

· 临床研究 ·

胸腰椎骨质疏松性骨折骨不连骨水泥破壁填充治疗[△]

王震, 李向洋, 薛华伟, 朱敏, 马继业, 孙郁雨*

(南通大学附属南通第三人民医院脊柱外科·南通市第三人民医院脊柱外科, 江苏南通 226000)

摘要: [目的] 评估骨水泥破壁填充法治疗老年性胸腰椎骨质疏松性骨折伴骨不连的临床疗效。[方法] 回顾分析本科采用骨水泥破壁填充法治疗老年性胸腰椎骨质疏松性骨折伴骨不连 34 例患者的临床资料, 分别在术前、术后第 3 d 及末次随访时, 记录 VAS 及 ODI 评分、测量局部后凸畸形情况、评估并发症。[结果] 34 例患者均成功接受手术, 其中 4 例患者椎间隙存在无症状性骨水泥渗漏。与术前相比, 术后第 3 d 和末次随访时患者的 VAS [(8.1±0.9), (1.9±0.6), (1.4±0.7), $P<0.001$] 和 ODI 评分 [(78.8±7.9), (33.7±3.4), (32.1±3.3), $P<0.001$] 显著降低。影像方面, 与术前相比, 术后第 3 d 局部后凸角 [(13.1±2.8)°, (4.9±2.4)°, (5.1±2.5)°, $P<0.001$] 和椎体前缘高度 [(16.2±1.6) mm, (19.1±1.2) mm, (19.1±1.2) mm, $P<0.001$] 均显著改善。[结论] 骨水泥破壁填充法治疗老年性胸腰椎骨质疏松性骨折伴骨不连是一种安全技术, 临床疗效满意。

关键词: 骨水泥, 胸腰椎骨质疏松性骨折, 骨不连**中图分类号:** R683.2**文献标志码:** A**文章编号:** 1005-8478 (2025) 08-0740-04

Trans-wall bone cement filling for thoracolumbar osteoporotic fracture complicated with non-union // WANG Zhen, LI Xiang-yang, XUE Hua-wei, ZHU Min, MA Ji-ye, SUN Yu-yu. Department of Spine Surgery, The Third Affiliated People's Hospital of Nantong University, The Third People's Hospital of Nantong City, Nantong, Jiangsu 226000, China

Abstract: [Objective] To evaluate the clinical outcome of trans-wall bone cement filling for thoracolumbar osteoporotic fracture complicated with nonunion in the elderly. [Methods] A total of 34 patients received trans-wall bone cement filling for thoracolumbar osteoporotic fracture complicated with nonunion in our department. The VAS and ODI scores were recorded, and local kyphotic angle and anterior vertebral body height (AVBH) was measured and complications were evaluated before surgery, 3 days after surgery and at the last follow-up. [Results] All 34 patients underwent operation successfully, and 4 of them had asymptomatic bone cement leakage in the intervertebral space. With time before surgery, 3 days postoperatively, and the latest follow-up, the VAS [(8.1±0.9), (1.9±0.6), (1.4±0.7), $P<0.001$] and ODI scores [(78.8±7.9), (33.7±3.4), (32.1±3.3), $P<0.001$] significantly reduced. As for imaging, the LKA [(13.1±2.8)°, (4.9±2.4)°, (5.1±2.5)°, $P<0.001$] and AVBH [(16.2±1.6) mm, (19.1±1.2) mm, (19.1±1.2) mm, $P<0.001$] were significantly improved. [Conclusion] The trans-wall bone cement filling is a safe technique for thoracolumbar osteoporotic fracture with bone nonunion in elderly, and achieves satisfactory.

Key words: bone cement, thoracolumbar osteoporotic fracture, nonunion

在老年性骨质疏松性骨折中, 胸腰椎骨折最为常见^[1]。此类骨折在保守治疗中容易发生骨不连, 从而导致疼痛不能缓解, 甚至出现各类并发症^[2, 3]。椎体裂隙是骨不连的重要影像表现, 在 X 线片、CT 及 MRI 中均有表现^[4], 但这种情况有别于传统意义上的 Kümmell 病 (Kümmell's disease, KD)。KD 是椎体骨质疏松性骨折的远期并发症, 仅表现为椎体裂隙而 MRI 上无明显椎体骨髓水肿。因此本文研究的情况应该是从骨质疏松性骨折发展成为 KD 的中间状态。

临床已证实经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 治疗胸腰椎骨质疏松性骨折疗效满意, 但仍有部分患者术后效果欠佳^[5]。其原因可能为患者发生了骨不连, 骨水泥填充不满意所导致。本研究发现对于此类患者, 其骨水泥除了正常弥散, 仍需要对椎体裂隙进行填充。本文通过回顾性分析, 探讨此方法的临床疗效, 对该手术方法进行评价, 对影像结果进行分析。

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.110630

[△]基金项目:南通市科技局指导性项目(编号:JCZ2022012);南通市卫健委指令性项目(编号:MS2023078)

作者简介:王震, 副主任医师, 研究方向:脊柱外科, (电子信箱)spine.isfish@163.com

* 通信作者:孙郁雨, (电子信箱)14109147@qq.com

1 临床资料

1.1 一般资料

回顾性分析 2022 年 1 月—2024 年 2 月，本院脊柱外科收治的老年性胸腰椎骨质疏松性骨折伴单节段骨不连患者 34 例患者的临床资料，所有患者年龄 >65 周岁，病程 >2 周，影像学检查明确为单节段胸腰椎骨折，且存在椎体裂隙（图 1a）。其中，女 28 例，男 6 例；平均年龄（74.4±7.2）岁；平均病程（6.3±4.5）周。手术节段 T₁₀ 2 例，T₁₁ 3 例，T₁₂ 7 例，L₁ 13 例，L₂ 4 例，L₃ 2 例，L₄ 2 例，L₅ 1 例。临床表现为无明显外伤或者低能量损伤后的胸背部或腰部疼痛，脊柱骨密度均表现为骨质疏松，平均骨密度值为（-3.2±0.4）。术前与患者签署相关同意书，并取得医院伦理委员会的批准（备案编号：EK2022040）。

1.2 手术方法

采用全麻或局麻，C 形臂 X 线机透视明确责任椎体及裂隙位置，裂隙位置一般位于椎体中上部，根据椎体压缩情况及椎体裂隙位置采取合适的穿刺路径。可采取两种穿刺方案：（1）先采用常规穿刺，即侧位上穿刺针延长线对准椎体前下缘，先对骨髓水肿部分进行常规骨水泥填充，此时可在侧位 X 线片上进行观察，如果骨水泥无法弥散至椎体裂隙内，则提示骨硬化带存在（图 1b）。可调整其中 1 根穿刺针方向，使其侧位上穿刺针延长线对准椎体裂隙位置，在穿刺过程中往往需要加大锤的敲击力度，使穿刺针突破骨硬化带而进入裂隙内部，再行骨水泥填充。因为骨不连裂隙是空腔状态，骨水泥注入后往往弥散较为满意；（2）一开始 2 根穿刺针在侧位 X 线片上即呈交叉形态，同时正位 X 线片上尽量位于椎弓根外侧以获得足够的外展角，1 根穿刺针进入下部骨髓水肿部位，另 1 根穿刺针突破硬化带后进入上部椎体裂隙内部，同时进行骨水泥填充（图 1c）。术中需在正位 X 线片上观察骨水泥弥散情况，骨不连裂隙往往弥散较为满意，骨髓水肿部分有时会在正位 X 线片上显示穿刺针对侧半椎体弥散欠佳。此时可调整裂隙内穿

刺针方向，使其向下进入骨髓水肿部分，再进行骨水泥填充，直至正位片上弥散满意。术后常规予以抗骨质疏松治疗，6 h 后可腰围保护下活动，并进行影像学复查。

1.3 评价指标

临床手术评价指标包括手术时间、术中透视次数及并发症情况。临床效果及影像学评估在术前、术后第 3 d 和末次随访时进行。对于疼痛和日常活动功能情况使用 VAS 和 ODI 评分。影像学检查包括：（1）骨水泥渗漏情况；（2）局部后凸角（local kyphotic angle, LKA）：责任椎体上下位椎体外侧终板的夹角；（3）椎体前缘高度（anterior height, AH）：椎体上下终板前缘高度。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 17.0 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，两两比较采用 LSD 法，资料呈非正态分布时，采用秩和检验。等级资料采用 Kendall 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床结果

所有患者均顺利进行手术，手术时间（38.2±10.1）min，术中透视（31.3±3.9）次，术后无神经损伤并发症，切口愈合良好。所有患者均获随访，平均随访时间（15.0±8.2）个月。术后 VAS 及 ODI 评分结果见表 1。术后第 3 d 和末次随访时患者的 VAS 及 ODI 评分较术前显著降低，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。随访过程中有 1 例患者因术后 9 个月发生股骨颈骨折而接受手术治疗，无新发胸腰椎椎体骨折。

2.2 影像评估

4 例患者发生骨水泥渗漏，渗漏率 11.76%，但均无症状。LKA 及 AH 测量结果见表 1，术后第 3 d LKA 及 AH 较术前显著改善，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ）；末次随访与术后第 3 d 比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。典型病例见图 1。

表 1. 34 例患者临床和影像资料

Table 1. Clinical and imaging data of the 34 patients

指标	术前	术后 3 d	末次随访	P 值
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	8.1±0.9	1.9±0.6	1.4±0.7	<0.001
ODI 评分 (% , $\bar{x} \pm s$)	78.8±7.9	33.7±3.4	32.1±3.3	<0.001
LKA (°, $\bar{x} \pm s$)	13.1±2.8	4.9±2.4	5.1±2.5	<0.001
AH (mm, $\bar{x} \pm s$)	16.2±1.6	19.1±1.2	19.1±1.2	<0.001

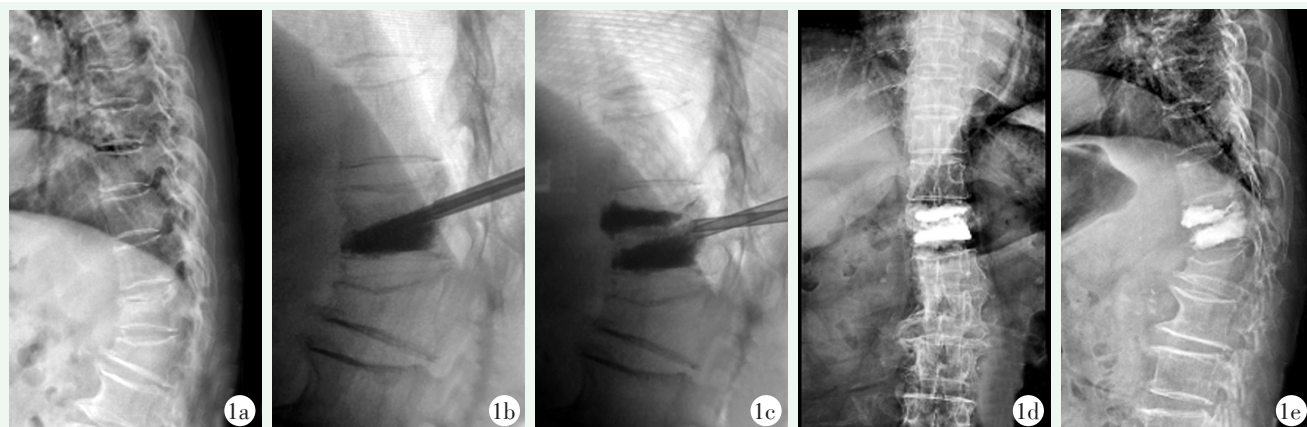


图 1. 患者女性, 76 岁。1a: 术前侧位 X 线片示 T₁₂ 椎体压缩性改变, 伴有椎体上部裂隙改变; 1b: 术中先行椎体下部穿刺, 注入骨水泥, 可见骨水泥明显分布于椎体下部, 提示椎体骨折存在骨硬化带; 1c: 调整穿刺方向, 穿刺针突破骨硬化带进入椎体上部裂隙再次注入骨水泥, 可见骨水泥明显分层弥散; 1d, 1e: 术后正侧位 X 线片示椎体高度满意, 骨水泥弥散良好。

Figure 1. A 76-year-old female. 1a: Preoperative lateral radiographs showed compressed changes of the T₁₂ vertebral body, accompanied with a fissure in the upper vertebral body; 1b: During the operation, bone cement was injected into the lower part of the vertebral body, with bone cement distributed obviously in the lower part of the vertebral body, indicating the presence of osteosclerosis zone in the vertebra fracture; 1c: The puncture direction was adjusted, the puncture needle broke through the osteosclerosis zone into the fracture in the upper part of the vertebral body and injected bone cement again, and the bone cement was obviously dispersed in layers. 1d 1e: Postoperative anteroposterior and lateral radiographs showed a highly satisfactory recovery of vertebral height with good cement diffusion.

3 讨论

目前, 老年性胸腰段骨质疏松性骨折的发病率呈上升趋势。无明显外伤或者低能量损伤导致的老年人胸腰段疼痛, 即使 X 线或 CT 检查无明显骨折征象, 也建议进行 MRI 检查以排除椎体骨折, 否则容易漏诊、误诊^[6]。对于此类患者, 建议早期使用骨水泥进行椎体强化术, 而部分患者由于疼痛较轻或者畏惧手术选择卧床保守治疗。此类患者如果依从性差, 早期反复起身活动, 往往会发展成为椎体骨不连。椎体裂隙征是骨不连的典型影像表现, 呈骨硬化带包绕的囊腔样结构^[7]。其 MRI 特点是 T1 加权像为低信号, 在 T2 加权像, 如果裂隙内为液体表现为高信号, 如果为气体则为低信号, 如二者皆有则可能是混杂信号^[8]。骨不连的发生是渐进性的, 早期表现为椎体骨髓水肿合并局部椎体骨不连, 随着骨髓水肿慢慢消退, 晚期仅表现为椎体骨不连, 即 KD。

不少文献已经证实, PVP 治疗椎体裂隙征, 能有效减轻疼痛, 利于患者早期康复^[9-11]。常规的椎体成形术治疗老年性胸腰段骨质疏松骨折, 其穿刺点一般为正位上 2 点和 10 点方向, 侧位上穿刺针延长线对准椎体前下缘。而伴有骨坏死的患者椎体压缩严重, 且骨坏死区域可能位于椎体中部或上部, 采用常

规的穿刺方法往往很难到达, 一旦骨水泥不能填充骨坏死空洞, 会导致手术效果欠佳。因此对于此类患者术前应根据 CT 检查的二维重建图像设计个性化穿刺方案, 其目的是为了突破骨坏死硬化的外壁而到达椎体空洞内部, 从而进行骨水泥填充, 必要时术中需调整穿刺方向以达到最佳填充效果。

PVP 手术治疗老年性胸腰段骨质疏松骨折伴骨坏死, 骨水泥渗漏是应当引起重视的问题, 文献报道 PVP 在治疗椎体裂隙征时骨水泥渗漏率高达 65%~79%^[12-14]。本组病例亦有 4 例发生骨水泥渗漏, 发生率仅为 11.8%, 可能与术中采用少量多次推注技术有关, 但该技术会增加术中透视次数, 增加患者辐射伤害。

综上所述, 使用骨水泥进行破壁填充法治疗老年性胸腰段骨质疏松骨折伴骨坏死, 可以根据影像学特点进行个体化穿刺, 临床效果满意, 且安全性相对较高。

利益冲突声明 所有作者无利益冲突。

作者贡献声明 王震: 酝酿和设计实验、实施研究, 数据采集及分析和解释、起草文章、文章审阅、统计分析、获取研究经费; 李向洋: 实施研究、数据采集及分析和解释、统计分析; 薛华伟: 实施研究、数据采集及分析和解释、文章审阅、统计分析; 朱敏: 实施研究、采集数据; 马继业: 实施研究、采集数据; 孙郁雨: 酝酿和设计实验、实施研究、采集数据、文章审阅、行政及技术或材料支持、指导

参考文献

- [1] Diacinti D, Guglielmi G. How to define an osteoporotic vertebral fracture [J]. *Quant Imag Med Surg*, 2019, 9 (9) : 1485-1494. DOI: 10.21037/qims.2019.09.10.
- [2] Sih I M, Shimokawa N, Zileli M, et al. Osteoporotic vertebral fractures: radiologic diagnosis, clinical and radiologic factors affecting surgical decision making: WFNS spine committee recommendations [J]. *J Neurosurg Sci*, 2022, 66 (4) : 291-299. DOI: 10.23736/S0390-5616.22.05636-3.
- [3] 干旻峰, 王华铮, 钮俊杰, 等. 后凸成形术治疗骨质疏松椎体骨折伴椎体裂隙征 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (1) : 9-12. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.01.02.
- Gan MF, Wang HZ, Niu JJ, et al. Percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral fractures accompanied with intravertebral cleft sign [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (1) : 9-12. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.01.02.
- [4] Chongyan W, Zhang X, Li S, et al. Mechanism of formation of intravertebral clefts in osteoporotic vertebral compression fractures: An in vitro biomechanical study [J]. *Spine J*, 2018, 18 (12) : 2297-3301. DOI: 10.1016/j.spinee.2018.07.020.
- [5] 钟世霄, 陆声, 李维朝. Kümmell 病治疗的研究进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (1) : 48-52. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.01.09.
- Zhong SX, Lu S, Li WC. Research progress in the treatment of Kümmell's disease [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (1) : 48-52. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.01.09.
- [6] Mao H, Zou J, Geng D, et al. Osteoporotic vertebral fractures without compression: key factors of diagnosis and initial outcome of treatment with cement augmentation [J]. *Neuroradiology*, 2012, 54 (10) : 1137-1143. DOI: 10.1007/s00234-012-1018-8.
- [7] 孔凡国, 王晓博, 潘其鹏, 等. Kümmell 病囊壁与囊内穿刺椎体成形术比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (21) : 1943-1948. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.21.04.
- Kong FG, Wang XB, Pan QP, et al. Cyst-wall versus intracystic puncture in percutaneous vertebroplasty for Kümmell's disease [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (21) : 1943-1948. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.21.04.
- [8] Naul LG, Peet GJ, Maupin WB. Avascular necrosis of the vertebral body: MR imaging [J]. *Radiology*, 1989, 172 (1) : 219-222. DOI: 10.1148/radiology.172.1.2740507.
- [9] Jang JS, Kim DY, Lee SH. Efficacy of percutaneous vertebroplasty in the treatment of intravertebral pseudarthrosis associated with noninfected avascular necrosis of the vertebral body [J]. *Spine*, 2003, 28 (14) : 1588-1592. DOI: 10.1097/01.BRS.0000076824.61074.06.
- [10] Chen LH, Lai PL, Chen WJ. Unipedicle percutaneous vertebroplasty for spinal intraosseous vacuum cleft [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2005, 435: 148-153. DOI: 10.1097/01.blo.0000155346.12405.70.
- [11] Wang G, Yang H, Chen K. Osteoporotic vertebral compression fractures with an intravertebral cleft treated by percutaneous balloon kyphoplasty [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2010, 92 (11) : 1553-1557. DOI: 10.1302/0301-620X.92B11.24671.
- [12] Jung JY, Lee MH, Ahn JM. Leakage of polymethylmethacrylate in percutaneous vertebroplasty: comparison of osteoporotic vertebral compression fractures with and without an intravertebral vacuum cleft [J]. *J Comp Assist Tomog*, 2006, 30 (3) : 501-506. DOI: 10.1097/00004728-200605000-00025.
- [13] Peh WC, Gelbart MS, Gilula LA, et al. Percutaneous vertebroplasty: treatment of painful vertebral compression fractures with intraosseous vacuum phenomena [J]. *AJR*, 2003, 180 (5) : 1411-1417. DOI: 10.2214/ajr.180.5.1801411.
- [14] Tanigawa N, Kariya S, Komemushi A, et al. Cement leakage in percutaneous vertebroplasty for osteoporotic compression fractures with or without intravertebral clefts [J]. *AJR*, 2009, 193 (5) : W442-445. DOI: 10.2214/AJR.09.2774.
- (收稿:2024-08-27 修回:2024-10-08)
(同行评议专家: 崔志明, 田纪伟, 吴小涛)
(本文编辑: 闫承杰)
-
- (上接 739 页)
- [15] 卢建国, 赵香梅, 甘绍印, 等. 单孔胸腔镜肺部手术应用布比卡因脂质体行肋间神经阻滞镇痛效果的前瞻性研究 [J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2024, 31 (10) : 1442-1447. DOI: 10.7507/1007-4848.202403051.
- Lu JG, Zhao XM, Gan SY, et al. Prospective study on the analgesic effect of intercostal nerve block with lipid-liposomal bupivacaine in single-port thoroscopic pulmonary surgery [J]. *Chinese Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 2024, 31 (10) : 1442-1447. DOI: 10.7507/1007-4848.202403051.
- [16] 樊超, 周俊辉, 孙全鹏, 等. 超声引导布比卡因脂质体收肌管阻滞用于老年患者全膝关节置换术镇痛的效果 [J]. *中华麻醉学杂志*, 2024, 44 (7) : 816-820. DOI: 10.3760/cma.j.cn131073.20240319.00710.
- Fan C, Zhou JH, Sun QP, et al. Ultrasound-guided lipid-liposomal bupivacaine saphenous canal block for postoperative analgesia in elderly patients undergoing total knee arthroplasty [J]. *Chinese Journal of Anesthesiology*, 2024, 44 (7) : 816-820. DOI: 10.3760/cma.j.cn131073.20240319.00710.
- (收稿:2024-12-05 修回:2024-12-31)
(同行评议专家: 王子申, 梁圣勇, 高慎强)
(本文编辑: 郭秀婷)