

· 论 著 ·

腰椎松质骨 CT 值与年龄、双能 X 线骨密度值相关性研究

张译徽¹ 郭辉^{2*} 朱新生¹

1. 新疆医科大学第六附属医院 CTMRI 室, 乌鲁木齐 830002
2. 新疆医科大学第一附属医院影像中心, 乌鲁木齐 830054

中图分类号: R68 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2016) 06-0695-05

摘要: 目的 研究女性腰椎松质骨 CT 值与年龄、双能 X 线骨密度值的相关性。方法 103 例女性住院患者纳入研究对象, 所有患者行腰椎骨密度与腰椎螺旋 CT 检查, 双能 X 线骨密度仪(DXA)测量腰 1~4 椎体骨密度(BMD)和 T 值。CT 扫描分析腰 1~4 椎体松质骨 CT 值。将所有研究对象的年龄、腰 1~4 椎体 CT 值、DXA 测得 BMD 值及 T 值进行收集、整理及统计学处理。结果 ①不同年龄段腰 1~4 椎体松质骨 CT 值差异具有统计学意义($F=102.5, P<0.001$); 每两个年龄段间的 CT 值比较差异亦具有统计学意义($P<0.001$)。组内比较腰 1~4 椎体之间的 CT 值没有统计学意义($P>0.05$)。②按 T 值将所有研究对象分为 3 组(骨量正常、骨量减少及骨质疏松症组), 各组间腰 1~4 椎体松质骨 CT 值差异具有统计学意义($F=248.6, P<0.001$)。组间两两比较, 骨质疏松症组 CT 值<骨量减少组 CT 值<骨量正常组 CT 值, 差异具有统计学意义($P<0.001$)。组内比较腰 1~4 椎体的 CT 值没有统计学意义($P>0.05$)。③腰 1~4 椎体 BMD 值与椎体松质骨 CT 值呈显著正相关($P<0.001$)。结论 女性腰椎椎体的松质骨 CT 值随着年龄增长逐渐减低。DXA 测得 BMD 值与腰椎椎体松质骨 CT 值存在显著正相关。

关键词: CT 值; 骨密度; T 值; 年龄; 女性

Correlation among CT attenuation value of cancellous bone in the lumbar vertebrae, age, and bone mineral density measured by dual-energy X-ray absorptiometry

ZHANG Yihui¹, GUO Hui², ZHU Xinsheng¹

1. Department of CT and MRI, the Sixth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830002
2. Imaging Center, the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830054, China

Corresponding author: GUO Hui, Email: guohui980403@sohu.com

Abstract: Objective To evaluate the correlation among CT attenuation value of cancellous bone in the lumbar vertebrae, age, and bone mineral density measured by dual-energy X-ray absorptiometry in women. **Methods** A total of 103 hospitalized women were enrolled in the study. CT and DXA were examined in all subjects. BMD and T-scores of the lumbar spine (L1-L4) were measured using DXA. The CT attenuation value of cancellous bone in L1-L4 was analyzed. The data including age, CT attenuation value of cancellous bone in L1-L4, bone mineral density and T-scores of L1-L4 of all the subjects were collected and statistical analysis was performed. **Results** (1) The difference of the CT attenuation value of cancellous bone in L1-L4 among different age groups was statistically significant ($F=102.5, P<0.001$). The CT attenuation value of cancellous bone between every two different age groups was statistically significant ($P<0.001$). There was no statistical difference among the CT attenuation values of cancellous bone in L1-L4 in the same age group ($P>0.05$). (2) All subjects were divided into 3 groups (normal, osteopenia, and osteoporosis) according to T-scores. The difference of the CT attenuation value of cancellous bone in L1-L4 was statistically significant among the 3 groups ($F=248.6, P<0.001$). The CT attenuation value was compared between every 2 groups. The CT attenuation value of subjects in osteoporosis group was lower than that in osteopenia group and lower than that in normal group. There was no statistical difference among the CT attenuation value of cancellous bone in L1-L4 in the same group ($P>0.05$). (3)

基金项目: 新疆医科大学科研创新基金项目(XJC2013219)

* 通讯作者: 郭辉, Email: guohui980403@sohu.com

The CT attenuation value of cancellous bone was positively associated with BMD in L1-L4 ($P < 0.001$). **Conclusion** The CT attenuation value of cancellous bone in lumbar vertebrae consistently decreases with increasing age in females. BMD measured by dual-energy X-ray absorptiometry is significantly and positively correlated with CT attenuation value of cancellous bone in lumbar vertebrae.

Key words: CT attenuation value; Bone mineral density; T-score; Age; Female

目前,骨质疏松症已被世界卫生组织列为中老年人除了高血压、高脂血症以外的第三大常见疾病。随着我国老年人口数量的逐年增加,骨质疏松症的患病率也逐渐上升,而女性骨质疏松症的患病率要高于男性,尤其是绝经后女性^[1]。重度骨质疏松症可导致骨折,而骨折可导致病人死亡率增加、住院和医疗保健费用增加和生活质量的下降。因此,骨质疏松症的早期诊断及治疗至关重要。

在我国,多排螺旋CT机普及率广、应用方便且迅速,已成为各医院不可替代的常规影像检查方法。迄今为止,已有多个研究认为CT图像可用来评价骨密度(BMD)^[2-4]。那么,通过CT影像测量CT值对于诊断骨质疏松症及骨量减少是否存在意义呢?本研究以女性为研究对象,目的是了解腰椎椎体松质骨CT值与年龄、DXA测得BMD值和T值之间的联系,为CT值测量是否能用于初步诊断骨量减少、骨质疏松症提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 研究对象选择

选择2012年10月至2014年7月在我院因腰腿痛住院做过腰1~4椎体BMD检测及螺旋CT扫描两项检查的女性患者103例(年龄30~86岁)作为研究对象,排除两项检查时间间隔超过20天、腰椎术后、腰椎严重退行性变、脊椎侧弯畸形、椎体内肿瘤、患有可影响骨代谢疾病或近期服用过可影响骨代谢药物的患者人群。

1.2 骨密度检测及质量控制

采用美国GE公司的Lunar Prodigy双能X线骨密度仪,对所有研究对象进行腰椎BMD检测。测量数据包括第1~4腰椎正位BMD值及T值,BMD值由 g/cm^2 表示。骨密度仪变异系数(CV)在0.2%~0.3%。

根据原发性骨质疏松症的诊断标准^[5],骨质疏松症组($T \leq -2.5$)、骨量减少组($-2.5 < T \leq -1$)、骨量正常组($T > -1$)。

1.3 CT检查及CT值的测量

采用Siemens公司6排螺旋CT扫描机

(SOMATOM Emotion 6),对研究对象进行腰1~4椎体连续薄层CT扫描并进行图像后处理,采用多方位重组获得腰1~4椎体的冠状位及矢状位图像,此过程由2名具有5年以上工作经验的CT技师随机进行操作。CT扫描及重建图像参数:管电压110 kV,管电流100 mAs,螺距1.55,扫描层厚为2.5 mm,重建间隔1.25 mm,重建图像层厚2.5 mm。

将所得腰椎椎体的轴位及重建冠、矢状位CT图像传输到医学影像传输系统(PACS)(天健公司,北京),并由CT医师在PACS上对CT图像进行分析,测量腰1~4椎体松质骨的平均CT值。此过程由3名具有5年以上工作经验的CT医师进行,并确保这3名CT医师在进行图像分析前未看过研究对象的骨密度检测结果,以避免主观因素对测量数据的影响。测量CT值的具体步骤是:在腰1~4椎体的轴位、冠状位及矢状位CT图像的正中层面选择类圆形感兴趣区域(ROI),ROI与椎体边缘的垂直距离不得大于0.5 cm,但不包括椎体骨皮质(见图1),测得腰1~4椎体三个扫描方位的松质骨CT值并计算平均CT值,CT值单位由HU(Hounsfield)表示。

1.4 统计学处理

统计分析应用SPSS19.0软件。连续型变量用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。根据年龄及T值将所有研究对象进行分组。分析比较不同年龄段腰椎椎体CT值,按T值分组后骨质疏松症组、骨量减少组及骨量正常组各组之间的腰椎椎体CT值。统计方法采用随机区组方差分析,若各组之间存在差异,再用LSD法进行两两比较。采用Spearson线性相关性分析腰1~4椎体松质骨CT值与BMD值的相关性, $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果

2.1 不同年龄段腰1~4椎体松质骨CT值的比较

以15年作为一个年龄段将所有研究对象分为4组。不同年龄段腰椎椎体松质骨CT值采用随机区组方差分析比较,结果显示不同年龄段间CT值比较有统计学差异($F = 102.5, P < 0.001$)。采用

LSD 进行两两比较,每两个年龄段 CT 值之间的差异均具有统计学意义($P < 0.001$),各年龄组腰 1~4 椎体 CT 值之间没有统计学意义($P > 0.05$),见表 1。这表明随着年龄增大,腰 1~4 椎体松质骨 CT 值逐渐减小。

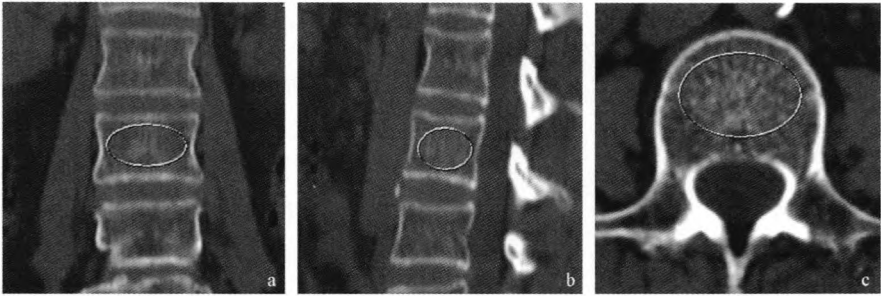


图 1 女性患者腰 3 椎体的 CT 图像

a. 冠状位椎体正中层面选取的 ROI; b. 矢状位椎体正中层面选取的 ROI; c. 椎体横轴位正中层面选取的 ROI

Fig. 1 CT image of L3 vertebrae in a woman

a showed ROI selected from the intermediate level of the vertebrae in coronal reconstructed image; b showed ROI selected from the intermediate level of the vertebrae in sagittal reconstructed image; c showed ROI selected from the intermediate level in axial image of the vertebrae

表 1 按年龄段分组后腰椎椎体松质骨 CT 值(HU, $\bar{x} \pm s$)

Table 1 CT attenuation values of cancellous bone in lumbar vertebrae according to age division(HU, $\bar{x} \pm s$)

年龄组(岁) Age(years)	例数 Number	腰 1 椎体 L_1	腰 2 椎体 L_2	腰 3 椎体 L_3	腰 4 椎体 L_4
30~45	10	155.3 $\pm$ 42.8	155.5 $\pm$ 45.3	152.1 $\pm$ 42.2	154.0 $\pm$ 43.6
46~60	22	137.5 $\pm$ 43.4	130.3 $\pm$ 43.1	120.3 $\pm$ 42.1	121.7 $\pm$ 42.4
61~75	51	72.8 $\pm$ 36.2	72.0 $\pm$ 40.8	70.5 $\pm$ 44.1	73.4 $\pm$ 43.7
76 岁以上 Over76	20	51.6 $\pm$ 32.6	50.0 $\pm$ 33.9	43.9 $\pm$ 33.3	46.8 $\pm$ 30.1

2.2 按 T 值分组后腰 1~4 椎体松质骨 CT 值的比较

我们按 T 值将研究对象分为 3 组,骨质疏松组(T 值 ≤ -2.5),骨量减少组($-2.5 < T$ 值 ≤ -1)及正常对照组(T 值 > -1)。各组间腰 1~4 椎体松质骨 CT 值采用随机区组方差分析比较,结果显示

各组间腰 1~4 椎体松质骨 CT 值有统计学差异(F 值 = 248.6, $P < 0.001$)。采用 LSD 进行两两比较,骨质疏松症的 CT 值 $<$ 骨量减少的 CT 值 $<$ 骨量正常的 CT 值,差异具有统计学意义($P < 0.001$)。各组内腰 1~4 椎体 CT 值之间没有统计学意义($P > 0.05$),见表 2 和图 2。

表 2 按 T 值分组后腰椎椎体松质骨 CT 值(HU, $\bar{x} \pm s$)

Table 2 CT attenuation values of cancellous bone in lumbar vertebrae according to T-score grouping(HU, $\bar{x} \pm s$)

项目 Item	人数 Number	腰 1 椎体 L_1	腰 2 椎体(HU) L_2	腰 3 椎体(HU) L_3	腰 4 椎体(HU) L_4
骨质疏松症 Osteoporosis	44	52.1 $\pm$ 27.6	49.3 $\pm$ 30.7	43.7 $\pm$ 27.8	47.0 $\pm$ 25.2
骨量减少 Osteopenia	30	96.5 $\pm$ 38.7	92.7 $\pm$ 38.5	86.5 $\pm$ 35.1	90.7 $\pm$ 36.2
骨量正常 Normal	29	145.1 $\pm$ 43.6	142.9 $\pm$ 42.9	141.2 $\pm$ 43.5	141.5 $\pm$ 45.7

2.3 腰椎椎体松质骨 CT 值与 DXA 测得 BMD 值的相关性分析

采用 Spearson 线性相关分析所有研究对象 DXA 测得腰 1~4 椎体 BMD 值与椎体松质骨 CT 值

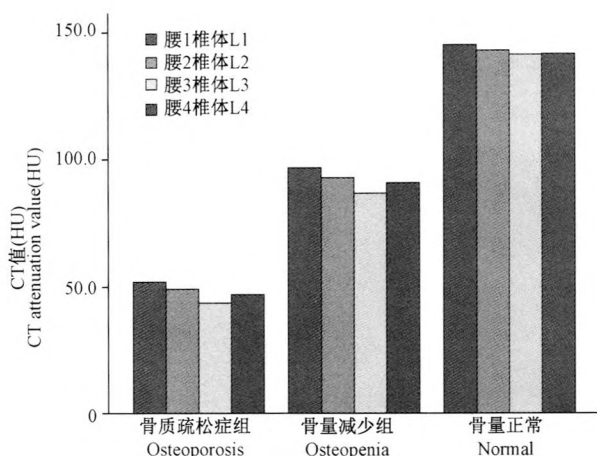


图2 直条图显示骨质疏松组、骨量减少组及骨量正常组之间腰椎体CT值的差异

Fig.2 The bar chart showed the difference of the CT attenuation value in lumbar vertebrae among osteoporosis, osteopenia, and normal group

之间的相关性。统计结果用散点图表示,图中显示腰1~4椎体BMD值与椎体松质骨CT值呈显著正

相关, Spearson 相关系数分别为: $r_{\text{腰1椎体}} = 0.703$, $r_{\text{腰2椎体}} = 0.678$, $r_{\text{腰3椎体}} = 0.685$, $r_{\text{腰4椎体}} = 0.689$, 差异具有统计学意义 ($P < 0.001$), 见图3。

3 讨论

CT值代表X线穿过组织被吸收后的衰减值,它是测定人体某一局部组织或器官密度大小的一种计量单位,通常称亨氏单位(Hounsfield unit, HU)。CT值是以水为标准,它等于该物质衰减系数与水的吸收系数之差在与水的衰减系数之比之后再乘以1000。众所周知,CT值反映物质的密度,物质的密度越高,CT值也越高,那么对人体骨骼也不例外。通过本项研究,我们发现CT值不仅与DXA测得BMD值、T值有相关性,还与年龄有显著相关性。目前,在国内外已有多个相关研究报道^[6-8]得出一致结论。Schreiber等^[7]研究中利用聚氨酯模块通过机械动力学实验证明了CT值与骨的抗压强度有显著的相关性。与以往研究不同,本研究中测量腰椎体松质骨CT值利用多方位重组技术(MPR),测得

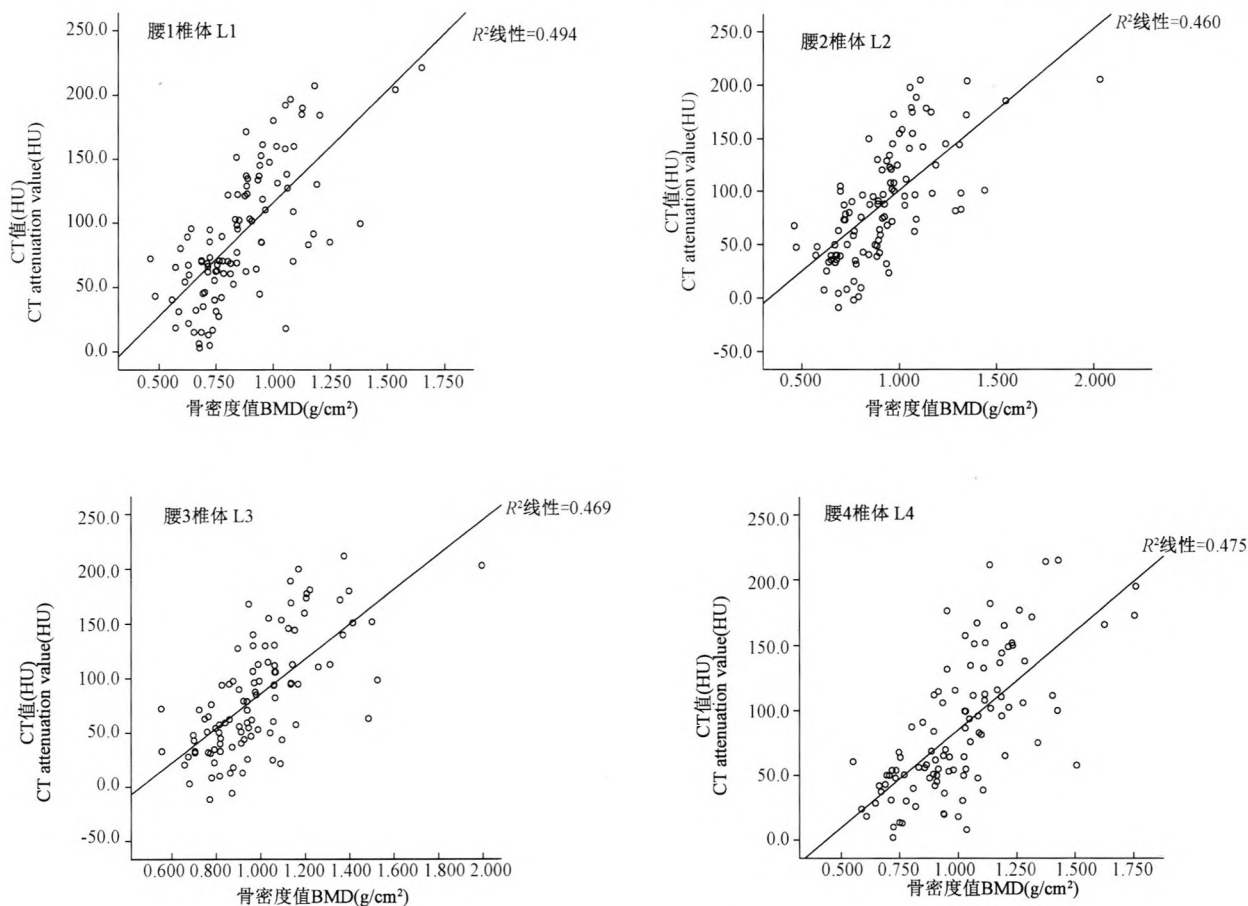


图3 4个散点图表示腰1~4椎体BMD值与椎体松质骨CT值的相关性

Fig.3 The four scatter plots showed the correlation between BMD and CT attenuation value of cancellous bone in lumbar vertebrae (L1-4)

在轴位、重建冠状位及矢状位图像中椎体正中层面积松质骨 CT 值。

与 DXA 检查相比,CT 值测量在评估 BMD 存在优势。①DXA 测量 BMD 时,不能区分骨皮质和骨松质,其面密度测量的误差和增龄退变对 BMD 的测量有很大影响,而且不能直接观察骨结构。已有研究认为骨松质在脊椎承重负荷和发生压缩骨折的过程中比骨皮质起到更重要的作用^[9]。我们通过 CT 图像测量椎体松质骨 CT 值评估椎体松质骨 BMD,这对预测脊椎骨折的风险性方面更具有意义。此外,我们通过 CT 影像可以直接观察到骨质疏松症的特殊征象(比如骨小梁稀疏、骨皮质变薄等)。②DXA 只能检测腰椎、髌部及前臂这些容易发生骨折的 BMD 值。但是,CT 检查不受检查部位的限制,我们不仅可以测量腰椎、髌部的 CT 值,还可以测量胸椎、颈椎甚至四肢关节 CT 值以评价 BMD。③在我国,很多医院由于病人费用或设备技术等因素限制,DXA 并不作为临床医师首选或常规检查方法,多排螺旋 CT 机在我国各个医院的普及率要明显高于 DXA,在临床实际工作中的应用也更为广泛。

本项研究还存在一些不足。第一,研究对象的年龄跨度较大,研究对象中以 61~75 岁之间的女性居多,而其它年龄段人数偏少。此项研究的人群中只包括因腰痛在我院住院的女性患者,并不能代表所有女性人群。第二,该研究测量腰椎体松质骨 CT 值,评估椎体松质骨 BMD,而 DXA 测的是腰椎椎体松质骨和皮质骨总的 BMD,这会导致 CT 值与骨密度值的相关性分析统计数据上产生误差。

该项研究不是为了证明多排螺旋 CT 可以代替 DXA 诊断骨量减少或骨质疏松症,而是探讨 CT 值测量对初步评估骨量减少或骨质疏松症是否具有辅助作用。在临床工作中,放射医师在通过 CT 影像诊断疾病的同时,还可通过测量 CT 值筛选出可能存在骨量减少或骨质疏松症的疑似患者,在影像报告中提示临床医师对这类人群进一步进行更加精确的骨密度检查(比如 DXA),这会在很大程度上增加骨量减少或骨质疏松症患者的检出率。

【参 考 文 献】

- [1] 赵燕玲, 潘子昂, 王石麟, 等. 中国原发性骨质疏松症流行病学[J]. 中国骨质疏松杂志, 1998, 4(1): 1-4.
- [2] Zhao YL, Pan ZA, Wang SL, et al. Epidemiology of primary osteoporosis in China [J]. Chinese Journal of Osteoporosis, 1998, 4(1): 1-4. (in Chinese)
- [3] Link TM, Koppers BB, Licht T, et al. In vitro and in vivo spiral CT to determine bone mineral density: initial experience in patients at risk for osteoporosis. Radiology, 2004, 231(3): 805-811.
- [4] Papadakis AE, Karantanas AH, Papadokostakis G, et al. Assessment of the morpho-densitometric parameters of the lumbar pedicles in osteoporotic and control women undergoing routine abdominal MDCT examinations. J Bone Miner Metab, 2011, 29(3): 352-358.
- [5] Emohare O, Cagan A, Morgan R, et al. The use of computed tomography attenuation to evaluate osteoporosis following acute fractures of the thoracic and lumbar vertebra. Geriatr Orthop Surg Rehabil, 2014, 5(2): 50-55.
- [6] 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, 04: 2-17.
- [7] Chinese Society of Bone and Mineral Research. Guidelines for diagnosis and treatment of primary osteoporosis(2011). Chinese Journal of Osteoporosis and Bone Mineral Research, 2011, 04: 2-17. (in Chinese)
- [8] 宣鹏飞, 张国栋, 黄文华, 等. 不同年龄段人群腰椎 CT 值的快速求解及临床意义[J]. 南方医科大学学报, 2014, 12: 1799-1803.
- [9] Xuan PF, Zhang GD, Huang WH, et al. A quick solution for lumbar vertebra CT values in different ages and its clinical significance. Journal of Southern Medical University, 2014, 12: 1799-1803. (in Chinese)
- [10] Schreiber JJ, Anderson PA, Rosas HG, et al. Hounsfield units for assessing bone mineral density and strength: a tool for osteoporosis management. J Bone Joint Surg Am, 2011, 93(11): 1057-1063.
- [11] Lee S, Chung CK, Oh SH, et al. Correlation between Bone Mineral Density Measured by Dual-Energy X-Ray Absorptiometry and Hounsfield Units Measured by Diagnostic CT in Lumbar Spine. J Korean Neurosurg Soc, 2013, 54(5): 384-389.
- [12] Eswaran SK, Gupta A, Adams MF, et al. Cortical and trabecular load sharing in the human vertebral body. J Bone Miner Res, 2006, 21(2): 307-314.

(收稿日期: 2015-12-05, 修回日期: 2016-01-11)

[1] 赵燕玲, 潘子昂, 王石麟, 等. 中国原发性骨质疏松症流行