

椎体成形术中骨水泥靶向封填及二次推注技术的临床应用

刘成洲, 贾宝欣, 高晓强, 李文银, 刘爱国, 任聪慧
(临朐县人民医院, 山东 临朐 262600)

【摘要】 目的: 观察椎体成形术中高粘度骨水泥靶向封填、低粘度骨水泥二次推注技术在骨折线累及椎体边缘中的应用效果。方法: 选取 2019 年 1 月至 2021 年 9 月因骨质疏松性椎体压缩性骨折行椎体成形术治疗的老年患者作为筛选对象, 通过相关标准及进一步 CT 检查筛选出 56 例存在骨折线累及椎体前壁或上下终板者纳入研究。其中男 21 例, 女 35 例, 年龄 67~89(76.58±9.68) 岁; 56 例患者术中均进行了骨水泥二次推注。首次推注仅用少量高粘度骨水泥对椎体边缘裂口进行靶向封填, 二次推注时应用低粘度骨水泥均匀注满椎体。记录手术时间、骨水泥用量、骨水泥渗漏情况, 采用视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS) 评估疼痛缓解情况。结果: 所有患者顺利完成手术, 手术时间(50.41±10.30) min, 骨水泥注入量(3.64±1.29) ml; 56 例病例获得了 3 个月以上随访。术前 VAS 为(7.21±2.41) 分, 术后 3 d 降低为(2.81±0.97) 分($P<0.05$)。56 例患者中 2 例(3.57%) 发生骨水泥渗漏, 其中 1 例向椎旁静脉渗漏, 1 例在封堵椎体裂口时通过裂口向椎旁轻度渗漏, 2 例患者均无明显临床症状。结论: 在椎体成形术中对于存在椎体前壁或终板破裂者, 可采用高粘度骨水泥靶向封填、低粘度骨水泥二次推注技术以减少术中骨水泥渗漏发生, 提高手术安全性。

【关键词】 椎体成形术; 骨水泥; 靶向封填; 二次推注

中图分类号: R683.2

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.01.007

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Clinical application of targeted sealing with high viscosity bone cement and secondary injection of low viscosity bone cement in vertebroplasty

LIU Cheng-zhou, JIA Bao-xin, GAO Xiao-qiang, LI Wen-yin, LIU Ai-guo, REN Cong-hui (People's Hospital of Linqu County, Linqu 262600, Shandong, China)

ABSTRACT Objective To observe the clinical efficacy of targeted sealing with high viscosity bone cement and secondary injection of low viscosity bone cement in the treatment of OVCFs patients with the fracture lines involved vertebral body margin. **Methods** The elderly patients who underwent vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures from January 2019 to September 2021 were selected as the screening objects. Through relevant standards and further CT examination, 56 patients with fracture lines involving the anterior wall or upper and lower endplates of the vertebral body were selected for the study. There were 21 males and 35 females, aged from 67 to 89 years old with an average of (76.58±9.68) years. All 56 patients underwent secondary injection of bone cement during operation. Only a small amount of high viscosity cement was targeted to seal the edge of the vertebral body for the first time, and low viscosity cement was injected to the vertebral bodies during second bolus with well-distributed. The operation time, bone cement volume and bone cement leakage were recorded, and the pain relief was evaluated by visual analogue scale (VAS). **Results** All patients were followed up for more than 3 months and the surgeries were successfully complete. The operation time was (50.41±10.30) min and the bone cement volume was (3.64±1.29) ml. The preoperative VAS was (7.21±2.41) points, which decreased significantly to (2.81±0.97) points 3 days after operation ($P<0.05$). Among the 56 patients, 2 cases (3.57%) had bone cement leakage, 1 case leaked to the paravertebral vein, and 1 case slightly bulged to the paravertebral through the crack when plugging the vertebral crack. Both patients had no obvious clinical symptoms. **Conclusion** In vertebroplasty surgery, targeted sealing of high viscosity bone cement and secondary injection of low viscosity bone cement can reduce intraoperative bone cement leakage and improve the safety of operation.

KEYWORDS Vertebroplasty; Bone cement; Targeted sealing; Secondary injection

基金项目: 潍坊市卫生健康委员会科研项目(编号: wfwsjk_2020_027)

Fund program: Scientific Research Project of Weifang Health Commission (No. wfwsjk_2020_027)

通讯作者: 刘成洲 E-mail: liuchengzhou@126.com

Corresponding author: LIU Cheng-zhou E-mail: liuchengzhou@126.com

经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 通过向椎体内注入骨水泥的方式强化椎体、缓解疼痛, 在治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折 (osteoporosis vertebral compression fractures, OVCFs) 方面优势显著, 已成为治疗此类骨折的首选方法^[1]。然而, 在手术过程中, 骨水泥存在渗漏等风险, 严重影响患者的安全。骨水泥渗漏的发生, 多因骨折线累及椎体边缘, 骨水泥沿着破裂缝隙流出所致^[2]。待骨水泥呈“面团状”时进行推注, 可防止骨水泥过度弥散, 减少渗漏的发生, 但这样以来, 则没有足够的时间使骨水泥在椎体内充分密布, 推注后期常常由于骨水泥硬化、推注压力增加而导致推注困难。我院近年来, 对于骨折线累及椎体前壁或上下终板的患者试行分次推注, 取得了较好效果。现对 2019 年 1 月至 2021 年 9 月因 OVCFs 行 PVP 治疗的 56 例老年患者进行回顾性分析, 报告如下。

1 临床资料

1.1 病例选择

纳入标准: 符合 OVCFs 的诊断标准; 术前 CT 检查显示骨折线均累及椎体前壁或上下终板; 均行 PVP 治疗。排除标准: 爆裂性骨折患者; 椎体后壁骨折者; 椎体压缩 > 2/3 需行经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 治疗者; 椎体转移瘤等肿瘤患者。

1.2 一般资料

收集 2019 年 1 月至 2021 年 9 月因 OVCFs 行 PVP 治疗的 56 例患者作为研究对象, 男 21 例, 女 35 例, 年龄 67~89 (76.58±9.68) 岁。本研究经我院伦理委员会审批通过并备案 (批准文号: LQYY_2001064)。56 例患者术中均进行了骨水泥二次推注。首次推注仅用少量高粘度骨水泥对椎体边缘裂口进行靶向封填, 二次推注时应用低粘度骨水泥均匀注满椎体。

2 治疗方法

术前 30 min 应用 50 mg 盐酸哌替啶进行超前镇痛, 进入手术室后患者俯卧于碳纤维手术床上, 调整床体或 C 形臂 X 线机位置取得伤椎的标准正侧位图像, 标记手术椎体及椎弓根投影。根据术前 CT 影像确定破裂口位置并规划靶向穿刺路线, 标记穿刺点位置。常规消毒、铺巾, 2% 利多卡因行皮肤及皮下局部

浸润麻醉。将穿刺针于标记点进行穿刺至骨面, 正位透视位于椎弓根投影外缘, 然后在侧位像上根据破裂口位置及规划线路调整进针方向, 到达椎体前缘或者上下椎板目标位置时, 更换工作套管, 建立工作通道。将骨水泥分为 3 等份, 先取 1/3 骨水泥进行调配, 待骨水泥经过低粘度“拉丝期”并进入高粘度的“面团期”后, 在骨折线累及椎体边缘附近进行骨水泥推注, “靶向”封堵骨折裂缝, 推注量为 0.5~1.5 ml, 推注完毕后将工作套管退至椎弓根位置, 调整套管位置后进行二次推注, 二次推注时, 调配剩余 2/3 骨水泥, 于低粘度“拉丝期”进行推注, 注入量为 2.5~3.5 ml, 以骨水泥覆盖骨折区域或者到达上下终板为标准。推注完毕后, 结束手术, 无菌敷贴覆盖。术后禁食 2 h, 术后第 2 天佩戴腰围下床活动。典型病例影像学资料见图 1、图 2。

3 结果

3.1 疗效评定

术前收集所有患者年龄, 性别, 视觉模拟疼痛评分 (visual analogue scale, VAS) 等一般资料并记录档案, 在完善术前检查后进行手术治疗, 记录手术时间、骨水泥注入量和骨水泥渗漏情况。于术后第 2 天再次记录 VAS 情况。术后进行 3~6 个月随访。

3.2 治疗结果

56 例患者均顺利完成手术, 术后疼痛均明显缓解。手术时间 (50.41±10.30) min, 骨水泥注入量



图 1 患者, 女, 82 岁, 跌倒后导致 L₁ 骨折, 骨折线累及前上壁, 采取二次推注技术完成手术 1a. 术前 CT 显示骨折线累及 L₁ 前上缘 1b. 术前 MRI 抑脂像显示 L₁ 椎体骨折 1c. 术后 X 线片 (前上缘骨水泥团块为首次高粘度骨水泥推注, 其余部分骨水泥为二次低粘度椎体内推注)

Fig.1 An 82-year-old female patient suffered from L₁ fracture after falling, and the fracture line involved the anterior superior wall. The operation was successfully completed by secondary injection technique 1a. Preoperative CT showed that the fracture line involved the anterior upper edge of L₁ 1b. Preoperative MRI lipid suppression showed L₁ vertebral fracture 1c. Postoperative X-ray film (the anterior upper edge bone cement mass was the first high viscosity bone cement injection, and the rest bone cement was the second low viscosity intravertebral injection)



图 2 患者,女,74 岁,L₃骨质疏松椎体骨折,因前下缘破裂,为减少骨水泥渗漏,采取二次推注技术 2a,2b. 术前 CT 及 MRI 显示 L₃椎体骨折线累及前壁下部 2c. 沿规划路线进行靶向穿刺 2d. 在骨水泥高凝状态进行靶向封堵 2e. 术后 X 线片示骨水泥分布均匀

Fig.2 A 74-year-old female patient with L₃ osteoporotic fracture. Due to the rupture of the anterior and inferior edge,the secondary injection technique was adopted to reduce the leakage of bone cement 2a,2b. Pre-operative CT and MRI showed that the fracture line of L₃ vertebral body involved the lower part of the anterior wall 2c. Targeted puncture along the planned route 2d. Targeted sealing in the hypercoagulable state of bone cement 2e. Postoperative X-ray film showed uniform cement distribution



(3.64±1.29) ml。术前 VAS 为(7.21±2.41)分,术后 3 d VAS 为(2.81±0.97)分,手术前后比较,差异有统计学意义(SPSS22.0 软件进行分析,t=7.659,P<0.05)。

在 56 例患者中 2 例(3.57%)发生骨水泥渗漏,1 例向椎旁静脉渗漏,1 例在封堵椎体裂口时通过裂口向椎旁轻度渗漏,2 例患者均无明显临床症状(图 3、图 4)。

4 讨论

4.1 骨水泥分布及渗漏与椎体再骨折的关系

近年来,随着 OVCFs 患者的不断增多,PVP 或 PKP 技术在学习 OVCFs 中日趋成熟,已成为临床首选的治疗方法。然而,并非所有患者能获得满意疗效,部分患者存在术中骨水泥渗漏、术后伤椎或邻近椎体再骨折等风险,对患者安全造成了一定影响。UPPIN 等^[3]的一项研究发现,PVP 术后 2 年内责任椎体再骨折发生率为 14%。POUVELL 等^[4]的一篇荟萃研究发现,PVP 术后相邻椎体再骨折风险为 7%~42%。大量研究表明^[5-9],PVP 术后伤椎及邻近椎体再骨折与骨水泥分布状态、术中骨水泥渗漏关系密切。因此 PVP 术中良好的骨水泥分布、减少骨水泥渗漏,可降低术后伤椎及邻近椎体再骨折风险。

4.2 如何使骨水泥弥散充分且减少渗漏发生

如何使骨水泥分布更佳,是近年来的研究热点。KOMEMUSHI 等^[10]对老年尸体腰椎标本进行生物力学研究发现,骨水泥双侧推注的生物力学效应(椎体



图 3 患者,女,70 岁,因 L₁骨折行椎体成形术治疗,在推注中骨水泥向右侧椎旁渗漏 图 4 患者,男,74 岁,在二次骨水泥推注时,骨水泥向椎旁静脉发生渗漏

Fig.3 A 70-year-old female patient who underwent vertebroplasty for a L₁ fracture,and occurred bone cement leakage to the right paravertebral side during bolus injection Fig.4 A 72-year-old male patient occurred bone cement leakage into paravertebral vein during the second injection

的弹性强度、硬度)优于单侧推注,同时骨水泥在椎体前 2/3 的良好弥散,可使椎体受力均匀,而偏心弥散者,椎体的受力点会发生偏移。DUBLIN 等^[11]对 310 例老年 OVCFs 患者进行了 3 年随访发现,骨水泥弥散不佳组(骨水泥占椎体体积<50%)比骨水泥弥散良好组(骨水泥占椎体体积≥50%)6 个月内发

生伤椎再骨折的风险高 4.7 倍。对于骨水泥推注量,目前尚有一定争议。有学者认为骨水泥的注入量达椎体的 25% 即可取得满意效果^[12]。DRIGALLA 等^[13]研究发现,当骨水泥注入量为椎体体积的 30% 时,可达到骨折前椎体的强度,当超过 30% 时,椎体强度将明显增加,同时增加相邻椎体骨折风险。但也有学者认为骨水泥用量与邻近椎体再骨折无明显相关性,反而骨水泥推注过少,易至伤椎再骨折^[14]。除此之外,骨水泥的推注时间、推注速度对骨水泥的分布状态也有一定影响。

在骨水泥渗漏方面,有研究发现^[15],骨水泥渗漏至椎间盘可导致终板应力改变,诱发邻近椎体骨折。IWANAGA 等^[16]研究发现,骨水泥局限于椎体内者,3 年随访的近邻椎体骨折发生率为 7%,突出椎体进入椎间盘者为 44%。因此减少骨水泥渗漏,可在一定程度上减少术后邻近椎体再骨折的发生。

4.3 骨水泥推注的注意事项

骨水泥在调配过程中由稀糊状逐渐过渡至硬化状态,其过程可人为的分为 4 个时期:湿砂期(稀糊状),拉丝期(牙膏状),团状期(面团状)和硬化期 4 期。湿砂期约为 5 min,骨水泥呈稀糊状,此期推注极易发生骨水泥渗漏。在 6~9 min 时进入拉丝期,此时骨水泥呈牙膏状,目前国内外多数学者建议在此期进行骨水泥推注,以使骨水泥充分弥散。在 10~12 min 时骨水泥呈面团状,开始发热并在短时间内硬化。在团状期骨水泥渗漏的风险大大降低,但此期时间短、硬化快、推注压力大,可推注的骨水泥量较少。骨水泥渗漏最常发生于椎旁渗漏、椎间盘渗漏和静脉渗漏。椎旁渗漏与椎间盘渗漏的发生多与骨水泥推注过早、椎体边缘存在骨折裂缝等因素有关^[17]。由于多数 OVCFs 患者的椎体存在楔形变,椎体前壁或者上下终板往往存在微骨折,骨水泥推注过早,可使骨水泥沿着骨折线漏出椎体外。而过晚推注骨水泥虽可降低骨水泥通过骨折裂缝渗漏的风险,但往往由于骨水泥硬化而导致后期骨水泥推注困难,使骨水泥在椎体内的分布不足,不仅影响手术效果,也在一定程度上增加了伤椎再骨折风险^[18]。LUO 等^[19]研究发现,在骨水泥呈团状期进行推注时,由于推注压力增大,骨水泥通过椎体静脉渗漏的风险增加。

4.4 骨水泥二次推注技术及优势

近年来,我院根据骨水泥特性对存在椎体前壁或上下终板破裂的患者进行了高粘度骨水泥靶向封堵、低粘度骨水泥二次推注技术,取得了较好效果。首先取 1/3 骨水泥进行调配,待骨水泥经过“牙膏期”并进入“面团期”时,根据术前 CT 定位的椎体前壁或上下终板骨折裂缝附近进行“靶向封堵”,待椎

体边缘裂口封堵后,再调配剩余 2/3 骨水泥,并于“牙膏期”进行全椎体推注,将椎体剩余部分进行填充。在本研究中发现,在 56 例患者中仅 2 例(3.57%)发生骨水泥渗漏,1 例向椎旁静脉渗漏,1 例在封堵椎体裂口时通过裂口向椎旁轻度膨出,2 例患者均无明显临床症状。所有患者术后疼痛明显缓解,VAS 明显降低。国内学者刘冰山等^[20]采取分次调制灌注骨水泥的方法对存在骨质疏松的爆裂性椎体骨折患者进行 PKP 治疗亦取得了较好效果。

综上,笔者认为对于存在椎体前壁或终板破裂的 OVCFs 患者行 PVP 治疗时,采用骨水泥二次推注的方式可明显减少术中骨水泥渗漏发生,提高手术安全性。本研究样本量相对不足,随访时间尚短,仍需进一步收集资料,增加观察时间,同时需大样本、多中心临床资料予以验证。

参考文献

- [1] 张里程,姜裔恒,吕厚辰.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):93-101. ZHANG L C,JIANG F H,LYU H C. Standardized anti osteoporosis treatment guidelines for postoperative fragile fracture in China (2021)[J]. Chin J Orthop Trauma, 2021, 23(2): 93-101. Chinese.
- [2] WANG M R,ZHANG L Y,FU Z Y, et al. Selections of bone cement viscosity and volume in percutaneous vertebroplasty: a retrospective cohort study[J]. World Neurosurg, 2021, 150: e218-e227.
- [3] UPPIN A A,HIRSCH J A,CENTENERA L V, et al. Occurrence of new vertebral body fracture after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporosis[J]. Radiology, 2003, 226(1): 119-124.
- [4] POUVELL A,SHOTAR E,CORMIER E, et al. Letter to the editor regarding "Safety and effectiveness of cervical vertebroplasty: report of a large cohort and systematic review"[J]. Eur Radiol, 2020, 30: 5209-5210.
- [5] TANG B Q,XU S J,CHEN X M, et al. The impact of intravertebral cleft on cement leakage in percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: a case-control study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22(1): 1-7.
- [6] 沈松,徐彬. 经皮椎体成形骨水泥呈弥散型分布可减少邻近椎体再骨折的发生率[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(4): 499-503. SHEN S, XU B. Diffuse distribution of bone cement in percutaneous vertebroplasty reduces the incidence of refracture of adjacent vertebral bodies[J]. Chin J Tissue Eng Res, 2022, 26(4): 499-503. Chinese.
- [7] SORENSEN A,GIMARC D,BICE M, et al. Improving secondary fracture prevention after vertebroplasty: implementation of a fracture liaison service[J]. J Am Coll Radiol, 2021, 18(9): 1235-1238.
- [8] CHIEN H Y,YANG Y C,HSIEH M H, et al. Early percutaneous vertebroplasty improves bone-cement integration and reduces adjacent fractures[J]. World Neurosurg, 2021, 156: e283-e290.
- [9] 李亚军,王业华,方贻铃,等. 椎体强化术后骨水泥相对终板的位置对邻椎再骨折的影响[J]. 实用骨科杂志, 2019, 25(9): 769-772, 780. LI Y J, WANG Y H, FANG Y L, et al. Effect of bone-cement position

- relative to endplate after vertebral augmentation on adjacent vertebrae fracture [J]. *J Parct Orthop*, 2019, 25 (9): 769-772, 780. Chinese.
- [10] KOMEMUSHI A, TANIGAWA N, KARIYA S, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic compression fracture: multivariate study of predictors of new vertebral body fracture [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2006, 29 (4): 580-585.
- [11] DUBLIN A B, HARTMAN J, LATCHAW R E, et al. The vertebral body fracture in osteoporosis: restoration of height using percutaneous vertebroplasty [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2005, 26 (3): 489-492.
- [12] XIE L L, CHEN X D, YANG C Y, et al. Efficacy and complications of 125I seeds combined with percutaneous vertebroplasty for metastatic spinal tumors: a literature review [J]. *Asian J Surg*, 2020, 43 (1): 29-35.
- [13] DRIGALLA D, STONE C K, JUERGENS A L. Delayed symptomatic pulmonary embolism secondary to bone cement after percutaneous vertebroplasty [J]. *J Emerg Med*, 2021, 60 (3): e45-e47.
- [14] LIN T Y, LIU Y C, WANG Y C, et al. Cement augmentation for single-level osteoporotic vertebral compression fracture: comparison of vertebroplasty with high-viscosity cement and kyphoplasty [J]. *World Neurosurg*, 2020, 141: e266-e270.
- [15] 李文乐, 王浩胜, 宁丽俊, 等. 骨质疏松患者经皮椎体成形后骨水泥渗漏风险分析及预测模型验证 [J]. *中国组织工程研究*, 2022, 26 (10): 1477-1482.
- LI W L, WANG H S, NING L J, et al. Analysis of the risk for bone cement leakage after percutaneous vertebroplasty in osteoporosis patients and model verification [J]. *Chin J Tissue Eng Res*, 2022, 26 (10): 1477-1482. Chinese.
- [16] IWANAGA J, RUSTAGI T, ISHAK B, et al. Venous drainage of lumbar vertebral bodies: anatomic study with application to kyphoplasty, vertebroplasty, and pedicle screw complications [J]. *World Neurosurg*, 2020, 137: e286-e290.
- [17] 陈建卓, 任飞. 经皮椎体后凸成形术后骨水泥渗漏的相关因素分析 [J]. *检验医学与临床*, 2021, 18 (16): 2433-2435.
- CHEN J Z, REN F. Analysis of related factors of bone cement leakage after percutaneous kyphoplasty [J]. *Lab Med Chin*, 2021, 18 (16): 2433-2435. Chinese.
- [18] 乔小万, 邓强, 李中锋, 等. 骨质疏松椎体压缩性骨折 PKP 术后骨水泥渗漏研究进展 [J]. *医学综述*, 2021, 27 (16): 3226-3231.
- QIAO X W, DENG Q, LI Z F, et al. Research progress of bone cement leakage after PKP for osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *Med Recapitul*, 2021, 27 (16): 3226-3231. Chinese.
- [19] LUO J, SKRZYPIEC D M, POLLINTINE P, et al. Mechanical efficacy of vertebroplasty: influence of cement type, BMD, fracture severity, and disc degeneration [J]. *Bone*, 2007, 40 (4): 1110-1119.
- [20] 刘冰山, 阮昆鹏. PKP 分次调制灌注骨水泥治疗骨质疏松性椎体爆裂骨折 [J]. *颈腰痛杂志*, 2019, 40 (5): 696-697.
- LIU B S, RUAN K P. Treatment of osteoporotic vertebral burst fracture with PKP staged modulation and perfusion of bone cement [J]. *J Cervicodynia Lumbodynia*, 2019, 40 (5): 696-697. Chinese.

(收稿日期: 2022-05-05 本文编辑: 王宏)