

仫佬族绝经前与绝经后女性体成分和骨密度的相关性研究

李炎 周璇 玉洪荣 周丽宁 龚继春 龚建古 徐林 刘鹏 邓琼英*

广西医科大学人体解剖学教研室;广西高校人体发育与疾病研究重点实验室,广西 南宁 530021

中图分类号: R173 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2017) 05-0657-06

摘要: **目的** 研究仫佬族绝经前与绝经后女性体成分和骨密度的相关关系,探讨体成分的变化对骨密度的影响。**方法** 随机选取广西仫佬族成年女性 200 名,追溯其三代均为仫佬族,应用 TANITA-MC180 人体成分分析仪测定其肌肉量、脂肪量等体成分指标,采用 SONOT3000 超声骨密度仪测定其右侧跟骨的骨硬度指数。**结果** ①绝经前女性的体重、去脂体重、肌肉量、皮下脂肪量、躯干脂肪量、四肢肌肉量、推定骨量、骨硬度指数和 T 值等均显著高于绝经后女性($P < 0.01$);而绝经前女性的内脏脂肪面积、腰臀比显著低于绝经后女性($P < 0.01$)。②绝经前女性和绝经后女性的骨质疏松检出率分别为 6% 和 45%,差异具有统计学意义($P < 0.01$)。③相关分析发现肌肉量、四肢肌肉量和躯干肌肉量与骨密度之间存在显著的正相关关系($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$),而当控制年龄和绝经状态后体成分和骨密度之间没有相关性;根据年龄分组后发现,≥50 岁组的肌肉量各指标与骨密度存在较显著的关联($P < 0.05$),而 <50 岁组的体成分与骨密度不存在关联性($P > 0.05$)。④多重逐步回归分析发现只有绝经状态、躯干肌肉量和内脏脂肪量与骨密度相关,而躯干肌肉量对骨密度影响最大。**结论** 仫佬族绝经后女性的骨质疏松症发生率显著高于绝经前女性;控制年龄和绝经因素后,只有躯干肌肉量与骨密度较显著相关,结果可为骨质疏松症的预防和诊断提供理论依据。

关键词: 仫佬族绝经女性;体成分;骨密度;骨质疏松症

The relationship between body composition and bone mineral density in pre- and post-menopausal Mulam women

LI Yan, ZHOU Xuan, YU Hongrong, ZHOU Lining, GONG Jichun, GONG Jiangu, XU Lin, LIU Peng, DENG Qiongying*

Department of Human Anatomy, Guangxi Colleges and Universities Key Laboratory of Human Development and Disease Research, Guangxi Medical University, Nanning 530021, China

Corresponding author: DENG Qiongying, Email: 397525346@qq.com

Abstract: **Objective** To investigate the relationship between body composition and bone mineral density (BMD) in pre- and post-menopausal Mulam women, and to explore the impact of body composition change on BMD. **Methods** A total of 200 Mulam women were randomly selected from Guangxi province as participants, and they were Mulam tracing back up to three generations. Their body composition indices including muscle mass, fat mass, etc., were assessed with TANITA-MC180. The stiffness index (SI) of the right calcaneus was determined with SONOT3000. **Results** ① Compared with premenopausal women, postmenopausal women had lower weight, fat-free mass (FFM), muscle mass (MM), subcutaneous fat content (SFC), trunk-fat mass (TFM), limb muscle mass (LMM), presumption of bone mass (PoBM), and T-score, but higher visceral fat area (VFA) and waist-to-hip ratio (WHR) ($P < 0.01$). ② The prevalence of osteoporosis were 6% and 45% in pre- and post-menopausal women, respectively, and the differences were significant ($P < 0.01$). ③ MM, LMM, and trunk-muscle mass (TMM) were positively correlated with BMD ($P < 0.01$ or $P < 0.05$). Body composition was not correlated with BMD after adjusting age and menopausal status. All the muscle mass indices were closely correlated with BMD ($P < 0.05$) in over 50 years old group, but not in below 50 years old group. ④ Multiple stepwise regression analyses indicated that only menopausal status, TMM, and visceral fat content (VFC) were significantly related with BMD, and TMM had the most significant impact on BMD. **Conclusion** The

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(31160222,31360259)

* 通讯作者: 邓琼英, Email: 397525346@qq.com

prevalence of osteoporosis is higher in postmenopausal Mulam women than that in premenopausal women. However, after adjusting age and menopausal status, only TMM is significantly related with BMD. This research provides reference data for preventing and diagnosing osteoporosis in clinic.

Key words: Mulam postmenopausal women; Body composition; Bone mineral density; Osteoporosis

骨质疏松症 (osteoporosis, OP) 是以骨量减少, 骨组织显微结构退化为特征, 致使骨脆性增加、骨折危险性增高的一种全身性骨病。随着社会老龄化问题的加剧, 骨质疏松症已成为严重影响人类健康的重要公共卫生问题。近年来的研究发现, 骨质疏松的发病率和致死率逐年增加, 可能与体成分和激素水平的变化有关^[1]。

流行病学研究发现, 体重与骨量存在明显的正相关关系, 随着体重的减少, 会造成很大的骨量损失, 然而存在这种关联的潜在机制并不是很明确。关于体成分的两种主要指标 (脂肪量和肌肉量) 与骨密度的关联性研究, 其结论也存在很大的争议。有的研究发现只有肌肉量会对骨密度产生影响^[2,3], 而有的研究却发现脂肪量和肌肉量对骨密度都会产生影响^[4]。还有研究发现在女性中脂肪量与骨密度相关, 然而男性中这种相关性却不存在^[4]。这些研究结果的不一致, 可能与研究人群的年龄结构、营养习惯、生活方式和种族等因素有关。

本研究旨在通过对体成分和骨密度的检测, 探讨仫佬族绝经前与绝经后女性的体成分与骨密度的相关关系, 从而为骨质疏松症的预防和诊断提供参考数据。

1 材料和方法

1.1 对象

随机抽取广西仫佬族自治县四把镇 200 名仫佬族健康女性为研究对象, 追溯其三代均为仫佬族, 且最近未服用影响体成分和骨代谢的药物。所有研究对象知情同意并签署知情同意书。

1.2 方法

体成分测量: 由经过培训的专业人员采用 TANITA-MC180 (百利达公司, 日本) 人体成分分析仪测定研究对象的体重、脂肪量、肌肉量等 19 项指标。骨密度测量: 应用 SONOT3000 超声骨密度仪 (奥斯托公司, 韩国) 测定其右侧跟骨的骨硬度指数。根据 WHO 推荐的诊断标准分组^[5]: $T > -1$, 骨量正常; $-2.5 < T \leq -1$, 骨量减少; $T \leq -2.5$, 骨质疏松。

1.3 统计学处理

用 SPSS 22.0 统计软件进行统计分析。所有的参数指标用 $\bar{x} \pm s$ 表示。两组间的计量资料采用独立样本 t 检验。计数资料采用 χ^2 检验。骨密度和体成分的相关性采用简单线性相关和偏相关 (控制年龄和绝经状态) 进行统计分析。用多元逐步回归分析体成分的变化对骨密度的影响。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 仫佬族绝经前与绝经后女性的基线资料及体成分测定结果

研究对象的平均年龄是 50.9 ± 10.9 岁。绝经前女性的身高、体重、去脂体重、肌肉量、皮下脂肪量、四肢脂肪量、四肢肌肉量、推定骨量、骨硬度指数和 T 值均显著高于绝经后女性 ($P < 0.01$); 而内脏脂肪面积、腰臀比却显著低于绝经后女性 ($P < 0.01$)。虽然绝经前女性的体质量指数、脂肪量、体脂率、肌肉比、内脏脂肪量、躯干脂肪量、躯干肌肉量也高于绝经后女性, 但没有统计学意义 ($P > 0.05$)。结果见表 1。

2.2 仫佬族绝经前与绝经后女性的骨量构成比较

绝经前女性的骨量正常、骨量减少和骨质疏松分别为 25%、69%、6%; 绝经后女性的骨量正常、骨量减少和骨质疏松分别为 8%、47%、45%, 差异具有统计学意义 ($P < 0.01$)。结果见表 2。

2.3 仫佬族绝经前与绝经后女性的体成分和骨密度的相关关系

仫佬族女性的年龄和体成分之间存在显著的负相关 ($r = -0.45, P < 0.01$); 绝经状态和体成分之间也存在显著的负相关 ($r = -0.42, P < 0.01$), 而肌肉量、四肢肌肉量、躯干肌肉量与骨密度之间均存在显著的正相关关系 ($r = 0.27, 0.32, 0.14; P < 0.01$ 或 $P < 0.05$), 但当控制年龄和绝经状态后相关性均消失; 然而, 无论是否控制年龄和绝经状态, 脂肪量的三种指标与骨密度之间都没有相关关系 ($P > 0.05$)。结果见表 3。

按照年龄将研究对象分成两组后发现, 控制绝经状态后, 在 < 50 岁组中, 体成分和骨密度不存在任何关联 ($P > 0.05$), 而在 ≥ 50 岁组中, 虽然研究对

象的脂肪量各指标与骨密度之间不存在任何关联,但肌肉量各指标却与骨密度存在较显著的关联($P \leq 0.05$)。结果见表 4。

多重线性回归发现,绝经状态、躯干肌肉量、内脏脂肪面积是影响骨密度的主要因素,可以解释骨密度变异的 19.4% ($R^2_{\text{调整后}} = 0.194$)。结果见表 5。

表 1 仡佬族绝经前与绝经后女性的基线资料及体成分测定结果($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Baseline information and body composition in pre- and post-menopausal Mulam women ($\bar{x} \pm s$)

项目 Items	全部女性 All women	绝经前 Premenopausal	绝经后 Postmenopausal	P 值
N	200	100	100	
年龄(年) Age(yr)	50.89 ± 10.90	41.98 ± 5.43	59.80 ± 6.98	0.000
身高(cm) Height(cm)	150.48 ± 5.72	152.16 ± 4.47	148.81 ± 6.34	0.000
体重(kg) Weight(kg)	49.53 ± 7.48	51.48 ± 6.92	47.57 ± 7.55	0.000
体质量指数(kg/m ²) Body mass index(kg/m ²)	21.83 ± 2.85	22.23 ± 2.87	21.43 ± 2.80	0.046
去脂体重(kg) Fat-free mass(kg)	36.43 ± 3.44	37.69 ± 2.55	35.17 ± 3.74	0.000
脂肪量(kg) Fat mass(kg)	13.12 ± 5.29	13.82 ± 5.30	12.43 ± 5.21	0.063
肌肉量(kg) Muscle mass(kg)	34.40 ± 3.14	35.55 ± 2.33	33.25 ± 3.42	0.000
体脂率 Percentage of body fat	25.64 ± 7.04	26.01 ± 6.92	25.26 ± 7.18	0.453
肌肉比 Muscle mass ratio	106.90 ± 5.50	107.29 ± 5.35	106.51 ± 5.64	0.319
内脏脂肪面积 Visceral fat area	37.37 ± 21.04	31.98 ± 18.53	42.77 ± 22.09	0.000
内脏脂肪量(kg) Visceral fat content(kg)	1.36 ± 0.95	1.33 ± 0.88	1.40 ± 1.02	0.609
皮下脂肪量(kg) Subcutaneous fat content(kg)	11.76 ± 4.38	12.48 ± 4.44	11.03 ± 4.22	0.019
腰臀比 Waist-to-hip ratio	0.85 ± 0.04	0.84 ± 0.04	0.87 ± 0.04	0.000
躯干脂肪量(kg) Trunk-fat mass(kg)	6.48 ± 3.33	6.65 ± 3.26	6.32 ± 3.41	0.484
四肢脂肪量(kg) Limb fat mass(kg)	6.76 ± 2.04	7.29 ± 2.09	6.23 ± 1.84	0.000
躯干肌肉量(kg) Trunk-muscle mass(kg)	19.32 ± 1.64	19.37 ± 1.29	19.27 ± 1.93	0.667
四肢肌肉量(kg) Limb muscle mass(kg)	15.18 ± 1.88	16.28 ± 1.33	14.09 ± 1.69	0.000
推定骨量(kg) Presumption of bone mass(kg)	2.03 ± 0.30	2.14 ± 0.23	1.92 ± 0.33	0.000
骨硬度指数 Stiffness index	51.26 ± 16.03	57.89 ± 14.56	44.62 ± 14.69	0.000
T 值 T-score	-1.83 ± 0.96	-1.35 ± 0.82	-2.31 ± 0.86	0.000

表 2 仫佬族绝经前与绝经后女性的骨量构成比较

Table 2 Comparison of bone mass ratio between pre- and post-menopausal Mulam women

项目 Items	骨量正常 Normal bone mass	骨量减少 Osteopenia	骨质疏松 Osteoporosis	P 值
绝经前 Premenopausal	25 (25%)	69 (69%)	6 (6%)	42.754 0.000
绝经后 Postmenopausal	8 (8%)	47 (47%)	45 (45%)	

表 3 体成分与骨密度之间的相关关系 (r 值)

Table 3 The correlation between body composition and BMD (r values)

Items	Weight	BMI	FFM	FM	MM	VFC	SFC	TFM	LFM	TMM	LMM
未控制 Unadjusted	0.11	-0.04	0.27 **	-0.02	0.27 **	-0.10	0.00	-0.06	0.06	0.14 *	0.32 **
控制 Adjusted	-0.02	-0.11	0.09	-0.08	0.09	-0.07	-0.08	-0.08	-0.07	0.14	0.02

注: BMI: 体质指数; FFM: 去脂体重; FM: 脂肪量; MM: 肌肉量; VFC: 内脏脂肪量; SFC: 皮下脂肪量; TFM: 躯干脂肪量; LFM: 四肢脂肪量; TMM: 躯干肌肉量; LMM: 四肢肌肉量; * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$
Notice: BMI: body mass index; FFM: fat-free mass; FM: fat mass; MM: muscle mass; VFC: visceral fat content; SFC: subcutaneous fat content; TFM: trunk-fat mass; LFM: limb fat mass; TMM: trunk-muscle mass; LMM: limb muscle mass; * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

表 4 不同年龄组女性的体成分和骨密度的偏相关关系 (控制绝经状态)

Table 4 Partial correlation (adjusting for menopausal status) between body composition and BMD among different age groups

年龄 (岁) Age (yr)	体重 Weight	BMI	FFM	FM	MM	VFC	SFC	TFM	LFM	TMM	LMM
<50	-0.01	-0.02	-0.01	0.00	0.14	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	-0.04
≥50	0.01	-0.20	0.23 *	-0.15	0.23 *	-0.19	-0.15	-0.18	-0.11	0.23 *	0.21 *

注: BMI: 体质指数; FFM: 去脂体重; FM: 脂肪量; MM: 肌肉量; VFC: 内脏脂肪量; SFC: 皮下脂肪量; TFM: 躯干脂肪量; LFM: 四肢脂肪量; TMM: 躯干肌肉量; LMM: 四肢肌肉量; * $P < 0.05$
Notice: BMI: body mass index; FFM: fat-free mass; FM: fat mass; MM: muscle mass; VFC: visceral fat content; SFC: subcutaneous fat content; TFM: trunk-fat mass; LFM: limb fat mass; TMM: trunk-muscle mass; LMM: limb muscle mass; * $P < 0.05$

表 5 绝经状态、体成分和骨密度之间的多重线性回归

Table 5 Multiple linear regression analysis between menopausal status, body composition and BMD

变量 Variable	B ± SE	P
绝经状态 Menopausal status	-12.948 ± 2.039	<0.01
TMM	1.661 ± 0.649	<0.05
VFC	-2.300 ± 1.120	<0.05

注: $R^2_{\text{调整后}} = 0.194$; B: 非标准化系数; SE: 标准误
Note: $R^2_{\text{adj}} = 0.194$, B: Multiple regression unstandardized coefficient; SE: standard error

3 讨论

目前有关体成分影响骨密度的机制还不是很清

楚,亦存在较多争议,但是许多研究认为,可能的影响机制有以下几种^[12]:①脂肪量和肌肉量均可通过增加机械负荷促进骨密度增加。②由于雄激素向雌激素转换,脂肪量可能对女性骨密度有保护作用。③大多数肥胖者有胰岛素抵抗,其高胰岛素血症对成骨细胞有同化作用,因而促进骨形成和增加。④脂肪源性的瘦素促进骨髓前体细胞进一步成熟为成骨细胞,部分介导脂肪量对骨骼的保护作用。除此之外,体成分与骨密度之间的关系还受到基因和环境因素的影响。Bogl 等^[10]对双生子研究结果就发现,相对于脂肪量而言,肌肉量和骨密度具有更多的相同基因。Quirino 等^[2]发现生活方式的变化,伴随着基础能量代谢的增加,也会增加肌肉含量,减少骨量损失。

因此,本研究为探明在不同年龄和绝经状态下体成分与骨密度的相关关系,对 200 名广西仫佬族

绝经前与绝经后女性的体成分和骨密度进行了调研。结果发现,肌肉量、四肢肌肉量和躯干肌肉量与骨密度之间存在显著的正相关关系,但在控制年龄和绝经状态后相关性均消失;年龄分组后发现,控制绝经状态后,在 <50 岁组中体成分和骨密度不存在任何关联;而在 ≥50 岁组中,却发现肌肉量各指标却与骨密度存在较显著的关联;多重线性回归分析发现,体成分中只有躯干肌肉量进入线性回归模型 ($B = 1.661$, $SE = 0.649$)。结果表明躯干肌肉量可能是骨质疏松发生的一个预测因子。

此外,本研究发现,绝经前与绝经后女性的骨密度存在显著的差别,其中绝经后女性具有更高的骨质疏松检出率,和 Fan 等^[6]的研究结果相同,表明绝经后女性可能更容易发生骨质疏松症。这可能由于绝经后女性的雌激素降低所致,因为雌激素能与成骨细胞膜上的雌激素受体结合,使成骨细胞表达护骨素增加,从而导致破骨细胞分化和活性降低,骨吸收减少,以致骨量丢失率较正常或低体重者低^[7]。

许多研究发现体重和骨密度之间存在正相关关系^[3,8],但我们却发现体重和骨密度之间不存在相关关系,只有去脂体重和骨密度才存在较显著的相关性,这可能是之前的研究没有将脂肪量和肌肉量分开,只考虑体重对骨密度的影响所致。

本研究还证实,在所有的体成分中,只有躯干肌肉量才与骨密度相关,这与前人的研究结果很相似^[3,9,10]。肌肉量已经被证明是骨密度的影响因子,可能由于其对于骨骼的牵引负荷引起^[11]。体育运动会增加肌肉量而降低脂肪量,所以肌肉量与骨密度之间的关系很可能与体育活动有关,本研究的佤族女性基本上都是农民,常年从事大量的体力劳动,故而肌肉量可能会有所增加,从而影响到骨密度水平。然而赵莉莉等^[12]却发现只有脂肪量与女性的骨密度相关。也有研究发现脂肪量和肌肉量都与骨密度存在相关关系^[13]。造成这些结果的不同可能由于骨密度的测量方法及研究对象年龄结构不同所致。

总之,通过本研究,我们发现绝经后女性较绝经前女性具有更低的体成分和骨密度指标值,且骨质疏松症的发病率显著增加;而针对体成分指标对骨密度的影响,只有在 ≥50 岁的女性中才具有统计学意义,且在所有体成分指标中,只有躯干肌肉量对骨密度影响最大,而国外研究多认为四肢肌肉量与骨密度关系更密切^[14,15],这可能由于我们的研究对象常年需要负重上下山路,躯干肌肉较四肢肌肉对骨骼的牵引更大所导致,也可能与佤族的遗传特点

有关。通过结合佤族的生活习惯,我们的研究结果可为制订骨质疏松症的预防策略和诊断方案提供理论依据。

【参 考 文 献】

- [1] Wallace LS, Ballard JE. Lifetime physical activity and calcium intake related to bone density in young women[J]. J Womens Health Gend Based Med, 2002, 11(4):389-398.
- [2] Quirino MA, Modesto-Filho J, de Lima Vale SH, et al. Influence of basal energy expenditure and body composition on bone mineral density in postmenopausal women[J]. Int J Gen Med, 2012, 5:909-915.
- [3] 房爱萍,张莹,李可基. 健康青年人身体成分对局部和全身骨密度的影响[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2015, 8(3): 203-209.
Fang AP, Zhang Y, Li KJ. Effect of body composition on regional and total bone mineral density in healthy young adults[J]. Chinese Journal of Osteoporosis and Bone Mineral Research, 2015, 8(3): 203-209. (in Chinese)
- [4] Pluijm SM, Visser M, Smit JH, et al. Determinants of bone mineral density in older men and women: body composition as mediator[J]. J Bone Miner Res, 2001, 16(11):2142-2151.
- [5] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 原发性骨质疏松症诊治指南(2011 年)[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2011, 4(1): 2-17.
Chinese Society of Bone and Mineral Research. The guidance of diagnosis and treatment of primary osteoporosis (2011)[J]. Chinese Journal of Osteoporosis and Bone Mineral Research, 2011, 4(1): 2-17. (in Chinese)
- [6] Fan JZ, Yang L, Meng GL, et al. Estrogen improves the proliferation and differentiation of hBMSCs derived from postmenopausal osteoporosis through notch signaling pathway[J]. Mol Cell Biochem, 2014, 392(1-2):85-93.
- [7] 黄干,廖二元,伍贤平,等. 老年妇女体重指数与骨密度和骨超声传导速度的相关性研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2003, 25(1): 25-28.
Huang G, Liao EY, Wu XP, et al. The relationship between body mass index and bone mineral density and conduction velocity of sound in bone in elderly women[J]. Chinese Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 2003, 25(1): 25-28. (in Chinese)
- [8] Jurimae T, Soot T, Jurimae J. Relationships of anthropometrical parameters and body composition with bone mineral content or density in young women with different levels of physical activity[J]. J Physiol Anthropol Appl Human Sci, 2005, 24(6):579-857.
- [9] Cheng Q, Zhu YX, Zhang MX, et al. Age and sex effects on the association between body composition and bone mineral density in healthy Chinese men and women[J]. Menopause, 2012, 19(4): 448-455.

(下转第 700 页)

- [31] Matsuo K, Otaki N. Bone cell interactions through Eph/ephrin: bone modeling, remodeling and associated diseases[J]. *Cell Adh Migr*, 2012, 6:148-156.
- [32] Takeshi M. Regulators of osteoclast differentiation and cell-cell fusion[J]. *Keio J Med*, 2011, 60(4):101-105.
- [33] Kim JH, Youn BU, Kim K, et al. Lhx2 regulates bone remodeling in mice by modulating RANKL signaling in osteoclasts[J]. *Cell Death Differ*, 2014, 21:1613-1621.
- [34] Yuko F, Hisataka K, Toshihide N, et al. Glucocorticoids mediate circadian timing in peripheral osteoclasts resulting in the circadian expression rhythm of osteoclast-related genes[J]. *Bone*, 2014, 61:1-9.
- [35] Sumika K, Yoshitaka Y, Takeshi K, et al. Short-term mechanical stress inhibits osteoclastogenesis via suppression of DC-STAMP in RAW264. 7 cells [J]. *International Journal of Molecular Medicine*, 2013, 31:292-298.
- [36] Riddle RC, Taylor AF, Genetos DC, et al. MAP kinase and calcium signaling mediate fluid flow-induced human mesenchymal stem cell proliferation[J]. *Am J Physiol Cell Physiol*, 2006, 290(3):776-784.
- [37] Ayse B, Stephenie L, Dae W, et al. Nuclear factor of activated T cell mediates proinflammatory gene expression in response to mechanotransduction[J]. *New York Academy of Sciences*, 2007, 1117:138-142.
- [38] Liu C, Li S, Ji B, et al. Flow-Induced Migration of Osteoclasts and Regulations of Calcium Signaling Pathways [J]. *Cellular and Molecular Bioengineering*, 2014, 8(1):213-223.
- [39] 张波, 杨利娟, 丁宁, 等. 震荡流体剪切力通过 ERK5 信号通路促进成骨细胞增殖[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2016, 22(10):1237-1240, 1256.
- Zhang B, Yang LJ, Ding N, et al. Oscillatory shear stress promotes MC3T3-E1 cells proliferation via ERK5 signaling pathway[J]. *Chin J Osteoporos*, 2016, 22(10):1237-1240, 1256. (in Chinese)

(收稿日期:2016-11-24,修回日期:2017-01-03)

(上接第 661 页)

- [10] Bogl LH, Latvala A, Kaprio J, et al. An investigation into the relationship between soft tissue body composition and bone mineral density in a young adult twin sample[J]. *J Bone Miner Res*, 2011, 26(1):79-87.
- [11] Hsu YH, Venners SA, Terwedow HA, et al. Relation of body composition, fat mass, and serum lipids to osteoporotic fractures and bone mineral density in Chinese men and women[J]. *Am J Clin Nutr*, 2006, 83(1):146-154.
- [12] 赵莉莉, 樊继援, 邱明才, 等. 中老年人人体成分与骨密度的相关性研究[J]. *天津医药*, 2007, 35(1):7-9.
- Zhao LL, Fan JY, Qiu MC, et al. Gender differences in relationship between body composition components and bone mineral density in middle-aged and aged person [J]. *Tianjin Medical Journal*, 2007, 35(1):7-9. (in Chinese)
- [13] Andreoli A, Bazzocchi A, Celi M, et al. Relationship between body composition, body mass index and bone mineral density in a large population of normal, osteopenic and osteoporotic women [J]. *Radiol Med*, 2011, 116(7):1115-1123.
- [14] Arimatsu M, Kitano T, Kitano N, et al. Correlation between bone mineral density and body composition in Japanese females aged 18-40 years with low forearm bone mineral density [J]. *Environ Health Prev Med*, 2009, 14(1):46-51.
- [15] Moon SS Relationship of lean body mass with bone mass and bone mineral density in the general Korean population[J]. *Endocrine*, 2014, 47(1):234-243.

(收稿日期:2016-08-21,修回日期:2016-10-22)