

绝经后妇女椎体骨骼大小对骨密度和诊断骨质疏松的影响

伍贤平 廖二元 黄干 彭健 张红

【摘 要】 目的 探讨绝经后妇女椎体骨骼大小对骨密度(BMD)和诊断骨质疏松(OP)的影响。**方法** 采用 QDR-4500A 型扇形束双能 X 线吸收法骨密度仪,测量 1 081 例年龄 42~96 岁健康绝经妇女腰椎正位投射骨面积(BA)、骨矿含量(BMC)、面积骨密度(ABMD)及腰椎侧位面积骨密度和体积骨密度(VBMD)。**结果** BA 与骨矿含量($r=0.606$)和面积骨密度($r=0.270, P=0.000$)呈正相关,与体积骨密度相关无显著性意义($r=-0.055, P=0.101$)。BA 每增加 1 cm^2 , 骨矿含量和面积骨密度分别相应增加 6.29% 和 1.28%。大 BA 组与中等 BA 组及中等 BA 组与小 BA 组比较,妇女的身高、体重、骨矿含量、面积骨密度和 OP 检出率的差异均具有显著性的意义($P=0.000$)。腰椎正位和侧位的 OP 检出率,大 BA 组分别为 24.9% 和 39.9%,中等 BA 组分别为 36.4% 和 54.5%,小 BA 组分别为 55.2% 和 70.9%。各组之间体积骨密度的 OP 检出率的差异无显著性的意义。多元线性回归分析结果显示,影响骨骼大小和骨密度的主要因素为身高和体重。**结论** 绝经后妇女腰椎较大者面积骨密度较高和 OP 检出率较低,椎体较小者面积骨密度较低和 OP 检出率较高。腰椎体积骨密度不随骨骼大小而改变。腰椎侧位骨密度检测是诊断 OP 的敏感部位。

【关键词】 骨面积; 面积骨密度; 体积骨密度; 骨质疏松

Effects of vertebra size on the bone mineral density and diagnosis of osteoporosis in postmenopausal women WU Xianping, LIAO Eryuan, HUANG Gan, PENG Jian, ZHANG Hong. Institute of Metabolism and Endocrinology, The Second Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410011, China

【Abstract】 Objective To probe into the effects of vertebral bone size on the bone mineral density (BMD) and diagnosis of osteoporosis (OP) in postmenopausal women. **Methods** The anteroposterior spine (L_1-L_4) projective bone area (BA), bone mineral content (BMC), and areal bone mineral density (ABMD), and the lateral spine ABMD and volumetric bone mineral density (VBMD) were measured by QDR-4500A fan beam DXA bone densitometer in 1 081 healthy postmenopausal women, the interrelationships among these parameters were then analyzed. **Results** BA was significantly correlated with BMC ($r=0.606$) and ABMD ($r=0.270, P=0.000$), but not with VBMD ($r=-0.055, P=0.101$). BMC and ABMD were increased by 6.29% and 1.28%, respectively, with every cm^2 increase of BA. The average body height, weight, BMD and ABMD among various BA groups were significantly related to the detected rate of OP, but it was not the case with VBMD among these groups. Multiple linear regression analysis demonstrated that the body height and weight were the major factors affecting the skeletal size and BMD. **Conclusion** It is suggested that higher value of ABMD and lower detected rate of OP are usually seen in the postmenopausal women who have larger lumbar vertebra, while the detected OP rate is relative lower. On the contrary, low value of ABMD and higher OP detected rate can be found in those with small BA. The VBMD is not directly related to the size of lumbar vertebra.

【Key words】 Bone area; Areal bone density; Volumetric bone density; Osteoporosis

大量研究结果表明,年龄相匹配的不同性别和不同种族的人群之间,面积骨密度(areal bone mineral density, ABMD)男性高于女性,黑种人高于白种人,白种人高于亚洲人^[1-6]。然而,当用体积骨密度(volumetric bone mineral density, VBMD)(真实密度)表示时,男女之间的性别差异^[1,2,5]及白种人与亚洲人之间的种族差异^[3,6]随之消失。普遍接受的观点认为,造

成面积骨密度存在性别和种族差异的主要原因是男性的骨骼大于女性^[1,2,5],白种人的骨骼大于亚洲人^[3,6]。为证实绝经后同种族妇女骨骼大小对骨密度(bone mineral density, BMD)和诊断骨质疏松(osteoporosis, OP)的影响,我们应用全自动双能 X 线吸收法(dual-energy X-ray absorptiometry, DXA)骨密度仪,同时测量腰椎的投射骨面积(反映骨骼大小)、骨矿含量、面积骨密度和体积骨密度,并探讨其相互关系。

基金项目:国家科委“九五”攻关课题(96-906-05-05)

作者单位:410011 长沙,中南大学湘雅二医院(中南大学代谢内分泌研究所)

资料与方法

一、研究对象

健康绝经后志愿者 1 081 例, 年龄 61.9 ± 9.39 岁 (42 ~ 96 岁), 绝经年龄 48.5 ± 3.85 岁 (41 ~ 61 岁), 绝经年限 13.8 ± 9.57 年 (1 ~ 48 年), 身高 153.3 ± 5.71 cm (134 ~ 171 cm), 体重 56.1 ± 9.40 kg (31 ~ 98 kg), 体质指数 23.8 ± 3.51 kg/m² (14.5 ~ 43.8 kg/m²)。所有对象均获得知情同意, 并由医生详细填写表格、询问病史和体检, 排除疾病 (如慢性肾病、慢性肝病、甲旁亢、甲亢、40 岁以前绝经、高泌乳素血症、50 岁以前卵巢切除、风湿性关节炎、关节强直症、变形性骨炎、糖尿病、癌症、血液病和吸收障碍综合征)、药物 (如糖皮质激素、雌激素、甲状腺激素、氟化物、降钙素、双膦酸盐、抗癫痫药物和利尿剂) 和其他 (如活动障碍及非外伤性骨折) 因素影响骨代谢者。

二、方法

采用 QDR-4500A 型扇形束双能 X 线吸收法骨密度仪 (美国 Hologic 公司), 测量受试者腰椎前后位 (正位) 椎体 (L_{1~4}) 的投射骨面积 (bone area, BA)、骨矿含量 (bone mineral content, BMC) 和面积骨密度, 仰卧正位和侧位相伴扫描测量腰椎侧位面积骨密度 (L-ABMD) 及体积骨密度。仪器测量不同受试者的精密度变异系数 (coefficient of variation, CV) BA 为 0.53%, 骨矿含量为 0.77%, 面积骨密度为 0.85% (正位) 和 1.44% (侧位), 体积骨密度为 1.25%; 每天测量腰椎假体模型的长期 (5 年多) CV 为 0.33% ~ 0.40%。按照 WHO 推荐的诊断标准^[7], 受试者骨密度 (面积骨密度或体积骨密度) 低于同性别峰值骨密度平均值 (本所建立的参考标准^[8]) 2.5 个标准差 (t 值 ≤ -2.5) 诊断为骨质疏松 (OP)。

三、统计学分析

采用 SPSS 10.0 统计软件, 对骨面积与骨矿含量、面积骨密度和体积骨密度进行相关与回归分析, 用多元线性回归分析影响骨面积、骨矿含量和面积骨密度的主要因素。统计全部受试者骨面积的平均值和标准

差 ($\bar{x} \pm s$), 分别以 $\bar{x} + 1s$ 和 $\bar{x} - 1s$ 为切断界值, 将骨面积 $> \bar{x} + 1s$ 者划分为大 BA (大骨骼) 组, 骨面积 $= \bar{x} \pm 1s$ 者划为中 BA (中等骨骼) 组, 骨面积 $< \bar{x} - 1s$ 者划为小 BA (小骨骼) 组。比较三组之间各指标均值的差异用 t 检验, OP 检出率的差异用 χ^2 检验。

结 果

一、骨面积与骨矿含量、面积骨密度和体积骨密度的相关与回归分析 (图 1)

图 1 散点分布趋势显示, 骨矿含量和面积骨密度随骨面积的增加而增加 (图 1A 和 B), 相关有显著性意义 ($P=0.000$)。从直线回归方程计算, 骨面积每增加 1 cm², 骨矿含量就增加 6.29%, 面积骨密度亦增加 1.28%。体积骨密度与骨面积不相关 (图 1C), 几乎不随骨面积的变化而变化。

二、相对骨面积与相对骨量回归直线的比较 (图 2)

参照图 1 中骨矿含量、面积骨密度和体积骨密度在 Y 轴上所处的相对位置, 将骨矿含量以 0 ~ 100 g 作为 100% 范围, 受试者骨矿含量乘以换算系数 1; 面积骨密度以 0.200 ~ 1.400 g/cm² 作为 100% 范围, 受试者面积骨密度减 0.200 再乘以换算系数 83.4; 体积骨密度以 0.000 ~ 0.300 g/cm³ 作为 100% 范围, 受试者体积骨密度乘以换算系数 333.4; 将换算的相对骨量 (%) 分别与相对骨面积 (以 35 ~ 75 cm² 作为 100% 范围, 受试者 BA 减 35 再乘以换算系数 2.5) 作直线回归分析, 使三者的回归直线在同一座标图上具有可比性。结果显示, 三条回归直线的斜率存在明显区别; 相对骨面积与相对骨矿含量的回归直线 (B) 的斜率最大, 与完全正相关 ($r=1$) 的理论直线 (E) 靠得最近; 相对骨面积与相对体积骨密度的回归直线 (C) 的斜率最小, 与零相关 ($r=0$) 的理论直线 (D) 几乎重合; 相对骨面积与相对面积骨密度的回归直线 (A) 的斜率居中。

三、不同 BA 组之间各指标的比较 (表 1、表 2)

不同 BA 组相互之间比较, 平均年龄、绝经年龄、绝经年限 (表 1) 和体积骨密度 (表 2) 的差异均无显著

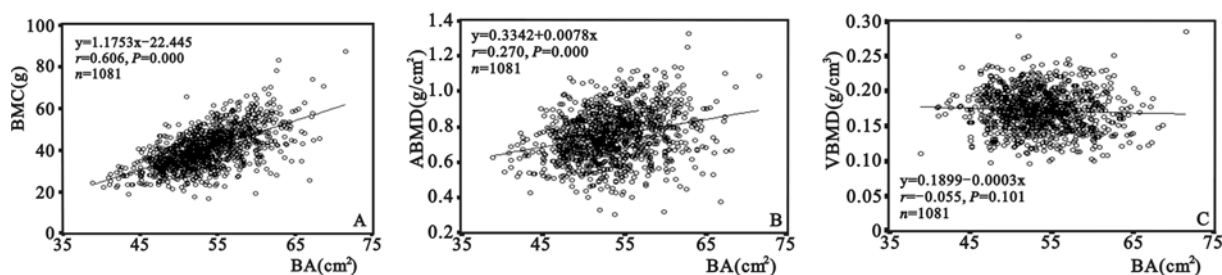
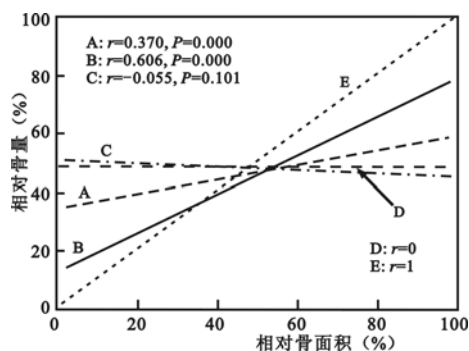


图 1 腰椎 (L_{1~4}) 投射骨面积与 BMC、ABMD 和 VBMD 的相关散点图



A: 相对骨面积与相对 ABMD, $y = 33.65 + 0.2597x$

B: 相对骨面积与相对 BMC, $y = 12.4 + 0.6720x$

C: 相对骨面积与相对 VBMD, $y = 49.78 - 0.0430x$

图 2 腰椎(L₁₋₄)相对骨面积与相对骨量回归直线的比较

性意义,平均身高和体重(表 1)、骨面积、骨矿含量、面积骨密度和 L-ABMD(表 2)的差异均具有非常显著性意义($P=0.000$)。

四、各测量指标与相关因素之间的关系(表 3)

骨面积、骨矿含量、面积骨密度、L-ABMD 和体积骨密度与身高、体重和体质指数呈正相关,与绝经年龄几乎不相关;骨矿含量、面积骨密度、L-ABMD 和体积骨密度与年龄和绝经年限呈负相关。分别以骨面积、骨矿含量、面积骨密度、L-ABMD 和体积骨密度为因变量,身高、体重、体质指数、年龄和绝经年限为自变量的多元线性逐步(Stepwise)回归分析法显示,BA 与身高和体重,骨矿含量和面积骨密度分别与体重、身高、绝经年限和年龄, L-ABMD 和体积骨密度分别与年龄和绝经年限均存在直线关系,其中身高变化是 BA 改变的最主要因素,体重变化是骨矿含量和面积骨密度改变的最主要因素;年龄增加是 L-ABMD 和体积骨密度下降及绝经年限增加是骨矿含量和面积骨密度下降的最主要因素。

五、不同 BA 组及各指标 OP 检出率的比较(表 4)

不同 BA 组之间及不同指标之间,OP 的检出率存在明显差别,依 BA 组从大到小,正位面积骨密度和侧位面积骨密度的 OP 检出率呈梯次增加;各组侧位面积骨密度的 OP 检出率分别显著高于同组正位面积骨密度的 OP 检出率;在小 BA 组,正位面积骨密度和侧位面积骨密度的 OP 检出率均显著高于其他各组,但小 BA 组体积骨密度的 OP 检出率却是最低的;在大 BA 组和中 BA 组,体积骨密度的 OP 检出率均显著高于同组正位面积骨密度和侧位面积骨密度的 OP 检出率。

讨 论

BA 反映被测量骨骼体积的大小,骨骼体积大则

BA 大,反之则小;骨矿含量反映被测骨骼整体所含的矿物质量,将骨矿含量比 BA,获得被测骨骼投射面的面积骨密度,即通常所称的骨矿密度。一般认为,骨矿含量比 BA 所得的骨密度可消除骨骼大小的影响,其实不然。因为,用面积骨密度表达骨骼的密度时,骨矿含量比 BA 只校正了骨骼投射面的大小对骨密度的影响,被掩盖的骨骼厚度并未得到校正。为解决此技术问题,Peel 等^[9]提出用椭圆柱体体积[计算公式: $V = \pi \times (\text{宽度}/2) \times (\text{厚度}/2) \times \text{高度}$], Lu 等^[10]提出用圆柱体体积[$V = \pi \times (\text{宽度}/2)^2 \times \text{高度}$]估算椎体体积骨密度的方法,前者需结合侧位扫描测量椎体的厚度(本研究所用方法即是)。实践证明,椭圆柱体可准确反映椎体的实际大小,而其他方法均过高估算椎体的体积^[11]。Leslie 等^[12]研究发现腰椎正位和侧位相伴(配对)扫描测量体积骨密度可获得较高的精密度($CV = 1.1\%$)。

本研究 BA 与骨矿含量、面积骨密度和体积骨密度的直线回归分析显示,骨矿含量随骨骼大小的变化关系最为密切(图 1 和 2),面积骨密度次之,体积骨密度与骨骼大小不相关,说明骨矿含量受骨骼大小的影响最大,骨矿含量比 BA 得到面积骨密度可部分消除骨骼大小的影响。本研究总体人群的平均 BA 为 $53.6 \pm 4.86 \text{ cm}^2$ (见表 2),当 BA 变化 $\bar{x} \pm 1s$ 时,骨矿含量和面积骨密度即分别变化 61.1% ($4.86 \times 6.29\% \times 2$) 和 12.4% ($4.86 \times 1.28\% \times 2$),若健康人群腰椎 BA 的正常分布范围为 $\bar{x} \pm 3s$,则造成骨矿含量和面积骨密度的范围波动分别为 183.4% ($4.86 \times 6.29\% \times 6$) 和 37.3% ($4.86 \times 1.28\% \times 6$)。体积骨密度则几乎不受骨骼大小的影响。

本研究还证实,当测量面积骨密度以诊断 OP 时,腰椎骨骼(BA)较大者,OP 检出率显著低于骨骼较小者。按照 WHO 推荐的方法^[7],对同性别的受试个体无论骨骼大小均采用同一参考标准作诊断值,因骨骼较大者面积骨密度较高(表 2),故 OP 检出率就低;骨骼较小者因面积骨密度较低,则 OP 检出率就高。由于体积骨密度不受骨骼大小的影响,当用体积骨密度诊断 OP 时,则骨骼大小不同的受试者之间 OP 检出率非常接近,差别无显著性的意义。腰椎侧位面积骨密度的 OP 检出率显著高于腰椎正位,与文献结果相似^[5,8,13]。腰椎正位 OP 检出率较低的主要原因,可能是由于老年人腰椎后弓和皮质骨终板常伴有骨关节炎^[14]与增生,易形成骨赘、主动脉钙化、体内脂肪分布不均匀和椎体压缩性骨折,导致骨密度假性增高,从而降低了 OP 的检出率。腰椎侧位测量可部分避开这些干扰因素,从而提高了 OP 的检出率。因此提示,诊断绝经后 OP,测量腰椎侧位的体积骨密度或面积骨密

度是一个较敏感的指标,而腰椎正位是一个欠敏感的
部位。有条件的实验室应尽可能采用测量腰椎侧位骨

密度(包括体积骨密度)的方法,以提高 OP 的检出率
及降低腰椎骨骼大小对诊断 OP 的影响。

表 1 不同 BA 组之间各种相关资料的比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	年龄(岁)	绝经年龄(岁)	绝经年限(年)	身高(cm)	体重(kg)	体质指数(kg/m ²)
总体	1081	61.9 ± 9.39	48.5 ± 3.85	13.8 ± 9.57	153.3 ± 5.71	56.1 ± 9.40	23.8 ± 3.51
大 BA 组	170	61.6 ± 9.38	49.0 ± 3.76	13.0 ± 9.24	157.9 ± 5.52 *	60.9 ± 10.6 *	24.4 ± 3.97
中 BA 组	741	61.7 ± 9.47	48.3 ± 3.87	13.9 ± 9.76	153.2 ± 5.00 [△]	56.1 ± 8.79 [△]	23.9 ± 3.44
小 BA 组	170	62.6 ± 9.11	48.7 ± 3.77	14.3 ± 9.12	148.5 ± 4.98	50.9 ± 7.86	23.1 ± 3.19

注:与中 BA 组和小 BA 组比较, * $P=0.000$;与小 BA 组比较, $^{\Delta}P=0.000$

表 2 不同 BA 组之间各种骨量的比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	BA(cm ²)	BMC(g)	ABMD(g/cm ²)	L-ABMD(g/cm ²)	VBMD(g/cm ³)
总体	1081	53.6 ± 4.86	40.5 ± 9.42	0.753 ± 0.141	0.591 ± 0.100	0.172 ± 0.029
大 BA 组	170	61.3 ± 2.40 *	49.9 ± 10.3 *	0.813 ± 0.162 *	0.631 ± 0.119 *	0.170 ± 0.032
中 BA 组	741	53.4 ± 2.60 [△]	40.2 ± 7.86 [△]	0.751 ± 0.134 [△]	0.590 ± 0.092 [△]	0.173 ± 0.027
小 BA 组	170	46.5 ± 2.07	32.4 ± 6.08	0.697 ± 0.119	0.549 ± 0.094	0.175 ± 0.030

注:与中 BA 组和小 BA 组比较, * $P=0.000$;与小 BA 组比较, $^{\Delta}P=0.000$

表 3 各指标与一般资料之间的相关性(r)

指标	年龄	绝经年龄	绝经年限	身高	体重	体质指数
BA	-0.031	0.019	-0.038	0.538 *	0.357 *	0.142 *
BMC	-0.317 *	0.062 [△]	-0.332 *	0.448 *	0.513 *	0.362 *
ABMD	-0.387 *	0.068 [△]	-0.385 *	0.297 *	0.448 *	0.375 *
L-ABMD	-0.411 *	-0.027	-0.388 *	0.252 *	0.223 *	0.128 *
VBMD	-0.517 *	0.053	-0.482 *	0.167 *	0.150 *	0.087 [△]

注: r 的 t 检验, * $P=0.000$, $^{\Delta}P=0.004$

表 4 不同 BA 组之间及各指标之间 OP 检出率的比较

组别	例数	OP 检出率(%)		
		正位 ABMD	侧位 ABMD	VBMD
总体	1081	37.2 ^{③④}	54.5 ^③	59.3
大 BA 组	170	24.9 ^{①④}	39.9 ^①	60.8 ^⑤
中 BA 组	741	36.4 ^{②④}	54.5 ^②	60.8 ^⑥
小 BA 组	170	55.2	70.9 ^⑦	53.4

注:与中 BA 组和小 BA 组比较, $^{\textcircled{1}}P=0.000 \sim 0.006$;与小 BA 组比较, $^{\textcircled{2}}P=0.000 \sim 0.001$;与大 BA 组和小 BA 组比较, $^{\textcircled{3}}P=0.000 \sim 0.005$;与同组的侧位 ABMD 和 VBMD 比较, $^{\textcircled{4}}P=0.000 \sim 0.008$;与同组的侧位 ABMD 比较, $^{\textcircled{5}}P=0.000$, $^{\textcircled{6}}P=0.040$;与同组的正位 ABMD 和 VBMD 比较, $^{\textcircled{7}}P=0.005 \sim 0.008$

参 考 文 献

- 1 Faulkner RA, McCulloch RG, Fyke SL, et al. Comparison of areal and estimated volumetric bone mineral density values between older men and women. Osteoporos Int, 1995, 5: 271-275.
- 2 Gilsanz V, Boechat MI, Gilsanz R, et al. Gender differences in vertebral sizes in adults; biomechanical implications. Radiology, 1994, 190: 678-682.
- 3 Bhudhikanok GS, Wang MC, Eckert K, et al. Differences in bone mineral in young Asian and Caucasian Americans may reflect differences in bone size. J Bone Miner Res, 1996, 11: 1545-1556.
- 4 Seeman E. From density to structure: growing up and growing old on the

surfaces of bone. J Bone Miner Res, 1997, 12: 509-521.

- 5 Melton LJ 3rd, Khosla S, Achenbach SJ, et al. Effects of body size and skeletal site on the estimated prevalence of osteoporosis in women and men. Osteoporos Int, 2000, 11: 977-983.
- 6 Marquez MA, Melton LJ 3rd, Muhs JM, et al. Bone density in an immigrant population from southeast Asia. Osteoporos Int, 2001, 12: 595-604.
- 7 Kanis JA, Melton LJ III, Christiansen C, et al. The diagnosis of osteoporosis. J Bone Miner Res, 1994, 9: 1137-1141.
- 8 廖二元, 伍贤平, 邓小戈, 等. 对中国长沙地区女性骨密度情况的调查. 中华内分泌代谢杂志, 2000, 16: 203-207.
- 9 Peel NF, Eastell R. Diagnostic value of estimated volumetric bone mineral density of the lumbar spine in osteoporosis. J Bone Miner Res, 1994, 9: 317-320.
- 10 Lu PW, Cowell CT, Lloyd-Jones SA, et al. Volumetric bone mineral density in normal subjects, aged 5 ~ 27 years. J Clin Endocrinol Metab, 1996, 81: 1586-1590.
- 11 Tabensky AD, Williams J, DeLuca V, et al. Bone mass, areal, and volumetric bone density are equally accurate, sensitive, and specific surrogates of the breaking strength of the vertebral body: an in vitro study. J Bone Miner Res, 1996, 11: 1981-1988.
- 12 Leslie WD, DeVos G, Dupont JO, et al. Reproducibility of volume-adjusted bone mineral density of spine and hip from dual X-ray absorptiometry. J Clin Densitom, 2001, 4: 307-312.
- 13 Woodson G, Atlanta MD. The supine lateral site is more sensitive for the diagnosis of osteoporosis than other axial DXA sites. J Bone Miner Res, 1997, 12 (Suppl 1): S379.
- 14 Arlot ME, Sornay-Rendu E, Garnero P, et al. Apparent pre- and postmenopausal bone loss evaluated by DXA at different skeletal sites in women: The OFELY cohort. J Bone Miner Res, 1997, 12: 683-690.

(收稿日期: 2002-02-07)

(本文编辑: 熊芝兰)