

临床论著

绝经后女性骨密度与腰椎间盘退变的相关性分析

徐浩伟,王善金,张树宝,易宇阳,胡 韬,吴德升
(同济大学医学院附属东方医院脊柱外科 200120 上海市)

【摘要】目的:观察绝经后女性腰椎和髋部骨密度与腰椎间盘退变的关系。**方法:**回顾性统计 2017 年 12 月~2018 年 12 月因腰痛在我院脊柱外科门诊及住院的 229 例绝经后女性患者,记录患者年龄、身高、体重、糖尿病史、高血压病史、饮酒史、吸烟史等,采用双能 X 线骨密度测量仪检查患者腰椎椎体(L1~L4)骨密度和髋部平均骨密度,记录相应的 T 值,每例患者同时行腰椎 MRI 检查。根据骨密度 T 值 ≥ -1.0 为正常, $-2.5 < T$ 值 < -1.0 为骨量减少,T 值 ≤ -2.5 诊断为骨质疏松,将患者分为骨质疏松组($n=78$)、骨量减少组($n=73$)和正常组($n=78$)。每个节段腰椎间盘退变程度用 Pfirrmann 分级系统进行评分,用协方差和 Spearman 相关性分析来分析腰椎和髋部骨密度与腰椎间盘退变的关系。**结果:**骨质疏松组、骨量减少组和骨量正常组的年龄分别为 67.17 ± 9.99 岁、 65.66 ± 10.71 岁、 55.29 ± 12.35 岁,骨质疏松组、骨量减少组年龄显著大于骨量正常组($P < 0.05$);骨质疏松组的体重指数小于正常组($23.38 \pm 2.37 \text{ kg/m}^2$ vs $24.72 \pm 2.96 \text{ kg/m}^2$, $P < 0.05$);其余一般资料各组间无显著性差异($P > 0.05$)。上腰椎(L1、L2)中,骨质疏松组腰椎间盘退变评分均较正常组低(2.24 ± 0.82 vs 2.60 ± 0.95 , 2.79 ± 0.95 vs 3.18 ± 0.94 , $P < 0.05$),而与骨量减少组比较无显著性差异($P > 0.05$);下腰椎(L3、L4)椎体和髋部不同骨密度组之间椎间盘退变程度无显著性差异($P > 0.05$)。各腰椎椎体骨密度分别与腰椎间盘平均退变程度呈正性相关(L1: $r=0.185$; L2: $r=0.157$; L3: $r=0.180$; L4: $r=0.132$; L1~L4: $r=0.180$; 均 $P < 0.05$),髋部骨密度与腰椎间盘退变的严重程度无统计学相关性。**结论:**绝经后女性腰椎间盘退变的严重程度与腰椎骨密度存在正相关关系,提示绝经后女性腰椎骨密度较高者椎间盘退变可能更严重,有必要进一步做腰椎 CT 或者 MRI 检查;股骨颈骨密度检查对骨质疏松诊断更有帮助。

【关键词】椎间盘退变;骨密度;绝经;女性

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2020.02.04

中图分类号:R681.5 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2020)-02-0118-05

Correlation between bone density and lumbar disc degeneration in postmenopausal women/XU Haowei, WANG Shanjin, ZHANG Shubao, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2020, 30 (2): 118-122

【Abstract】 Objectives: To investigate the relationship between bone mineral density(BMD) and lumbar disc degeneration in postmenopausal women. **Methods:** A total of 229 postmenopausal female patients with low back pain were retrospectively selected from the outpatient and inpatient departments of spine surgery in our hospital from December 2017 to December 2018. Patients' demographics data such as age, height, weight, diabetes history, hypertension history, drinking history and smoking history were recorded. BMD of the lumbar spine(L1-L4) and mean hip were obtained by dual-energy X-ray, and T values were recorded. Each patient received lumbar magnetic resonance imaging (MRI) examination. Participants with a T-score of ≤ -2.5 were diagnosed with osteoporosis, those with a T score of -2.5 to -1.0 were diagnosed with osteopenia, and those with a T-score of ≥ -1.0 were considered normal. According to the BMD values, all patients were divided into osteoporosis($n=78$), osteopenia($n=73$) and normal($n=78$) groups. The degree of lumbar disc degeneration at each level was scored using Pfirrmann grading system to correlate with lumbar and hip BMD. Covariance and Spearman correlation analysis were used to analyze the relationship between lumbar and hip BMD and lumbar

基金项目:国家自然科学基金资助项目(编号:81572181);上海市卫生计生系统优秀人才培养计划(编号:2017YQ070);浦东新区卫生系统重点学科建设资助(编号:PWZzk2017-08)

第一作者简介:男(1994-),在读硕士研究生,研究方向:脊柱外科

电话:(021)38804518 E-mail:xuhaowei1122@163.com

通讯作者:王善金 E-mail:kingspine@163.com

disc degeneration. **Results:** The age of the osteoporosis group was significantly higher than that of the normal group (67.17 ± 9.99 years vs 55.29 ± 12.35 years, $P < 0.05$) and so was that of osteopenia group than normal group (65.66 ± 10.71 years vs 55.29 ± 12.35 years, $P < 0.05$). The body mass index (BMI) of osteoporosis group was lower than that of the normal group (23.38 ± 2.37 vs 24.72 ± 2.96 , $P < 0.05$). There was no significant difference in other general data among the groups ($P > 0.05$). In the upper lumbar spine (L1, L2), the degree of lumbar disc degeneration in the osteoporosis group was lower than that in the normal group (2.24 ± 0.82 vs 2.60 ± 0.95 , 2.79 ± 0.95 vs 3.18 ± 0.94 , $P < 0.05$), and no significant difference was found between osteopenia and osteoporosis groups ($P > 0.05$). There was no significant difference in the degree of disc degeneration between the lower lumbar spine (L3, L4) and the hip groups with different BMD. BMD of each lumbar vertebra was positively correlated with the degree of lumbar disc degeneration (L1: $r = 0.185$; L2: $r = 0.157$; L3: $r = 0.180$; L4: $r = 0.132$; L1-L4: $r = 0.180$; $P < 0.05$), while there was no correlation between hip BMD and lumbar disc degeneration. **Conclusions:** There is a positive correlation between lumbar disc degeneration and lumbar BMD in postmenopausal women, and higher lumbar BMD were associated with more severe LDD. It is necessary to take a further examination of lumbar spine using CT or MRI. Hip BMD may be a more reliable measurement for diagnosing osteoporosis.

[Key words] Disc degeneration; Bone mineral density; Menopause; Women

[Author's address] Department of Spinal Surgery, Shanghai East Hospital, Tongji University School of Medicine, Shanghai, 200120, China

脊柱疾病在肌肉骨骼系统疾病中较常见,有 50%~80% 的成年人在其一生中至少经历过一次腰痛^[1],而腰椎间盘突出(lumbar disc degeneration, LDD)是引起腰腿痛的重要原因之一^[2],严重影响患者的生活质量。女性绝经后体内的雌激素水平迅速下降,并且随着绝经年限增加,女性骨密度(bone mineral density, BMD)变化幅度较大,腰椎间盘突出也比同龄男性退变更严重^[3]。在既往的研究中, BMD 与腰椎间盘突出之间的相关关系存在争议。有些研究结果支持腰椎 BMD 与腰椎间盘突出程度呈负性相关^[4],即腰椎 BMD 越低,相邻椎间盘退变越严重。但也有研究显示两者并无相关关系^[5],甚至呈正性相关关系^[6]。目前较少有学者分析髋部 BMD 与腰椎间盘退变的关系。本研究旨在分析绝经后女性人群不同部位的 BMD 与腰椎间盘突出程度之间的相关性,并探寻其相关性的机制。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2017 年 12 月~2018 年 12 月因腰腿部疼痛在我院脊柱外科就诊的绝经后女性患者 320 例。排除标准:①腰椎外伤、感染、肿瘤、先天畸形等;②甲状旁腺功能亢进、肝肾等内分泌疾病影响骨代谢者;③继发性骨质疏松患者,如长期服用糖皮质激素的患者;④1 年内曾使用过维生素 D、钙剂、双磷酸盐等影响骨代谢药物者。共计排除 91

例,纳入 229 例。记录患者年龄、身高、体重、糖尿病史、高血压史、饮酒史、吸烟史等,并对两组患者的基础情况进行比较。

1.2 观察指标

(1) BMD 检查:由专业人士操作,采用双能 X 线骨密度测量仪 (prodigy GE Healthcare, Chicago, IL, 美国) 检查腰椎 (L1~L4) 椎体和髋部的 BMD,记录患者腰椎 (L1~L4) 椎体和髋部 BMD 相应的 T 值。根据 WHO 基于 BMD (T) 值对骨质疏松症进行的分级诊断:T 值 ≥ -1.0 为正常, $-2.5 < T$ 值 < -1.0 为骨量减少, T 值 ≤ -2.5 诊断为骨质疏松,根据腰椎、髋部和全身的骨密度分别划分为不同的组别。全身骨密度分组基于腰椎 L1~L4、股骨颈、大粗隆、全髋,这四个部位中有一个部位的骨密度 T 值 ≤ -2.5 即可诊断为骨质疏松症。腰椎骨密度分组基于腰椎 L1~L4 的平均骨密度,髋部骨密度分组基于全髋平均骨密度。

(2) 椎间盘退变程度的评估:使用西门子公司 1.5T 磁共振成像装置扫描的腰椎图像并将其存储在 IMPAX 数据库中。调取 L1~S1 椎体区域的椎间盘 T2 加权图像进行影像识别和评判。采用 Pfirrmann^[7] 分级标准,根据椎间高度、髓核和纤维环的信号强度及两者的关系,将退变程度划分为 I~V 级,分别代表评分 1~5 分,评分越高说明椎间盘退变越严重。该评分由两位高年资脊柱外科医生共同协商评估。平均腰椎间盘退变水平 (L1~S1) 为 L1~S1 之间的 5 个腰椎间盘退变评分的平

均值。

1.3 统计学分析

采用 SPSS 25.0 对数据进行统计与分析,计数资料用百分率表示,组间比较用卡方检验;计量资料采用均值±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,用方差分析(ANOVA)检验比较组间差异。使用协方差分析(ANCOVA)比较不同 BMD 组间的腰椎间盘退变程度,并将年龄、体重指数(BMI)纳入协方差分析以排除此类混杂因素。组间差异采用 Least-Significant Difference (LSD)的方法来比较。采用 Spearman 相关系数分析腰椎(L1~L4)和髌部骨密度与腰椎间盘退变严重程度的相关性。 $P<0.05$ 为有统计学意义。

2 结果

229 例患者年龄为 62.64 ± 12.24 岁(41~90 岁),BMI 为 $24.12\pm 2.99\text{kg/m}^2$ ($18.76\sim 32.86\text{kg/m}^2$)。骨质疏松组和骨量减少组年龄大于骨量正常组($P<0.05$),而骨质疏松组 BMI 小于骨量正常组($P<0.05$),高血压史、糖尿病史、饮酒史、吸烟史 3 组患者间无显著性差异($P>0.05$,表 1)。

基于髌部平均 BMD 分组与基于腰椎平均 BMD 分组的各腰椎间盘退变评分结果见表 2。在 L1/2~L5/S1 各节段,腰椎骨量正常组的腰椎间盘退变评分大于骨量减少组和骨质疏松组,其中 L1/2、L2/3 椎间盘退变评分及 L1~S1 椎间盘退变平均评分有统计学意义($P<0.05$);L1/2~L5/S1 各节段腰椎间盘退变评分髌部不同 BMD 分组之间

无显著性差异($P<0.05$)。

不同部位 BMD 与腰椎间盘退变的相关关系见表 3。腰椎椎体(L1~L4)的 BMD 与腰椎间盘退变程度(L1~S1)呈正相关($P<0.05$),髌部平均 BMD 与腰椎间盘退变程度无关($P=0.232$)。MRI 显示腰椎 BMD 大的患者(图 1a)比腰椎 BMD 小的患者(图 1b)平均腰椎间盘退变更加严重(Pfirmann 评分:4.6 vs 3.4),也就意味着骨量越高,其椎间隙更加狭窄,椎间盘退变更加严重。

表 1 基于全身骨密度划分三组患者的基本情况

Table 1 Comparison of demographic data among each group based on total BMD

| | A组 Group A (n=78) | B组 Group B (n=73) | C组 Group C (n=78) |
|---------------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| 年龄(岁)Age(year) | 55.29±12.35 | 65.66±10.71 ^① | 67.17±9.99 ^① |
| 身高(cm)Height | 157.95±6.24 | 158.39±5.76 | 159.06±6.78 |
| 体重(kg)Weight | 61.29±5.41 | 60.81±5.51 | 59.82±5.31 |
| 体重指数 BMI(kg/m ²) | 24.72±2.96 | 24.25±3.46 | 23.38±2.37 ^① |
| 高血压病史(例) Hypertension | 30(38.5%) | 41(56.2%) | 35(44.9%) |
| 糖尿病史(例) Diabetes | 10(12.8%) | 21(28.8%) | 17(21.8%) |
| 饮酒史(例) Drinking | 8(10.3%) | 9(12.3%) | 7(9%) |
| 吸烟史(例) Smoking | 11(14.1%) | 7(9.6%) | 8(10.3%) |

注:A组,骨量正常组;B组,骨量减少组;C组,骨质疏松组。①与A组比较, $P<0.05$

Note: Group A, normal bone density group; group B, osteopenia group; group C, osteoporosis group. ①Compared with group A, $P<0.05$

表 2 绝经后女性基于髌部与基于腰椎平均骨密度分组的腰椎间盘退变评分

Table 2 Lumbar disc degeneration scores in postmenopausal women based on average hip and lumbar bone density

| 椎间盘 水平 Disc level | 基于髌部平均骨密度分组的椎间盘退变评分 Intervertebral disc degeneration score based on hip bone density | | | | 基于腰椎平均骨密度分组的椎间盘退变评分 Intervertebral disc degeneration score based on lumbar bone density | | | |
|-------------------------|---|----------------------|----------------------|-------|--|----------------------|------------------------|-------|
| | A组 Group A (n=84) | B组 Group B (n=74) | C组 Group C (n=71) | P | A组 Group A (n=93) | B组 Group B (n=70) | C组 Group C (n=66) | P |
| L1/2 | 2.58±0.99 | 2.35±0.87 | 2.28±0.91 | 0.140 | 2.60±0.95 | 2.29±0.96 | 2.24±0.82 ^① | 0.020 |
| L2/3 | 3.09±0.96 | 2.94±0.85 | 3.07±1.12 | 0.551 | 3.18±0.94 | 2.87±0.92 | 2.79±0.95 ^① | 0.033 |
| L3/4 | 3.16±0.62 | 3.09±0.75 | 3.04±0.91 | 0.669 | 3.16±0.66 | 3.06±0.77 | 3.05±0.86 | 0.554 |
| L4/5 | 3.31±0.90 | 3.50±0.74 | 3.61±0.68 | 0.092 | 3.39±0.94 | 3.52±0.69 | 3.49±0.59 | 0.577 |
| L5/S1 | 3.49±0.80 | 3.50±0.74 | 3.46±0.69 | 0.947 | 3.51±0.81 | 3.39±0.63 | 3.56±0.75 | 0.428 |
| L1~S1 | 3.13±0.40 | 3.06±0.42 | 3.11±0.46 | 0.495 | 3.18±0.43 | 3.07±0.43 | 2.99±0.37 ^① | 0.014 |

注:A组,骨量正常组;B组,骨量减少组;C组,骨质疏松组。用协方差分析(调整年龄与 BMI)髌部和腰椎不同骨密度组别之间椎间盘退变的差异。①与A组比较 $P<0.05$

Note: group A, normal bone density group; group B, osteopenia group; group C, osteoporosis group. Differences in intervertebral disc degeneration between groups of bone density were analyzed using covariance (adjusted for age and BMI). ①Compared with group A, $P<0.05$

3 讨论

骨质疏松症和腰椎退行性疾病已成为骨科最常见的慢性疾病,严重影响人们的健康,其治疗花费对社会造成了巨大的经济负担。众所周知,绝经后女性 BMD 下降速度远快于同龄男性。Lou 等^[8]通过大样本研究证明,女性绝经后腰椎间盘退变程度也明显大于同龄男性,因此绝经后女性 BMD 的变化可能与 LDD 的严重程度密切相关。本研究以我国绝经后女性为研究对象,根据不同部位的 BMD T 值分为骨质疏松组、骨量减少组和骨量正常组,分别探讨腰椎和髋部 BMD 与腰椎间盘退变的相关关系,结果显示腰椎 BMD 与腰椎间盘退变程度呈正相关,在上腰段(L1、L2)更加显著,而髋部 BMD 与腰椎间盘退变无关。

既往的一些研究表明,骨质疏松患者相较于正常人群,不仅椎间隙的高度有所增加,其椎间盘退变的严重程度也有所降低^[9]。基于这些结果,部分学者指出腰椎 BMD 与 LDD 呈正相关,即较高的椎体 BMD 往往伴随着较严重的 LDD。本研究

结果与既往研究相一致。此外,为避免腰椎增生性退变所引起的椎体 BMD 假性升高,Wang 等^[9]对 48 具白人尸体的尸检发现,腰椎椎体的 BMD 和相邻椎间盘退变之间无相关性,而把椎体的后侧棘突去除后,同时用 microCT 等技术去除骨赘和软骨终板后较高的 BMD 和更加严重的相邻椎间盘退变显著相关,这说明椎体 BMD 的增加导致更严重的 LDD 不仅是因为骨赘形成和软骨终板的钙化。

BMD 增高导致腰椎椎间盘退变更加严重的病理生理机制:(1)LDD 可引起终板钙化和周围骨赘的形成,甚至髓核的钙化,从而造成相邻椎体 BMD 的“假性”升高。随着腰椎间盘的退行性改变,髓核的含水量下降,引起髓核纤维化,软骨终板钙化以及周围骨赘的形成,可能在降低骨小梁核心密度的同时增加了椎体壁的 BMD^[10],从而来解释为什么腰椎 BMD 会增加。(2)BMD 较高的椎体具有较为致密的骨性微观结构,滋养软骨终板的血管芽难以长入和生发,血管芽数量和大小减少,阻碍了椎间盘的血供,从而促进了 LDD 的发生^[11]。(3)较高的 BMD 增加了终板和椎间盘内压力,此外,终板静态压缩力的增加导致葡萄糖向椎间盘的扩散水平会降低,椎体 BMD 增高后,受影响的终板会将压力转移至椎间盘上,从而降低自身应力水平,这也就解释了椎体 BMD 的增高,增加了邻近椎间盘应力变化,从而减少营养物质如葡萄糖的扩散程度,促进了相邻椎间盘退变^[12,13]。

本研究结果发现,腰椎椎体 BMD 与 LDD 之间的正性相关关系在上腰段比下腰段更为显著,与既往研究结果^[14]相反。BMD 和椎间盘退变的关系在腰椎区域性差异的具体原因尚不清楚。通常上腰段腰椎椎体 BMD 比下腰段要低,且退变程

表 3 绝经后女性人群不同部位骨密度与腰椎间盘退变的相关关系

Table 3 Correlation between bone density and lumbar disc degeneration scores in female population

| 骨密度(T 值) Bone mineral density(T scores) | L1-S1 椎间盘退变平均评分 Mean disc degeneration(L1-S1) | |
|---|--|-------|
| | r | P |
| L1 | 0.185 | 0.005 |
| L2 | 0.157 | 0.017 |
| L3 | 0.180 | 0.006 |
| L4 | 0.132 | 0.046 |
| L1-L4 | 0.180 | 0.006 |
| 髋部 Hip | 0.079 | 0.232 |



图 1 MRI 显示不同腰椎骨密度值的腰椎间盘退变情况 a 72 岁女性患者, BMI 为 22.84kg/m², 腰椎 BMD T 值 2.2(骨量正常), L1~S1 平均腰椎间盘退变评分为 4.6 b 75 岁女性患者, BMI 为 23.34kg/m², 腰椎 BMD T 值为-3.4(骨质疏松), L1~S1 平均腰椎间盘退变评分为 3.4

Figure 1 MRI assessment of lumbar disc degeneration in patients with different lumbar bone density a 72-year-old female, BMI 22.84kg/m², BMD: 2.2(T-scores, osteoporosis), mean scores of lumbar disc degeneration 4.6 (L1-S1) b 75-

year-old female, BMI 23.34kg/m², BMD -3.4(T-scores, osteoporosis), mean scores of lumbar disc degeneration 3.4(L1-S1)

度也较轻^[15]。有学者^[16]认为正相关关系在下腰椎更加显著与下段椎体有较多的物理负重有关,但是下腰椎往往更容易发生软骨终板的硬化以及异常骨赘的生成,导致 BMD 升高影响其与椎间盘退变的关系。因此在上腰椎 BMD 与椎间盘退变的关系也更加准确。

较少有学者研究髋部 BMD 与 LDD 的关系,本研究发现髋部 BMD 与 LDD 无关。Wang 等^[17]分析了 67 岁以上的 196 例女性和 163 例男性,发现腰椎间盘退变评分与腰椎 BMD 相关,与股骨颈 BMD 无关。这一差异表明退行性脊柱疾病(软骨终板钙化、骨赘增生等)会增加腰椎 BMD 的测量值。这些结果提示在有腰椎退变疾病的患者中,其髋部骨密度更加适合诊断骨质疏松。

本研究也存在不足之处:(1) 缺乏 BMD 与椎间盘退变相关关系的动物研究。(2) 增生的骨赘或者软骨终板硬化,会干扰 BMD 测量的准确性,是一个需要控制的混杂变量。但入选样本缺乏脊柱全长 X 线片,未评估腰椎和髋部的骨赘;(3) 腰椎间盘退变程度缺少定量的分析,Pfirrmann 评分可能存在人为误差。

综上所述,本研究在绝经后女性中观察到腰椎 BMD 与 LDD 之间呈正性相关关系,即腰椎 BMD 越大,相邻椎间盘退变越严重,这个关系在脊柱上腰段(L1、L2)中更为明显。而髋部骨密度与椎间盘退变无关,提示在有绝经后女性腰椎退变疾病的患者中,髋部骨密度更适合诊断骨质疏松。此研究结果还提示,在门诊遇到筛查骨密度的患者,腰椎骨密度过高,其椎间盘退变可能也越严重,建议进一步做 CT 或 MRI 检查。探寻两者之间的关系对于理解老年退变性脊柱疾病的发生、发展具有重要的理论指导意义,有助于骨质疏松和腰椎间盘退变诊治的临床决策。

4 参考文献

- Rubin DI. Epidemiology and risk factors for spine pain [J]. *Neurol Clin*, 2007, 25(2): 353-371.
- Zheng CJ, Chen J. Disc degeneration implies low back pain [J]. *Theor Biol Med Model*, 2015, 12: 24.
- Lou C, Chen HL, Feng XZ, et al. Menopause is associated with lumbar disc degeneration: a review of 4230 intervertebral discs[J]. *Climacteric*, 2014, 17(6): 700-704.
- 王志明, 杨雄健, 吴俊哲, 等. 骨质疏松与腰椎退行性变的相关性分析[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2014, 20(2): 178-180, 218.
- Yang Z, Griffith JF, Leung PC, et al. Effect of osteoporosis on morphology and mobility of the lumbar spine [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009, 34(3): E115-121.
- Wang Y, Boyd SK, Battie MC, et al. Is greater lumbar vertebral BMD associated with more disk degeneration? a study using microCT and discography[J]. *J Bone Miner Res*, 2011, 26(11): 2785-2791.
- Pfirrmann CW, Metzdorf A, Zanetti M, et al. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration [J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2001, 26(17): 1873-1878.
- Lou C, Chen H, Mei L, et al. Association between menopause and lumbar disc degeneration: an MRI study of 1,566 women and 1,382 men[J]. *Menopause*, 2017, 24(10): 1136-1144.
- Ravault PP, Meunier P, Sambin P, et al. An early sign of spinal osteoporosis: enlargement of lumbar disc spaces[J]. *Rev Lyon Med*, 1969, 18(16): 603-613.
- Homminga J, Aquarius R, Bultink VE, et al. Can vertebral density changes be explained by intervertebral disc degeneration[J]. *Med Eng Phys*, 2012, 34(4): 453-458.
- 徐宏光, 丁国正, 陈小虎, 等. 血管内皮生长因子 165 重组质粒 pcDNA/V 促兔椎体终板血管生成的实验观察[J]. *中华医学杂志*, 2012, 92(7): 491-495.
- Ortiz AO, Bordia R. Injury to the vertebral endplate-disk complex associated with osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2011, 32(1): 115-120.
- Zhao FD, Pollintine P, Hole BD, et al. Vertebral fractures usually affect the cranial endplate because it is thinner and supported by less-dense trabecular bone[J]. *Bone*, 2009, 44(2): 372-379.
- Wang YX, Griffith JF, Zeng XJ, et al. Prevalence and sex difference of lumbar disc space narrowing in elderly Chinese men and women: osteoporotic fractures in men (Hong Kong) and osteoporotic fractures in women (Hong Kong) studies[J]. *Arthritis Rheum*, 2013, 65(4): 1004-1010.
- Sabnis AB, Chamoli U, Diwan AD. Is L5-S1 motion segment different from the rest? a radiographic kinematic assessment of 72 patients with chronic low back pain [J]. *Eur Spine J*, 2018, 27(5): 1127-1135.
- 潘健将, 童翔, 韩咏梅, 等. 我国汉族人腰椎骨密度与相邻椎间盘退变的相关性研究[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2016, 22(12): 1556-1560.
- Wang YX, Kwok AW, Griffith JF, et al. Relationship between hip bone mineral density and lumbar disc degeneration: a study in elderly subjects using an eight-level MRI-based disc degeneration grading system[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2011, 33(4): 916-920.

(收稿日期:2019-08-07 末次修回日期:2019-12-23)

(英文编审 孔超/谭啸)

(本文编辑 李伟霞)