

· 临床论著 ·

复合骨水泥椎体成形治疗骨量减少胸腰椎骨折[△]

赵加庆, 赵子豪, 于先凯, 耿晓鹏*

(滨州医学院附属医院, 山东滨州 256600)

摘要: [目的] 探讨磷酸钙复合骨水泥椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)治疗骨量减少型胸腰椎骨折的疗效。[方法] 回顾性分析本科2018年1月—2019年12月收治的69例骨量减少型胸腰椎骨折患者的临床资料,依据医患沟通结果,32例采用复合骨水泥PVP,37例采用保守治疗。比较两组临床与影像资料。[结果] PVP组均顺利完成手术,术中发生2例椎间隙渗漏。69例患者平均随访(14.01±1.12)个月,PVP组恢复下地行走时间及完全负重时间均明显早于保守组($P<0.05$)。随时间推移,两组治疗后VAS及ODI评分均显著降低($P<0.05$),JOA评分均显著升高($P<0.05$)。治疗后6个月PVP组上述指标均优于保守组($P<0.05$),但末次随访时两组间VAS、ODI及JOA评分差异均已无统计学意义($P>0.05$)。影像方面,与治疗前相比,治疗6个月后及末次随访时PVP组伤椎前缘高度显著增加($P<0.05$),而局部Cobb角明显减小($P<0.05$);相比之下,与治疗前相比,治疗6个月后和末次随访时保守组伤椎前缘高度显著降低($P<0.05$),而局部Cobb角显著增大($P<0.05$)。而治疗后相应时间点,PVP组上述影像指标均显著优于保守组($P<0.05$)。[结论] 对于骨量减少型胸腰椎骨折患者,磷酸钙复合骨水泥PVP是一种安全可靠的治疗方式,可迅速减轻骨折疼痛,恢复更快且无需长期卧床。

关键词: 骨量减少, 胸腰椎骨折, 磷酸钙复合骨水泥, 椎体成形术, 保守治疗

中图分类号: R683.2 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478(2022)16-1457-05

Percutaneous vertebroplasty with calcium phosphate composed bone cement for single-segment thoracolumbar fracture in osteopenia // ZHAO Jia-qing, ZHAO Zi-hao, YU Xian-kai, GENG Xiao-peng. Affiliated Hospital, Binzhou Medical College, Binzhou 256600, China

Abstract: [Objective] To investigate the clinical efficacy of percutaneous vertebroplasty (PVP) with calcium phosphate composed bone cement for single-segment thoracolumbar compression fracture in osteopenia. [Methods] A retrospective study was conducted on 69 patients who were hospitalized in our department for single-segment thoracolumbar fracture in osteopenic condition from January 2018 to December 2019. According to doctor-patient communication, 32 patients received composite bone cement PVP, while the other 37 patients received conservative treatment (the CT group). The clinical and imaging data of the two groups were compared. [Results] All the patients in the PVP group had operation performed successfully despite of 2 cases of intervertebral leakage occurred during operation, whereas all those in the CT group had no adverse reaction during the therapy. All the 69 patients were followed up for (14.01±1.12) months on an average. The PVP group resumed walking, and full weight-bearing activity significantly earlier than the CT group ($P<0.05$). The VAS and ODI scores significantly decreased ($P<0.05$), whereas JOA scores significantly increased over time in both groups ($P<0.05$), which in PVP group proved significantly superior to the CT group at 6 months after treatment ($P<0.05$), whereas became not statistically significant between them at the last follow-up ($P>0.05$). Radiographically, the PVP group got a significant increase of the anterior height of injured vertebrae, while a significant decrease of local kyphotic Cobb's angle at 6 months and at the latest follow-up compared with those before treatment ($P<0.05$). However, the CT group got significantly reverse variations in the anterior vertebral body height and local kyphotic Cobb's angle among the time points compared with the PVP group ($P<0.05$). At corresponding time points after treatment, the PVP group was significantly superior to the CT group in abovesaid image indexes ($P<0.05$), regardless of the fact that no statistically significant differences in the radiographic parameters were noticed before treatment. [Conclusion] Calcium phosphate composed bone cement PVP is a safe and reliable treatment for single-segment thoracolumbar fracture in the osteopenic condition, which relieve pain quickly, recover function faster without long-term bed rest.

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.16.04

△基金项目:山东省自然科学基金资助项目(编号:ZR2017LH020)

作者简介:赵加庆,滨州医学院在读硕士研究生,研究方向:脊柱外科,(电话)15677081550,(电子信箱)1627999428@qq.com

*通信作者:耿晓鹏,(电话)15553365885,(电子信箱)gengxiaopeng1970@163.com

Key words: osteopenia, thoracolumbar fracture, calcium phosphate composed bone cement, percutaneous vertebroplasty, conservative treatment

骨质疏松症 (osteoporosis, OP) 是以骨量减少、骨脆性增加及骨结构支撑减少为特征的一种疾病, 好发于 60 岁以上的老年人^[1, 2]。通过定量计算机断层照相术 (quantitative computed tomography, QCT) 检测, 当骨密度 (bone mineral density, BMD) 低于 80 mg/cm³ 时才被定义为 OP, 当 BMD 80~120 mg/cm³ 时仅为骨量减少, 虽然低于正常, 但尚不足以诊断为 OP^[3]。骨质疏松椎体压缩性骨折 (osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF) 特指低能量损伤因素下继发于 OP 的椎体骨折, 是 OP 最常见的并发症之一^[1]。椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 的手术适应证之一便是 OVCF, 可有效缓解椎体骨折疼痛、恢复骨折椎体高度和强度, 已经成为治疗 OVCF 的常用微创手术^[4-5]。

很多在轻微伤下出现胸腰椎骨折的患者, 其年龄不足 60 岁, BMD 仅为骨量减少。此类患者既不可诊断为 OP, 骨折类型又非 OVCF, 也达不到 PVP 手术指征, 建议保守治疗^[5]。但保守治疗骨折疼痛时间较长, 还需严格长期卧床制动, 而且在伤椎高度恢复上欠佳, 甚至会进行性下降, 造成严重的后凸畸形^[6, 7]。临床上经常会遇到不耐受长期卧床或者保守治疗一段时间后疼痛仍较剧烈的患者, 此类患者更期待一种恢复快、无需长期卧床的治疗方式。对处于 OP 确诊边缘及 PVP 手术指征边缘的, 不耐受保守治疗或保守治疗失败的骨量减少型胸腰椎骨折患者, 为减轻其骨折带来的痛苦, 作者将单纯的骨水泥改用自固化磷酸钙人工骨及骨水泥混合物, 以探索 PVP 治疗骨量减少型胸腰椎骨折的疗效。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 单一胸腰椎压缩性骨折; (2) 年龄 50~60 岁, BMD 80~120 mg/cm³; (3) VAS 评分 \geq 4 分; (4) 不耐受长期卧床或保守治疗失败者。

排除标准: (1) 有脊髓及神经损伤表现; (2) 爆裂性骨折; (4) 椎体后壁不完整; (4) OVCF。

1.2 一般资料

回顾性分析 2018 年 1 月—2019 年 12 月本科收治单一胸腰椎压缩骨折患者, 共 69 例符合上述标准, 纳入本研究。向患者及家属说明手术治疗及保守

治疗的相对优缺点, 由患者及家属选择治疗方式。按治疗方式分为两组, 其中, PVP 组 32 例; 保守组 37 例。患者一般资料见表 1, 两组年龄、性别、体质指数 (body mass index, BMI)、病程、BMD、伤椎部位的差异均无统计意义 ($P>0.05$)。本研究已获得医院伦理委员会批准, 所有患者均知情同意。

表 1 两组患者术前一般资料与比较

指标	PVP 组 (n=32)	保守组 (n=37)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	56.75 \pm 0.84	56.65 \pm 0.89	0.630
性别 (例, 男/女)	10/22	14/23	0.567
BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	26.54 \pm 1.05	26.39 \pm 0.97	0.551
病程 (d, $\bar{x} \pm s$)	8.63 \pm 4.03	8.22 \pm 3.96	0.673
BMD (mg/cm ³ , $\bar{x} \pm s$)	92.14 \pm 3.73	92.88 \pm 3.63	0.413
部位 (例, 胸椎/腰椎)	13/19	16/21	0.827

1.3 治疗方法

PVP 组: 取俯卧过伸位后局麻, 透视定位后于穿刺点取长约 0.5 cm 切口, 在 C 形臂 X 线机透视下将旋转穿刺针逐层穿过伤椎椎弓根后进入椎体; 插入导针后拔出穿刺针, 置入工作套管, 取出导针后实心椎体钻入伤椎椎体前 1/3 处; 4 g 自固化磷酸钙人工骨 (上海瑞邦生物材料有限公司) 配 20 g 骨水泥 (上海瑞邦生物材料有限公司), 倒入液剂均匀搅拌后得到磷酸钙骨水泥混合物; 待混合物成糊状后取出实心椎体钻, 向椎体内分次逐管注入混合物, 多次透视直至混合物弥散满意, 待混合物彻底聚合后取出工作套管, 冲洗止血关闭切口后结束手术, 佩戴腰围后返回病房。术后服用下述药物治疗。

保守组: 腰背部软垫垫高, 严格佩戴腰围卧床制动 3 个月, 服用一个疗程 (3 个月) 骨化三醇软胶囊 (青岛正大制药有限公司, 国药准字, H20030491), 口服, 0.5 μ g/d; 金天格胶囊 (西安金花企业股份有限公司, 国药准字: Z20030080), 口服, 3.6 g/d。卧床期间鼓励踝泵运动、咳嗽、适当腰背肌锻炼, 严禁弯腰。保守中期佩戴腰围合理下床活动, 保守 3 个月视情况摘除腰围完全负重活动。

1.4 评价指标

记录两组围治疗期资料。采用完全负重时间、疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 及

日本骨科协会评估治疗分数 (Japanese Orthopaedic Association scores, JOA) 评估临床效果。行影像检查, 通过 QCT 测量 BMD 值; 标准侧位 X 线片上测量伤椎前缘高度及局部 Cobb 角。

1.5 统计学方法

应用 SPSS 25.0 统计软件进行分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 资料符合正态分布时, 组间比较采用独立样本 t 检验, 组内比较采用单因素方差分析; 资料不符合正态分布时, 采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或校正 χ^2 检验; 等级资料比较采用 Mann-Whitney U 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围治疗期情况

PVP 组均顺利完成手术, 无神经损伤、肺栓塞及死亡病例。平均手术时间 (32.03 ± 2.50) min。术后发生 2 例椎间隙渗漏, 均无临床症状。保守组治疗期间无不良反应。两组临床资料见表 2, PVP 组术后 3 d VAS 评分明显低于保守组 ($P < 0.05$)。PVP 组下地行走时间明显早于保守组 ($P < 0.05$)。

2.2 随访结果

69 例患者均获随访, 平均随访时间 (14.01 ± 1.12) 个月。临床资料见表 2, PVP 组恢复完全负重时间显著早于保守组 ($P < 0.05$)。随时间推移, 两组治疗后 VAS 及 ODI 评分均显著降低 ($P < 0.05$), JOA 评分均显著升高 ($P < 0.05$)。治疗前两组间 VAS、ODI 及 JOA 评分差异均无统计意义 ($P > 0.05$), 治疗后 6 个月 PVP 组上述指标均优于保守组 ($P < 0.05$), 但未次随访时两组间 VAS、ODI 及 JOA 评分差异均已无统计学意义 ($P > 0.05$)。至末次随访, 两组患者均无伤椎再骨折及相邻椎体骨折等并发症出现。

2.3 影像评估

两组影像评估结果与比较见表 3。与治疗前相比, 治疗 6 个月后及末次随访时 PVP 组伤椎前缘高度显著增加 ($P < 0.05$), 而局部后凸 Cobb 角明显减小 ($P < 0.05$)。与治疗前相比, 治疗 6 个月后和末次随访时保守组伤椎前缘高度显著降低 ($P < 0.05$), 而局部 Cobb 角显著增大 ($P < 0.05$)。末次随访时两组伤椎前缘高度轻微丢失, 局部 Cobb 角轻微增大, 但与 6 个月时相比差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

两组间比较, 治疗前伤椎前缘高度及局部 Cobb 角差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 而治疗后相应时间点, PVP 组上述影像指标均显著优于保守组 ($P <$

0.05)。典型病例影像见图 1、2。



图 1 患者, 女, 57 岁, T₁₂ 压缩骨折, 行 PVP 术治疗 1a: 术前 X 线片示 T₁₂ 前缘高度降低, 局部轻度后凸 1b: 术后 6 个月 X 线片示伤椎前缘高度及局部 Cobb 角较前恢复 1c: 末次随访时 X 线片示伤椎前缘高度较术后 6 个月轻微丢失, 局部 Cobb 角轻微增大

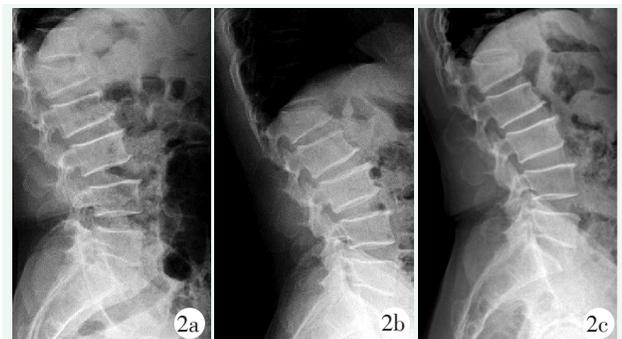


图 2 患者, 男, 57 岁, L₁ 压缩骨折, 行保守治疗 2a: 治疗前 X 线片示 L₁ 前缘高度明显降低, 局部后凸 2b: 治疗后 6 个月 X 线片示伤椎前缘高度较前降低, 局部 Cobb 角增大 2c: 末次随访时伤椎前缘高度较治疗 6 个月时有轻微丢失, 局部 Cobb 角仍有轻微增大

3 讨论

如果严格按照 OP 诊断标准, 骨量减少型胸腰椎骨折并不能归于 OVCF。但国外有学者认为, 确诊 OP 不能单纯依赖 BMD 值, 建议扩大 OP 的诊断标准, 50 岁以上的骨折风险高的骨量减少型个体也应在诊断范围内^[8-11]。既然 OP 可以放宽诊断标准, 那么 OVCF 诊断标准和 PVP 手术适应证也就相应放宽, 而且也有学者建议扩大 PVP 手术适应证^[4]。

国内常用的骨水泥主要成分为聚甲基丙烯酸甲酯, 其固化前黏度低有流动性, 易于灌注; 固化后能强化支撑伤椎, 是 PVP 中最常用的填充物^[12, 13]。而且此成分在聚合过程中能够释放大热量, 可破坏伤椎内的末梢神经和炎性因子, 从而达到迅速止痛效

果^[14]。这也是在急性疼痛的缓解上，保守治疗不如 PVP 的主要原因。自固化磷酸钙人工骨主要成分是磷酸钙，有报道称磷酸钙与骨骼矿物成分相似，有潜在的可吸收性，从而促进骨骼重塑和骨骼生长^[15]。还有报道称磷酸钙与骨水泥混合后较单纯骨水泥有更好的弹性模量，还可诱导新骨形成^[16]。作者将人工骨混于骨水泥中，依靠伤椎内松质骨与附着于骨水泥表面的人工骨降解融合后，使骨水泥与松质骨的嵌合作用更加密切，旨在更好地恢复伤椎强度。PVP 通过混合物填充增加伤椎容积来抬高终板恢复伤椎高度

和局部 Cobb 角，因此 PVP 在伤椎高度及局部 Cobb 角恢复上优于保守治疗^[17]。本研究末次随访时，两组患者伤椎高度轻微丢失，局部 Cobb 角轻微增大，这可能与骨量自然丢失或行 X 线检查时姿势不正有关。骨水泥漏是 PVP 最常见的并发症，多与骨折程度及终板皮质碎裂塌陷有关^[18, 19]，此外，作者还认为过度追求恢复高度，大剂量注入反而增大了骨折线的宽度，也会增加骨水泥从骨折缝隙中渗漏出伤椎的概率。

表 2 两组患者临床结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	时间点	PVP 组 (n=32)	保守组 (n=37)	P 值
下地行走时间 (d)		1.34±0.48	41.70±10.07	<0.001
完全负重时间 (周)		2.47±0.69	9.98±1.54	<0.001
VAS 评分 (分)	治疗前	6.75±0.44	6.70±0.46	0.667
	治疗 3 d	3.28±0.46	6.49±0.51	<0.001
	治疗 6 个月	1.88±0.49	2.14±0.42	0.021
	末次随访	1.31±0.47	1.49±0.51	0.144
	P 值	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)	治疗前	65.31±2.35	64.86±3.38	0.522
	治疗 6 个月	19.92±1.85	22.70±1.60	<0.001
	末次随访	14.61±1.92	15.27±1.75	0.139
	P 值	<0.001	<0.001	
JOA 评分 (分)	治疗前	9.38±0.71	9.65±0.68	0.105
	治疗 6 个月	24.94±0.67	24.43±0.69	0.003
	末次随访	27.41±0.84	27.05±0.74	0.069
	P 值	<0.001	<0.001	

表 3 两组患者影像测量结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	PVP 组 (n=32)	保守组 (n=37)	P 值
伤椎前缘高度 (cm)			
治疗前	2.23±0.08	2.25±0.07	0.188
治疗 6 个月	2.84±0.13	1.98±0.10	<0.001
末次随访	2.81±0.14	1.93±0.09	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	
局部 Cobb 角 (°)			
治疗前	13.31±0.67	13.55±0.65	0.133
治疗 6 个月	6.79±0.23	14.23±0.58	<0.001
末次随访	6.91±0.26	14.38±0.60	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	

低能量损伤造成的胸腰椎骨折往往建议保守治疗，有报道称严格保守治疗也能获得较好的治疗效果^[20]。本研究结果显示，末次随访时两组 VAS 评分

虽无明显差异，但保守治疗仅靠骨折自然愈合来减轻疼痛，早期疼痛较重，而且需要长期卧床制动伤椎，亦增加患者痛苦。在功能恢复上，虽然末次随访时保守组 ODI 及 JOA 评分与 PVP 组无明显差异，但保守组伤椎前缘高度较治疗前有丢失、局部 Cobb 角较治疗前增大，而 PVP 组伤椎前缘高度及局部 Cobb 角却得到了明显改善。这是由于保守治疗无外力作用于伤椎，仅靠软垫的体位复位作用较弱，而且部分患者不耐受长期卧床，依从性较差，疼痛稍减轻便弯腰下地，使得伤椎高度进一步丢失^[6, 7]。而且保守治疗难以纠正后凸畸形，使得脊柱正常应力传导改变，甚至发生矢状位失衡，导致顽固性腰背疼痛，增加椎体退变加速、伤椎再骨折及邻近椎体骨折的远期风险^[21-23]。更有学者表示保守治疗无法即刻恢复椎体强度，长期卧床无法恢复脊柱正常序列，甚至会使得骨量进一步丢失，造成骨折愈合不良甚至不愈合^[24, 25]。

综上所述,对于骨量减少型胸腰椎骨折患者,磷酸钙复合骨水泥 PVP 是一种安全可靠的治疗方式,可迅速减轻骨折疼痛,无需长期卧床,可有效恢复椎体高度及局部 Cobb 角。由于随年龄增长骨量的自然丢失是不可避免的,所以无论 PVP 治疗还是保守治疗都应建议患者定期复查 BMD,并根据结果指导抗骨质疏松治疗,从而预防伤椎再骨折或邻近椎体骨折。本研究的局限性:样本量较少;长期疗效以及远期并发症仍需进一步随访。

参考文献

- [1] Long Y, Yi W, Yang D. Advances in vertebral augmentation systems for osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *Pain Res Manag*, 2020, 2020: 3947368.
- [2] 马远征, 王以朋, 刘强, 等. 中国老年骨质疏松症诊疗指南 (2018) [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2018, 24 (12): 1541-1567.
- [3] 程晓光, 徐文坚, 吴艳, 等. 骨质疏松的影像学与骨密度诊断专家共识 [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2020, 26 (9): 1249-1256.
- [4] Wang H, Sribastav SS, Ye F, et al. Comparison of percutaneous vertebroplasty and balloon kyphoplasty for the treatment of single level vertebral compression fractures: a meta-analysis of the literature [J]. *Pain Physician*, 2015, 18 (3): 209-222.
- [5] Yang W, Song J, Liang M, et al. Functional outcomes and new vertebral fractures in percutaneous vertebroplasty and conservative treatment of acute symptomatic osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *World Neurosurg*, 2019, 131: e346-e352.
- [6] 王复案, 陈允震. 骨质疏松性椎体压缩性骨折诊疗现状及其对策 [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2019, 25 (5): 590-594, 599.
- [7] Hoyt D, Urits I, Orhurhu V, et al. Current concepts in the management of vertebral compression fractures [J]. *Curr Pain Headache Rep*, 2020, 24 (5): 16.
- [8] Siris ES, Adler R, Bilezikian J, et al. The clinical diagnosis of osteoporosis: a position statement from the national bone health alliance working group [J]. *Osteoporos Int*, 2014, 25 (5): 1439-1443.
- [9] Adams J, Wilson N, Hurkmans E, et al. 2019 EULAR points to consider for non-physician health professionals to prevent and manage fragility fractures in adults 50 years or older [J]. *Ann Rheum Dis*, 2021, 80 (1): 57-64.
- [10] Prost S, Pesenti S, Fuentes S, et al. Treatment of osteoporotic vertebral fractures [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2021, 107 (1S): 102779.
- [11] Khan M, Kushchayev SV. Percutaneous vertebral body augmentations: the state of art [J]. *Neuroimaging Clin N Am*, 2019, 29 (4): 495-513.
- [12] 张嘉. 骨质疏松性椎体骨折的微创强化治疗 [J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2021, 14 (5): 350-354.
- [13] Kushchayev SV, Wiener PC, Teytelboym OM, et al. Percutaneous vertebroplasty: a history of procedure, technology, culture, specialty, and economics [J]. *Neuroimaging Clin N Am*, 2019, 29 (4): 481-494.
- [14] Zuo XH, Zhu XP, Bao HG, et al. Network meta-analysis of percutaneous vertebroplasty, percutaneous kyphoplasty, nerve block, and conservative treatment for nonsurgery options of acute/subacute and chronic osteoporotic vertebral compression fractures (OVCFs) in short-term and long-term effects [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97 (29): e11544.
- [15] Palmer I, Nelson J, Schatton W, et al. Biocompatibility of calcium phosphate bone cement with optimized mechanical properties [J]. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 2016, 104 (2): 308-315.
- [16] 李胜凯, 李涛, 魏超, 等. 磷酸钙/聚甲基丙烯酸甲酯复合骨水泥与聚甲基丙烯酸甲酯骨水泥生物力学性能的对照 [J]. *中国组织工程研究*, 2022, 26 (16): 2461-2466.
- [17] 杨柳, 杜建伟. 椎体增强术中降低骨水泥渗漏率的措施 [J]. *中国组织工程研究*, 2022, 26 (22): 3598-3601.
- [18] Zhang K, She J, Zhu YD, et al. Risk factors of postoperative bone cement leakage on osteoporotic vertebral compression fracture: a retrospective study [J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16 (1): 183.
- [19] Zhu SY, Zhong ZM, Wu Q, et al. Risk factors for bone cement leakage in percutaneous vertebroplasty: a retrospective study of four hundred and eighty five patients [J]. *Int Orthop*, 2016, 40 (6): 1205-1210.
- [20] 邱贵兴. 老年骨质疏松性骨折的治疗策略 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2015, 1 (1): 1-5.
- [21] 章文杰, 许晓光, 叶嘉靖, 等. 骨质疏松性椎体骨折伴脊柱后凸畸形的手术治疗 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24 (8): 702-705.
- [22] 张义龙, 任磊, 孙志杰, 等. 椎体成形后新发椎体压缩骨折: 与骨质疏松及脊柱矢状位序列失衡有关 [J]. *中国组织工程研究*, 2016, 20 (35): 5263-5269.
- [23] 王俊魁, 刘宏建, 寇红伟, 等. 胸腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折患者脊柱-骨盆矢状位参数的研究 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26 (5): 408-414, 427.
- [24] 王翀, 李京, 田征, 等. 经皮椎体成形术与非手术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的 Meta 分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2014, 22 (6): 493-498.
- [25] 王志鹏, 张晓刚, 李元贞, 等. 经皮椎体后凸成形术与保守治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的荟萃分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (4): 336-341.

(收稿:2022-01-01 修回:2022-06-15)

(同行评议专家: 崔新刚 张喜善)

(本文编辑: 闫承杰)