

· 临床论著 ·

# 骨质疏松性椎体压缩骨折网袋成形是否手法复位比较<sup>△</sup>

罗世科, 钟睿, 何本祥, 熊小明, 王传恩\*, 但晶, 李井泉

(成都体育学院附属体育医院, 四川成都 610041)

**摘要:** [目的] 比较网袋成形术 (vesselplasty, VP) 治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折 (osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF) 是否手法复位的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2020 年 7 月—2022 年 4 月本院采用 VP 治疗 OVCF 65 例患者的临床资料。根据医患沟通结果, 31 例 VP 术前进行手法复位 (复位组), 34 例术前未进行手法复位 (未复位组)。比较两组围手术期、随访及影像结果。[结果] 所有患者手术均顺利完成, 无严重并发症发生。复位组手术时间 [(31.4±6.7) min vs (38.9±13.0) min,  $P=0.006$ ]、骨水泥渗漏率 (22.6% vs 58.8%,  $P=0.003$ ) 显著优于未复位组, 两组术中透视次数、骨水泥注入量、下地行走时间、住院时间、住院费用差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。所有患者均获得 1 年以上随访, 两组完全负重活动时间的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。术后随时间推移, VAS 和 ODI 评分均显著减少 ( $P<0.05$ ), 相应时间点, 两组间上述指标的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。影像方面, 与术前相比, 术后两组局部 Cobb 角、椎体前缘高度均显著改善 ( $P<0.05$ ), 相应时间点, 两组间局部 Cobb 角、椎体前缘高度的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。[结论] VP 联合手法复位在骨质疏松性椎体压缩性骨折的治疗中能更好地降低骨水泥渗漏率, 缩短手术时间。

**关键词:** 骨质疏松椎体压缩性骨折, 手法复位, 网袋成形术, 骨水泥渗漏

中图分类号: R683.2

文献标志码: A

文章编号: 1005-8478 (2024) 02-0139-06

**Vesselplasty for osteoporotic vertebral compression fractures with or without manual reduction // LUO Shi-ke, ZHONG Rui, HE Ben-xiang, XIONG Xiao-ming, WANG Chuan-en, DAN Jing, LI Jing-quan. Sports Hospital, Chengdu Sports College, Chengdu 610041, China**

**Abstract:** [Objective] To compare the clinical efficacy of vesselplasty (VP) with or without manual reduction for osteoporotic vertebral compression fracture (OVCF). [Methods] A retrospective study was done on 65 patients who underwent VP for OVCF in our hospital from July 2020 to April 2022. According to doctor-patient communication, 31 patients had manual reduction conducted, followed by the VP (the reduction group), while the other 34 patients underwent VP without manual reduction before surgery (the non-reduction group). The documents regarding to perioperative period, follow-up and images were compared between the two groups. [Results] All patients were successfully operated on without serious complications. The reduction group proved significantly superior to the non-reduction group in terms of operation time [(31.4±6.7) min vs (38.9±13.0) min,  $P=0.006$ ] and the bone cement leakage rate (22.6% vs 58.8%,  $P=0.003$ ), although there were no significant differences in intraoperative fluoroscopy times, bone cement injection amount, postoperative ambulation time, hospital stay and hospitalization cost between the two groups ( $P>0.05$ ). All patients were followed up for more than 1 year, and there was no significant difference in the time to resume full weight-bearing activities between the two groups ( $P>0.05$ ). The VAS and ODI scores decreased significantly over time in both groups ( $P<0.05$ ), whereas which were not statistically significant between the two groups at any time points accordingly ( $P>0.05$ ). With regard to imaging, the local kyphotic Cobb angle and anterior vertebral height were significantly improved in both groups at the latest follow-up compared with those preoperatively ( $P<0.05$ ), however, there were no statistically significant differences in the local kyphotic Cobb angle and anterior vertebral height between the two groups at any corresponding time points ( $P>0.05$ ). [Conclusion] The VP combined with manual reduction does better reduce the chance of bone cement leakage, and shorten the operative time in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures.

**Key words:** osteoporotic vertebral compression fractures, manual reduction, vesselplasty, bone cement leakage

DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2024.02.08

<sup>△</sup>基金项目: 白求恩·脊柱病理性骨折椎体强化治疗专项科研基金项目 (编号: BK-JS2020005)

作者简介: 罗世科, 主治医师, 硕士研究生, 研究方向: 脊柱与关节外科, (电话) 15390059366, (电子信箱) luoshike@126.com

\* 通信作者: 王传恩, (电话) 13628051685, (电子信箱) 420326301@qq.com

骨质疏松性椎体压缩性骨折 (osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF) 是老年人常见骨折, 更是一种致残性较高的损伤。部分患者由于各种因素导致误诊、漏诊出现腰痛伴活动受限经久不愈; 而确诊患者虽可通过绝对卧床及外固定支具来稳定椎体, 但大部分人因依从性较差最终致其疼痛难以缓解; 再则, 部分卧床患者因卧床后运动系统废用性萎缩, 出现骨质疏松加重, 致再发骨折概率不断增高, 加剧其致残、致死率。目前治疗原则以骨折复位、内外固定、功能锻炼以及持续抗骨质疏松等综合性治疗为主<sup>[1]</sup>。为减少卧床并发症, 尽早改善伤后生活质量, 椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 或椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 成为其首选方案<sup>[2]</sup>。随着该技术的普遍运用, 其并发症也逐渐被报道, 如骨水泥渗漏<sup>[3]</sup>、邻椎骨折、伤椎再骨折等<sup>[4]</sup>, 其中渗漏最为常见。而椎体周壁完整性、终板破裂与否、术式选择、压缩程度等都是渗漏的危险因素<sup>[5]</sup>。虽临床为减少渗漏采取各种措施, 但最新观察数据显示: 渗漏率仍高达 42.5%, 其中有骨皮质破裂及椎体裂隙征的更是超过 70%<sup>[6]</sup>。位置特殊的严重渗漏会引发脊髓神经根受压所致的腰腿痛<sup>[7]</sup>, 脊髓、血管及肺部栓塞等<sup>[8, 9]</sup>。因此, 骨填充网袋成形术 (vesselplasty, VP) 成为预防渗漏的最佳技术。但其椎体复位效果不佳, 所以急需整合现有治疗方法来有效恢复椎体高度、降低骨水泥渗漏率。而术前即刻手法复位结合 VP 治疗 OVCF 正好可以兼顾两者。本文回顾性分析了 2020 年 7 月—2022 年 4 月本院收治的 VP 患者 67 例, 比较是否手法复位 VP 的临床效果, 现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 有判断力, 能正常语言交流; (2) 临床表现明显疼痛, 影像检查提示单节段 OVCF; (3) 采用 VP 治疗; (4) 病历资料完整; (5) 签署知情同意书。

排除标准: (1) 非疼痛性 OVCF; (2) 伴有神经症状; (3) 伴有椎管 1/3 以上占位; (4) 伴有感染性疾病; (5) 多节段椎体压缩以及再骨折者。

### 1.2 一般资料

回顾性分析 2020 年 7 月—2022 年 4 月本院因 OVCF 行 VP 治疗的患者资料, 共 65 例患者符合上述标准, 纳入本研究。根据医患沟通结果, 31 例术前

进行手法复位 (复位组), 34 例术前未进行手法复位 (未复位组)。两组术前一般资料见表 1。两组年龄、性别、BMI、病程、部位、骨密度的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。本研究获成都体育学院附属体育医院伦理委员会批准, 所有患者均知情同意。

表 1 两组一般资料比较  
Table 1 Comparison of general information between the two groups

指标	复位组 (n=31)	未复位组 (n=34)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	75.6±8.9	71.8±9.6	0.103
性别 (例, 男/女)	7/24	9/25	0.716
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ , $\bar{x} \pm s$ )	23.0±3.7	24.1±3.0	0.177
病程 (月, $\bar{x} \pm s$ )	1.2±0.4	1.0±0.2	0.640
部位 (例, 胸椎/胸腰段/腰椎)	5/24/2	3/26/5	0.421
骨密度 (T 值, $\bar{x} \pm s$ )	-3.4±0.1	-3.4±0.1	0.887

### 1.3 手术方法

两组均采用山东冠龙公司所生产椎体成形器械和骨填充网袋, 德国贺利氏骨水泥。两组手术操作均由同一组医生完成。

复位组: 患者取俯卧位, 操作床尾端上翘, 3 名助手, 其一握持患者腋下固定双肩, 另两人握患者双踝关节, 顺势牵引 1~3 min, 术者双手掌根叠于伤椎棘突投影处, 适当下压, 同时尾端适当背伸, 避免复位时造成副损伤, 复位后的体位摆放保持伤椎局部适当过伸。标记穿刺点后行常规手术消毒铺巾, 透视下将穿刺针逐渐击打入椎体内, 使其在椎体内 1/4~1/3 处, 然后拔出针芯, 用骨钻进行钻孔直至椎体前 1/4 后拔出骨钻, 透视正位显示穿刺至椎体正中偏对侧。使用撑开器将椎体内骨质撑开后插入网袋置入器, 透视网袋位置佳后拔出针芯, 并向内推压 2~3 mm (利于网袋在椎体内撑开), 同时调和骨水泥, 于开始调骨水泥后 5 min 逐渐注入骨水泥, 透视观察骨水泥充满网袋、椎体内弥散情况及是否有渗漏。注入满意或发生严重渗漏后则停止注入, 待骨水泥完全硬化后拔出穿刺针。

未复位组: 术前不行手法复位, VP 的手术操作同上。

术返病房, 观察病情变化并及时处理并发症。术后第 2 d 在支具保护下适度下地行走, 要求佩戴支具 1 个月以上, 指导其适度腰背肌等功能锻炼<sup>[10]</sup>。应用钙剂、阿法骨化醇, 该类药物需长期规律使用<sup>[11]</sup>; 并首选口服双膦酸盐药物; 若依从性差或口服禁忌

者，可注射唑来磷酸钠；若肾功能差可使用地舒单抗<sup>[12]</sup>。约术后 1 周出院。

### 1.4 评价指标

记录围手术期资料，包括手术时间、术中透视次数、骨水泥注入量，骨水泥渗漏率、下地行走时间、住院时间、住院费用及术后早期并发症，如感染、排异反应和血栓等。采用完全负重活动时间、疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 评价临床效果。行影像学检查，测量伤椎局部后凸 Cobb 角和椎体前缘高度，观察否有再骨折、邻椎骨折等。

### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。计量数据以  $\bar{x} \pm s$  表示，资料呈正态分布时，采用单因素方差分析；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。等级资料采用 Kruskal-Wallis *H* 检验，组内比较采用多个相关资料的 Friedman 检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 围手术期情况

复位组术前复位均在 5 min 内完成，两组所有患者均顺利完成手术，早期均未出现严重并发症。两组围手术期资料见表 2。复位组的手术时间和骨水泥渗漏率显著少于未复位组 ( $P < 0.05$ )，两组术中透视次数、骨水泥注入量、下地行走时间、住院时间、住院费用差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

表 2 两组围手术期资料比较

Table 2 Comparison of perioperative data between the two groups

指标	复位组 (n=31)	未复位组 (n=34)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	31.4±6.7	38.9±13.0	<b>0.006</b>
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$ )	25.7±5.2	28.7±8.2	0.079
骨水泥注入量 (ml, $\bar{x} \pm s$ )	5.2±1.5	4.6±1.1	0.078
骨水泥渗漏 [例 (%)]	7 (22.6)	20 (58.8)	<b>0.003</b>
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	2.1±0.7	2.0±0.7	0.591
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	10.5±3.3	11.6±5.8	0.340
住院费用 (万元, $\bar{x} \pm s$ )	4.6±0.4	4.7±0.7	0.328

### 2.2 随访结果

所有患者均获得 12 个月以上随访。其中 2 例病例为同一患者因 1 年内再发骨折，并再次行 VP，第

2 次术后 1 年内未再出现严重并发症，其他患者 1 年内未出现严重并发症，术后约 3 个月均能完全自理。两组随访结果见表 3，两组完全负重活动时间的差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )，术后随时间推移，两组 VAS 评分、ODI 指数均显著减少 ( $P < 0.05$ )，相应时间点，两组间上述指标的差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

表 3 两组随访资料 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

Table 3 Comparison of follow-up documents between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

指标	复位组 (n=31)	未复位组 (n=34)	P 值
完全负重活动时间 (d)	94.7±3.1	94.4±2.3	0.661
腰痛 VAS 评分 (分)			
术前	6.7±0.7	6.5±0.7	0.309
术后 2 d	2.1±0.8	2.0±0.7	0.491
术后 6 个月	0.6±0.5	0.7±0.7	0.315
末次随访	0.3±0.5	0.3±0.5	0.994
P 值	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	
ODI 指数 (%)			
术前	53.5±2.6	52.7±2.0	0.157
术后 6 个月	14.2±1.8	14.4±2.0	0.821
末次随访	11.5±1.0	11.2±1.0	0.219
P 值	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	

### 2.3 影像评估

两组影像评估结果见表 4。与术前相比，末次随访时两组局部后凸 Cobb 角、椎体前缘高度均显著改善 ( $P < 0.05$ )。相应时间点，两组间局部后凸 Cobb 角和椎体前缘高度的差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。典型病例影像见图 1、2。

表 4 两组影像测量结果 ( $\bar{x} \pm s$ ) 比较

Table 4 Comparison of imaging data between the two groups

指标	复位组 (n=31)	未复位组 (n=34)	P 值
局部 Cobb 角 (°)			
术前	19.1±14.3	17.5±12.7	0.618
末次随访	14.9±9.2	14.0±11.0	0.702
P 值	<b>0.007</b>	<b>&lt;0.001</b>	
椎体前缘高度 (mm)			
术前	13.9±5.9	16.3±7.2	0.163
术后	19.9±4.2	19.4±5.5	0.684
P 值	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	

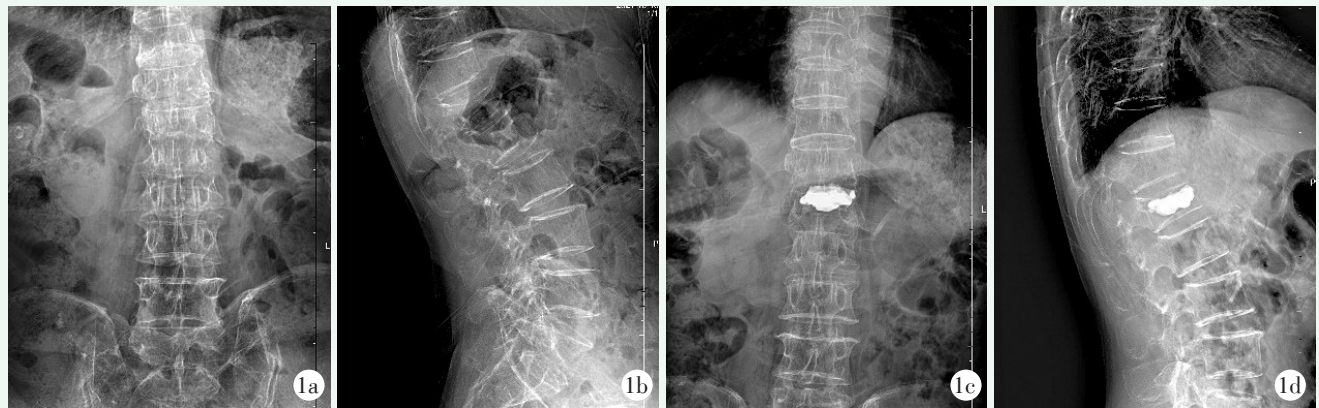


图 1 患者,男,76岁, T<sub>12</sub>椎体 OVCF,手法复位结合 VP 治疗。1a: 术前腰椎正位 X 线片示 T<sub>12</sub>椎体骨质疏松性压缩骨折; 1b: 术前腰椎侧位 X 线片测得 Cobb 角 23.7°, 椎体前缘高度 9.8 mm; 1c: 术后胸腰段正位 X 线片未见明显渗漏,骨水泥弥散散佳; 1d: 术后胸腰段侧位 X 线片未见明显渗漏, Cobb 角 17.1°, 椎体前缘高度 21 mm。

Figure 1. A 76-year-old male received manual reduction followed by VP for T<sub>12</sub> OVCF. 1a: Preoperative anteroposterior (AP) radiographs showed T<sub>12</sub> OVCF; 1b: Preoperative lateral radiographs presented local kyphotic Cobb angle of 23.7°, and anterior vertebral height of 9.8 mm; 1c: Postoperative AP X-ray revealed no significant leakage with good bone cement distribution; 1d: Postoperative lateral X-ray showed no significant leakage, Cobb angle of 17.1°, and anterior vertebral height of 21 mm.



图 2 患者,男,76岁, T<sub>12</sub>椎体 OVCF,单纯 VP 治疗。2a: 术前腰椎正位 X 线片示 T<sub>12</sub>椎体 OVCF; 2b: 术前侧位 X 线片测得 Cobb 角 19.9°, 椎体前缘高度 23.1 mm; 2c: 术后正位 X 线片可见明显椎间隙骨水泥渗漏,骨水泥弥散欠佳; 2d: 术后侧位 X 线片见椎体前缘渗漏, Cobb 角 15.1°, 椎体前缘高度 24.3 mm。

Figure 2. A 76-year-old male underwent VP alone for T<sub>12</sub> OVCF. 2a: Preoperative anteroposterior (AP) radiography showed T<sub>12</sub> OVCF; 2b: Preoperative lateral X-ray measured Cobb angle of 19.9° and the anterior vertebral height of 23.1 mm; 2c: Postoperative AP radiographs showed obvious bone cement leakage in the intervertebral space and poor diffusion of bone cement; 2d: Postoperative lateral radiographs showed leakage at the anterior edge of the vertebral body, with the Cobb angle of 15.1° and anterior vertebral height of 24.3 mm.

### 3 讨论

研究显示 OVCF 患者的 1 年后死亡率较普通人群显著增高<sup>[13]</sup>。因此, PVP 成为治疗 OVCF 最安全、疗效确切的治疗手段<sup>[14, 15]</sup>。但是临床上骨水泥弥散的不确定性, 仍是亟待解决的问题。PVP 能有效地减少骨水泥渗漏、手术时间、术中透视次数, 且能更好地恢复椎体形态。首先, 椎体大小限制了骨水泥的注入量, 之所以会漏, 说明空间不足, 有学者认

为骨水泥量应在椎体体积的 16%~30%, 即 4~6 ml<sup>[16]</sup>, 量少对伤椎固定和恢复高度的作用不够, 过多易造成渗漏或增加邻椎骨折的风险。但临床也会经常遇到刚注入骨水泥就发生渗漏, 同时也有注入 5、6 ml, 椎体高度却变化不大。其次, 还有研究认为应用同种自体骨对渗漏有一定预防作用<sup>[17]</sup>, 但临床上却发现作用并不大, 而骨折线类型、压缩程度、穿刺针走行等对渗漏的影响更为明显。椎体四壁破裂严重、压缩严重者的渗漏发生率更大且椎体形态恢复更难。所以需适当调整穿刺点及穿刺针走行方向<sup>[18]</sup>,

有效降低渗漏风险。另外骨水泥注入<sup>[19]</sup>和手术开展<sup>[20]</sup>的时机也很重要,研究发现在湿沙期开始注入的渗漏率显著低于拉丝期。在常规PVP中,湿沙期开始注入可减少渗漏,增加骨水泥弥散,进而加强椎体强度。而本研究网袋的注入时间为调好后5 min,是因为在体外不同时间点向网袋内注射骨水泥,得到了5 min注射骨水泥最有利于网袋的撑开,能更有效地使骨水泥均匀外溢到网袋周围,进而减少渗漏。

经过上述调整后仍会有较多的渗漏发生,因此从技术上需做一定地调整。赵鹏<sup>[21]</sup>等发现经皮椎体支架系统(vertebral body stent, VBS)的渗漏率低于PKP。对比PVP和PKP,发现VP能明显减少渗漏率,成为治疗OVCF更安全的手术方式<sup>[22]</sup>。从理论上,OVCF后椎体体积变小,折端多有嵌插,纵向牵拉、椎体前后韧带挤压的复位原理能最大程度地恢复椎体形态,解除大量的嵌插,有研究也证实了这一点<sup>[23]</sup>。虽然其参与PVP、PKP对椎体形态恢复较好,但复位后可能带来椎体前壁裂痕增加或者增宽,对骨水泥渗漏影响却无明显差异。而VP能有效降低骨水泥渗漏率<sup>[24]</sup>,所以理论上可以将两者结合起来。手法复位可有效恢复椎体形态,增加骨水泥椎体内的弥散空间,有效增加骨水泥的注入量,改善椎体的强度;而网袋的置入能有效防止骨水泥的渗漏,这包括置入前利用撑开器将置入位置周围空间充分扩开压实以及网袋本身的限制作用。本研究也验证了这一结论。因此,两者结合能有效预防骨水泥渗漏,对椎体高度、Cobb角恢复程度更佳。

综上所述,手法复位结合VP可以有效减少骨水泥渗漏发生、减少术中操作时间,应更有利于椎体高度及Cobb角的恢复,明显优于单纯VP。但由于本研究的随访时间及样本量等方面的限制,可能对结果造成影响,仍需进一步探讨。

#### 参考文献

- [1] 邱贵兴,裴福兴,胡侦明,等.中国骨质疏松性骨折诊疗指南——骨质疏松性骨折诊断及治疗原则[J].黑龙江科学,2018,9(2):85-88. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8646.2018.02.028. Qiu GX, Pei FX, Hu ZM, et al. Guide to diagnosis and treatment of osteoporotic fracture in China—osteoporotic fracture diagnosis and treatment principle [J]. Heilongjiang Science, 2018, 9(2): 85-88. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8646.2018.02.028.
- [2] Kato T, Inose H, Ichimura S, et al. Comparison of rigid and soft-brace treatments for acute osteoporotic vertebral compression fracture: a prospective, randomized, multicenter study [J]. J Clin Med, 2019, 8(2): 198. DOI: 10.3390/jcm8020198.
- [3] 钟远鸣,付拴虎,张家立,等.经皮穿刺椎体成形术中骨水泥渗漏的原因及预防[J].中国矫形外科杂志,2014,22(4):294-298. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2014.04.02. Zhong YM, Fu SH, Zhang JL, et al. Causes and prevention of bone cement leakage in percutaneous vertebroplasty [J]. Orthopedic Journal of China, 2014, 22(4): 294-298. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2014.04.02.
- [4] 唐政杰,侯宇,张巨瑗,等.椎体后凸成形术后再发骨折的相关危险因素分析[J].中国矫形外科杂志,2015,23(2):124-131. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2015.02.06. Tang ZJ, Hou J, Zhang GA, et al. Analysis of risk factors causing new vertebral compression fractures after percutaneous kyphoplasty [J]. Orthopedic Journal of China, 2015, 23(2): 124-131. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2015.02.06.
- [5] 郭瑞,张柯,文豪,等.椎体强化术骨水泥渗漏的危险因素[J].中国矫形外科杂志,2019,27(4):294-298. DOI: CNKI: SUN: ZJXS.0.2019-04-003. Guo R, Zhang K, Wen H, et al. Risk factors for bone cement leakage in vertebral augmentation [J]. Orthopedic Journal of China, 2019, 27(4): 294-298. DOI: CNKI: SUN: ZJXS.0.2019-04-003.
- [6] 吴永忠,徐斌,罗明华,等.Kümmell's病椎体成形术骨水泥渗漏危险因素[J].中国矫形外科杂志,2022,30(23):2129-2133. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.23.05. Wu YZ, Xu B, Luo MH, et al. Risk factors related to cement leakage in percutaneous vertebroplasty for Kümmell's disease [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30(23): 2129-2133. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.23.05.
- [7] 苏友祥,李念虎,辛健,等.骨水泥椎旁渗漏物取出术:1例报告和综述[J].中国矫形外科杂志,2023,31(3):251-255. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.03.12. Su YX, Li NH, Xin J, et al. Removal of paravertebral bone cement leakage secondary to percutaneous kyphoplasty: a case report and literature review [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31(3): 251-255. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.03.12.
- [8] Zohra A, Gonlugur U. Cement pulmonary embolism due to percutaneous vertebroplasty [J]. Curr Med Imaging, 2021, 17(4): 559-561. DOI: 10.2174/1573405616666200923161922.
- [9] Drigalla D, Stone CK, Juergens AL. Delayed symptomatic pulmonary embolism secondary to bone cement after percutaneous vertebroplasty [J]. J Emerg Med, 2021, 60(3): e45-e47. DOI: 10.1016/j.jemermed.2020.10.045.
- [10] 王强,冷燕奎,程玉琪.五点支撑结合经皮椎体成形术治疗腰椎骨质疏松性压缩骨折46例[J].中国中医骨伤科杂志,2019,27(7):64-66. DOI: CNKI: SUN: ZGZG.0.2019-07-018. Wang Q, Leng YK, Cheng YQ. Five point support combined with percutaneous vertebroplasty for the treatment of 46 cases of lumbar osteoporotic compression fractures [J]. Chinese Journal of Traditional Medical Traumatology & Orthopaedics, 2019, 27(7): 64-66. DOI: CNKI: SUN: ZGZG.0.2019-07-018.
- [11] 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. DOI:

CNKI: SUN: ZGZS.0.2018-12-002.

Ma YZ, Wang YP, Liu Q, et al. 2018 China guideline for diagnosis and treatment of senile osteoporosis [J]. Chinese Journal of Osteoporosis, 2018, 24 (12): 1541-1567. DOI: CNKI: SUN: ZGZS.0.2018-12-002.

- [12] 中华医学会骨科学分会创伤骨科学组, 中华医学会骨科学分会外固定与肢体重建学组, 国家骨科与运动康复临床医学研究中心, 等. 中国脆性骨折术后规范化抗骨质疏松治疗指南 (2021) [J]. 中华创伤骨科杂志, 2021, 23 (2): 9. DOI: 10.3760/cma.j.cn115530-20201015-00659.

The Trauma Orthopedics Group of the Orthopedics Branch of the Chinese Medical Association, The External Fixation and Limb Reconstruction Group of the Orthopedics Branch of the Chinese Medical Association, The National Clinical Medical Research Center for Orthopedics and Exercise Rehabilitation, et al. Guidelines for Standardized Anti Osteoporosis Treatment of Fragile Fractures in China (2021) [J]. Chinese Journal of Orthopaedic Trauma, 2021, 23 (2): 9. DOI: 10.3760/cma.j.cn115530-20201015-00659.

- [13] Wang O, Hu Y, Gong S, et al. A survey of outcomes and management of patients post fragility fractures in China [J]. Osteoporosis Int, 2015, 26 (11): 2631-2640. DOI: 10.1007/s00198-015-3162-6.

- [14] Etemadifar R, Andalib A, Farzinnia S. Pain relief and associated factors in patients undergoing vertebroplasty due to osteoporotic vertebral fracture [J]. Int J Burns Trauma, 2020, 10 (5): 210-217.

- [15] Galivanche AR, Toombs C, Adrados M, et al. Cement augmentation of vertebral compression fractures may be safely considered in the very elderly [J]. Neurospine, 2021, 18 (1): 226-233. DOI: 10.14245/ns.2040620.310.

- [16] Rotter R, Schmitt L, Gierer P, et al. Minimum cement volume required in vertebral body augmentation--A biomechanical study comparing the permanent SpineJack device and balloon kyphoplasty in traumatic fracture [J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2015, 30 (7): 720-725. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2015.04.015.

- [17] 王志坤, 李再学, 张贤森, 等. 同种异体骨防止椎体成形术中骨水泥渗漏 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (20): 1878-1881. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.20.12.

Wang ZK, Li ZX, Zhang XS, et al. Bone allografting for prevention of bone cement leakage during percutaneous vertebroplasty [J]. Orthopedic Journal of China, 2021, 29 (20): 1878-1881. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.20.12.

- [18] 梅昕, 刘义杰, 杨惠林, 等. 重度椎体压缩骨折经椎弓根下缘后凸成形术 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (23): 2172-2175. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.23.04.

Mei X, Liu YJ, Yang HL, et al. Percutaneous kyphoplasty for severe osteoporotic vertebral body compression fractures through bilateral pedicle inferior edge approaches [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (23): 2172-2175. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.23.04.

- [19] 吴峰, 冯定祥, 董锐, 等. 经皮椎体成形术湿沙期与拉丝期骨水泥注入比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (8): 760-762. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.08.19.

Wu F, Feng DX, Dong R, et al. Comparison of percutaneous vertebroplasty with low-viscosity bone cement in wet-sand phase versus wire-drawing phase [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (8): 760-762. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.08.19.

- [20] 刘大栋, 牛辉. PKP 治疗老年骨质疏松性椎体压缩骨折的手术时机 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (10): 887-891. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.10.05.

Liu DD, Niu H. Surgical timing of percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fracture in elderly [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (10): 887-891. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.10.05.

- [21] 赵鹏, 慈元, 李志君, 等. 经皮椎体支架成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (4): 314-318. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.04.06.

Zhao P, Ci Y, Li ZJ, et al. Percutaneous vertebral body stents for osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (4): 314-318. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.04.06.

- [22] Chen C, Li D, Wang Z, et al. Safety and efficacy studies of vertebroplasty, kyphoplasty, and mesh-container-plasty for the treatment of vertebral compression fractures: preliminary report [J]. PLoS One, 2016, 11 (3): e151492. DOI: 10.1371/journal.pone.0151492.

- [23] 谭伟欣, 傅强, 李国韶. 手法整复治疗椎体压缩超 1/3 的胸腰椎压缩性骨折的临床研究 [J]. 临床医学工程, 2015, 22 (6): 703-704. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4659.2015.06.0703.

Tan WX, Fu Q, Li GS. Clinical research on bone-setting technique in treating thoracolumbar vertebral compression fractures with centrum compressed over 1/3 [J]. Clinical Medical Engineering, 2015, 22 (6): 703-704. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4659.2015.06.0703.

- [24] Duan ZK, Zou JF, He XL, et al. Bone-filling mesh container versus percutaneous kyphoplasty in treating Kümmell's disease [J]. Arch Osteoporos, 2019, 14 (1): 109. DOI: 10.1007/s11657-019-0656-4.

(收稿: 2023-04-07 修回: 2023-08-09)

(同行评议专家: 李世梁, 刘焯文, 万冠)

(本文编辑: 闫承杰)