

椎体压缩性骨折愈合过程中骨痂骨密度变化及其临床意义

潘行滔 孙强* 吴志浩 刘康 黄凯华 蒋娥

南京医科大学附属南京医院, 江苏 南京 210006

中图分类号: R683.2 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2017) 07-0879-05

摘要: 目的 观察椎体压缩性骨折骨痂骨密度变化与病程长度的关系,探讨双能 X 线骨密度仪术前定位陈旧性椎体骨折愈合的可行性。方法 本院 2013 年 1 月至 2016 年 1 月采用椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)治疗腰 1 椎体压缩性骨折(均经磁共振成像或 SPECT-CT 明确诊断)患者 66 例,年龄 60~80 岁,均为绝经后女性。按病程长度分为 A 组(对照组)、B 组(新鲜骨折组)、C 组(亚急性期骨折组)、D 组(陈旧性骨折不愈合组)。运用方差分析观察骨密度比率(腰 1 椎体骨密度/腰 2 椎体骨密度 $\times 100\%$)与病程长度的关系。结果 各组间年龄、身高、体重差异无统计学意义($P > 0.05$),各组间骨密度比率差异有统计学意义($F = 34.839, P < 0.05$),在每组多重比较中, A 组与 B 组间差异无统计学意义($P > 0.05$),其余两组间差异有统计学意义($P < 0.05$)。结论 椎体压缩性骨折骨痂骨密度随病程延长而增加,陈旧性骨折不愈合期骨痂骨密度较邻近椎体明显增高,在条件有限的情况下,双能 X 线骨密度仪不失为术前定位“责任椎”的一种好方法。

关键词: 骨质疏松;椎体压缩骨折;陈旧性椎体骨折;骨痂;骨密度

Changes of BMD in callus during vertebral compression fracture healing and its clinical significance

PAN Xingtao, SUN Qiang*, WU Zhihao, LIU Kang, HUANG Kahua, JIANG E

Nanjing First Hospital Affiliated to Nanjing Medical University, Nanjing 210006, China

Corresponding author: SUN Qiang, Email: sunqiang_cn@163.com

Abstract: Objective To study the relationship between bone mineral density (BMD) and time length of disease in vertebral compression fractures, and to explore the feasibility of DEXA for localized vertebral fractures. **Methods** From January 2013 to January 2016, 66 60-80-year-old women with the first lumbar vertebral compression fracture (diagnosed by MRI or SPECT-CT) received percutaneous kyphoplasty (PKP) treatment in our hospital. According to the duration of the fracture, patients were divided into Group A (Control group), group B (fresh fracture group), group C (subacute fracture group), and group D (old fracture group). The relationship between the ratio of BMD (lumbar 1 vertebral body BMD/lumbar 2 vertebral body BMD $\times 100\%$) and the course of fracture were analyzed using one-way analysis of variance. **Results** There was no significant difference in age, height, and weight among the groups ($P > 0.05$). There was significant difference in ratio of BMD among the 4 groups ($F = 34.839, P < 0.05$). In the multiple comparisons, there was no significant difference between Group A and Group B ($P > 0.05$), but the difference between the other two groups was statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** BMD ratio increases with the duration of the fracture, and BMD of old callus is significantly higher than that of adjacent vertebral body. Under limited conditions, DEXA may be a good method for preoperative positioning of the “vertebral column”.

Key words: Osteoporosis; Vertebral compressive fracture; Old vertebral fractures; Callus; Bone mineral density

骨质疏松症 (osteoporosis, OP) 是一种骨量减少、骨组织微结构破坏、骨强度减低、骨脆性增加而

易发生低能量骨折的全身性疾病。随着人口老龄化的日益严重,中老年人尤其是绝经后妇女容易发生绝经后骨质疏松症 (postmenopausal osteoporosis, PMO)。骨质疏松性椎体压缩性骨折发病率在逐年增加。椎体骨折根据病程长短,可分为急性、亚急性

基金项目: 南京市医学科技发展重点项目 (ZKX14032)

* 通讯作者: 孙强, Email: sunqiang_cn@163.com

和陈旧性骨折。由于就医不及时、未严格执行保守治疗等原因,造成伴随腰痛症状的陈旧性椎体压缩性骨折 (old osteoporotic vertebral compressive fractures, OVCFs) 不愈合现象发生。陈旧性椎体压缩骨折相比于新鲜椎体骨折有以下特点:①楔形变明显,体位复位及球囊撑开形成的空腔不理想。②骨折椎体内“骨不愈合”,表现为动力位 X 片的“开合征”,CT 示椎体内有含气透亮影,即“真空裂隙征”,提示存在骨折不愈合现象;磁共振成像 T2 像上椎体内高信号,提示局部有充血水肿。椎体强化术治疗 OVCFs 的疗效明确^[1]。术前准确定位“责任椎”是治疗成功的关键因素。然而,椎体骨折愈合过程中没有明显的类似皮质骨的骨痂形成^[2-3]。用 X 线或 CT 检查从形态学上对椎体结构进行分析,不能准确定位“责任椎”,在大量临床工作中,笔者发现大于 3~6 w 的陈旧性椎体骨折在“C”臂机透视下出现灰度较正常椎体增高的现象(图 1),“责任椎”的骨密度 (bone mineral density, BMD) 测定值也较邻近椎体高,病理活检可见骨痂修复及肉芽组织增生(图 2)。而小于 3 w 的新鲜椎体骨折并无此现象(图 3),病理活检可见破碎骨小梁、死骨及出血(图 4)。BMD 测定值与骨量之间呈正相关,故可根据 BMD 来推断骨量的变化,能否通过检测陈旧性骨折椎体的骨密度并与邻近正常椎体骨密度相比较来定位“责任椎”? 椎体压缩性骨折愈合过程中骨痂又是何种变化规律? 为此笔者做了如下研究。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2013 年 1 月至 2016 年 1 月我院收治的 66 例腰 1 椎体压缩性骨折患者,均为绝经后老年女性,平均年龄 (71.6 ± 6.2) 岁,身高 (1.58 ± 0.05) m,体重 (51.1 ± 4.4) kg,患者均经过磁共振成像检查显示“责任椎”在 TIW1 为低信号,在 TIW2 为高信号,并经过严格体检、摄正侧位 X 线片和磁共振成像扫描排除其他疾病并确诊为原发性骨质疏松所致的椎体压缩性骨折。按病程长短分为 4 组,随机选取 20 位无腰椎压缩性骨折的绝经后老年女性作为对照组 (A 组),新鲜骨折组 (B 组) 为病程小于 3 w 的患者,亚急性骨折组 (C 组) 为病程 3~6 w 的患者,陈旧性骨折组 (D 组) 为病程大于 6 w 的患者。其中 A 组 20 例,平均年龄 (69.5 ± 5.4) 岁;B 组 43 例,平均年龄 (71.9 ± 6.0) 岁;C 组 13 例,平均年龄 (73.7 ± 6.7) 岁;D 组 10 例,平均年龄 ($71.8 \pm$

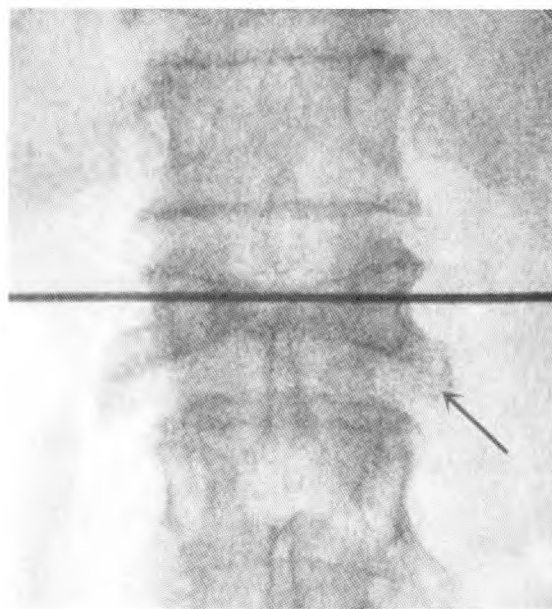


图 1 陈旧性椎体骨折“责任椎”
灰度较邻近正常椎体增高

Fig. 1 The gray of old fractured vertebrae is higher than the adjacent normal vertebral body

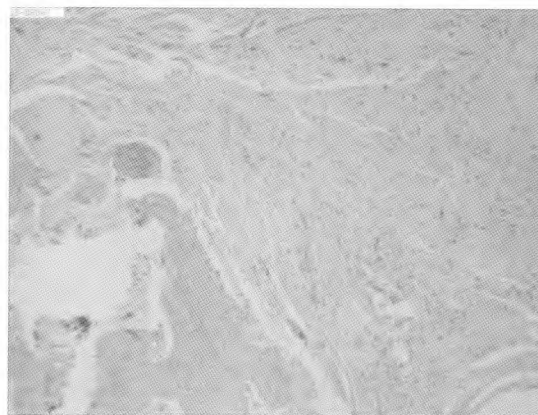


图 2 陈旧性椎体骨折病理可见骨痂修复
及肉芽组织增生

Fig. 2 The repair of callus and granulation tissue hyperplasia can be seen in the old vertebral fracture

7.3) 岁。术前均进行 DXA 检查测量腰椎面积 BMD。

1.2 仪器与方法

采用美国 GE Lunar 公司生产的 Prodigy 型 DXA 机分别测量正位腰 1~4 椎体面积 BMD。

1.3 数据处理与统计分析

计算腰 1 椎体骨密度比率,骨密度比率 = 腰 1 椎体骨密度/腰 2 椎体骨密度 $\times 100\%$ 。采用 SPSS 20.0 软件分析。数据以均数 $\pm$ 标准差表示,组间比

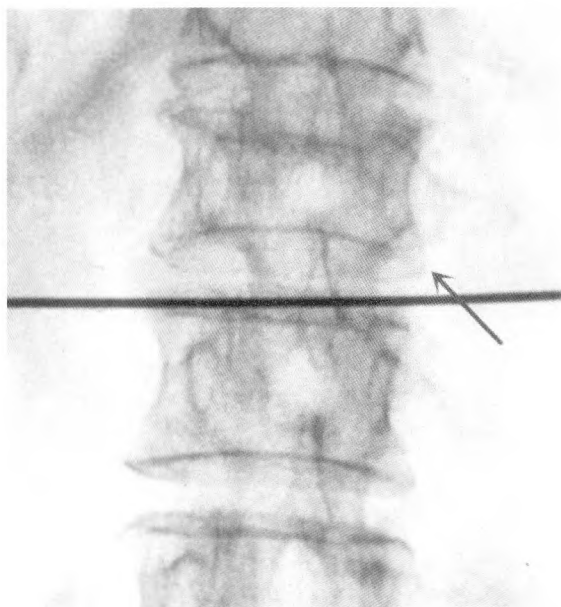


图3 新鲜椎体骨折“责任椎”灰度较邻近正常椎体无明显增高

Fig.3 The gray of fresh fracture vertebrae dose not significantly increase, compared to the adjacent normal vertebral body

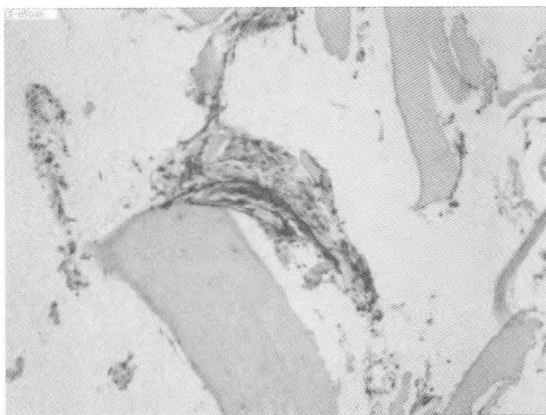


图4 新鲜椎体骨折病理可见破碎骨小梁、死骨及出血

Fig.4 Broken bone trabecula, sequestrum, and bleeding can be seen in the fresh vertebral fracture

较采用重复测量方差分析,两两比较采用 SNK 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

A 组(对照组)、B 组、C 组及 D 组年龄、体重、身高比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),各组间差异有统计学意义($F = 34.84, P < 0.05$),在各组多重比较中,A 组与 B 组间差异无统计学意义($P > 0.05$),其余两组间差异有统计学意义($P < 0.05$) (表 1),从 B 组到 D 组呈增加趋势(图 5)。

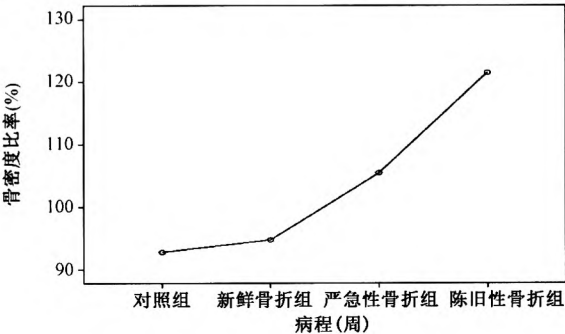


图5 骨密度比率随病程变化曲线

Fig.5 The relationship between the course of disease and BMD ratio

3 讨论

一直以来,陈旧性椎体压缩性骨折的诊断主要依靠磁共振成像等影像学诊断。X 线或 CT 检查从形态学上对椎体结构进行分析,并不能准确定位陈旧性椎体骨折,尤其是当患者有多个椎体变形时。磁共振成像中椎体内骨髓水肿像可用于定位新鲜骨折椎体和确定椎体强化术的“责任椎”,但有些患者不宜接受磁共振成像检查,而且磁共振检查费用昂贵,检查过程长,患者难以坚持。SPECT 对于诊断新鲜椎体压缩骨折具有较高的敏感度,但特异性较低,单纯从骨骼异常浓聚表现上难以准确鉴别肿瘤、炎症、坏死等病变。近年来,骨密度测量技术发展迅

表 1 各组年龄、身高、体重及骨密度比率比较($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of age, height, weight, and bone mineral density ratio between each group($\bar{x} \pm s$)

组别	年龄(岁)	身高(m)	体重(kg)	骨密度比率(%)
A 组(n=20)	69.5 ± 5.4	1.57 ± 0.06	51.6 ± 3.9	92.8 ± 4.5
B 组(n=43)	71.9 ± 6.0	1.57 ± 0.05	52.0 ± 4.6	94.7 ± 8.5
C 组(n=13)	73.7 ± 6.7	1.59 ± 0.06	52.3 ± 4.9	105.4 ± 10.5
D 组(n=10)	71.8 ± 7.3	1.58 ± 0.04	53.0 ± 4.3	121.5 ± 12.8
F 值	1.315	0.246	0.267	34.839
P 值	>0.05	>0.05	>0.05	<0.05

速,特别是双能 X 线吸收法以其准确度和精确度高、照射剂量低、扫描时间短、调节稳定等优点广泛地应用于临床。由于 X 射线具有差别吸收的特性,即 X 射线在穿过不同物体的时候,不同密度的组织对 X 线的吸收量不同。根据这个特性就可以对被穿过的物体成像或检测其密度。35 keV 的 X 线能量对软组织的成像分辨力最高,75 keV 的 X 线能量对骨组织的成像分辨力最高。双能 X 线骨密度仪是利用高、低两种能量在 X 线穿透人体,在软组织上差异较小,在骨组织上差异较大,由相应的探头接受计数,经计算机处理,让高、低能量的计数相减,消去软组织计数,剩下骨组织计数,再由计数方程计算而得到骨密度。基于 DXA 的双能数字 X 线摄影技术可以提供骨骼的几何结构信息,为更全面地评价骨骼创造了条件^[4],Schousboe 等^[5]、Faulkner 等^[6]均采用椎体骨折评估评价椎体骨折。Genant 半定量法是通过视觉进行分级判断,是评估椎体骨折最常用的方法之一^[7-8]。6 点定量法则是通过测量椎体高度来评估骨折。两种方法均是依据侧位椎体形态的改变分析是否有骨折,并未对椎体性质进行分析。

目前,临床上双能 X 线骨密度测定仪测定骨密度常用于骨质疏松症的诊断。但对于椎体骨折愈合过程中骨痂骨矿含量测定的研究很少。椎体大部分由松质骨组成,松质骨骨折后,通过在断裂间隙内堆积新骨来修复骨小梁,Diamond 等^[9]对骨质疏松性骨折进行了组织形态计量学的研究,在不同阶段骨折在椎体内的反应不一样,并将其分为 3 个阶段:初期(0~3 w),主要是骨坏死及肉芽组织;中期(3~6 w),以骨痂形成为主;晚期(大于 6 w),包含编织骨的形成及骨的塑形。由结果可知,椎体骨折愈合中,“责任椎”骨密度随病程增加呈上升趋势(图 5)。分析有以下原因:①椎体骨折端骨基质形成后骨盐沉积,骨折端组织的矿化导致局部骨量和骨密度的增加;②OVCFs 患者未严格保守治疗,站立、负重等原因加重椎体松质骨嵌插程度使椎体密度增加。但从统计结果可知,对照组与新鲜骨折组的差异无统计学意义,说明椎体骨折导致的松质骨嵌插并非主要原因,Iida 等^[10]认为骨愈合组织的形成增加了骨折处的骨密度。在临床工作中,笔者也发现大于 3~6 w 的陈旧性椎体骨折在“C”臂机透视下灰度高于邻近椎体。正常腰椎的 DEXA 骨密度测量值从上至下呈增加趋势^[11]。因此,笔者认为当椎体骨密度较邻近的下一椎体明显增高时,该椎体

为异常椎体。结合临床症状、体征及椎体形态学上的改变,可以定位该椎体为“责任椎”。但用双能 X 线骨密度仪定位“责任椎”也存在局限性,因为 DXA 测量的是面积骨密度^[12],并不能反映真正的三维骨密度。而且骨密度感兴趣区的测量容易受到退行性变的影响,可导致腰椎骨密度测量值升高^[13],本研究中,D 组患者均经磁共振成像明确诊断为陈旧性腰椎骨折不愈合,因此缺少与磁共振成像结果对比研究,在往后的研究中将加入对比研究以进一步确定双能 X 线的准确性及优势。

综上所述,使用双能 X 线骨密度仪对陈旧性椎体压缩性骨折进行定性分析,并运用其结果进行“责任椎”的术前定位尚存在局限性,如联合进行椎体骨折评估可增加定位的可靠性。DXA 技术以其测量简便、快速、敏感性高等优点,不失为一种术前定位陈旧性椎体骨折的好方法,值得在临床推广。

【参 考 文 献】

- [1] Irani FG, Morales JP, Sabharwal T, et al. Successful treatment of a chronic post-traumatic 5-year-old osteoporotic vertebral compression fracture by percutaneous vertebroplasty. *British Journal of Radiology*, 2005, 78(927):261-364.
- [2] 李勇刚,王仁法,黄晓琳,等. 磁共振成像在椎体骨折与康复评估中的临床应用. *中华物理医学与康复杂志*, 2004, 26(3):176-179.
Li YG, Wang RF, Huang XL, et al. Application of MRI in diagnosis of vertebral body fracture and its healing. *Chinese Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2004, 26(3):176-179. (in Chinese)
- [3] 王晨光,肖湘生,沈天真,等. 椎体骨折及愈合的磁共振成像. *中华骨科杂志*, 1997, 17(4):255-257.
Wang CG, Xiao XS, Shen TZ, et al. Vertebral fracture and healing of magnetic resonance imaging. *Chin J Orthop*, 1997, 17(4):255-257. (in Chinese)
- [4] Tahvanainen PS, Lammintausta E, Pulkkinen P, et al. Dual-energy digital radiography for the assessment of bone mineral density. *Acta Radiologica*, 2010, 51(51):543-548.
- [5] Schousboe JT, Debold CR, Bowles C, et al. Prevalence of vertebral compression fracture deformity by X-ray absorptiometry of lateral thoracic and lumbar spines in a population referred for bone densitometry. *Journal of Clinical Densitometry*, 2002, 5(3):239-246.
- [6] Faulkner KG, Barden HS, Weynand L, et al. Frequency of spine fractures assessed with LVA in normal, osteopenic, and osteoporotic postmenopausal women. *J Bone Miner Res*, 2002, 17(Suppl 1):110.
- [7] El MA, Rezqi A, Mounach A, et al. Vertebral fractures and abdominal aortic calcification in postmenopausal women: A cohort study. *Bone*, 2013, 56(1):213-219.

- [8] Borges CN, de Almeida JM, Lima D, et al. Prevalence of morphometric vertebral fractures in old men and the agreement between different methods in the city of Recife, Brazil. *Rheumatology International*, 2014, 34(10):1387-1394.
- [9] Diamond TH, Clark WA, Kumar SV. Histomorphometric analysis of fracture healing cascade in acute osteoporotic vertebral body fractures. *Bone*, 2007, 40(3):775-780.
- [10] Iida Y, Kuroda T, Kitano T, et al. DEXA-measured bone density changes over time after intertrochanteric hip fractures. *Kobe Journal of Medical Sciences*, 2000, 46(1-2):1-12.
- [11] 张昕,王峻,苏晋生,等. 定量 CT 与双能 X 线吸收测定仪测量腰椎各椎体间骨密度差异性研究. *中国医学影像学杂志*, 2011, 19(12):884-886.
- Zhang X, Wang J, Su JS, et al. Differences of BMD between lumbar vertebrae measured by QCT and DXA. *Chin J Med Imaging*, 2011, 19(12): 884-886. (in Chinese)
- [12] 吕俊峰,吕文秀,韩雪立,等. 长春地区正常人股骨颈骨密度测量(附 436 例 QCT 测量分析). *中国老年学杂志*, 2006, 26(8): 1064-1065.
- Lv JF, Lv WX, Han XL, et al. Measurement of bone mineral density in femoral neck of normal subjects in Changchun area (Analysis of 436 Cases with QCT). *Chinese Journal of Gerontology*, 2006, 26(8): 1064-1065. (in Chinese)
- [13] 余卫,秦明伟,张燕,等. 腰椎退行性骨关节病对骨密度测定的影响. *中华放射学杂志*, 2002, 36(3):245-248.
- Yu W, Qin MW, Zhang Y, et al. Lumbar degenerative osteoarthritis of bone mineral density measurement. *Chin J Radiol*, 2002, 36(3): 245-248. (in Chinese)
- (收稿日期: 2016-11-24;修回日期:2017-01-08)

(上接第 878 页)

- [13] Nadir MA, Szwejkowski BR, Witham MD. Vitamin D and cardiovascular prevention. *Cardiovasc Ther*, 2010, 28(4): 5-12.
- [14] 彭岳文,刘芳,古振,等. 岳阳地区 50 岁以上人群 25 羟维生素 D 水平及其与骨密度的关系. *中国骨质疏松杂志*, 2013, 19(7):686-690.
- Peng YW, Liu F, Gu Z, et al. Serum level of 25-hydroxyvitamin D and its correlation with bone mineral density in population above 50 years old in Yueyang. *Chin J Osteopor*, 2013, 19(7):686-690. (in Chinese)
- [15] 张萌萌,马倩倩,毛未贤,等. 2067 例 20~89 岁健康女性 25(OH)D₃ 水平影响因素及其与骨密度的相关性研究. *中国妇幼保健*, 2015, 30(20):3381-3383.
- Zhang MM, Ma QQ, Mao WX, et al. Study on the influencing factors of 25(OH)D₃ levels in 2067 healthy women aged 20-89 years old and its correlation with bone mineral density. *Maternal and Child Health Care of China*, 2015, 30(20):3381-3383. (in Chinese)
- [16] Wijenayaka AR, Kogawa M, Lim HP, et al. Sclerostin stimulates osteocyte support of osteoclast activity by a RANKL—dependent pathway. *PLoS One*, 2011, 6(10): e25900.
- [17] Zhou YJ, Li A, Song YL, et al. Role of sclerostin in the bone loss of postmenopausal Chinese women with type 2 diabetes. *Chin Med Sci*, 2013, 28(3):135-139.
- [18] Mirza FS, Padhi ID, Raisz LG, et al. Serum sclerostin levels negatively correlate with parathyroid hormone levels and free estrogen index in postmenopausal women. *Clin Endocrinol Metab*, 2010, 95(4): 1991-1997.
- [19] Costa AG, Cremers S, Rubin MR, et al. Circulating sclerostin in disorders of parathyroid gland function. *Clin Endocrinol Metab*, 2011, 96(12):3804-3810.
- (收稿日期: 2017-01-03;修回日期:2017-02-27)