

ANALÝZA MORFOLOGICKÝCH PARAMETROV CHODIDLA VO VZŤAHU K SOMATICKÝM UKAZOVATEĽOM U ŽIEN NA PRELOME VEKOVÝCH OBDOBÍ MATURUS II. A PRESENILIS

Analysis of morphological foot parameters in relation to the somatic indicators in women between period age Maturus II and Presenilis

Kristína Tománková¹, Aleš Gába¹,
Miroslava Přidalová¹, Roman Cuberek²

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

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

Abstract

The main aim of this paper is analysis of the morphological foot parameters in relation to the somatic indicators by age and BMI (Body Mass Index) groups and effort to point out the differences between these groups. We observed the selected structural parameters (foot vault index by Chippaux-Šmirák) and morphological length and width parameters on the both feet in relationship to basic anthropometrical parameters [body height, body weight, BMI and WHR (waist to hip ratio)] as same as selected somatic indicators of body composition: FM (Fat Mass) (kg, %); FFM (Fat Free Mass) (kg) which were established by multifrequency bioimpedance method (InBody 720). The measurement was performed in sample which consisted of 139 older adult women in average age 56.67 ± 4.80 years. Footprints were taken from the both feet by plantograph method. Width foot parameters increased and foot arch decreased under the influence of the underweight and obesity. We demonstrate a negative impact of increasing body weight on the foot morphology and foot arch. Adverse age changes of the foot in our population are not marked and therefore we believe that are suspended or mitigated by mean the health benefits of an active lifestyle.

Key words: foot length, foot width, foot vault, plantogram, BMI, InBody 720

Úvod

Chodidlo ako základňa opory ľudského tela je neustále vystavované pôsobeniu reakčných síl vyplývajúcich zo záťaže bežných aktivít každodenného života. Mnoho autorov predpokladá, že ohrozujúca pre dolné končatiny a samotné chodidlo je práve vysoká záťaž prameniaca z nadmernej telesnej hmotnosti v dôsledku obezity (Hills et al., 2002).

Podiel jednotlivých telesných frakcií sa rôzne mení s vekom. Ako tvrdí Kyle et al. (2001b) telesná hmotnosť stúpa s vekom najmä u dospelých so sedavým spôsobom života v dôsledku nárastu tukovej zložky. Dickey et al. (1998) uvádza, že muži s viac než 25 % telesného tuku a ženy s viac než 35 % telesného tuku, sú považovaní za obeznych. Osoba môže byť v rámci normy pre telesnú hmotnosť vzhľadom k výške, napriek tomu má vysoké percento telesného tuku. V kontraste k tomu, telesná hmotnosť môže presiahnuť normu, pretože má jedinec veľmi

rozvinutú svalovú hmotu, a aj napriek tomu v tomto prípade osoba nie je považovaná za obeznu (Dickey et al., 1998; Kutáč, Gajda, & Přidalová, 2009; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Podľa Kyle et al. (2001b) netučná zložka s vekom výrazne neklesá. Najmä končatinová svalová zložka klesá viac ako netučná zložka. Je predpoklad, že mimokostrové svalstvo je porporčne zachované počas starnutia. Väčší pokles draslíka a celkovej bunkovej hmoty ako samotnej netučnej zložky a svalstva predpokladá, nielen kvantitatívnu, ale i kvalitatívnu zmenu netučnej hmoty s vekom s možným nástupom sarkopéni (Kyle et al., 2001a). Celková telesná voda klesá s vekom. U žien je slabý pokles v strednom veku, no rapidný po 60. roku života (Gába & Přidalová, 2013).

Obezita je asociovaná so štrukturálnymi a funkčnými obmedzeniami s následným narušením chôdze, s oplošťovaním klenby chodidla a pronáciou členku, s nestabilným zánožím s následným efektom na predonožie, ktoré inklinuje k abdukcii výraznejšie než u jedincov s normálnou hmotnosťou. Rovnako bol preukázaný dopad telesného zloženia na index klenby chodidla u ľudí s nadváhou a obezitou (Anandacoomarasamy et al., 2008). Ako uvádza Dungal et al. (2005) statická plochá noha dospelých môže vzniknúť v ktoromkoľvek veku ak dôjde dlhodobo k porušeniu pomeru medzi veľkosťou záťaže a nosnosťou nohy sumarizáciou viacerých faktorov. Z externých faktorov sa jedná najmä o nadváhu, nosenie ťažkých bremien, nemožnosť pravidelného oddychu, z interných faktorov sú to hormonálne zmeny v tehotenstve a v klimaktériu a osteoporóza.

Vplyv obezity na mnohé ochorenia oporno-pohybového systému celej dolnej končatiny bol nesporne preukázaný, avšak iba niektoré štúdie preukázali vplyv aj na štruktúru samotného chodidla ako najdistálnejšiu časť dolnej končatiny. Napríklad v populácii obeznych detí bola preukázaná prevalencia prípadov plochých nôh v porovnaní s deťmi so zdravou telesnou hmotnosťou. Nie je ale presne dokázané či efekt plochonohosti nie je mnohokrát len výsledkom existujúcej tukovej vrstvy na plantárnej strane chodidla obeznych detí, z ktorej samozrejme nevyplývajú žiadne negatívne dôsledky. Druhým reálnejším predpokladom by bolo, že plochonohosť u obeznych detí nastáva v dôsledku zväčšujúcej sa kontaktnej plochy v oblasti stredonožia, čo sa prejaví následným kolapsom pozdĺžnej klenby chodidla (Hills et al., 2002).

Pri hodnotení výskytu nadváhy a obezity sa v súčasnej dobe najčastejšie využíva BMI. Tento hmotnostne-výškový index však neumožňuje vystihnúť premenlivosť a zmeny v zastúpení základných telesných zložiek, a preto sa môžu informácie o výskytu nadváhy a obezity podľa BMI významne odlišovať od údajov vychádzajúcich z percentuálnych zastúpenia FM (Gába, Přidalová, & Zajac-Gawlak, 2014). Súčasný stav riešenej problematiky týkajúci sa detailnej analýzy telesného zloženia v zmysle dôkladnej frakcionácie telesnej hmoty vo vzťahu k morfológickým charakteristikám chodidla doposiaľ dostatočne nezodpovedal na mnohé zásadné otázky. Nie je jednoznačne zistený efekt vybraných frakcií telesného zloženia (svalová frakcia, štiehla telesná hmotnosť ako i tuková frakcia) na jednotlivé morfológické parametre, vrátane klenby chodidla. Mnoho autorov, odborníkov v antropológii, zaoberajúcich sa týmito témami rieši problematiku chodidla ako samostatný problém v rôznych vekových kategóriách, kde často konštatujú neuspokojivý morfológický stav chodidla, najmä pokiaľ ide o statické deformity, menej pokiaľ ide o samotnú klenbu chodidla (Přidalová et al., 2004; Přidalová & Riegerová, 2005; Riegerová, Přidalová, & Gába, 2008; Riegerová, Žeravová, & Peštuková, 2005; Tománková et al., 2012).

Ostatní autori riešia vo veľmi malej miere zdravotný stav chodidla v súvislosti s telesným zložením. Svoje výskumné závery často krát zužujú na výskum základných antropometrických údajov ako je telesná hmotnosť, telesná výška a z týchto údajov vypočítaný BMI vo viacerých vekových kategóriách

avšak prevažne u detí a dospievajúcej mládeže (Atamturk, 2009; Baďurová, 2004; Domjanic et al., 2013; Dowling, Steele, & Baur, 2001; Mauch et al., 2008; Pavlačková & Zapletalová, 2004; Riegerová et al., 2005; Villarroya et al., 2009), ale i u dospelých (Lau et al., 2012; Matejovičová, Balla, & Bezáková, 2008; Sztokowska et al., 2005; Tománková et al., 2012; Wearing et al., 2012). Trend vzájomnej previazanosti základných ukazovateľov somatického stavu je v mnohých prípadoch preukázaný v stredne silných ojedinele v silných korelačných vzťahoch s vybranými šírkovými a uhlovými morfológickými parametrami chodidla, ako i s jednotlivými typmi chodidla podľa stavu klenby chodidla v smere patologického rozvoja sledovaných deformít chodidla pod vplyvom nadváhy až obezity (najmä pokiaľ ide o plochú nohu). Ako uvádza Hills et al. (2002) v mnohých morfológických parametroch boli preukázané väčšie najmä šírkové a obvodové rozmery práve u obezých detí (obezita stanovená na základe BMI). No tvrdenia, že by sa tieto síce evidentné morfológické zmeny časom mohli vyvinúť v závažné symptómy porúch chodidla vzniknuté v dôsledku obezity sú podľa autorov viac menej špekulatívne. Z týchto výsledkov však nie je možné určiť aký vplyv majú jednotlivé frakcie telesného zloženia, nakoľko ako tvrdia aj Gába, Přidalová a Zajac-Gawlak (2014) BMI nerešpektuje ani len základný pomer tuku a netučnej hmoty v ľudskom tele.

Kolektív vedcov na čele s Xiong et al. (2010) sledovali percento tuku vo vzťahu k typom chodidla podľa stavu jeho klenby, avšak dospeli k záveru, že podiel tuku nemá rozhodujúci signifikantný význam pre formovanie klenby chodidla. Wearing et al. (2004) sú na druhej strane autormi štúdie, ktorá vyplýva so záujmu o podrobnejšiu avšak ani v tomto prípade nie detailnú frakcionáciu telesného zloženia bioelektrickou impedančnou metódou a poukazuje vo všeobecnosti na slabo preskúmané vzťahy telesných komponentov a parametrov chodidla. Autori predpokladali, že telesné zloženie dospelých je jeden z hlavných faktorov ovplyvňujúcich klenbu chodidla a dokázali, že obezita vplyva okrem iného na výšku pozdĺžneho oblúka nožnej klenby. Chodidlo sledovali rozdelené na sektory a poukázali na rozdielne signifikantné výsledky v jednotlivých častiach nohy vo vzťahu k tukovej (FM) a netučnej telesnej hmote (FFM). Objavili signifikantné asociácie medzi FFM a sektorom zánožia a predonožia, a medzi FM a sektorom stredonožia čo sa týka veľkosti kontaktnej plochy. V súvislosti s indexom klenby chodidla dominovali pozitívne korelácie iba s FM.

Butterworth et al. (2012) konštatujú, že efekt výraznejšieho úbytku telesnej hmotnosti v čase, resp. už existujúca samotná podváha jednotlivca na vznik, alebo prehĺbenie už existujúcich deformít chodidla nie je jednoznačný, aj vzhľadom na protichodné názory predchádzajúcich štúdií.

Cieľ

Hlavným cieľom príspevku je porovnanie somatických a podometrických ukazovateľov medzi vekovými kategóriami z hľadiska vekovej hranice, ktorá určuje obdobie senescencie, ako aj medzi kategóriami BMI.

Metodika

Výskumu sa zúčastnilo 139 žien v období na prelome staršej dospelosti a senescencie, ktoré v akademickom roku 2012/2013 navštevovali Univerzitu tretieho veku na Univerzite Palackého v Olomouci. Skupinu tvorilo 139 žien v priemernom veku $56,67 \pm 4,80$ rokov. Z hľadiska periodizácie ľudského veku podľa Riegerovej, Přidalovej a Ulbrichovej (2006) 31 žien radíme do vekovej kategórie do 60 rokov, teda do obdobia Maturus II. (45–60 rokov) a 108 žien je v období Presenilis nad 60 rokov. Účastnice výskumu podpísali písomný informovaný súhlas.

Probandky sa podrobili antropometrickému vyšetreniu, ktoré pozostávalo z merania telesnej výšky, telesnej hmotnosti, ob-

vodu pásu a bokov podľa zásad metodiky Fettera et al. (1967) a Martina a Sallera (1957). Z uvedených parametrov bol vypočítaný index telesnej hmotnosti BMI, ktorý sme interpretovali na základe štandardov WHO (2012) a WHR interpretovaný podľa WHO (2011). Pre účely hodnotenia morfológie chodidla sme vytvorili statické plantogramy oboch chodidiel pomocou klasického plantografu, ktorého súčasťou je rám s gumovou membránou. Pod gumovou membránou je umiestnený čistý papier. Tlakom hmotnosti tela je umožnený odtlačok plochy chodidla na papier. Plantogramy boli následne naskenované digitálnym skenerom a prevedené do programu „Foot“ (Elfmak & Přidalová, 2002), v ktorom boli jednotlivé parametre chodidla presne odmerané podľa vopred definovaných štandardizovaných podometrických bodov. Sledovali sme dva dĺžkové parametre (dĺžku päty a nohy) a dva šírkové parametre (šírku päty a predonožia). Z hodnôt najširšieho a najužšieho miesta plantogramu bol vypočítaný index Chippaux-Šmiráka podľa Klementu (1987), na základe ktorého sme hodnotili charakter klenby chodidla. Zo skupiny základných ukazovateľov sme hodnotili aj vybrané parametre telesného zloženia: celkovú telesnú vodu (TBW) a pomer ICW (intracelulárnej) a ECW (extracelulárnej) vody v tele. Pomer intracelulárnej a extracelulárnej telesnej vody v prípade zdravého tela býva 3 : 2. Ide o parametre stanovené pomocou multifrekvenčnej bioelektrickej impedančnej metódy prístrojom InBody 720. Pomocou prístroja InBody 720 sme zisťovali aj ďalšie parametre telesného zloženia [hmotnosť a podiel FM (kg, %); hmotnosť FFM (kg)].

Pre matematicko-štatistické analýzy sme použili nasledovné neparametrické metódy: Mann-Whitney test (Z) a koeficient vecnej významnosti (r_m) pre porovnanie podľa veku, Kruskal-Walisov test (H) a koeficient vecnej významnosti (η^2) pre porovnanie podľa BMI, Spearmanov koeficient korelácie (r_s) a spolu s ním i koeficient determinácie r^2 ako uvádza Cohen (1988). Pri jednotlivých analýzach sme zohľadňovali nielen štatistickú, ale i vecnú významnosť sledovaných javov pomocou príslušných koeficientov „effect size“. Štatistické výpočty boli realizované v programe Statistica (verzia 10).

Výsledky

Všeobecná charakteristika súboru

Tabuľka 1 uvádza základné štatistické ukazovatele sledovaných somatických a podometrických parametrov. Telesná hmotnosť sa vzhľadom na charakter tohto parametra význačne pomerne širokým rozpätím hodnôt. Priemerná hodnota telesnej hmotnosti dosiahla $72,79 \pm 15,54$ kg. Hodnota BMI ($27,36 \pm 5,59$ kg/m²) v priemere poukazuje na stav nadváhy. Priemerná hodnota WHR (0,8) sa pohybuje v medziach fyziologického prejavu distribúcie telesného tuku. Priemerná hodnota pomeru ICW a ECW v tele (1,60) sa u vybraných žien od fyziologickej hodnoty výrazne nelíši a poukazuje na mierne pokles najmä ECW s vekom. Tuková hmota je v priemere u sledovaných žien zastúpená podielom $35,4 \pm 8,1$ % z celkovej telesnej hmoty čo zodpovedá hornej hranici prípustnej normy. Priemerné hodnoty Chippaux-Šmirákovho indexu sú na oboch nohách približne rovnaké [sin. (sinistra) – ľavá strana) $28,60 \pm 13,58$; dex. (dextra) – pravá strana) $28,23 \pm 13,68$] a určujú 2. stupeň normálne klenutej nohy.

Porovnanie sledovaných parametrov podľa veku

Ukazovatele telesného zloženia sa s vekom výraznejšie nemenia (Tabuľka 2). Oba súbory sa javia z pohľadu frakcionácie telesnej hmotnosti ako veľmi podobné. Je zaznamenaná vyššia hodnota podielu telesného tuku, FFM, SMM u žien v období presenilis, no rozdiel nie je signifikantný z hľadiska štatistického ani vecného. WHR sa medzi skupinami javil odlišne. Rozdiel bol iba vecne významný. Rovnako pomer ICW/ECW dosiahol len vecne významného rozdielu v súvislosti s vekom.

Tabuľka 1. Základné štatistické ukazovatele sledovaných parametrov v populácii žien

		Základná charakteristika súboru				
		n = 139	M	±	SD	MIN
základné ukazovatele	vek (roky)	56,67	±	4,80	48,00	69,00
	Sta (cm)	163,25	±	5,07	150,50	176,20
	M. (kg)	72,97	±	15,54	47,80	130,90
	BMI (kg/m ²)	27,36	±	5,59	18,79	49,57
	WHR	0,80	±	0,06	0,68	1,06
	ICW/ECW (l)	1,60	±	0,04	1,51	1,69
	TBW (l)	33,80	±	3,94	25,90	44,70
telesné zloženie	FM (%)	35,46	±	8,07	15,32	54,52
	FM (kg)	26,92	±	11,48	8,10	71,40
	FFM (kg)	46,05	±	5,36	35,30	61,10
	SMM (kg)	25,14	±	3,17	18,86	34,00
parametre chodidla sin.	d. päty (mm)	663,13	±	58,52	550,29	931,63
	d. nohy (mm)	2332,48	±	102,59	2120,00	2615,00
	š. predonožia (mm)	895,73	±	67,60	619,28	1191,54
	š. päty (mm)	509,90	±	66,86	14,58	729,50
	Ch.-Š.	28,60	±	13,58	0,00	52,99
parametre chodidla dex.	d. päty (mm)	655,77	±	52,06	540,58	809,63
	d. nohy (mm)	2322,91	±	100,92	2080,00	2615,00
	š. predonožia (mm)	888,26	±	56,11	769,63	1066,84
	š. päty (mm)	511,61	±	44,99	362,02	636,33
	Ch.-Š.	28,23	±	13,68	0,00	55,08

Poznámka: Sta – telesná výška; M. – telesná hmotnosť; BMI – Body Mass Index (kg/m²); WHR – Waist to Hip Ratio; ICW/ECW – intracelulárna/extracelulárna telesná voda (l); TBW – telesná voda (l); FM – Fat Mass (kg, %); FFM – Fat Free Mass (kg); SMM – Sceletal Muscle Mass (kg); CH.-Š. – index Chippaux-Šmiráka; d. – dĺžka (mm); š. – šírka (mm); M – aritmetický priemer; SD – smerodajná odchýlka; MIN – minimálna hodnota; MAX – maximálna hodnota

Tabuľka 2. Základné štatistické ukazovatele sledovaných parametrov a ich porovnanie podľa vekových kategórií v populácii dospelých žien

		do 60 rokov (n = 31)			nad 60 rokov (n = 108)			rozdiel	Mann-Whitney test		
		M	±	SD	M	±	SD		Z	p	r _m
základné ukazovatele	vek (roky)	54,69	±	3,18	63,58	±	2,49	-8,90	-8,47	0,00	-0,41**
	Sta (cm)	163,26	±	4,70	163,20	±	6,29	0,06	0,02	0,99	0
	M. (kg)	72,82	±	16,37	73,50	±	12,46	-0,68	-0,80	0,42	-0,04
	BMI (kg/m ²)	27,28	±	5,84	27,62	±	4,69	-0,34	-0,78	0,44	-0,04
	WHR	0,80	±	0,05	0,83	±	0,06	-0,03	-2,35	0,02	-0,11*
	ICW/ECW (l)	1,61	±	0,04	1,59	±	0,04	0,01	2,24	0,02	0,11*
	TBW (l)	33,72	±	4,02	34,09	±	3,69	-0,38	-0,75	0,45	-0,04
telesné zloženie	FM (%)	35,33	±	8,38	35,90	±	6,97	-0,57	-0,23	0,82	-0,01
	FM (kg)	26,88	±	12,11	27,06	±	9,09	-0,19	-0,60	0,55	-0,03
	FFM (kg)	45,94	±	5,47	46,43	±	5,05	-0,49	-0,72	0,47	-0,03
	SMM (kg)	25,09	±	3,24	25,30	±	2,96	-0,21	-0,54	0,59	-0,03
parametre chodidla sin.	d. päty (mm)	664,67	±	60,15	657,77	±	53,01	6,90	0,36	0,72	0,02
	d. nohy (mm)	2328,98	±	100,36	2344,68	±	110,87	-15,70	-0,51	0,61	-0,02
	š. predonožia (mm)	894,03	±	66,84	901,64	±	71,02	-7,61	-0,44	0,66	-0,02
	š. päty (mm)	510,74	±	69,90	506,98	±	55,88	3,76	0,64	0,52	0,03
	Ch.-Š.	28,97	±	13,71	27,31	±	13,28	1,65	0,42	0,67	0,02
parametre chodidla dex.	d. päty (mm)	651,73	±	46,91	669,84	±	65,99	-18,11	-1,46	0,14	-0,07
	d. nohy (mm)	2319,11	±	98,72	2336,13	±	108,88	-17,02	-0,59	0,56	-0,03
	š. predonožia (mm)	883,97	±	51,68	903,19	±	68,29	-19,22	-1,63	0,10	-0,08
	š. päty (mm)	509,24	±	42,02	519,83	±	54,05	-10,59	-1,17	0,24	-0,06
	Ch.-Š.	28,47	±	13,57	27,38	±	14,25	1,09	0,19	0,85	0,01

Poznámka: Sta – telesná výška; M. – telesná hmotnosť; BMI – Body Mass Index (kg/m²); WHR – Waist to Hip Ratio; ICW/ECW – intracelulárna/extracelulárna telesná voda (l); TBW – celková telesná voda (l); FM – Fat Mass (kg, %); FFM – Fat Free Mass (kg); SMM – Sceletal Muscle Mass (kg); CH.-Š. – index Chippaux-Šmiráka; d. – dĺžka (mm); š. – šírka (mm); M – aritmetický priemer; SD – smerodajná odchýlka; Z – Mann-Whitney test; p – štatistická významnosť; r_m – vecná významnosť resp. koeficient effect size (slabý efekt r_m < 0,1; stredný efekt *0,1 ≤ r_m < 0,3; silný efekt **0,3 ≤ r_m > 0,5)

Dílkové a šířkové rozmery ako i index klenby chodidla sa s vekom významne nemenili.

Porovnanie sledovaných parametrov podľa BMI

Sledované ženy sme začlenili do troch kategórií podľa BMI (Tabuľka 3). Vekovo sa ženy podľa kategorizácie BMI navzájom podobali. Popísané rozdiely telesnej hmotnosti sú vysoko signifikantné ($p = 0,00$; $\eta^2 = 0,79$). S posunom žien do kategórií s vyšším indexom BMI súvisia aj vysoko signifikantné zmeny indexu WHR v smere rozvoja abdominálnej obezity ($p = 0,00$; $\eta^2 = 0,88$). Hodnoty podielu a množstva telesného tuku v tele sú vo vzťahu k trom kategóriám indexu BMI rozdielne ako sa dá rovnako predpokladať (v prípade podielu $p = 0,00$; $\eta^2 = 0,70$ a v prípade množstva $p = 0,00$; $\eta^2 = 0,81$). Ich trend je s narastajúcou hodnotou BMI vzostupný. Rovnako sa javia i SMM a FMM. S posunom od normálnej hmotnosti k obezite sa bez štatistickej významnosti zväčšujú rozmery dĺžky päty a nohy na pravej aj ľavej strane (okrem dĺžky nohy na pravej strane $p = 0,03$) avšak BMI má vo všetkých prípadoch slabý efekt pôsobenia. V prípade šírky päty a predonožia je trend rovnaký, ale rozdiely sú medzi kategóriami indexu BMI výraznejšie. Rozdiely v oboch šířkových parametroch sú štatisticky významné na hladine významnosti $p < 0,01$. Aj index klenby chodidla vykazuje v porovnávaní priemerných hodnôt medzi tromi kategóriami BMI rozdiely. Ide o vysoko signifikantné výsledky ($p < 0,01$) pričom index BMI pôsobí na vytváranie plochej klenby chodidla silným efektom (sin. $\eta^2 = 0,20$; dex.; $\eta^2 = 0,18$).

Dílkové a šířkové parametre chodidla v korelačných vzťahoch s vybranými somatickými ukazovateľmi

Hodnoty dĺžkových a šířkových parametrov majú v súvislosti so stúpajúcimi hodnotami BMI rovnako stúpajúcu tendenciu, to znamená ide o pozitívne lineárnu závislosť týchto javov. Ide väčšinou o štatisticky významné vzťahy na úrovni $p < 0,05$ s výnimkou dĺžky pravej päty. Vecná významnosť bola preukázaná na ľavej strane v prípade šírky predonožia. Silnejšie vzťahy sa javia práve v prípade širok (Tabuľka 4). Ďalšie tri ukazovatele telesného zloženia sa v koreláciách s dĺžkovo-šířkovými parametrami javia podobne ako BMI index. To znamená, že so zvyšujúcim sa množstvom danej telesnej hmoty resp. podielu v prípade telesného tuku sa zvyšujú aj všetky parametre nohy. Silnejšie sa opäť javia vzťahy širok s danými parametrami. Osobitne index klenby chodidla vykazuje pomerne silnú pozitívne lineárnu závislosť na podiele aj množstve tukovej zložky, ktorá je aj vecne významná. Miernejšie sa javí vzťah hmotnosti netučnej telesnej hmoty a daného indexu klenby chodidla pričom v tomto prípade nejde o vecnú významnosť. To znamená „negatívny efekt“ netučnej hmoty (kg) v tele sa pravdepodobne prejaví na oplošňovaní klenby chodidla v menšej miere ako efekt tukovej zložky (kg, %).

Typológia klenby chodidla podľa Chippaux-Šmiráka z hľadiska veku a indexu BMI

Vo všeobecnosti môžeme povedať, že veková hranica nespôsobila zásadný rozdiel v početnosti jednotlivých typov resp. stupňoch typov klenby chodidla. V oboch kategóriách (Obrázok 1) prevažovali ženy s normálnou klenbou. U žien do 60 rokov bol zaznamenaný prekvapivo o niečo vyšší výskyt plochej a vysokej klenby nohy. Vo všetkých troch kategóriách indexu BMI (Obrázok 2) dominovala normálne klenutá noha. S pribúdajúcou hmotnosťou pozorujeme tendenciu k poklesu klenby chodidla. Naopak s ubúdajúcou hmotnosťou je tendencia k nárastu počtu prípadov vysokej klenby chodidla.

Diskusia

Podiel telesného tuku žien v našej populácii v priemere dosiahol $35,4 \pm 8,1$ %. Gába a Přidalová (2013) sa veľmi približujú

k nami zistenej hodnote. U žien vo veku 50–59 rokov udávajú ako hodnotu, ktorú určil 50. percentil 35,4 % a u senioriek vo veku 60–69 rokov o niečo vyššiu 36,2 %. Ako uvádza Kyle et al. (2001a) u žien po menopauze klesá množstvo celkovej telesnej vody, čo súvisí s nárastom telesného tuku. Tento trend v našom súbore nepozorujeme, ak porovnáваме priemerné hodnoty žien do 60. a po 60. roku života (Tabuľka 2). Hodnoty vzájomného pomeru intracelulárnej a extracelulárnej vody u starších žien po 60. roku života poukazujú na menší podiel extracelulárnej vody. V priemere nedochádza k poklesu celkovej telesnej vody. V zhode s Gábom a Přidalovou (2013) nie sú len samotné hodnoty ukazovateľa telesného tuku, ale i jeho trend stúpania s vekom (Tabuľka 2) pričom rozdiel nebol v našom prípade štatisticky ani vecne významný.

Riegerová, Přidalová a Gába (2008) sledovali skupinu 51 seniorov v priemernom veku $63,65 \pm 4,75$ rokov. Ich index klenby v priemere dosiahol 35,46 (sin.) a 34,75 (dex.) a to svedčí nadväzujúc na naše výsledky klenby u 139 žien (priemerný vek $56,67 \pm 4,80$ rokov), ktoré sú porovnateľne nižšie o výraznom poklese klenby s vekom. Môžeme konštatovať, že s vekom skutočne má klenba nohy trend klesať. Riegerová, Přidalová a Gába (2008) sledovali v tejto skupine žien i niekoľko dĺžkových a šířkových parametrov chodidla a ich zistené hodnoty šírky nohy (8,79 cm – sin.; 8,66 cm – dex.) a šírky päty (5,85 cm – sin.; 5,86 cm – dex.) sa nápadne podobali našim zisteným hodnotám, ktoré sledujeme v tabuľke 1.

Hills et al. (2001) sledoval 35 žien v priemernom veku $42,4 \pm 10,8$ rokov a u obežných žien zistil väčšie šířkové rozmery nohy (9,59 cm – dex.) v porovnaní so ženami so zdravou telesnou hmotnosťou (9,22 cm – dex.). Jeho výsledky naznačujú podobný trend ako v našom súbore.

Wearing et al. (2004) dospeli u žien vo veku $39,9 \pm 8,1$ rokov k výsledku podobnému nášmu, keď zistili pozitívnu lineárnu korelačnú závislosť indexu klenby a podielu telesného tuku ($r = 0,67$; $p < 0,5$). Jednoznačne tým potvrdili, že telesné zloženie vplyva na pokles klenby chodidla u jedincov s nadváhou a u obežných.

Domjanic et al. (2013) dospel na výskumnej vzorke 83 žien vo vekovom rozpätí od 19 do 36 rokov k výsledkom, ktoré poukazujú na vzťah BMI a indexu klenby chodidla. Nízky BMI bol asociovaný s vyššou klenbou a naopak vyšší BMI s plochonohosťou, okrem toho BMI bol v rovnakom trende vzájomne prepojený i s hodnotami samotnej šírky nohy. Tento trend sme zachytili i u našich žien, pretože šírka nohy resp. predonožia sa obojstranne zväčšovala od kategórie normálnej hmotnosti ku kategórii obezity (Tabuľka 3).

Butterworth et al. (2012) vo svojej review sumarizuje zistenia viacerých autorov ako napríklad Shibuya z roku 2010, ktorý v populácii 1 675 jedincov potvrdil, že vyšší index BMI jednoznačne spôsobuje pokles klenby chodidla. K tomu sa prikláňa i štúdia Abdel-Fattaha z roku 2006, ako uvádza Butterworth et al. (2012), ktorý zistil že vojaci s nadváhou a obezitou majú 2krát častejší výskyt plochej nohy ako jedinci s normálnou hmotnosťou.

Xiong et al. (2010) zistili, že percento telesného tuku bolo paradoxne najvyššie (25,93 %) v skupine 48 dospelých jedincov do 30 rokov s normálne klenutou nohou, avšak najnižšie (23,60 %) v skupine s vysokou klenbou chodidla, a stredná hodnota (24,42 %) v skupine jedincov s plochou klenbou. V súlade s našimi výsledkami hodnoty indexu BMI stúpali zároveň s poklesom klenby (od 20,63 u jedincov s normálnou hmotnosťou, cez hodnotu 21,58 u jedincov s nadváhou až ku 22,79 u obežných). Tieto hodnoty nášho súboru mali rovnaký trend, ale z hľadiska na to, že išlo o ženy v pokročilejšom veku hodnoty indexu klenby chodidla boli vyššie.

Wearing et al. (2012) sa rovnako prikláňajú k názoru, že u obežných jedincov sa vyskytuje sklon k vzniku plochej nohy. Dodávajú, že index BMI môže zodpovedať na otázky jeho

Tabuľka 3. Základné štatistické ukazovatele sledovaných parametrov a ich porovnanie podľa kategórií BMI v populácii dospelých žien

		kategórie BMI									Kruskal-Waliso test		
		normálna (n = 52)			nadváha (n = 51)			obežita (n = 36)			H	p	η^2
		M	±	SD	M	±	SD	M	±	SD			
základné ukazovatele	vek (roky)	55,62	±	4,37	56,98	±	4,93	57,75	±	5,02	3,70	0,16	0,03*
	Sta (cm)	163,04	±	4,27	163,52	±	5,81	163,16	±	5,14	0,28	0,87	0,00
	M. (kg)	59,28	±	6,01	72,88	±	6,29	92,87	±	12,55	109,22	0,00	0,79***
	BMI (kg/m ²)	22,28	±	1,84	27,23	±	1,47	34,87	±	4,33	121,57	0,00	0,88***
	WHR	0,78	±	0,05	0,81	±	0,06	0,83	±	0,05	19,75	0,00	0,14**
	ICW/ECW (l)	1,60	±	0,03	1,61	±	0,03	1,60	±	0,05	0,64	0,73	0,00
	TBW (l)	31,15	±	2,36	33,82	±	3,20	37,61	±	3,63	59,07	0,00	0,43***
telesné zloženie	FM (%)	28,03	±	5,62	36,68	±	3,75	44,47	±	4,76	96,45	0,00	0,70***
	FM (kg)	16,84	±	4,57	26,78	±	3,98	41,67	±	9,56	111,93	0,00	0,81***
	FFM (kg)	42,44	±	3,23	46,09	±	4,36	51,20	±	4,94	58,39	0,00	0,42
	SMM (kg)	22,99	±	1,94	25,17	±	2,55	28,20	±	2,89	59,31	0,00	0,43
parametre chodidla sin.	d. päty (mm)	653,94	±	64,48	665,84	±	54,38	672,57	±	54,71	3,23	0,20	0,02*
	d. nohy (mm)	2312,69	±	91,40	2333,63	±	106,33	2359,44	±	108,82	3,98	0,14	0,03*
	š. predonožia (mm)	870,57	±	79,49	897,13	±	56,85	930,07	±	45,16	25,14	<0,01	0,18***
	š. päty (mm)	483,12	±	86,01	514,78	±	39,15	541,67	±	50,18	22,41	<0,01	0,16***
	Ch.-Š.	23,51	±	13,76	27,70	±	13,48	37,22	±	8,70	27,17	<0,01	0,20***
parametre chodidla dex.	d. päty (mm)	647,13	±	46,02	661,14	±	56,51	660,64	±	53,48	1,99	0,37	0,01*
	d. nohy (mm)	2301,04	±	98,38	2318,43	±	96,31	2360,83	±	102,88	6,84	0,03	0,05*
	š. predonožia (mm)	870,28	±	54,96	891,25	±	51,92	909,98	±	56,43	10,00	0,01	0,07**
	š. päty (mm)	494,61	±	45,68	513,57	±	38,71	533,36	±	43,32	12,78	<0,01	0,09**
	Ch.-Š.	22,30	±	13,52	28,55	±	13,93	36,33	±	8,61	24,32	<0,01	0,18***

Poznámka: Sta – telesná výška; M. – telesná hmotnosť; BMI – Body Mass Index (kg/m²); WHR – Waist to Hip Ratio; ICW/ECW – intracelulárna/extracelulárna telesná voda (l); TBW – celková telesná voda (l); FM – Fat Mass (kg, %); FFM – Fat Free Mass (kg); SMM – Sceletal Muscle Mass (kg); CH.-Š. – index Chippaux-Šmiřáka; d. – dĺžka (mm); š. – šírka (mm); M – aritmetický priemer; SD – smerodajná odchýlka; H – Kruskal-Waliso test; p – štatistická významnosť; η^2 – vecná významnosť resp. koeficient effect size (slabý efekt *0,01 < η^2 < 0,06; stredný efekt **0,06 < η^2 < 0,14; silný efekt *** η^2 > 0,14)

Tabuľka 4. Dĺžkové a šírkové parametre chodidla v korelačných vzťahoch s vybranými somatickými ukazovateľmi

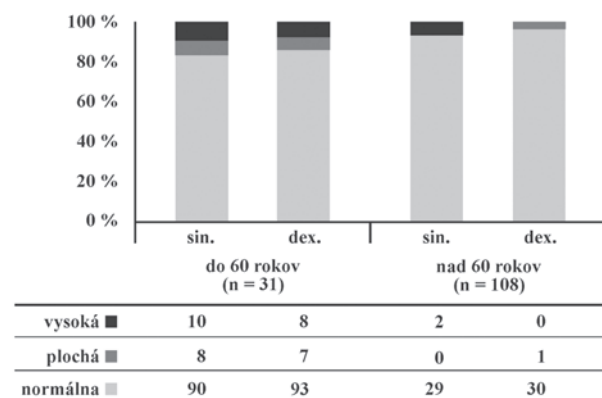
		d. päty (mm)		d. nohy (mm)		š. predonožia (mm)		š. päty (mm)		Ch.-Š.	
		sin.	dex.	sin.	dex.	sin.	dex.	sin.	dex.	sin.	dex.
		r_s	r^2	r_s	r^2	r_s	r^2	r_s	r^2	r_s	r^2
vek (roky)	r_s	-0,08	0,12	-0,01	0,04	0,05	0,16	-0,04	0,11	-0,01	0,03
	r^2	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00
BMI (kg/m ²)	r_s	0,19*	0,11	0,20*	0,23*	0,42*	0,26*	0,45*	0,32*	0,42*	0,40*
	r^2	0,04	0,01	0,04	0,05	0,18†	0,07	0,20†	0,10†	0,18†	0,16†
FM (%)	r_s	0,14	0,10	0,14	0,14	0,32*	0,21*	0,4*	0,28*	0,4*	0,39*
	r^2	0,02	0,01	0,02	0,02	0,10†	0,04	0,16†	0,08	0,16†	0,15†
FM (kg)	r_s	0,18*	0,14	0,25*	0,28*	0,42*	0,3*	0,44*	0,33*	0,39*	0,39*
	r^2	0,03	0,02	0,06	0,08	0,18†	0,09	0,19†	0,11†	0,15†	0,15†
FFM (kg)	r_s	0,24*	0,18*	0,50*	0,58*	0,48*	0,42*	0,37*	0,31*	0,24*	0,25*
	r^2	0,06	0,03	0,25†	0,34†	0,23†	0,18†	0,14†	0,10†	0,06	0,06

Poznámka: BMI – Body Mass Index (kg/m²); FM – Fat Mass (kg, %); FFM – Fat Free Mass (kg); CH.-Š. – index Chippaux-Šmiřáka; d. – dĺžka (mm); š. – šírka (mm); r_s – Spearmanov korelačný koeficient (* p < 0,05), p – štatistická významnosť; r^2 – vecná významnosť resp. koeficient effect size (koeficient determinácie) († r^2 > 0,1), až r^2 > 0,1 poukazuje na významný vzťah dvoch sledovaných ukazovateľov; sin. – sinistra (ľavá strana), dex. – dextra (pravá strana)

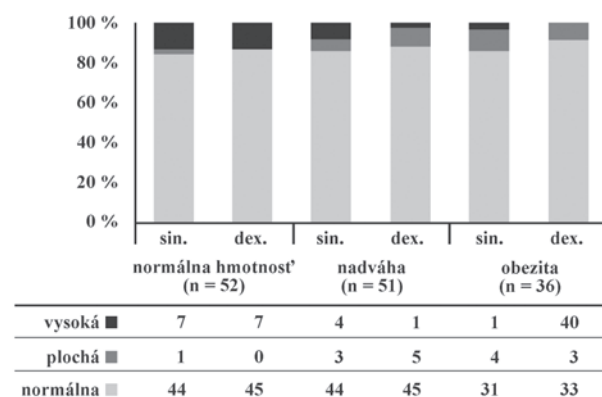
vzťahu ku klenbe chodidla, ktorú možno hodnotiť na základe odtlačkov, ale nie vo vzťahu k samotnej štruktúre chodidla, ktorá je definovaná postavením jednotlivých kostí nohy. Tu je potrebné prihliadať k presne určenému telesnému zloženiu.

Mauch et al. (2008) uvádzajú výsledky výskumu detí, v ktorom zisťovali viaceré často používané dĺžkové, šírkové

a obvodové miery a použili ich k vyhodnoteniu 5 typov klenby chodidla (plochá, robustná, štíhla, krátka a dlhá). Ďalej zistili, že plochá noha je častejšia u detí s nadváhou. Podváha sa spája so štíhlou a dlhou nohou. Deti s normálnou hmotnosťou disponovali vyrovnaným zastúpením všetkých typov nohy.

Obrázok 1. Typológia klenby chodidla podľa Chippaux-Šmiřáka z hľadiska veku

Poznámka: sin. – sinistra (ľavá strana), dex. – dextra (pravá strana)

Obrázok 2. Typológia klenby chodidla podľa Chippaux-Šmiřáka z hľadiska indexu BMI

Poznámka: sin. – sinistra (ľavá strana), dex. – dextra (pravá strana)

Limity štúdie

Výsledky štúdie môžu byť ovplyvnené výberom (súbor je z hľadiska zdravotného stavu homogénny) a počtom vyšetrených osôb ako i sledovaných parametrov. Išlo o probandy so sedavým zamestnaním s pomerne aktívnym životným štýlom, preto je možné že niektoré deformity chodidla sa u nich neprejavujú rovnako ako u bežnej populácie s prevažne sedavým spôsobom života. Aj napriek vysokej informovanosti účastníkov výskumu o pokynoch, ktoré je nutné dodržať pred meraním pomocou prístroja InBody 720 v záujme čo najpresnejšieho výsledku je nutné počítať s istou chybou merania. K istému skresleniu dochádza i pri kategorizácii žien podľa indexu BMI v dôsledku hodnotenia týmto indexom, ktorý nerespektuje zastúpenie jednotlivých telesných frakcií telesnej hmoty. Parametre telesného zloženia určeného pomocou prístroja InBody 720 sú v článku zastúpené hlavne v korelačných vzťahoch. Cieľom článku nebola metodologická otázka dôveryhodnosti indexu BMI v porovnaní s bioelektrickou impedančnou metódou (BIA). S rozšíreným používaním skenovacích technológií chodidla sa vo vysokej miere objavujú publikácie, ktoré síce riešia detailne frakcionované telesné zloženie určené BIA avšak iba v súvislosti s jednotlivými tlakovými markermi chodidla a tým sú nemenej dôležité a stále zaujímavé témy zamerané na morfológiu a typológiu klenby chodidla v zmysle kauzality frakcií telesného zloženia postupne vytlačané z aktuálneho spektra riešených problematík. Tým obmedzujú spektrum použitých publikačných zdrojov, a aj preto sú výsledky v predkladanom príspevku veľmi cenné a prínosné.

Záver

Ukazovatele telesného zloženia, dĺžkové a šírkové rozmery ako i index klenby chodidla sa s vekom významne nemenili. Veková hranica nespôsobila ani zásadný rozdiel vo frekvencii výskytu jednotlivých typov klenby chodidla. S posunom od normálnej hmotnosti k obezite sa bez štatistickej významnosti zväčšujú rozmery dĺžky päty a nohy avšak index BMI má v tomto smere slabý efekt pôsobenia. V prípade šírky päty a predonožia je trend rovnaký, ale rozdiely sú medzi kategóriami indexu BMI výraznejšie. Zvyšovanie indexu BMI súvisí s vytváraním plochej klenby chodidla a pôsobí silným efektom. S pribúdajúcou hmotnosťou pozorujeme tendenciu k poklesu klenby chodidla. Naopak s ubúdajúcou hmotnosťou je tendencia k nárastu počtu prípadov vysokej klenby chodidla. Hodnoty dĺžkových a šírkových parametrov majú v súvislosti so stúpajúcimi hodnotami BMI rovnako stúpajúcu tendenciu. Silnejšie vzťahy sa javia práve v prípade širok. Ďalšie ukazovatele telesného zloženia ako je FFM sa v koreláciách s dĺžkovo-širokými parametrami javia podobne ako BMI index. „Negatívny efekt“ zaťaženia netučnou hmotou – FFM (kg) tela sa prejaví na oplošťovaní klenby chodidla v menšej miere ako efekt hmotnosti a podielu tukovej zložky. Zdá sa, že FFM v tomto prípade vystupuje ako dôležitý stabilizačný faktor klenby chodidla. V príspevku sme preukázali jednoznačný negatívny vplyv zvyšujúcej sa telesnej hmotnosti pravdepodobne najmä v dôsledku nárastu podielu telesného tuku na morfológiu i stav klenby chodidla. Nežiaduce zmeny na chodidle spôsobené vekom nie sú v našej populácii výrazné. Domnievame sa, že do istej miery sú pozastavené či zmierňované práve zdravotnými benefitmi aktívneho životného štýlu senioriek.

Konflikt záujmov

Štúdia spĺňa základné etické princípy kladené na humánne orientovaný výskum v súlade s vyhláškou etickej komisie FTK UP v Olomouci. Autori si nie sú vedomí žiadneho konfliktu záujmov.

PodĎakovanie

Autori ďakujú organizátorom a dobrovoľníkom zúčastneným vo výskume, ktorý bol riešený a podporený v rámci projektu GAČR: „Analýza zdravotne orientovaných benefitů chůze: ověření chodecké intervence u osob se sedavým zaměstnaním“ (č. 13-32105S) a financovaný zo štrukturálnych fondov EÚ: „Podpora vytvárania excelentných výskumných tímov a intersektorálnej mobility na Univerzite Palackého v Olomouci II.“, (reg. číslo: CZ.1.07/2.3.00/30.0041).

Súhrn

Predložený článok sa zaoberá vekovými zmenami vybraných ukazovateľov telesného zloženia, dĺžkových a šírkových parametrov chodidla. V hlavnej miere sa venuje rozdielom týchto ukazovateľov vo vzťahu ku kategóriám indexu BMI. O vzájomných trendoch sledovaných ukazovateľov vypovedajú korelačné analýzy. Sledovali sme 139 dospelých žien, z toho 31 žien z vekovej kategórie do 60 rokov, teda v období Maturus II. (45–60 rokov) a 108 žien v období Presenilis nad 60 rokov. Ako hlavné výskumné nástroje sme využívali základné antropometrické a podometrické dĺžkové a šírkové meracie postupy a klasickú plantografu za účelom hodnotenia stavu klenby chodidla. Odtlačky sme vyhodnocovali v software „Foot“.

Výsledky našej štúdie v mnohých smeroch súhlasia s doteraz publikovanými zisteniami ostatných domácich i zahraničných autorov. Záverom článku môžeme konštatovať, že pod vplyvom zvyšujúcej sa telesnej hmotnosti klesá klenba chodidla. Zdá sa, že naopak nižšia hmotnosť, ktorá však v našej populácii smerom k podváhe nepresiahla hranice normality, môže pôsobiť na klenbu chodidla opačne a vzniká tak vysoká

noha. V našej štúdiu je tento trend iba načrtnutý nie však potvrdený. V korelačných vzťahoch sa preukázala jednoznačná pozitívna lineárna závislosť BMI, podielu a hmotnosti netučnej hmoty a telesného tuku vo vzťahu jednak ku indexu klenby ako aj ostatným parametrom chodidla. Zo sledovaných parametrov chodidla sú najviac atakované zaťažením telesnou hmotnosťou práve šírkové rozmery chodidla. Zaťaženie tela hmotnosťou a podielom tukovej hmoty je silnejšie ako zaťaženie hmotnosťou netukovej hmoty (FFM). Zdá sa, že FFM v tomto prípade vystupuje ako dôležitý stabilizačný faktor klenby chodidla. Nežiaduce zmeny na chodidle spôsobené vekom nie sú v našej populácii výrazné.

Domnievame sa, že do istej miery sú pozastavené či zmierňované práve zdravotnými benefitmi aktívneho životného štýlu probandek. Z uvedeného vyplývajú i isté odporúčania v snahe naďalej ich podporovať v ich aktívnom životnom štýle a zamedziť tak nepriaznivým dôsledkom sedavého spôsobu života na zdravotný stav najmä staršej populácie.

Kľúčové slová: dĺžka nohy, šírka nohy, klenba nohy, plantogram, BMI, InBody 720

Literatúra

- Anandacoomarasamy, A., Caterson, I. 2008, Sambrook, P., Fransen, M., & March, L. (2008). The impact of obesity on the musculoskeletal system. *International Journal of Obesity*, 32, 211–222.
- Atamturk, D. (2009). Relationship of flatfoot and high arch with main anthropometric variables. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 43(3), 254–259.
- Baďurová, J. (2004). Faktory ovplyvňujúce valgóznú postavu u detí mladšieho školského veku. *Česká antropologie*, 24, 33–34.
- Butterworth, P. A., Landorf, K. B., Smith, S. E., & Menz, H. B. (2012). The association between body mass index and musculoskeletal foot disorders: a systematic review. *Obesity reviews* (13), 630–642. doi: 10.1111/j.1467-789X.2012.00996.x.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dickey, R. A., Bartuska, D. G., Bray, G. W., Callaway, C. W., Davidson, E. T., Feld, S., ... Spitz, A. F. (1998). AACE/ACE position statement on the prevention, diagnosis, and treatment of obesity (1998 Revision). *Endocrine practice*, 4(5), 297–350.
- Domjanic, J., Fieder, M., Seidler, H., & Mitteroecker, P. (2013). Geometric morphometric footprint analysis of young women. *Journal of Foot and Ankle Research*, 6(27). doi: 10.1186/1757-1146-6-27.
- Dowling, A. M., Steele, J. R., & Baur, L. A. (2001). Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? *International Journal of Obesity*, 25, 845–852.
- Dungl, P. et al., (2005). *Ortopedie*. Praha: Grada.
- Elfmark, M. & Přidalová, M. (2002). *Noha*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Fetter, V., Prokopec, M., Suchý, J., Titlbachová, S., Malá, H., Novotný, ... Troniček, J. (1967). *Antropologie*. Praha: Academia.
- Gába, A., & Přidalová, M. (2014). Age-related changes in body composition in a sample of Czech women aged 18–89 years: a cross sectional study. *European Journal of Nutrition*, 53(1), 167–176. doi: 10.1007/s00394-013-0514-x.
- Gába, A., Přidalová, M., & Zajač-Gawlak, I. (2014). Posouzení objektivitě hodnocení výskytu obezity na základě body mass indexu vzhledem k procentuálnímu zastoupení tělesného tuku u žen ve věku 55–84 let. *Časopis lékařů českých*, 153(1), 22–27.
- Hills, A. P., Hennig, E. M., McDonald, M., & Bar-Or, O. (2001). Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis. *International Journal of Obesity*, 25, 1674–1679.
- Hills, A. P., Hennig, N. M., Byrne, N. M., & Steele, J. R. (2002). The biomechanics of adiposity – structural and implications for movement. *Obesity reviews*, 3, 35–43.
- Klementa, J. (1987). *Somatometrie nohy*. Praha: SPN.
- Kutáč, P., Gajda, V., & Přidalová, M. (2009). The body composition of the PE teacher. *New Education Review*, 19(3–4), 263–272.
- Kyle, U. G., Genton, L., Hans, D., Karsegard, V. L., Michel, J., Slosman, D. O., & Pichard, C. (2001a). Total Body Mass, Fat Mass, Fat-Free Mass, and Skeletal Muscle in Older People: Cross-Sectional Differences in 60-Year Old Persons. *Journal of American Geriatrics Society*, 49, 1633–1640.
- Kyle, U. G., Gremion, G., Genton, L., Slosman, D. O., Golay, A., & Pichard, C. (2001b). Physical activity and fat-free and fat mass by bioelectrical impedance in 3853 adults. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*, 33, 576–584.
- Lau, H. Ch., Wearing, S. C., Grigg, N. L., & Smetahers, J. F. (2012). The validity of footprint-based measures of arch structure: revisiting the debate of fat versus flat feet in adults. *Journal of Foot and Ankle Research*. 5(1).
- Matejovičová, B., Balla, Š., & Bezáková, A. (2008). Vplyv obezity na zmenu štruktúry nohy. *Česká antropologie*, 58(1), 26–28.
- Mauch, M., Grau, S., Krauss, I., Maiwald, C., & Horstmann, T. (2008). Foot morphology of normal, underweight and overweight children. *International Journal of Obesity*, 32(7), 1068–1075.
- Martin, R. & Saller, K. (1967). *Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung mit Besonderer Berücksichtigung der Anthropologischen Methoden*. Stuttgart: G. Fischer.
- Přidalová, M., Vorálková, D., Elfmark, M., & Janura, M. (2004). The evaluation of morphology and foot function. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 34(1), 49–57.
- Přidalová, M., & Riegerová, J. (2005). Child's foot morphology. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 35(2), 75–86.
- Pavlačková, J., & Zapletalová, V. 2004. Vliv obezity na změny struktury nohy u dívek mladšího školského veku. *Česká antropologie*, 24, 147–149.
- Riegerová, J., Sluka, R., Přidalová, M., & Rýznarová, Š. (2005). Rozbor morfológie nohy u obézných detí ve věku infans II. *Česká antropologie*, 55, 99–105.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Gába, A. (2008). Rozbor morfológie nohy u žen vo věku senescence. *Medicina sportiva*. 17(1), 2–9.
- Riegerová, J., Žeravová, M., & Peštuková, M. (2005). Analysis of morphology of foot in Moravian male and female students in the age infans II. and juvenis. *Acta Univ. Palacki. Olomouc Gymn.*, 35(2), 69–74.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex.
- Szotkovská, J., Riegerová, J., Přidalová, M., & Rýznarová, Š. (2005). Analýza morfológie nohy u seniorek – studentek U3V na FTK UP. *Česká antropologie*, 55, 122–125.
- Tománková, K., Matejovičová, B., Vondráková, M., Kopecký, M., & Jankechová, N. (2012). Vybrané uhlové miery chodidla v populácii žien vo veku adultus I. *Česká antropologie* 62(2), 36–40.
- Villarroya, M. A., Esquivel, J. M., Tomás, C., Moreno, L. A., Buenafé, A., & Bueno, G. (2009). Assessment of the medial

- longitudinal arch in children and adolescents with obesity: footprints and radiographic study. *European Journal of Pediatrics*, 168(5), 559–567.
- Wearing S. C., Hills, A. P., Byrne, N. M., Hennig, E. M., & McDonald, M. (2004). The arch index: a measure of flat or fat feet. *Foot & Ankle International*, 25(8), 575–581.
- Wearing, S. C., Grigg, N. L., Lau, H. C., & Smeathers, J. E. (2012). Footprint-based estimates of arch structure are confounded by body composition in adults. *Journal of Orthopaedic Research*, 30(8), 1351–1354.
- WHO. (2011). *Waist Circumference and Waist–Hip Ratio: Report of a WHO Expert Consultation Geneva, 8–11 December 2008*. Retrieved: 15.12.2013 from the World Wide Web: http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241501491_eng.pdf.
- WHO. (2012). BMI classification, 2012. [online]. Prístup dňa 20.07.2012 z [www: <http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html>](http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html).
- Xiong, S., Goonetilleke, R. S., & Witana, Ch. P. (2010). Foot Arch Characterization. A review, a New Metric, and a Comparison. *Journal of the American podiatric Medical Association*, 100(1), 14–24.

Tománková, K., Gába, A., Přidalová, M., & Cuberek, R. (2014). Analýza morfologických parametrov chodidla vo vzťahu k somatickým ukazateľom u žien na prelome vekových období Maturus II. a Presenilis. *Česká antropologie*, 54(1), 32–39.