

## · 技术创新 ·

提高骨水泥注入安全性的改良椎体成形术<sup>△</sup>陈乃旺<sup>1</sup>, 任国帅<sup>2</sup>, 庄青山<sup>\*</sup>, 吴沁民<sup>1</sup>, 钟军<sup>1</sup>, 徐兆万<sup>1</sup>, 厉锋<sup>1</sup>, 冀旭斌<sup>1</sup>, 隋国侠<sup>1</sup>, 伦登兴<sup>1</sup>

(1. 山东省潍坊市人民医院脊柱外科, 山东潍坊 261041; 2. 潍坊医学院, 山东潍坊 261042)

**摘要:** [目的] 介绍一项可以提高骨水泥注入安全性的改良椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 或后突成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 的手术技术和初步临床效果。[方法] 2015年1月—2020年1月作者采用改良 PVP/PKP 治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折 199 例。创新点在于骨折区域靶点穿刺置管、侧口推杆辅助骨水泥靶点注入、椎弓根拖尾锚定 3 项技术整合应用。通过术中透视及术后 X 线片、CT 观察骨水泥弥散填充及泄露情况。[结果] 所有患者均顺利完成手术, 手术时间单节段平均 (1.0±0.3) h, 无骨水泥过敏、肺栓塞并发症、手术部位感染等重大并发症发生。单侧穿刺 78 例, 双侧穿刺 121 例; 骨水泥渗漏 5 例, 其中椎间隙渗漏 3 例, 椎旁血管渗漏 2 例, 均未出现明显临床症状, 不需特殊处理。随访 12~30 个月, VAS 评分术前 (7.9±1.4) 分、术后 1 d (2.6±0.7) 分、末次随访时 (2.4±0.6) 分, 疼痛均明显减轻。影像显示病椎前缘高度明显恢复; 骨水泥在骨折区域充分弥散填充, 椎弓根处锚定稳定。[结论] 改良椎体成形术可有效降低骨水泥渗漏、移位及生物毒性的风险, 进而提高手术安全性, 初步临床疗效满意。

**关键词:** 骨质疏松性椎体压缩骨折, 经皮椎体成形术, 经皮后突成形术, 手术安全性

**中图分类号:** R687      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2023) 08-0738-04

**Modified vertebroplasty to improve the safety of bone cement injection // CHEN Nai-wang<sup>1</sup>, REN Guo-shuai<sup>2</sup>, ZHUANG Qing-shan<sup>1</sup>, WU Qin-min<sup>1</sup>, ZHONG Jun<sup>1</sup>, XU Zhao-wan<sup>1</sup>, LI Feng<sup>1</sup>, JI Xu-bin<sup>1</sup>, SUI Guo-xia<sup>1</sup>, LUN Deng-xing<sup>1</sup>. 1. Department of Spinal Surgery, People's Hospital of Weifang City, Weifang 261041, China; 2. Weifang Medical University, Weifang 261042, China**

**Abstract:** [Objective] To introduce the surgical technique and preliminary clinical results of modified percutaneous vertebroplasty (PVP) or percutaneous kyphoplasty (PKP) to improve the safety of bone cement injection. [Methods] From January 2015 to January 2020, 199 patients received the modified PVP/PKP for osteoporotic vertebral compression fractures in our departments. The innovation point included the integrated application of target puncture and catheterization in the fracture area, the lateral push rod assisted bone cement target injection, and pedicle trailing anchoring. The diffusion filling and leakage of bone cement were observed by intraoperative fluoroscopy, post-operative X-ray and CT. [Results] All the patients had operation performed smoothly, with operation time for single segment (1.0±0.3) hour on a mean, whereas without bone cement allergy, pulmonary embolism, surgical site infection and other major complications. Of them, 78 cases got unilateral puncture, while 121 cases got bilateral puncture. There were 5 cases of bone cement leakage, including 3 cases of inter-vertebral space leakage and 2 cases of paravertebral blood vessel leakage, with no obvious clinical symptoms occurred and no special treatment was needed. The patients were followed up for 12~30 months, and the VAS score decreased from (7.9±1.4) before surgery, to (2.6±0.7) a day after surgery, and (2.4±0.6) at the last follow-up. The imaging examinations showed that the height of the anterior vertebrae of the affected vertebrae recovered obviously, whereas the cement was fully dispersed and filled in the fracture area with stable pedicle anchor. [Conclusion] This modified vertebroplasty does effectively reduce the risk of bone cement leakage, displacement and biological toxicity, thereby improving surgical safety, with satisfactory preliminary clinical outcomes.

**Key words:** osteoporotic vertebral compression fracture, percutaneous vertebroplasty, percutaneous kyphoplasty, surgical safety

骨质疏松性椎体压缩骨折 (osteoporotic vertebral compression fractures, OVCF) 是老年人最常见的脊柱疾病, 常引起急性或慢性胸腰背部疼痛、活动困难及

脊柱后凸畸形, 是老年患者致残和致死的主要原因之一<sup>[1]</sup>。随着年龄增加, 钙流失加快, 发生概率逐渐增高, 而老年女性受激素影响发生概率更高<sup>[2-4]</sup>。经皮

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.08.14

△基金项目: 潍坊市科技发展计划项目 (编号: 2020YX005)

作者简介: 陈乃旺, 主治医师, 硕士学位, 研究方向: 脊柱外科, (电话) 18053621216, (电子信箱) 18053621216@163.com

\* 通信作者: 庄青山, (电话) 15169672216, (电子信箱) drxiaowang@163.com

椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 和经皮后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 是目前治疗 OVCF 的主要手术方式, 可有效缓解疼痛、早期恢复功能锻炼和降低病死率<sup>[5, 6]</sup>。然而部分 OVCF 患者接受传统 PVP/PKP 手术治疗后, 受骨水泥弥散位置、注入量等影响, 疼痛不缓解或缓解差, 多个椎体接受治疗后发生毒性反应, 强化椎体骨水泥移位游离等<sup>[7]</sup>, 其原因可能是由于传统 PVP/PKP 穿刺置管缺乏方向性、病椎骨折间隙骨水泥填充不充分、强化椎体稳定性差等<sup>[7]</sup>。

综合目前 PVP/PKP 的不足之处及并发症, 笔者对其进行改良创新, 椎体骨折区域靶点穿刺置管、侧口推杆辅助骨水泥靶点注入, 使骨水泥在骨折区域充分填充, 减少骨水泥注入量及泄露, 降低骨水泥生物毒性, 预防邻椎再发骨折<sup>[8]</sup>, 椎弓根拖尾锚定技术可有效减少术后骨水泥移位, 增强病椎稳定性<sup>[9]</sup>。作者自 2015 年以来将此 3 项技术整合应用, 在骨质疏松性椎体压缩性骨折的手术治疗中取得较为满意的效果。现将手术技术与临床效果报道如下。

## 1 手术技术

### 1.1 术前准备

所有患者均详细询问病史, 包括发病原因 (有无高暴力外伤史)、主要症状、大小便功能、既往史、遗传性疾病家族史等; 专科检查: 胸腰椎椎体有无压痛、叩击痛, 有无躯体、马鞍区、四肢感觉、肌力、运动反射异常等。对高龄、脑梗死、冠心病患者, 必要时行颅脑 MR、心脏 CTA、肺功能检查, 明确病情, 评估手术风险, 排除手术禁忌证。术前完善血常规、凝血常规等常规化验及骨代谢指标 (碱性磷酸酶、骨钙素等)<sup>[10]</sup>。所有患者术前行胸腰椎 X 线、CT 薄层扫描 (图 1a) 及胸腰椎 MR 平扫检查 (图 1b)、骨密度等。

根据患者体格检查及影像学检查, 设计个体化手术治疗方案; 术前根据胸腰椎 MR 及 CT 重建确定引起疼痛病因的骨折区域作为术中穿刺置管靶点, 通过胸腰椎 CT 平扫评估椎弓根的完整性, 保证椎弓根锚定的安全性, 避免泄露损伤神经根及脊髓。通过术前规划确定进针点、角度及置管位置。

### 1.2 麻醉与体位

患者均采取俯卧位, 胸部和耻骨联合处适当垫高, 使胸腰段适当过伸, 脊柱体位保持在生理性曲度水平, 有利于骨折椎体术中复位。术中静脉给予镇

静、止痛药结合局部浓度 1%利多卡因局部浸润麻醉。

### 1.3 手术操作

正位透视下得到以病椎为中心的标准正位像, 于椎弓根投影外上缘 1 cm 左右进针, 左侧 9~10 点位, 右侧 2~3 点位。沿椎弓根入路, 按术前设计尾倾、外展角度沿椎弓根进针点及麻醉路径置入穿刺锥 (图 1c), 透视见穿刺针正位于椎弓根圆心, 侧位位于椎弓根 1/2 处, 继续旋转推进穿刺锥, 进入椎弓根后要注意穿刺手感, 像针在枯木中行走的感觉, 正位于椎弓根内缘, 侧位经过椎弓根到达椎体后缘, 继续将穿刺锥置入椎体后 1/3 处, 环锯钻取骨性通道直达骨折区域靶点处 (图 1d)。双侧分别置入球囊, 缓慢扩张, 透视下见椎体高度复位后凸畸形矫正满意后, 取出球囊。调制聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 骨水泥至拉丝期, 先使用平口推杆以球囊扩张骨折间隙为中心进行充分填充, 再用侧口骨水泥推杆根据弥散情况向未填充的骨折区域周围进行填充 (图 1e), 骨水泥弥散填充达到术前预期后, 换用平口推杆在椎弓根内进行最后的骨水泥拖尾锚定 (图 1f)。

全程使用 C 形臂 X 线机透视监测骨水泥弥散填充渗漏情况, 当术者判断骨水泥在椎体内弥散填充满意、椎体高度恢复且在椎弓根锚定约 0.5 cm 停止注入, 如注射时骨水泥向椎体周围静脉及椎管内渗漏, 则立刻停止注射。当向椎体间隙、椎体前方和椎体侧方渗漏时, 可适当停顿, 待渗漏前端渗漏硬化, 可继续观察注射。间歇性转动穿刺锥套管, 等待超过 6 min 并确认体外骨水泥硬化后, 转动、拔出管道, 消毒包扎。

### 1.4 术后处理

患者术后平卧和观察 3 h, 术后 1 d 行 X 线、CT 检查评估术后骨水泥弥散分布后, 开始腰背肌功能锻炼及下床活动。术后根据骨代谢指标指导患者补充钙剂及 VitD、抑制骨破坏、促进成骨等抗骨质疏松药物治疗<sup>[11]</sup>, 加强宣教提高用药依从性, 预防再发骨折。

## 2 临床资料

### 2.1 一般资料

本组共 199 例患者, 男 67 例, 女 132 例; 年龄 64~85 岁, 平均 (76.1±8.5) 岁; T<sub>10</sub> 椎体 26 例, T<sub>11</sub> 椎体 36 例, T<sub>12</sub> 椎体 50 例, L<sub>1</sub> 椎体 47 例, L<sub>2</sub> 椎体 40 例。所有病例均有明确胸腰背部压痛、叩击痛, 无双

下肢肌力感觉异常。X 线片、CT、MR 平扫检查证实椎体压缩性新鲜骨折、重度骨质疏松。术前行常规心电图、胸片及血液指标检测，排除手术禁忌证。

## 2.2 初步结果

所有患者均顺利完成手术，手术时间单节段平均(1.0±0.3) h，无骨水泥过敏、肺栓塞并发症、手术部位感染等重大并发症发生。单侧穿刺 78 例，双侧穿刺 121 例；骨水泥渗漏 5 例，其中椎间隙渗漏 3

例，椎旁血管渗漏 2 例，均未出现明显临床症状，不需特殊处理。随访 12~30 个月，VAS 评分术前(7.9±1.4)分、术后 1 d(2.6±0.7)分、末次随访时(2.4±0.6)分，疼痛均明显减轻。

术中 X 线片(图 1f)及术后 X 线片(图 1g)、CT(图 1h)示病椎前缘高度明显恢复，骨水泥在骨折区域充分弥散填充、椎弓根处锚定稳定。

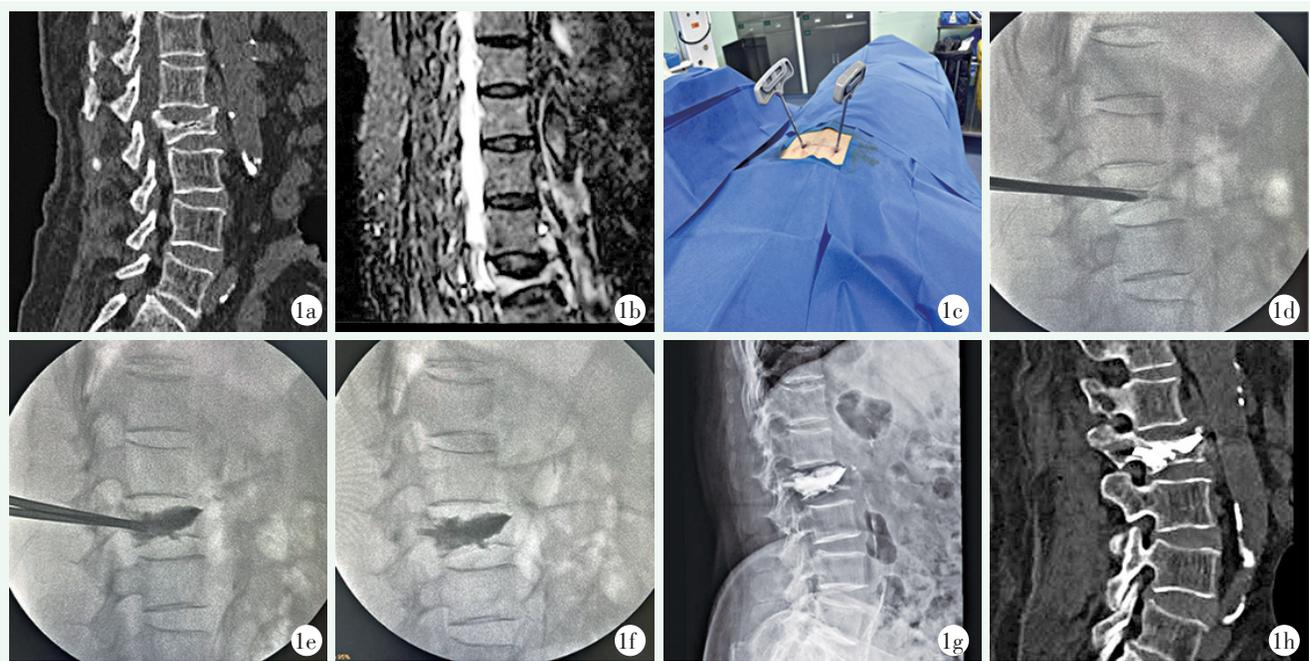


图 1 患者，女，83 岁，因“腰背部疼痛 2 周”入院 1a: 术前 CT 示椎体骨小梁稀疏，L<sub>2</sub>椎体上终板塌陷，椎体高度明显丢失 1b: 术前 MRI 抑脂像可见 L<sub>2</sub>椎体压缩、高信号，提示新鲜骨折 1c: 术中根据术前规划尾倾、外展角度置入穿刺锥图像 1d: 术中侧位 X 线片示穿刺锥靶点穿刺、环锯钻取骨性通道直达骨折区域 1e: 术中侧位 X 线片示平口骨水泥推杆以骨折间隙为中心进行填充后，再应用侧口骨水泥推杆根据弥散情况向未填充的骨折区域周围进行填充 1f: 术中侧位 X 线片示骨水泥弥散填充达到术前预期后，换用平口推杆在椎弓根内进行最后的骨水泥拖尾锚定 1g: 末次随访时侧位 X 线片示 L<sub>2</sub>椎体高度恢复满意，骨水泥弥散填充良好，骨水泥拖尾锚定 1h: 末次随访时 CT 显示骨水泥在骨折区域充分弥散填充

## 3 讨论

PVP/PKP 能够快速缓解胸腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折所引起的腰背部疼痛，符合快速康复理念，已成为 OVCF 的经典治疗方法<sup>[12, 13]</sup>。2019 年中国医师协会骨科医师分会脊柱创伤专业委员会组织制定的 OVCF 手术治疗临床指南指出，与保守治疗相比，多项随机临床对照实验证据表明 PKP/PVP 的疗效更佳，推荐采用 PVP/PKP 治疗急性 OVCF (I 级推荐)<sup>[14]</sup>。但作者发现有部分 PVP/PKP 术后疼痛症状缓解差甚至不缓解。且 2006 年的一项系统回顾研究发现，约 13% 的患者接受 PVP/PKP 治疗后认为效果

不佳<sup>[15]</sup>。回顾分析 Jensen<sup>[16]</sup>提出的传统 PVP/PKP 手术方式，其未对不同骨折类型椎体的手术方式做详细的描述，传统穿刺方式使得骨水泥注入点相对固定于椎体的前下方，缺乏方向性，不同骨折类型椎体骨折间隙差别较大，术前椎体 CT 可观察到 OVCF 患者的骨折区域可以累及骨折椎体的上部、中部、下部甚至脊柱附件；当单独使用直口推杆注入的骨水泥量较少或者骨水泥弥散差时，骨水泥较难弥散填充远离骨水泥注入点的骨折区域<sup>[17]</sup>。另外 II、III 度骨折且椎体前壁缺乏完整性时，椎体内松质骨的锚定性差，术后容易发生骨水泥的移位，产生腰背部疼痛加重的症状。

针对传统 PVP/PKP 技术致使部分患者症状缓解

不佳,笔者在传统 PVP/PKP 的基础上进行技术改良创新,制定了骨折区域靶点穿刺置管、侧口推杆辅助骨水泥靶点注入、椎弓根拖尾锚定的技术流程。这一技术是指术前通过 MRI 或 CT 准确定位骨折区域,规划穿刺路径,术中透视引导穿刺结合术前确定的穿刺角度,使穿刺椎的尖端即骨水泥注入点直达或者尽量靠近骨折区域平面。同时使用侧口推杆靶向调控骨水泥推注方向,使骨水泥在各个方向弥散填充<sup>[18]</sup>。最后进行椎弓根区域骨水泥的精确拖尾锚定,使骨水泥得到充分有效的固定,增强稳定性。在手术技术逐渐成熟后发现,在骨水泥拉丝前即进行骨折间隙的骨水泥缓慢注入,更有利于骨折区域的填充且可减少骨水泥的用量。

本研究结果表明,该技术在传统 PVP/PKP 技术的基础上,不仅显著降低骨水泥在骨折区域填充不充分的发生率,使骨水泥精准地填充主要骨折区域,而且在一定程度上可以保证骨水泥在非骨折区域的松质骨间隙得到较好的弥散,最后加上椎弓根的锚定,使得骨水泥在椎体松质骨和椎弓根的双重锚定作用下,更难发生强化椎体骨水泥的移位。另外,通过骨水泥粘丝期前缓慢注射及侧口推杆协助填充的辅助下可减少骨水泥的用量,骨水泥渗漏率也相对降低<sup>[19]</sup>。说明采用骨折区域靶点穿刺置管、侧口推杆辅助骨水泥靶点注入、椎弓根拖尾锚定技术治疗 OVCF 是安全、有效的。

综上所述,与传统 PVP/PKP 治疗 OVCF 相比,改良椎体成形术应用骨折区域靶点穿刺置管、侧口推杆辅助骨水泥靶点注入、椎弓根拖尾锚定 3 项技术整合保证骨水泥在骨折区域充分填充,减少骨水泥渗漏、移位及生物毒性,提高了手术的安全性及治疗效果,初步临床疗效满意。本研究不足之处:病例数量较少,随访时间较短,还需要系统性研究以及中、长期随访进一步验证。

#### 参考文献

- [1] 叶林强,梁德,姚珍松,等.靶向椎体成形术与传统椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效比较[J].中华创伤杂志,2017,33(3):247-252.
- [2] 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.
- [3] 马俊.经皮椎体后凸成形术与经皮椎体成形术治疗骨质疏松椎体压缩骨折的疗效比较[J].中国矫形外科杂志,2017,25(6):571-573.
- [4] 丁悦,张嘉,岳华,等.骨质疏松性椎体压缩性骨折诊疗与管理专家共识[J].中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2018,11(5):425-437.
- [5] 张大鹏,强晓军,杨光.应用弯角装置单侧穿刺行 PVP 治疗骨质疏松性胸腰椎压缩骨折的疗效分析[J].中国脊柱脊髓杂志,2017,27(7):599-604.
- [6] Pflugmacher R, Agarwal A, Kandziora F, et al. Balloon kyphoplasty combined with posterior instrumentation for the treatment of burst fractures of the spine—1-year results [J]. J Orthop Trauma, 2009, 23(2): 126-131.
- [7] McConnell CJ, Wippold FN, Ray CJ, et al. ACR appropriateness criteria management of vertebral compression fractures [J]. J Am Coll Radiol, 2014, 11(8): 757-763.
- [8] 曾庆虎,彭成忠,吴财,等.邻近椎体新发骨折的保守与 PVP 治疗比较[J].中国矫形外科杂志,2019,27(22):2022-2027.
- [9] Liang D, Ye LQ, Jiang XB, et al. Biomechanical effects of cement distribution in the fractured area on osteoporotic vertebral compression fractures: a three-dimensional finite element analysis [J]. J Surg Res, 2015, 195(1): 246-256.
- [10] 印平,马远征,马迅,等.骨质疏松性椎体压缩性骨折的治疗指南[J].中国骨质疏松杂志,2015,21(6):643-648.
- [11] 林斌,陈唐亦衡,刘义杰,等.骨质疏松性椎体压缩骨折行经皮椎体后凸成形术后骨水泥渗漏和伤椎再塌陷的危险因素分析[J].中华创伤杂志,2022,38(6):531-537.
- [12] 杨俊松,陈浩,刘鹏,等.经皮椎体成形术治疗胸腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折疗效不佳的多因素分析[J].中国脊柱脊髓杂志,2020,30(1):45-52.
- [13] 桑林朝,康乐,黄晨,等.椎体成形术临床应用 1080 例[J].中华创伤杂志,2014,30(11):1117-1121.
- [14] 中国医师协会骨科学会脊柱创伤专业委员会.急性症状性骨质疏松性胸腰椎压缩骨折椎体强化术临床指南[J].中华创伤杂志,2019(6):481-489.
- [15] Hulme PA, Krebs J, Ferguson SJ, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty: a systematic review of 69 clinical studies [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31(17): 1983-2001.
- [16] Jensen ME, Evans AJ, Mathis JM, et al. Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: technical aspects [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 1997, 18(10): 1897-1904.
- [17] Chen YJ, Chen HY, Lo DF, et al. Kirschner wire-guided technique for inserting a second needle into inadequately filled vertebrae in vertebroplasty: a technical report [J]. Spine J, 2014, 14(12): 3025-3029.
- [18] 刘长枫,宋文慧,刘昌文,等.经皮椎体成形术骨水泥分布评价及影响因素分析.中国脊柱脊髓杂志,2019,29(11):1001-1008.
- [19] 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.

(收稿:2022-11-14 修回:2023-01-20)  
(同行评议专家:董超 于龙潭)  
(本文编辑:闫承杰)