

POSOUZENÍ STAVU KOSTNÍ TKÁNĚ A TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U ŽEN NA ZÁKLADĚ ODLIŠNÉ ÚROVNĚ POHYBOVÉ AKTIVITY

Assessment of bone quality and body composition in women with different level of physical activity

Ondřej Kapuš¹, Aleš Gába¹,
Jarmila Riegerová¹, Jana Pelclová²

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

Fractures of the proximal femur are among the most common injuries that bring a large load to patients and lead to developing other health problems. The bone tissue quality in old age is dependent on the interaction of many factors especially relating to lifestyle. Physical activity (PA) is an important component of health influencing the quality of life of elderly people. We aimed at evaluating the relationship of physical activity and body composition to bone density of proximal femur in postmenopausal women. We invited 61 women from University of the Third Age, Palacký University in Olomouc, Czech Republic. They underwent the measuring of body composition, bone density, volume and intensity of physical activity. Body composition, bone mineral density of proximal femur (BMD, g/cm³) and bone mineral content (BMC, g) measurements were performed using Dual-energy X-ray absorptiometry methodology. We used accelerometer ActiGraph GT1M for physical activity measurement. Women were divided into two subgroups (SUB1, SUB2) regarding to volume of PA. The mean age and weight were 63.15 ± 4.87 years and 71.17 ± 13.29 kilograms. According to step recommendation 31 women were active (> 10 000 steps/day) and 30 women were insufficient active (< 10 000 steps/day). In addition, lower BMI was associated to lower BMC and BMD of total femur and probably heighten risk of osteoporotic fracture. Analysis of differences between parameters of bone tissue in SUB1 and SUB2 indicated only small differences in all segments of the proximal femur. We noted only small effect size in Z-score ($p = 0.570$; $\eta^2 = 0.01$) and BMC ($p = 0.562$; $\eta^2 = 0.01$) of Ward's triangle as well as the BMC of trochanter major ($p = 0.555$; $\eta^2 = 0.01$). For the assessment of risk of osteoporosis we suppose that the most problematic segment of proximal femur is Ward's triangle. The research results imply the necessity of conducting a systematic and thorough analysis of the lifestyle and quality of life of elderly people relating to quality of bone tissue.

Key words: DXA, osteoporosis, body fat mass, post menopause, quality of life

Úvod

Nedostatek pravidelné pohybové aktivity (PA) a preference sedavého způsobu života představuje pro seniorskou populaci zásadní faktor ovlivňující kvalitu jejich života. Současné trendy naznačují, že prevalence sedavého životního stylu je ve státech Evropské unie na vysoké úrovni (Varo et al., 2003) a směrem ke starším věkovým kategoriím počet inaktivních jedinců výrazně

narůstá (Chodzko-Zajko et al., 2009). V rámci primární prevence řady chronických onemocnění je doporučeno pro dospělou a seniorskou populaci vykonávat adekvátní množství pohybové aktivity, která by se měla stát nepostradatelnou součástí jejich každodenního života. Řada současných doporučení k pohybové aktivitě se orientuje na její objem, a to především ve vztahu k průměrnému počtu kroků vykonaných za jeden den. Jako nej-univerzálnější je vnímán koncept 10 000 kroků za den (Hatanó, 1993), popřípadě podrobněji zpracovaná klasifikace, kterou uvádí Tudor-Locke a Bassett (2004). Z hlediska intenzity PA je doporučováno v rámci jednoho týdne vykonat nejméně 150 minut středně zatěžující pohybové aktivity (3–6 METs), popřípadě 75 minut intenzivní pohybové aktivity (> 6 METs). Pozitivně je také vnímána kombinace pohybových činností ve výše zmíněných intenzitách (U. S. Department of Health and Human Services, 2008). Z dokumentu American College of Sports Medicine and the American Heart Association (ACSM/AHA) vyplývá, že pohybová aktivita středního zatížení by měla být realizována nejméně pětikrát do týdne v minimálním trvání 30 minut, zatímco intenzivní pohybovou aktivitu je vhodné provádět alespoň třikrát do týdne v minimálním trvání 20 minut (Haskell et al., 2007).

Pozitivní vliv pohybové aktivity na zdraví jedince byl v minulosti častokrát potvrzen (Albright, Thompson, 2006; Hu et al., 2004). U postmenopauzálních žen je pravidelně prováděná pohybová aktivita spojována s redukcí rizika výskytu karcinomu prsu (McTiernan et al., 2003; Patel et al., 2003), rozvoje diabetes mellitus 2. typu (Folsom et al., 2000) nebo obezity (Gába et al., 2009; Krumm et al., 2006; Kyle et al., 2004). Její význam se dále odráží i ve zdraví kostní tkáně, neboť je stimulem pro osteoblastickou činnost, a ve svém důsledku podstatně redukuje riziko výskytu osteopenie či osteoporózy ve vyšším věku. Z hlediska rozvoje kostní tkáně jsou jako velmi prospěšné vnímány pohybové činnosti, které zatěžují kost v kranio-kaudálním směru a mají impaktní charakter. Ke zlepšení kostní denzity (BMD) dále přispívají nejrůznější formy rezistenčních cvičení. Naopak méně náročné pohybové aktivity, u kterých je navíc redukován vliv gravitace, nevedou u postmenopauzálních žen k významnému zlepšení BMD (Nixon et al., 2007).

Riegerová, Gába, Přidalová a Langrová (2009) podotýkají, že riziko osteoporózy je akcentováno kouřením, konzumací alkoholu či příjmem stravy s nadměrným obsahem proteinů a nedostatkem kalcia. Vyšší riziko osteoporózy je dále konstitučně spojeno s gracilitou kostry a dominantní ektomorfii. Je třeba naopak zmínit příznivý vliv vyšší tělesné hmotnosti, která působí jako stimulující faktor na kostní tkáň a také její genetickou podmíněnost až z 35 %. Osoby s vyšší tělesnou hmotností, respektive s vyšším zastoupením tělesného tuku a tukuprosté hmoty, vykazují nižší potenciační riziko rozvoje tohoto onemocnění (Nelson et al., 1994; Reid, 2002; Reid et al., 1992). Naopak pokles svalové hmoty a s ním související pokles svalové síly, často negativně ovlivňuje pohybové funkce a celkovou stabilitu. Tím dochází k signifikantnímu nárůstu rizika pádu, jenž jsou obvyklou příčinou smrtelných úrazů u osob starších 65 let (Klán, Topinková, 2003). U žen s diagnostikovanou osteoporózou hrozí především fraktura proximální části femuru, která významně ovlivňuje mortalitu ve vyšším věku (Center et al., 1999). Z tohoto důvodu by měla být primární prevence zaměřena především na ženy s nízkou tělesnou hmotností, popřípadě na ženy, u nichž je možné pozorovat projevy svalové insuficience.

Cíl

Cílem prezentované studie bylo analyzovat rozdíly v parametrech kostní hmoty proximálního femuru a vybraných tělesných frakcí v závislosti na objemu realizované pohybové aktivity u postmenopauzálních žen.

Metodika

Výzkumný soubor

Hodnocení množství minerálů a kostní hustoty proximálního femuru bylo realizováno u 61 postmenopauzálních žen ve věkovém rozmezí 50–75 let. Průměrný věk sledovaného souboru činil $63,15 \pm 4,87$ let, průměrný věk menopauzy $49,67 \pm 4,27$ let. Součástí realizované diagnostiky bylo také určení zastoupení vybraných tělesných složek a sledování pohybové aktivity ve vztahu k jejímu objemu a intenzitě. Výzkumu se zúčastnily ženy, které pravidelně navštěvovaly programy v rámci Univerzity třetího věku (U3V) při Univerzitě Palackého v Olomouci.

Probandky participující na projektu byly podrobně seznámeny s riziky spojenými s densitometrickým vyšetřením a podepsaly před vlastní procedurou informovaný souhlas s účastí na výzkumu. Výzkumná část projektu byla uskutečněna v průběhu měsíce dubna 2010 a 2011 na specializované klinice (G-Centrum Olomouc s.r.o.) za spoluúčasti odborně proškoleného personálu. Pro posouzení vlivu pohybové aktivity na sledované tělesné parametry jsme sledovaný soubor žen rozdělili na dva subsoubory na základě doporučení vztahujícího se k objemu pohybové aktivity (SUB1, SUB2). Četnostní zastoupení probandek v jednotlivých subsouborech a základní somatické charakteristiky uvádíme v tabulkách 1 a 2.

Vyšetření kostní hustoty, kostních minerálů a tělesného složení

Densitometrické vyšetření proximálního femuru, stejně tak diagnostika vybraných tělesných složek, byla uskutečněna pomocí přístroje DXA Lunar Prodigy Primo™ (GE Healthcare, Velká Británie), který byl před každým diagnostickým blokem pravidelně kalibrován. Přístroje pracující s metodou duální rentgenové absorpciometrie (DXA) jsou v současnosti primárně používány pro hodnocení rizika výskytu osteopenie a osteoporózy na základě informací o kostní hustotě ve vybraných segmentech skeletu (Heymsfield et al., 2005). Měření také vykazuje vysokou validitu a reliabilitu při diagnostice tělesného složení (Heyward, Wagner, 2004).

V prezentovaném výzkumu jsme se zaměřili na posouzení stavu kostní tkáně v oblasti proximálního femuru – collum femoris, Wardův trojúhelník a trochanter major. Sledovány byly také parametry vztahující se k celkovému množství kostních minerálů v daném segmentu (BCM, g), kostní hustotě (BMD, g/cm³), Z-skóre a T-skóre. Naměřené údaje o kostní hustotě byly komparovány s referenčními hodnotami zdravých mladých jedinců stejného pohlaví a etnika (T-skóre), které vycházejí z kritérií Světové zdravotnické organizace (World Health

Organization, 1994). Zdravé osoby mají T-skóre vyšší než –1 (optimálně nulové). Hodnoty T-skóre v pásmu od –1,0 do –2,5 jsou označovány jako osteopenie, hodnoty nižší než –2,5 jako osteoporóza. U dětí a osob starších 70 let je vhodnějším diagnostickým kritériem hodnota Z-skóre, která udává počet standardních odchylek od průměrné hodnoty osob stejného věku a pohlaví. V rámci diagnostiky tělesného složení jsme pozorovali věnovali hmotnostnímu podílu tělesného tuku (BFM, kg), tukuprosté hmoty (FFM, kg) a celotělových minerálů. Riziko zdravotních komplikací spojené s obezitou jsme posuzovali podle hodnot body mass indexu (BMI), popřípadě dle procentuálního zastoupení tělesného tuku (% BFM). Za obezní považujeme probandky, u kterých byla hodnota BMI vyšší jak 30 kg/m² (World Health Organization, 1998) nebo zastoupení tělesného tuku větší jak 35 % (Heyward, Wagner, 2004).

Monitoring pohybové aktivity

Pohybová aktivita byla sledována v rozsahu sedmi dnů s využitím akcelerometru ActiGraph GT1M (Manufacturing Technology Inc., FL, USA), který byl předán probandkám bezprostředně po absolvování densitometrického vyšetření. U seniorské populace je sledování pohybové aktivity prostřednictvím přístroje ActiGraph GT1M považováno za dostatečně reliabilní (Murphy, 2009).

Pro klasifikaci intenzity PA vycházíme z práce Pate et al. (1995), kteří rozlišují tři základní typy PA (pohybová aktivita nízkého zatížení < 3 METs; pohybová aktivita středního zatížení 3–6 METs a pohybová aktivita vysokého zatížení > 6 METs). Každá probandka souhlasila s měřením a byla obeznámena s obsluhou akcelerometru.

Statistická analýza

Získaná data byla statisticky analyzována prostřednictvím softwaru Statistica 9 (StatSoft, 2009). Normalita rozložení dat byla hodnocena Shapiro-Wilk W testem. Vzhledem ke splnění požadavku normálního rozdělení dat, byly difference mezi jednotlivými subsoubory hodnoceny pomocí jednofaktorové analýzy variance (ANOVA). Jako závisle proměnné vstupovaly do analýzy densitometrické parametry proximálního femuru a vybrané tělesné frakce, kategoriální proměnná se vztahovala k nesplnění/splnění konceptu 10 000 kroků za den. Věcná významnost (effect size) byla posuzována na základě koeficientu $\eta^2 = \frac{S\check{C}_{\text{faktor}}}{(S\check{C}_{\text{faktor}} + S\check{C}_{\text{chyba}})}$. Hodnoty η^2 větší než 0,01 vymezují malý efekt, nad hodnotou 0,06 hovoříme o středním efektu a hodnota 0,14 ohraničuje velký efekt (Cohen, 1988).

Výsledky

Tabulka 1. Základní charakteristika věku a vybraných parametrů a pohybové aktivity ve vztahu k plnění počtu kroků/den

		SUB1 (< 10 000 kroků/den) n = 30		SUB2 (> 10 000 kroků/den) n = 31		F	p	η^2
		M	SD	M	SD			
věk (roky)	*, ††	64,63	5,70	61,94	3,94	4,65	0,035	0,07
věk menopauzy (roky)	†	50,28	3,67	49,61	4,06	0,44	0,511	0,01
kroky za den	**, †††	7 218	1 974	13 089	2 575	99,38	0,000	0,63
PA 1–3 METs (min/týden)	**, †††	395,02	204,64	686,33	238,25	26,16	0,000	0,31
PA 3–6 METs (min/týden)	**, †††	142,60	85,05	329,39	139,42	39,59	0,000	0,40
PA >6 METs (min/týden)	†	0,37	1,03	2,15	5,48	3,06	0,085	0,04

Poznámka: PA – pohybová aktivita. Rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny prostřednictvím ANOVA (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$), věcná významnost byla posuzována dle koeficientu η^2 – malý efekt † (0,01–0,06), střední efekt †† (0,06–0,14), velký efekt ††† (> 0,14). Jednotlivé subsoubory byl stanoveny na základě doporučení dle Hatano (1993).

Tabulka 2. Analýza vybraných somatických parametrů u postmenopauzálních žen v závislosti na plnění doporučení k objemu pohybové aktivity

		SUB1 (< 10 000 kroků/den) n = 30		SUB2 (> 10 000 kroků/den) n = 31		F	p	η^2
		M	SD	M	SD			
tělesná výška (cm)		160,67	5,62	160,35	6,61	0,04	0,842	0,00
tělesná hmotnost (kg)	*, ††	73,93	13,13	67,39	11,98	4,12	0,046	0,07
body mass index (kg/m ²)	*, ††	28,63	4,88	26,18	4,37	4,26	0,043	0,07
tělesný tuk (kg)	**, ††	29,99	9,65	23,89	7,70	7,48	0,008	0,11
tělesný tuk (%)	**, †††	41,03	6,59	35,85	6,18	10,05	0,002	0,15
tukuprostá hmota (kg)		41,58	4,84	41,18	4,92	0,10	0,753	0,00
kostní minerály (kg)		2,35	0,32	2,33	0,41	0,08	0,783	0,00

Poznámka: Rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny prostřednictvím ANOVA (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$), věcná významnost byla posuzována dle koeficientu η^2 – malý efekt † (0,01–0,06), střední efekt †† (0,06–0,14), velký efekt ††† (> 0,14). Jednotlivé subsoubory byly stanoveny na základě doporučení dle Hatano (1993).

Tabulka 3. Analýza rozdílů v parametrech kostní hmoty proximálního femuru v závislosti na plnění konceptu počtu kroků/den

Parametr	Segment		SUB1 (< 10 000 kroků/den) n = 30		SUB2 (> 10 000 kroků/den) n = 31		F	p	η^2
			M	SD	M	SD			
BMD (g/cm ²)	neck		0,872	0,102	0,878	0,101	0,04	0,837	0,00
	ward		0,667	0,113	0,678	0,099	0,16	0,688	0,00
	troch		0,787	0,107	0,785	0,106	0,01	0,938	0,00
T-skóre	neck		–1,19	0,74	–1,15	0,72	0,05	0,825	0,00
	ward		–1,88	0,88	–1,78	0,76	0,21	0,649	0,00
	troch		–0,55	0,92	–0,57	0,93	0,01	0,951	0,00
Z-skóre	neck		0,06	0,62	0,13	0,67	0,16	0,692	0,00
	ward	†	–0,18	0,82	–0,06	0,75	0,33	0,570	0,01
	troch		0,36	0,85	0,40	0,84	0,04	0,842	0,00
BMC (g)	neck		4,31	0,64	4,25	0,55	0,16	0,689	0,00
	ward	†	1,83	0,51	1,77	0,32	0,34	0,562	0,01
	troch	†	11,15	2,55	10,79	2,15	0,35	0,555	0,01

Poznámka: neck – collum femoris, ward – Wardův trojúhelník, troch – trochanter major. Rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny prostřednictvím ANOVA (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$), věcná významnost byla posuzována dle koeficientu η^2 – malý efekt † (0,01–0,06), střední efekt †† (0,06–0,14), velký efekt ††† (> 0,14). Jednotlivé subsoubory byly stanoveny na základě doporučení Hatano (1993).

V tabulce 1 uvádíme četnostní zastoupení probandek v jednotlivých subsouborech včetně průměrných hodnot markerů pohybové aktivity. Koncept 10 000 kroků za den neplnilo 30 probandek (49 %), zatímco 31 probandek (51 %) splnilo doporučení denního počtu kroků (> 10 000 kroků). Ženy, které dodržovaly koncept 10 000 kroků za den, byly o 2,69 let mladší ($p = 0,035$; $\eta^2 = 0,07$) než ženy patřící do SUB1. Ženy s více jak 10 000 kroky za den se také vyznačovaly vysokým zastoupením PA středního zatížení (329,39 min/týden). Signifikantní rozdíly nacházíme mezi SUB1 a SUB2 v počtech kroků ($p < 0,001$; $\eta^2 = 0,63$) a také v intenzitě PA nízkého ($p = 0,000$; $\eta^2 = 0,31$) i středního zatížení ($p < 0,001$; $\eta^2 = 0,40$). Co se týče PA vysokého zatížení, nalézáme u našeho souboru jen pouze věcně významný rozdíl na úrovni malého efektu ($p = 0,085$; $\eta^2 = 0,04$).

Vybrané somatické charakteristiky uvádíme v tabulce 2. Ačkoliv tělesná výška byla u SUB1 a SUB2 téměř identická, v případě tělesné hmotnosti jsme zaznamenali mezi těmito sku-

pinami statisticky významné rozdíly. Průměrná tělesná hmotnost SUB2 byla o 6,54 kg nižší ($p = 0,046$; $\eta^2 = 0,07$). Statisticky významné difference byly také nalezeny u BMI ($p = 0,043$; $\eta^2 = 0,07$), absolutních ($p = 0,008$; $\eta^2 = 0,11$) a relativních ($p = 0,002$; $\eta^2 = 0,15$) hodnot tělesného tuku. BMI byl u obou subsouborů nad hranici vymezující nadváhu, zatímco v případě procentuálního zastoupení tělesného tuku se průměrné hodnoty pohybovaly nad hranici vymezující obezitu (> 35 %). U tukuprosté hmoty i kostních minerálů nebyly zaznamenány statisticky ani věcně významné rozdíly.

Analýza diferencí mezi SUB1 a SUB2 naznačila v případě parametrů kostní tkáně minimální rozdíly ve všech sledovaných segmentech proximálního femuru (tab. 3). Věcnou významnost na úrovni malého efektu jsme zaznamenali v případě Z-skóre ($p = 0,570$; $\eta^2 = 0,01$) a celkových kostních minerálů ($p = 0,562$; $\eta^2 = 0,01$) Wardova trojúhelníku. Stejně tak zastoupení minerálů v oblasti trochanter major bylo u SUB1 vyšší než v případě SUB2 ($p = 0,555$; $\eta^2 = 0,01$).

Diskuze

Ženy po menopauze tvoří významnou a stále rostoucí část světové populace. Khan et al. (2001) poukazují na to, že přáním těchto žen je zvýšit denzitu kostní hmoty tak, aby zabránily případným osteoporotickým zlomeninám. V České republice utrpí zlomeninu obrátle během jednoho roku z každého tisíce žen starších 50 let 11 žen. Incidence zlomenin obratlů u mužů je také obdobná jako jinde v Evropě (4–7 zlomenin u 1 000 mužů). Riziko zlomenin proximálního femuru mají české ženy ve věku nad 50 let 17 % a muži 7 %, na komplikace fraktury (uroinfekce, bronchopneumonie a flebotrombózy) umírá do jednoho roku až 20 % postižených osob (Štěpán, 2005). Z hlediska hodnocení kvality kostní tkáně v jednotlivých segmentech skeletu potvrzuje prezentovaná studie současné poznatky, které označují oblast Wardova trojúhelníku proximálního femuru za nejméně stabilní a charakteristickou nejnižšími hodnotami BMD a T-skóre (Beardsworth et al., 1999; Welsh, Rutherford, 1996). U sledovaného souboru žen dosahovaly hodnoty T-skóre v oblasti Wardova trojúhelníku a krčku femuru již osteopenie, zatímco u trochanteru byly hodnoty T-skóre v pásmu normálních hodnot. Při srovnání parametrů kostní tkáně námi sledovaných žen s průměrnými hodnotami osob stejného pohlaví i věku (Z-skóre) byla zaznamenána záporná hodnota Z-skóre pouze u Wardova trojúhelníku.

Tradiční léčebné postupy osteoporózy zahrnují především farmakologickou léčbu, která v naprosté většině cíleně tlumí proces kostní resorpce, respektive snižuje počet kostních remodelačních jednotek, a tím efektivně prodlužuje čas remineralizace kostní tkáně. Za vhodnou alternativu tradičních postupů můžeme bezesporu označit pohybovou aktivitu. I když některé výzkumy (Boyer et al., 2011; Kohrt et al., 1995; Nelson, et al., 1994) jasně prokazují její pozitivní vliv na kostní tkáň, v naší studii jsme však nenalezli významný pozitivní efekt pohybové aktivity na sledované parametry proximálního femuru. Toto zjištění může souviset se skutečností, že ačkoliv má pohybová aktivita protektivní charakter na kostní tkáň, může nižší tělesná hmotnost spojená s gracilitou kostry hypoteticky působit proti výhodnému efektu cvičení u žen s nadváhou (Kapuš et al., 2010). Podle Holbrook a Barrett-Connor (1993) je nízká tělesná hmotnost významným rizikovým faktorem v rozvoji osteoporózy a naopak zvýšení tělesné hmotnosti a nárůst tělesného tuku má pozitivní vliv na BMD nejen v seniorském věku, ale také v dětství (Reid, 2002). Podle Riegerové et al. (2009) je však nezbytné si dále uvědomit relativně vysokou genetickou podminěnost kostní tkáně a multifaktorialitu osteoporózy.

V odborné literatuře se také významně diskutuje o vzájemném vlivu vybraných tělesných složek na kostní tkáň. Některé studie u postmenopauzálních žen dokládají vzájemný vztah mezi tukovou a kostní hmotou (Kapuš, et al., 2010; Reid et al., 1992), zatímco jiné studie spíše poukazují na vztah tukuprosté hmoty a svalové síly na kostní hmotu (Aloia et al., 1995; Nelson, et al., 1994). V případě tukuprosté hmoty nebyl u námi sledovaného souboru nalezen signifikantní rozdíl a hodnoty tohoto parametru odpovídaly u obou skupin pásmu 25.–50. percentilu zdravé ženské populace ve věku 55–64 let (Kyle et al., 2001). V případě tělesného tuku byly průměrné hodnoty SUB1 lokalizovány pod hranici 90. percentilu, zatímco u SUB2 pod 75. percentilem. I když byl mezi sledovanými skupinami nalezen statisticky významný rozdíl v zastoupení tělesného tuku, v parametrech kostní tkáně proximálního femuru se však tento rozdíl výrazněji neprojevil.

Pozitivní vliv pravidelné pohybové aktivity se u seniorské populace projevuje především ve změně tukové složky. Gába et al. (2009) uvádějí, že s narůstajícím počtem kroků vykonaných v průměru za jeden den dochází k signifikantnímu poklesu BMI a procentuálního zastoupení tělesného tuku. Obdobný trend popisují také Tudor-Locke et al. (2001). Naše výsledky

jsou v souladu s výše jmenovanými studiemi, neboť ženy plnící koncept 10 000 kroků za den, vykazovaly signifikantně nižší BMI i absolutní a relativní zastoupení tělesného tuku než ženy, které během dne vykonaly méně než 10 000 kroků. Z výše uvedených výsledků vyplývá, že se zvýšené úsilí vynaložené pro splnění konceptu 10 000 kroků za den projevuje především ve změně tělesného složení. Schoenborn a Adams (2010) navíc uvádějí, že starší jedinci preferují lehké a středně náročné aktivity před intenzivními aktivitami. Tento trend plně koresponduje i s výsledky naší studie, neboť u sledovaných žen nacházíme největší zastoupení aktivit lehké a středně zatěžujících, zatímco pohybové aktivity vysokého zatížení byly preferovány jen zřídka.

Vzhledem k tomu, že ženy navštěvovaly Univerzitu třetího věku na Fakultě tělesné kultury a Přírodovědecké fakultě UP v Olomouci (jednalo se především o dlouhodobě pohybově aktivní část populace žen), mohou se výsledky lišit, pokud bychom využili randomizovaný vzorek populace. Přestože je densitometrie základem osteologického vyšetření, ne vždy hodnoty BMD vypovídají přesně o kvalitě kostní tkáně. V případě kompresivních zlomenin obratlových těl při osteoporóze nebo za přítomnosti osteofytů při degenerativních změnách páteře může být výsledek zkreslen. Přínosné je zejména komplexní osteologické vyšetření, včetně rozboru krve a moče. Přínos této studie spočívá v hodnocení rizika osteoporózy z pohledu tělesného složení a pohybové aktivity u postmenopauzálních žen. Ženy nejenom zjistily stav své kostní tkáně (u mnohých byla zahájena preventivní léčba), ale byly taktéž obeznámeny s výhodami vhodné pohybové aktivity ve starším věku a s riziky plynoucími z obezity.

Závěr

Plnění konceptu 10 000 kroků/den se jeví jako přijatelné vzhledem ke změnám v tělesném složení a parametrech kostní hmoty v oblasti proximálního femuru. Výsledky bohužel neukazují pozitivní vliv pohybové aktivity na kostní hmotu vzhledem k vybranému souboru. Studie ukazuje, že nejproblematictější segmentem proximálního femuru je Wardův trojúhelník, který vykazuje nejnižší hodnoty u měřených parametrů.

Osteoporóza je zásadním problémem zdravotní péče, který vyžaduje rychlé a efektivní řešení. Je třeba zvýšit povědomí o osteoporotické problematice mezi zdravotníky na všech úrovních. U laické veřejnosti je třeba vytrvale zdůrazňovat nezbytnost prevence a motivovat všechny věkové skupiny k aktivitě v této oblasti. Hlavním cílem léčby osteoporózy nesmí být prostý nárůst denzity kostního minerálu, nýbrž snížení rizika zlomeniny, zvláště pak osového skeletu. Tím lze zásadně ovlivnit kvalitu života pacientů.

Poděkování

Práce byla zpracována v rámci výzkumného záměru: „Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn“ (MSM 6198959221) a také za podpory grantu IGA: Studentská grantová soutěž FTK_2010_012 a FTK_2011_014.

Souhrn

Zlomeniny proximálního femuru patří mezi závažné diagnózy, které přinášejí pro nemocného velké zatížení a riziko rozvoje dalších zdravotních komplikací. Kvalita kostní tkáně ve vyšším věku se odvíjí od spolupůsobení řady faktorů vztahujících se především k životnímu stylu jedince. Pohybová aktivita (PA) je důležitou komponentou ovlivňující kvalitu života u starších osob.

Cílem studie je hodnocení vztahů pohybové aktivity a tělesného složení na kostní tkáň proximálního femuru u postmenopauzálních žen.

Projektu se zúčastnilo 61 žen z Univerzity třetího věku Univerzity Palackého v Olomouci. Ženy podstoupily měření tělesného složení, kostní denzity, objemu a intenzity pohybové aktivity. Tělesné složení, kostní denzita proximálního femuru (BMD, g/cm²) a celkový obsah kostních minerálů (BMC, g) jsme realizovali na přístroji DXA využívající duální rentgenovou absorpciometrii. Za použití akcelerometru ActiGraph GT1M byl stanoven objem pohybové aktivity. Ženy byly rozděleny do dvou podskupin (SUB1, SUB2) dle objemu pohybové aktivity. Průměrný věk činil 63,15 ± 4,87 let a hmotnost 71,17 ± 13,29 kilogramů.

Podle doporučení k počtu kroků za den 31 žen splnilo koncept (> 10 000 kroků/den) a naopak 30 žen bylo méně aktivních (< 10 000 kroků/den). Analýza difference mezi vybranými parametry kostní tkáně u SUB1 a SUB2 ukazuje jen malé rozdíly ve všech sledovaných segmentech proximálního femuru. Zaznamenali jsme jen malou věcnou významnost u Z-skóre ($p = 0,570$; $\eta^2 = 0,01$) a BMC ($p = 0,562$; $\eta^2 = 0,01$) Wardova trojúhelníku stejně jako BMC u trochanteru ($p = 0,555$; $\eta^2 = 0,01$). Pro hodnocení rizika osteoporózy předpokládáme, že nejproblematictější částí proximálního femuru je Wardův trojúhelník. Výsledky výzkumu naznačují, že je nezbytné neustále provádět podrobné analýzy životního stylu a kvality života u seniorů týkající se kvality kostní tkáně.

Klíčová slova: DXA, osteoporóza, tělesný tuk, postmenopauza, kvalita života

Literatura

- ALBRIGHT, C., THOMPSON, D. The effectiveness of walking in preventing cardiovascular disease in women: a review of the current literature. *Journal of Women's Health*, 2006, vol. 15, no. 3, p. 271–280.
- ALOIA, JF., VASWANI, A., MA, R., FLASTER, E. To what extent is bone mass determined by fat-free or fat mass? *Am J Clin Nutr*, May 1995, vol. 61, no. 5, p. 1110–1114.
- BEARDSWORTH, SA., KEARNEY, CE., PURDIE, DW. Prevention of postmenopausal bone loss at lumbar spine and upper femur with tibolone: a two-year randomised controlled trial. *Br J Obstet Gynaecol*, Jul 1999, vol. 106, no. 7, p. 678–683.
- BOYER, K., KIRATLI, B., ANDRIACCHI, T., BEAUPRE, G. Maintaining femoral bone density in adults: how many steps per day are enough? *Osteoporosis International*, 2011, p. 1–8.
- CENTER, JR., NGUYEN, TV., SCHNEIDER, D., SAMBROOK, PN., EISMAN, JA. Mortality after all major types of osteoporotic fracture in men and women: an observational study. *Lancet*, Mar 13 1999, vol. 353, no. 9156, p. 878–882.
- COHEN, J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Edition ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates, 1988.
- FOLSOM, AR., KUSHI, LH., HONG, CP. Physical activity and incident diabetes mellitus in postmenopausal women. *American Journal of Public Health*, Jan 2000, vol. 90, no. 1, p. 134–138.
- GÁBA, A., PELCLOVÁ, J., PŘIDALOVÁ, M., RIEGEROVÁ, J., DOSTÁLOVÁ, I., ENGELOVÁ, L. The evaluation of body composition in relation to physical activity in 56–73 y. old women: A Pilot study. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 2009, vol. 39, no. 3, p. 21–30.
- HASKELL, WL., LEE, IM., PATE, RR., POWELL, KE., BLAIR, SN., FRANKLIN, BA., MACERA, CA., HEATH, GW., THOMPSON, PD., BAUMAN, A. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*, Aug 2007, vol. 39, no. 8, p. 1423–1434.
- HATANO, Y. Use of the pedometer for promoting daily walking exercis. *International Council for Health, Physical Education, and Recreation*, 1993, vol. 29, p. 4–8.
- HEYMSFIELD, S., LOHMAN, T., WANG, Z., GOING, S. *Human body composition*. edited by 2ND. Edition ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005.
- HEYWARD, V., WAGNER, D. *Applied body composition assessment*. Edition ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004.
- HOLBROOK, TL., BARRETT-CONNOR, E. The association of lifetime weight and weight control patterns with bone mineral density in an adult community. *Bone Miner*, Feb 1993, vol. 20, no. 2, p. 141–149.
- HU, G., TUOMILEHTO, J., SILVENTOINEN, K., BARENGO, N., JOUSILAHTI, P. Joint effects of physical activity, body mass index, waist circumference and waist-to-hip ratio with the risk of cardiovascular disease among middle-aged Finnish men and women. *European Heart Journal*, 2004, vol. 25, no. 24, p. 2212–2219.
- CHODZKO-ZAJKO, WJ., PROCTOR, DN., FIATARONE SINGH, MA., MINSON, CT., NIGG, CR., SALEM, GJ., SKINNER, JS. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2009, vol. 41, no. 7, p. 1510–1530.
- KAPUŠ, O., GÁBA, A., RIEGEROVÁ, J., PELCLOVÁ, J. Hodnocení vztahů tělesného složení, pohybové aktivity a kostní denzity u postmenopauzálních žen. *Česká antropologie*, 2010, vol. 60, no. 1, p. 5–9.
- KHAN, K., MCKAY, H., KANNUS, P., BAILEY, D., WARK, J., BENNELL, K. *Physical activity and bone health*. Edition ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2001.
- KLÁN, J., TOPINKOVÁ, E. Pády a jejich rizikové faktory ve stáří. *Česká geriatrická revue*, 2003, vol. 2, p. 38–43.
- KOHT, WM., SNEAD, DB., SLATOPOLSKY, E., BIRGE, SJ., JR. Additive effects of weight-bearing exercise and estrogen on bone mineral density in older women. *Journal of bone and mineral research: the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*, 1995, vol. 10, no. 9, p. 1303–1311.
- KRUMM, EM., DESSIEUX, OL., ANDREWS, P., THOMPSON, DL. The relationship between daily steps and body composition in postmenopausal women. *J Womens Health (Larchmt)*, 2006, vol. 15, no. 2, p. 202–210.
- KYLE, UG., GENTON, L., GREMION, G., SLOSMAN, D., PICHARD, C. Aging, physical activity and height-normalized body composition parameters. *Clinical Nutrition*, 2004, vol. 23, no. 1, p. 79–88.
- KYLE, UG., GENTON, L., SLOSMAN, DO., PICHARD, C. Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. *Nutrition*, 2001, vol. 17, no. 7–8, p. 534–541.
- MCTIERNAN, A., KOOPERBERG, C., WHITE, E., WILCOX, S., COATES, R., ADAMS-CAMPBELL, LL., WOODS, N., OCKENE, J. Recreational physical activity and the risk of breast cancer in postmenopausal women: the Women's Health Initiative Cohort Study. *JAMA: the journal of the American Medical Association*, 2003, vol. 290, no. 10, p. 1331–1336.
- MURPHY, SL. Review of physical activity measurement using accelerometers in older adults: Considerations for research design and conduct. *Preventive Medicine*, 2009, vol. 48, no. 2, p. 108–114.
- NELSON, ME., FIATARONE, MA., MORGANTI, CM., TRICE, I., GREENBERG, RA., EVANS, WJ. Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures. A randomized controlled trial. *JAMA*, 1994, vol. 272, no. 24, p. 1909–1914.

- NIXON, MF., IBRAHIM, T., JOHARI, Y., ELTAYEF, S., HARIHARAN, D., TAYLOR, GJ. Managing osteoporosis in patients with fragility fractures: did the British Orthopaedic Association guidelines have any impact? *Ann R Coll Surg Engl*, 2007, vol. 89, no. 5, p. 504–509.
- PATE, RR., PRATT, M., BLAIR, SN., HASKELL, WL., MACERA, CA., BOUCHARD, C., BUCHNER, D., ETTINGER, W., HEATH, GW., KING, AC. et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA : the journal of the American Medical Association*, 1995, vol. 273, no. 5, p. 402–407.
- PATEL, AV., CALLEL, EE., BERNSTEIN, L., WU, AH., THUN, MJ. Recreational physical activity and risk of postmenopausal breast cancer in a large cohort of US women. *Cancer Causes and Control*, 2003, vol. 14, no. 6, p. 519–529.
- REID, IR. Relationships among body mass, its components, and bone. *Bone*, 2002, vol. 31, no. 5, p. 547–555.
- REID, IR., AMES, R., EVANS, MC., SHARPE, S., GAMBLE, G., FRANCE, JT., LIM, TM., CUNDY, T.F. Determinants of total body and regional bone mineral density in normal postmenopausal women – a key role for fat mass. *J Clin Endocrinol Metab*, 1992, vol. 75, no. 1, p. 45–51.
- RIEGEROVÁ, J., GÁBA, A., PŘÍDALOVÁ, M., LANGROVÁ, I. Hodnocení osteopenie a osteoporózy u žen ve věku senescence pomocí přístroje DEXA a InBody 720. *Slovenská antropológia*, 2009, vol. 12, no. 2, p. 42–48.
- SCHOENBORN, CA., ADAMS, PE. Health behaviors of adults: United States, 2005–2007. *Vital Health Stat*, 2010, vol. 10, no. 245, p. 1–132.
- STATSOFT. Statistica 9. Tulsa, OK: StatSoft, 2009.
- ŠTĚPÁN, J. Osteoporóza a cíle její léčby. *Klinická farmakologie a farmacie*, 2005, vol. 19, p. 229–234.
- TUDOR-LOCKE, C., AINSWORTH, B., WHITT, M., THOMPSON, R., ADDY, C., JONES, D. The relationship between pedometer-determined ambulatory activity and body composition variables. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 2001, vol. 25, no. 11, p. 1571–1578.
- TUDOR-LOCKE, C., BASSETT, D. How Many Steps/Day Are Enough?: Preliminary Pedometer Indices for Public Health. *Sports Medicine*, 2004, vol. 34, no. 1, p. 1–8.
- U. S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. 2008 Physical activity guidelines for Americans be active, healthy, and happy! [online]. [[Washington, D.C.]]: U.S. Dept. of Health and Human Services: For sale by the Supt. of Docs., U.S. G.P.O., 2008. Available from World Wide Web: <<http://purl.access.gpo.gov/GPO/LPS112866>>.
- VARO, JJ., MARTINEZ-GONZALEZ, MA., DE IRALA-ESTEVEZ, J., KEARNEY, J., GIBNEY, M., MARTINEZ, JA. Distribution and determinants of sedentary lifestyles in the European Union. *International Journal of Epidemiology*, 2003, vol. 32, no. 1, p. 138–146.
- WELSH, L., RUTHERFORD, OM. Hip bone mineral density is improved by high-impact aerobic exercise in postmenopausal women and men over 50 years. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1996, vol. 74, no. 6, p. 511–517.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION *Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Report of a WHO Study Group*. Edition ed. Geneva: World Health Organization, 1994.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION *Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation*. Edition ed. Geneva: World Health Organization, 1998.

RELIABILITA MERANIA V GEOMETRICKEJ A KLASICKEJ MORFOMETRII ĽUDSKEJ LEBKY

Reliability of measurements in geometric and traditional morphometrics of human skull

Stanislav Katina^{1,2,3}, Silvia Bodoriková²,
Michaela Dörnhöferová²

¹Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky, Bratislava, Slovenská republika

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

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

Abstract

The aim of this study is to confront the methods of traditional (classical) morphometrics (TM) with geometric morphometrics (GM). TM applies direct measurements of an object using some anthropometric instruments. In GM, object is analyzed in a virtual space and except the metric characteristics it is allowed to measure also the object's shape independently of its position, orientation, and/or size. Furthermore, the study is focused on the classification of measurement errors in TM and GM, as well as the possibilities of their minimization. An overview and classification of (semi)landmarks depending on their reliability are proposed. In 2D analysis, only three types of landmarks are differentiated but in 3D approach nine types of (semi)landmarks are described. Selected curves and surface patches on the skull are also defined. A comparison of 2D and 3D analyses shows that the 2D photos (projections) are suitable for measuring only if the skull itself is not available. Only a slight rotation of the skull from the standardized planes (anthropometric norms) leads to artificial optical deformations, which increases distortion of the real variability. Contrary to 2D approach, the 3D one is offering not only richer information on the object using three coordinates additionally to only two, but more accurate measurements using mathematical definition of Frankfort horizontal and sagittal plane as well. The complexity of human skull measured by landmark coordinates is augmented by geometrically homologous (semi)landmarks on curves and surfaces, which are very important also backwards to calculate linear measurements from (semi)landmark coordinates. The major advantage of GM methods is the preservation of the full geometry of the object under study and the possibility to generate clear graphical outputs of the associated shape changes. However, landmark data have the disadvantage of being more difficult to analyze statistically than traditional morphometric variables due to the problem of mutual multivariate relationship of (semi)landmark coordinates enriched by triangulated mesh of surface points. Therefore, a collaboration of anthropologists with mathematicians, statisticians, and computer scientists is necessary starting at the time of study design. Only so could be eliminated the systematic measurement errors prior to any analysis, during statistical analysis, and at its conclusion due to interpretation of the results using static and dynamic statistical visualisation methods.

Key words: skull, morphometrics, reliability, biological a geometrical homology, (semi)landmarks, curves