·论著·

绝经后女性的体成分与年龄和绝经的关系及其对不同部位骨密度的影响

刘石平 李建伟 炊娟霞 盛志峰 黄碧 刘唯 伍贤平 廖二元

中图分类号：R681 文献标识码：A 文章编号：1006-7108(2009)10-0715-07

摘要：目的 调查绝经后女性的体成分与年龄、绝经年龄、绝经年限和腰椎、髋部BMD之间的关系。**方法** 用双能X线骨密度仪测量919例绝经后女性的体成分、正位腰椎和髋部BMD。**结果** 下身脂肪量、全身脂肪量和全身瘦组织量与年龄、绝经年龄和绝经年限都相关($P<0.05\sim0.01$)，但只有绝经年限进入体成分的多元逐步回归方程，采用复合或三次回归模型拟合优度最佳。体成分随绝经年限的延长有下降趋势。绝经10年以上女性的下身脂肪量和全身瘦组织量显著减少，分别较绝经年限5年以内女性下降8.6%和3.1%。所有部位的体成分与所测区域的BMD均呈正相关($P<0.05\sim0.01$)，控制体重变量后，仅有全身脂肪量与腰椎BMD呈正相关($P<0.05$)，而全身瘦组织量与髋部BMD呈正相关($P<0.05$)。多元逐步回归分析发现体成分是影响腰椎和髋部BMD的一个重要因素，但对腰椎BMD影响最大的是全身脂肪量，而对髋部BMD影响最大的是全身瘦组织量。BMD越低者，全身脂肪量和全身瘦组织量也越低，组间比较有显著性差异。**结论** 绝经后女性的体成分与年龄、绝经年龄、绝经年限和腰椎、髋部BMD相关，其中，绝经年限对体成分的影响最大，体成分组分对BMD的影响存在部位差异。

关键词：绝经；女性；体成分；骨密度

doi:10.3969/j.issn.1006-7108.2009.10.001

Relationships of body composition with age and menopause and its effects on bone mineral density at various skeletal regions in postmenopausal women

LIU Shiping, LI Jianwei, CHUI Juanxia, et al. Institute of Metabolism and Endocrinology, the Second Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410011, China

Abstract: Objective To investigate the relationships of body composition with age, menopausal age, years since menopause (YSM) and areal bone mineral density (BMD) at posteroanterior spine and hip in postmenopausal women. **Methods** Body composition and BMD at posteroanterior spine and hip were measured by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) in 919 postmenopausal women. **Results** Lower body fat mass (LF), whole fat mass (WF) and whole lean mass (WL) were all correlated with age, menopausal age and YSM ($P<0.05\sim0.01$), while only YSM entered multiple stepwise regression equation of body composition and the goodness of fit in complex or cubic regression model was best. Body composition had a downward trend with YSM. LF and WL reduced significantly in the women with YSM over 10 years, which were lower 8.6% and 3.1% compared to those of the women with YSM within 5 years respectively. All regional body composition was positively correlated with all regional BMD ($P<0.05\sim0.01$). After controlling body weight, only WF was related to BMD at posteroanterior spine ($P<0.05$), while WL was related to BMD at hip ($P<0.05$). Multiple stepwise regression analysis revealed that body composition was an important variable that affected the BMDs at lumbar spine and hip and WF was the main determinant of BMD at lumbar spine while WL was the main determinant of BMD of hip. Lower BMD, lower WF and WL. The difference of WF and WL was significant among different BMD groups. **Conclusions** Body composition is related with age, menopausal age, YSM and BMD at posteroanterior spine and

基金项目：国家"十一五"攻关项目

作者单位：410011 长沙，中南大学湘雅二医院代谢内分泌研究所

通讯作者：廖二元，Email:eyliao@21cn.com

hip in postmenopausal women; YSM is the most important influencing factor to body composition; there is regional difference in the effects of body composition components on BMD.

Key words: Menopause; Women; Body composition; Bone mineral density

体重通过给骨骼施加机械应力而影响骨密度(BMD),被认为是 BMD 的重要影响因素。大量研究显示肥胖是 BMD 的保护因素,然而,近年来的研究提示极度肥胖可增加低骨量和骨质疏松的风险[1],更让人感兴趣的是体成分对 BMD 的影响可能更大,特别是脂肪和瘦组织这两种重要的体成分对骨量的作用可能存在年龄、性别以及骨骼部位的差异[2-6]。绝经后妇女是骨质疏松症的高危人群,有关其体成分与年龄和绝经的关系以及其体成分对局部 BMD 的影响,国内外鲜见大样本的调查研究。因此,我们采用双能 X 线吸收(DXA)骨密度仪测量 919 例健康绝经后妇女的体成分和正位腰椎、髋部的 BMD,并对受试者体成分与年龄、绝经年龄、绝经年限和不同骨骼部位 BMD 之间的关系及不同骨骼部位 BMD 高低不同受试者的体成分进行了比较分析,以期为骨质疏松症的防治提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 对象

自 2008 年 1 月至 10 月,从长沙市及周边地区随机整群抽样,选取 919 例健康绝经后妇女为研究对象(均为长沙地区居民),年龄在 51 ~ 76 岁[平均为(62.3 ± 6.1)岁],绝经年龄在 40 ~ 60 岁[平均为(49.6 ± 3.6)岁],绝经年限为 1 ~ 31 年(中位数为 11.7 年)。所有研究对象均接受详细的病史询问和体检,并填写问卷表;排除影响骨代谢的疾病,包括肝、肾、甲状腺和甲状旁腺的疾病,糖尿病,40 岁前月经稀少和绝经,高泌乳素血症,卵巢切除,类风湿性关节炎,强直性脊柱炎,吸收不良综合征,恶性肿瘤,血液系统疾病以及从前发生过病理性骨折;也排除长期使用过、近期或正在使用影响骨代谢的药物,如糖皮质激素、雌激素、甲状腺激素、氟制剂、双膦酸盐、降钙素、噻嗪类利尿剂、维生素 D、含钙药物、巴比妥类和抗癫痫药物等。本研究得到湘雅医学院伦理学会的批准。

1.2 方法

人体学测量:受试者空腹、排完大小便、脱鞋、穿贴身衣服,分别用米尺和磅秤测量身高(m)和体重(kg),计算体重指数(BMI)。BMI = 体重/身高^2 (kg/m^2)。体成分和 BMD 的测量:采用 GE-Lunar Prodigy Advance 双能 X 线骨密度仪测量体成分、正位腰椎($L_1 \sim L_4$)以及左侧髋部股骨颈、大转子、转子内区和髋部总体 BMD。每天进行质控体模扫描的长期(2 年)变异系数为 0.33%。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 13.0 统计软件进行分析。所有参数采用均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。用 Pearson 相关分析体成分与年龄、绝经年龄、绝经年限和 BMD 的相关性;控制体重变量后,用偏相关分析体成分与 BMD 的相关性;组间同一参数用单因素方差分析(One-way ANOVA)进行两两比较(最小显著差法);用线性、二次、复合、生长、三次、幂、逻辑、指数和 S 等 8 个回归模型拟合体成分随绝经年限的变化;以各骨骼部位的 BMD 为因变量,以年龄、绝经年龄、绝经年限、身高、体重、体重指数、全身及局部的脂肪量和瘦组织量为自变量,通过多元逐步回归分析确定 BMD 的主要影响因子。

2 结果

2.1 体成分与年龄、绝经年龄和绝经年限的相关性以及体成分的影响因素分析

全体受试者全身和局部体成分与年龄、绝经年龄和绝经年限之间的相关分析显示:下身脂肪量、全身脂肪量和全身瘦组织量与年龄、绝经年龄和绝经年限都相关($P < 0.05 \sim 0.01$),其中,它们都与年龄和绝经年限呈负相关,与绝经年龄呈正相关(见表 1);多元逐步回归分析显示:只有绝经年限进入了上述体成分的回归方程。图 1 显示:下身脂肪量、全身脂肪量和全身瘦组织量随绝经年限的变化,采用复合或三次回归模型拟合优度最佳,体成分随绝经年限的延长有下降趋势。以绝经年限进行分组发现:妇女绝经 10 年以上组的下身脂肪量和全身瘦组织量显著减少(见表 2),分别较绝经年限 5 年以内组下降 8.6%和 3.1%。

2.2 体成分与腰椎、髋部 BMD 的相关性以及 BMD 的影响因素分析

全体受试者各所测部位的体成分与正位腰椎、髋部各区域 BMD 之间的相关分析显示:所有部位的体成分组分均与所测区域的 BMD 呈正相关($P < 0.05 \sim 0.01$);控制体重变量后,仅有全身脂肪量与

表 1 绝经后女性体成分与年龄、绝经年龄和绝经年限的相关分析

项目	UF	UL	LF	LL	TRF	TL	WF	WL	Age	MA	YSM
UF	1	0.205**	0.665**	0.181**	0.683**	0.115**	0.892**	0.510**	−0.040	0.063	−0.066*
UL		1	0.182**	0.069*	0.164**	0.190**	0.205**	0.282**	−0.034	0.022	−0.040
LF			1	0.153**	0.540**	0.071*	0.861**	0.391**	−0.127**	0.109**	−0.163**
LL				1	0.125**	0.117**	0.175**	0.341**	−0.040	0.014	−0.041
TRF					1	0.080*	0.668**	0.356**	−0.042	0.045	−0.058
TL						1	0.099**	0.318**	−0.042	0.027	−0.050
WF							1	0.495**	−0.074*	0.095**	−0.111**
WL								1	−0.137**	0.088**	−0.161**
Age									1	−0.024	0.862**
MA										1	−0.527**
YSM											1

注：UF：上身脂肪量；UL：上身瘦组织量；LF：下身脂肪量；LL：下身瘦组织量；TRF：躯干脂肪量；TL：躯干瘦组织量；WF：全身脂肪量；WL：全身瘦组织量；Age：年龄；MA：绝经年龄；YSM：绝经年限；* $P<0.05$；** $P<0.01$

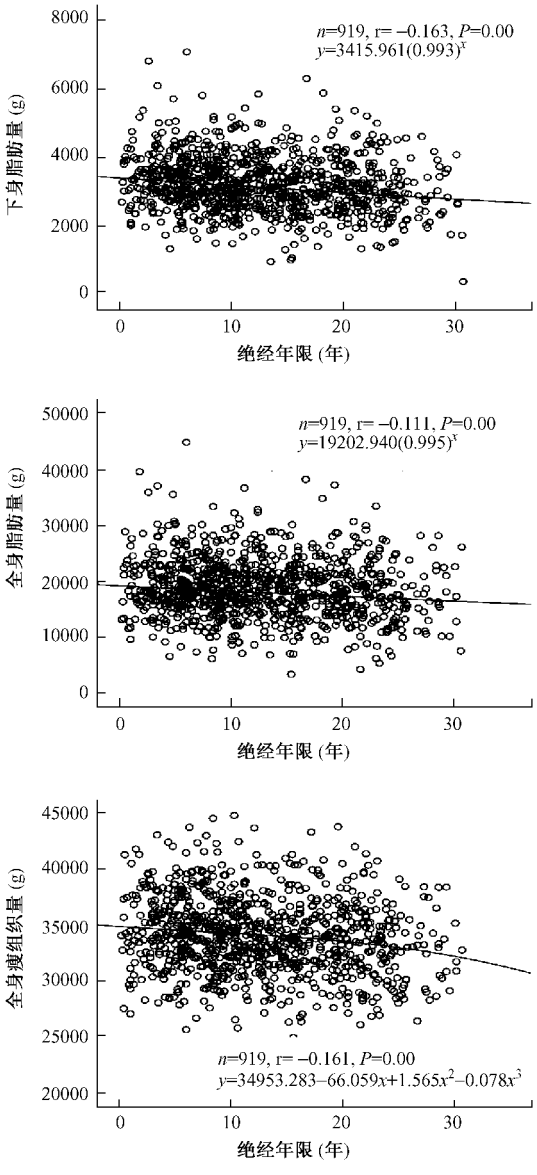

图 1 绝经后女性体成分指标与绝经年限之间的相关散点图

表 2 不同绝经年限组间体成分的比较（$\bar{x} \pm s$，g）

组别	LF	WF	WL
绝经年限 < 5 年组（n = 114）	3448.04 ± 828.73	19449.66 ± 5606.80	34768.98 ± 3414.311
5 年 ≤ 绝经年限 ≤ 10 年组（n = 296）	3335.53 ± 793.18	19102.29 ± 5272.35	34620.36 ± 3397.56
绝经年限 > 10 年（n = 508）	3149.94 ± 818.09*#	18479.12 ± 5516.53	33689.36 ± 3371.45*#

注：与绝经年限 < 5 年组比较，* $P<0.01$；与 5 年 ≤ 绝经年限 ≤ 10 年组比较，# $P<0.01$；LF：下身脂肪量；WF：全身脂肪量；WL：全身瘦组织量

腰椎 BMD 呈正相关（$P<0.05$），而全身瘦组织量与髋部 BMD 呈正相关（$P<0.05$）（表 3）。提示：体成分与腰椎和髋部的 BMD 相关，其中，全身脂肪量与腰椎 BMD 的相关性以及全身瘦组织与髋部 BMD 的相关性独立于体重的作用。以年龄、绝经年龄、绝经年限、体重、身高、体重指数和各所测部位的体成分为自变量，以各骨骼部位的 BMD 为因变量的多元回归分析发现体成分是影响腰椎和髋部 BMD 的一个重要因素，但对腰椎 BMD 影响最大的是全身脂肪量，而对髋部 BMD 影响最大的是全身瘦组织量。进一步比较腰椎不同 BMD 组和股骨不同 BMD 组的全身脂肪量和全身瘦组织量，结果显示：BMD 越低者，全身脂肪量和全身瘦组织量也越低，组间比较差异有显著性（图 2）。

3 讨论

体成分是指动物或人体的组成成分，有多种分析模型。检测方法也有多种，DXA 因其安全性、准确性和区域测量能力而被广泛应用。近年来，国外

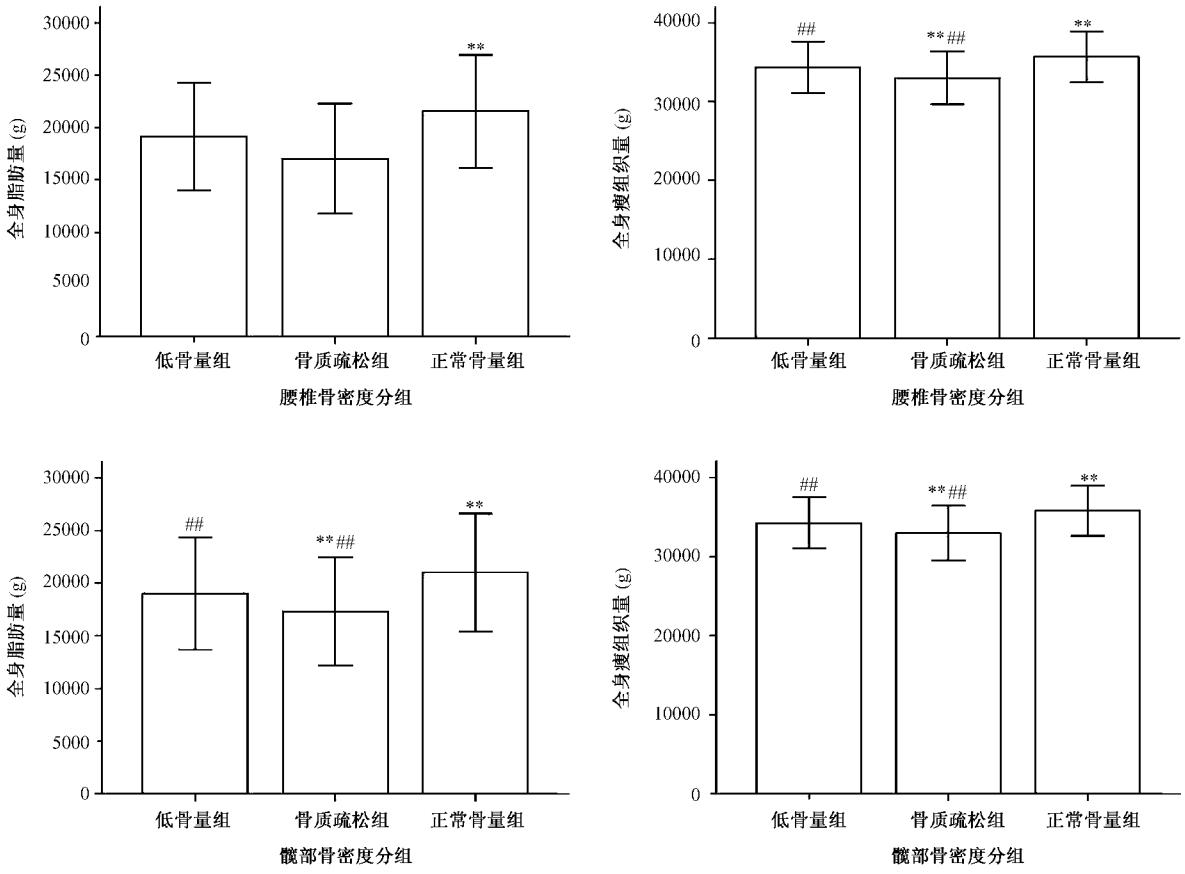

图 2 绝经后女性腰椎、髋部不同骨密度组全身脂肪量和全身瘦组织量的比较

注：与低骨量组比较，$^{**}P<0.01$；与正常骨量组比较，$^{\#\#}P<0.01$

表 3 控制体重变量后，绝经后女性体成分与腰椎、髋部骨密度的偏相关分析

项目	UF	UL	LF	LL	TF	TL	WF	WL	L_1	L_2	L_3	L_4	$L_{1\sim4}$	FN	FT	FI	TF
UF	1	0.066*	0.215**	-0.060	0.437**	-0.099**	0.674**	-0.285**	0.037	0.036	0.038	0.036	0.033	-0.030	0.041	0.009	0.020
UL		1	-0.008	-0.002	0.012	0.143**	-0.025	0.130**	-0.004	0.002	0.009	0.011	0.006	0.048	0.034	0.056	0.046
LF			1	-0.056	0.214**	-0.118**	0.691**	-0.343**	0.065*	0.038	0.050	0.019	0.045	0.050	0.019	0.044	0.043
LL				1	-0.041	0.064	-0.089**	0.220**	-0.011	-0.039	-0.023	-0.016	-0.023	-0.030	-0.006	-0.022	-0.022
TRF					1	-0.056	0.402**	-0.178**	0.021	0.047	0.050	0.055	0.047	0.026	0.040	0.022	0.045
TL						1	-0.144**	0.247**	0.045	0.048	0.049	0.052	0.053	0.053	0.053	0.047	0.054
WF							1	-0.397**	0.075*	0.074*	0.085*	0.074*	0.080*	-0.002	0.015	0.028	0.028
WL								1	-0.019	0.012	0.007	0.039	0.018	0.132*	0.123*	0.102**	0.105**
L_1									1	0.861**	0.837**	0.758**	0.908**	0.430**	0.384**	0.444**	0.466**
L_2										1	0.900**	0.785**	0.938**	0.440**	0.387**	0.459**	0.476**
L_3											1	0.851**	0.963**	0.447**	0.383**	0.460**	0.480**
L_4												1	0.912**	0.409**	0.354**	0.419**	0.440**
$L_{1\sim4}$													1	0.460**	0.402**	0.474**	0.496**
FN														1	0.764**	0.826**	0.888**
FT															1	0.829**	0.910**
FI																1	0.963**
TF																	1

注：UF：上身脂肪量；UL：上身瘦组织量；LF：下身脂肪量；LL：下身瘦组织量；TRF：躯干脂肪量；TL：躯干瘦组织量；WF：全身脂肪量；WL：全身瘦组织量；L_1：第一腰椎；L_2：第二腰椎；L_3：第三腰椎；L_4：第四腰椎；$L_{1\sim4}$：腰椎整体；FN：股骨颈；FT：大转子；FI：转子内区；TF：股骨总体；$^{*}P<0.05$；$^{**}P<0.01$

已经将 DXA 法作为体成分测量的标准法[7]。DXA 法被认为有可能像测量 BMD 一样成为测量体成分的金标准[8]。DXA 法将体成分分为脂肪、瘦组织和骨矿三组分,本研究表述中的体成分主要指其中的脂肪量和瘦组织量。

体成分受饮食、运动、增龄、性别、种族、内分泌激素、疾病和药物等多种因素的影响。本组受试人群的调查结果(表1)提示绝经后妇女随增龄和绝经年限的延长,下身脂肪量、全身脂肪量和全身瘦组织量下降;绝经年限是绝经后妇女体成分的重要预测因子;晚绝经有利于绝经后妇女体成分的维持。妇女随绝经年限的延长,体成分的两大组分——瘦组织量和脂肪量下降的原因可能是多方面的:①饮食量和结构的改变:妇女绝经后随增龄,由于胃肠功能减退和一些心脑血管疾病风险的增加,往往进食的热量和脂肪量减少。Noakes 等[9]发现限制热量摄入的高蛋白质饮食和限制热量摄入的高碳水化合物饮食都能引起肥胖妇女的体重、脂肪量和瘦组织量显著下降。此外,有动物实验[10]发现限制热量摄入引起成年小鼠脂肪量减少,但在老年小鼠引起瘦组织量减少,提示限制热量摄入对体成分的影响存在年龄特异性。高脂饮食可引起体成分中脂肪量的增加[11]。②运动减少:妇女绝经后随增龄,由于运动能力的下降,往往有运动量和运动强度的下降。而运动时,一方面骨骼负重,肌肉收缩,另一方面骨骼肌的血流量增加,肌肉代谢增强,瘦组织量增加。③卵巢功能的衰竭:绝经后雌激素水平低落可使瘦组织量减少[12],而雌激素替代治疗可明显减少绝经后妇女瘦组织量的下降[13]。本研究还显示,与身体其他局部的体成分相比,下身脂肪量与年龄、绝经年龄和绝经年限的关系更密切,绝经后妇女随增龄和绝经年限延长其下身脂肪量减少更明显(表1),这可能与绝经后雌激素水平的低落致脂肪相对向上转移有关[12]。我们的研究中未纳入绝经前的妇女,因此,无法直接证实妇女在绝经后,躯干脂肪量较绝经前显著增高以及妇女绝经早期会出现体重增加和全身脂肪量增加的变化[12,13],但我们的研究结果至少发现躯干脂肪量不随增龄和绝经年限显著下降(数据未显示)。Kyle 等[14]用生物电阻抗法在5225例15~98岁瑞士男、女中发现随增龄男女两性的平均脂肪量和脂肪百分比进行性增加。与我们在绝经后妇女中的发现不一致,可能与所研究的人种[15]、人群和采用的检测仪器不同有关。当然,有足够人力和物力时,我们应补充绝经前女性,甚至把男性人群也进行研究。

骨质疏松症是老年人,尤其是绝经后妇女的常见病,随着社会人口的老龄化,骨质疏松症已经成为全球严重的公共卫生问题。骨质疏松症也是一种多因素疾病。已经有一些研究[2-6,16]证实脂肪量和瘦组织量是 BMD 的重要影响因子。但脂肪量和瘦组织对 BMD 的影响与性别[2]、年龄[16]、肥胖程度[1]、种族[15]和骨骼部位[2,5,6]等有关。脂肪对骨量有保护作用,被认为主要限于绝经后妇女和老年男性[2]。脂肪量增加,对骨的机械刺激增加;脂肪细胞表达芳香酶,可使肾上腺产生的雄烯二酮转换为雌酮,成为绝经后妇女雌激素的重要来源,从而起到维持骨量的作用。也有研究发现在匹配体重后,脂肪量对男、女两性的骨量有负向作用[17]。有许多原因可以解释脂肪组织对骨骼的不利作用:①成骨细胞和脂肪细胞具有同样的祖细胞,因此骨髓中脂肪细胞的增加减少了成骨细胞的形成[18,19];②脂联素(其水平与机体脂肪量呈正比)通过交感神经系统抑制骨形成;③高脂血症增加破骨细胞活性、增强骨吸收。

但在本组绝经后妇女中,控制体重变量后,全身脂肪量和全身瘦组织量仍然分别与腰椎和髋部的 BMD 呈正相关(表3)。瘦组织对骨量的保护作用,主要源于瘦组织量越多,肌肉量越多,肌肉收缩使骨骼处于紧张状态,通过骨细胞上的机械受体,在骨皮质内外促进骨重建,使骨量、骨骼几何结构参数和骨强度增加[20]。本研究中,全身脂肪量是惟一进入腰椎 BMD 多元逐步回归方程的自变量,而全身瘦组织量是惟一进入髋部 BMD 多元逐步回归方程的自变量,全身脂肪量和全身瘦组织量在腰椎和髋部不同 BMD 组之间存在显著差异(图2),这些结果表明对绝经后妇女腰椎和髋部各区域 BMD 影响最大的体成分参数分别是全身脂肪量和全身瘦组织量,全身脂肪量是腰椎 BMD 的重要影响因子,而全身瘦组织量是髋部 BMD 的重要影响因子。提示妇女绝经后全身脂肪量的保存有利于腰椎 BMD 的维持,而全身瘦组织量的保存有利于绝经后髋部 BMD 的维持。Schöffl I 等[21]同样发现在健康的老年绝经后女性维持股骨皮质骨骨量的最重要变量是全身脂肪量。Liu-Ambrose 等[6]对53例围绝经期的高加索女性进行了长达12年的随访观察发现:瘦组织量的变化与妇女绝经后股骨近端 BMD 的变化独立相关;横断面的研究发现瘦组织是基线人群和随访人群所测3个骨骼部位(股骨近端、正位腰椎和整体)BMD 的重要决定因素,同样表明瘦组织量对妇女绝经后骨量的

维持有重要的贡献。与之不同的是:在我们的研究结果中,全身脂肪量对绝经后妇女腰椎 BMD 的影响更大。产生这种差异的原因可能有:①研究人群的差异;②研究人群的绝经状态不同;③样本数也不同。

为什么体成分组分对不同骨骼部位的 BMD 的影响不同呢?我们初步推测可能是因为腰椎是中轴骨,富含松质骨,对体内雌激素水平很敏感[肥胖的绝经后妇女(全身脂肪量多)体内雌激素水平相对较高[22]],表现出绝经后高脂肪量(肥胖)可保护腰椎的 BMD,而股骨为外周骨,皮质骨含量丰富,在承重和运动过程中,承受肌肉收缩的机械应力和负荷越大,骨量和骨强度越大,表现出高肌肉量(瘦组织量)高绝经后髋部 BMD。具体机制如何,有待进一步深入研究。

总之,我们的横断面调查发现:绝经后女性的体成分与年龄、绝经年龄、绝经年限和腰椎、髋部 BMD 密切相关,其中绝经年限对体成分的影响最大,体成分组分对 BMD 的影响存在部位差异。提示:为防治骨质疏松症,不但要关注绝经后妇女的体重,而且要关注其体成分。由于肥胖与高血压、糖尿病、冠心病和高脂血症等密切相关,单纯靠增加体重(脂肪量)来增加绝经后妇女的 BMD,降低骨质疏松风险是不可取的,但对体重过低者恢复正常体重是非常有必要的,而且应加强体育锻炼,增加瘦组织量和肌肉力量。

【参考文献】

[1] Núñez NP, Carpenter CL, Perkins SN, et al. Extreme obesity reduces bone mineral density: complementary evidence from mice and women. Obesity (Silver Spring), 2007, 15(8): 1980-1987.

[2] Cui LH, Shin MH, Kweon SS, et al. Relative contribution of body composition to bone mineral density at different sites in men and women of South Korea. J Bone Miner Metab, 2007, 25(3): 165-117.

[3] Kerr DA, Papalia S, Morton A, et al. Bone mass in young women is dependent on lean body mass. J Clin Densitom, 2007, 10(3): 319-326.

[4] Sahin G, Polat G, Baethiş S, et al. Body composition, bone mineral density, and circulating leptin levels in postmenopausal Turkish women. Rheumatol Int, 2003, 23(2): 87-91.

[5] Yu Z, Zhu Z, Tang T, et al. Effect of body fat stores on total and regional bone mineral density in perimenopausal Chinese women. J Bone Miner Metab, 2009, 27(3): 341-346.

[6] Liu-Ambrose T, Kravetsky L, Bailey D, et al. Change in lean body mass is a major determinant of change in areal bone mineral density of the proximal femur: a 12-year observational study. Calcif Tissue Int, 2006, 79(3): 145-151.

[7] García AL, Wagner K, Einig C, et al. Evaluation of body fat changes during weight loss by using improved anthropometric predictive equations. Ann Nutr Metab, 2006, 50: 297-304.

[8] BI Yuping, WANG Renwei. Application of DEXA to body composition measurement. Sports Science Research, 2008, 29 (1): 17-20 (in Chinese).

[9] Noakes M, Keogh JB, Foster PR, et al. Effect of an energy-restricted, high-protein, low-fat diet relative to a conventional high-carbohydrate, low-fat diet on weight loss, body composition, nutritional status, and markers of cardiovascular health in obese women. Am J Clin Nutr, 2005, 81(6): 1298-1306.

[10] Colman RJ, Nam G, Huchthausen L, et al. Energy restriction-induced changes in body composition are age specific in mice. J Nutr, 2007, 137(10): 2247-2251.

[11] Williams EA, Perkins SN, Smith NC, et al. Carbohydrate versus energy restriction: effects on weight loss, body composition and metabolism. Ann Nutr Metab, 2007, 51(3): 232-243.

[12] Arabi A, Garnero P, Porcher R, et al. Changes in body composition during post-menopausal hormone therapy: a 2 year prospective study. Hum Reprod, 2003, 18(8): 1747-1752.

[13] Chen Z, Bassford T, Green SB, et al. Postmenopausal hormone therapy and body composition——a substudy of the estrogen plus progestin trial of the Women's Health Initiative. Am J Clin Nutr, 2005, 82(3): 651-656.

[14] Kyle UG, Genton L, Slosman DO, et al. Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. Nutrition, 2001, 17(7-8): 534-541.

[15] Crespo NC, Yoo EJ, Hawkins SA. Anthropometric and Lifestyle Associations of Bone Mass in Healthy Pre-Menopausal Mexican and Asian American Women. J Immigr Minor Health, 2009 May 10[Epub ahead of print].

[16] Mizuma N, Mizuma M, Yoshinaga M, et al. Difference in the relative contribution of lean and fat mass components to bone mineral density with generation. J Obstet Gynaecol Res, 2006, 32(3): 184-189.

[17] 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. Am J Clin Nutr, 2006, 83(1): 146-154.

[18] Zhao LJ, Jiang H, Papasian CJ, et al. Correlation of obesity and osteoporosis: effect of fat mass on the determination of osteoporosis. J Bone Miner Res, 2008, 23(1): 17-29.

[19] Duque G. Bone and fat connection in aging bone. Curr Opin Rheumatol, 2008, 20(4): 429-434.

[20] Petit MA, Beck TJ, Shults J, et al. Proximal femur bone geometry is appropriately adapted to lean mass in overweight children and adolescents. Bone, 2005, 36(3): 568-576.

(下转第758页)

（上接第 720 页）

[21] Schöffl I，Kemmler W，Kladny B，et al. In healthy elderly postmenopausal women variations in BMD and BMC at various skeletal sites are associated with differences in weight and lean body mass rather than by variations in habitual physical activity，strength or VO_2 max. J Musculoskelet Neuronal Interact，2008，8(4)：363-374.

[22] Silva TC，Barrett-Connor E，Ramires JA，et al. Obesity，estrone，and coronary artery disease in postmenopausal women. Maturitas，2008，59(3)：242-248.

（收稿日期：2009-07-02）