

Z VĚDECKÉ ČINNOSTI

HODNOCENÍ VZTAHŮ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ, POHYBOVÉ AKTIVITY A KOSTNÍ DENZITY U POSTMENOPAUZÁLNÍCH ŽEN

Evaluation the relationships of body composition, physical activity and bone density in postmenopausal women

Ondřej Kapuš¹, Aleš Gába¹,
Jarmila Riegerová¹, Jana Pelclová²

¹Katedra funkční antropologie a fyziologie, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci

² Centrum kinantropologického výzkumu, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci

Abstract

We aimed at evaluating the relationship of fat mass and physical activity to bone mass in postmenopausal women. We invited 67 women from University of the Third Age (U3A) Palacky University in Olomouc. They underwent the measuring of body composition, bone density, intensity and volume of physical activity. Body composition and bone mineral density (BMD) measurements were performed using Dual-energy X-ray absorptiometry methodology (DXA) and bioelectrical impedance (InBody 720, Tanita BC-418). We use accelerometer ActiGraph GT1M for physical activity measurement. The mean age and weight were 63.15 ± 4.87 years and 71.17 ± 13.29 kilograms, respectively. Accordingly to the body mass index (BMI), 37.3 % were of normal weight, 35.8 % of the patients were overweight and 26.7 % were obese. Overweight or obese women had significantly higher bone mass. However, amount of daily steps ($> 10\,000$) decrease fat mass. In addition, lower BMI is associated to lower BMC and BMD of total femur and possible heighten risk of osteoporotic fracture.

Key words: *menopause, bone density, body composition, physical activity.*

Vypracováno na základě plnění výzkumného záměru MŠMT „Physical activity and inactivity of the population in Czech Republic in context of behavioural transformation“ IK 618959221.

Úvod

Osteoporóza (jak primární tak sekundární) je celosvětovým problémem (Heaney, 2003) a představuje v současné době značnou ekonomickou, sociální a zdravotnickou zátěž (Riegerová, Gába, Přidalová, Langrová, 2009).

V rámci primární osteoporózy je nejčastěji sledována osteoporóza postmenopauzální, která je spojena s rozvojem estrogenového deficitu a postihuje především spongiózní kost. Tvoří přibližně 80 % všech osteoporóz a vyskytuje se mezi 50–70 lety (Janiček et al., 2007).

Na kostní hmotu působí řada faktorů, jak uvádí Genaro, Pereira, Pinheiro, Szejnfeld, Martini (2010). Jeden z důležitých faktorů je tělesná hmotnost (Felson, Zhang, Hannan, Anderson, 1993; Reid et al., 2002). Další výzkumy ukázaly, že nejdůležitější prediktor kostní hmoty u postmenopauzálních žen je tuková frakce (Felson et al, 1993; Douchi, et al., 2003).

Naopak jiní autoři uvádí nejvyšší závislost kostní hmoty na tukuprosté hmotě – obzvláště na svalové frakci, která je zapojena do přírůstku kostní hmoty pomocí pravidelného mechanického zatěžování (Genaro, et al, 2010).

Riegerová et al. (2009) podotýká, že pro udržení, případně rozvoj kostní hmoty ve starším věku je třeba provádět takovou aktivitu, při které působí na aktivovanou část skeletu síla a gravitace.

Z pohledu intenzity pohybové aktivity je pro dospělou a seniorskou populaci obecně doporučeno provádět středně zatěžující pohybovou aktivitu alespoň 150 minut týdně (U. S. Department of Health and Human Services, 2008). Další alternativou je dodržení konceptu 10 000 kroků/den (Tudor-Locke, Bassett, 2004).

Ačkoliv má pohybová aktivita protektivní charakter na kostní tkáň, úbytek hmotnosti spojený s pohybovou aktivitou by mohl hypoteticky působit proti výhodnému efektu cvičení u žen s nadváhou či u obézních žen. U postmenopauzálních žen je totiž tuková tkáň hlavním místem konverze androgenů v estrogen pomocí enzymu aromatázy. U žen tedy dochází v důsledku poklesu tukové frakce ke snížení koncentrace estrogeneru (McTiernan, et al., 2004).

Vyšší tělesná hmotnost, zvláště tuková hmota také přispívá k zatěžování skeletu a je proto důležitým faktorem v nárůstu kostní denzity a redukcí kostní přestavby (Chubak, et al., 2006).

Vyšší riziko osteoporózy je konstitučně spojeno s gracilníou kostry, dominantní ektomorfii a hypokinetickým způsobem života v dětství a dospívání (Riegerová et al., 2009). U starších jedinců dochází v důsledku involuce ke ztrátě svalové tkáně a poklesu svalové síly, který předchází poklesu kostní hmoty (Spirduso, Francis, & Maceese, 2005). Za nejsenzitivnější období z hlediska tvorby kostní tkáně považujeme dětství a dospívání.

Cíl

Primární cíle spočívají v hodnocení vztahů kostní denzity s vybranými markery pohybové aktivity a tělesného složení u žen navštěvujících Univerzitu třetího věku na FTK UP v Olomouci.

Materiál a metodika

Výzkumný soubor

Na projektu participovalo 67 postmenopauzálních žen (převážně nekuřáčky) z Univerzity třetího věku Fakulty tělesné kultury a Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci ve věkovém rozmezí 50–75 let.

Ženy absolvovaly vždy ve stejném pořadí vyšetření na přístroji DXA, InBody, Tanita a poté jim byl předán přístroj ActiGraph GT1M na měření intenzity a objemu pohybové aktivity (PA), který nosily po dobu 8 dnů.

Měření probíhalo za standardních podmínek v laboratorní místnosti G-Centra Olomouc.

Měření kostní denzity

Proximální část femuru, lumbální oblast páteře (L1–L4) a celková tělesná denzita byla měřena přístrojem DXA Lunar Prodigy Primo. Přístroj byl denně kalibrován. DXA je v současné době považována za zlatý standard měření kostní denzity (na základě slabého rentgenového záření).

Kritéria dle WHO (1994) byla použita ke klasifikaci osteoporózy. Naměřené hodnoty kostní denzity byly porovnány s referenčními hodnotami u mladých zdravých jedinců téhož pohlaví a etnika – pomocí T-skóre.

Měření tělesného složení

Tělesné složení bylo vyhodnoceno pomocí přístroje DXA, InBody 720 a Tanita BC-418. InBody a Tanita měří tělesné složení na základě bioelektrické impedance. Nadbytek procentuálního zastoupení tukové tkáně byl hodnocen dle Heywarda a Wagnera (2004) nad 35 %. Dále byly ženy posuzovány např. pomocí body mass indexu (BMI) dle kritérií WHO (1995).

Měření pohybové aktivity

Intenzita a objem pohybové aktivity byly zaznamenány pomocí akcelerometru ActiGraph GT1M.

Získaná data byla statisticky analyzována. Normalita rozložení dat byla hodnocena Shapiro-Wilksův W testem. V závislosti na normalitě dat jsme rozdíl mezi jednotlivými subsoubory hodnotili pomocí jednofaktorové analýzy variance (ANOVA), popřípadě Kruskal-Wallisův testem. Vzájemné vazby mezi proměnnými byly analyzovány Pearsonovým a Spearmanovým korelačním koeficientem.

Výsledky

Tabulka 1 prezentuje charakteristiky tělesného složení u 67 postmenopauzálních žen.

Průměrný věk menopauzy zkoumaných žen činil 49,67, což odpovídá normálnímu nástupu menopauzy, s přihlédnutím na individuální rozdíly.

Podle procentuálního zastoupení tukové tkáně, jsou tyto ženy celkově hodnoceny jako obezní nad hranicí 35 % (Heyward, Wagner, 2004), naopak dle kritérií BMI jsou ženy řazeny do kategorie nadváhy (25,00–29,99).

Co se týče kostní denzity jednotlivých segmentů, nejlepších průměrných hodnot dosahovalo celotělové T-skóre (–0,08 SD). I u ostatních segmentů odpovídaly průměrné hodnoty normálnímu stavu, hodnoty L1–L4 (–0,88 SD) se již blížily k hranici osteopenie. Nejnížší individuální hodnotu jsme naměřili v oblasti L1–L4 (–3,40 SD), což odpovídá již rozvinuté osteoporóze.

Dále tabulka 1 dokumentuje, že sledované ženy patří do populace aktivní (průměrný počet kroků za den je nad hranicí 10 000).

V tabulce 2 jsou uvedeny jednotlivé parametry rozložené podle kategorizace BMI. Bylo identifikováno 37,3 % žen (n = 25) hmotnostně průměrných, 35,8 % (n = 24) žen se nacházelo v oblasti nadváhy a 26,7 % (n = 18) bylo obezních. Ženy s nadváhou či obezitou měly signifikantně vyšší podíl celkového BMD u femuru než ženy s BMI v normě. Nižší BMI je spojeno s nižšími hodnotami BMC i BMD.

Se zvyšujícím se BMI stoupá v některých případech signifikantně i tukuprostá hmota, absolutní i relativní hodnoty tukové frakce a tělesná hmotnost.

Tabulka 1. Průměrné charakteristiky sledovaných parametrů (DXA)

Parametry	$\bar{x}$	s	min.	max.
Tělesné složení				
Věk	63,15	4,87	50,00	75,00
Průměrný věk menopauzy	49,67	4,26	35,00	56,00
Tělesná hmotnost (kg)	71,17	13,29	44,70	101,90
Tělesná výška (cm)	160,99	6,16	148,20	179,00
BMI (kg/m ²)	27,42	4,76	18,43	39,85
Tukuprostá hmota (kg)	44,08	5,29	31,83	57,57
Tuk (kg)	27,08	9,33	10,50	47,95
Tuk (%)	38,35	6,88	19,70	54,50
Denzita kosti				
Celotělové T-skóre	–0,08	1,11	–2,60	2,10
L1–L4–T–Skóre	–0,88	1,29	–3,10	2,60
Femur, celkové T–Skóre	–0,51	0,84	–2,40	1,30
Počet kroků (den)	10 201	3 735	3 536	19 960

Tabulka 2. Rozkladová tabulka dle kategorizace BMI–DXA (n = 67)

Parametr	BMI norma 18,50–24,99 (n = 25)		BMI nadváha 25,00–29,99 (n = 24)		BMI obezita 1. stupně 30,00–34,99 (n = 12)		BMI obezita 2. stupně 35,00–39,99 (n = 6)	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Tělesné složení								
Věk	61,76	5,20	62,96	4,15	65,83	3,76	64,33	6,62
Tělesná hmotnost (kg)	59,12	6,87	* 71,43	6,02	* 83,62	7,18	* 95,38	4,68
Tělesná výška (cm)	160,41	7,24	161,92	5,99	160,43	4,79	160,83	5,23
BMI (kg/m ²)	22,93	1,68	27,22	1,40	32,43	1,35	36,90	1,75
Tuk (%)	32,57	5,49	* 38,66	3,45	* 44,60	3,00	* 48,67	3,99
Tuk (kg)	18,71	4,43	* 26,76	3,79	* 36,15	4,18	* 45,13	3,46
Tukuprostá hmota (kg)	38,27	4,13	* 42,26	3,54	44,87	4,48	47,71	5,01
Měření kostní tkáně								
L1–L4–BMD (g/cm ²)	1,046	0,17	1,106	0,15	1,051	0,16	1,101	0,09
L1–L4–T–Skóre	–1,11	1,40	–0,61	1,26	–1,08	1,31	–0,65	0,73
L1–L4–BMC (g)	53,76	12,20	59,42	12,61	57,82	8,33	60,70	5,22
Femur, celkové–BMD (g/cm ²)	0,890	0,10	* 0,970	0,09	0,976	0,10	1,006	0,12
Femur, celkové–T–Skóre	–0,94	0,79	* –0,30	0,73	–0,26	0,79	–0,03	0,93
Femur, celkové BMC (g)	28,45	4,44	* 32,52	3,79	32,97	2,54	34,07	4,37

Poznámka:

BMD = bone mineral density, denzita kostní tkáně

BMC = bone mineral content, obsah kostních minerálů

* p < .05

Z grafu 1 jednoznačně vyplývá, že ty seniorky, které dodržely koncept více než deset tisíc kroků za den, měly signifikantně nižší (* $p < .05$) procentuální zastoupení tukové frakce. Aktivní život tedy přispívá k poklesu tukové frakce. Ovšem obě skupiny se pohybovaly nad hranicí 35 %, kterou Heyward a Wagner (2004) popisují jako obézní, rizikovou.

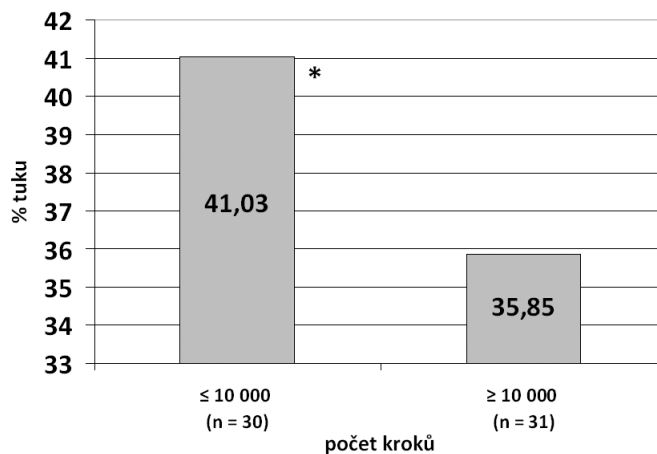
Graf 2 vyjadřuje závislost kostní hustoty na tukové frakci. Při zhoršujícím se T-skóre dochází k signifikantnímu úbytku relativních hodnot tukové tkáně. Signifikanční úbytek (* $p < .05$) nacházíme mezi sloupci „norma – osteopenie“ a „norma – os-

teoporóza“. To potvrzuje řadu studií, které hovoří o závislosti kostní hustoty na tukové frakci.

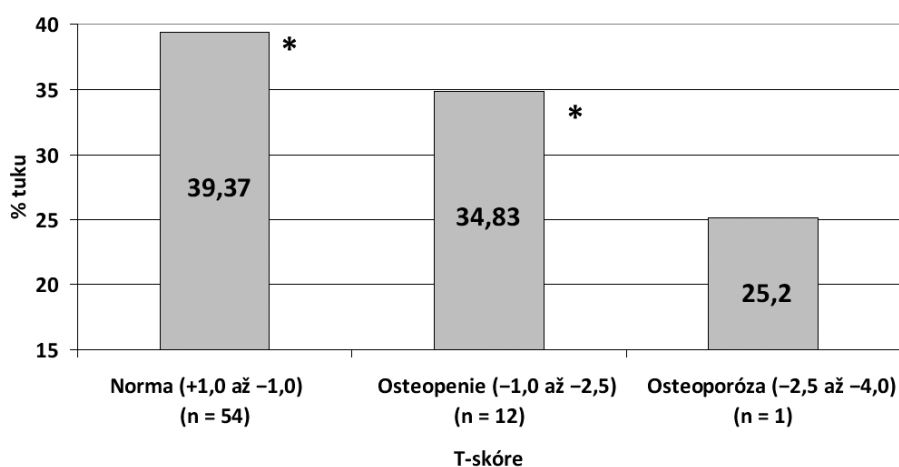
Větší objem pohybové aktivity se v měřených segmentech na kostní hustotě signifikantně neprojevil (graf 3).

Po 70. roce života došlo ke signifikantní (* $p < .01$) redukci počtu kroků za den. Avšak ani 70–80leté ženy nemůžeme považovat za inaktivní vzhledem k tomu, že v průměru dodržely koncept $> 5\,000$ kroků za den. Podle Tudor-Locke a Bassett (2004) je možné 70–80leté ženy označit za pohybově málo aktivní.

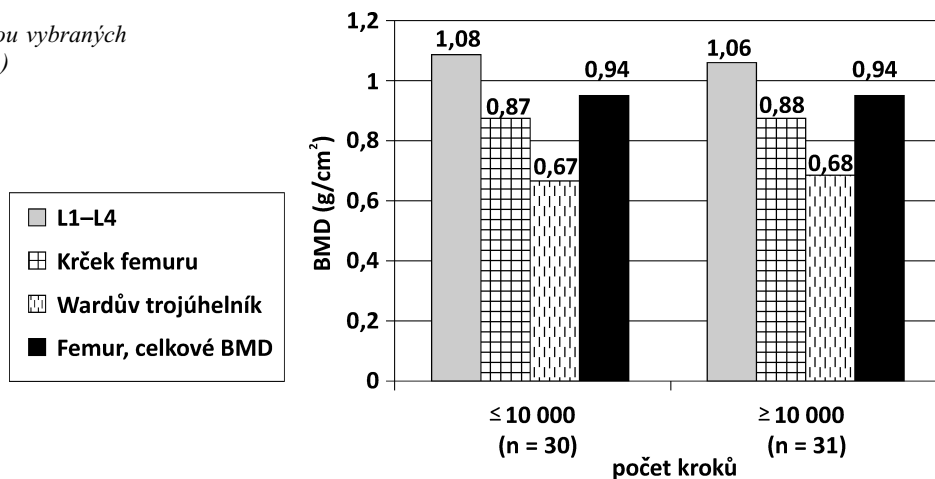
Graf 1. Procentuální zastoupení tukové frakce ve vztahu k počtu kroků ($n = 61$)

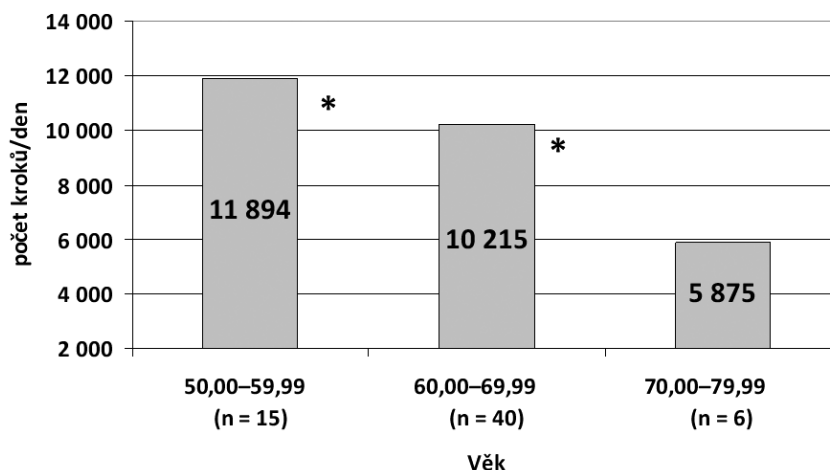


Graf 2. Procentuální zastoupení tukové frakce ve vztahu k celotělovému T-skóre ($n = 67$)



Graf 3. Vztah mezi kostní hustotou vybraných segmentů a počtem kroků ($n = 61$)



Graf 4. Vztah mezi průměrným počtem kroků za den a věkovými decennii ($n = 61$)

Diskuze

Felson, Zhang, Hannan, Anderson, (1993); Reid et al., (2002) uvádí, že jedním z důležitých faktorů ovlivňujícím kostní tkáň je tělesná hmotnost. Ze studie Douchi et al., (2003) vyplývá, že nejdůležitějším prediktorem kostní hmoty u postmenopauzálních žen je tuková frakce. Náš výzkum ukazuje, že s narůstající tělesnou hmotností resp. tukovou tkání dochází ke zlepšení kostní denzity u femuru. U lumbální páteře nebyl tento fakt potvrzen.

Salem et al. (2009) uvádí, že s přibývajícím věkem se snižuje kvalita života a stejně jak množství pohybové aktivity. U našeho souboru došlo ke statisticky významnému poklesu až u populace nad 70 let, kde se již plně projevuje ontogenetický trend stárnutí.

Výsledky této studie také potvrzují zjištění Kyle et al. (2004), že u pohybově aktivních jedinců se snižuje množství tukové frakce.

Cvičení se zátěží je podporováno jako strategie při prevenci proti osteoporóze. Přehled 24 randomizovaných studií postmenopauzálních žen v roce 2000, ukázal, že jak cvičení s impaktem tak i bez impaktu působí jako prevence proti ztrátě kostní tkáně v lumbální oblasti a krčku femuru (Wallace, Cumming, 2000). Tento výzkum bohužel neprokázal významné změny v BMD u aktivních žen.

V našem souboru dodrželo koncept $\geq 10\,000$ kroků za den (pohybově aktivní) 30 žen, naopak 31 žen tento limit nesplnilo. U zbylých 6 žen nebylo možné výsledky získat a interpretovat z různých příčin. Objevovaly se i hodnoty nad hranicí 12 500 kroků za den, což odpovídá vysoce pohybově aktivní populaci žen (Tudor-Locke, Bassett, 2004). Minimální hodnoty pod hranicí 5 000 kroků/den hodnotí Tudor-Locke, Bassett (2004) jako inaktivitu.

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 obeznámeny s výhodami vhodné pohybové aktivity ve starším věku a s riziky plynoucí z obezity. Tento výzkum také obohatil databanku antropometrických měření.

Závěr

Ženy neměly významné problémy s osteoporózou. Pouze jedna ze zúčastněných trpěla osteoporózou na základě celotělového T-skóre. Dvanáct žen mělo osteopenii a zbylých 54 bylo v normě. To svědčí o dobré kondici. Jednalo se především o dlouhodobě pohybově aktivní populaci žen. Pokud by byl

součástí tohoto výzkumu randomizovaný soubor, výsledky by byly zřejmě horší.

Je zřejmé, že s věkem klesá množství pohybové aktivity. V našem souboru byl signifikantní úbytek zaznamenán až v kategorii 70–80letých.

Podle indexu BMI byla u žen diagnostikována nadváha, podle procentuálních hodnot tukové frakce se již jednalo o obezitu (dle Heyward, Wagner, 2004).

Důležité je edukační působení, neboť u dětí a dospívajících je nutná kostní tkáň naplno rozvíjet. Po 30. roce již dochází k pozvolnému úbytku, se zrychlením po menopauze u žen. Je nutná prevence již od dětství, neboť lidé mají stále důležitost pohybu podceňují.

Klíčová slova: menopauza, kostní denzita, tělesné složení, pohybová aktivita.

Literatura

- DOUCHI, T., KUWAHATA, R., MATSUO, T., UTO, H., OKI, T., NAGATA, Y. Relative contribution of lean and fat mass component to bone mineral density in males. *J. Bone Miner. Metab.*, 2003, vol. 21, no. 1, p. 17–21.
- FELSON, D.T., ZHANG, Y., HANNAN, M.T., ANDERSON, J.J. Effects of weight and body mass index on bone mineral density in men and women: the Framingham study. *J. Bone Miner. Res.*, 1993, vol. 8, no. 5, p. 567–573.
- HEANEY, R.P. How does bone support calcium homeostasis? *Bone*, 2003, vol. 33, no. 3, p. 264–268.
- HEYWARD, V., WAGNER, D. *Applied body composition assessment* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics, 2004.
- CHUBAK, J., ULRICH, C.M., TWOROGGER, S.S., SORENSEN, B., YASUI, Y., IRWIN, M.L., et al. Effect of exercise on bone mineral density and lean mass in postmenopausal women. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2006, vol. 38, no. 7, p. 1236–1244.
- GENARO, P.S., PEREIRA, G.A., PINHEIRO, M.M., SZEJNFELD, V.L., MARTINI, L.A. Influence of body composition on bone mass in postmenopausal osteoporotic women. *Arch. Gerontol. Geriatr.*, 2010, in press.
- JANÍČEK, P., DUFEK, P., CHALOUPKA, R., KRBEC, M., NOVOTNÝ, M., POUL, J., PROCHÁZKA, P., ROZKYDAL, Z. *Ortopedie*. Brno: Masarykova univerzita, 2007.
- KYLE, U.G., MORABIA, A., SCHULZ, Y., PICHARD, C. Sedentarism affects body fat mass index and fat-free mass index in adults aged 18 to 98 years. *Nutrition*, 2004, vol. 20, p. 255–260.

- MCTIERNAN, A., TWOROGGER, SS., RAJAN, KB., YASUI, Y., SORENSON, B., ULRICH, CM., et al. Effect of exercise on serum androgens in postmenopausal women: a 12-month randomized clinical trial. *Cancer. Epidemiol. Biomarkers Prev.*, 2004, vol. 13, no. 7, p. 1099–1105.
- REID, IR. Relationships among body mass, its components, and bone. *Bone*, 2002, vol. 31, p. 547–555.
- RIEGEROVÁ, J., GÁBA, A., PŘIDALOVÁ, M., LANGROVÁ, I. Hodnocení osteopenie a osteoporózy u žen ve věku senescence pomocí přístroje DXA a InBody 720. *Slov. Antropol.*, 2009, vol. 12, no. 2, p. 42–48.
- SALEM, GJ., SKINNER, JS., CHODZKO-ZAJKO, WJ., PROCTOR, DN., FIATARONE SINGH, MA., MINSON, CT., et al. Exercise and Physical Activity for Older Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2009, vol. 41, no. 7, p. 1510–1530.
- SPIRDUSO, WW., FRANCIS, KL., MACRAE, PG. *Physical Dimensions of Aging* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics, 2005.
- TUDOR-LOCKE, CE., BASSETT, R. 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*. [online]. URL: <<http://www.health.gov/paguidelines/pdf/paguide.pdf>> (13. 2. 2009).
- WALLACE, BA., CUMMING, RG. Systematic review of randomized trials of the effect of exercise on bone mass in pre- and postmenopausal women. *Calcif. Tissue Int.*, 2000, vol. 67, no. 1, p. 10–18.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (1994). *Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis*. [online]. URL: <http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_843.pdf> (15. 5. 2010).
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (1995). *Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee*. [online]. URL: <http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_854.pdf> (20. 6. 2010).