôležitejším zamestnaním väčšiny obyvateľstva bolo pestovanie obilia a chov domácich úžitkových zvierat, hlavne hovädzieho dobytku a prasiat. Okrem obilia pestovali aj ovocné stromy, zbierali med divokých včiel, neskôr včely aj chovali v úľoch, zbierali liečivé rastliny, lovlili ryby a občas aj divoké zvieratá (Beranová, 1988). Predpokladáme, že strava populácie z 9.–10. storočia bola pestrejšia ako potrava populácie z obdobia sťahovania národov, čomu by zodpovedali aj výsledky získané analýzou stopových prvkov.

Podakovanie

Táto štúdia bola podporená projektovými úlohami VEGA 2/0038/12, VEGA 1/0442/13 a UK/90/2012.

Súhrn

Cieľom tejto štúdie bola rekonštrukcia potravných zvyklostí na základe obsahu Sr a Zn v zubných tkanivách v populácii z ranostredovekého pohrebiska Gáň datovaného do 9.–10. storočia n. l. Na pohrebisku bolo exhumovaných 38 hrobov, na chemickú analýzu však bolo možné použiť zuby len 12 jedincov. Odobrali sme 12 trvalých zubov, všetky boli premoláre. Tento nízky počet analyzovaných zubov súvisel so zachovanosťou odontologického materiálu. Analyzovali sme len zuby intaktné, s úplne vyvinutým koreňom, bez zubného kazu, zubného kameňa a bez abrázie zasahujúcej do dentínu. Vzorky sa analyzovali prístrojom ICP OES Jobin Yvon 70 Plus (Francúzsko) pomocou metódy optickej emisnej spektrometrie s indukčne viazanou plazmou. Vo vzorkách zubného tkaniva sme zistovali obsah troch prvkov – Ca (v %), Sr a Zn (v mg/kg). Priemerná koncentrácia Sr bola $130,59 \pm 56,99$ mg/kg a priemerná koncentrácia Zn dosiahla $128,80 \pm 20,37$ mg/kg. Zistené hodnoty Sr a Zn naznačujú, že populácia sa pravdepodobne živila zmiešanou potravou s približne rovnakým podielom rastlinnej a živočišnej zložky. Pri sledovaní intersexuálnych rozdielov boli štatisticky signifikantné rozdiely zistené v obsahu Sr a v pomeroch Sr/Zn a Sr/Ca, pričom vyššie hodnoty vykazovali muži. Pri sledovaní vekových rozdielov boli štatisticky signifikantné rozdiely zistené v obsahu Zn a pri pomere Zn/Ca, pričom vyššie hodnoty boli zistené u dospelých jedincov. Pri sledovaní rozdielov medzi jedincami pochovanými s hrobovou výbavou a bez nej sme nezistili žiadne signifikantné rozdiely. Zistené výsledky poukazujú na to, že dospelí jedinci konzumovali viac živočišných bielkovín ako nedospelí jedinci, pričom strava žien zrejme obsahovala viac proteínov ako potrava mužov. Výsledky zároveň ukázali, že v rámci populácie zrejme existovali aj jedinci, ktorých potrava bola pravdepodobne chudobnejšia, resp. bohatšia na živočišne proteíny, čo zrejme súviselo s ich zdravotným stavom, resp. sociálnym postavením v populácii. Pri porovnaní ranostredovekej populácie s populáciou z obdobia sťahovania národov sa ukázalo, že aj keď obe populácie pochádzali z jednej lokality, v potravných zvyklostiach boli isté rozdiely. Kým príjem živočišných bielkovín bol v oboch populáciách na približne rovnakej úrovni, konzumácia potravy rastlinného charakteru bola v populácii z 5.–6. storočia vyššia ako v populácii z 9.–10. storočia.

Kľúčové slová: paleodiéta, stopové prvky, diagenéza, Slovania, včasný stredovek

Literatúra

- Beranová, M. (1988). *Slované*. Praha: Panorama.
- Benjamini, Y., & Yekutieli, D. (2001). The control of the false discovery rate in multiple testing under dependency, *Annals of Statistics*, 29(4), 1165–1188.
- Bodoriková, S., Katina, S., Kováčová, V., Kvetánová, I., Urminský, J., Kubová, J., & Domonkošová Tibenská, K. (2010). Analysis of trace elements in teeth of individuals from the former crypt in St. Catherine monastery in Dechtice (district Trnava, Slovakia), *Scripta Medica*, 83(1), 49–58.
- Bodoriková, S., Kováčová, V., Domonkošová Tibenská, K., Katina, S., Kubová, J., Takács, M., & Urminský, J. (2009). Stroncium a zinok ako indikátory potravných zvyklostí v populácii z obdobia sťahovania národov z lokality Gáň (okr. Galanta), *Slovenská Antropológia*, 12(2), 1–8.
- Domonkošová Tibenská, K., Bodoriková, S., Katina, S., Kováčová, V., & Kubová, J. (2010). Reconstruction of dietary habits on the basis of dental microwear and trace elements

- analysis of individuals from Gán cemetery (district Galanta, Slovakia), *Anthropologischer Anzeiger*, 68(1), 67–84.
- Gordon, G. C., & Buikstra, J. E. (1981). Soil pH, Bone Preservation and Sampling Bias at Mortuary Sites, *American Antiquity*, 46(3), 566–571.
- Herrmann, B., & Grupe, G. (1988). Trace element content in prehistoric cremated human remains. In Grupe, G., & Herrmann, B. (Eds.). *Trace Elements in Environmental History* (pp. 91–103). Berlin: Springer-Verlag.
- Lambert, J. B., Simpson, S. V., Szpunar, C. B., & Buikstra, J. E. (1984). Ancient human diet from inorganic analysis of bone, *Accounts of Chemical Research*, 17(9), 298–305.
- R Development Core Team (2012). *R: A language and environment for statistical computing* [Computer software]. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- Sandford, M. K., & Weaver, D. S. (2000). Trace element research in anthropology: new perspectives and challenges. In Katzenberg, M. A., & Saunders, S. R. (Eds.). *Biological Anthropology of the Human Skeleton* (pp. 329–350). New York: Wiley-Liss.
- Sandford, M. K. (1992). A reconsideration of trace element analysis in prehistoric bone. In Saunders, S. R., & Katzenberg, M. A. (Eds.). *Skeletal Biology of Past Peoples: Research Methods* (pp. 79–105). New York: Wiley-Liss.
- Schroeder, H. A., Tipton, I. H., & Nason, A. P. (1972). Trace metals in man: strontium and barium, *Journal of Chronic Diseases*, 25(9), 491–517.
- Schutkowski, H. (1995). What you are makes you eat different things-interrelations of diet, status and sex in the early medieval population of Kirchheim unter Teck, FGR, *Human Evolution*, 10(2), 119–130.
- Schutkowski, H. (2000). Subsistence, Social Status and Stature – Approaches from Historical Anthropology to the Reconstruction and Significance of Dietary Patterns, *Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte*, 1, 13–28.
- Schutkowski, H. (2002). Mines, meals and movement – a human ecological approach to the interface of history and biology. In Smith, M. (Ed). *Human Biology and History* (pp. 199–215). London: Taylor & Francis.
- Schutkowski, H., Herrmann, B., Widemann, F., Bocherens, H., & Grupe, G. (1999). Diet, status and decomposition at Weingarten: Trace element and isotope analyses on Early Medieval skeletal material, *Journal of Archaeological Science*, 26(6), 675–685.
- Sillen, A., & Kavanagh, M. (1982). Strontium and paleodietary research: A review, *Yearbook of Physical Anthropology*, 25, 67–90.
- Smrčka, V., 2005. *Trace elements in bone tissue*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum.
- Sponheimer, M., de Ruiter, D., Lee-Thorp, J., & Späth, A. (2005). Sr/Ca and early hominid diets revisited: new data from modern and fossil tooth enamel, *Journal of Human Evolution*, 48(2), 147–156.
- Szostek, K., 2006: *Rekonstrukcja ogólnego stanu biologicznego historycznych i przedhistorycznych grup ludzkich na podstawie analiz makro- i mikroelementów w materiale odontologicznym*. Kraków: Wydawnictwo PiT.
- Szostek, K., & Głęb, H., 2001: Trace element concentrations in human teeth from a Neolithic common grave at Nakonowo (Central Poland), *Variability & Evolution*, 9, 16–27.
- Szostek, K., Głęb, H., & Pudło, A. (2009). The use of strontium and barium analyses for the reconstruction of the diet of the early medieval coastal population of Gdańsk (Poland): A preliminary study, *HOMO – Journal of Comparative Human Biology*, 60(4), 359–372.
- Szostek, K., Głęb, H., Lorkiewicz, W., Grygiel, R., & Bogucki, P. (2005). The diet and social paleostratigraphy of Neolithic agricultural population of the Lengyel culture from Osłonki (Poland), *Przegląd Antropologiczny – Anthropological Review*, 68, 29–43.
- Szostek, K., Głęb, H., Szczepanek, A., & Kaczanowski, K. (2003). Trace elements analysis of Bronze Age skeletal and crematory graves from Southern Poland for diet reconstruction, *HOMO – Journal of Comparative Human Biology*, 53(3), 235–246.
- Venables, W. N., & Ripley, B. D. (2002). *Modern Applied Statistics with S*. New York: Springer.
- Welch, B. L., 1947. The generalization of “Student’s” problem when several different population variances are involved, *Biometrika*, 34, 28–35.

TELESNÉ ZLOŽENIE A INDEXY OBEZITY U SLOVENSKÝCH ŠTUDENTOV VO VEKU OD 16 DO 25 ROKOV

The Body Composition and Obesity Indices in Slovak Students Aged from 16 to 25 Years

Zuzana Danková¹, Marta Cvičelová¹,
Daniela Siváková¹

¹Katedra antropológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita
Komenského v Bratislave, Bratislava, Slovenská republika

Abstract

The characteristics of body composition are very useful determinants of health and nutrition status and sensible predictors of obesity. The aim of this study was to analyze body composition differences of students to detect individuals with obesity risk, subjects with an altered tissue electric properties using bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) and to calculate correlations between anthropometric and bioelectric impedance analysis (BIA) parameters. We studied 293 healthy individuals (140 males in age 21.0 ± 2.6 years, 153 females in age 19.5 ± 2.8 years). The whole sample was analysed considering sex and type of school (secondary schools and universities).

The results of vector analysis showed significantly different tissue electric properties in male and female students, confirmed by Hotelling T^2 -test (males: $T^2 = 35.6$, $p = 0.0000$; females: $T^2 = 29.7$, $p = 0.0000$). The overall nutrition status of both male and female university students was better than secondary school students. Mean values of BMI, WHR, FMI (fat mass index) and FFMI (fat free mass index) were within the categories of normal values in all studied groups. However, after the distribution of these indices into categories we detected on average 26.16% males and 36.24% females with increased obesity risk. The mean values of BCMI (body cell mass index) in both females groups indicated malnutrition, which was detected in 3.6% of males and 8.5% of females by the method combining BMI and FMI. Direct masked obesity was found among 9.2% of males and 22.89% of females what underlined the importance of examination of body composition mostly in cases if BMI values are optimal. Strong correlation coefficient was found between BMI and FM%, BMI and FMI in both sexes.

Key words: bioelectrical impedance analysis, fat mass, fat mass index, BIVA

Úvod

Detekcia obezity je možná pomocou viacerých antropometrických metód. Od jednoduchých meraní telesnej výšky, hmotnosti a obvodových mier po meranie hrúbky kožných rias, či stanovenie nutričného stavu a rizika obezity pomocou indexov BMI, WHR alebo podľa obvodu pásu. V posledných rokoch je predmetom záujmu vývinových, športových, epidemiologických a zdravotných výskumov analýza celkového telesného zloženia jedincov (Amir & Rakhshanda, 2009; Withers et al., 1998). Jednou z metód určovania telesného zloženia je BIA metóda založená na bioelektrickej impedancii a vodivosti tkanív. Získané údaje slúžia ako diagnostický nástroj pri rôznych poruchách a ochoreniach (anorexia, obezita, zlyhanie obličiek,

poruchy pečene, rakovina, srdcové zlyhanie, poranenia miechy, osteoporóza a iné) a ako markery na sledovanie účinnosti diét a cvičenia (Amir & Rakhshanda, 2009; Gába & Přidalová, 2013; Přidalová & Gába, 2011; Withers et al., 1998). Ako výsledky viacerých štúdií naznačujú, údaje telesného zloženia sú vhodným determinantom zdravotného, funkčného a nutričného stavu organizmu (Přidalová et al., 2011) a citlivejším prediktorom rizikových faktorov ako BMI (Kyle et al., 2003; Amir & Rakhshanda, 2009). Index BMI sa tak viac používa ako hrubý odhad klasifikácie obezity, nakoľko nedokáže presne stanoviť podiel tukovej zložky organizmu a v niektorých prípadoch (starí ľudia, siloví športovci, jedinci s krátkymi nohami, pacienti so schizofréniou) dokonca nesprávne indikuje nadváhu (DeLorenzo et al., 2003; Garn et al., 1986; Sharpe et al., 2008; Talluri et al., 2003;). Na limity BMI ako markera obezity poukazujú aj štúdie sledujúce detskú populáciu a adolescentov (Freedman et al., 2005; Widhalm et al., 2001). V klinickej praxi sa preto odporúča nahradiť BMI buď stanovením percenta tuku (Moreno et al., 2006; Widhalm et al., 2001), indexom BCMI (Talluri et al., 2003), alebo hodnotiť množstvo tukovej a beztukovej hmoty prepočítané na telesnú výšku – tzv. FMI (index tukovej hmoty) a FFMI (index beztukovej hmoty) (Shutz et al., 2002; Wells, 2000).

Cieľ

Cieľom našej štúdie bolo vyhodnotiť telesné zloženie študentov a študentiek vo veku 16 až 25 rokov, stanoviť počet rizikových jedincov vo vzťahu k obezite podľa zaužívaných ukazovateľov obezity, ako aj podľa percenta tuku, FMI (index tukovej hmoty) a FFMI (index beztukovej hmoty) a zistiť korelácie ukazovateľov obezity (BMI, WHR, percento tuku podľa kožných rias, obvod pásu) s vybranými BIA parametrami.

Metodika

Sledovaný súbor tvorilo 293 zdravých jedincov: 140 mužov a 153 žien vo veku 16 až 25 rokov. Vyšetrovaní jedinci, dobrovoľníci, boli študenti ($n = 59$) a študentky ($n = 77$) gymnázia v Partizánskom a v Topoľčanoch a študenti ($n = 81$) a študentky ($n = 76$) vysokých škôl v Bratislave (Univerzita Komenského v Bratislave, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Akadémia Policajného zboru) pochádzajúci z rôznych miest Slovenska. Výskum prebiehal v rokoch 2009–2010.

U každého probanda sme zmerali 8 antropometrických parametrov: telesná výška, telesná hmotnosť, obvod pásu, obvod bokov a 4 kožné riasy. Hrúbku kožnej riasy nad tricepsom, nad bicepsom, pod lopatkou a na boku sme merali kaliperom značky SOMET. Následne sme vypočítali indexy BMI, WHR, CI a tuku z hrúbky kožných rias podľa Kleinwachterovej a Brázdovej (1992). Klasifikáciu hodnôt BMI sme robili podľa WHO (2004), kategorizáciu WHR a obvodu pásu podľa WHO (2008). Index FMI sme vypočítali ako $(FM/telesná\ výška^2 \text{ v kg/m}^2)$, index FFMI ako $(FFM/telesná\ výška^2 \text{ v kg/m}^2)$ podľa Hattori, Tatsumi a Tanaka (1997). Výskyt skrytej obezity sme hodnotili na základe Fukuoka a kol. (2012), s úpravami kategórií FM podľa BIA 101 pre všetky vekové kategórie nasledovne: muži BMI < 25 a FM $\geq 22\%$, ženy BMI < 25 a FM $\geq 30\%$.

Parametre zloženia tela sme zisťovali bioelektrickou impedančnou metódou pomocou monofrekvenčného prístroja BIA 101 (Akern-RJL, Taliansko) a vyhodnocovali programom Bodygram pre Windows v.1.3 (Akern-RJL) a bioelektrickou impedančnou vektorovou analýzou (BIVA) (Piccoli & Pastori, 2002). Na kategorizáciu optimálnych hodnôt sledovaných parametrov sme použili BIA manuál pre príslušnú vekovú kategóriu do 30 rokov: optimálne hodnoty FM muži 15–18 %, FM ženy 16–20 %; BCMI > 8,0 kg/m².

V štatistickej analýze sme hodnotili každú skupinu zvlášť. Následne sme porovnávali mužov aj ženy podľa typu

navštevovanej školy. Na tieto analýzy bol použitý program SPSS pre Windows v. 17.0. Na testovanie normálneho rozdelenia hodnôt sme použili Kolmogorovov-Smirnovov test. Na porovnanie dát sme pri nie normálnom rozdelení použili Mann-Whitneyov test, pri normálnom rozdelení T-test. Korelačné analýzy sme robili Pearsonovým testom v prípade dát s normálnym rozdelením a Spearmanovým neparametrickým testom v prípade dát s nie normálnou distribúciou. Heterogenita súborov v BIVA diagramoch bola testovaná Hotellingovým T^2 -testom.

Výsledky

Tabuľka 1 uvádza základné antropometrické charakteristiky sledovaných skupín. Študenti vysokých škôl (VŠ) boli štatisticky významne vyšší, ťažší, mali väčší obvod hrudníka, pása a bokov v porovnaní so študentmi stredných škôl (SŠ). Študentky VŠ mali štatisticky významne väčší obvod hrudníka a obvod bokov ako stredoškolské študentky. Celkový súčet kožných rias

a percento tuku z hrúbky kožných rias boli však u týchto študentiek štatisticky signifikantne nižšie v porovnaní so ženami na SŠ.

Aj pri parametroch telesného zloženia sme zistili štatisticky významné rozdiely medzi jedincami študujúcimi na strednej a vysokej škole. Vzhľadom na odlišný vek porovnávaných skupín sme následne porovnanie parametrov telesného zloženia adjustovali na vek (Tabuľka 2). Súbor študentov sa tak štatisticky významne líšil v hodnotách bunkovej hmoty (BCM), objemu tekutín (TBW a ICW) a množstva svalovej hmoty (MM) v prospech vysokoškolských študentov. V skupine žien nebol zaznamenaný žiadny štatisticky významný rozdiel.

Konfidenčný BIVA diagram (Obrázok 1) názorne zobrazuje rozdiely v priemerných impedančných vektoroch SŠ a VŠ študentov sledovaného súboru. Veľkosť konfidenčných elips je ovplyvnená variabilitou vektorových komponentov a veľkosťou súboru (menšie elipsy z väčšieho počtu jedincov s podobnou SD). Neprekrývajúce sa 95% konfidenčné elipsy zna-

Tabuľka 1. Základné antropometrické charakteristiky sledovaných skupín

Parametr	Muži			Ženy		
	SŠ	VŠ	p	SŠ	VŠ	p
	(n = 59)	(n = 81)		(n = 77)	(n = 76)	
	priemer ± SD	priemer ± SD		priemer ± SD	priemer ± SD	
Vek (roky)	17,49 ± 0,75	21,98 ± 1,67	≤ 0,001	17,03 ± 0,71	22,09 ± 1,35	≤ 0,001
TV (cm)	178,98 ± 6,02	181,64 ± 7,14	≤ 0,05	167,47 ± 5,51	168,25 ± 6,88	ns
TH (kg)	72,38 ± 10,57	78,70 ± 12,53	≤ 0,01	57,45 ± 7,17	58,28 ± 6,89	ns
Obvod hrudníka (cm)	90,30 ± 6,59	97,45 ± 9,19	≤ 0,001	83,45 ± 4,50	86,17 ± 4,43	≤ 0,001
Obvod pása (cm)	82,69 ± 6,67	88,23 ± 8,69	≤ 0,001	77,07 ± 5,67	77,25 ± 5,92	ns
Obvod bokov (cm)	93,08 ± 5,79	98,72 ± 6,33	≤ 0,001	92,55 ± 5,47	95,94 ± 4,92	≤ 0,001
Súčet HKR (mm)	33,22 ± 14,18	34,00 ± 12,68	ns	48,44 ± 13,06	41,75 ± 10,09	≤ 0,001
% tuku HKR	14,07 ± 4,26	14,49 ± 3,88	ns	27,30 ± 3,59	25,38 ± 3,11	≤ 0,001

Poznámka: SŠ – stredná škola, VŠ – vysoká škola, TV – telesná výška, TH – telesná hmotnosť, súčet HKR – súčet hrúbky kožných rias, % tuku HKR – percento tuku z hrúbky kožných rias

Tabuľka 2. Parametre telesného zloženia získané metódou BIA

Parametr	Muži			Ženy		
	SŠ	VŠ	p*	SŠ	VŠ	p*
	(n = 59)	(n = 81)		(n = 77)	(n = 76)	
	priemer ± SD	priemer ± SD		priemer ± SD	priemer ± SD	
Rz (ohm)	500,53 ± 45,10	464,95 ± 62,16	ns	670,53 ± 53,68	622,43 ± 65,18	ns
Xc (ohm)	60,90 ± 5,87	62,81 ± 9,68	ns	74,01 ± 8,29	73,16 ± 9,67	ns
PA	6,97 ± 0,69	7,74 ± 1,01	ns	6,31 ± 0,70	6,71 ± 0,69	ns
Rz/TV	279,88 ± 26,29	256,26 ± 35,19	ns	400,66 ± 32,67	370,78 ± 43,89	ns
Xc/TV	34,09 ± 3,78	34,69 ± 5,90	ns	44,26 ± 5,33	43,56 ± 6,09	ns
Na/K	1,02 ± 0,11	0,97 ± 0,12	ns	0,96 ± 0,10	0,96 ± 0,09	ns
BCM (kg)	30,16 ± 2,95	31,61 ± 4,46	0,013	19,81 ± 1,94	21,38 ± 2,65	ns
BCM (%)	49,21 ± 1,98	50,71 ± 2,34	ns	48,11 ± 2,92	48,30 ± 2,27	ns
TBW (l)	43,69 ± 4,73	46,30 ± 6,06	0,049	30,88 ± 3,61	32,48 ± 3,45	ns
TBW (%)	60,55 ± 3,18	59,17 ± 4,09	ns	53,00 ± 6,02	54,87 ± 0,05	ns
ECW (l)	16,17 ± 2,45	17,45 ± 2,94	ns	12,82 ± 1,22	13,02 ± 1,63	ns
ECW (%)	36,89 ± 2,50	37,67 ± 3,68	ns	41,91 ± 2,03	39,74 ± 0,04	ns
ICW (l)	27,52 ± 2,68	28,84 ± 4,08	0,013	17,70 ± 2,09	19,46 ± 2,36	ns
ICW (%)	63,11 ± 2,50	62,33 ± 3,68	ns	58,09 ± 2,03	59,88 ± 3,00	n.s.
FM (kg)	11,25 ± 5,17	16,37 ± 7,51	ns	16,76 ± 6,90	14,21 ± 4,97	ns
FM (%)	14,88 ± 4,77	20,19 ± 7,16	ns	27,60 ± 6,33	23,92 ± 6,70	ns
FFM (kg)	61,34 ± 5,92	62,33 ± 8,23	ns	41,17 ± 3,19	44,21 ± 4,68	ns
FFM (%)	85,12 ± 4,77	79,81 ± 7,16	ns	72,10 ± 7,14	75,21 ± 8,64	ns
MM (kg)	36,70 ± 3,62	38,54 ± 5,30	0,016	24,43 ± 2,30	26,24 ± 3,15	ns
MM (%)	50,99 ± 3,82	49,34 ± 4,79	ns	42,89 ± 3,68	45,08 ± 3,99	ns
BMR (kcal)	1723,29 ± 119,34	1849,92 ± 159,35	ns	1334,41 ± 82,16	1411,56 ± 110,81	ns

Poznámka: Rz – rezistencia, Xc – reaktancia, PA – fázový uhol, Rz/TV – rezistencia/telesná výška, Xc/TV – reaktancia/telesná výška, BCM – bunková hmota, TBW – celková telová voda, ECW – mimobunková tekutina, ICW – vnútroobunková tekutina, FM – tuková hmota, FFM – hmota bez tuku, MM – svalová hmota, BMR – hladina bazálneho metabolizmu, * – adjustované na vek

Tabuľka 3. Priemerné hodnoty indexov obezity v jednotlivých skupinách

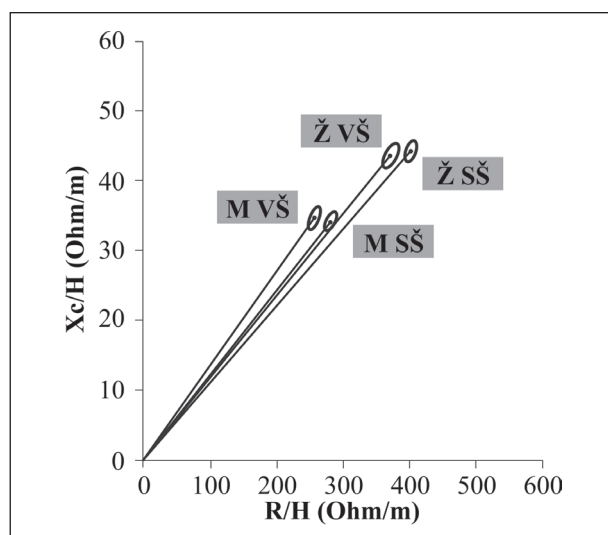
Parametr	Muži			Ženy		
	SŠ	VŠ	p	SŠ	VŠ	p
	(n = 59) priemer ± SD	(n = 81) priemer ± SD		(n = 77) priemer ± SD	(n = 76) priemer ± SD	
BCMI	9,38 ± 0,79	9,57 ± 1,16	ns	7,03 ± 0,56	7,49 ± 0,75	≤ 0,001
FMI	3,48 ± 1,55	4,96 ± 2,25	≤ 0,001	5,96 ± 2,42	5,03 ± 1,77	≤ 0,05
FFMI	19,13 ± 1,45	18,87 ± 1,99	ns	14,68 ± 0,87	15,67 ± 1,86	≤ 0,001
BMI	22,55 ± 2,76	23,82 ± 3,29	≤ 0,05	20,49 ± 2,41	20,56 ± 1,85	ns
WHR	0,89 ± 0,04	0,89 ± 0,05	ns	0,81 ± 0,13	0,81 ± 0,05	ns

Poznámka: BCMI – index bunkovej hmoty, FMI – index tukovej hmoty, FFMI – index beztukovej hmoty, BMI – body mass index, WHR – waist to hip ratio

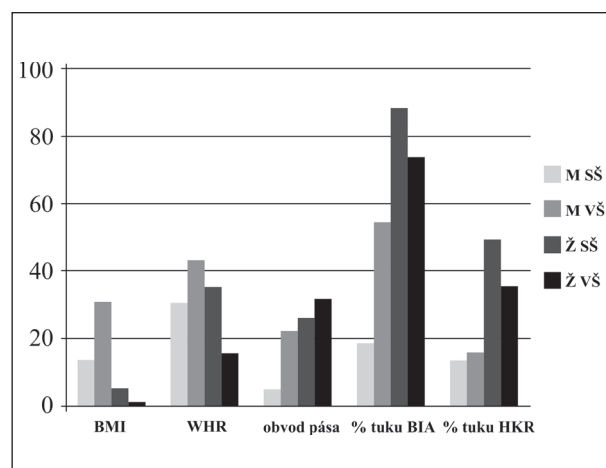
Tabuľka 4. Korelácie ukazovateľov obezity a vybraných BIA parametrov u mužov a žien

Muži		BMI	% HKR	Rz	Xc	PA	FM %	BCMI	FMI	FFMI
BMI	r	–	0,546 ***	–0,579 ***	–0,255 **	0,269 **	0,729 ***	0,666 ***	0,829 ***	0,696 ***
WHR	r	0,316 ***	0,461 ***	ns	ns	ns	0,296 ***	ns	0,324 ***	ns
% HKR	r	0,546 ***	–	ns	–0,175 *	ns	0,541 ***	ns	0,564 ***	0,285 **
Obvod pásu	r	0,728 ***	0,686 ***	–0,350 ***	–0,197 *	ns	0,744 ***	0,450 ***	0,769 ***	0,526 ***
Ženy		BMI	% HKR	Rz	Xc	PA	FM %	BCMI	FMI	FFMI
BMI	r	–	0,450 ***	–0,205 *	ns	ns	0,519 ***	ns	0,547 ***	0,177 *
WHR	r	0,266 **	0,180 *	ns	–0,178 *	–0,165 *	0,266 **	ns	0,160 **	ns
% HKR	r	0,450 ***	–	ns	ns	ns	0,334 ***	ns	0,330 ***	ns
Obvod pásu	r	0,667 ***	0,417 ***	–0,214 **	ns	ns	0,419 ***	ns	0,356 ***	ns

Poznámka: BMI – body mass index, WHR – waist to hip ratio, % HKR – percento tuku podľa hrúbky kožných rias, Rz – rezistencia, Xc – reaktancia, PA – fázový uhol, FM % – percento tuku, BCMI – index bunkovej hmoty, FMI – index tukovej hmoty, FFMI – index beztukovej hmoty, r – korelačný koeficient, *** = ≤ 0,001, ** = < 0,01, * = < 0,05

Obrázok 1. Priemerné impedančné vektory s 95% konfidenčnými elipsami sledovaných súborov

Poznámka: R/H – rezistencia štandardizovaná telesnou výškou, Xc/H – reaktancia štandardizovaná telesnou výškou, SŠ – stredná škola, VŠ – vysoká škola, M – muži, Ž – ženy

Obrázok 2. Percento mužov a žien v rizikových kategóriách sledovaných indexov obezity

Poznámka: BMI – body mass index (kg/m²); WHR – waist to hip ratio; % HKR – percento tuku podľa hrúbky kožných rias; SŠ – stredná škola, VŠ – vysoká škola; M – muži; Ž – ženy; muži: BMI ≥ 25; WHR ≥ 0,90, obvod pásu ≥ 94; % tuku > 18 %; % tuku HKR > 18 %; ženy: BMI ≥ 25, WHR ≥ 0,85, obvod pásu ≥ 80, % tuku > 20 %, % tuku HKR > 26 %

menajú štatisticky signifikantné rozdiely medzi priemernými vektormi na grafe. To indikuje heterogenitu súborov, ktorá bola potvrdená Hotellingovým T^2 -testom (muži: $T^2 = 35,6$; $F = 17,7$; $p = 0,0000$; $D = 1,02$; ženy: $T^2 = 29,7$; $F = 14,7$; $p = 0,0000$; $D = 0,88$). Muži majú kratší impedančný vektor a väčší fázový uhol, čo sa potvrdilo aj v našom súbore, nakoľko majú viac svalovej hmoty a lepší hydratačný status v porovnaní so ženami rovnakého veku. Väčší fázový uhol u mužov a žien študujúcich na vysokých školách poukazuje na viac bunkovej hmoty, lepšiu bunkovú integritu a teda lepši nutričný stav jedincov v týchto skupinách.

Priemerné hodnoty indexov obezity – BMI, WHR, FMI a FFMI (Tabuľka 3) nenaznačujú zdravotné riziko vyplývajúce z nadhmotnosti či obezity v sledovaných skupinách. Študenti VŠ mali štatisticky významne vyššie hodnoty FMI a BMI ako študenti SŠ, čo korešponduje s vyššie uvedenými antropometrickými a BIA charakteristikami. FMI a aj FFMI u študentiek VŠ potvrdzujú, že táto skupina má v porovnaní so študentkami SŠ menej tukovej hmoty a viac beztukovej hmoty. Podľa priemerných hodnôt BCMI majú však obidve skupiny žien sklon k podvýžive (BCMI nižšie ako $8,0 \text{ kg/m}^2$).

Kategorizácia hodnôt sledovaných indexov obezity však zachytila priemerne 26,16 % mužov a 36,24 % žien so zvýšenými hodnotami indexov (Obrázok 2). Najviac rizikových študentov na SŠ a VŠ zachytáva WHR index a % tuku zistené BIA metódou. Najviac rizikových žien na SŠ a VŠ je podľa % tuku (BIA), nasleduje % tuku podľa hrúbky kožných rias, pričom najmenej rizikových žien označuje index BMI.

Nakoľko percento zachytených jedincov podľa BMI indexu a podľa percenta tuku získaného BIA metódou sa značne lišilo, zamerali sme sa na kategorizáciu podľa metodiky Kyle a kol. (2004), ktorá hodnotí hodnoty BMI a zároveň aj hodnoty indexu tukovej hmoty (FMI) a indexu beztukovej hmoty (FFMI). Podľa BMI a FMI sme zachytili v našom súbore 12,1 % mužov s vysokým rizikom a 2,9 % mužov s veľmi vysokým rizikom vyplývajúcim z nadhmotnosti. U žien sme zachytili iba 1,96 % s vysokým rizikom. Pri kategorizácii hodnôt FFMI podľa prislúchajúcej BMI hodnoty sme našli 10 % mužov a žiadne ženy s vysokým rizikom. Z hľadiska nutričného stavu sme však podľa tejto metodiky detekovali v súbore 3,6 % mužov a 8,5 % žien s nízkymi hodnotami BMI a zároveň s nízkymi hodnotami FMI, teda s náznakom podvýživy. Pri hodnotení podvýživy iba podľa BMI sme našli v súbore 3,6 % mužov a 16,3 % žien s nízkymi hodnotami tohto indexu, pričom viac jedincov s podvýživou bolo v súbore stredoškolských študentov.

Pri tejto metóde hodnotenia však zostalo nezaraďených 20 % resp. 35 % mužov a 24,2 % resp. 45 % žien (FMI a FFMI resp.), ktoré nespĺňali kritéria ani jednej z tried a mali hodnoty BMI a FMI alebo FFMI v iných kategóriách (napr. BMI v kategórii optimálnych hodnôt, avšak FMI ako rizikovú hodnotu).

Časť týchto jedincov, 19 % študentov VŠ, 29,9 % študentiek SŠ a 15,8 % študentiek VŠ, malo skrytú obezitu [$\text{BMI} < 25 \text{ kg/m}^2$ a $\text{FM} \geq 22$ % (muži)/ $\text{FM} \geq 30$ % (ženy)]. Ak sme však ako rizikovú hranicu použili referenčné hodnoty pre náš BIA prístroj, ktorý hodnotí aj prislúšnú vekovú kategóriu (muži $\text{FM} \geq 18$ %; ženy $\text{FM} \geq 20$ %), výrazne vzrástlo percento rizikových jedincov nasledovne: študenti SŠ: 5,1 %, študenti VŠ 24,7 %, študentky SŠ 83,1 % a študentky VŠ 72,4 %, čo je už porovnateľnejšie s výsledkami na obrázku 1 pre % tuku podľa BIA.

Medzi ukazovateľmi obezity a vybranými BIA parametrami (Tabuľka 4) bola zistená u mužov štatisticky významná korelácia s najvyšším korelačným koeficientom medzi hodnotami BMI a FMI ($r = 0,829$; $p < 0,001$), BMI a FM% ($r = 0,729$; $p < 0,001$), obvodom pásu a FM% ($r = 0,744$; $p < 0,001$) a s obvodom pásu a FMI ($r = 0,769$; $p < 0,001$). Najvyššie hodnoty korelačných koeficientov u žien boli zistené medzi parametra-

mi BMI a obvodom pásu ($r = 0,667$; $p < 0,001$), medzi BMI a FM% ($r = 0,519$; $p < 0,001$) a medzi BMI a FMI ($r = 0,547$; $p < 0,001$).

Diskusia

Výsledky tejto štúdie poukazujú na odlišné antropometrické a bioimpedančné charakteristiky slovenských jedincov študujúcich na strednej a vysokej škole. Nakoľko sme v práci hodnotili aj skupinu adolescentov, v ktorej môže ešte dochádzať k proporčným zmenám, vyššie hodnoty telesnej výšky a ostatných parametrov u študentov VŠ mohli byť spôsobené neukončeným rastom. V súbore žien sme zaznamenali rovnaké priemerné hodnoty telesnej výšky, telesnej hmotnosti a aj indexu BMI u všetkých študentiek. Nakoľko vplyv veku na jednotlivé parametre bol štatisticky významný, jednotlivé hodnoty sme porovnávali medzi SŠ a VŠ po adjustácii na vek, čím sa výrazne znížil počet parametrov, v ktorých sa skupiny lišili.

V porovnaní so súborom študentov rovnakého veku a telesnej výšky, sledovaných v roku 2008 v Bratislave (Rodinová, 2008), boli nami sledovaní muži štatisticky významne ťažší o 3,2 kg, mali viac tukovej a menej svalovej hmoty (o 2,66 %). Tiež mali väčší obvod pásu, bokov a vyššie hodnoty indexov BMI a CI. Pri porovnaní antropometrických parametrov s mužmi z Českej republiky s priemerným vekom 20,10 rokov (Riegerová et al., 2010), boli nami sledovaní študenti VŠ štatisticky významne ťažší o 3,6 kg, mali vyššie hodnoty BMI a viac tukovej hmoty o 9 %. Porovnanie s europoidnou populáciou vo veku 18–39 rokov (Kyle et al., 2003) poukázalo, že študenti VŠ z nášho súboru boli štatisticky významne vyšší a ťažší, avšak rozdiel v hodnotách BMI nebol zaznamenaný. Aj porovnanie údajov telesného zloženia s týmto súborom poukazuje na štatisticky vyššie hodnoty FM, FFM, ako aj FMI u nami sledovaných študentov VŠ. Z týchto porovnaní by sa dalo predpokladať, že za posledných niekoľko rokov došlo u mladých slovenských mužov k nárastu priemerných hodnôt spomínaných parametrov, čo pri FM a FMI nie je veľmi pozitívne vzhľadom na celosvetovo sa zvyšujúcu prevalenciu obezity. Pri porovnaní priemerných hodnôt percenta tuku s hodnotami udávanými pre bežnú populáciu v prislúšnej vekovej skupine (Heyward & Wagner, 2004) sa zaraďujú naši stredoškolskí študenti do kategórie priemerných hodnôt, študenti VŠ do kategórie vysokých hodnôt.

V súbore žien sme zaznamenali medzi študentkami SŠ a VŠ štatisticky významný nárast obvodových mier – obvodu hrudníka a obvodu bokov a pokles hodnôt hrúbky kožných rias a tukovej hmoty. V porovnaní so súborom Rodinovej (2008), ktorá sledovala ženy s priemerným vekom $21,1 \pm 1,61$ rokov, sa výsledky našich študentiek VŠ štatisticky významne nelíšili v parametroch telesná výška, telesná hmotnosť, BMI a ani WHR indexu, hoci hodnoty obvodu pásu a bokov boli v našom súbore štatisticky významne vyššie. Pri porovnaní BIA parametrov mali nami sledované študentky VŠ nižšie hodnoty rezistancie, percenta tuku a množstva tuku a vyššie hodnoty fázového uhla, reaktancie, ako aj viac BCM a MM. Pri porovnaní s europoidnou populáciou (Kyle et al., 2003) boli nami sledované študentky VŠ štatisticky významne vyššie, pričom hodnoty indexu BMI mali štatisticky významne nižšie. Rovnako mali nižšie hodnoty FM a FMI, a vyššie hodnoty FFM. Porovnaním množstva tukovej hmoty v percentách s kategorizáciou podľa Heywarda a Wagnera (2004) pre prislúšnú vekovú kategóriu a pohlavie, sú priemerné hodnoty FM % stredoškolských študentiek v kategórii stredných hodnôt, vysokoškolských študentiek v kategórii stredných až nízkych hodnôt.

Výsledky BIVA analýzy sme mohli porovnať iba so súborom vysokoškolských študentov vo veku 20–30 rokov zo Sardínie (Buffa et al., 2004). Hotellingov T^2 -test poukázal, rovnako ako neprekryvanie sa 95% elips, na odlišnosť medzi našimi študentmi a študentkami VŠ a študentmi zo Sardínie (Hotellingov

T^2 -test pre mužov: $T^2 = 100,1$; $F = 49,8$; $P = 0,000$; $D = 1,5$; pre ženy $T^2 = 43,8$; $F = 21,8$; $P = 0,000$; $D = 1$). Priemerný impedančný vektor talianskych študentov bol dlhší a fázový uhol menší v obidvoch skupinách. To poukazuje na väčšiu dehydratáciu a horší nutričný stav jedincov v porovnaní s našimi súbormi.

Porovnaním viacerých metód určovaní a rizikovosti nadhmotnosti a obezity sme zistili, že najviac rizikových jedincov identifikuje percento tuku (FM) získané BIA metódou. Podľa referenčných hodnôt tejto metodiky je potrebné rozlíšiť aj vekovú kategóriu sledovaných jedincov, pričom rozdiel v rizikových hodnotách predstavuje aj 10 %. V súbore žien sme teda ako rizikovú hranicu počítali percento tuku vyššie ako 20 %, u mužov vyššie ako 18 %. Ak by sme robili kategorizáciu bez špecifikácie vekovej skupiny a použili by sme hraničné hodnoty udávané v literatúre pre ženy 30 % a pre mužov 20% (Kyle et al., 2004), počet rizikových jedincov by klesol v našom súbore nasledovne: muži SŠ: 8,50 %, muži VŠ 44,45 %, ženy SŠ 35,06 % a ženy VŠ 15,79 %. Tieto údaje už bližšie korešpondujú s ostatnými indexmi obezity, ako aj s kombinovanou metodikou (Kyle a kol. 2004), ktorá hodnotí BMI a zároveň aj FMI alebo FFMI. Nevýhodou tejto klasifikácie však je nedostatočné rozdelenie všetkých jedincov do kategórií. Zdá sa, že pre náš súbor táto klasifikácia nebola veľmi vhodná, aj keď súčasné hodnotenie BMI a percenta tuku sa nám javilo ako najlepšia možná kombinácia pre hodnotenie rizika vyplývajúceho z nadhmotnosti až obezity.

Záver

V sledovanom súbore sme zaznamenali štatisticky významný vplyv veku na antropometrické a bioimpedančné parametre a odlišné bioelektrické charakteristiky tkanív v jednotlivých skupinách. Aj keď priemerné hodnoty indexov obezity nenaznačujú riziko vyplývajúce z nadhmotnosti či obezity, podľa kategorizácie hodnôt týchto indexov je v súbore priemerne 26,16 % rizikových mužov a 36,24 % rizikových žien. Najviac rizikových jedincov označila hodnota percenta tuku získaného BIA metódou, čo však bolo spôsobené klasifikáciou skupín nielen podľa pohlavia, ale aj podľa vekovej kategórie BIA manuálu. V sledovanom súbore bola zároveň zistená aj skrytá obezita (9,20 % mužov a 22,89 % žien), čo poukazuje na nevyhnutnú potrebu detailnejšieho poznania telesného zloženia a to aj v prípade, ak hodnoty BMI sú optimálne. Ako výsledky tejto práce naznačujú, na stanovenie obezity by bolo vhodné používať nielen klasické hodnotenie indexu BMI, ale zamerať sa aj na analýzu telesného zloženia. Vhodné by však bolo realizovať ďalšie štúdie s väčším počtom jedincov vo viacerých vekových kategóriách, ktoré by sa zamerali nielen na posúdenie vhodnosti metodiky na detekciu obezity, ale aj na skutočné kardiovaskulárne riziko jedincov s vyššími hodnotami tukového tkaniva a jedincov so skrytou obezitou.

Súhrn

Parametre telesného zloženia sú významným ukazovateľom zdravotného a nutričného stavu jedincov a vhodným ukazovateľom obezity. Zámerom predloženej štúdie bolo vyhodnotiť telesné zloženie študentov s cieľom zistiť počet jedincov s rizikom obezity, vyhodnotiť odlišné vodivé vlastnosti tkanív pomocou bioelektrickej impedančno-vektorovej analýzy (BIVA) a sledovať korelácie medzi antropometrickými a bioimpedančnými parametrami. Sledovaný súbor pozostával z 293 zdravých jedincov (140 mužov s priemerným vekom $21,0 \pm 2,6$ rokov a 153 žien s priemerným vekom $19,5 \pm 2,8$ rokov), ktorý bol následne rozdelený podľa pohlavia a navštevovanej školy (stredná škola, vysoká škola).

Výsledky vektorovej analýzy poukázali na štatisticky odlišné vodivé vlastnosti tkanív študentov a študentiek, čo potvrdil aj Hotellingov T^2 -test (muži: $T^2 = 35,6$; $p = 0,0000$; ženy:

$T^2 = 29,7$; $p = 0,0000$). Celkový nutričný stav študentov a študentiek na vysokých školách bol lepší ako stredoškolských študentov. Priemerné hodnoty BMI, WHR, FMI (index tukovej hmoty) a FFMI (index beztukovej hmoty) boli v kategórii normálnych hodnôt vo všetkých štyroch sledovaných skupinách. Po zadelení hodnôt týchto indexov do kategórií sme zistili, že priemerne 26,16 % mužov a 36,24 % žien malo zvýšené riziko obezity. Priemerné hodnoty BCMI (index bunkovej hmoty) v obidvoch skupinách študentiek naznačovali podvýživu, ktorá bola zistená aj metódou spájajúcou BMI a FMI a to u 3,6 % mužov a 8,5 % žien. Priama skrytá obezita bola zaznamenaná u 9,2 % mužov a 22,89 % žien, čo potvrdilo význam hodnotenia telesného zloženia a to aj v prípadoch, ak BMI hodnoty sú optimálne. Najväčší korelačný koeficient bol zistený medzi hodnotami BMI a FM % (percento tuku) a medzi BMI a FMI (index tukovej hmoty) a to u mužov aj u žien.

KLúčové slová: bioelektrická impedančná analýza, tuková hmota, index tukovej hmoty, BIVA

Literatúra

- Amir, H. S., & Rakshanda, B. (2009). Body composition, its Significance and Models for Assessment, *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(2), 198–202.
- Buffa, R., Marini, E., & Floris, G. (2004). Bioelectrical Impedance Vector Analyses (BIVA) in the Sardinian population, *Biennial Books of EAA*, 3, 99–109.
- De Lorenzo, A., Deurenberg, P., Pietrantuono, M., Di Daniele, N., Cervelli, V., & Andreoli, A. (2003). How fat is obese? *Acta Diabetologica*, 40, 254–257.
- Freedman, D. S., Wang, J., Maynardi, L. M., Thornton, J. C., Mei, Z., Pierson, R. N. Jr., Deitz, W. H., & Horlick, M. (2005). Relation of BMI to fat and fat-free mass among children and adolescents. *International Journal of Obesity*, 29, 1–8.
- Fukuoka, Y., Ueoka, H., Koya, N., Fujisawa, Y., & Ishii, M. (2012). Anthropometric Method for Determining “Masked Obesity” in the Young Japanese Female Population, *Journal of Anthropology*, DOI:10.1155/2012/595614-x.
- 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.
- Garn, S. M., Leonard, W. R., & Hawthorne, W. M. (1986). Three Limitations of the Body Mass Index, *American Journal of Clinical Nutrition*, 44, 996–997.
- Hattori, K., Tatsumi, N., & Tanaka, S. (1997). Assessment of body composition by using a new chart method, *American Journal of Human Biology*, 9, 573–578.
- Heyward, V. H., & Wagner, D. R. (2004). *Applied Body Composition Assessment*, 2. vyd. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kleinwächterová, H., & Brázdová, Z. (1992). *Výživový stav člověka a způsoby jeho zjišťování*. Brno, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví.
- Kyle, U. G., Schutz, Y., Dupertuis, Y. M., & Pichard, C. (2003). Body Composition Interpretation: Contributions of the Fat-Free Mass Index and the Body Fat Mass Index, *Nutrition*, 19, 597–604.
- Kyle, U. G., Morabia, A., Schutz, Y., & Pichard, C. (2004). Sedentarism Affects Body Fat Mass Index and Fat-Free Mass Index in Adults Aged 18 to 98 Years, *Nutrition*, 20, 255–260.
- Moreno, L. A., Blay, M. G., Rodriguez, G., Blay, V. A., Mesana, M. I., Olivares, J. L., Fleta, J., Sarria, A., Bueno, M., & the AVENA-Zaragoza Study Group. (2006). Screening Performances of the International Obesity Task Force Body Mass Index - Cut-Off Values in Adolescents, *Journal of the American College of Nutrition*, 25(5), 403–408.
- Piccoli, A., & Pastori, G. (2002). *BIVA software 2002: Depart-*

- ment of Medical and Surgical Sciences [Computer software]. Padova: University of Padova.
- Přidalová, M., & Gába, A. (2011). Zdravotní ukazatelé tělesného složení determinující obezitu u hospitalizovaných schizofreniků, *Česká Antropologie*, 62(1), 34–39.
- Přidalová, M., Sofková, T., Dostálová, I. & Gába, A. (2011). Výbrané 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.
- Rodinová, M. (2008). *Variabilita parametrov telesného zloženia 18- až 28- ročných jedincov zo Slovenska*. Diplomová práce. Bratislava: Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského.
- Sharpe, J. K., Byrne, N. M., Stedman, T. J., & Hills, A. P. (2008). Bioelectric impedance is a better indicator of obesity in men with schizophrenia than body mass index, *Psychiatry Research*, 159, 121–126.
- Talluri, A., Liedtke, R., Mohamed, E. I., Mailolo, C., Martinoli, R., & De Lorenzo, A. (2003). The application of body cell mass index for studying muscle mass changes in health and disease conditions, *Acta Diabetologica*, 40, 286–289.
- Wells, J. C. K. (2000). A Hattori chart analysis of body mass index in infants and children, *International Journal of Obesity*, 24, 325–329.
- WHO (2004). *BMI classification*. Retrieved 6.3.2013 from the World Wide Web: http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html.
- WHO (2008). *Waist Circumference and Waist-Hip Ratio. Report of a WHO Expert Consultation, Geneva*. Retrieved 16.10.2012 from the World Wide web: http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241501491_eng.pdf.
- Widhalm, K., Schonegger, K., Huemer, C., & Auterith, A. (2001). Does the BMI reflect body fat in obese children and adolescents? A study using the TOBEC method, *International Journal of Obesity*, 25, 279–285.
- Withers, R. T., La Forgia, J., Pillans, R. K., Shipp, N. J., Chatterton, B. E., Schultz, C. G., & Leaney, F. (1998). Comparison of two-, three-, and four- compartment models of body composition analysis in men and women, *Journal of Applied Physiology*, 85, 238–245.

THE LEVEL OF PHYSICAL DEVELOPMENT OF RURAL CHILDREN FROM SZYDŁOWIEC REGION AT INITIAL STAGE OF EDUCATION

Andrzej Jopkiewicz^{1,2}, Stanisław Nowak²

¹Department of Auxology,
The Jan Kochanowski University of Kielce, Poland

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

Abstract

The aim of the paper is the description of basic somatic features of children from rural environment at their initial stage of education and the assessment of their social diversification in comparison with the level of education of their mothers and fathers.

In order to assess physical development of children, the authors considered basic somatic features including height and body weight. These measures were fundamental for the indication of the BMI indicator. Moreover, information on the level of education of their parents was gathered. The research was conducted in ten years period and included 515 children, among whose there were 228 girls and 287 boys. They all were born in the 1995–2004 period of time and they live in Mirów commune in Mazowieckie voivodeship.

It was stated that the level of physical development of rural children from Mirów commune was lower than that one of children living in other regions of Poland. It could be the result of the civilisation delay of this area. What is more, it was stated that the level of education of parents was a factor, which significantly diversified the level of physical development of children. The higher level of education of parents, mainly of fathers, was related to higher average values of height and body weight of children, whereas in regards with the expected body weight (BMI), the authors did not state such diversification, what seemed to be evident. The research results indicated the layered social diversification of the physical development of children from rural areas. It could be especially noticeable in regards with children aged 6.5 years from rural environment, at the initial stage of education. Such period of the development is very significant for children.

Key words: positive health, physical development, children from rural areas, level of education of mothers and fathers

Introduction

Research of many authors showed that for years in the rural environment there are both layered (social) and regional (geographical) diversifications. Łaska-Mierzejewska and Olszewska (2003) indicated that between three main social and professional groups in rural areas in Poland (agricultural, agricultural & working class and non-agricultural families) the diversification of life conditions are so visible that they influence biological effects within the development and the maturity of youth. Among others Jopkiewicz (2000), Saczuk and Wilczewski (2003) and Nowicki (2004) proved the existence of the layered diversification of the rural population.

The results in many research papers also indicate the existence of the diversification of the height and the body mass,

the speed of the maturity and the physical fitness in the geographical regions of Poland (Hulanicka et al., 1990; Łaska-Mierzejewska & Luczak, 1993; Przewęda & Dobosz, 2003). The reasons of this phenomenon may have the genetic assumptions, but on the other hand, they may be caused by economic differences in regards to life conditions in the regions. Significant differences are perceived in comparative studies of the development of children and youth in rural areas, which are not so far from each other. They usually come from the diversification of the educational level and the affluence of inhabitants in towns and communes, from different professional structure and the sources of living of a family, the unemployment rate or the place of living in comparison with big towns or even cities (Strzelczyk, 2005).

For years pedagogues have tried to state, which period is the most convenient for starting education, how to conduct this process and how to assess the results. This is quite difficult, because they have to consider a big diversification between populations, which is visible in urban as well as in rural areas. It is commonly known that the developmental processes depend on genetics, but in the epigenesis process we can observe the interactions between the organism, which develops under the influences of these interactions and the surrounding, which influence both the level and the speed of the development. These interactions finally decide upon the biological and the school maturity of a child.

It is necessary to underline that, according to the educational reform introduced in Poland in 1999, it is not necessary anymore to test the school maturity of a child. In 2008 the age for the school duty decreased and it caused that the time of starting school was only indicated by the date of birth. In practice, between the pupils of the 1st class, the calendar age fluctuates from 5 years and 9 months until 7 years and 5 months. The span of the calendar age is about 1.5 years. This range can be also heightened by the delay or the acceleration of the biological development, health, family, social, economical or emotional aspects (Malinowski, 2006).

The school success of a child depends on many factors influencing his development, even before the educational period. During the first years of life, children develop more intensively due to different factors coming from the environment. Thanks to it, they acquire different skills and they form their interests and hobbies. Therefore, physical development is a basis of the development and it includes the forming of somatic features, motor skills and internal organs. Physical development is treated as positive and, at the same time, as an indicator of children and youth health (Malinowski, 2006; Jopkiewicz et al., 2011).

Monitoring of physical development of children and youth is of great importance both for the individuals and the society. It plays a significant role in the development of the appropriate social and economic programmes, which could enable to ensure optimal life conditions for children and youth (Bielicki et al., 1997, 2003; Jopkiewicz et al., 2011). Many statistical analyses on social and economic changes in Poland indicate that the highest speed of transformation takes place in rural environment. The access of Poland to the European Union, similarly to other countries of Central and Eastern Europe, and programmes supporting the development of rural areas, which give chances of working outside the rural sector, change the traditional structure of the society. What is more, in the last two decades, the access to higher education increased significantly. It influenced the civilisation development of rural environment and created more favourable conditions for the development of children and youth.

However, there are still significant gaps in the development of children from rural areas (Nowicki, 2004), mainly from the so-called Eastern Wall, including Podlaskie, Lubelskie and

Podkarpackie regions and some areas in Świętokrzyskie and Mazowieckie voivodeships. Due to a significant regionalism of this problem, we did research on the physical development of children living in rural areas at their initial stage of education. We focused on children from Mirów commune, which is situated in the borderland between Mazowsze and Kieleckie regions, in Szydłowiec district (sub-region of Radom).

Aim

The aim of the paper is the description of basic somatic features of children from rural environment at their initial stage of education and the assessment of their social diversification in comparison with the level of education of their mothers and fathers.

Methodology

The research included 515 children – 228 girls and 287 boys from Mirów commune, born in the 1995–2004 period, at initial stage of education. The average age of girls was 6.45 years, whereas of boys – 6.61 years. The whole material was gathered in the 2002–2011 period. The measures of the height was made within to an accuracy of 0.5 cm, with the use of the tape measure and the square, which were put on the wall. A child was in a standing position next to the wall. The head was put in the auriculo-orbital plane, called the Frankfurt plane. The body weight was made within to an accuracy of 100 g with the use of the certified medical weight “Seca”. Based on the height and the body weight results, the formal body weight (BMI) was calculated.

80% of parents had vocational (61.1%) and secondary (20.6%) levels of education. Most of women were characterised by secondary and higher levels of education, whereas most of men were characterised by vocational and basic educational levels (Figure 1). In comparison with other rural areas in Poland (Dmochowska, 2004), parents of children, who took part in the research, were characterised by a little different educational structure. In our research, they had vocational, secondary and basic levels of education, whereas in regards with the rural areas in Poland, parents were characterised by basic, vocational and secondary educational levels (Dmochowska, 2004).

In the paper the authors used statistical methods. The significance of the differences between average arithmetic values were calculated with the use of the t-Student test, whereas the social diversification – with the use of the analysis of variance

and NIR test, with the gravity indicator $p < 0.05$ taken into consideration (Guilford, 1964).

Results

Boys were about 1.63 cm higher than girls and this difference was statistically significant. They were also heavier, but it came from the fact that they were older than girls. The differences between girls and boys in regards with the expected body weight (BMI) were not significant and not statistically important (Table 1).

In tables 2–5 the authors presented the social diversification of physical development of children in comparison with the level of education of their parents, however the tables only present these features, which indicate statistical diversification. The BMI indicator did not indicate any diversification in regards with the educational level of parents. The indicators of body weight of girls (Table 2) and of height of boys (Table 3) were statistically significant. Their average values differed. They turn from lower into higher, depending on the educational level of mothers.

Sons of mothers with the higher level of education were 3.42 cm higher than their colleagues. Boys, whose mothers had secondary educational level, were 4.21 cm higher than boys, whose mothers were characterised by basic educational level. Only the average height of boys, whose mothers had secondary educational level, was not higher than the height of boys, whose mothers were characterised by the vocational educational level (Table 3).

Similarly, the level of education of fathers influenced the height and the body weight of girls aged 6.5 years. Girls, whose fathers had secondary educational level, were the tallest, whereas those ones, whose fathers had basic educational level, were the shortest. The average difference of the height is very significant – 3.22 cm and it shows a huge difference in the living conditions of these families. Similarly, the average body weight of girls increased with the increase of the level of education of fathers. The girls, whose fathers were characterised by the higher educational level, were the heaviest (Table 4).

The level of education of fathers higher, the average body weight of boys bigger. We can observe here the monotonic dependence between the educational level of fathers and the body weight of boys. The average difference in regards with the body weight of boys, whose fathers were characterised by higher and basic educational level, was 4.32 kg. Such a difference constitutes about one standard deviation (Table 5).

Figure 1. The level of education of parents, whose children took part in the research [%]

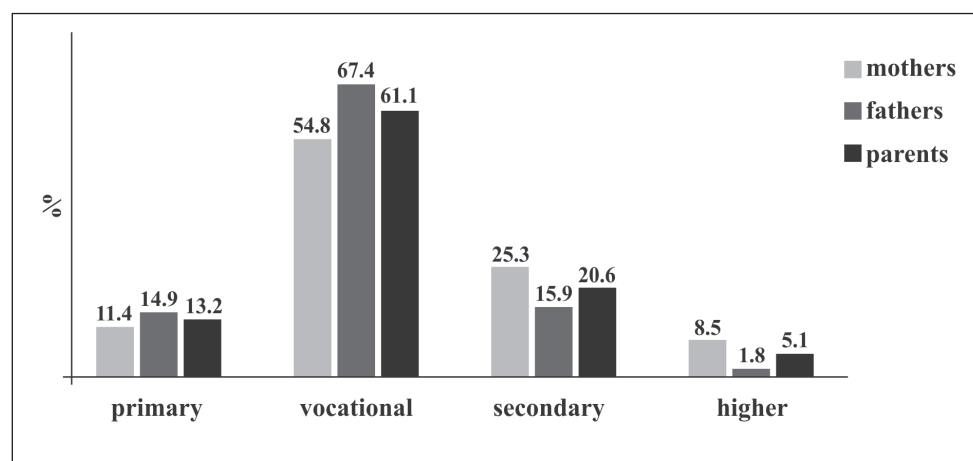


Table 1. Characteristics of basic somatic features of children aged 6.5 years from Mirów commune

Physical development	Height [cm]		Body weight [kg]		BMI [kg/m ²]	
Statistical measures	Boys	Girls	Boys	Girls	Boys	Girls
N	287	228	287	228	287	228
M	120.3	118.6	23.3	22.1	16.0	15.6
Minimum	104.0	100.0	15.1	15.7	11.8	11.6
Maximum	140.0	132.0	45.5	38.0	25.7	26.6
Variance	34.4	28.9	20.1	15.9	4.7	4.7
SD	5.9	5.4	4.5	4.0	2.2	2.2
CV	4.9	4.5	19.3	18.0	13.5	14.0
SEM	0.4	0.4	0.3	0.3	0.1	0.1

Note: SEM – standard error of mean, CV – coefficient of variation

Table 2. Level of education of mothers vs. body weight of girls aged 6.5 years from Mirów commune (NIR test)

Level of education of mothers	Body weight [kg]			
	{1}	{2}	{3}	{4}
	M = 22.64	M = 21.48	M = 23.17	M = 23.69
Basic {1}	–	0.20436	0.59304	0.39899
Vocation {2}	0.20436	–	0.00861*	0.02661*
Secondary {3}	0.59304	0.00861	–	0.62329
Higher {4}	0.39899	0.02661	0.62329	–

Note: * – differences statistically significant

Table 3. Level of education of mothers vs. body weight of boys aged 6.5 years from Mirów commune (NIR test)

Level of education of mothers	Height [kg]			
	{1}	{2}	{3}	{4}
	M = 118.33	M = 120.72	M = 119.12	M = 122.54
Basic {1}	–	0.02581*	0.50349	0.00638*
Vocation {2}	0.02581*	–	0.05395	0.15801
Secondary {3}	0.50349	0.05394	–	0.01347*
Higher {4}	0.00638*	0.15801	0.01347*	–

Note: * – differences statistically significant

Table 4. Level of education of fathers vs. the height and the body weight of girls aged 6.5 years from Mirów commune (NIR test)

Level of education of fathers	Height [kg]			
	{1}	{2}	{3}	{4}
	M = 117.95	M = 118.03	M = 121.17	M = 120.10
Basic {1}	–	0.94185	0.01379*	0.39742
Vocation {2}	0.94185*	–	0.00172*	0.38711
Secondary {3}	0.01379*	0.00172*	–	0.67033
Higher {4}	0.39742	0.38711	0.67033	–
Level of education of fathers	Body weight [kg]			
	{1}	{2}	{3}	{4}
	M = 22.18	M = 21.73	M = 24.82	M = 26.50
Basic {1}	–	0.63394	0.06160	0.20011
Vocation {2}	0.63394	–	0.00341*	0.11809
Secondary {3}	0.06160	0.00341*	–	0.74462
Higher {4}	0.20011	0.11809	0.74462	–

Note: * – differences statistically significant

Table 5. Level of education of fathers vs. the body weight of boys aged 6.5 years from Mirów commune (NIR test)

Level of education of fathers	Height [kg]			
	{1}	{2}	{3}	{4}
	M = 22.18	M = 23.08	M = 24.82	M = 26.50
Basic {1}	–	0.23436	0.00657*	0.06128
Vocation {2}	0.23436	–	0.02101*	0.12426
Secondary {3}	0.00657*	0.02101*	–	0.46474
Higher {4}	0.06128	0.12429	0.46474	–

Note: * – differences statistically significant

Discussion

The research results indicate that the level of education of parents is a significant factor, diversifying the level of physical development of children aged 6.5 years, from rural area. The negative connotations related to the basic educational level of parents are significantly remarkable. Our results confirm the research results of many Polish auxologists, among others Bielicki et al. (1997, 2003), Dutkiewicz (1980, 1990), Jopkiewicz (2000), Jopkiewicz and Suliga (1999), Kaczmarek (1995), Łaska-Mierzejewska and Łuczak (1993), Łaska-Mierzejewska and Olszewska (2003, 2007), Malinowski (2005, 2010), Przewęda and Dobosz (2003), Wolański (1992, 2005), Jopkiewicz et al. (2011), who worked on the social stratification of physical development.

Many researches concerning the influence of environmental factors on the physical development of children and youth indicate that homogeneous conditions of biological and geographical environment cause significant differences of the development level at every stage of the ontogenesis. It was stated many times that children from higher social classes and urban areas are taller and heavier than their colleagues representing lower classes (Bielicki et al., 1997, 2003; Dutkiewicz, 1980, 1990; Jopkiewicz, 2000; Kaczmarek, 1995; Łaska-Mierzejewska and Łuczak, 1993; Malinowski, 2005, 2010).

Taking into consideration very similar environmental conditions – all children came from rural areas and this environment is indicated by many authors as homogeneous, the diversification of height and body weight was significant. The research results confirm the phenomenon of the diversification of the height and the body weight in social groups, especially in regards with boys (Jopkiewicz, 2000; Jopkiewicz and Suliga, 1999). The average height and the body weight of boys and girls aged 6.5 years decrease with the lower educational level of their parents. As it is commonly known, the level of education of parents can influence indirectly the physical development. It depends on nutritional state, hygienic conditions, the frequency of incidence, anti-healthful habits and addictions, etc., and other health behaviour, which decide upon the state of a child's health. It is necessary to underline that the characteristics of physical development of children at this age is very significant, as the initial stage of education is considered as the most important period in children's life and many adaptation skills are developed at this time.

Different level of education of parents means not only different awareness level or different income for one family member, but above all, different way of budget management, including different nutrition model, funds for hygiene, health, culture and activities undertaken in free time. The level of education, similarly like other factors of social environment, strongly influences indirectly and as a group (Bielicki et al., 1997), however, our research show that the educational level of fathers influence a little bit more than that one of mothers. It can be linked with the patriarchy model of a family in which the living conditions are indicated by a father.

The level of education is strongly linked with the profession and the possibility of doing an appropriate job. A little different structure of the educational level of parents from Mirów commune in comparison with parents from other regions in Poland (Dmochowska, 2004) is related to the fact that the biggest part of Mirów commune includes poor rural areas, where we can observe many small households, without specialised production. Such conditions made farmers take a job in industrial companies in near towns. It contributed to the existence of the two-profession groups „a peasant farmer, who works in a factory”, characterising by basic vocational educational level.

The level of physical development of children aged 6.5 years coming from Mirów commune, in comparison with

children living in other regions in Poland born in 1999 (average age – 6.8 years, research was conducted in the 2005–2006 period) is surprisingly low (Kopik, 2007). The average boy aged 6.5 years from Mirów is about 2.99 cm shorter and about 1.57 kg lighter, whereas the average girls aged 6.5 years is about 3.47 cm shorter and 1.81 kg lighter. Such differences probably come from the difference in calendar age, as children who took part in the research were about 0.3 year younger, but above all, the difference comes from lower living status of their families.

In comparison with the research results conducted in Kielce area in regards with children aged 7.0 years (Jopkiewicz, 2000), so coming from the same region, and children living in Lubuskie area (Malinowski et al., 2005), we can observe significant differences, which are unfavourable for children from Mirów. These differences are more significant in comparison with children from Lubuskie area, who live in the south-western part of Poland. It can be the result of the civilisation delay of the Mirów area, where children live and which constitutes so called East-wall. The parents here are characterised by lower level of education. The research results confirm the results obtained by many authors, among others Łaska-Mierzejewska and Łuczak (1993), Łaska-Mierzejewska and Olszewska (2003, 2007), Malinowski et al. (2005), who indicated that the difference in living conditions between social and educational groups in rural areas in Poland were so significant that they evidently influenced biological effects of the development of children and youth.

During the last two decades, due to social and economic changes, the structure of different groups and social classes diversified (Jopkiewicz et al., 2011). The living conditions are better, but at the same time, the social and economic differences between social groups, including rural areas, are more and more perceived. It is thus important to monitor the diversification of the development of basic somatic features of children and youth, including height and body weight and the BMI indicator with different social factors, e.g. the level of education of parents, taken into consideration.

Conclusions

The level of education of parents is still a factor, significantly diversifying the development level of rural children. The basic level of education of parents is not a favourable factor for children development. It is commonly confirmed that knowledge and psychological culture of parents, so-called “awareness level”, decide upon the organisation of life in a family and the standard of their life.

The diversification of physical development of children at their initial stage of education in rural areas is mostly linked with the educational level of their fathers than mothers. It comes from the patriarchy model of a family in a rural area, where the level of living mainly depends on a father.

The low development level of children, in comparison with other research results, comes from civilisation delays of this region. Moreover, it constitutes an evidence of the territory (geographic) diversification of physical development, which is a positive indicator of the health state of children and youth.

Literature

- Bielicki, T., Szklarska, A., Koziół, S., & Welon, Z. (2003). *Transformacja ustrojowa w Polsce w świetle antropologicznych badań 19-letnich mężczyzn*. Wrocław: Monograph.
- Bielicki, T., Szklarska, A., Welon, Z., & Brajczewski, C. (1997). *Nierówności społeczne w Polsce: antropologiczne badania poborowych w trzydziestoleciu 1965–1995*. Wrocław: Monografie Zakładu Antropologii PAN.
- Dmochowska, H. (2004). *Charakterystyka obszarów wiejskich. Olsztyn*: Wyd. GUS.

- Dutkiewicz, W. (1980). *Różnice środowiskowe w rozwoju biologicznym i sprawności ruchowej dzieci w okresie dorastania*. Kielce: IKN and BO.
- Dutkiewicz, W. (1990). *Dziecko wiejskie*. Kielce: WSP.
- Guilford, J. P. (1964). *Podstawowe metody statystyczne w psychologii i pedagogice*. Warszawa: PWN.
- Hulanicka, B., Brajczewski, C., Jedlińska, W. et al. (1990). City – Town – Village. *Growth of Children in Poland in 1988*, Wrocław: ZAPAN.
- Jopkiewicz, A. (2000). *Dziecko kieleckie*. Kielce-Radom: WSP and ITeE-PIB.
- Jopkiewicz, A., Przychodni, A., Jopkiewicz, A.M., & Krzystanek, K. (2011). *Pozytywne wskaźniki zdrowia dzieci i młodzieży szkolnej*. Radom-Kielce: ITeE-PIB.
- Jopkiewicz, A., & Suliga, E. (1999). Wysokość ciała rodziców i warunki środowiska społecznego jako czynniki różnicujące wielkość tej cechy u dzieci, *Kieleckie Studia Edukacji Wczesnoszkolnej*, 1, 7–22.
- Kaczmarek, M. (1995). *Wpływ warunków życia na wzrastanie i rozwój człowieka*. Poznań: UAM.
- Kopik, A.(ed.) (2007). *Sześciolatki w Polsce*. Kielce: TEKST.
- Łaska-Mierzejewska, T., & Olszewska, E. (2003). *Antropologiczna ocena zmian rozwarstwienia społecznego ludności wiejskiej w Polsce w okresie 1967–2001, badania dziewcząt*. Warszawa: Studia Monograficzne, AWF.
- Łaska-Mierzejewska, T., & Łuczak, E. (1993). *Biologiczne mierniki sytuacji społeczno-ekonomicznej ludności wiejskiej w Polsce w latach 1967, 1977, 1987*. Wrocław: Monograph ZAPAN.
- Łaska-Mierzejewska, T., & Olszewska, E. (2007). Anthropological assessment of changes in living condition of the rural population in Poland in the period 1967–2001, *Annals of Human Biology*, 34(3), 362–376.
- Malinowski, A. (2010). *Refleksje na temat stanu biologicznego i ontogenezy Polaków w perspektywie historycznej i środowiskowej*, in: Auksologia a promocja zdrowia, vol. 5, ed. A. Jopkiewicz, KTN i ALMAMER, Kielce-Warsaw, pp. 45–55.
- Malinowski, A., Asienkiewicz, R., Tatarczuk, J., Stuła, A., & Wandycz, A. (2005). *Dziecko lubuskie*. Zielona Góra. UZ.
- Malinowski, A. (2006). Wiek rozpoczęcia nauki szkolnej, *Życie Szkoły*, 7, 12–14.
- Nowicki, G. (2004). *Rozwój dzieci i młodzieży w rodzinach wiejskich*. Bydgoszcz: KPSW.
- Przewęda, R., & Dobosz, J. (2003). *Kondycja fizyczna polskiej młodzieży*. Warsaw: AWF.
- Saczuk J., & Wilczewski A. (2003). *Spoleczne uwarunkowania rozwoju fizycznego dziewcząt i chłopców wiejskich, w: Uwarunkowania rozwoju dzieci i młodzieży wiejskiej*. Lublin: IMW.
- Strzelczyk R., 1995, *Uwarunkowania rozwoju ruchowego dzieci wiejskich. Próba hierarchicznego ujęcia czynników determinujących*, Poznań: AWF.
- Wolański, N. (1992). Biological traits of spouses: Socio-cultural and economic context in the urban and rural environments, *Studies in Human Ecology*, 10, 323–334.
- Wolański, N. (2005). *Rozwój biologiczny człowieka*. Warszawa: PWN.

ZÁKLADNÍ ANTROPOMETRICKÉ PARAMETRY DĚTSKÉ A ADOLESCENTNÍ POPULACE MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE

Basic anthropometric parameters of the child and adolescent population in the Moravian-Silesian region

Petr Kutáč

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

Abstract

The study addresses the basic anthropometric parameters of the child and adolescent population in the Moravian-Silesian Region. The study objective is to analyze and assess the development of body height, weight and BMI in average population from early school age to junior age in the Moravian-Silesian Region. A total of 1 633 boys and 1 717 girls visiting elementary and secondary schools in the Moravian-Silesian Region participated in the study. We used data from CAV 2001 for comparing the population that we monitored as the standard data. A significant sexual differentiation in the development of the monitored parameters was determined after the age of 13. When compared with CAV 2001, the development of the body height and weight in boys and girls in the Moravian-Silesian Region becomes more intensive at a later age but it lasts longer. The final values of the body height at the age of 18 are higher, while the final values of the body weight are lower. Despite all the differences, the values found in boys and girls are within the mean limits when compared with the values of CAV 2001; the values of the standardizing index did not exceed $\pm 0.75s$.

Key words: body height, body weight, body mass index, average population, age, growth

Úvod

Mezi základní antropometrické parametry řadíme tělesnou výšku a tělesnou hmotnost (Bláha et al., 1986; Heyward & Wagner, 2004). Tyto parametry jsou rovněž nedílnou součástí výpočtu dalších somatických parametrů při použití některých antropometrických metod. Jedná se například o výpočet somatotypu nebo odhad tělesného složení podle Matiegky (Fetter et al., 1967). V oblasti sportu jsou tělesná výška i hmotnost významným biomechanickým faktorem, který může ovlivnit sportovní výkon v řadě sportů (Kutáč & Vaverka, 2010; Vaverka & Černošek, 2007).

U tělesné výšky se odhaduje podíl vlivu genetických faktorů přibližně na 80 % (Malina, Bouchard, & Or, 2004), na vlivy prostředí tak připadá 20 %. Z toho je zřejmé, že tělesná výška vykazuje velmi vysokou stabilitu vývoje. To umožňuje provádět její predikci, což může být využito zejména ve sportovních hrách, kde je široké spektrum herních činností, na které se specializují hráči rozdílných tělesných rozměrů, především tělesné

výšky (např. volejbal, basketbal), ale tělesná výška má zásadní význam i pro další somatické rozměry. K tělesné výšce se vztahují hodnoty řady antropometrických rozměrů, což umožňuje vypočítat hodnoty indexů, pomocí kterých je možné posoudit rozměry jednotlivých částí těla (Fetter et al., 1967).

Tělesná hmotnost je méně stabilní parametr, i když i ta je do značné míry závislá na tělesné výšce. Používá se řada hmotnostně-výškových indexů, které posuzují právě její přiměřenost k tělesné výšce. Vývoj těchto indexů je stabilnější (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Jelikož jsou tělesná výška i hmotnost parametry, které velmi dobře charakterizují nejen tělesný vývoj, ale také zdravotní stav populace, jsou tyto parametry předmětem zájmu antropologie již dlouhou dobu. Pomocí rozsáhlých měření se antropologové snaží nejen poznat vývojové a růstové zákonitosti populace, ale také zjistit působení vnějších změn (politických, ekonomických, společenských aj.) (Kopecký, 2006). Antropologické studie byly prováděny jak v Evropě, tak i u nás již v předválečném období (Bouchalová, 1987). První rozsáhlý antropologický výzkum dětí a mládeže v českých zemích, který provedl profesor Matiegka, je dokonce datován rokem 1895. Výrazné rozšíření těchto studií začalo po druhé světové válce jak v Evropě, USA, tak i v Československu. Posledním rozsáhlým antropologickým výzkumem dospělé populace však bylo měření v rámci Československé spartakiády v roce 1985 a poslední celorepublikový antropologický výzkum dětí a mládeže byl 6. Celostátní antropologický výzkum (CAV) v roce 2001. Po tomto roce vznikly ještě dílčí výzkumy Bláha et al. (2006), Kopecký (2006), které však zahrnovaly jen některé věkové skupiny ve vybraných regionech. V Moravskoslezském kraji tato měření prováděna nebyla, a proto postrádáme aktuální hodnoty běžné populace dětí mládeže, které by bylo možné použít jako normativ při měření selektovaných skupin dětí (např. sportovců), u nichž je velmi důležité kontrolovat především odpovídající stav tělesného vývoje, aby neohrožilo riziko případného přetěžování v tréninkovém procesu z důvodu neadekvátní zátěže vzhledem k jejich somatickému vývoji.

Cíl

Cílem studie je provést analýzu a zhodnotit vývoj tělesné výšky, hmotnosti a BMI běžné populace od mladšího školního věku do dorosteneckého věku v Moravskoslezském kraji.

Metodika

Charakteristika souboru

Do výzkumu bylo zařazeno celkem 1 633 chlapců a 1 717 dívek. Chlapci byli ve věku 11–18 let, dívky 10–18 let. Jednalo se o žáky základních a středních škol z Moravskoslezského kraje. Ani jedna ze škol nebyla speciálně zaměřena na nějaké sportovní odvětví. Počty měřených probandů v jednotlivých věkových kategoriích prezentuje tabulka 1. Zařazení do příslušné věkové kategorie bylo provedeno podle WHO. Jedinec je do věkové kategorie zařazen po překročení chronologického věku v ročním rozpětí (např. 11 let = 11,00–11,99 let) (Vignerová, Lhotská, Bláha, & Roth, 1996).

Realizace měření

Do měření byli zapojeni pouze jedinci, kteří měli písemný souhlas svých zákonných zástupců. U všech probandů byly měřeny tělesná výška, tělesná hmotnost a z nich byl vypočten body mass index (BMI). Měření probíhalo vždy v dopoledních

Tabulka 1. Četnost zastoupení probandů

Věk	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Σ
Chlapci (n)	–	202	157	217	231	188	227	142	169	1 633
Dívky (n)	159	223	164	210	226	181	221	168	165	1 717

Poznámka: n – četnost, Σ – celková suma

hodinách. Pro měření tělesné hmotnosti byla použita digitální váha Tanita BC 587 (Tanita, Japan). Váha je pravidelně kalibrována a váží s přesností 100 g. Měření probandů probíhalo ve spodním prádle, a proto nebylo nutné na váze nastavovat redukcí hmotnosti. Tělesná výška byla měřena posuvným antropometrickým měřidlem (Trystom, Česká republika), s přesností měření 0,5 cm.

Statistické zpracování

Statistické zpracování výsledků bylo provedeno pomocí programu PASW SPSS 19.0. U každé metrické hodnoty byla charakterizována míra polohy (aritmetický průměr) a míra variability (směrodatná odchylka). Odlehlá pozorování byla zjištěna pomocí boxplotů. Zjištěná odlehlá pozorování byla ze souboru vyřazena. Jednalo se celkem o 49 chlapců a 48 dívek. S těmito jedinci již nebylo ve studii počítáno a nejsou uvedeni ani v tabulce 1. Normalita rozdělení byla ověřena pomocí Shapiro-Wilk testu. Pro posouzení statistické významnosti průměrů sledovaných parametrů mezi jednotlivými věkovými kategoriemi byl u hodnot s normálním rozdělením použit independent t-test. U hodnot, kde byla normalita rozdělení narušena, byl použit neparametrický Mann-Whitney test. Normalita rozdělení byla u chlapců narušena u tělesné hmotnosti a BMI ve věkových skupinách 11–13 let, u dívek se jednalo o tělesnou hmotnost ve věku 11, 13–16 let a o BMI 13–16 let. Independent t-test byl použit tedy jen v případě, že oba srovnávané soubory měly normální rozdělení. Hladina statistické významnosti byla zvolena u všech použitých testů na hladině $\alpha = 0,05$. U hodnot kde byla zjištěna statistická významnost, byla posouzena také věcná významnost. Pro posouzení věcné významnosti byl použit effect of size (ES) podle Cohena:

$$d = \frac{M_1 - M_2}{SD} \quad SD = \sqrt{\frac{n_1 \times SD_1^2 + n_2 \times SD_2^2}{n_1 + n_2}}$$

Doporučení pro ES posuzovaný Cohenovým d (Cohen, 1988):

0,2 = malá změna;

0,5 = střední změna;

0,8 = velká změna.

Pro srovnání s hodnotami, které jsou považovány za normativní, byl použit normalizační index (N_i).

Hodnocení indexu N_i : $\pm 0,75$ – průměrný rozvoj znaku, od $\pm 0,75$ do $\pm 1,5$ – nadprůměrný/podprůměrný rozvoj znaku, nad $\pm 1,5$ – vysoce nadprůměrný/podprůměrný rozvoj znaku.

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

Výsledky

Ve výsledkové části jsou prezentovány jak průměrné hodnoty sledovaných parametrů, tak rovněž rozdíly mezi hodnotami v jednotlivých věkových kategoriích, na základě kterých můžeme popsat srovnání těchto parametrů ve vztahu k věku (Tabulka 2, Tabulka 3).

U tělesné výšky chlapců dochází k postupnému nárůstu od 11 do 18 let. K výrazným přírůstkům však začíná docházet až od 12 let, což potvrzují nejen zjištěné rozdíly v centimetrech, statistická významnost rozdílů průměrů, ale také hodnoty ES (pohybují se od 0,78 do 0,39). Nejvýraznější rozdíl a tedy největší růstový spurt proběhl mezi 13. a 14. rokem ($ES = 0,94$). Po tomto období již začíná pokles přírůstků tělesné výšky. Po 17. roce je již přírůstek minimální, což dokazuje také absence statistické významnosti rozdílů průměrů.

Vývoj tělesné hmotnosti koresponduje s vývojem tělesné výšky. Nejvýraznější nárůst je rovněž mezi 13. a 14. rokem ($ES = 0,82$), nedochází však k tak strmému poklesu přírůstku jako u tělesné výšky. Přírůstek tělesné hmotnosti po 17. roce života již statisticky významný nebyl, jeho velikost stejně jako u tělesné výšky byla zanedbatelná.

Vývoj BMI odpovídá vývoji hodnot tělesné výšky a hmotnosti. Nejvýraznější rozdíl je posunut o rok, mezi 14 a 15 let. Tento posun je způsoben méně výrazným poklesem přírůstku tělesné hmotnosti v tomto období než je tomu u vývoje tělesné výšky.

U dívek dochází dříve k nárůstu tělesné výšky. Již mezi 10. a 11. rokem je rozdíl statisticky významný a hodnota ES (0,46) se již blíží střednímu rozdílu. Nejvyšší nárůst byl zjištěn mezi 11. a 12. rokem ($ES = 0,89$) a výrazné přírůstky byly zaznamenány až do 14 let (hodnoty ES se ještě stále blíží vysoké změně: 0,79 – 0,72). Od 14 let jsou přírůstky tělesné výšky však již zanedbatelné, ani u jednoho rozdílu průměru nebyla prokázána statistická významnost.

Stejně jako u tělesné výšky dochází k nárůstu i u tělesné hmotnosti. Statisticky významný rozdíl mezi průměrnými hodnotami byl zjištěn až mezi 11. a 12. rokem. Podle hodnot ES je zřejmé, že tělesná hmotnost na rozdíl od tělesné výšky narůstá pozvolněji a nejvyšší nárůst je posunut až do období 13–14 let

Tabulka 2. Antropometrické parametry a rozdíly mezi věkovými kategoriemi u chlapců

Věková kategorie	TV (cm)		HM (kg)		BMI (kg/m ²)	
	M ± SD	Diff	M ± SD	Diff	M ± SD	Diff
11	149,89 ± 7,06	11–12 let 1,79*	41,75 ± 6,93	11–12 let 0,30 ^{ns}	18,52 ± 2,28	11–12 let –0,28 ^{ns}
12	151,68 ± 5,47	12–13 let 6,31****	42,05 ± 5,26	12–13 let 3,88**	18,24 ± 1,71	12–13 let –0,01 ^{ns}
13	157,99 ± 9,54	13–14 let 9,00****	45,93 ± 9,66	13–14 let 7,82****	18,23 ± 2,40	13–14 let 0,91***
14	166,95 ± 9,36	14–15 let 5,87****	53,75 ± 9,29	14–15 let 7,14****	19,14 ± 1,88	14–15 let 1,17****
15	172,82 ± 7,75	15–16 let 5,45****	60,89 ± 8,92	15–16 let 6,53****	20,31 ± 2,02	15–16 let 0,83***
16	178,27 ± 7,37	16–17 let 2,31**	67,42 ± 8,67	16–17 let 3,56***	21,14 ± 1,77	16–17 let 0,60**
17	180,58 ± 6,53	17–18 let	70,98 ± 7,99	17–18 let	21,74 ± 1,95	17–18 let
18	181,01 ± 6,03	0,43 ^{ns}	71,45 ± 8,23	0,47 ^{ns}	21,77 ± 2,00	0,03 ^{ns}

Poznámka: TV – tělesná výška; HM – tělesná hmotnost; BMI – body mass index; M – aritmetický průměr; SD – směrodatná odchylka; Diff – rozdíl průměrných hodnot mezi věkovými kategoriemi; ^{ns} – hodnota není statisticky významná; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$; +věcná významnost – hodnota $ES > 0,5$; ++ věcná významnost – hodnota $ES > 0,8$

Tabulka 3. Antropometrické parametry a rozdíly mezi věkovými kategoriemi u dívek

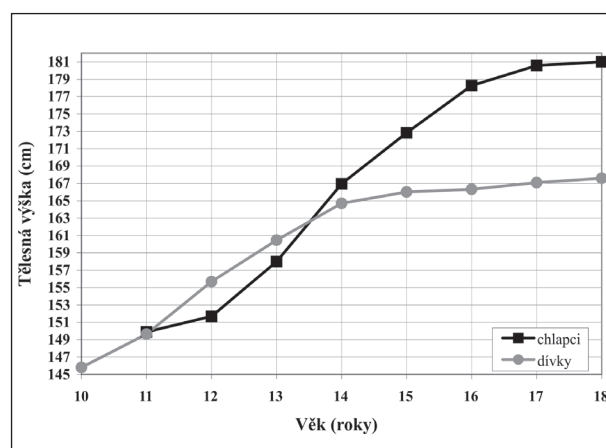
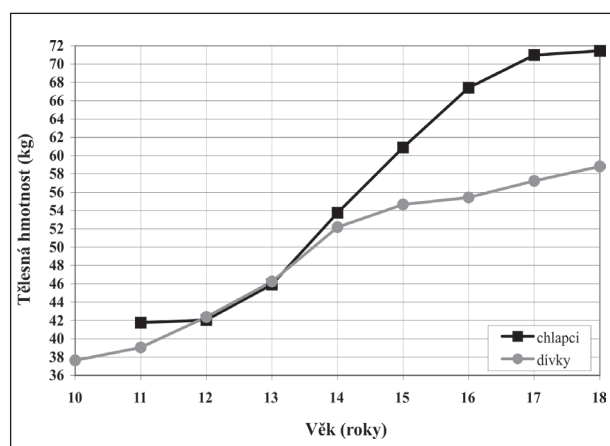
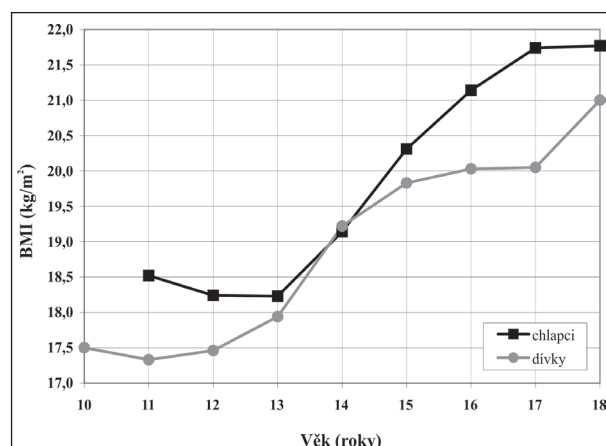
Věková kategorie	TV (cm)		HM (kg)		BMI (kg/m ²)	
	M ± SD	Diff	M ± SD	Diff	M ± SD	Diff
10	145,80 ± 9,49	10–11 let 3,84**	37,63 ± 8,70	10–11 let 1,41 ^{ns}	17,50 ± 2,40	10–11 let –0,17 ^{ns}
11	149,64 ± 7,18	11–12 let 6,05*****	39,04 ± 6,56	11–12 let 3,33*****	17,33 ± 1,82	11–12 let 0,13 ^{ns}
12	155,69 ± 6,07	12–13 let 4,77*****	42,37 ± 5,09	12–13 let 3,87*****	17,46 ± 1,74	12–13 let 0,48 ^{ns}
13	160,46 ± 5,97	13–14 let 4,24*****	46,24 ± 5,75	13–14 let 5,94*****	17,94 ± 1,88	13–14 let 1,28*****
14	164,70 ± 5,73	14–15 let 1,32 ^{ns}	52,18 ± 6,13	14–15 let 2,48***	19,22 ± 1,92	14–15 let 0,61*
15	166,02 ± 5,38	15–16 let 0,30 ^{ns}	54,66 ± 5,46	15–16 let 0,77 ^{ns}	19,83 ± 1,78	15–16 let 0,20 ^{ns}
16	166,32 ± 5,51	16–17 let 0,77 ^{ns}	55,43 ± 6,09	16–17 let 1,81*	20,03 ± 1,95	16–17 let 0,02 ^{ns}
17	167,09 ± 6,89	17–18 let 0,50 ^{ns}	57,24 ± 5,72	17–18 let 1,58 ^{ns}	20,05 ± 1,76	17–18 let 0,95*****
18	167,59 ± 5,91		58,82 ± 7,64		21,00 ± 1,98	

Poznámka: TV – tělesná výška; HM – tělesná hmotnost; BMI – body mass index; M – aritmetický průměr; SD – směrodatná odchylka; Diff – rozdíl průměrných hodnot mezi věkovými kategoriemi; ^{ns} – hodnota není statisticky významná; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$; +věcná významnost – hodnota ES > 0,5; ++ věcná významnost – hodnota ES > 0,8

(ES = 0,99). Přírůstky tělesné hmotnosti však přetrvávají i do dalšího období, dokonce se statisticky významný rozdíl objevuje ještě mezi 16. a 17. rokem, s ohledem na nízkou hodnotu ES (0,30) jej však nepovažujeme za věcně významný.

U BMI dochází u dívek k nejvýraznějšímu nárůstu mezi 13. a 14. rokem (ES = 0,67), což je dáno výraznějším přírůstkem tělesné hmotnosti než tělesné výšky. Po tomto období jsou již změny BMI výrazně nižší, což odpovídá stagnaci vývoje tělesné výšky a malými přírůstky tělesné hmotnosti. Zvýšení BMI mezi 17. a 18. rokem, ke kterému došlo v důsledku zvýšeného nárůstu tělesné výšky a také zvýšení tělesné hmotnosti bylo jak statisticky, tak věcně významné (ES = 0,51).

Intersexuální rozdíly ve sledovaných parametrech prezentují obrázky 1–3.

Obrázek 1. Intersexuální rozdíly v tělesné výšce u populace Moravskoslezského kraje**Obrázek 2.** Intersexuální rozdíly v tělesné hmotnosti u populace Moravskoslezského kraje**Obrázek 3.** Intersexuální rozdíly v BMI u populace Moravskoslezského kraje

Diskuse

Vývoj tělesné výšky i hmotnosti odpovídá u chlapců i dívek vývojovým křivkám, prezentovaným v řadě studií, které se touto problematikou zabývají (Azar, 2006; Cacciari et al., 2002; Fredriks, 2004; Fryar, Gu, & Ogden, 2012; Kato, Takimoto, & Eto, 2012; Kopecký, 2006; Lehto, 2004; Malina, Bouchard, & Or, 2004; Šegregur & Kuhar, 2012; Vignerová et al., 2006). Rovněž sexuální rozdíly ve vývoji těchto parametrů odpovídají vývoji v uvedených studiích.

U tělesné výšky přibližně mezi 10. až 13. rokem dosahují dívky vyšších hodnot než chlapci, po tomto období již však dochází u chlapců k výraznějšímu nárůstu tělesné výšky a růst pokračuje až do 18 let. U dívek začíná vývoj tělesné výšky stagnovat již mezi 14. a 15. rokem (Obrázek 1), i když malé přírůstky přetrvávají až do 18 let. Zjištěné přírůstky však nejsou statisticky významné. Výraznější nárůst tělesné výšky v mladším věku u dívek než u chlapců je spojen s jejich dřívějším nástupem puberty (Riegerová, 1994; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006; Rogol, Clark, & Roemmich, 2000). Rozdílnou křivku vývoje tělesné výšky prezentují pouze Malina, Bouchard a Or (2004). Vývoj prezentovaný těmito autory se liší na začátku, kdy se chlapci a dívky až do 13 let v tělesné výšce neliší. V dalších věkových obdobích již je vývoj totožný s předchozími studiemi.

U tělesné hmotnosti se hodnoty do 13 let u chlapců a dívek téměř neliší. Po 13. roce se začne hmotnost u chlapců na rozdíl od dívek výrazně zvyšovat a koresponduje s vývojem tělesné výšky (Obrázek 2). Odlišný vývoj tělesné hmotnosti jsme našli pouze ve studii Freemana, Coleho, Chinna, Jonese Whiteho a Preece (1995). V této průřezové studii, která se zabývala hodnocením tělesné výšky u populace UK, autoři uvádí, že dívky převyšovaly chlapce v hodnotách tělesné hmotnosti mezi

11. a 14. rokem. Jedná se však o ojediněle prezentovaný vývoj tělesné hmotnosti v tomto věkovém období.

Námi naměřené hodnoty nejsou vždy totožné s hodnotami v uváděných studiích. V některých věkových kategoriích dosahují naši chlapci a dívky vyšší hodnoty, v některých nižší. U tělesné výšky byly nejvýraznější rozdíly mezi naší populací a japonskou populací (Kato, Takimoto, & Eto, 2012) kdy naše populace byla ve všech věkových kategoriích vyšší. V tělesné hmotnosti se jednalo o americkou populaci (Fryar, Gu, & Ogden, 2012), která byla vždy těžší než naše populace.

Pro naši studii je však nejdůležitější srovnání s českou populací. Pro srovnání jsme použili výsledky CAV 2001 (Vignerová et al., 2006). Při srovnání námi naměřených průměrných hodnot tělesné výšky a hmotnosti u chlapců, se hodnoty našich chlapců shodují pouze v 11 letech a pak od 16 let. Mezi věkovými kategoriemi 12 až 15 let jsou naše hodnoty nižší. Vzhledem k hodnotám normalizačních indexů, které se pohybují v rozmezí $-0,64$ až $+0,11$ (Tabulka 4) však můžeme i v tomto období označit zjištěné hodnoty za průměrné. Vývoj sledovaných znaků je u našich chlapců odlišný. Jak je patrné z grafického znázornění (Obrázky 4–6), u našich chlapců začíná výraznější nárůst tělesné výšky i hmotnosti v pozdějším věku, ale přetrvává do vyššího věku. To je také důvodem, že výsledné hodnoty ve věku 18 let jsou srovnatelné, finální výška našich chlapců je dokonce vyšší. Tento pozdější vývoj se shoduje s polskou studií, která byla realizována v oblasti Krakova (Golab et al., 2003).

Tělesná výška našich dívek se výrazně od CAV 2001 neliší, což dokazují hodnoty N_i , které se pohybují v rozmezí od $-0,26$ do $+0,16$ (Tabulka 4). Naše dívky jsou nižší v období 11–13 let, po 13. roce dochází k vyrovnání hodnot. Finální průměrná hodnota v 18 letech se téměř neliší od hodnot CAV 2001. Vývoj ve srovnání s CAV 2001 je obdobný jako u našich

Tabulka 4. Srovnání hodnot populace Moravskoslezského kraje s hodnotami CAV 2001

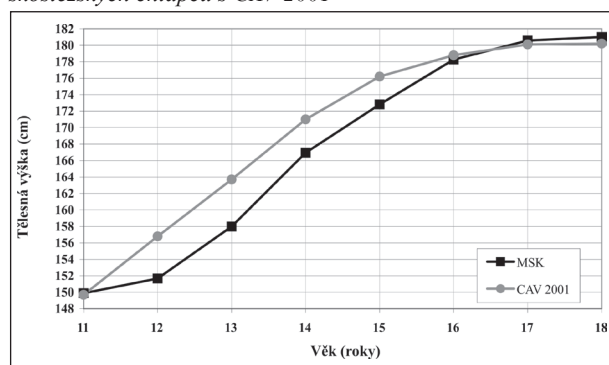
Věk (roky)	TV (cm)		HM (kg)		BMI (kg/m ²)	
	N_i chlapci	N_i dívky	N_i chlapci	N_i dívky	N_i chlapci	N_i dívky
10	–	+0,16	–	+0,04	–	–0,07
11	+0,02	–0,17	+0,05	–0,30	+0,07	–0,29
12	–0,61	–0,26	–0,47	–0,51	–0,24	–0,48
13	–0,64	–0,23	–0,58	–0,56	–0,39	–0,53
14	–0,47	+0,15	–0,47	–0,28	–0,30	–0,31
15	–0,45	–0,02	–0,31	–0,26	–0,10	–0,25
16	–0,07	–0,09	0,00	–0,33	+0,01	–0,29
17	+0,06	–0,17	+0,09	–0,20	+0,05	–0,40
18	+0,11	+0,04	–0,07	–0,08	–0,14	–0,07

Poznámka: TV – tělesná výška; HM – tělesná hmotnost; BMI – body mass index; N_i chlapci, dívky – hodnoty normalizačních indexů při srovnání našich průměrných hodnot s hodnotami 6. Celostátního antropologického výzkumu

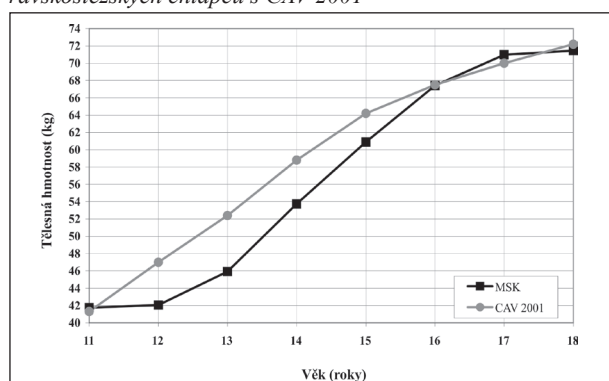
Tabulka 5. Srovnání vybraných somatických parametrů populace Moravskoslezského kraje se slovenskou populací (2004) prostřednictvím N_i

Věk (roky)	TV (cm)		HM (kg)		BMI (kg/m ²)	
	N_i chlapci	N_i dívky	N_i chlapci	N_i dívky	N_i chlapci	N_i dívky
10	–	+0,73	–	+0,66	–	+0,24
11	+0,62	+0,37	+0,61	+0,10	+0,14	–0,08
12	+0,07	+0,31	+0,07	–0,02	+0,09	–0,19
13	–0,03	+0,33	–0,11	–0,10	–0,11	–0,28
14	+0,09	+0,40	+0,08	+0,06	–0,02	–0,13
15	–0,16	+0,09	–0,09	–0,04	0,00	–0,09
16	+0,15	+0,09	+0,21	–0,13	+0,08	–0,19
17	+0,28	+0,19	+0,26	0,00	+0,05	–0,27
18	+0,22	+0,32	+0,15	+0,16	+0,01	+0,02

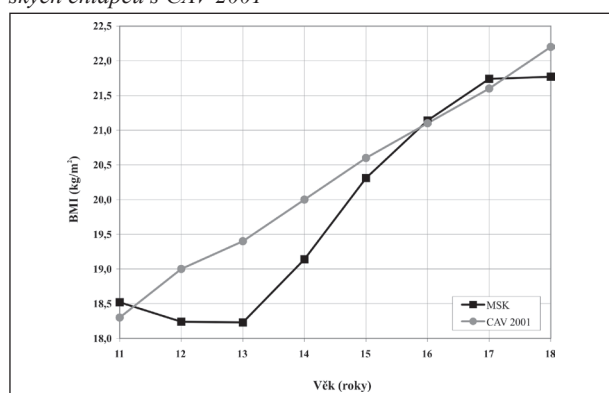
Poznámka: TV – tělesná výška; HM – tělesná hmotnost; BMI – body mass index; N_i chlapci, dívky – hodnoty normalizačních indexů při srovnání našich průměrných hodnot s hodnotami slovenského antropologického výzkumu

Obrázek 4. Srovnání průměrných hodnot tělesné výšky moravskoslezských chlapců s CAV 2001

Poznámka: MSK – Moravskoslezský kraj, CAV 2001 – 6. Celostátní antropologický výzkum

Obrázek 5. Srovnání průměrných hodnot tělesné hmotnosti moravskoslezských chlapců s CAV 2001

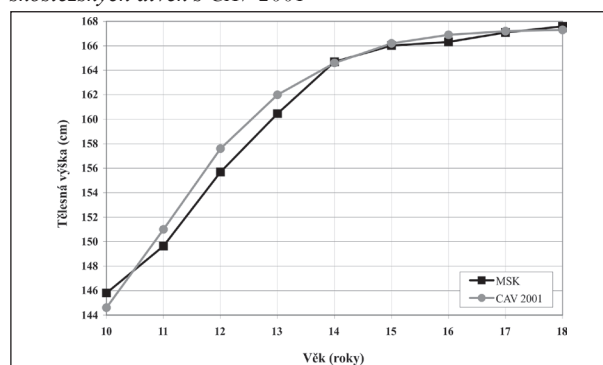
Poznámka: MSK – Moravskoslezský kraj, CAV 2001 – 6. Celostátní antropologický výzkum

Obrázek 6. Srovnání průměrných hodnot BMI moravskoslezských chlapců s CAV 2001

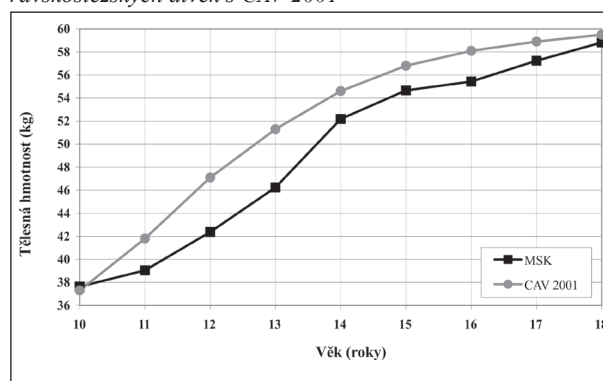
Poznámka: MSK – Moravskoslezský kraj, CAV 2001 – 6. Celostátní antropologický výzkum

chlapců. Začíná později, je ale strmější (Obrázek 7). Tělesná hmotnost je u našich dívek ve všech věkových kategoriích nižší (kromě 10 let), což se odráží také v nižších hodnotách BMI. S ohledem na hodnoty N, však jsou i hodnoty BMI průměrné, pohybují se v rozmezí $-0,53$ až $-0,07$ (Tabulka 4). Vývoj hodnot BMI koresponduje s vývojem tělesné hmotnosti a tělesné výšky. Vývoj tělesné hmotnosti koresponduje s vývojem tělesné výšky (Obrázky 8–9). I u dívek stejně jako u chlapců je průběh vývoje obdobný jako ve studii Golaba et al. (2003). Srovnání vývoje je graficky znázorněno v obrázcích 7–9.

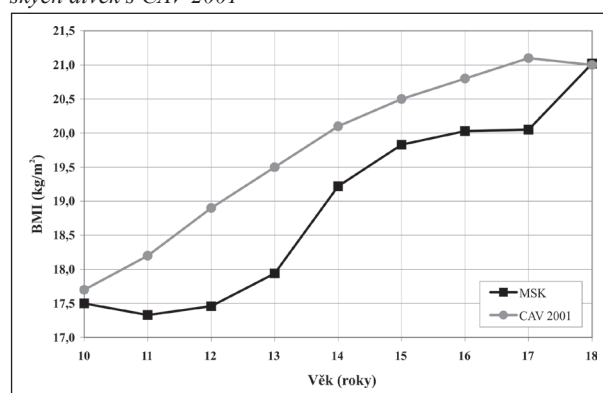
Populaci Moravskoslezského kraje můžeme považovat z pohledu hodnocení vybraných parametrů za velmi blízkou slovenské populaci. Proto jsme provedli také srovnání námi

Obrázek 7. Srovnání průměrných hodnot tělesné výšky moravskoslezských dívek s CAV 2001

Poznámka: MSK – Moravskoslezský kraj, CAV 2001 – 6. Celostátní antropologický výzkum

Obrázek 8. Srovnání průměrných hodnot tělesné hmotnosti moravskoslezských dívek s CAV 2001

Poznámka: MSK – Moravskoslezský kraj, CAV 2001 – 6. Celostátní antropologický výzkum

Obrázek 9. Srovnání průměrných hodnot BMI moravskoslezských dívek s CAV 2001

Poznámka: MSK – Moravskoslezský kraj, CAV 2001 – 6. Celostátní antropologický výzkum

naměřených průměrných hodnot s hodnotami rozsáhlého antropologického výzkumu na Slovensku (Ševčíková, Nováková, Hamade, & Tatara, 2004). Zjištěné rozdíly u chlapců ani dívek nepřekračují průměrný rozvoj sledovaných parametrů. Hodnoty normalizačních indexů ani v jednom případě nepřekročily úroveň $\pm 0,75s$. (Tabulka 5).

Omezení studie

Jsme si vědomi toho, že výsledky této studie mohou být ovlivněny zejména počtem diagnostikovaných osob. Významným faktorem může být i věková skladba v jednotlivých věkových kategoriích, neboť zejména v nižším věku může mít význam ve vývoji jedince rozdíl jen několika měsíců. Dalším

omezením, zejména při hodnocení vývoje sledovaných znaků je, že se nejedná o longitudinální studii, ale o průřezovou.

Nebyl také posuzován vliv sekulárního trendu, neboť nemáme k dispozici hodnoty sledovaných znaků u Moravskoslezské populace z předešlých období. S ohledem na výsledky odborných studií se však ukazuje zpomalení až stagnace sekulárního trendu (Kopecký, 2006). To potvrzují i výsledky této studie při srovnání našich souborů s CAV 2001.

Závěry

Výrazná sexuální diferenciacie sledovaných znaků se objevuje po 13. roce života, kdy u chlapců začíná daleko intenzivnější vývoj. Dochází u nich k intenzivnějšímu zvyšování tělesné výšky, hmotnosti a s tím souvisejícího BMI. Tento vývoj je v souladu s řadou odborných studií, které se touto problematikou zabývají.

Vývoj sledovaných parametrů u našich chlapců je ve srovnání s vývojem prezentovaným v CAV 2001 odlišný. Intenzivnější vývoj začíná v pozdějším věku a trvá po delší dobu. Finální tělesná výška chlapců Moravskoslezského kraje je vyšší. I přes rozdíly ve výsledných hodnotách, můžeme průměrné hodnoty u všech sledovaných znaků chlapců Moravskoslezského kraje označit za průměrné. Hodnoty normalizačního indexu (N_i) nepřekročily v žádném případě hodnotu $\pm 0,75$.

Vývoj sledovaných znaků u dívek Moravskoslezského kraje je ve srovnání s vývojem dívek podle CAV 2001 obdobný jako u chlapců. Rovněž je posunut výraznější rozvoj do pozdějšího období. Výsledná hodnota tělesné výšky je i u našich dívek téměř shodná s hodnotami CAV 2001. Naše dívky jsou lehčí, a to ve všech věkových kategoriích. Tato skutečnost se odrazila i na nižších hodnotách BMI. S ohledem na hodnoty normalizačních indexů můžeme však ve všech věkových kategoriích dívek označit rozvoj sledovaných znaků za průměrný. Stejně jako u chlapců nepřekročily hodnoty úroveň $\pm 0,75$.

Dalším potvrzením průměrnosti rozvoje sledovaných znaků u chlapců i dívek je lokalizace průměrných hodnot v růstových grafech pro populaci ČR (podle CAV 2001). Všechny hodnoty byly lokalizovány mezi 25. a 75. percentilem.

Souhrn

Studie se zabývá základními antropometrickými parametry dětské a adolescentní populace v Moravskoslezském kraji. Cílem studie je provést analýzu a zhodnotit vývoj tělesné výšky, hmotnosti a BMI běžné populace od mladšího školního věku do dorosteneckého věku v Moravskoslezském kraji. Do výzkumu bylo zařazeno celkem 1 633 chlapců a 1 717 dívek, kteří navštěvovali základní a střední školy v Moravskoslezském kraji. Jako normová data pro srovnání námi sledované populace byla použita data z CAV 2001. Výrazná intersexuální diferenciacie v rozvoji sledovaných znaků se objevila po 13. roce života. Ve srovnání s CAV 2001 začíná intenzivnější rozvoj tělesné výšky a hmotnosti u chlapců i dívek Moravskoslezského kraje v pozdějším věku, ale trvá déle. Finální hodnoty tělesné výšky v 18 letech jsou však vyšší, ale finální hodnoty tělesné hmotnosti jsou nižší. I přes všechny rozdíly jsou hodnoty zjištěné u chlapců i dívek ve srovnání s hodnotami CAV 2001 v mezích průměrů, hodnoty normalizačního indexu nepřekročily hodnotu $\pm 0,75$.

Klíčová slova: tělesná výška, tělesná hmotnost, body mass index, běžná populace, věkové kategorie

Literatura

Azar, M. et al. (2006). Cross-sectional reference values for height, weight and body mass index of schoolchildren living in Tehran, Iran. *Ann Hum Biol*, 33(4), 471–479.

Bláha, P. et al. (1986). *Antropometrie československé populace od 6 do 55 let*. Čs. Spartakiáda 1985. Praha: Ústav sportovní medicíny.

Bláha, P. et al. (2006). *Somatický vývoj současných českých dětí. Semilongitudinální studie (6–16 let)*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Katedra antropologie a genetiky člověka.

Bouchalová, M. (1987). *Vývoj během dětství a dospívání*. Praha: Avicenum.

Cacciari, E. et al. (2002). Italian Gross-sectional growth charts for height, weight and BMI (6–20 y). *Eur J Clin Nutr*, 56(2), 171–180.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Golab, S. (2003). *The child of Cracow 2000. Physical fitness and body posture in the Cracow children and youth*. Krakov: AWF Krakov.

Heyward, V. H., & Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Fetter, V. et al. (1967). *Antropologie*. Praha: Academia.

Freeman, J. V., Cole, T. J., Chinn, S., Jones, P. R. M., White, E. M., & Preece, M. A. (1995). Cross-sectional stature and weight reference curves for the UK 1990. *Arch Dis Child*, 73(1), 17–24.

Fredriks, A. M. (2004). *Growth diagrams 1997: fourth Dutch nation-wide survey*. Amstredam: Bohn Stafleu van Loghum.

Fryar, Ch. D., Gu, Q., & Ogden, C. L. (2012). Anthropometric Reference Data for Children and Adults: United States, 2007–2010. *National Center for Health Statistics*, 252(11), 1–48.

Kato, N., Takimoto, H., & Eto, T. (2012). The regional difference in children's physical growth between Yaeyama Islands of Okinawa Prefecture and national survey in Japan. *Journal of the National Institute of Public Health*, 61(5), 448–453.

Kopecký, M. (2006). *Somatický a motorický vývoj 7 až 15 letých chlapců a dívek v olomouckém regionu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Kutáč, P., & Vaverka, F. (2010). Vliv základních tělesných rozměrů na výkon ve slalomu a sjezdu. *Česká kinantropologie*, 14(1), 39–47.

Lehto, K. (2004). Growth curves of Estonian children based on retrospective repeated measures. *Papers on Anthropology*, 13, 124–133.

Malina, R. M., Bouchard, C., & Or, O. B. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Riegerová, J. (1994). *Studium změn somatotypů dětí v období puberty: longitudinální studie*. Olomouc: Univerzita Palackého.

Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: příručka funkční antropologie*. Olomouc: Hanex.

Rogol, A. D., Clark, P. A., & Roemmich, J. N. (2000). Growth and pubertal development in children and adolescents: effect of diet and physical activity. *Am J Clin Nutr*, 72(2), 521–528.

Šegregur, D., & Kuhar, V. (2012). Deviations of anthropometric and motorical characteristics of students from commonly used normative values. *Croatian Sports Medicine Journal*, 27(1), 42–50.

Ševčíková, L., Nováková, J., Hamade, J., & Tatar, M. (2004). Rast a vývojové trendy slovenských detí a mládeže za posledných 10 rokov. In Ághová, L. (Eds.). *Životné podmienky a zdravie* (pp. 192–206). Bratislava: Ústav hygieny Lekárskej fakulty UK Bratislava.

Vaverka, F., & Černošek, M. (2007). *Základní tělesné rozměry a tenis*. Olomouc: Univerzita Palackého.

Vignerová, J. et al. (2006). *6. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001 Česká republika*. Praha: PŘF UK a SZÚ.

ZMĚNY MORFOLOGICKÝCH PARAMETRŮ A TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U MLADÝCH HRÁČŮ LEDNÍHO HOKEJE VE VĚKU 15–18 LET S OHLEDEM NA INTENZIVNÍ DEVÍTITÝDENNÍ KONDIČNÍ PŘÍPRAVU

Changes of the morphological characteristics and body composition in the young ice hockey players aged 15–18 years with regard to the nine-week intensive fitness training

Martin Sigmund^{1,2}, Iva Dostálová¹,
Tomáš Brychta^{1,2}

¹Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého,
Olomouc, Česká republika

²Nestátní zdravotní zařízení, Science Pro, spol. s r. o.,
Olomouc, Česká republika

Abstract

The present study deals with monitoring the changes of the basic morphological characteristics and the particular fractions of the body composition in young ice hockey players aged 15–18 years with regard to the nine-weeks intensive fitness training. The total number of young ice hockey players playing in junior extra-league and league enrolled in this research was 141. Players completed a complex anthropometric examination before beginning of the nine-week intensive fitness training and after its completion. Fitness training was carried off the ice surface. In terms of administration there were processed data only of the players who participated in a comprehensive input and output examination and concurrently attended at least 80% of all training units realized in the reporting period. Changes in the basic morphological parameters (height, weight) showed positive trends with regard to the monitored period, but they are not statistically significant. Absolute and relative values in the representation of skeletal muscles showed positive changes in all age categories. The opposite trend is observed in values represent body fat. Significant differences were found in the category of the sixteen and eighteen years old players ($p < 0.05$).

Key words: *body height, body weight, lean body mass, juvenis, sport*

Úvod

Harmonický vývoj jedince je ovlivněn komplexem endogenních a exogenních faktorů, jejichž vlivy se vzájemně doplňují s ohledem na jednotlivé fáze ontogeneze. V počátečních fázích ontogenetického vývoje je růst a vývoj jedince ovlivňován především geneticky. Obecně se udává 50–70% podíl vlivu genetické složky na růst jedince, přesto vlivy nehereditární povahy sehrávají důležitou úlohu (Bogin in Vignerová et al., 2006). Především pak v pozdějších fázích vývoje dítěte se více začíná projevovat vliv vnějších faktorů, které ovlivní fenotyp jedince.

Významnou vývojovou etapou z hlediska somatického růstu chlapců je období pubescence a juvenis. V tomto období dochází k dynamickému nárůstu tělesné výšky a tělesné hmotnosti (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). V této vývojové etapě mohou pozitivně působit vnější vlivy, především pak

optimální pohybová aktivita. Vliv přiměřené zátěže s respektem individuálních možností jedince má z biologického hlediska pozitivní vliv především na rozvoj podpůrně pohybového aparátu, kardiopulmonální zdatnost a optimální tělesné složení (Kučera & Dylevský, 1999). Poněkud odlišný vývoj somatických parametrů je zaznamenán u chlapců bez pravidelné pohybové aktivity a u chlapců s pravidelně řízenou pohybovou, sportovní činností. Se zvyšujícím se věkem se současně zvyšují rozdíly mezi hodnotami sportujících jedinců a běžnou populací (Kutáč, 2012). Pro optimální zdravý vývoj mladého organismu je u chlapců doporučována každodenní pohybová aktivita, jejíž energetický výdej by měl představovat nejméně 11 kcal/kg⁻¹, u dospělých jedinců se pak doporučuje týdenní výdej na úrovni 10–25 kcal/kg⁻¹ (Frömel, Novosad, & Svozil, 1999; Stejskal, 2004). Většina chlapců v období pubescence a juvenis uvedených doporučených hodnot nedosahuje (Kudláček & Frömel, 2012). Naopak u jedinců s pravidelně řízenou pohybovou aktivitou bývají tyto hodnoty podstatně vyšší. U mladých hráčů ledního hokeje představuje pravidelně řízená fyzická zátěž významnou položku denního energetického výdeje.

Hráči ledního hokeje v rámci ročního tréninkového cyklu tráví velkou část na ledové ploše, avšak důležitým obdobím sportovní přípravy je kondiční trénink probíhající mimo ledovou plochu. Jedná se o období v rámci ročního cyklu, kdy hráči zahajují tréninkovou přípravu na následující sportovní ročník. Intenzivní kondiční trénink mimo ledovou plochu se zaměřuje především na rozvoj svalové síly, aerobních schopností, anaerobního výkonu a anaerobní kapacity, rozvoj rychlostních schopností a agility (Behm et al., 2005; Brocherie et al., 2005; Burr et al., 2008; Cox et al., 1995; Hoff, Kemi, & Helgerud, 2005; MacLean, 2008; Manners, 2004; Montgomery, 2006; Quinney et al., 2008; Vescovi, Murray, & Van Heest, 2006). Období mezi patnáctým a osmnáctým rokem představuje u sportujících chlapců časový úsek výrazného rozvoje morfológico-funkčních parametrů. V tomto období je již možné postupně maximálně zatěžovat dospívající organismus, samozřejmě vždy s ohledem na zdravý vývoj jedince. Vliv zátěže se následně projeví na úrovni rozvoje jednotlivých morfológických parametrů a morfofenotypu mladého sportovce (Blanchard, 1995; Grasgruber & Cacek, 2008; Kutáč, 2012; Malina, Bouchard, & Or, 2004; Pavlík, 1999; Perić & Dovalil, 2010). U hráčů ledního hokeje se pak jedná o rozvoj celého komplexu schopností a dovedností, v jejichž důsledku dochází k morfofunkční adaptaci všech hlavních systémů organismu.

V rámci naší studie byla primárně stanovena výzkumná otázka: „Jaká je velikost změn základních morfológických parametrů a jednotlivých frakcí složení těla s ohledem na intenzivní devítitýdenní kondiční přípravu u hráčů ledního hokeje ve věku 15–18 let?“

Cíl

Cílem předložené studie je zjistit dynamiku vývoje základních morfológických parametrů a tělesného složení u hráčů ledního hokeje ve věku 15–18 let s ohledem na intenzivní devítitýdenní kondiční přípravu.

Metodika

Design předloženého empirického výzkumu má povahu komparativní studie (Blahuš, 1996; Thomas, Nelson, & Silverman, 2011). Šetření se zúčastnilo celkem 141 hráčů ledního hokeje ve věku 15–18 let. Hráči byli rozděleni do jednotlivých věkových kategorií v celých letech (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2008) (Tabulka 1).

Sledovaní jedinci absolvovali komplexní antropometrické vyšetření v průběhu sedmi dnů před započatím intenzivní devítitýdenní kondiční přípravy a v průběhu následujících tří dnů po

Tabulka 1. Četnost (*n*) sledovaných probandů podle věkových kategorií

Věk (v letech)	n
15,00–15,99	34
16,00–16,99	36
17,00–17,99	36
18,00–18,99	35
Σ	141

jejím ukončení. S ohledem na minimalizaci chyby měření byla všechna vyšetření (pre/post) provedena jednou osobou s příslušnou odborností a praxí. Parametry výško-váhuové, délkové, šířkové, obvodové a kožní řasy byly zjišťovány v laboratorních i terénních podmínkách s důrazem na dodržení standardních podmínek vyšetření. Antropometrické body jsou přesně definovány (Pařízková, 1998; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). V rámci šetření bylo postupováno v souladu s doporučenými mezinárodními standardy ISAK (Hume & Marfell-Jones, 2008; Marfell-Jones et al., 2006; Norton et al., 1996).

Z hlediska etických aspektů výzkumu byli všichni účastníci šetření, jejich zákonní zástupci a trenéři plně informováni o všech jeho složkách. Byla zdůrazněna skutečnost, že kdykoliv může v jakékoliv fázi šetření ukončit vlastní participaci, a to bez udání důvodů a možnosti jakýchkoliv sankcí. S těmito skutečnostmi byli všichni účastníci výzkumu plně srozuměni a svůj souhlas vyjádřili osobní účastí v rámci šetření. Účastníci byli rovněž informováni o anonymním zpracování dat a práci s nimi. Současně souhlasili s možností publikace zjištěných výsledků šetření s dodržením zachování anonymity a nemožností individuální identifikace konkrétní osoby ve vztahu k výsledkům šetření.

V rámci antropometrického šetření byl použit následující instrumentář: k určení tělesné výšky byl použit antropometr A-213 (Trystom, Česká republika) s přípustnou chybou měření 5 mm. Určení tělesné hmotnosti bylo provedeno pomocí přístroje Tanita BC-418 MA (Tanita, Japonsko) s přesností měření 100g, k určení obvodových charakteristik byla využita lékařská pásová míra (Holtain, Velká Británie), šířkové a kostní diametry byly zjišťovány dotykovým měřidlem s rozvíracími rameny – Pelvimetr P-216 (Trystom, Česká republika). K posouzení podkožní tukové tkáně byla aplikována metoda kaliperace pomocí kaliperu typu BEST II K-501 (Trystom, Česká republika) se styčnou plochou 3 mm o přítláčnou sílu 2 N.

Data zahrnující se ke složení těla (kostra, svalstvo, tuk) byla zpracována ve specializovaném programu Antropo (vers. 2000.1; Bláha, 2000). K celkovému hodnocení jednotlivých frakcí složení těla jsme pracovali s metodikou korigovaných

hodnot podle Matiegky (in Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Statistické procedury byly provedeny v programu Statgraphics vers. 9.0. Pro každou proměnnou byly vypočteny základní statistické veličiny a ověřena normalita rozložení (Shapiro-Wilkův W test). Pro posouzení průměrných diferencí byl použit neparametrický Wilcoxonův párový test ($p \leq 0,05$). Věcná významnost (effect of size) výsledků průměrů a směrodatných odchylek byla posuzována na základě Cohenova *d*, přičemž hodnota d 0,2 = malá změna, d 0,5 = střední změna a d 0,8 = velká změna (Cohen, 1988; Thomas, Nelson & Silverman, 2011).

Kondiční příprava byla realizována mimo ledovou plochu. Z hlediska výkonosti se jedná o hráče na úrovni dorostenecké a juniorské extraligy a ligy. Na výzkumném šetření participovalo celkem pět hokejových klubů z oblasti Olomouckého (2 hokejové kluby) a Moravskoslezského kraje (3 hokejové kluby) a nestátní zdravotnické zařízení se sídlem v Olomouci. Z hlediska administrace byla zpracována pouze data hráčů, kteří se zúčastnili komplexního vstupního a výstupního vyšetření a současně absolvovali minimálně 80 % všech realizovaných tréninkových jednotek ve sledovaném časovém období devíti týdnů. Prvního vyšetření se zúčastnilo celkem 207 hráčů. S ohledem na definovaná kritéria byly do závěrečného zpracování dat zařazeny údaje 141 hráčů, což představuje 68 % původního souboru. Parametry zátěže, kterou hráči absolvovali, jsou kvantifikovány v tabulce 2. Jedná se o sumární kvalifikovaný odhad v minutách (min.) na základě konzultace s jednotlivými trenéry a jejich expertního posouzení kvantifikace podle jednotlivých tréninkových deníků s ohledem na definované aspekty tréninku (kondiční, dovednostní, herní, regenerační) (Tabulka 2). Makrocycklus přípravného období zahrnuje jeden týdenní mikrocycklus (duben) a dva čtyřtýdenní mezocykly (květen, červen). Kvantifikace představuje odhad zatížení ve sledovaném období a ve sledovaném věkovém rozpětí 15–18 let pro jasnější představu o realizované zátěži. Z hlediska terminologického upřesnění jednotlivých kategorií v tabulce 2, pod subkategorií trénink síly máme na mysli především aktivity realizované v posilovně, anaerobní trénink pod sebou zahrnuje především aktivity spojené s rozvojem rychlosti a agility, aerobní trénink obsahuje aktivity spojené s delší kontinuální zátěží v převážně aerobním režimu metabolického krytí. Kondiční plavání představuje samostatnou kategorii, kde se jedná o aktivity anaerobně-aerobního charakteru. Regenerace pak zahrnuje složky aktivní i pasivní formy. Odhad kvantifikace zatížení si klade za snahu základní prezentaci parametrů realizované zátěže u sledované skupiny v definovaném období, a to z důvodu jasnější ilustrace ve vztahu k vývoji změn u sledovaných morfologických charakteristik.

Tabulka 2. Odhad kvantifikace zatížení mladých hráčů ledního hokeje (15–18 let) ve sledovaném období (9 týdnů)

Kvantifikace zatížení hráčů LH	Duben (1 týden)	Podíl	Květen (4 týdny)	Podíl	Červen (4 týdny)	Podíl	Σ	Podíl
<i>Kondiční trénink</i>	(min.)	(%)	(min.)	(%)	(min.)	(%)	(min.)	(%)
Trénink síly	60	14	700	29	500	21	1 260	24
Anaerobní trénink	30	7	120	5	400	17	550	10
Aerobní trénink	90	21	500	20	180	7	770	15
<i>Dovednostně orientovaný trénink</i>	(min.)	(%)	(min.)	(%)	(min.)	(%)	(min.)	(%)
Technicko-taktický trénink	–		300	12	300	12,5	600	11
Herní trénink	120	29	120	5	300	12,5	540	10
Kondiční plavání	–		120	5	120	5	240	5
Regenerace	120	29	600	24	600	25	1 320	25
Σ Kvantifikace zatížení	420	100	2 460	100	2 400	100	5 280	100

Výsledky

Změny tělesné výšky s ohledem na devítitýdenní intenzivní kondiční trénink vykazují ve všech věkových kategoriích pozitivní diference. Je sledován trend vyšších přírůstků tělesné výšky ve vztahu k mladším věkovým kategoriím. Patnáctiletí hráči ledního hokeje změnili svoji tělesnou výšku ve sledovaném období v průměru o 2 cm. Naopak osmnáctiletí hráči v průměru o 0,8 cm. Sledované změny nejsou signifikantní, věcná významnost je nízká (Tabulka 3). Výsledky tělesné výšky mají v tomto případě především informativní charakter s ohledem na skutečnost, že u tohoto morfologického parametru nelze předpokládat kauzální vliv námi sledované kondiční přípravy na jeho změny.

Změny tělesné hmotnosti mají rovněž u všech věkových kategorií pozitivní trend. Celkově se hodnoty pohybují v rozpětí 1,0–1,8 kg nárůstu tělesné hmotnosti s ohledem na sledované časové období. Navýšení o 1,8 kg u sedmnáctiletých hráčů je signifikantní ($p < 0.05$). Zjištěné diference u ostatních věkových kategorií jsou statisticky nevýznamné se současnou nízkou úrovní věcné významnosti (Tabulka 3).

Relativní zastoupení kosterní frakce se pohybuje na úrovni 17–18 %. Mezi patnáctým a osmnáctým rokem mají procentuální hodnoty kosterní frakce tendenci klesat. Zjištěné procentuální hodnoty zastoupení kostry a jejich změny s ohledem na sledované období nejsou signifikantní se současně nízkou úrovní věcné významnosti, a to u všech věkových kategorií. Absolutní hodnoty změn v zastoupení kosterní frakce se pohybují v rozpětí 0,21–0,59 kg a rozdíly se zvyšují s věkem. U hráčů ve věkových kategoriích 15, 16 a 17 let došlo k nesignifikantnímu navýšení kosterní frakce (kg). U osmnáctiletých hráčů se zvýšilo průměrné zastoupení kostry o 0,59 kg. Toto zjištění je statisticky významné ($p < 0,05$) se střední úrovní věcné významnosti ($d = 0,53$) (Tabulka 4).

Zastoupení svalstva se u mladých hráčů ledního hokeje ve věku 15–18 let pohybuje na úrovni 46–50 % v rámci tělesného složení. Mezi patnáctým a osmnáctým rokem mají procentuální hodnoty zastoupení svalstva tendenci zvyšovat svůj podíl v rámci tělesného složení. Zjištěné procentuální hodnoty zastoupení svalstva a jejich změny s ohledem na sledované období nejsou signifikantní se současně nízkou úrovní věcné významnosti, a to u věkových kategorií 15 a 17 let. U šestnáctiletých a osmnáctiletých hráčů ledního hokeje se navýšení procentuálního zastoupení svalstva o 1,42 % a 1,71 % ukazuje jako signifikantní ($p < 0.05$; $d = 0,45$; $d = 0,69$). Absolutní hodnoty změn v zastoupení svalstva mají celkově pozitivní charakter a pohybují se v rozpětí 0,89–1,74 kg. U hráčů ve věkových kategoriích 15 a 17 let došlo k nesignifikantnímu navýšení svalstva (kg). U šestnáctiletých a osmnáctiletých hráčů se signifikantně ($p < 0.05$) zvýšilo průměrné zastoupení svalstva o 1,64 kg a 1,74 kg ($d = 0,40$; $d = 0,48$) (Tabulka 4).

Zastoupení tělesného tuku se u mladých hráčů ledního hokeje ve věku 15–18 let pohybuje na úrovni hodnot 10–12 % tělesného složení. U námi sledovaného souboru hráčů mezi patnáctým a osmnáctým rokem nejsou patrné významné diference v procentuálním zastoupení tělesného tuku ve vztahu k věku. Procentuální podíl tělesného tuku se jeví jako poměrně stabilní frakce tělesného složení s tendencí nižších hodnot po absolvování kondiční přípravy. Zjištěné procentuální hodnoty tělesného tuku a jejich změny s ohledem na sledované období se u věkových kategorií 15 a 17 let snížily o 0,62–1,33 %. Tyto hodnoty nejsou signifikantní a vykazují současně nízkou úroveň věcné významnosti. U šestnáctiletých a osmnáctiletých hráčů ledního hokeje se snížení procentuálního zastoupení tělesného tuku o 1,39 % a 1,72 % projevuje jako signifikantní ($p < 0.05$; $d = 0,44$; $d = 0,51$). Absolutní hodnoty v zastoupení tělesného tuku naznačují celkově zvyšující se charakter, a to s věkem. Zastoupení tělesného tuku s ohledem na sledované období kon-

diční přípravy se celkově snižuje o hodnoty v rozpětí 0,28–1,43 kg. U patnáctiletých a sedmnáctiletých hráčů nedošlo k signifikantnímu snížení v absolutních hodnotách zastoupení tělesného tuku (kg). U šestnáctiletých a osmnáctiletých hráčů se snížení tělesného tuku o 0,95 kg a 1,43 kg projevilo jako signifikantní ($p < 0.05$; $d = 0,35$; $d = 0,45$) (Tabulka 4).

Diskuze

Intenzivní kondiční příprava mimo ledovou plochu je nedílnou součástí komplexní přípravy hráče ledního hokeje. Zpravidla trvá v rozpětí mezi osmi až desíti týdny, tedy v období od druhé poloviny dubna do konce června. V našem případě se jednalo o kondiční přípravu v délce devíti týdnů. V tomto časovém úseku sledovaní hráči absolvovali pravidelnou zátěž, jejíž základní parametry jsou přiblíženy v tabulce 2.

Vzhledem ke skutečnosti, že naše práce se zabývá možným vlivem kondiční přípravy na změnu sledovaných morfologických parametrů, je na místě přiblížit aktuální diskuzi s ohledem na strategii zátěže hráče ledního hokeje. Mezi odborníky na problematiku sportovní přípravy s přesahem do oblasti ledního hokeje se vedou diskuze o skladbě a kvantifikaci jednotlivých prvků zatížení (Brocherie et al., 2005; Cox et al., 1995; Hoff, Kemi, & Helgerud, 2005; MacLean, 2008; Manners, 2004; Montgomery, 2006; Perić & Dovalil, 2010; Quinney et al., 2008; Vescovi, Murray, & Van Heest, 2006). Tato skutečnost je akcentována dynamikou vývoje sportovního odvětví, která se následně projevuje na skladbě sportovní přípravy s ohledem na jednotlivé věkové kategorie. V současnosti se stále více doporučuje orientovat na zatěžování hráčů s ohledem na rozvoj anaerobní výkonnosti se současným rozvojem síly (Hoff, Kemi, & Helgerud, 2005; MacLean, 2008; Manners, 2004; Montgomery, 2006; Perić & Dovalil, 2010). Již původní vědecké práce zdůrazňovaly důležitost rozvoje anaerobního metabolismu u hráčů ledního hokeje (Green et al., 1976; Seliger et al., 1972, 1980). S ohledem na metabolické krytí uvádí autoři u hráčů ledního hokeje podíl 2 : 1 anaerobní složky metabolismu vůči složce aerobní. Co se týká rozvoje síly, tak zde se má na mysli především rozvoj celkové síly trupu, extenzorů kyčelního a kolenního kloubu, adduktorů a abduktorů kyčelního kloubu, trojhlavého svalu pažního a svalu deltového (Brocherie et al., 2005; Cady & Stenlund, 1998; Cox et al., 1995; Hoff, Kemi, & Helgerud, 2005; Manners, 2004; Quinney et al., 2008). Co se týká rozvoje vytrvalostní složky, tak i přes vysoké nároky na rozvoj kardiorepiračního systému hráče ledního hokeje se jedná spíše o střední úroveň rozvoje vytrvalosti s hodnotami maximální spotřeby kyslíku na úrovni pod hranici 60 ml.min⁻¹.kg⁻¹ (Cox et al., 1995; Montgomery, 2006; Vescovi, Murray, & Van Heest, 2006). O určité dynamice vývoje sledovaného sportovního odvětví, zvyšujících se nárocích na rozvoj jednotlivých schopností a dovedností mohou svědčit i hodnoty vývoje základních morfologických charakteristik. Za posledních osmdesát let došlo k nárůstu průměrných hodnot tělesné výšky u vrcholových hráčů ledního hokeje v ČR o 10,9 cm. U tělesné hmotnosti se pak jedná o navýšení o 18,9 kg (Sigmund, Riegerová, & Dostálová, 2012). Údaje korespondují i s nálezy zahraničních studií, zejména pak na severoamerickém kontinentu (Montgomery, 2006).

V kontextu výše uvedených základních aspektů tréninku hráče ledního hokeje lze uvažovat i o možném vlivu kondiční přípravy na změny morfologických parametrů námi sledovaných hráčů ve věkové kategorii 15–18 let.

Výsledky našeho šetření poukazují na změny, ke kterým dochází po absolvování devítitýdenního kondičního tréninku mimo ledovou plochu u hráčů ledního hokeje mezi patnáctým a osmnáctým rokem. S ohledem na skutečnost, že jsme přímo nemanipulovali s nezávisle proměnnou, nemůžeme hovořit o kauzálních souvislostech. Nicméně vzhledem ke skutečnosti,

že hráči absolvovali krátce před zahájením a následně po ukončení kondiční přípravy cílené vyšetření, lze se domnívat, že vliv intenzivní devítitýdenní zátěže na zjištěné změny může být považován za relevantní.

Změny v hodnotách tělesné výšky respektují obecné vývojové zákonitosti. K nejvyšším přírůstkům tělesné výšky u chlapců dochází právě u věkové kategorie kolem patnáctého roku (Malina, Bouchard, & Or, 2004; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). I když se mají na mysli především navýšení meziroční, tak i přes námi sledovaný časový úsek devíti týdnů

se potvrzuje určitá biologická kontinuita s ohledem na parametry tělesné výšky. Nejvyšších přírůstků dosahují i v našem sledovaném souboru patnáctiletí hráči ledního hokeje. Jejich přírůstek tělesné výšky činil v průměru 2 cm. Se zvyšujícím se věkem pak dochází k nižším hodnotám změn v tělesné výšce v námi sledovaném časovém úseku. U osmnáctiletých hráčů se jedná o změnu na úrovni 0,8 cm. Současně však je třeba konstatovat, že u základního morfologického parametru jako je tělesná výška je poněkud sporné vyjádřit podíl vlivu absolvované zátěže na sledovaných změnách. Tedy nelze dávat do souvislosti kon-

Tabulka 3. Změny tělesné výšky a tělesné hmotnosti u mladých hráčů ledního hokeje ve sledovaném období (9 týdnů)

Věk (v letech)	M ± SD	M ± SD	MD	p	d
	1. měření	2. měření			
Tělesná výška (cm)					
15,00–15,99	175,8 ± 6,14	177,8 ± 7,00	2,0	NS	0,30
16,00–16,99	176,9 ± 6,08	178,2 ± 6,20	1,3	NS	0,21
17,00–17,99	180,1 ± 4,83	181,0 ± 4,49	0,9	NS	0,19
18,00–18,99	181,3 ± 4,74	182,1 ± 4,34	0,8	NS	0,18
Tělesná hmotnost (kg)					
15,00–15,99	70,1 ± 9,09	71,4 ± 9,91	1,3	NS	0,14
16,00–16,99	71,9 ± 6,85	72,9 ± 7,23	1,0	NS	0,14
17,00–17,99	76,4 ± 6,47	78,2 ± 6,11	1,8	0,05	0,23
18,00–18,99	81,9 ± 5,93	83,1 ± 7,08	1,2	NS	0,18

Poznámka: M – aritmetický průměr; SD – směrodatná odchylka; MD – rozdíl průměrů; p – statistická významnost; d – „effect of size“ – Cohenovo d; NS – nesignifikantní

Tabulka 4. Změny vybraných frakcí tělesného složení u mladých hráčů ledního hokeje ve sledovaném období (9 týdnů)

Věk (v letech)	M ± SD	M ± SD	MD	p	d
	1. měření	2. měření			
Kostra (%)					
15,00–15,99	18,60 ± 1,44	18,61 ± 1,21	0,01	NS	0,00
16,00–16,99	18,40 ± 1,70	18,45 ± 1,35	0,05	NS	0,03
17,00–17,99	17,22 ± 1,29	17,51 ± 1,54	0,29	NS	0,20
18,00–18,99	17,33 ± 0,91	17,48 ± 0,97	0,13	NS	0,14
Kostra (kg)					
15,00–15,99	13,01 ± 1,79	13,22 ± 1,51	0,21	NS	0,12
16,00–16,99	13,19 ± 1,36	13,44 ± 1,24	0,25	NS	0,17
17,00–17,99	13,53 ± 1,21	14,03 ± 1,03	0,50	NS	0,45
18,00–18,99	14,17 ± 0,92	14,76 ± 1,28	0,59	0,05	0,53
Svalstvo (%)					
15,00–15,99	46,86 ± 4,13	47,25 ± 4,19	0,39	NS	0,12
16,00–16,99	47,70 ± 3,60	49,12 ± 2,61	1,42	0,05	0,45
17,00–17,99	48,27 ± 2,33	48,78 ± 2,25	0,51	NS	0,22
18,00–18,99	48,43 ± 3,27	50,14 ± 2,29	1,71	0,05	0,69
Svalstvo (kg)					
15,00–15,99	32,85 ± 5,23	33,73 ± 5,94	0,89	NS	0,16
16,00–16,99	34,29 ± 4,02	35,93 ± 4,22	1,64	0,05	0,40
17,00–17,99	36,89 ± 3,64	37,81 ± 3,41	0,92	NS	0,26
18,00–18,99	39,61 ± 3,29	41,35 ± 3,90	1,74	0,05	0,48
Tuk (%)					
15,00–15,99	11,29 ± 4,95	10,67 ± 4,85	–0,62	NS	0,13
16,00–16,99	11,61 ± 3,19	10,22 ± 3,10	–1,39	0,05	0,44
17,00–17,99	12,35 ± 4,34	11,02 ± 3,84	–1,33	NS	0,32
18,00–18,99	11,83 ± 4,11	10,11 ± 2,43	–1,72	0,05	0,51
Tuk (kg)					
15,00–15,99	8,03 ± 3,90	7,75 ± 4,05	–0,28	NS	0,09
16,00–16,99	8,44 ± 2,88	7,49 ± 2,57	–0,95	0,05	0,35
17,00–17,99	9,48 ± 3,48	8,62 ± 3,17	–0,86	NS	0,26
18,00–18,99	9,82 ± 3,87	8,39 ± 2,34	–1,43	0,05	0,45

Poznámka: M – aritmetický průměr; SD – směrodatná odchylka; MD – rozdíl průměrů; p – statistická významnost; d – „effect of size“ – Cohenovo d; NS – nesignifikantní

diční trénink a tělesnou výšku. V tomto případě se bude jednat především o endogenně podmíněné vlivy. Pokud srovnáme hodnoty tělesné výšky sledovaných hráčů ledního hokeje s referenčními hodnotami šestého celostátního antropologického výzkumu (6. CAV) podle Vignerové et al. (2006), tak chlapci běžné populace vykazují většinou nižší hodnoty. Při srovnání se soubory mladých hráčů ledního hokeje z ostravského regionu podle Kutáče (2012) námi sledovaní hráči dosahují v průměru mírně nižších hodnot. Obecně však tělesná výška mladých hokejistů vykazuje vyšší průměrné hodnoty než jsou hodnoty chlapců z referenčního souboru stejných věkových kategorií.

Celkové změny v hodnotách tělesné hmotnosti u našich souborů s ohledem na devítitýdenní kondiční přípravu se pohybují v rozpětí hodnot 1,0–1,8 kg. U tělesné hmotnosti není patrný trend s ohledem na změny a věk. Nejvyššího nárůstu tělesné hmotnosti za sledované období dosáhli sedmnáctiletí (1,8 kg) a patnáctiletí (1,3 kg) hráči (Tabulka 3). Můžeme považovat za pozitivní, že s ohledem na intenzitu kondiční přípravy došlo k navýšení tělesné hmotnosti. Zjištěné změny, mimo sedmnáctileté hráče, nejsou signifikantní se současně nízkou úrovní věcné významnosti. Ve studii sledovaných motorických i morfologických změn ve vztahu k vysoce intenzivní osmítýdenní kondiční přípravě u dospělého profesionálního hráče kanadsko-americké NHL uvádí Psotta et al. (2012) navýšení tělesné hmotnosti o 0,6 kg. To znamená méně, než u námi sledovaných hráčů mezi 15.–18. rokem. Absolutní hodnoty tělesné hmotnosti se však u profesionálního hráče pohybovaly na úrovni 92–93 kg, v tomto kontextu můžeme považovat zjištěné změny za optimální s ohledem na základní morfologické parametry vrcholových hráčů ledního hokeje. V případě tělesné hmotnosti a vlivů na její změny již nevnímáme tak významné vlivy endogenní, naopak u tohoto somatického znaku bereme více v úvahu aspekty spojené se samotnou kondiční přípravou, nutriční vlivy a celkově problematiku správné životosprávy. Srovnání hodnot tělesné hmotnosti námi sledovaných hráčů ledního hokeje s referenčními hodnotami šestého celostátního antropologického výzkumu (6. CAV) podle Vignerové et al. (2006) ukazuje na poměrně výrazné difference. V jednotlivých věkových kategoriích 15–18 let se rozdíly pohybují na úrovni sedmi až deseti kilogramů ve prospěch mladých hráčů ledního hokeje. Srovnání se soubory mladých hráčů ledního hokeje z ostravského regionu podle Kutáče (2012) pak ukazuje na hodnoty obdobné nebo mírně vyšší u našich souborů. Obecně tělesná hmotnost mladých hokejistů vykazuje výrazně vyšší průměrné hodnoty než jsou hodnoty chlapců z referenčního souboru stejných věkových kategorií.

Samotné údaje o vývoji tělesné hmotnosti s ohledem na kondiční přípravu se jeví jako neúplné, pokud neznáme změny na úrovni vzájemného poměru jednotlivých tělesných frakcí, zejména pak mezi tukuprostou hmotou a tělesným tukem. V našem případě jsme se zaměřili na tři základní tělesné frakce: kostru, svalstvo, tuk. Zastoupení kosterní frakce v rámci tělesného složení se pohybuje na úrovni 17–18 %, což u námi sledovaných souborů představuje hodnoty mezi 13–15 kg. Absolutní hodnoty změn v zastoupení kosterní frakce s ohledem na devítitýdenní kondiční přípravu se pohybují v rozpětí 0,21–0,59 kg a zvyšují se s věkem. Nejvyšší hodnoty průměrného navýšení kosterní frakce byly zjištěny u osmnáctiletých hráčů. Zvýšení o 0,59 kg představuje signifikantní rozdíl ($p < 0,05$; $d = 0,53$). I když se jedná o poměrně krátký časový úsek k zaznamenání významnějších změn ve vývoji kostry, zjištění nejvyšších přírůstků se zvyšujícím se věkem odpovídá biologickým zákonitostem kostní maturace. I když v dalších věkových kategoriích lze očekávat postupné navýšení, velikost přírůstků již může být nižší. K ukončení vývoje kostry u chlapců dochází až po dvacátém roce života (Kučera & Dylevský, 1999).

Zastoupení kosterního svalstva v rámci tělesného složení

se u námi sledovaných hráčů ledního hokeje ve věku 15–18 let pohybuje na úrovni 46–50 %. Byly zaznamenány pozitivní změny jak v relativních hodnotách, tak absolutních. Mezi patnáctým a osmnáctým rokem dochází k postupnému navýšení procentuálního zastoupení svalstva. Výraznější navýšení z hlediska jednotlivých věkových kategorií je pak u absolutního zastoupení, které představuje u patnáctiletých hráčů hodnotu převyšující 33 kg. U osmnáctiletých hráčů se již jedná o více jak 41 kg svalstva podílejícího se na celkové tělesné hmotnosti. Absolutní hodnoty změn v zastoupení svalstva mají celkově pozitivní charakter a pohybují se v rozpětí 0,89–1,74 kg. Ve věkových kategoriích 15 a 17 let nedošlo k signifikantnímu navýšení s ohledem na sledované devítitýdenní období. U šestnáctiletých a osmnáctiletých hráčů se zvýšilo průměrné zastoupení svalstva o 1,64 a 1,74 kg, které již představuje statisticky významné navýšení ($p < 0,05$). Celkové zvyšování svalové frakce od patnáctého roku je ovlivněno zvýšenou sekrecí androgenních hormonů v kombinaci se specifickým tréninkem, jehož vlivy se v důsledku projeví svalovou hypertrofií konkrétních svalových partií a vyšším podílem svalstva v rámci složení těla (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). K pozitivním změnám zaznamenaných na úrovni aktivní tělesné hmoty (ATH) dochází i Psotta et al. (2012) u profesionálního hráče ledního hokeje, nelze však přesně identifikovat podíl svalstva, neboť zde se jedná pouze o tukuprostou hmotu.

Zastoupení tělesného tuku se u našeho souboru pohybuje na úrovni hodnot 10–12 %. Celkově mají procentuální hodnoty tělesného tuku mírnou sestupnou tendenci. Ve věkových kategoriích 15 a 17 let bylo zaznamenáno snížení o 0,62–1,33 % s ohledem na kondiční přípravu. To představuje snížení o 0,28–0,95 kg tělesného tuku. Tyto hodnoty se ukázaly jako nesignifikantní. U šestnáctiletých a osmnáctiletých hráčů došlo ke snížení tělesného tuku o 1,39 % a 1,72 %, což znamenalo v průměru o 0,95 kg a 1,43 kg a tyto hodnoty se již jeví jako statisticky významné ($p < 0,05$) (Tabulka 4). Pokud srovnáme změny v zastoupení tělesného tuku s údaji Psotty et al. (2012), tak u dospělého profesionálního hráče nedošlo ke změnám s ohledem na vstupní a výstupní vyšetření. Jsou však patrné významné rozdíly mezi zastoupením tělesného tuku na začátku, v polovině kondiční přípravy a po jejím ukončení. V polovině kondiční přípravy byly hodnoty tělesného tuku signifikantně nižší než na jejím začátku a ve druhé polovině přípravy došlo opět k navýšení tukové frakce na původní hodnoty. Toto poměrně zajímavé zjištění autoři interpretují vlivem porušení dietních opatření. Rovněž vliv jednotlivých fází tréninkového programu může být diskutován. První polovina intenzivní kondiční přípravy u hráčů ledního hokeje bývá zaměřena především na objem, ve druhé části pak více na aktivity spojené s anaerobní složkou, rychlostní aktivity, rozvoj agility apod. V tomto kontextu se jeví jako zajímavé posoudit změny jednotlivých frakcí tělesného složení u mladých hráčů ledního hokeje i v průběhu intenzivní kondiční přípravy.

S ohledem na možné limity práce a design výzkumného šetření si autoři uvědomují, že nelze jasně identifikovat vliv konkrétních proměnných, které by mohly kauzálně objasnit předložená zjištění. Hlavní přínos předložené studie považují autoři v možnosti praktické implementace zjištěných poznatků do oblasti sportovní praxe v konkrétní specializaci. Z výzkumného hlediska se otevírají další hypotézy, jejichž platnost lze dále verifikovat.

Závěr

Dynamika změn základních morfologických parametrů, tělesná výška a tělesná hmotnost, vykazuje ve většině pozorování nesignifikantní navýšení u sledovaných souborů ve věku 15–18 let s ohledem na sledované období devíti týdnů intenzivní kondiční přípravy u mladých hráčů ledního hokeje.

Změny v zastoupení kostry vykazují celkově pozitivní trend. Byly zjištěny vyšší absolutní i relativní hodnoty v zastoupení kosterního svalstva se současným snižujícím se zastoupením tělesného tuku, a to u všech věkových kategorií mezi 15–18. rokem. Většina pozorovaných změn vykazuje nesignifikanční difference na úrovni malé až střední věcné významnosti. Zjištěné signifikantní změny byly zaznamenány u věkové kategorie šestnáctiletých a osmnáctiletých hráčů ($p < 0.05$). Předložené výstupy konkrétně reflektují změny základních morfologických parametrů s ohledem na časově ohraničenou dobu intenzivní kondiční přípravy u definované věkové kategorie a specifické sportovní specializace.

Souhrn

Předložená studie se zabývá sledováním změn základních morfologických charakteristik a jednotlivých frakcí složení těla u mladých hráčů ledního hokeje ve věku 15–18 let s ohledem na intenzivní kondiční přípravu o délce trvání devíti týdnů. Cílem šetření je zjistit dynamiku vývoje sledovaných parametrů u jednotlivých věkových kategorií ve vztahu k definované zátěži. Výzkumu se zúčastnilo celkem 141 mladých hráčů ledního hokeje. Hráči absolvovali komplexní antropometrické vyšetření v průběhu sedmi dnů před započítáním intenzivní devítitýdenní kondiční přípravy a v průběhu následujících tří dnů po jejím ukončení. Kondiční příprava byla realizována mimo ledovou plochu. Z hlediska výkonnosti se jedná o hráče na úrovni dorostenecké a juniorské extraligy, ligy. Do výzkumného šetření se zapojilo celkem pět hokejových klubů z oblasti Olomouckého a Moravskoslezského kraje. Z hlediska administrace byla zpracována pouze data hráčů, kteří se zúčastnili komplexního vstupního a výstupního vyšetření a současně absolvovali minimálně 80 % všech realizovaných tréninkových jednotek ve sledovaném časovém období (týden v měsíci dubnu, květen, červen). S ohledem na definovaná kritéria byly do závěrečného zpracování dat zařazeny údaje 68 % probandů. Data byla zpracována ve specializovaném programu Antropo. Statistické procedury byly provedeny v programu Statgraphics vers. 9.0. Absolutní i relativní hodnoty v zastoupení kosterního svalstva vykazují pozitivní změny ve všech věkových kategoriích. Opačný trend byl zjištěn u hodnot zastoupení tělesného tuku. Statisticky významné rozdíly byly prokázány u kategorie šestnáctiletých a osmnáctiletých hráčů.

Klíčová slova: tělesná výška, tělesná hmotnost, tukuprostá hmota, juvenis, sport

Literatura

- Blahuš, P. (1996). *K systematickému pojetí statistických metod v metodologii empirického výzkumu chování*. Praha: Karolinum.
- Blanchard, K. (1995). *The Anthropology of Sport: An Introduction (A Revised Edition)*. Westport: Bergin & Garvey, Greenwood Publishing Group, Inc.
- Bláha, P. (2000). *Antropo*. [Computer software]. Praha: Antrobla.
- Behm, D. G., Wahl, M. J., Button, D. C., Power, K. E., & Anderson, K. G. (2005). Relationship between hockey skating speed and selected performance measures. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 326–331.
- Brocherie, F., Babault, N., Cometti, G., Maffiuletti, N., & Chatchard, J. C. (2005). Electrostimulation training effects on the physical performance of ice hockey players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(3), 455–460.
- Burr, J. F., Jamnik, R. K., Baker, J., Macpherson, A., Gledhill, N., & McGuire, E. J. (2008). Relationship of physical fitness test results and hockey platiny potential in elite-level ice hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1535–1543.
- Cady, S., & Stenlund, V. (1998). *High performance skating for ice hockey*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. (4th ed.). New York: Academic Press.
- Cox, M. H., Miles, D. S., Verde, T. J., & Rhodes, E. C. (1995). Applied physiology of ice hockey. *Sports Medicine*, 19, 184–201.
- Frömel, K., Novosad, J., & Svozil, Z. (1999). *Pohybová aktivita a sportovní zájmy mládeže*. 1. vyd. Olomouc: FTK UP.
- Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Brno: Computer press.
- Green, H., Bishop, P., Houston, M., Mckillop, R., Norman, R., & Stothart, P. (1976). Time-motion and physiological assessments of ice hockey performance. *Journal of Applied Physiology*, 40, 159–163.
- Hoff, J., Kemi, O. J., & Helgerud, J. (2005). Strength and endurance differences between elite and junior elite ice hockey players. The importance of allometric scaling. *International Journal of Sports Medicine*, 26(7), 537–541.
- Hume, P., & Marfell-Jones, M. (2008). The importance of accurate site location for skinfold measurement. *Journal of Sports Sciences*, 26(12), 1333–1340.
- Kučera, M., & Dylevský, I. (1999). *Sportovní medicína*. Praha: Grada Publishing.
- Kudláček, M., & Frömel, K. (2012). Sportovní preference a pohybová aktivita studentek a studentů středních škol. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kutáč, P. (2012). Vývoj somatických parametrů hráčů ledního hokeje. *Česká antropologie*, 62(2), 9–14.
- MacLean, E. (2008). A theoretical review of the physiological demands of ice-hockey and a full year periodized sport specific conditioning program for the Canadian junior hockey player. Retrieved Available from: https://performance-trainingsystems.net/Resources/Hockey_Paper_Final.pdf [Accessed 19/2/2013].
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Or, B. (2004). Growth, maturation, and physical activity. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Manners, T. W. (2004). Sport-specific training for ice hockey. *Strength & Conditioning Journal*, 26(2), 16–21.
- Marfell-Jones, M. J., Olds, T., Stewart, A. D., & Carter, L. (2006). *International standards for anthropometric assessment*. Potchefstroom, South Africa: International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK).
- Montgomery, D. L. (2006). Physiological profile of professional hockey players a longitudinal study. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 31, 181–185.
- Norton, K. I., Whittingham, N. O., Carter, J. E. L., Kerr, D. A., Gore, C. J., & Marfell-Jones, M. J. (1996). Measurement Techniques in Anthropometry. In: Norton, K. and Olds, T. (Eds.), *Anthropometrica*. Sydney: UNSW Press.
- Pařízková, J. (1998). Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi. *Med. Sport. Boh. Slov.*, 1998, 7(1), 1–6.
- Pavlik, J. (1999). *Tělesná stavba jako faktor výkonnosti sportovce*. Brno: Masarykova Univerzita, Pedagogická fakulta.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada.
- Psotta, R., Kundrátek, M., Lehnert, M., Svoboda, Z., & Sigmund, M. (2012). Změny svalové síly a anaerobní a aerobní výkonnosti v průběhu osmitýdenního kondičního tréninku profesionálního hokejisty: kasuistická studie. *Česká kinantropologie*, 16(4), 78–93.
- Quinney, H. A., Dewar, R., Game, A., Snydmiller, G., Warburton, D., & Gordon, B. (2008). A 26 year physiological description of a National Hockey League team. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 33, 753–760.

- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex.
- Seliger, V., Kostka, V., Grusová, D., Kováč, J., Machovcová, J., Pauer, M. et al. (1972). Energy expenditure and physical fitness of ice-hockey players. *Internationale Zeitschrift für Angewandte Physiologie*, 30(4), 283–291.
- Seliger, V., Léger, L., Melichna, J., Vránová, J., Havlíčková, L., Bartůňek, Z. et al. (1980). Physical performance capacity of ice-hockey players. *Acta Univ. Carol. Gymnica*, 16(2), 49–66.
- Sigmund, M., Riegerová, J., & Dostálová, I. (2012). Vývoj základních morfologických parametrů u vrcholových seniorských hráčů ledního hokeje v České republice v kontextu let 1928–2010. *Česká antropologie*, 62(2), 29–35.
- Stejskal, P. (2004). *Proč a jak se zdravě hýbat*. Břeclav: Prestempus.
- Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2011). *Research methods in physical activity* (6th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Vescovi, J. D., Murray, T. M., & Van Heest, J. L. (2006). Position performance profiling of elite ice hockey players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1, 84–94.
- Vígenerová, J., Riedlová, J., Bláha, P., Kobzová, J., Krejčovský, L., Brabec, M., & Hrušková, M. (2006). 6. *Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001* Česká republika. Praha: PřF UK a SZÚ.

SLEDOVÁNÍ RELIABILITY U VYBRANÝCH PARAMETRŮ NOHY PROSTŘEDNICTVÍM FOOTSCAN SYSTEM U ŽEN STŘEDNÍHO VĚKU

Monitoring the reliability of selected leg parameters set by the FootScan system for middle-aged women

Tereza Sofková, Miroslava Přidalová

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

Abstract

A properly functioning support body system indicates a properly functioning foot area and its optimal mobility that depends on the formation of appropriate anatomical structures. The FootScan® system is a tool that enables us to record changes in foot kinesiology parameters.

The aim of the study was to assess changes of selected parameters of the sole with the FootScan® system in a group of middle-aged women after regular physical exercise using repeated measurements.

Fifty-four women with weight of 73.2 kg (SD = 12.9), height of 166.7 cm (SD = 6.0), foot size 39 (SD = 2) (EUR), and age 52.4 (SD = 4) participated in the study. Their lifestyle was sedentary and they were interested in physical exercise. The women started attending a course of aerobics three times a week for six months. Plantar pressure distribution was analysed by the FootScan® system. The function that was used divides the foot into 9 areas in which we measured a range of parameters with respect to intraindividual variations. A reliability coefficient was set for particular parameters to evaluate soles in their complexity. The repeated measurement was carried out six months after the first measurement.

Significant differences were found in certain areas of the sole after physical activity, particularly in the area of the heel, mid-foot and forefoot. The observed parameters were shown to be rather constant. After numerous observations of the foot types and the positioning of the heel, the arched foot type with the valgoid heel position was found to be normal (most frequent).

The results showed that focused, regular and guided physical activity had positive effect not only on foot loading, but also on walking quality. Physical activity did not demonstrate a fundamental change in the foot types and the positioning of the heel. Considering the limited possibilities of further changes observed in the women, it is not possible to conclude whether there is a chance of stabilization. There is a wide variety of human locomotion; therefore, it is essential to consider this fact in different kinds of studies. The practical contribution of the project lies in evaluation of reliability on the repeated measurements under the influence of physical activity.

Key words: foot kinesiology, deliberate physical activity, aerobic exercise, FootScan® system, walking

Úvod

Optimálně fungující podpůrně pohybový systém znamená také jeho správně fungující bazální článek nohy a optimalizaci jejích kineziologických funkcí v závislosti na utvářených ana-

tomických strukturách. Pokud je morfologie nohy pozměněna, mění se také její schopnost reagovat na podněty ve smyslu pružnosti, plastičnosti a reaktivnosti; dochází ke změnám velikostí a směrů plantárních sil a tlaků. Noha jako bazální článek podpůrně pohybového systému zastává nejen biomechanickou funkci, ale je také senzitivním čidlem.

Struktura a funkce nohy podmiňuje skladbu a řazení kineziologických vzorců při chůzi a tím biomechanicko-kineziologickou a motorickou výkonnost organismu. Již od dětství je bohatá na fyziologické i patologické variace. Mimo kostěnou strukturu určují optimální výkonnost i podstatu a průběh klinických insuficiencí kloubní spojení a měkké tkáně (Čihák, 2001; Dungl, 2005; Kučera, Korbelář, Kolář, & Linc, 1994).

Díky vlivu zevních a vnitřních faktorů, jako je oslabení měkkých tkání nožní klenby; nepřiměřená fyzická zátěž ve smyslu např. nedostatečné nebo neadekvátní pohybové aktivity nebo nadváhy a obezity; anatomicky nevhodné obuvi či užívání mimo její účel, se struktura a funkce nohy v průběhu života mění. To způsobuje vytváření deformit, které se projevují většími či menšími zdravotními potížemi. Neoptimální zatížení či přetížení nohy znamená přetěžování dalších kloubů na dolních končetinách, její sníženou pohyblivost, sníženou sílu a sníženou schopnost plantárních vjemů, čímž dochází ke změnám plantárních vzorů. Zpětně tak má změna morfologie nohy vliv na kloubní pohyblivost a řetězení svalových funkcí na trupu i dolních končetinách. Vzhledem ke kinetické funkci nohy se pak mění biomechanika kroku jedince a stereotyp chůze (Buchanan & Davis, 2005; Hessert et al., 2005; Menz et al., 2003; Přidalová, Seifertová, Elfmark, & Janura, 2003).

Měření tlaků v oblasti chodidla je využíváno v klinické i sportovní praxi pro posouzení anatomických deformací, odchylek při diagnostice chůze, prevence a nebezpečí pádů u seniorské populace, prevence výskytu dekubitů u diabetické nohy, při neurologických nebo motorických deficitech. S postupujícím věkem se setkáváme s nižší stabilitou při chůzi, která je doplněná menší silou, kratším krokem a vyšším rizikem pádů. Odstranění některých insuficiencí v oblasti nohy může přispět k odstranění problémů v oblasti podpůrně pohybového systému a naopak. Využití je také pro zkvalitnění tréninkového procesu ve vybraných sportovních disciplínách, např. při odrazových aktivitách (Eils et al., 2002; Imamura et al., 2002; Menz, 2004; Menz & Morris, 2006; Přidalová, Vorálková, Elfmark, Riegerová, & Janura, 2003).

Cíl

Cílem této práce bylo zhodnocení vlivu pravidelné pohybové aktivity na vybrané parametry plosky nohy při opakovaných měřeních systémem FootScan® u žen středního věku.

U vybraných parametrů jsme sledovali reliabilitu mezi prvním a druhým měřením. Dále jsme sledovali změny stylu chůze vzhledem k výskytu typu nohy a postavení paty, které nastaly vlivem realizované aerobní aktivity

Metodika

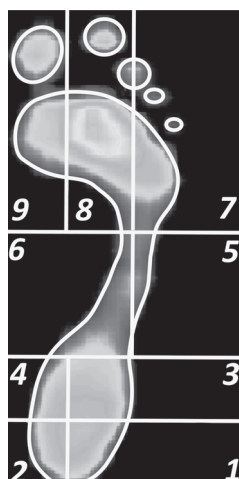
U 54 žen bylo sledováno opakovaně zatížení v jednotlivých oblastech planty při chůzi. Jejich průměrný věk byl $52,4 \pm 4$ let. Průměrná tělesná hmotnost činila $73,2 \pm 12,9$ kg, průměrná tělesná výška byla $166,7 \pm 6,0$ cm a velikost nohy 39 ± 2 (EUR). Vstupním kritériem byl sedavý životní styl, zájem těchto žen o cvičení, zdravotní stav umožňující absolvovat pohybový program v nejširším možném rozsahu a také ochota podrobit se opakovanému měření po šesti měsících. Ženy navštěvovaly kurz aerobiku třikrát týdně po dobu šesti měsíců pod dohledem zkušené lektorky aerobiku. Při závěrečném měření došlo ke snížení průměrné hodnoty tělesné hmotnosti na $72,0 \pm 11,9$ kg.

Rozložení plantárního tlaku jsme sledovali prostřednictvím systému FootScan® na katedře přírodních věd v kinantropolo-

gii, Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Zaměřili jsme se na sledování vybraných parametrů charakterizujících zatížení plosky nohy v devíti oblastech chodidla při chůzi. Při šetření byla zohledněna lateralita nohou. Pro vlastní šetření byly použity ve specifických oblastech chodidla tyto parametry (Obrázek 1):

- **contact** – doba kontaktu specifické oblasti vzhledem k celkové době chodidla (%);
- **peak** – doba maximálního kontaktu specifické oblasti vzhledem k celkové době chodidla (%);
- **load time** – doba zatížení vzhledem k době bez zátěže ve specifické oblasti (%);
- **load rate** – rychlost zatížení specifické oblasti (N/ms);
- **comp** – poměr sil ve specifických oblastech s průměrnou silou v části chodidla, ke které náleží (%).

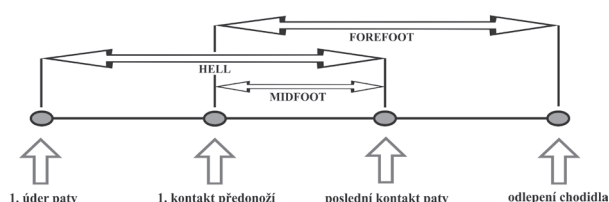
Obrázek 1. Specifické oblasti nohy (upraveno dle Anonymus, 1999)



Koeficienty reliability byly sledovány u následujících parametrů (Obrázek 2):

- **heel** – doba zatížení oblasti paty a středonoží k opěrné fázi nohy (%);
- **midfoot** – doba zatížení plosky nohy k době opěrné fáze nohy (%);
- **forefoot** – doba zatížení oblasti středonoží a předonoží k době opěrné fáze nohy (%).

Obrázek 2. Rozdělení opěrné fáze nohy dle systému FootScan®



Reliabilita byla hodnocena zvláště pro levou a pravou nohu u následujících parametrů:

- **mid** – poměr plochy středonoží k celkové ploše plosky nohy (%);
- **surface** – kontaktní plocha plosky nohy (cm²);
- **dx** – rozsah pohybu působíště vektoru reakční síly podložky v mediolaterálním směru (mm);
- **dy** – rozsah pohybu působíště vektoru reakční síly podložky v anteroposteriorním směru (mm).

Dále jsme sledovali změny vzhledem k výskytu typu nohy a postavení paty. Byly diferencovány následující typy nohy:

- **LFF** (lehce plochá noha);
- **NF** (normálně klenutá noha);
- **LHAF** (lehce vysoká noha);
- **HAF** (vysoká noha);
- **HHAF** (velmi vysoká noha).

Postavení paty bylo možno hodnotit jako valgózní (valgus), těžce valgózní (heavy), varózní (varus) a neutrální (neutral).

Testované ženy byly nejprve seznámeny s průběhem a zámerem měření. Před vlastním testováním měly ženy možnost vyzkoušet si přirozenou chůzi po plošině. Testování bylo realizováno třikrát. Každý z testů byl započat dva metry před měřicí plošinou. Opakované měření proběhlo po následujících šesti měsících ve standardních podmínkách.

Pro statistické zpracování měřených parametrů byl používán statistický software Statistica 9.0. Byly vypočítány základní statistické veličiny. U parametrů, které charakterizují typ nohy a postavení paty, byly vypočítány absolutní a relativní četnosti a vzájemné vztahy byly ověřeny metodou kontingenčních tabulek. Statistické porovnání bylo provedeno vícenásobnou analýzou rozptylu. Pro opakované pokusy byla zvolena analýza rozptylu pro závislá měření. Pro porovnání dvojice jsme použili Fisherův LSD post-hoc test. Statisticky významný rozdíl byl hodnocen v případě, kdy hladina významnosti pro zamítnutí nulové hypotézy byla menší než 0,05. Při opakovaných pokusech byl také vypočítán koeficient reliability (opakovatelnosti), který nás informuje o stabilitě jednotlivých parametrů sledovaných touto metodou. Dle Vincenta (1994) hodnoty v intervalu 0,6–0,79 považujeme jako akceptovatelné v uvedeném parametru; hodnoty vyšší než 0,79 považujeme za vysoce reliabilní.

Výsledky a diskuze

Na základě provedené analýzy výsledků byly zjištěny po aplikaci cílené pohybové aktivity statisticky významné rozdíly v oblasti paty, středonoží a předonoží ($p < 0,05$). Z důvodu laterální shody nespecifikujeme výsledky v oblasti pravé a levé nohy.

Oblast paty byla rozdělena na čtyři oblasti. V první a druhé oblasti (zadní laterální a mediální část paty) jsme zaznamenali statisticky významný rozdíl při opakovaném měření v době maximálního kontaktu, době zatížení, rychlosti zatížení a v porovnání specifických sil. V třetí a čtvrté oblasti (přední laterální a mediální část paty) jsme prokázali při opakovaném měření statisticky významný rozdíl v době kontaktu a v rychlosti zatížení. V přední mediální části paty byl zaznamenán při opakovaném měření statisticky významný rozdíl v porovnání specifických sil. Tato oblast je u chůze první v kontaktu s plochou, můžeme tedy hovořit o vyšší intraindividuální variabilitě parametrů. Průměrné hodnoty sledovaných parametrů jsou však bez výrazných změn. Za více stabilní z pohledu sledovaných parametrů je možno považovat pokusy v druhém měření. U všech pokusů druhého měření bylo dosaženo ve sledovaných parametrech vyšších průměrných hodnot.

Pro názornost uvádíme intervaly spolehlivosti hodnot parametru peak v 1. oblasti (Obrázek 3a, 3b). Následně prezentujeme tabulku diferencí, která ukazuje statisticky významný rozdíl mezi příslušnými dvojicemi pokusů (Tabulka 1).

Oblast středonoží obsahuje pátou a šestou oblast nebo-li laterální a mediální část středonoží. V obou oblastech jsme prokázali při opakovaném měření statisticky významný rozdíl v době maximálního kontaktu. V laterální části středonoží byl zaznamenán při opakovaném měření statisticky významný rozdíl v době zatížení a v porovnání specifických sil. Průměrné hodnoty sledovaných parametrů v oblasti středonoží jsou při druhém měření vyšší a jeví se jako více stabilní.

Sledováním vztahů mezi rozložením tlaku a bolestí pod vlivem působení ortopedických vložek prokázali Stolwijk,

Keijsers, Nienhuis a Duysens (2008). Analýzou bylo zjištěno snížení plantárního tlaku za použití vložky v oblasti hlavičky palcového metatarzu a v oblasti paty. Naopak zvýšený tlak byl zaznamenán v laterální části středonoží.

Oblast předonoží byla rozdělena na sedmou oblast laterální části předonoží, osmou oblast střední části předonoží, devátou oblast mediální části předonoží. Vlivem aerobní aktivity se průměrné hodnoty parametrů signifikantně nezměnily. V laterální části předonoží jsme prokázali mezi měřeními statisticky významný rozdíl v době kontaktu a v době maximálního kontaktu. Ve střední části předonoží jsme prokázali po aplikaci pohybové aktivity statisticky významný rozdíl v době kontaktu, v době maximálního kontaktu a v rychlosti zatížení. V průměrných hodnotách těchto parametrů v druhém měření jsme nezaznamenali změnu. V mediální části předonoží byl pozorován statisticky významný rozdíl po zahájení pravidelného pohybu v době kontaktu, v době maximálního kontaktu, v době zatížení a rychlosti zatížení.

Uvádíme intervaly spolehlivosti hodnot parametru contact v 9. oblasti (Obrázek 4a, 4b). Dále prezentujeme podrobnější tabulku diferencí, která vystihuje statisticky významný rozdíl mezi příslušnými dvojicemi pokusů (Tabulka 2).

Nejkratší dobu setrvává na podložce zadní část paty a nejdelší je v kontaktu předonoží. K podobným výsledkům dospě-

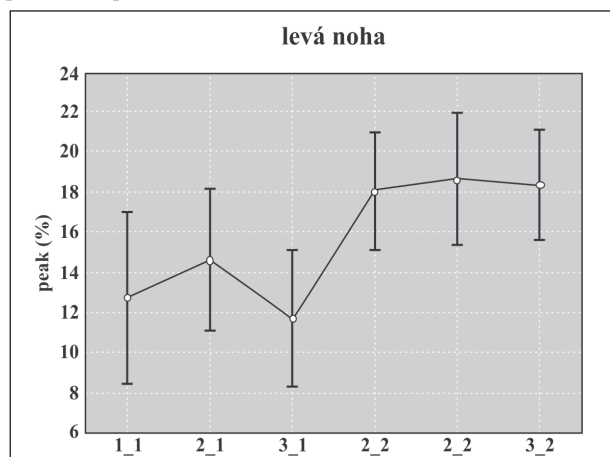
li, např. také De Rock et al. (2000); Hamill a Knutzen (1995); Rezková (2005). Zprvu je znatelné postupné zatěžování až do položení plosky nohy, kde se doba kontaktu zvyšuje. Poté následuje střední opěrné období končící „zvednutím“ paty, posledním odtážením je zvednutí špičky. Maximální zatížení nacházíme v oblasti předonoží. Výsledky studií Rosenbauma et al. (1994), podobně jako Meyringam et al. (1997) vykazují prakticky shodné výsledky.

Důležitou veličinou je rychlost chůze. Podle Smidta (1990) je rychlost chůze funkcí délky krokového cyklu a času krokového cyklu. Rychlost chůze je ovlivněna vnějšími vlivy prostředí i vnitřními mechanismy (Gage, 1991). Rychlost chůze je v úzkém vztahu se změnou kloubních rozsahů, reakční síly opěrné plochy, délkou krokového cyklu a energetickou spotřebou. V mnohých studiích byl dokázán těsný vztah mezi rychlostí chůze a délkou kroku (Inman, 1994; Murcková, 1998; Whittle, 1997; Winter, 1995).

Porovnáním parametru comp, vyjadřující relativní působení síly ve specifické oblasti, jsme dospěli k poměru rozložení sil na plosce nohy. Oblast zadní části nohy je zatížena asi 50 %, mediální část předonoží 33 % a laterální část předonoží 17 %.

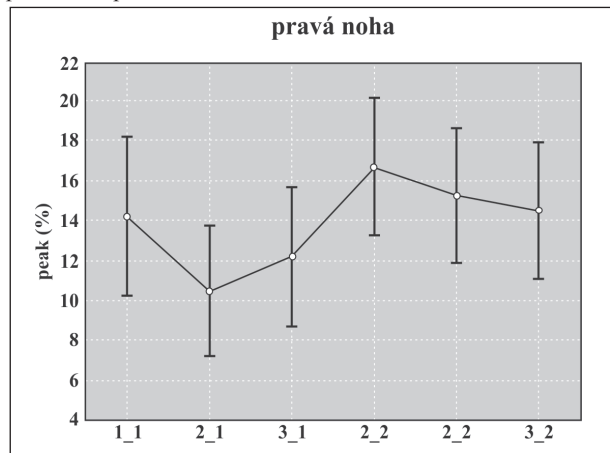
Rezková (2005) uvádí, že stabilita sledovaných parametrů na základě hodnocení koeficientu reliability (Vincent, 1994) u vybraných parametrů, je dobrá. Nejméně stabilní oblastí,

Obrázek 3a. Průměrné hodnoty a 95% intervaly spolehlivosti parametru peak v 1. oblasti



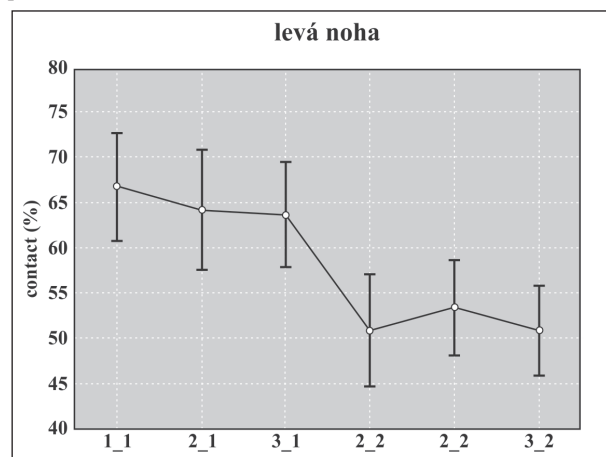
Poznámka: 1-3_1 – tři pokusy prvního měření, 1-3_2 – tři pokusy druhého měření

Obrázek 3b. Průměrné hodnoty a 95% intervaly spolehlivosti parametru peak v 1. oblasti



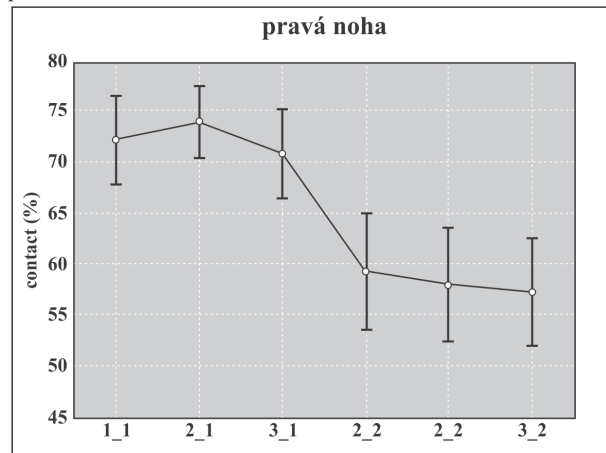
Poznámka: 1-3_1 – tři pokusy prvního měření, 1-3_2 – tři pokusy druhého měření

Obrázek 4a. Průměrné hodnoty a 95% intervaly spolehlivosti parametru contact v 9. oblasti



Poznámka: 1-3_1 – tři pokusy prvního měření, 1-3_2 – tři pokusy druhého měření

Obrázek 4b. Průměrné hodnoty a 95% intervaly spolehlivosti parametru contact v 9. oblasti



Poznámka: 1-3_1 – tři pokusy prvního měření, 1-3_2 – tři pokusy druhého měření

z hlediska opakovatelnosti pokusů, je oblast mediální části předonoží. Velice stabilní se jeví oblast paty. Také Low a Dixon (2010) uvádějí vysoké hodnoty korelací, které potvrzují poměrně dobrou opakovatelnost ve velikosti sil a plantárních tlaků ve všech oblastech nohy. Podobné výsledky byly zjištěny také u klinických studií, např. Leeden et al. (2004) u artritických pacientů potvrdil dobrou reprodukovatelnost dvou stupňového protokolu nebo Bus a Lange (2005) u diabetické neuropatické nohy. Někteří autoři však poukazují na vyšší rozdíly koeficientů reliability v rámci jednotlivých částí nohy, např. předonoží oproti zánoží (Maiwald et al., 2008).

Pozornost jsme pro komplexnost hodnocení vybraných parametrů plošky nohy zaměřili na zatížení oblasti paty a středonoží k době opěrné fáze nohy, na sledování poměru mezi dobou zatížení plošky nohy k době opěrné fáze nohy (midfoot) a na sledování poměru doby zatížení oblasti středonoží a předonoží k době opěrné fáze nohy (forefoot). Hodnoty koeficientu reliability dle Vincenta (1994) prokázaly celkově velmi dobrou stabilitu u sledovaných parametrů (Tabulka 3). Uvedené parametry je potřeba hodnotit v kontextu lidského pohybu vykazujícího značnou variabilitu. Dále byly sledovány v rámci prvního a druhého měření u levé i pravé nohy následující parametry: mid (poměr plochy středonoží k celkové ploše plošky nohy), surface (kontaktní plocha plošky nohy), dx (rozsah pohybu působíště vektoru reakční síly podložky v mediolaterálním směru), dy (rozsah pohybu působíště vektoru reakční síly podložky v předozadním směru). Při opakovaných pokusech byl vypočítán koeficient reliability, který nás informoval o akceptovatelné stabilitě jednotlivých parametrů mezi měřeními. Vysoká stabilita byla zaznamenána u parametrů mid, surface a dy. Na základě výsledků je možno konstatovat, že celkově zaznamenáváme velmi dobrou stabilitu u vybraných parametrů během chůze.

Anteroposteriorní komponenta reakční síly odpovídá 2 % hmotnosti těla při počátečním kontaktu a jeho vektor se zvětšuje ve směru dorzálním do maxima 16 až 17 % tíhové síly. Dorzální směr vektoru působí ve smyslu zpomalování rychlosti těla. Během střední stojné fáze mění komponenta F_y směr působení ventrálně a hodnoty dosahují 16 až 17 % tíhové síly. Křivka F_y má bifázický charakter z důvodu změny směru působení. Mediolaterální komponenta reakční síly F_x v mediálním směru dosahuje při počátečním kontaktu 8 % tíhové síly. Při jednooborové fázi se směr komponenty F_x mění v laterální, dosahuje 8 % tíhové síly. Při odvinutí paty a zvětšování rychlosti těla je dosaženo v mediálním směru další maximální hodnoty komponenty F_x . Mediolaterální komponenta F_x je při chůzi nejvíce variabilní co do velikosti a charakteru křivky, závisící na rotaci bérce a inverzním nebo everzním postavení nohy při kontaktu s podložkou (Whittle, 1997).

Seifertová (2003) se zabývala závislostí funkčních parametrů na typu nohy a postavení paty. Výsledky ukázaly, že u vysoké nohy (HAF) je poměr prakticky nezměněn. U velmi vysoké nohy (HHAF) je méně zatěžována laterální oblast a více oblast paty. Noha mírně vysoká (LHAF) a normální noha (NF) málo zatěžuje mediální předonoží a více jeho laterální část či patu. Závěrem lze říci, že čím vyšší noha, tím méně zatěžuje laterální předonoží. Mezi typy postavení paty rozdíly zaznamenány nebyly. Valgózní zánoží zatěžuje nepatrně více patu.

Dále byly sledovány systémem FootScan® četnosti typu nohy a postavení paty (Tabulka 4 a 5). Vstupní měření prokázalo u žen na obou chodidlech nejčastěji normálně klenutý typ nohy.

Při srovnávání typů nohy se levostranně nejčastěji vyskytuje velmi vysoká noha, druhá v pořadí se objevuje noha normálně klenutá. Pokud by se četnost typu nohy dělila například podle Vojtašského (1998), byl by vysoký typ nohy nejčastější. Vzhledem k nárůstu výskytu vysoké nohy při 2. měření je

Tabulka 1. Hodnocení rozdílů a statistická významnost parametru peak v 1. oblasti

	levá noha						pravá noha					
	1_1	2_1	3_1	1_2	2_2	3_2	1_1	2_1	3_1	1_2	2_2	3_2
1_1	–	0,37	0,62	0,01	0,01	0,01	–	0,07	0,33	0,22	0,60	0,80
2_1	0,37	–	0,16	0,10	0,06	0,08	0,07	–	0,40	0,01	0,02	0,05
3_1	0,62	0,16	–	0,01	0,01	0,01	0,33	0,40	–	0,03	0,13	0,26
1_2	0,01	0,10	0,01	–	0,78	0,88	0,22	0,01	0,03	–	0,49	0,28
2_2	0,01	0,06	0,01	0,78	–	0,89	0,60	0,02	0,13	0,49	–	0,70
3_2	0,01	0,08	0,01	0,88	0,89	–	0,88	0,05	0,26	0,28	0,70	–

Poznámka: 1–3_1 – tři pokusy prvního měření, 1–3_2 – tři pokusy druhého měření

Tabulka 2. Hodnocení rozdílů a statistická významnost parametru contact v 9. oblasti

	levá noha						pravá noha					
	1_1	2_1	3_1	1_2	2_2	3_2	1_1	2_1	3_1	1_2	2_2	3_2
1_1	–	0,48	0,39	0,01	0,01	0,01	–	0,54	0,64	0,01	0,01	0,01
2_1	0,48	–	0,88	0,01	0,01	0,01	0,54	–	0,28	0,01	0,01	0,01
3_1	0,39	0,88	–	0,01	0,01	0,01	0,64	0,28	–	0,01	0,01	0,01
1_2	0,01	0,01	0,01	–	0,47	0,99	0,01	0,01	0,01	–	0,66	0,48
2_2	0,01	0,01	0,01	0,47	–	0,48	0,01	0,01	0,01	0,66	–	0,79
3_2	0,01	0,01	0,01	0,99	0,48	–	0,01	0,01	0,01	0,48	0,79	–

Poznámka: 1–3_1 – tři pokusy prvního měření, 1–3_2 – tři pokusy druhého měření

možno předpokládat, že pohybová aktivita je jedním z faktorů, který vznik vysoké nohy ovlivňuje. Výskyt vysoké nohy je dále ovlivněn chůzí po tvrdém terénu a tvrdou podrážkou. Při srovnávání typů nohy a postavení paty se v prvním měření oboustranně nejčastěji vyskytuje normálně klenutý typ nohy a měření prokázalo převážně valgózní postavení paty. Při sledování typů nohy a postavení paty v druhém měření se u levé nohy nejčastěji vyskytuje u velmi vysokého typu nohy

a u normálně klenutého typu nohy valgózní postavení paty. Nejčastější typ pravé normálně klenuté nohy zaznamenal valgózní postavení paty.

Dungl (2005) uvádí, že normálně klenutá noha je pružná, s plantigrádním došlapem, s vytvořenou podélnou a příčnou klenbou a současně i dostatečně rigidní, udržující svůj tvar v zatížení, s fyziologickým rozsahem pohybu v jednotlivých kloubech. Dungl (1989) uvádí, že normální hodnota pasivní

Tabulka 3. Hodnocení reliability u vybraných parametrů

reliabilita	levá noha		pravá noha	
	první měření	druhé měření	první měření	druhé měření
heel	0,45	0,67	0,63	0,55
midfoot	0,79	0,78	0,67	0,59
forefoot	0,81	0,72	0,72	0,57
mid	0,90	0,79	0,89	0,80
surface	0,95	0,88	0,95	0,91
dx	0,70	0,54	0,68	0,55
dy	0,88	0,92	0,68	0,79

Tabulka 4. Četnosti výskytu charakterizující typ levé nohy v 1. a 2. měření

typ L1	typ L2					Σ řádků
	LFF	NF	LHAF	HAF	HHAF	
LFF	1	4	0	0	0	5
% celkem	0,93	3,74	0,00	0,00	0,00	4,67
NF	2	17	15	7	5	46
% celkem	1,87	15,89	14,02	6,54	4,67	42,99
LHAF	1	5	9	7	8	30
% celkem	0,93	4,67	8,41	6,54	7,48	28,04
HAF	0	0	3	3	11	17
% celkem	0,00	0,00	2,80	2,80	10,28	15,89
HHAF	0	1	1	1	6	9
% celkem	0,00	0,93	0,93	0,93	5,61	8,41
Σ sloupců	4	27	28	18	30	107
% celkem	3,74	25,23	26,17	16,82	28,04	100,00

Tabulka 5. Četnosti výskytu charakterizující typ levé nohy a postavení paty v 1. a 2. měření

	typ nohy	Vagus	Heavy	Varus	Neutral	Σ řádků
1. měření	LFF	6	1	1	1	9
	NF	44	5	4	4	57
	LHAF	32	6	3	1	42
	HAF	18	5	0	0	23
	HHAF	6	3	1	0	10
	Σ sloupců	106	20	9	6	141
2. měření	LFF	6	0	1	0	7
	NF	24	6	0	1	31
	LHAF	21	3	3	2	29
	HAF	15	3	0	3	21
	HHAF	23	11	1	0	35
	Σ sloupců	89	23	5	6	123

everze je pouze 5–7°. Proto může noha do značné míry kompenzovat valgózní postavení. Podle Sobotky (1996) je valgozita méně nepříznivá, protože přesouvá zatížení k mediální straně chodidla, což není v rozporu s přirozeným stavem jako u varozity, kdy je více zatížena laterální oblast chodidel.

Některé ženy kladly větší důraz na kvalitnější obuv, tím se snižuje riziko přetížení vazů a svalů nohy a předcházíme poklesu nožní klenby, eventuálně vzniku vysoké nohy. Podle Véleho (1997) se krátké svaly nohy aktivují při odvíjení nohy, tj. při dynamické zátěži. Důsledkem intenzivnější sportovní činnosti je pravděpodobnější výskyt vysokých typů nohy ve zkoumaném souboru. Půlroční pohybová aktivita neprokázala zásadní změny ve výskytu typu nohy a postavení paty.

Z důvodu laterální shody uvádíme typy levé nohy v 1. a 2. měření (nezávislé pokusy). Shoda je zaznamenána na hlavní

diagonále v 36 případech. Rozdíl o 1 stupeň ve 48 případech a o 2 stupně, což nám dává významnou odchylku, ve 23 případech. Můžeme sledovat nárůst výskytu vysoké nohy na obou stranách v druhém měření.

Při srovnávání typu nohy a postavení paty se v 1. měření vyskytuje normální typ nohy a měření prokázalo převážně valgózní postavení paty. Ve 2. měření bylo zaznamenáno valgózní postavení paty u velmi vysoké nohy a u normálně klenuté nohy.

Závěr

Výsledky našeho šetření prokázaly, že cílená a pravidelná pohybová aktivita se projevila nejen v zatížení nohy, ale i v jiných parametrech charakterizujících kvalitu chůze. Byl stanoven koeficient reliability vybraných parametrů a byla prokázána celkově velmi dobrá stabilita.

Po aplikaci cílené pohybové aktivity jsme u vybraných parametrů zaznamenali statisticky významné rozdíly v oblasti paty, středonoží a předonoží. V oblasti paty jsme prokázali při opakovaných měření statisticky významný rozdíl v době kontaktu, době maximálního kontaktu, v době zatížení a v rychlosti zatížení. V oblasti středonoží jsme zaznamenali statisticky významný rozdíl pouze v době maximálního kontaktu. V oblasti předonoží byly stanoveny signifikantní difference u doby kontaktu, doby maximálního kontaktu a v rychlosti zatížení.

Sledováním četnosti typu nohy a postavení paty byl nejčastěji shledán normálně klenutý typ nohy s valgózním postavením paty. Vzhledem k existenci tří typů vysoké nohy, má v součtu typ vysoké nohy největší četnost.

Šestiměsíční pohybová intervence objektivně neprokázala zásadní změnu ve výskytu typu nohy a v postavení paty.

Limity studie

Vzhledem k omezené možnosti sledovat změny v dalším časovém horizontu nemůžeme potvrdit stabilizaci těchto parametrů. Opakovatelnost může být ovlivněna typem obuvi a také další realizovanou pohybovou aktivitou.

Souhrn

Optimálně fungující podpůrně pohybový systém znamená také správně fungující oblast nohy a její optimální pohyblivost v závislosti na utvářených anatomických strukturách. FootScan® systém je jedním z přístrojů, na kterém lze změny vybraných kineziologických parametrů v oblasti nohy zaznamenat.

Cílem práce bylo zhodnocení změn vybraných parametrů plosky nohy při opakovaných měřeních systémem FootScan® u sledované skupiny žen středního věku po realizaci pravidelné cílené pohybové aktivity aerobního charakteru.

Testování se zúčastnilo 54 žen. Jejich průměrná tělesná hmotnost činila $73,2 \pm 12,9$ kg, průměrná tělesná výška byla $166,7 \pm 6,0$ cm a velikost nohy 39 ± 2 . Jednalo se o ženy průměrného věku $52,4 \pm 4$ let, se sedavým stylem života a se zájmem o pravidelné cvičení. Pohybová intervence spočívala v absolvování třech cvičebních jednotek aerobiku týdně po dobu šesti měsíců. Rozložení plantárního tlaku jsme sledovali prostřednictvím systému FootScan®. V devíti specifických oblastech chodidla bylo sledováno spektrum parametrů s ohledem na intraindividuální variabilitu. Pro komplexnost hodnocení plosky nohy byl stanoven koeficient reliability jednotlivých parametrů. Opakované měření proběhlo po následujících šesti měsících ve standardních podmínkách.

V jednotlivých oblastech plosky nohy jsme zaznamenali u vybraných parametrů statisticky významné rozdíly po aplikaci pohybové aktivity v oblasti paty, středonoží a předonoží. Sledované parametry prokázaly opakovaně celkově velmi dobrou stabilitu. Frekvenčně byl nejčastěji shledán normálně klenutý typ nohy, s valgózním postavením paty.

Výsledky výzkumu prokázaly, že pravidelná a cílená pohybová aktivita se pozitivně projevila nejen v zatížení nohy, ale i v kvalitě chůze. Půlroční pohybová aktivita neprokázala zásadní změny v typu nohy a postavení paty. Vzhledem k omezené možnosti sledovat změny u těchto žen v dalším časovém horizontu nemůžeme potvrdit stabilizaci těchto parametrů v oblasti plosky nohy. Variabilita lidského pohybu dosahuje širokého spektra, proto je nutné k tomuto faktu přihlížet při různých typech studií. Praktický přínos spočíval ve stanovení reliability při opakovaných měřeních pod vlivem působení cílené pohybové aktivity.

Klíčová slova: kineziologie nohy, cílená pohybová aktivita, aerobní cvičení, FootScan® systém, chůze

Poděkování

Studie byla podpořena výzkumným grantem z Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky (č. MSM 6198959221) „Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn“.

Literatura

- Anonymous (1999). *User Manual for FootScan 6.3.2*. Olen: RSscan International.
- Čihák, R. (2001). *Anatomie I*. Praha: Grada Publishing.
- Buchanan, K. R., & Davis, I. (2005). The Relationship Between Forefoot, Midfoot, and Rearfoot Static Alignment in Pain-Free Individuals. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 35(9), 559–566.
- De Cock, A., De Clercq, D., Willems, T., & Witvrouw, E. (2004). *Temporal characteristics of foot roll-over during barefoot jogging: reference data for young adults*. Retrieved 12. 1. 2010 from the World Wide Web: <http://www.elsevier.com/locate/gaitpost.html>
- Dungl, P. (2005). *Ortopedie*. Praha: Grada Publishing.
- Eils, E., Nolte, S., Tewes, M., Thorwesten, L., Volker, K., & Rosenbaum, D. (2002). Modified pressure distribution patterns in walking following reduction of plantar sensation. *J Biomech*, 35, 1307–1313.
- Gage, J. R. (1991). *Gait analysis in cerebral palsy*. London: MacKeith Press.
- Hamill, J., & Knutzen, K. M. (1995). Biomechanical basis of human movement. Baltimore: Williams & Wilkins.
- In: Seifertová, R. (2003). *Využití možností měření nášlapných sil prostřednictvím softwaru FootScan*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Hessert, M. J., Vyas, M., Leach, J., Hu, K., Lipsitz, L. A., Novak, V. (2005). Foot pressure distribution during walking in young and old adults. *BMC Geriatrics*, 5(8), doi:10.1186/1471-2318-5-8.
- Imamura, M., Imamura, S. T., Salomao, O., Perera, C. A., De Carvalho, A. E., & Neto, R. B. (2002). Pedobarometric evaluation of the normal adult male foot. *Foot Ankle Int*, 23, 804–810.
- Inman, V. T., Ralston, H. J., & Todd, F. (1994). *Human Locomotion*. In J. Rose & J. G. Gamble (Ed.), *Human walking* (pp. 1–22). Baltimore: Williams & Wilkins.
- Kučera, M., Korbelář, P., Kolář, P., & Linc, R. (1994). Noha – jeden z limitujících faktorů výkonnosti. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 3, 114–119.
- Low, D. C., & Dixon, S. J. (2010). Footscan pressure insoles: accuracy and reliability of force and pressure measurements in running. *Gait posture*, 32(4), 664–666.
- Maiwald, C., Grau, S., Krauss, I., Mauch, M., Axmann, D., & Horstmann, T. (2008). Reproducibility of plantar pressure distribution data in barefoot running. *J Appl Biomech*, 24(1), 14–23.
- Menz, H. B. (2004). Two feet or one person? Problems associated with statistical analysis of paired data in foot and ankle medicine. *Foot*, 14, 2–5.
- Menz, H. B., & Morris, M. E. (2006). Clinical determinants of plantar forces and pressures during walking in older people. *Gait Posture*, 24, 229–236.
- Menz, H. B., Tiedemann, A., Kwan, M. M. S., Latt, M. D., & Lord, S. R. (2003). Reliability of clinical tests of foot and ankle characteristics in older people. *J Am Podiatr Med Assoc*, 93, 380–387.
- Meyring, S., Diehl, R. R., Milani, T. L., Hennig, E. M., & Berlit, P. (1997). Dynamic plantar pressure distribution measurements in hemiparetic patients. *Clinical Biomechanics*, 12, 60–65.

- Murcková, P. (1998). *Využití videografické vyšetřovací metody k analýze chůze u funkčních pohybových poruch*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Přidalová, M., Seifertová, R., Elfmark, M., & Janura, M. (2003). The Utilization of the Possibilities of the Pressure Forces Measurement by FootScan. *Bulletin Slovenskej antropologickej spoločnosti*, 6, 101–106.
- Přidalová, M., Vorálková, D., Elfmark, M., Riegerová, J., & Janura, M. (2003). The application of plantography and the method of pressure forces analyses for morphology and foot function evaluation. In: Sokolowski (Ed.), *Biospoleczne aspekty kultury fizycznej w wojsku* (pp. 332–339). Poznań: Drukarnia ESUS.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex.
- Rezková, T. (2005). *Intraindividuální variabilita rozložení tlakových sil v oblasti chodidla při chůzi*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Rosenbaum, D., Hautmann, S., Gold, M., & Claes, L. (1994). Effects of walking speed on plantar pressure patterns and hindfoot angular motion. *Gait & Posture*, 2, 191–197.
- Seifertová, R. (2003). *Využití možností měření nášlapných sil prostřednictvím softwaru FootScan*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Smidt, G. L. (1990). Rudiments of gait. In L. G. Smidt (Ed.), *Gait in rehabilitation* (pp. 65–96). New York: Churchill living stone.
- Sobotka, Z. (1996). Biomechanické funkce dolních končetin a chodidel. *Pohybové ústrojí*, 3(1), 28–37.
- Stolwijk, N. M., Keijsers, N. L. W., Nienhuis, B., & Duysens, J. (2008). *The effect of insoles on plantar pressure distribution and pain*. Retrieved 5. 2. 2010 from the World Wide Web: <http://www.rsscan.com.html>
- VanZant, R. S., McPoil, T. G., & Cornwall, M. W. (2001). Symmetry of plantar pressures and vertical forces in healthy subjects during walking. *J Am Podiatr Med Assoc*, 91, 337–342.
- Vařeka, I. (2004). *Posturální funkce dolní končetiny – vliv flexe v koleni na postavení v subtalárním kloubu v uzavřeném kinematickém řetězci*. Dizertační práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Véle, F. (1997). *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada.
- Vincent, W. J. (1994). *Statistics in kinesiology*. Champaign: Human Kinetics.
- Vojtaššák, J. (1998). *Ortopedia*. Bratislava: SAP-Slovak Academic Press.
- Whittle, M. W. (1997). *Gait analysis, an introduction*. Oxford: Butterworth-heinemann.
- Winter, D. A. (1995). *Anatomy, biomechanics and control of balance during standing and walking*. Waterloo, Canada: University of Waterloo.

ZPRÁVY

CENA DR. ALEŠE HRDLIČKY V OBLASTI DOKTORANDSKÉHO STUDIA PRO ROK 2013

Město Humpolec na návrh České společnosti antropologické vyhlásilo soutěž o cenu významného humpoleckého rodáka Dr. Aleše Hrdličky v kategorii doktorských prací pro rok 2013 (Vyhláška Města Humpolec č. 1/2013 ze dne 24. 4. 2013).

Hlavní výbor na základě tohoto vyhlášení vyzval příslušná antropologická pracoviště, aby informovali doktorandy, kteří úspěšně ukončili postgraduální studium k přihlášení se do soutěže podle stanovených pravidel. Ve stanoveném termínu se do soutěže přihlásili čtyři uchazeči:

• **Mgr. Karolína Absolonová, Ph.D.**

Katedra antropologie a genetiky, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze

Název práce: **Histologický odhad dožitého věku jedince ze spálené a nespálené kompaktní kosti lidského žebra**

• **Mgr. Lucie Bigoni, Ph.D.**

Katedra antropologie a genetiky člověka, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze

Název práce: **Fenotypová variabilita skeletu: asymetrie, hlavní dimorfismus a jejich proměny v čase**

• **Mgr. Kateřina Boberová, Ph.D.**

Laboratoř biologické a molekulární antropologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně

Název práce: **Genetická studie lidí z jižního předhradí Břeclav – Pohansko**

• **Mgr. Aleš Gába, Ph.D.**

Fakulta tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci

Název práce: **Hodnocení tělesného složení ve vztahu k pohybové aktivitě u žen ve věku 55–84 let**

Hodnocení přihlášených prací bylo prováděno podle schválených kritérií hlavního výboru ČSA. Hodnocení jednotlivých přihlášených prací na základě usnesení hlavního výboru ze dne 2. 7. 2013 prováděla komise sestavená z členů HV, kteří nebyli ani vedoucími či konzultanti předkládaných prací k soutěži.

Rada Města Humpolce na svém zasedání odsouhlasila pro tuto soutěž ve výši 30 000,– Kč. Hlavní výbor rozhodl, že bude vyhlášena první cena ve výši 20 000,– Kč a druhá cena ve výši 10 000,– Kč. Na základě hodnocení byla první cena udělena Mgr. Kateřině Boberové, Ph.D. a druhá cena Mgr. Alešovi Gábovi, Ph.D.

Odměněným byly ceny předány u příležitosti vyhlášení v rámci každoročně pořádané akce „Mládí Humpolce 2013“ dne 7. 11. 2013 ve večerních hodinách v kinosále Města Humpolec představiteli Města Humpolec, jmenovitě starostou Města Humpolec Mgr. Jiřím Kučerou a předsedou České společnosti antropologické doc. RNDr. Pavlem Bláhou, CSc.