

·论著·

绝经后女性体成分与骨强度的相关性研究

李冠武¹ 常时新^{1*} 范敬争¹ 田亚楠¹ 周自明¹ 张擎蛟¹ 史晓²

(1. 上海中医药大学附属岳阳中西医结合医院, 医学影像科, 上海 200437; 2. 老年科)

中图分类号: R681 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2013)07-0681-05

摘要: 目的 探讨绝经后女性瘦组织(LM)、体脂量(FM)对骨强度的影响。方法 101例健康女性受试者(年龄 61.3 ± 7.1 岁)行腰椎、髌部及全身双能X线吸收测量法扫描获取腰椎(LS_BMD)、股骨颈(FN_BMD)、全髋(TH_BMD)、全身骨密度(TB_BMD)及全身骨矿物质含量(TB_BMC)。结果 年龄、绝经年龄、身高、体重与TB_BMD、TB_BMC、LS_BMD、FN_BMD、TH_BMD存在线性相关性, P 均 <0.05 。LM及FM与TB_BMD、TB_BMC、LS_BMD、FN_BMD、TH_BMD存在轻~中度正相关性($r=0.219 \sim 0.580$, P 均 <0.05)。逐步多元线性回归分析, 校正FM则LM对上述骨强度指标的影响消失, 只有FM进入回归模型, FM解释TB_BMD、TB_BMC、LS_BMD、FN_BMD及TH_BMD变量变化分别为26.1%、60.9%、13.1%、19.9%、16.1%。结论 是FM而非LM决定绝经后女性骨强度。

关键词: 双能X线吸收测量法; 骨密度; 体成分; 瘦组织; 体脂

Relationship between body composition and bone strength in postmenopausal women

Li Guanwu¹, CHANG Shixin¹, FAN Jingzheng¹, TIAN Yanan¹, ZHOU Ziming¹, ZHANG Qingjiao¹, SHI Xiao²

(1. Department of Radiology; 2. Department of Geriatrics, Yueyang Hospital Affiliated to Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200437, China)

Corresponding author: CHANG Shixin, Email: shixinchang@126.com

Abstract: **Objective** To investigate the effect of lean mass (LM) and fat mass (FM) on bone strength in postmenopausal women. **Methods** A total of 101 healthy postmenopausal women with mean age of 61.3 ± 7.1 years were included in this study. Bone mineral density of the lumbar spine (LS_BMD), the femus (FN_BMD), total hip (TH_BMD), total body (TB_BMD), and total body bone mineral content (TB_BMC) were measured using dual energy X-ray absorptiometry. **Results** In univariate analysis, age, years since menopause, height, body weight, LM, and FM had linear correlation with TB_BMD, TB_BMC, LS_BMD, FN_BMD, and TH_BMD ($P < 0.05$). In multiple linear regression analysis, both LM and FM had low-moderate correlation with TB_BMD, TB_BMC, LS_BMD, FN_BMD, and TH_BMD. However, when both LM and FM were included in the multivariate regression model after controlling for confounders above, the relationship between LM and bone data disappeared while only FM was an independent predictor for bone strength ($P < 0.05$). Variation explained by FM for TB_BMD, TB_BMC, LS_BMD, FN_BMD, and TH_BMD was 26.1%, 60.9%, 13.1%, 19.9%, and 16.1%, respectively. **Conclusion** FM, but not LM, is independently associated with bone strength in postmenopausal women.

Key words: Dual energy X-ray absorptiometry; Bone mineral density; Body composition; Lean mass; Fat mass

骨质疏松(osteoporosis, OP)及肥胖症都是全球面临的严重公共卫生问题,都归属体成分组成比例失调的代谢性疾病,两者可以共存。流行病学调查研究结果表明,较高的体重和/或体重指数是OP及其脆性骨折的保护性因素。体重主要由体脂量(fat

mass, FM)、瘦组织(lean mass, LM)及骨量三个部分组成,体成分中LM及FM对骨强度的影响目前仍存在争论,有研究^[1-2]认为FM是影响骨强度的主要因素,也有认为是LM而非FM决定骨强度^[3-4],甚至也有^[5]认为FM和LM对骨强度的影响同等重要。鉴于此,本研究拟通过双能X线吸收测量法(dual energy X-ray absorptiometry, DXA)研究绝经后妇女LM、FM与腰椎、髌部及全身骨量/骨密度的

基金项目: 国家自然科学基金项目资助(编号:81202809),上海市教委基金项目资助(编号:2010JW53)

* 通讯作者: 常时新, Email: Shixinchang@126.com

关联性,为进一步研究 OP 及肥胖症的防治提供新的理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究对象

搜集绝经后健康女性受试者(年龄 48.8~82.6 岁,平均 61.3 ± 7.1 岁)101 例行 DXA 检查,并记录受试者绝经年龄(years since menopause, YSM)(绝经定义为妇女自然停止行经时间 ≥ 12 个月)、身高(cm)、体重(kg)。受试者入选标准^[6]:1)无肿瘤、结核、转移瘤等疾病;2)无内分泌、代谢性疾病,无严重慢性肺、肝、肾脏疾病;3)未曾服用影响骨代谢的药物;4)无严重创伤性骨折病史,无腰椎及髋部手术史,无体内金属等植入物;5)无子宫、卵巢切除术;5)无 DXA 检查禁忌症(如近日未行消化道钡餐及同位素检查)。受检者均知情同意参加本研究。

1.2 DXA 扫描及测量方法

腰椎、髋部及全身 DXA(Lunar Prodigy, Software Version enCORE 13.40.038, GE Healthcare, USA)前后位扫描,获取各部位的分析参数:L1-L4 椎体平均骨密度(lumbar spine bone mineral density, LS_BMD)、股骨颈骨密度(femoral neck bone mineral density, FN_BMD)及全髋骨密度(total hip bone mineral density, TH_BMD)、全身骨矿物质含量(total body bone mineral content, TB_BMC)、全身骨密度(total body bone mineral density, TB_BMD)、LM 及 FM, BMC 结果以 g 表示, BMD 结果以 g/cm^2 表示。

每天早晨在测量受试者之前都要完成一次质量保证测试,每日扫描标准体模,研究期间其测量结果波动在 DXA 的质控 Shewhart 图范围内。DXA 测量的精确性用变异系数(coefficient of variability, CV)表示,10 名受试者重新摆放位置重复扫描,各部位

BMC、BMD 的 $\text{CV} < 1.0\%$, LM 和 FM 的 $\text{CV} < 1.3\%$ 。

1.3 统计学处理

SPSS 17.0 统计软件包,计量资料用均值 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。计量资料间的相关分析采用一般线性 Pearson 相关分析,各相关分数参数对骨量的影响采用逐步多元线性回归模型(stepwise multiple regression analysis)进行分析(进入水准 $\alpha_{\text{入}} = 0.05$, 剔除水准 $\alpha_{\text{出}} = 0.10$)。以 $P < 0.05$ 判为差异有统计学意义,得到的概率值均表示双侧概率。

2 结果

2.1 研究对象基本特征

表 1 为 101 例健康女性受试者基本资料及 DXA 测量结果。

表 1 101 例受试者人体测量学、体成分分布情况

Table 1 The distribution of anthropometrics and body composition of 101 subjects

参数	均数 $\pm$ 标准差	范围
年龄(岁)	61.3 ± 7.1	48.8 ~ 82.6
绝经年龄(年)	11.3 ± 7.9	0.2 ~ 33.8
身高(cm)	157.7 ± 6.7	138.0 ~ 175.0
体重(kg)	59.2 ± 10.6	33.9 ~ 97.8
瘦组织(kg)	37.28 ± 5.50	25.78 ~ 57.51
体脂量(kg)	19.94 ± 5.98	5.12 ~ 37.32
TB_BMD(g/cm^2)	1.016 ± 0.100	0.830 ~ 1.321
TB_BMC(g)	1944 ± 379	1213 ~ 3373
LS_BMD(g/cm^2)	0.957 ± 0.176	0.619 ~ 1.445
FN_BMD(g/cm^2)	0.645 ± 0.120	0.359 ~ 1.054
TH_BMD(g/cm^2)	0.829 ± 0.134	0.469 ~ 1.172

2.2 体测指标、LM 及 FM 与骨强度的相关性分析

表 2 为研究对象人体测量学、体成分与骨强度的相关性分析结果。年龄、YSM、身高、体重与 TB_BMD、TB_BMC、LS_BMD、FN_BMD、TH_BMD 存在线性相关性, P 均 < 0.05 。体成分指标 LM 及 FM 与 TB_BMD、TB_BMC、LS_BMD、FN_BMD、TH_BMD

表 2 受试者人体测量学、体成分与骨强度的相关性分析结果

Table 2 The analysis results of correlation among anthropometrics, body composition, and bone strength of 101 subjects

参数	TB_BMD		TB_BMC		LS_BMD		FN_BMD		TH_BMD	
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P
年龄(岁)	-0.388	0.000	-0.344	0.000	-0.303	0.002	-0.197	0.049	-0.310	0.002
YSM(年)	-0.395	0.000	-0.361	0.000	-0.256	0.010	-0.204	0.041	-0.298	0.003
身高(cm)	0.405	0.000	0.693	0.000	0.200	0.045	0.289	0.003	0.243	0.014
体重(kg)	0.363	0.000	0.650	0.000	0.248	0.012	0.441	0.000	0.315	0.001
LM(kg)	0.319	0.001	0.580	0.000	0.219	0.028	0.351	0.000	0.261	0.008
FM(kg)	0.294	0.003	0.553	0.000	0.223	0.025	0.409	0.000	0.270	0.006

存在轻~中度相关性($r = 0.219 \sim 0.580$, P 均 < 0.05)。与 FM 相比, LM 与 TB_BMD 及 TB_BMC 相关密切度高,但 LM 与 LS_BMD、FN_BMD、TH_BMD 相关密切度低于 FM。图 1 为 LM 及 FM 与 TB_BMD、FN_BMD 的相关性散点图。

2.3 各测量参数对骨量影响的多元回归分析

表 3 为研究对象 FM、LM 对骨强度影响的逐步多元回归分析结果。以年龄、YSM、身高、LM 为自变量,分别以 TB_BMD、TB_BMC、LS_BMD、FN_BMD 及 TH_BMD 为应变量,进行逐步多元线性回归分

析,结果发现:未将 FM 加以控制,LM 是绝经后女性 TB_BMD、TB_BMC、LS_BMD、FN_BMD 及 TH_BMD 的重要决定因素,LM 解释 TB_BMD、TB_BMC、LS_BMD、FN_BMD 及 TH_BMD 变量变化分别为 26.0%、55.5%、13.0%、15.8%、15.7%。将 LM 及 FM 同时加入分析模型,则 LM 对上述骨强度指标的影响消失,只有 FM 进入回归模型,FM 解释 TB_BMD、TB_BMC、LS_BMD、FN_BMD 及 TH_BMD 变量变化分别为 26.1%、60.9%、13.1%、19.9%、16.1%。

表 3 FM 及 LM 对骨强度影响的多元回归分析结果

Table 3 The results of multiple linear regression of the effect of FM and LM on bone strength

	TB_BMD (g/cm ²)			TB_BMC (g)			LS_BMD (g/cm ²)			FN_BMD (g/cm ²)			TH_BMD (g/cm ²)		
	Sβ	P	调整 R ²	Sβ	P	调整 R ²	Sβ	P	调整 R ²	Sβ	P	调整 R ²	Sβ	P	调整 R ²
模型 1			0.260			0.555			0.130			0.158			0.157
LM (kg)	0.346	0.000		0.356	0.000		0.235	0.013		0.365	0.000		0.278	0.003	
模型 2			0.261			0.609			0.131			0.199			0.161
FM (kg)	0.227	0.018		0.381	0.000		0.238	0.012		0.416	0.000		0.285	0.002	
LM (kg)	0.176	0.200		0.151	0.129		0.143	0.234		0.173	0.132		0.164	0.162	

注:Sβ (standardised β Coefficient)即标准化偏回归系数,R²即复相关系数。模型 1 包含的自变量有年龄、YSM、身高及 LM,模型 2 额外控制变量 FM

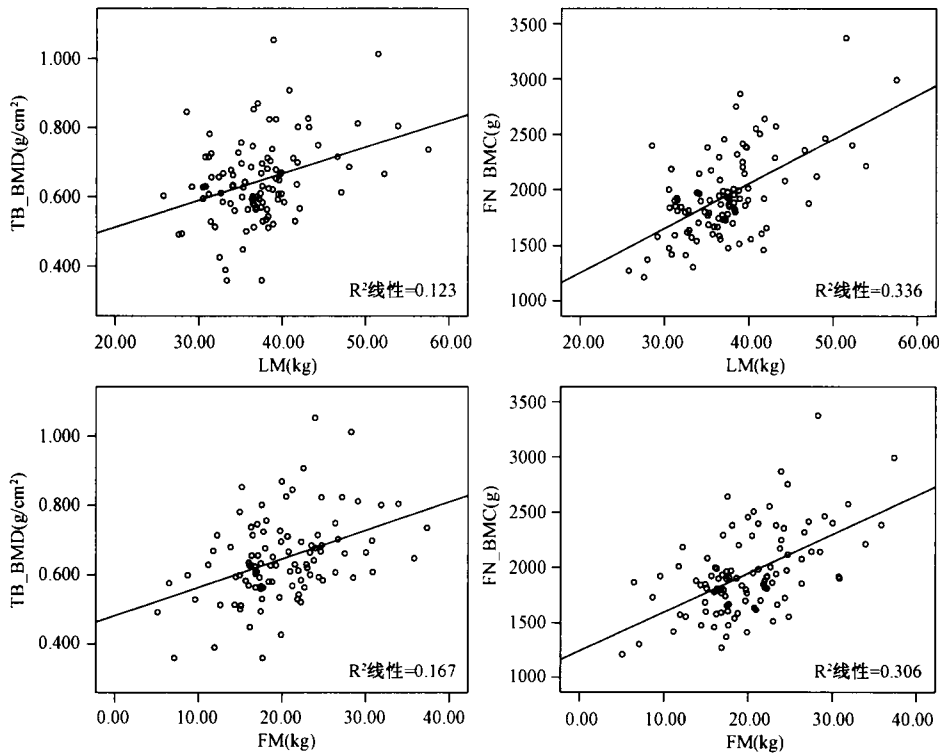


图 1 LM 及 FM 与 FN_BMD、TB_BMC 的相关性散点图 (P 均 < 0.001)

Fig. 1 The scatter diagram reflecting the correlation among LM, FM, FN_BMD, and TB_BMC

3 讨论

DXA 通过微量双束 X 线透射组织,获得不同组织的 X 线衰减,以组织密度法计算体脂与总体质量的百分比,是近年来被公认继“水下称重法”之后的另一测量体成分含量的“金标准”,具有操作方便、低辐射、经济、精确度高的优点,在 OP 及肥胖症相关研究领域备受青睐。

体重是 OP 的保护性因素,以往研究认为超重/肥胖者具有较高的骨强度,因而具有较低的发展为 OP 及发生 OP 脆性骨折的风险^[7]。本研究也发现,在一定范围内体重与骨量存在一定正相关性($r = 0.248 \sim 0.650$, P 均 < 0.001)。然而,超重/肥胖者常并发胰岛素抵抗、高胰岛素血症、糖脂代谢异常,直接或间接对骨组织代谢产生影响。因此,体重与 BMD 的关系不是一一对应关系。LM、FM 及骨量是体成分的三个主要组成部分,且前两者占体重的 95%。体成分随着增龄而发生变化,脂肪组织异常积聚伴随着骨骼肌质量和骨骼肌力量的下降,老年人水分及 LM 减低而 FM 增高。LM 及 FM 对骨强度的相对影响仍然是一个活跃、值得深入研究的课题,不同研究者所得研究结论参差不齐。国内研究体成分对骨强度影响的报道极少,更多的是分析体重与 BMD 的关系。顾芳等^[8]研究青年女性 BMD 及体成分变化特征时发现体重及 LM 是影响 BMD 的主要因素。而且,有研究^[9]发现,皮下脂肪组织对骨的结构及骨强度有正性作用,但内脏脂肪量异常增加却对骨产生不利作用。另外,随着年龄增加,骨髓脂肪组织增多与骨量降低、骨微结构衰败存在密切相关关系^[6,10]。因此,脂-骨之间的关系是相当复杂的。

使用逐步多元线性回归模型分析哪些变量是骨强度的重要决定因子,由本研究结果表 2 及表 3 可知,在未考虑 FM 情况下,研究结果显示,LM 是腰椎、髌部、全身 BMD 的重要决定因子,LM 解释 TB_BMD、TB_BMC、LS_BMD、FN_BMD 及 TH_BMD 变量变化分别为 26.0%、55.5%、13.0%、15.8%、15.7%。对骨骼系统最大的应力主要来源于动力学载荷(肌量)而非静态载荷(脂量)^[11],作为一种机械负荷因素,LM 较大者骨骼所承受的机械负荷也较大,骨骼负重直接转化为机械应力作用于成骨和破骨细胞表面的机械应力感受器,机械应力刺激骨形成,改善骨的微结构,抑制骨吸收,从而有利于提高骨强度和骨矿含量,延缓 OP 的发生和降低其程

万方数据

度。男性与女性在生活方式(如体育运动量、饮食情况等)存在明显差异,年龄相关的骨丢失之一的重要因素是缺乏锻炼。骨骼肌是人体进行身体活动的动力源,具有一定的骨骼肌力量水平是人体进行各种体力活动的基础。运动可增强肌肉对骨骼系统的应力作用,因此有研究者提出 LM 是股骨近端骨强度的最好预测因子^[4]。然而随着增龄,人体神经肌肉系统的结构及功能会出现不可避免的退行性变化,表现为骨骼肌的质量及其横截面积减小、骨骼肌力量降低、骨骼肌耐力和代谢能力下降以及结缔组织和脂肪增多等现象,即老年性骨骼肌减少症,其中肌肉质量下降和肌力减少是其最重要的特征^[12]。已有研究表明,肌肉质量(肌肉收缩力)对骨骼的正性作用较体重负重对骨骼的机械应力所带来的作用更大^[13]。增龄过程中骨骼肌质量的下降往往伴随着脂肪组织的堆积而不致引起体重的显著减轻,而骨骼肌质量从 20 岁到 80 岁总体上下降可高达 40%^[12]。这些提示,绝经后女性,LM 对骨强度的贡献相对较小。

本研究发现,将 LM 及 FM 同时加入分析模型时,LM 对骨量、骨密度的影响消失,是 FM 而非 LM 决定绝经后女性的骨强度。朱晓颖等^[14]发现 LM 及 FM 是绝经后女性 LS_BMD 的决定因素,而 Kim 等^[1-2]控制年龄及体重因素后发现 FM 是 BMD 的重要负性决定因素。然而,Genaro 等^[3]则认为 LM 是骨强度的主要决定因素。显然,这些研究结果与本研究结论不甚一致。其可能原因一是 LM、FM 与体重是高度共线的变量,有些研究者在线性回归模型分析中将这三个变量一并加入显然不合适,导致结果出现偏差。另一方面,体成分与骨量的相关性还呈性别及种族依赖性。研究不同种族(白人、黑人及中国人)体脂量与 BMD 相关性时发现,与国人相比,白人及黑人总体脂量及躯干脂量高而具有更低的 BMD^[15]。因此,不同的种族、人口结构、性别、生活方式及居住环境都可能造成研究结论的差异。FM 只占体重的 16%~25%,FM 通过承重方式只能小部分的解释其对骨强度的正性作用。FM 的非承重机械压力对骨强度的影响或许是其主要机制。首先,由于绝经后卵巢功能衰退,分泌雌激素急剧减少,血中雌激素主要来源于由肾上腺皮质产生的雄烯二酮以及卵巢皮质的间质细胞在高促性腺激素影响下产生的少量雄烯二酮,这些前体在脂肪等组织经芳香化酶的作用衍生成雌激素^[16]。在绝经后妇女,脂肪组织是将雄烯二酮转化为有代谢活性雌激

素、雌酮的部位。此外,脂肪组织还可降低性激素结合球蛋白水平,致使游离的性激素增多,雌激素通过与成骨细胞上的雌激素受体结合,使成骨细胞表达的护骨素增加,导致破骨细胞活性降低,削弱骨吸收。而且脂肪组织可以释放脂肪细胞因子(如瘦素、脂联素等)^[17],瘦素可抑制破骨细胞生成,增强成骨细胞的分化、促进骨形成。另一方面,超重/肥胖者常有高胰岛素血症,可使胰岛素样生长因子-1(IGF-1)结合球蛋白产生减少,从而导致 IGF-1 升高,IGF-1 作用于骨原细胞,刺激 DNA 合成,增加有功能的成骨细胞数日,最终促进骨基质的形成;IGF-1 还直接作用于成骨细胞的分化功能,增加胶原的形成和成骨细胞的活性。同时,IGF-1 也可以调节骨吸收,抑制骨胶原降解,对于骨量的维持有重要作用^[16]。然而,是否 FM 越多骨强度越大? 答案是否定的。例如,随着增龄、绝经或长期使用糖皮质激素等都可以引起脂肪组织的增多或脂肪的重新分布。脂量异常增多反过来又会增加 2 型糖尿病、心血管疾病等致病风险。已有研究^[18]表明,2 型糖尿病患者虽然具有更高的 BMD 值,然而在校正一系列的混杂因素后其骨强度反而降低。因此,只能说 FM 在一定的范围内对骨发挥正性作用。

本研究尚存在一些不足之处:①本研究为横断面研究,FM 与骨强度的关系所得结论不能推测其因果关系;②研究对象均为绝经后女性,所得结论不能外推至男性、绝经前或其他年龄段的妇女。进一步对于男女之间、不同种族、地域间的体成分与骨量、髌部骨几何力学的关联性加以探讨,不同脂肪组织(皮下脂肪及内脏脂肪、骨髓脂肪组织)如何影响骨强度是将来的研究方向。

总之,在绝经后健康女性,LM 及 FM 都是 TB_BMD、TB_BMC、LS_BMD、FN_BMD 及 TH_BMD 的重要影响因素。但校正 FM、LM 对骨强度的影响作用消失,是 FM 而非 LM 决定绝经后女性骨强度,FM 对骨强度的影响可能是通过非负重应力作用起调控作用。

【参 考 文 献】

- [1] Kim JH, Choi HJ, Kim MJ, et al. Fat mass is negatively associated with bone mineral content in Koreans. *Osteoporos Int*, 2012, 23(7):2009-2016.
- [2] 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. *Menopause*, 2012, 19(4): 448-455.

- [3] Genaro PS, Pereira GA, Pinheiro MM, et al. Influence of body composition on bone mass in postmenopausal osteoporotic women. *Arch Gerontol Geriatr*, 2010, 51(3):295-298.
- [4] Travison TG, Araujo AB, Esche GR, et al. Lean mass and not fat mass is associated with male proximal femur strength. *J Bone Miner Res*, 2008, 23(2):189-198.
- [5] Ho-Pham LT, Nguyen ND, Lai TQ, et al. Contributions of lean mass and fat mass to bone mineral density: a study in postmenopausal women. *BMC Musculoskelet Disord*, 2010, 11: 59.
- [6] LI Guan-wu, CHANG Shi-xin, BAO Hong, et al. Primary application of marrow fat contents in determining the risk of osteoporotic vertebral fracture. *JOURNAL OF PRACTICAL RADIOLOGY*, 2012, 28(1):74-77.
- [7] Marks R. Hip fracture epidemiological trends, outcomes, and risk factors, 1970-2009. *Int J Gen Med*, 2010, 3:1-17.
- [8] GU Fang, CHEN Xiao-hong, ZHENG Lu. Research on Body Composition and Bone Mineral Density With Aging of Beijing Female College Students. *Journal of Beijing Sport University*, 2011,34(8):57-59.
- [9] Choi HS, Kim KJ, Kim KM, et al. Relationship between visceral adiposity and bone mineral density in Korean adults. *Calcif Tissue Int*, 2010, 87(3):218-225.
- [10] LI Guan-wu, TANG Guang-yu, LIU Yong, et al. Dynamic evaluation of an osteoporosis rabbit model induced by ovariectomy and glucocorticoid with MR spectroscopy and micro-CT. *Chinese Journal of Endocrinology and Metabolism*, 2011, 27(9):82 - 86.
- [11] Micklesfield LK, Gray J, Taliep MS. Bone mineral density and body composition of South African cricketers. *J Bone Miner Metab*, 2012, 30(2):232-237.
- [12] ZHU Xiao-ying, ZHU Han-min, ZHANG Xue-mei. The relationship between body composition and bone mineral density in healthy women. *Chinese Journal of Osteoporosis*, 2011, 17(4):312-316.
- [13] Lu H, Fu X, Ma X, et al. Relationships of percent body fat and percent trunk fat with bone mineral density among Chinese, black, and white subjects. *Osteoporos Int*, 2011, 22(12): 3029-3035.
- [14] Reid IR. Fat and bone. *Arch Biochem Biophys*, 2010, 503(1): 20-27.
- [15] Jürimäe J, Jürimäe T, Leppik A, et al. The influence of ghrelin, adiponectin, and leptin on bone mineral density in healthy postmenopausal women. *J Bone Miner Metab*, 2008, 26(6): 618-623.

(收稿日期: 2012-08-05)

作者: [李冠武](#), [常时新](#), [范敬争](#), [田亚楠](#), [周自明](#), [张擎皎](#), [史晓](#), [LI Guanwu](#), [CHANG Shixin](#), [FAN Jingzheng](#), [TIAN Yanan](#), [ZHOU Ziming](#), [ZHANG Qingjiao](#), [SHI Xiao](#)

作者单位: [李冠武, 常时新, 范敬争, 田亚楠, 周自明, 张擎皎, LI Guanwu, CHANG Shixin, FAN Jingzheng, TIAN Yanan, ZHOU Ziming, ZHANG Qingjiao\(上海中医药大学附属岳阳中西医结合医院, 医学影像科, 上海200437\)](#), [史晓, SHI Xiao\(上海中医药大学附属岳阳中西医结合医院, 老年科, 上海200437\)](#)

刊名: [中国骨质疏松杂志](#) 

英文刊名: [Chinese Journal of Osteoporosis](#)

年, 卷(期): 2013, 19(7)

参考文献(15条)

1. Kim JH;Choi H J;Kim MJ Fat mass is negatively associated with bone mineral content in Koreans 2012(07)
2. Cheng Q;Zhu YX;Zhang MX Age and sex effects on the association between body composition and bone mineral density in healthy Chinese men and women 2012(04)
3. Genaro PS;Pereira GA;Pinheiro MM Influence of body composition on bone mass in postmenopausal osteoporotic women 2010(03)
4. Travison TG;Araujo AB;Esche GR Lean mass and not fat mass is associated with male proximal femur strength 2008(02)
5. Ho-Pham LT;Nguyen ND;Lai TQ Contributions of lean mass and fat mass to bone mineral density:a study in postmenopausal women 2010
6. LI Guan-wu;CHANG Shi-xin;BAO Hong Primary application of marrow fat contents in determining the risk of osteoporotic vertebral fracture[期刊论文]-Journal of Practical Radiology 2012(01)
7. Marks R Hip fracture epidemiological trends,outcomes,and risk factors,1970-2009 2010
8. GU Fang;CHEN Xiao-hong;ZHENG Lu Research on Body Composition and Bone Mineral Density With Aging of Beijing Female College Students[期刊论文]-Journal of Beijing Sport University 2011(08)
9. Choi HS;Kim KJ;Kim KM Relationship between visceral adiposity and bone mineral density in Korean adults[外文期刊] 2010(03)
10. LI Guan-wu;TANG Guang-yu;LIU Yong Dynamic evaluation of an osteoporosis rabbit model induced by ovariectomy and glucocorticoid with MR spectroscopy and micro-CT[期刊论文]-Chinese Journal of Endocrinology and Metabolism 2011(09)
11. Micklesfield LK;Gray J;Taliep MS Bone mineral density and body composition of South African cricketers 2012(02)
12. ZHU Xiao-ying;ZHU Han-min;ZHANG Xue-mei The relationship between body composition and bone mineral density in healthy women[期刊论文]-Chinese Journal of Osteoporosis 2011(04)
13. Lu H;Fu X;Ma X Relationships of percent body fat and percent trunk fat with bone mineral density among Chinese, black, and white subjects 2011(12)
14. Reid IR Fat and bone 2010(01)
15. Jürim(a)e J;Jürim(a)e T;Leppik A The influence of ghrelin, adiponectin, and leptin on bone mineral density in healthy postmenopausal women 2008(06)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zggzsszz201307007.aspx