

骨水泥分散状态与椎体强化术后残余疼痛的关系

张彬¹ 甄帆¹ 梁斌^{1△}

[摘要] **目的:**探讨骨水泥分散状态对椎体强化术后残余疼痛的影响及可能的影响因素。**方法:**回顾性分析 2019 年 5 月至 2022 年 4 月接受椎体强化术(VA)治疗骨质疏松性椎体压缩骨折(OVCFs)的 108 例患者。根据骨水泥弥散分布类型,将患者分为高度弥散组(A 组)、中度弥散组(B 组)和低度弥散组(C 组)。对比三组患者视觉模拟量表(VAS)评分、Oswestry 功能障碍指数(ODI)评分、损伤椎体高度(IVH)和局部脊柱后凸角度(LKA)的差异。**结果:**三组患者术后 VAS、ODI 评分均较术前有明显改善,差异有统计学意义($P<0.05$)。末次随访时,A 组 VAS、ODI 评分与 B 组、C 组比较,差异有统计学意义($P<0.05$);且 A 组优于 B 组,B 组优于 C 组,差异有统计学意义($P<0.05$)。三组患者术后损伤椎体高度和局部脊柱后凸角度均有改善,组间差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论:**骨水泥充分分散状态可降低椎体强化术后残余疼痛。

[关键词] 椎体强化术;残留疼痛;骨水泥;弥散分布

[中图分类号] R683.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2024)04-0055-04

DOI:10.20085/j.cnki.issn1005-0205.240411

Relationship between Bone Cement Dispersion Status and Residual Pain after Vertebral Augmentation

ZHANG Bin¹ ZHEN Fan¹ LIANG Bin^{1△}

¹Shanxi Fenyang Hospital, Fenyang 032200, Shanxi China.

Abstract Objective: To investigate the effect of bone cement dispersion on residual pain after vertebral augmentation (VA) and its possible influencing factors. **Methods:** A retrospective analysis included 108 patients who underwent vertebral augmentation for osteoporotic vertebral compression fractures (OVCFs) between May 2019 and April 2022. Patients were divided into high diffusion group (group A), moderate diffusion group (group B), and low diffusion group (group C) according to the type of bone cement diffusion distribution. Visual analogue scale (VAS), Oswestry disability index (ODI), injured vertebral height (IVH), and local kiphosis angle (LKA) were compared among the three groups. **Results:** VAS and ODI scores of the three groups were significantly improved compared with those before surgery ($P<0.05$). At the last follow-up, VAS and ODI scores of group A were significantly different from those of group B and group C ($P<0.05$), and group A was better than group B and group B was better than group C ($P<0.05$). IVH and LKA were improved in all three groups, but there was no significant difference between the three groups ($P>0.05$). **Conclusion:** Fully dispersed bone cement can reduce residual pain after vertebral augmentation.

Keywords: vertebral augmentation; residual pain; bone cement; dispersion distribution

骨质疏松性椎体压缩骨折(Osteoporotic Vertebral Compression Fractures, OVCFs)常继发于骨质疏松。椎体强化术(Vertebral Augmentation, VA)是治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的主要手术方法,具有许多优

点,但术后残留疼痛一直是医生和患者面临的挑战^[1]。然而,术中骨水泥分散程度与术后残余疼痛之间的关系尚未阐明,也未见文献明确指出骨水泥分散程度与术后残余疼痛之间的关系^[2]。因此,本研究旨在探讨骨水泥分散状态对椎体强化术后残余疼痛的影响及可能的影响因素,现报告如下。

¹ 山西省汾阳医院(山西 汾阳,032200)

[△]通信作者 E-mail: fyygklb@163.com

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2019 年 5 月至 2022 年 4 月,接受椎体强化术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的 108 例患者的临床资料,本研究获医院伦理委员会批准。108 例患者均为胸椎或腰椎单椎骨折,其中 A 组(高度弥散组)39 例,B 组(中度弥散组)30 例,C 组(轻度弥散组)39 例。

1.2 诊断标准

根据术后 X 线片分为 A 组、B 组、C 组。A 组(高度弥散组):正位或侧位骨水泥弥散均 $>1/2$,骨水泥弥散 $>50\%$ 。B 组(中度弥散组):正位或侧位任一个体位骨水泥 $\leq 1/2$,另一个体位 $>1/2$,骨水泥弥散 $25\%\sim 50\%$ 。C 组(轻度弥散组):正位骨水泥投影 $\leq 1/2$,侧位 $\leq 1/2$,骨水泥弥散 $\leq 25\%$ 。所有 X 线片均由两位高年资影像医师共同完成。

1.3 纳入标准

1)有明确病史,临床诊断为骨质疏松性椎体压缩骨折,单椎体胸腰椎骨折保守治疗 2~6 周无效;2)X 线平片显示胸腰椎楔形改变或脂肪变性;3)放射学检查示新压缩骨折,磁共振(MRI)显示水肿,或 X 线/CT 扫描证实骨折不超过 3 个月,无神经脊髓压迫症状;4)无甲状腺腺功能异常等影响骨代谢的疾病。

1.4 排除标准

1)影像资料和病历不全,随访时间 <12 个月;2)有其他神经血管损伤或严重心血管疾病;3)因长期使用激素或肿瘤导致病理性骨折;4)有脊柱转移、骨水泥渗漏、神经卡压、血管栓塞、感染、肺栓塞等术后并发症。

1.5 方法

手术由专科医生严格按照程序进行,具体为患者卧位,用 C 臂机透视镜确定并标记损伤椎体(损伤椎体右侧、椎弓根外)进针点,手术区域常规消毒,1%利多卡因局部麻醉。在透视下用穿刺针刺穿损伤椎体中后 $1/3$,拔出针芯,将导向钻通过穿刺道旋转至棘突前后,进入椎体前中 $1/3$ 。术后观察伤椎高度恢复情况,取出气囊。将骨水泥调整到膏状阶段,在透视镜下通过穿刺通道缓慢注入椎体。在透视镜下观察骨水泥的弥散程度和有无渗漏。骨水泥硬化后,慢慢取出穿刺针,用无菌敷料覆盖针孔。

评价骨水泥骨折线内融合程度方法:术前确定骨折线位置;CT 矢状位显示骨折线呈条带状,有致密的压缩影或缺损闭塞。观察椎体周围皮质裂隙的位置以确定骨折线的具体方向。术后观察骨水泥分散程度,参照术前确定的骨折线具体位置,观察术后 CT 正位、侧位或冠状位及矢状位的 X 线片。若骨水泥完全覆

盖了骨折线,则认为有良好的融合,若未完全覆盖骨折线,则认为融合不良。

主要结局:主要结局包括术前和最后一次随访(2023 年 5 月 30 日)时患者的视觉模拟量表(VAS)评分和腰痛 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry Disability Index, ODI)评分,这两个分数都是从病历系统中提取。VAS 评分范围为 0~10 分,评分越高疼痛越剧烈。ODI 评分范围为 0~100 分,评分越高功能障碍越严重。次要结局:包括损伤椎体高度(侧位 X 线片,上终板与下终板之间的距离)和局部脊柱后凸角度(上终板与下终板之间的角度,损伤椎体上一级与下一级椎体的夹角),由 GE AW4.7 工作站计算,使用 3D 功能对薄层 CT 扫描的数字成像和医学通信图像进行处理。

1.6 统计学方法

所有数据用 SPSS 26.0 软件进行分析。分类变量用绝对值和频率记录,连续变量用 $\bar{x}\pm s$ 形式记录,必要时进行 Bonferroni 校正或 Fisher 精确检验。 $P<0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

三组患者年龄(76.30 ± 9.88 vs 75.47 ± 8.36 vs 74.38 ± 7.29 ; $95\%CI=-4.463\sim 8.303$; $P=0.545$)、性别(A 组男 21 例,女 18 例;B 组男 16 例,女 14 例;C 组男 21 例,女 18 例; $P=0.274$)、注射量($(6.11\pm 1.65)\text{mL}$ vs $(5.78\pm 1.90)\text{mL}$ vs $(5.15\pm 1.88)\text{mL}$, $P=0.122$)、手术时间($(30.87\pm 8.02)\text{min}$ vs $(31.77\pm 8.16)\text{min}$ vs $(33.46\pm 8.43)\text{min}$, $P=0.367$)等一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。

2.2 三组患者 ODI 和 VAS 评分比较

如表 1 所示,术前 A 组与 B 组 ODI 评分差异无统计学意义($P>0.05$),术后 A 组 ODI 评分低于 B 组,差异有统计学意义($P=0.001$)。VAS 评分术前 A 组与 B 组差异无统计学意义,但术后 A 组低于 B 组,差异有统计学意义($P=0.004$)。

2.3 三组患者局部脊柱后凸角度和损伤椎体高度比较

如表 2 所示,三组局部脊柱后凸角度均较术前缩小,A 组与 B 组差异无统计学意义($P=0.563$)。术后三组损伤椎体高度均较术前升高,A 组与 B 组差异无统计学意义($P=0.574$)。

3 讨论

本研究结果显示,经椎体强化术治疗的骨质疏松性椎体压缩骨折患者术后 VAS 评分和 ODI 评分均有明显改善。术后末次随访时,VAS 评分降至 (1.69 ± 0.79) 分,ODI 评分降至 (12.06 ± 4.18) 分。这些结果

表 1 三组患者 ODI 和 VAS 评分比较(̄x±s,分)

组别	时间	ODI 评分	VAS 评分
A 组	术前	79.52±7.16	7.19±0.94
	术后(末次随访)	15.48±4.14	3.17±0.65
B 组	术前	78.95±7.13	7.15±0.92
	术后(末次随访)	17.34±4.15	3.44±0.59
C 组	术前	78.86±7.20	7.11±0.90
	术后(末次随访)	20.77±4.67	3.85±0.56
<i>t</i>		1.794	1.380
<i>P</i> (术后组间)		0.001	0.004

表 2 三组患者局部脊柱后凸角度和损伤椎体高度对比

组别	时间	局部脊柱后凸角度/(°)	损伤椎体高度/mm
A 组	术前	19.52±1.16	16.11±9.65
	术后(末次随访)	14.89±8.76	18.74±4.56
B 组	术前	19.10±1.18	16.15±9.61
	术后(末次随访)	13.46±8.14	18.78±4.09
C 组	术前	18.86±1.20	16.19±9.58
	术后(末次随访)	13.17±7.99	18.83±3.75
<i>t</i>		0.816	0.442
<i>P</i> (术后组间)		0.563	0.574

进一步表明,椎体强化术能明显减轻疼痛,提高患者的生活质量。有研究显示^[3]对于急性骨质疏松性椎体压缩骨折,椎体强化比保守治疗更能缓解疼痛,还有研究表明椎体强化在缓解疼痛方面优于保守治疗。然而也有研究称,脊柱外固定保守治疗在急性期骨质疏松性椎体压缩骨折的疼痛减轻方面并没有显示出统计学意义的显著改善^[4]。

椎体强化术具有效果快、操作简单、损伤小、手术时间短、临床应用广泛等优点^[5]。对椎体强化术缓解疼痛的机制认识尚存在争议,目前认为其可能与以下因素有关^[2,6]:1)手术为受伤椎体提供了相应的机械强度和稳定性,缓解了椎体异常活动引起的疼痛;2)骨水泥聚合产生热效应,灼伤骨折端神经组织;3)骨水泥本身的化学毒性导致神经末梢坏死。一般来说,椎体强化术通过注射骨水泥可迅速缓解疼痛,恢复功能活动,提高椎体稳定性,减少神经末梢刺激,这也是骨质疏松性椎体压缩骨折治疗的首要目标。通过 VAS 评分组间比较分析,三组术前评分差异无统计学意义^[3];末次随访时,A 组的 VAS 和 ODI 评分均明显优于 B 组。目前的研究表明,骨折线内骨水泥的充分融合更有利于减轻术后残余疼痛,提高患者的生活质量^[4]。有研究发现^[7]骨水泥的不适当分布可能导致术后中短期疼痛缓解不足,这可能与骨水泥分布不均匀导致骨折椎体移位和骨折周围的微小运动有关。也有研究发现骨水泥均匀分布并与上下终板紧密接触,从而更好地保持椎体的强度和高度,降低再次骨折的风险,并改善患者的慢性背痛。

此外,其他研究发现椎体强化术后的残余疼痛与

胸腰筋膜损伤、竖脊肌痉挛、术中穿刺量、骨水泥注入量、骨密度、椎体感染、不良心理和精神因素和骨水泥体积比等有关^[7]。因此,本研究分析了损伤椎体高度的恢复、局部后凸角度、骨密度、椎体体积、骨水泥体积和骨水泥体积比等因素对手术效果的影响。椎体强化术后损伤椎体高度较术前升高,局部脊柱后凸角度较术前降低^[8]。本研究进一步证实了椎体强化术在恢复受损椎体高度,降低局部脊柱后凸角度,从而提高椎体稳定性中的作用。然而,笔者比较了三组的损伤椎体高度和局部脊柱后凸角度,没有发现明显的差异。本研究结果表明,不同的骨水泥分布状态并不影响损伤椎体高度和局部脊柱后凸角度^[9]。同时,不同的骨水泥扩散状态并不影响损伤椎体高度和局部脊柱后凸角度与术后残留疼痛的关系。椎体强化术短期内可促进损伤椎体高度恢复,降低局部脊柱后凸角度,有利于减轻脊柱变形引起的关节、肌肉、韧带疼痛。有研究表明,骨水泥的体积比与疼痛缓解正相关,当骨水泥体积比大于 27.8%时,止痛效果较好^[10]。此外,骨水泥体积比超过 40.5%会增加邻近椎体骨折的风险。注射适量骨水泥,保持适当的分散状态,可增加骨水泥的体积和体积比,更有利于减轻术后残余疼痛。

关于手术方法,椎体强化术主要包括经皮椎体成形术和后凸成形术,笔者选择了经皮椎弓根外球囊后凸成形术,其优点如下^[11-12]:1)后凸成形术在恢复受损椎体高度和促进骨水泥在骨折线上的扩散和分布方面具有更大的优势。2)单侧穿刺法可以缩短手术时间,椎弓根外入路也能保证骨水泥更好地分散。脊柱后凸成形术可减少双侧穿刺术对重要器官、脊髓、神经、椎

体附件、硬膜囊和软组织的损伤。本研究中骨水泥在椎体内的融合被直观地展示出来,通过建立三维模型,可以更直观地分析病变椎体内骨水泥的形态,准确计算骨水泥的弥散体积和体积比。本研究表明骨水泥在骨折线部位的分散程度越好,手术效果也越好。总之,确定手术方案、控制手术周期、选择手术急性期、控制骨水泥用量、保证骨水泥体积在椎体内的比例,都是保证手术效果和提高临床疗效的必要条件。同时,阐明骨水泥的镇痛机制,寻找更多潜在的影响残余疼痛的因素是今后的研究方向^[13]。本研究是一项单中心回顾分析,病例数量相对较少,有必要进一步开展大规模、多因素和前瞻性研究。

综上所述,本研究表明骨水泥在骨折线区域有明显的融合,有利于减轻术后疼痛,提高生活质量。

参考文献

- [1] DING L, WANG H, LI J, et al. Correction: preparation and characterizations of an injectable and biodegradable high-strength iron-bearing brushite cement for bone repair and vertebral augmentation applications[J]. *Biomater Sci*, 2023, 11(7): 2605.
- [2] DING Y, LIU J, HAN X, et al. Vertebral augmentation via the rib approach: surgical essentials and therapeutic effects[J]. *Neurochirurgie*, 2022, 68(4): 386-392.
- [3] DONG C, ZHU Y, ZHOU J, et al. Therapeutic efficacy of third-generation percutaneous vertebral augmentation system (PVAS) in osteoporotic vertebral compression fractures (OVCFs): a systematic review and meta-analysis[J]. *Biomed Res Int*, 2022; 9637831.
- [4] CABRERA J P, CAMINO-WILLHUBER G, GUIROY A, et al. Vertebral augmentation plus short-segment fixation versus vertebral augmentation alone in Kummell's disease: a systematic review and meta-analysis[J]. *Neurosurg Rev*, 2022, 45(2): 1009-1018.
- [5] ABDALLA M A, RODRIGUES R, ULBRICHT C. Vertebral augmentation for painful type 4 osteoporotic com-

pression fractures: a comparative study[J]. *J Osteoporos*, 2023; 1562892.

- [6] BEALL D P, PHILLIPS T R. Vertebral augmentation: an overview[J]. *Skeletal Radiol*, 2023, 52(10): 1911-1920.
- [7] PAVLATOS N, KURIAN M, KHAN O, et al. Vertebral augmentation-related clostridium septicum osteomyelitis[J]. *Radiol Case Rep*, 2022, 17(10): 3779-3784.
- [8] HOLYOAK D T, ANDRESHAK T G, HOPKINS T J, et al. Height restoration and sustainability using bilateral vertebral augmentation systems for vertebral compression fractures: a cadaveric study[J]. *Spine J*, 2022, 22(12): 2072-2081.
- [9] SHARIF S, ALI M Y, COSTA F, et al. Vertebral augmentation in osteoporotic spine fractures: WFNS spine committee recommendations[J]. *J Neurosurg Sci*, 2022, 66(4): 311-326.
- [10] ESEONU K C, PANCHMATIA J R, STREETLY M J, et al. The role of vertebral augmentation procedures in the management of vertebral compression fractures secondary to multiple myeloma[J]. *Hematol Oncol*, 2023, 41(3): 323-334.
- [11] GE C, CHEN Z, LIN Y, et al. Preoperative prediction of residual back pain after vertebral augmentation for osteoporotic vertebral compression fractures: initial application of a radiomics score based nomogram[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 13: 1093508.
- [12] GOU P, ZHAO Z, YU C, et al. Efficacy of recombinant human parathyroid hormone versus vertebral augmentation procedure on patients with acute osteoporotic vertebral compression fracture[J]. *Orthop Surg*, 2022, 14(10): 2510-2518.
- [13] EHSANIAN R, TO J, KOSHKIN E, et al. A single-center retrospective analysis investigating the effect of timing of vertebral augmentation on pain outcomes[J]. *Pain Physician*, 2022, 25(9): E1423-E1431.

(收稿日期: 2023-08-13)