

Tělesné složení jako faktor ovlivňující kostní denzitu u postmenopauzálních žen

A. GÁBA, O. KAPUŠ

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

SOUHRN

Gába A., Kapuš O.: **Tělesné složení jako faktor ovlivňující kostní denzitu u postmenopauzálních žen**

Cíl práce: Analyzovat hustotu kostní tkáně (BMD) ve vybraných částech skeletu a posoudit sílu její asociace k vybraným tělesným frakcím u skupiny postmenopauzálních žen.

Materiál a metody: Na výzkumu participovalo 97 žen ve věkovém rozpětí 50–77 let. BMD a tělesné složení bylo diagnostikováno metodou duální rentgenové absorpciometrie (DXA). Vedle celotělových ukazatelů byla BMD sledována v oblasti bederní páteře, proximální části stehenní kosti a na žebrech. V případě tělesného složení jsme posuzovali zastoupení tělesného tuku (BFM) a štíhlé tělesné hmoty (LBM) na horních a dolních končetinách a na trupu.

Výsledky: Byla sledována signifikantní závislost celotělového BMD na BFM ($r = 0,41$; $p < 0,05$) a LBM ($r = 0,39$; $p < 0,05$). Při posouzení bederního úseku páteře bylo zjištěno, že BFM ($r = 0,24$; $p < 0,05$) v oblasti trupu byla silnějším prediktorem BMD než LBM ($r = 0,18$; $p > 0,05$). Zatímco výsledky statistické analýzy prokázaly signifikantní vazbu mezi BMD všech částí proximálního femuru a LBM na dolních končetinách ($r = 0,28$ – $0,34$; $p < 0,05$), s výjimkou Wardova trojúhelníku ($r = 0,16$; $p > 0,05$), hodnoty korelačního koeficientu se v případě BFM pohybovaly pouze v rozpětí 0,10–0,19 jednotek ($p > 0,05$). Nejsilnější asociace jsme však zaznamenali mezi sledovanými tělesnými složkami a BMD žebér, které signifikantně korelovalo s BFM i LBM. Dále bylo prokázáno, že ženy s osteopenií vykazovaly signifikantně nižší LBM než ženy s optimálním BMD. Výjimkou bylo pouze zastoupení LBM na trupu, které nevykazovalo výraznější rozdíly. Diference v BFM nebyly statisticky významné s výjimkou BFM na horních končetinách.

Závěr: Výsledky prezentované studie poukázaly na pozitivní vliv tělesného složení na zdraví kostní tkáně. Je však nezbytné sledovat tyto souvislosti nejen na úrovni celotělových parametrů, ale i v jednotlivých tělesných segmentech.

Klíčová slova: tělesný tuk, štíhlá tělesná hmota, hustota kostní tkáně, osteopenie, osteoporóza

SUMMARY

Gába A., Kapuš O.: **Body composition as a factor influencing bone density in postmenopausal women**

Aim: To analyze bone mineral density (BMD) in selected regions of the skeleton and evaluate the strength of its relationship to body composition in postmenopausal women.

Methods: Ninety-seven women, aged 50–77 years, participated in this study. BMD and body composition were assessed by dual-energy x-ray absorptiometry (DXA). In addition to whole-body parameters, BMD of the lumbar spine, proximal femur and rib area was measured. Body composition was represented by body fat mass (BFM) and lean body mass (LBM) in the upper and lower limbs and trunk.

Results: Significant association was observed between whole-body BMD and BFM ($r = 0,41$; $p < 0,05$) and LBM ($r = 0,39$; $p < 0,05$). BFM ($r = 0,24$; $p < 0,05$) of the trunk was a stronger predictor of lumbar BMD than LBM ($r = 0,18$; $p > 0,05$). Although the results of the statistical analysis showed a significant relationship between total and regional BMD of the proximal femur and LBM ($r = 0,28$ – $0,34$; $p < 0,05$) of the lower limb, except for the Ward triangle ($r = 0,16$; $p > 0,05$), the correlation coefficient only ranged from 0.10 to 0.19 units for BFM ($p > 0,05$). However, the strongest associations were found between body composition and rib BMD, significantly correlating with BFM and LBM. Moreover, it was also shown that osteopenic women showed significantly lower LBM than women with normal BMD. The only exception was represented by LBM of the trunk which did not show significant differences. The differences in BFM were also statistically insignificant, except for BFM in the upper limbs.

Conclusions: The results of this study showed the positive influence of body composition on bone health. Nevertheless, it is necessary to evaluate this association not only at the whole-body level, but also in selected body areas.

Keywords: body fat mass, lean body mass, bone mineral density, osteopenia, osteoporosis

Osteologický bulletin 2012;17(2):59–64

Adresa: Mgr. Aleš Gába, Ph.D., Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci, Tr. Míru 115, 771 11 Olomouc, e-mail: ales.gaba@upol.cz

Došlo do redakce: 2. 3. 2012

Přijato k tisku: 22. 6. 2012

Úvod

Výrazný úbytek kostní tkáně, který je spojován s osteopenií a osteoporózou, představuje pro jedince ve vyšším věku závažný zdravotní problém. Odhaduje se, že v České republice trpí tímto onemocněním přibližně 600 000 osob [1]. Stále však zůstává problémem skutečnost, že osteoporóza je typická svým tichým průběhem a ve většině případů je diagnostikována až při závažnějších zdravotních komplikacích. Z toho důvodu mohou být reálné údaje o její prevalenci zkresleny.

V průběhu ontogenetického vývoje je integrita skeletu závislá zejména na kontrolované resorpci kosti osteoklasty s její následnou obnovou, kterou zajišťují osteoblasty. Kvalita kostní tkáně ve vyšším věku v podstatě záleží na množství hmoty vytvořené během dospívání (tzv. peak bone mass). U žen je maximální kostní denzita (BMD) dosažena asi v 22 letech věku a maximum kostní hmoty (BMC) přibližně o 4 roky později [2]. Od 40. roku pak dochází u žen i mužů k útlumu kostní novotvorby a pozvolnému úbytku kostní tkáně přibližně o 0,7–1,0 % za rok [3]. V absolutním vyjádření se jedná o pokles kostních minerálů v průběhu jedné dekády o 36 gramů u žen a 30 gramů u mužů [4].

S rozvojem osteoporózy je úzce spojeno riziko zlomenin těch částí skeletu, u kterých pozorujeme pokles BMD pod

kritickou hodnotu. Mezi nejrizikovější oblasti lze zařadit bederní páteř, žebra, předloktí a krček stehenní kosti, jehož fraktura úzce koreluje se vzestupem celkové mortality [5]. Kalvach, Zadák, Jiráček, Zavázalová a Sucharda [6] upozorňují, že v roce 1992 bylo v České republice hospitalizováno pro frakturu krčku stehenní kosti 7 216 žen, z toho 1 658 (tj. 23 %) zemřelo na následek zlomeniny. V roce 2000 utrpělo zlomeninu proximálního femuru již 11 628 žen starších 50 let [7]. Z předchozích údajů je zřejmý nárůst četnosti výskytu zlomenin v oblasti proximálního femuru, avšak je nutné upozornit, že tento trend kopíruje křivky známé z jiných hospodářsky vyspělých zemí. Osteoporotické zlomeniny představují mimo významný zásah do života nemocného také značnou finanční zátěž pro zdravotní systém. Kanis a Johnell [8] uvádějí, že v Evropské unii v roce 2000 utrpělo zlomeninu v důsledku snížené hustoty kostní tkáně 3,79 miliónů jedinců, z toho 23,5 % představovaly fraktury v oblasti kyčelního kloubu, což si v přímých nákladech na léčbu vyžádalo přibližně 31,7 miliard eur.

Přestože je kvalita kostní tkáně determinována převážně geneticky [9], existují další faktory, které přímo či nepřímo zasahují do jejího metabolismu. Preferenci zdravého způsobu života v dospívání, se stravou obsahující dostatečné množství kalcia a vitamínu D, pozitivně přispívá ke zdraví

kostní hmoty [6]. K základním preventivním opatřením můžeme dále zařadit pravidelnou pohybovou aktivitu, jejíž pozitivní vliv na kostní tkáň potvrzuje řada odborných studií [10–12]. Z hlediska udržení nebo nárůstu kostní hmoty se jeví jako velmi prospěšná pohybová aktivita střední a vysoké intenzity, v kombinaci s prvky odporových cvičení, při kterých dochází k rozvoji svalové síly v důsledku rozvoje svalové hmoty [13,14]. U žen před a po menopauze je vyšší zastoupení svalové hmoty spojeno s vyšší hustotou kostní tkáně celého skeletu a jeho dílčích segmentů, jako je například bederní páteř nebo proximální část stehenní kosti [14–17]. Kostní denzitu také pozitivně ovlivňuje vyšší zastoupení tělesného tuku a případná nadváha, jejíž výskyt je u českých žen po menopauze poměrně vysoký [18], může mít na kostní tkáň protektivní účinek [15,19].

V předchozím textu bylo naznačeno, že k udržení zdravé kostní hmoty a redukci rizika osteoporotických zlomenin je nutné nejen systematicky monitorovat hustotu kostní tkáně v problematických oblastech, ale je také nezbytné zvážit vliv tělesného složení. Bohužel se v současné době výsledky jednotlivých výzkumů liší a nepanuje plná shoda v tom, zda má na zdraví kostní hmoty větší vliv svalová nebo tuková hmota. Z výše uve-

Tabulka 1
Základní charakteristika sledovaného souboru žen (n = 97)

	průměr	SD	maximum	minimum
věk (roky)	63,63	5,23	50,00	77,00
tělesná výška (cm)	160,63	5,92	146,00	179,00
tělesná hmotnost (kg)	69,44	11,20	44,66	98,35
BMI (kg/m ²)	26,92	4,22	18,45	39,84
tělesný tuk (%)	38,10	7,36	22,51	49,04
tělesný tuk (kg)	26,46	8,16	10,50	47,95
horní končetiny	2,62	0,97	0,72	5,82
dolní končetiny	9,41	3,18	3,86	20,41
trup	13,65	4,63	3,90	26,20
štíhlá tělesná hmota (kg)	40,65	4,42	30,30	51,87
horní končetiny	4,20	0,58	3,07	6,06
dolní končetiny	13,20	1,64	9,26	16,68
trup	20,22	2,44	14,90	26,81
celotělové BMD (g/cm ²)	1,11	0,09	0,92	1,27
BMD páteře (g/cm ²)	0,99	0,11	0,75	1,24
L ₁ –L ₂	1,00	0,14	0,76	1,44
L ₃ –L ₄	1,13	0,17	0,85	1,62
L ₁ –L ₄	1,07	0,15	0,81	1,49
BMD proximálního femuru (g/cm ²)	0,95	0,11	0,70	1,22
collum femoris	0,88	0,10	0,66	1,19
Wardův trojúhelník	0,68	0,11	0,48	0,95
trochanter major	0,79	0,11	0,56	1,02
BMD žeber (g/cm ²)	0,62	0,05	0,52	0,76

BMI – body mass index, BMD – kostní denzita, SD – směrodatná odchylka

deného důvodu bylo hlavním cílem prezentované studie analyzovat pomocí metody DXA hustotu kostní tkáně ve vybraných částech skeletu a posoudit sílu její asociace k vybraným tělesným frakcím u žen po menopauze.

Materiál a metody

Výzkumný soubor

Předkládaná průřezová studie byla založena na diagnostice markerů kostní tkáně a tělesného složení u 97 postmenopauzálních žen ve věkovém rozpětí 50–77 let. Jednalo se o ženy navštěvující teoretické i praktické programy v rámci Univerzity třetího věku při Univerzitě Palackého v Olomouci. Do sledovaného souboru nebyly vybrány ženy, které v daném období podstupovaly hormonální substituční léčbu, nebo užívaly léky ovlivňující BMD ve sledovaných segmentech skeletu. Každá probandka byla obeznámena s významem a průběhem studie a podepsala informovaný souhlas s účastí na výzkumu. Výzkumná část byla uskutečněna v souladu s etickými zásadami a se souhlasem Etické komise při Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Základní charakteristika souboru je uvedena v *tabulce 1*.

Diagnostika kostní denzity a tělesného složení

Před vlastní diagnostikou byla zaznamenána tělesná výška probandek s přesností na 0,1 cm pomocí standardizovaného antropometru P-375 (Trystom, Česká republika), která byla současně využita pro výpočet body mass indexu (BMI). BMD jsme hodnotili metodou DXA s využitím přístroje Lunar Prodigy Primo™ (GE Healthcare, Velká Británie) s továrním softwarem GE enCORE verze 12.20.023. Přístroj byl před každým diagnostickým blokem kalibrován fantomem GE Lunar (GE Healthcare, Velká Británie).

V prezentovaném výzkumu jsme se v rámci analýzy získaných dat zaměřili nejen na BMD v celém skeletu, ale i jeho dílčích segmentů, u nichž je předpoklad zvýšené fragility (bederní páteř, proximální část stehenní kosti a žebra). K hodnocení prevalence osteopenie a osteoporózy bylo využito *T*-skóre proximálního femuru, vyjadřující odchylku výsledku daného měření od BMD mladých zdravých jedinců stejného pohlaví. Podle Světové zdravotnické organizace [20] signalizují hodnoty *T*-skóre v rozmezí –1,0 až –2,5 snížené BMD (osteopenie), hodnoty BMD nižší než –2,5 jsou klasifikovány jako osteoporóza.

Vzhledem ke skutečnosti, že metoda DXA vykazuje vysokou validitu a reliabilitu při měření tělesného složení [21], bylo pro posouzení složení těla využito stejného přístroje. Pozornost byla věnována zastoupení tělesného tuku a štíhlé tělesné hmoty (LBM = tělesná hmotnost – [tělesný tuk + kostní

minerály]) v horních a dolních končetinách a na trupu. Celková doba vyšetření činila přibližně 30 minut a v jejím průběhu nebyla vyžadována významnější spolupráce probanda.

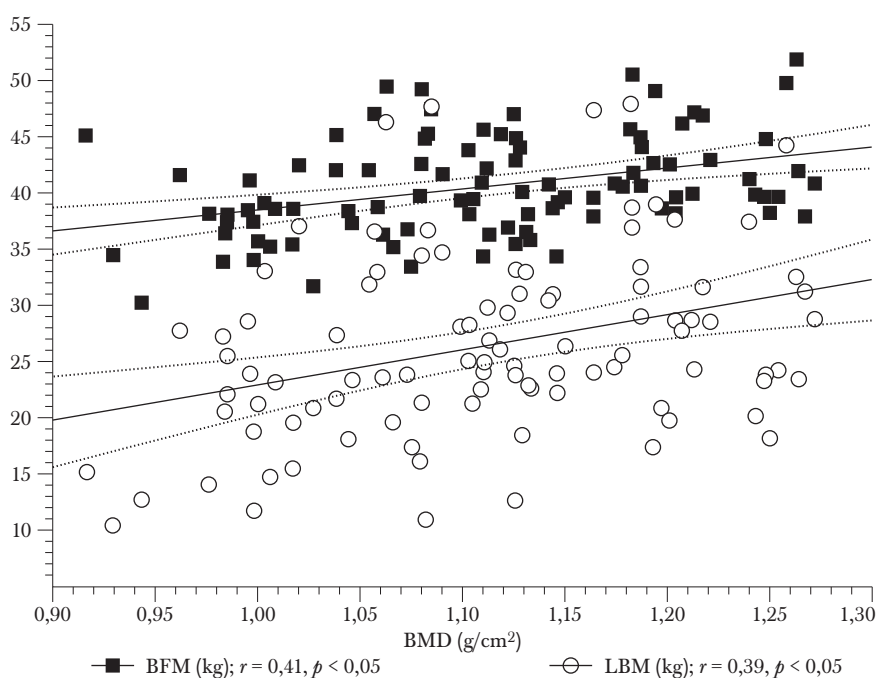
Statistická analýza

Zpracování naměřených dat bylo uskutečněno adekvátními postupy a metodami s využitím statistického programu Statistica 9. Pro každou sledovanou proměnnou byly vypočítány základní charakteristiky (aritmetický průměr, směrodatná odchylka, minimální a maximální hodnoty). Sílu vztahů mezi hodnotami BMD ve vybraných segmentech skeletu a tělesným složením jsme hodnotili pomocí parciální korelační analýzy, při které byl kontrolován vliv věku. V příložených tabulkách jsou prezentovány výsledky komplexní analýzy, zatímco v textu se vyjadřujeme pouze ke vztahům, které považujeme pro danou oblast skeletu za určující. Vzhledem ke skutečnosti, že všechny sledované proměnné splňovaly požadavek normálního rozdělení, byly difference v tělesném složení mezi ženami s normálním BMD a ženami s osteopenií hodnoceny prostřednictvím nepárového *t*-testu na 95% hladině významnosti.

Výsledky

Základní charakteristika sledovaného souboru včetně údajů o zastoupení BFM a LBM v jednotlivých tělesných segmentech je uvedena v *tabulce 1*. Součástí jsou také informace o BMD celého skeletu a jeho dílčích částí. Průměrné hodnoty základních antropometrických ukazatelů se výrazně nelišily od hodnot běžné populace daného věku a pohlaví. BMI signalizoval zvýšenou tělesnou hmotnost,

Obr. 1
Vztah mezi celotělovým BMD a vybranými tělesnými složkami



BMD – hustota kostní tkáně, BFM – tělesný tuk, LBM – štíhlá tělesná hmotnost

kteřá byla lokalizována v pásmu nadváhy, což bylo potvrzeno i v případě procentuálního zastoupení tělesného tuku. Celotělové BMD bylo v porovnání s ostatními sledovanými oblastmi nejvyšší, zatímco BMD žeber bylo u sledovaných žen takřka dvojnásobně nižší. U proximální části femuru vykazovala nejvyšší BMD oblast krčku, v případě bederní páteře byly hodnoty BMD vyšší u úseku L₃–L₄ než u L₁–L₂.

O vlivu tělesného složení na BMD vypovídaly výsledky statistické analýzy získaných dat. Celotělová hodnota BMD významně narůstala v závislosti na BFM ($r = 0,41$; $p < 0,05$) i LBM ($r = 0,39$; $p < 0,05$) (obrázek 1). Vzhledem k faktu, že jsme v prezentované studii sledovali kromě celotělových parametrů i hodnoty segmentální, uvádíme v tabulce 2 výsledky korelační analýzy, ve které byl hodnocen vztah mezi BMD ve vybraných částech skeletu a zastoupením BFM a LBM na horních a dolních končetinách a na trupu. Výsledky potvrdily, že segmentální zastoupení BFM a LBM signifikantně korelovalo s celotělovým BMD v rozsahu 0,22–0,49 jednotek ($p < 0,05$).

Při hodnocení bederní páteře jsme se primárně zaměřili na zastoupení jednotlivých tělesných složek v oblasti trupu. I když byl na základě statistické analýzy nalezen pozitivní vztah mezi BMD celé páteře a množstvím BFM ($r = 0,39$; $p < 0,05$) i LBM ($r = 0,26$; $p < 0,05$) na trupu, při detailním posouzení úseku L₁–L₄ jsme došli k odlišným závěrům. S BMD ve výše uvedené části páteře signifikantně korelovalo pouze zastoupení BFM ($r = 0,24$; $p < 0,05$). V rámci detailní analýzy proximálního femuru a jeho dílčích úseků jsme sledovali zejména vztah mezi BMD a segmentálním zastoupením BFM a LBM na dolních končetinách. Zatímco výsledky statistické analýzy prokázaly signifikantní vazbu mezi BMD dané oblasti a LBM na dolních končetinách ($r = 0,28$ – $0,34$; $p < 0,05$), s výjimkou Wardova trojúhelníku ($r = 0,16$; $p > 0,05$), hodnoty korelačního koeficientu se v případě BFM pohybovaly pouze v rozpětí 0,10–0,19 jednotek ($p > 0,05$). Nejsilnější asociace jsme však zaznamenali mezi sledovanými tělesnými složkami a BMD žeber.

Hodnoty LBM v jednotlivých tělesných segmentech vysvětlovaly variabilitu BMD žeber v rozmezí 20–31 % ($r = 0,45$ – $0,56$; $p < 0,05$), v případě tělesného tuku v rozpětí 10–40 % ($r = 0,32$ – $0,63$; $p < 0,05$).

V předchozím textu byl prokázán pozitivní vliv sledovaných tělesných frakcí na BMD celého skeletu i jeho dílčích segmentů. Lze tedy předpokládat, že se zastoupení jednotlivých tělesných složek bude lišit v závislosti na stavu kostní tkáně. V tabulce 3 prezentujeme analýzu rozdílů v tělesném složení u žen s optimálním stavem kostní tkáně proximálního femuru a ženami s diagnostikovanou osteopenií. Z analýzy vyplývá, že osteopenické ženy vykazovaly signifikantně nižší zastoupení LBM než ženy s optimálním BMD. Výjimkou bylo pouze množství LBM na trupu, které nevykazovalo výraznější rozdíly. Diference v BFM nebyly statisticky významné. Signifikantní rozdíl jsme zaznamenali pouze v případě BFM na horních končetinách.

Diskuze

V prezentované studii jsme se zaměřili na posouzení vztahu mezi BMD ve vybraných částech skeletu a tělesným složením. Stejně tak jsme hodnotili významnosti rozdílů v zastoupení BFM a LBM mezi ženami s normálním stavem kostní tkáně proximálního femuru a ženami se sníženým BMD. Ze zdravotního hlediska lze ženy po menopauze považovat za velmi rizikovou skupinu. Z pohledu kostní tkáně pozorujeme výraznou akceleraci metabolického obratu ve smyslu zvyšující se kostní resorpce. V důsledku tohoto procesu dochází ke zvýšenému počtu remodelačních míst, což může vést ke vzniku klimakterické osteoporózy. Tento typ osteoporózy postihuje převážně ženy a především trabekulární kost, která tvoří přibližně 20 % celkové hmoty skeletu a účastní se kostní remodelace v 70 % [22].

Z rozsáhlých studií vyplývá, že společně s rostoucím podílem starších jedinců v populaci dochází k nárůstu jedinců s osteoporózou [23]. Naše výsledky však poukazují na skutečnost, že se ve výzkumném souboru nevyskytovala žádná

Tabulka 2
Analýza vztahu mezi vybranými tělesnými složkami a segmentálními hodnotami BMD

	BFM horní končetiny	LBM horní končetiny	BFM dolní končetiny	LBM dolní končetiny	BFM trup	LBM trup
celotělové BMD (g/cm ²)	0,46*	0,49*	0,22*	0,34*	0,45*	0,34*
BMD páteře (g/cm ²)	0,35*	0,42*	0,17	0,36*	0,39*	0,26*
L ₁ –L ₂	0,20	0,19	0,06	0,15	0,24*	0,13
L ₃ –L ₄	0,19	0,26*	–0,02	0,22*	0,23*	0,20
L ₁ –L ₄	0,21*	0,25*	0,01	0,21*	0,24*	0,18
BMD proximálního femuru (g/cm ²)	0,46*	0,41*	0,15	0,28*	0,44*	0,32*
collum femoris	0,42*	0,41*	0,19	0,32*	0,41*	0,31*
Wardův trojúhelník	0,32*	0,30*	0,13	0,16	0,27*	0,17
trochanter major	0,41*	0,43*	0,10	0,34*	0,37*	0,34*
BMD žeber (g/cm ²)	0,49*	0,56*	0,32*	0,50*	0,63*	0,45*

BMD – kostní denzita (g/cm²); BFM – tělesný tuk, LBM – štíhlá tělesná hmota.

Poznámka: Pro analýzu vazeb mezi zvolenými proměnnými byla použita parciální korelační analýza (* $p < 0,05$), při které byl kontrolován vliv věku probandek.

žena s T -skóre nižším než $-2,5$. V České republice je přitom postiženo osteoporózou až 33 % žen starších 50 let a 39 % žen starších 70 let [7]. Například v Turecku jsou hodnoty velmi podobné jako u české populace [24], zatímco ve Švédsku dosahuje prevalence osteoporózy, vzhledem k BMD proximálního femuru, u postmenopauzálních žen přibližně 21 % [25]. Velmi nízký výskyt (13 %) tohoto metabolického onemocnění je u majoritní čínské populace [26]. Vysvětlením nulového výskytu osteoporózy u sledovaného souboru může být například skutečnost, že námi sledované ženy disponovaly vyšší tělesnou hmotností, která je podle Reida [27] spojena s vyššími hodnotami celotělového BMD. Stejně tak diagnostikovaná nadváha může mít u sledovaných žen na kostní tkáň protektivní účinek [19]. Vyšší tělesná hmotnost představuje pro kost vyšší mechanickou zátěž, čímž se zvyšuje celková kostní hmota i její denzita, a je mimo jiné spojena s endokrinními změnami pozitivně ovlivňujícími kostní metabolismus. Na druhou stranu Pirro et al. [28] zdůrazňují, že ačkoliv vyšší tělesná hmotnost pozitivně koreluje s BMD, je taktéž důsledkem vyššího výskytu vertebrálních fraktur u postmenopauzálních žen trpících osteoporózou.

Jak již bylo naznačeno v úvodu tohoto sdělení, tělesné složení je důležitým faktorem, který významně ovlivňuje BMD ve vyšším věku. Na signifikantní vztah mezi množstvím LBM na dolních končetinách a areálním BMD proximálního femuru upozorňuje ve své práci Gentil et al. [29]. Stejně tak Winters a Snow [14] uvádějí, že u žen před menopauzou vysvětluje LBM až 24 % variability BMD proximálního femuru. Ačkoliv naše šetření potvrzuje výše uvedené výsledky, bylo zjištěno, že u námi sledovaných postmenopauzálních žen vysvětluje LBM pouze 12 % variability BMD proximálního femuru. Na rozdílnost vlivu LBM na kostní denzitu u žen před a po menopauze poukazují ve své práci Ijuin et al. [16]. Kolektiv autorů potvrzuje, že LBM významně determinuje BMD především u premenopauzálních žen, zatímco po menopauze je dominující složkou BFM. Obdobně se k této problematice vyjadřují Douchi et al. [30]. Přestože u žen před menopauzou sledovali signifikantní vztah mezi LBM a BMD bederní páteře (L_2-L_4), u postmenopauzálních žen byla kostní denzita v této oblasti páteře determinována především BFM. Tyto závěry korespondují s výsledky prezentované studie, neboť jsme v oblasti bederní páteře sledovali signifikantní vztah pouze v případě BFM. U postmenopauzálních žen s vyšším zastoupením LBM se mimo vyšší hustoty kostní tkáně proximálního femuru setkáváme také s jeho masivnější geometrií [31]. Robustní epifyzy dlouhých kostí jsou předpokladem vyšší denzity, a tedy i nižšího rizika osteoporotických zlomenin.

Výsledky statistické analýzy rozdílů mezi sledovanými skupinami potvrzují, že ženy s osteopenií disponují nižším zastoupením LBM než ženy s nor-

málním stavem kostní tkáně proximálního femuru. V případě BFM jsme statisticky významné rozdíly nesledovali. Ke stejnému závěru dospěli v rozsáhlé průřezové studii Kim et al. [32], kteří pozorovali rozdíly v tělesném složení u 1 694 žen s průměrným věkem 51 let. Tento trend však není typický pouze pro starší jedince. Miller et al. [33] uvádějí výsledky analýzy rozdílů v tělesném složení mezi ženami ve věku 18–26 let s odlišnými hodnotami T -skóre. Ženy s T -skóre vyšším jak 1,0 vykazovaly nejvyšší hodnoty LBM, zatímco u žen s nejnižšími hodnotami T -skóre, tj. nižší než $-1,0$, bylo zastoupení LBM nejnižší. Rozdíl činil 7,8 kg. V případě tělesného tuku nebyly potvrzeny statisticky významné rozdíly.

Mezi limity, které mohou narušit objektivitu prezentovaných výsledků, řadíme nízký počet probandek a jejich nerandomizovaný výběr. Dále je nutné zdůraznit, že měření probíhalo za standardních podmínek se snahou minimalizovat rušivé faktory. I přesto mohlo dojít ke zkreslení výsledků vztahujících se ke stavu kostní tkáně, neboť byla měřena plošná kostní denzita – tzv. areální BMD. Z tohoto důvodu může vést případná vnitřní rotace v kyčelním kloubu o 10° k zmenšení měrné plochy a poklesu výsledných hodnot BMD krčku o $0,009 \text{ g/cm}^2$, trochanterické oblasti o $0,005 \text{ g/cm}^2$ a Wardova trojúhelníku o $0,006 \text{ g/cm}^2$. Naopak vnější rotace o 10° souvisí s nárůstem BMD o $0,005 \text{ g/cm}^2$ (collum femoris), $0,003 \text{ g/cm}^2$ (trochanter major femoris) a o $0,036 \text{ g/cm}^2$ (Wardův trojúhelník) [34]. V oblasti bederní páteře může dojít ke zkreslení výsledku denzitometrického vyšetření vlivem fraktur obratlových těl, stranového vyosení páteře, léze intervertebrálních disků či degenerativních změn.

Závěr

Výsledky prezentované studie poukázaly na pozitivní vliv tělesného složení na kostní tkáň. V případě hodnocení celotělových parametrů byl nalezen statisticky významný vztah

Tabulka 3
Analýza rozdílů v tělesném složení mezi ženami s normální BMD proximálního femuru a ženami s osteopenií

	normální BMD n = 71		osteopenie n = 26		t
	průměr	SD	průměr	SD	
tělesná hmotnost (kg)	70,78	9,62	65,78	14,26	1,98
tělesný tuk (%)	38,37	6,02	37,27	7,36	1,21
tělesný tuk (kg)	27,16	7,39	24,52	9,88	1,42
horní končetiny	2,76	0,96	2,23	0,91	2,41*
dolní končetiny	9,43	2,82	9,39	4,08	0,05
trup	14,19	4,33	12,16	5,17	1,94
štíhlá tělesná hmota (kg)	41,19	3,95	39,19	5,32	2,00*
horní končetiny	4,29	0,54	3,97	0,66	2,44*
dolní končetiny	13,43	1,51	12,57	1,83	2,33*
trup	20,41	2,25	19,68	2,91	1,31

Poznámka: K posouzení rozdílů mezi skupinami byl použit nepárový t-test (* $p < 0,05$). SD – směrodatná odchylka

celotělového BMD a zastoupení BFM i LBM. Pokud jsme však zvažovali segmentální údaje ve vybraných oblastech, došli jsme k odlišným výsledkům. Při detailním posouzení bederního úseku páteře bylo BFM v oblasti trupu silnějším prediktorem než LBM. V případě BMD proximálního femuru byla pozorována statisticky významná závislost pouze mezi LBM na dolních končetinách a sledovanými segmenty proximálního femuru s výjimkou Wardova trojúhelníku. Z výsledku tedy vyplývá, že BMD bederní páteře je primárně determinována BFM, zatímco BMD proximálního femuru je závislá především na LBM. Nejsilnější asociace mezi sledovanými parametry jsme zaznamenali v oblasti žebra, kde BMD byla determinována BFM i LBM. Obecně můžeme konstatovat, že obě sledované tělesné složky mají pozitivní vliv na zdraví kostní tkáně, avšak je nutné sledovat tyto souvislosti nejen na úrovni celotělových parametrů, ale i v jednotlivých tělesných segmentech.

Poděkování

Práce byla zpracována v rámci výzkumného záměru: „Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn“ (MSM 6198959221) a také za podpory grantu Univerzity Palackého v Olomouci (IGA FTK_2012_025).

Literatura

- Broulík P. Osteoporóza a její léčba. Praha: Maxdorf, 2007.
- Teegarden D, Proulx WR, Martin BR, Zhao J, McCabe GP, Lyle RM et al. Peak bone mass in young women. *J Bone Miner Res* 1995;10(5):711–715.
- Spirduso W, Francis K, MacRae P. Physical dimensions of aging. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005.
- Shephard RJ. Aging, physical activity, and health. Champaign, IL: Human Kinetics, 1997.
- 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* 1999; 353(9156):878–882.
- Kalvach Z, Zadák Z, Jiráček R, Závazalová H, Sucharda P. Geriatrie a gerontologie. Praha: Grada. 2004.
- Štěpán J, Havelka S, Kamborská Z. Epidemiologie der Osteoporose in der Tschechischen Republik. *J Miner Stoffwechs* 2002;9(3):7–13.
- Kanis JA, Johnell O. Requirements for DXA for the management of osteoporosis in Europe. *Osteoporos Int* 2005;16(3):229–238.
- Heaney RP, Abrams S, Dawson-Hughes B, Looker A, Marcus R, Matkovic V et al. Peak bone mass. *Osteoporos Int* 2000;11(12):985–1009.
- Boyer K, Kiratli B, Andriacchi T, Beaupre G. Maintaining femoral bone density in adults: how many steps per day are enough? *Osteoporos Int* 2011;1–8.
- Martyn-St James M, Carroll S. Meta-analysis of walking for preservation of bone mineral density in postmenopausal women. *Bone* 2008;43(3):521–531.
- Pelclová J, Gába A, Kapuš O. Bone mineral density and accelerometer-determined habitual physical activity and inactivity in postmenopausal women. *Acta Univ Palacki Olomouc Gymn* 2011;41(3):47–53.
- Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR. American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(11):1985–1996.
- Winters KM, Snow CM. Body Composition Predicts Bone Mineral Density and Balance in Premenopausal Women. *J Womens Health Gend Based Med* 2000;9(8):865–872.
- Dytfeld J, Ignaszak-Szczepaniak M, Gowin E, Michalak M, Horst-Sikorska W. Influence of lean and fat mass on bone mineral density (BMD) in postmenopausal women with osteoporosis. *Arch Gerontol Geriatr* 2011;53(2):e237–242.
- Ijuin M, Douchi T, Matsuo T, Yamamoto S, Uto H, Nagata Y. Difference in the effects of body composition on bone mineral density between pre- and postmenopausal women. *Maturitas* 2002;43(4):239–244.
- Gába A, Kapuš O, Pelclová J, Riegerová J. The relationship between accelerometer-determined physical activity (PA) and body composition and bone mineral density (BMD) in postmenopausal women. *Arch Gerontol Geriatr* 2012;54(3):e315–e321.
- Gába A, Riegerová J, Přidalová M. Evaluation of body composition in females aged 60–84 years using multi-frequency bioimpedance method (InBody 720). *New Medicine* 2008;12(4):82–88.
- Greco EA, Fornari R, Rossi F, Santiemma V, Prossomari G, Annoscia C et al. Is obesity protective for osteoporosis? Evaluation of bone mineral density in individuals with high body mass index. *Int J Clin Pract* 2010;64(6):817–820.
- World Health Organization. Prevention and Management of Osteoporosis: Report of a WHO Scientific Group. Geneva: World Health Organization, 2003.
- Heymsfield S, Lohman T, Wang Z, Going S. Human body composition. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005.
- Zivný J. Stárnutí ženy a hormonální substituční terapie. *Psychiatrie pro praxi* 2004;6:297–302.
- Reginster J-Y, Burlet N. Osteoporosis: A still increasing prevalence. *Bone* 2006;38(2, Supplement 1):4–9.
- Tuzun S, Eskiurt N, Akarimak U, Saridogan M, Senocak M, Johansson H et al. Incidence of hip fracture and prevalence of osteoporosis in Turkey: the FRAC-TURK study. *Osteoporos Int* 2012;23(3):1–7.
- Kanis JA, Burlet N, Cooper C, Delmas PD, Reginster JY, Borgstrom F et al. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int* 2008;19(4):399–428.
- Wang Y, Tao Y, Hyman M, Li J, Chen Y. Osteoporosis in China. *Osteoporos Int* 2009;20(10):1651–1662.
- Reid IR. Relationships among body mass, its components, and bone. *Bone* 2002;31(5):547–555.
- Pirro M, Fabbriani G, Leli C, Callarelli L, Manfredelli M, Fioroni C et al. High weight or body mass index increase the risk of vertebral fractures in postmenopausal osteoporotic women. *J Bone Miner Metab* 2010;28(1):88–93.
- Gentil P, Lima RM, de Oliveira RJ, Pereira RW, Reis VM. Association between femoral neck bone mineral density and lower limb fat-free mass in postmenopausal women. *J Clin Densitom* 2007;10(2):174–178.
- Douchi T, Oki T, Nakamura S, Ijuin H, Yamamoto S, Nagata Y. The effect of body composition on bone density in pre- and postmenopausal women. *Maturitas* 1997;27(1):55–60.
- Beck TJ, Kohlmeier LA, Petit MA, Wu GL, Leboff MS, Cauley JA et al. Confounders in the Association between Exercise and Femur Bone in Postmenopausal Women. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(1):80–89.
- Kim CJ, Oh KW, Rhee EJ, Kim KH, Jo SK, Jung CH et al. Relationship between body composition and bone mineral density (BMD) in perimenopausal Korean women. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2009;71(1):18–26.
- Miller LE, Nickols-Richardson SM, Wootten DF, Ramp WK, Herbert WG. Relationships among bone mineral density, body composition, and isokinetic strength in young women. *Calcif Tissue Int* 2004;74(3):229–235.
- Lekamwasam S, Lenora RS. Effect of leg rotation on hip bone mineral density measurements. *J Clin Densitom* 2003;6(4):331–336.