

· 临床论著 ·

## 胸腰椎骨质疏松性骨折精准靶点经皮椎体成形术<sup>△</sup>

钱煜昊<sup>1</sup>, 卜献忠<sup>2,3</sup>, 郭晓辉<sup>4</sup>, 卜保献<sup>4\*</sup>, 王奕鑫<sup>1</sup>, 王子奇<sup>1</sup>

[1. 湖南中医药大学, 湖南长沙 410208; 2. 河南中医药大学第一附属医院, 河南郑州 450046; 3. 广西中医药大学, 广西南宁, 530001; 4. 河南省洛阳正骨医院 (河南省骨科医院), 河南洛阳 471002]

**摘要:** [目的] 对比单侧入路精准靶点与常规经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 治疗骨质疏松性胸腰椎压缩性骨折 (osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF) 的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2020 年 1 月—2022 年 6 月在本院接受 PVP 手术的 72 例 OVCF 患者的临床资料, 根据医患沟通结果, 36 例采用精准靶点单侧入路 PVP (精准组), 36 例接受常规单侧入路 PVP (常规组), 比较两组围手术期、随访和影像学资料。[结果] 两组患者手术均顺利完成, 均未发生严重并发症。精准组手术时间 [(28.9±3.3) min vs (46.2±9.1) min,  $P<0.001$ ]、术中透视次数 [(13.2±1.0) 次 vs (17.1±2.6) 次,  $P<0.001$ ]、穿刺针调整次数 [(3.3±6.5) 次 vs (4.8±6.5) 次,  $P<0.001$ ] 均显著少于常规组, 但前者骨水泥注入量显著多于后者 [(6.3±1.0) ml vs (5.6±0.9) ml,  $P<0.001$ ], 前者骨水泥弥散度显著优于后者 [I/II/III, (3/16/17) vs (8/22/6),  $P=0.004$ ]。两组骨水泥渗漏率、下地行走时间、住院时间的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。随访时间 (15.5±0.4) 个月。两组完全负重活动时间的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 随时间推移, 两组的 VAS、ODI、JOA 评分均显著改善 ( $P<0.05$ ); 同一时间点, 两组上述指标的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。影像方面, 两组术后椎体前缘高度和局部后凸 Cobb 均较术前显著改善 ( $P<0.05$ ), 同一时间点, 两组间上述影像指标的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。[结论] 精准靶点单侧入路 PVP 治疗 OVCF 疗效满意, 且具有穿刺路径精准、术中射线暴露量低、组织损伤小、骨水泥双侧弥散充分等优势, 但存在一定的学习曲线。

**关键词:** 骨质疏松, 胸腰椎压缩性骨折, 经皮椎体成形术, 精准靶点单侧穿刺

中图分类号: R683.2 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2024) 05-0385-07

**Accurately targeted percutaneous vertebroplasty for thoracolumbar osteoporotic fractures // QIAN Yu-hao<sup>1</sup>, BU Xian-zhong<sup>2,3</sup>, GUO Xiao-hui<sup>4</sup>, BU Bao-xian<sup>4</sup>, WANG Yi-xin<sup>1</sup>, WANG Zi-qi<sup>1</sup>. 1. Hunan University of Traditional Chinese Medicine, Changsha 410208, China; 2. The First Affiliated Hospital, Henan University of Traditional Chinese Medicine, Zhengzhou 450046, China; 3. Guangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanning 530001, China; 4. Henan Provincial Orthopaedic Hospital, Luoyang 471002, China**

**Abstract: [Objective]** To compare the clinical outcome of accurately targeted (AT) unilateral percutaneous vertebroplasty (PVP) versus the routine counterpart for osteoporotic vertebral compression fractures (OVCF). **[Methods]** A retrospective analysis was performed on 72 patients who underwent PVP surgery for OVCF in our hospitals from January 2020 to June 2022. According to the surgeon-patient communication, 36 patients received the AT unilateral PVP, while other 36 patients received the routine unilateral PVP. Perioperative period, follow-up and imaging data of the two groups were compared. **[Results]** All patients in both groups got corresponding surgical operation completed smoothly without serious complications. The AT group was significantly less than the routine group in terms of operation time [(28.9±3.3) min vs (46.2±9.1) min,  $P<0.001$ ], intraoperative fluoroscopy times [(13.2±1.0) times vs (17.1±2.6) times,  $P<0.001$ ] and puncture needle adjustment times [(3.3±6.5) times vs (4.8±6.5) times,  $P<0.001$ ], while the former got significantly greater bone cement injection volume [(6.3±1.0) ml vs (5.6±0.9) ml,  $P<0.001$ ], with significantly better bone cement distribution than the latter [I/II/III, (3/16/17) vs (8/22/6),  $P=0.004$ ]. There were no significant differences in bone cement leakage rate, walking time and hospital stay between the two groups ( $P>0.05$ ). As time elapsed in follow-up period lasted for (15.5±0.4) months, the VAS, ODI and JOA scores in both groups were significantly improved ( $P<0.05$ ), whereas which were not statistically significant between the two groups at any time points accordingly ( $P>0.05$ ). Regarding imaging, the anterior vertebral height and local kyphotic Cobb angle were significantly improved in both groups after surgery compared with those preoperatively

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2024.05.01

<sup>△</sup>基金项目: 河南省中医药科学研究专项课题项目 (编号: 20-21ZY2083); 广西中医药大学 2021 年博士研究生科研创新项目 (编号: YCBXJ2021009)

作者简介: 钱煜昊, 硕士研究生在读, 研究方向: 脊柱相关疾病的诊治, (电话)13698888259, (电子信箱)471359378@qq.com

\* 通信作者: 卜保献, (电话)0379-63546641, (电子信箱)bbx2137@163.com

( $P < 0.05$ ), while which were not statistically significant between the two groups at any matching time points ( $P > 0.05$ ). [Conclusion] This accurately targeted unilateral percutaneous vertebroplasty achieves satisfactory consequence for osteoporotic vertebral compression fractures, with advantages of accurate puncture path, low intraoperative radiation exposure, minimized tissue damage, and sufficient bilateral bone cement distribution, despite of a certain learning curve.

**Key words:** osteoporosis, thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fractures, percutaneous vertebroplasty, accurately targeted unilateral puncture

随着人口老龄化,骨质疏松症(osteoporosis, OP)及相关并发症已成为全球性的公共卫生问题<sup>[1]</sup>,其中骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)对中老年人群危害性较大。胸腰段交界处是脊柱生物力学的薄弱点,也是 OVCF 多发的椎体节段,可导致腰背部剧烈疼痛,甚至神经损伤,严重影响生活质量<sup>[2]</sup>,保守治疗的疗效有限,虽然大多数 OVCF 会在几个月内愈合,但仍存在长期疼痛或残疾的风险<sup>[3]</sup>。对于老年 OP 患者应及时进行手术治疗<sup>[4]</sup>,然而此类患者的椎体抗拔出仅为正常人的 30%~50%,切开内固定术并不适用<sup>[5]</sup>。经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)由 Galibert 等<sup>[6]</sup>于 1987 年报道,该术式具有矫正后凸畸形和恢复椎体高度、止痛等作用<sup>[7]</sup>,目前椎弓根入路 PVP 已被广泛应用于 OVCF。双侧入路 PVP 手术时间长、创伤大、放射暴露量多;而单侧椎弓根入路 PVP 则存在骨水泥注入量少、对侧弥散分布不均匀等问题,进而导致患者术后持续疼痛、伤椎及邻椎加速退变,甚至新发、再发骨折<sup>[8-10]</sup>,故临床对于选择何种入路仍存在争议。为解决上述问题,本课题组创新提出一种改良入路,即精准靶点单侧入路:术前根据 CT 影像评估椎体损伤程度和椎弓根形态,规划穿刺点、穿刺路径、穿刺深度及骨水泥注入点,术中严格按照术前规划进行单侧穿刺和骨水泥注入,疗效满意。本研究将此种改良方法与常规单侧入路 PVP 的临床疗效进行回顾性分析对比,报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准:(1)男性 $\geq 60$ 岁,女性绝经后或骨密度 T 值 $\leq -2.5$  SD;(2)未受到暴力因素影响或仅受到轻微外力因素影响,以腰背部疼痛伴活动受限为主诉;(3)查体可见胸椎或腰椎棘突存在压痛(+)和叩击痛(+);(4)正侧位 X 线片示椎体呈楔形改变或呈双凹状改变;(5)CT 示椎体压缩率 $> 40\%$ ;无明

显骨块侵入椎管、脊髓未受压,未出现神经症状;(6)MRI 示 T1 像低信号、T2 像高信号,脂肪抑制序列有明显骨髓水肿信号,且影像学检查提示病变部位与体格检查阳性部位一致。

排除标准:(1)椎体原发性或转移性肿瘤、血管瘤、椎体结核、椎体感染等病理性骨折患者;(2)合并严重心肺疾病、凝血功能障碍及长期使用免疫抑制剂、糖皮质激素、抗凝血药物或其他对预后不利的药物等,无法耐受手术者;(3)椎体压缩程度 $\geq 75\%$ 、伤椎椎弓根内壁 $\leq 3$  mm、椎体后缘破坏严重或不完整;(4)多节段椎体骨折。以上条件满足任意一条即可排除。

### 1.2 一般资料

回顾分析 2020 年 1 月—2022 年 6 月本院 OVCF 行 PVP 治疗的患者,共 72 例符合上述标准,纳入本研究。根据术前医患沟通结果,36 例接受精准靶点单侧入路 PVP (精准组),36 例接受常规单侧入路 PVP (常规组)。两组术前一般资料见表 1,两组患者年龄、性别、BMI、病椎分布、病程的差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。本研究获医院伦理委员会批准,且所有患者均签署手术知情同意书。

表 1 两组患者术前一般资料比较

Table 1 Comparison of the two groups regarding preoperative general data

指标	精准组 (n=36)	常规组 (n=36)	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	71.9 $\pm$ 0.7	71.4 $\pm$ 0.6	0.767
性别(例,男/女)	6/30	5/31	0.676
BMI(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	23.4 $\pm$ 1.6	23.6 $\pm$ 1.5	0.055
病程(月, $\bar{x} \pm s$ )	11.8 $\pm$ 4.0	13.0 $\pm$ 3.0	0.055
节段(例,中胸椎/下胸椎/腰椎)	11/8/17	9/11/16	0.937

### 1.3 手术方法

术前完善常规影像学检查,包括 CT、MRI 和正侧位 X 线片(图 1a~1e)。两组手术患者均由同一高年资医师完成,且使用同一厂家生产的椎体成形成套手术器械、聚甲基丙烯酸甲酯骨水泥(polymethyl methacrylate, PMMA)。

精准组:以 T<sub>12</sub> 为例,在术前 CT 影像上规划穿

刺路径如下：(1) 取椎体纵中线（标线 1）与横中线（标线 2）交叉点为椎体中点（点 A）；沿椎体后缘作一线平行于标线 2 为标线 3；沿穿刺侧椎弓根内缘作一线平行于标线 1 称为标线 4，标线 2 与标线 3 有一交点 B；沿对侧椎弓根内缘作一线平行于标线 1 称为标线 5，过点 A 与椎体前缘的中点作一线平行于标线 2 为标线 6，作标线 7 均分标线 1 与标线 5 之间的区域；(2) 由标线 6 经点 A、B 引出一穿刺线，此为理想的穿刺路径，根据不同椎体、实际情况可作适当调整，但不可低于 A、B 两点，T 点为穿刺针预计到达位置；(3) 垂直于标线 1 沿皮缘作标线 8 与穿刺线相交，交点为点 C，此为皮肤穿刺点（图 1f）。透视定位，在伤椎骨折压缩程度较重一侧标记穿刺进针点，1%利多卡因局部浸润麻醉，尖刀切皮约 2 cm，测量穿刺角度。透视引导下进针，进针点、进针角度、穿刺路径严格依照术前规划进行，到达术前规划位置（T 点）后停止进针。调制半量 PMMA，于“粥状期”先向伤椎对侧注入，再后退至椎体中线向后缘注入，最后退至同侧注入。再调制半量 PMMA，于“粥状期”再次少许注入至伤椎重侧，充盈接近椎体后缘时即停止注入。待凝固后拔出工作套管。

常规组：透视定位，标记皮肤进针点。术区常规消毒、铺无菌巾。1%利多卡因局部浸润麻醉，尖刀切皮约 2 cm；正位透视下用直径为 3.5 mm 穿刺针抵至椎弓根外上方，确定进针方向后开始进针，侧位透视穿刺至椎体后缘，正位透视穿刺至椎弓根投影内缘。用骨钻经穿刺针进入，透视侧位在椎体前 1/3，正位越过棘突中线，退出骨钻。调制 PMMA，于“粥状期”注入椎体内，充盈接近椎体后缘时即停止注入，待凝固后拔出工作套管。

两组术后给予常规消炎止痛治疗，术后 2 d 佩戴支具下床活动。术后继续行抗骨质疏松治疗。

#### 1.4 评价指标

记录围手术期资料。采用完全负重活动时间、疼痛视觉模拟评分（visual analogue scale, VAS）、Oswestry 功能障碍指数问卷表（Oswestry disability index, ODI）和日本骨科协会（Japanese Orthopaedic Association, JOA）腰评分评价临床疗效。行影像学检查，测量伤椎局部后凸 Cobb 角、椎体前缘高度。采用改进后的赵玉波<sup>[1]</sup>分型法评价骨水泥弥散程度：1 级为正位及侧位骨水泥投影均 $\leq 1/2$ ，骨水泥弥散 $\leq 25\%$ ；2 级为正位见骨水泥投影 $\leq 1/2$ ，侧位骨水泥投影 $> 1/2$ ，骨水泥弥散 25%~50%；3 级为正位及侧位骨水泥投影均 $> 1/2$ ，骨水泥弥散程度 $> 50\%$ 。

#### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。计量数据以  $\bar{x} \pm s$  表示，满足正态分布时，两组间比较采用独立样本 *t* 检验，组内不同时间点比较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。等级资料两组比较采用 Mann-Whitney *U* 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 围手术期资料

两组患者手术均顺利完成，两组均无骨水泥漏入椎管损伤神经及血管，无肺栓塞等并发症。两组围手术期资料见表 2。精准组在手术时间、术中透视次数、穿刺针调整次数均显著少于常规组（ $P < 0.05$ ），前者的骨水泥注入量显著多于后者（ $P < 0.05$ ），且精准组骨水泥弥散度显著优于常规组（ $P < 0.05$ ）。两组患者骨水泥渗漏率、下地行走时间、住院时间比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。

表 2 两组患者围手术期资料比较  
Table 2 Comparison of perioperative documents between the two groups

指标	精准组 (n=36)	常规组 (n=36)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	28.9 $\pm$ 3.3	46.2 $\pm$ 9.1	<0.001
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$ )	13.2 $\pm$ 1.0	17.1 $\pm$ 2.6	<0.001
穿刺针调整次数 (次, $\bar{x} \pm s$ )	3.3 $\pm$ 0.7	4.8 $\pm$ 0.7	<0.001
骨水泥注入量 (ml, $\bar{x} \pm s$ )	6.3 $\pm$ 1.0	5.6 $\pm$ 0.9	<0.001
骨水泥弥散度 (例, I/II/III)	3/16/17	8/22/6	0.004
骨水泥渗漏 [例 (%)]	14 (38.9)	18 (50.0)	0.346
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	1.1 $\pm$ 0.3	1.1 $\pm$ 0.4	0.062
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	5.3 $\pm$ 0.8	5.3 $\pm$ 0.8	0.559

### 2.2 随访结果

两组患者均获随访 13~16 个月，平均（15.5 $\pm$ 0.4）个月。两组患者随访具体结果见表 3。两组完全负重活动时间的差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ），随时间推移，两组 VAS 评分、ODI 指数显著降低（ $P < 0.05$ ），JOA 评分显著增加（ $P < 0.001$ ）；同一时间点，两组患者上述指标的差异均无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。随访期间精准组出现邻椎骨折 5 例、常规组 4 例，均使用本入路 PVP 治疗。两组伤椎均未再发骨折，均未发生严重并发症。



表 3 两组患者随访资料 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较  
Table 3 Comparison of follow-up documents between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

指标	时间点	精准组 (n=36)	常规组 (n=36)	P 值
完全负重活动时间 (d)		45.0±0.8	45.0±0.7	0.393
VAS 评分 (分)	术前	7.3±0.8	7.3±0.7	0.698
	术后 2 d	2.6±0.7	2.8±0.6	0.108
	末次随访	2.8±1.0	3.0±0.9	0.235
	P 值	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)	术前	79.9±1.6	80.3±1.8	0.311
	术后 2 d	31.8±1.4	31.9±1.8	0.880
	末次随访	35.8±1.8	36.3±1.6	0.126
	P 值	<0.001	<0.001	
JOA 评分 (分)	术前	12.6±1.3	12.4±1.6	0.702
	术后 2 d	22.9±0.9	22.9±1.1	0.971
	末次随访	24.8±1.0	24.8±1.1	0.929
	P 值	<0.001	<0.001	

### 2.3 影像评估

两组影像评估结果见表 4。术前两组伤椎前缘高度和局部后凸 Cobb 角差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。与术前比较, 术后 2 d 椎体前缘高度显著增加 ( $P<0.05$ ), 局部后凸 Cobb 角显著减小 ( $P<0.05$ ); 与术后 2 d 比较, 末次随访时椎体前缘高度有所丢失、局

部后凸 Cobb 角略微增大, 但差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。术前及术后 2 d, 两组间椎体前缘高度及局部后凸 Cobb 角的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。末次随访时, 精准组伤椎前缘高度显著大于常规组 ( $P<0.05$ ), 但两组局部后凸 Cobb 角的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。精准组末次随访时典型影像见图 1g, 1h。

表 4 两组患者影像资料 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较  
Table 4 Comparison of imaging documents between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

指标	时间点	精准组 (n=36)	常规组 (n=36)	P 值
伤椎前缘高度 (mm)	术前	16.1±1.8	16.3±1.4	0.395
	术后 2 d	20.1±1.7	19.9±1.9	0.324
	末次随访	20.1±1.4	18.6±1.8	<0.001
	P 值	<0.001	<0.001	
局部后凸 Cobb 角 (°)	术前	18.7±1.6	18.4±1.8	0.960
	术后 2 d	12.3±1.0	12.1±1.5	0.397
	末次随访	13.2±1.1	13.2±1.7	0.915
	P 值	<0.001	<0.001	

## 3 讨论

经椎弓根入路是胸腰椎 PVP 的常规入路, 常规单侧入路具有手术时间短、操作简单、透视次数少、骨水泥渗漏风险小等优点<sup>[12]</sup>。骨水泥热效应和骨水泥的有效支撑作用是 PVP 治疗 OVCFs 的主要原理<sup>[13]</sup>, 骨水泥弥散度和椎体刚度是影响伤椎再骨折发生率的重要因素, 采用常规单侧入路骨水泥, 对侧弥散效果不够理想, 容易导致椎体生物力学失衡, 增

加椎体压缩变形和再骨折的风险<sup>[9, 14]</sup>。而双侧穿刺入路具有良好的骨水泥弥散效果, 但存在手术时间长、透视次数多、花费高、骨水泥渗漏风险高等缺陷<sup>[15-17]</sup>。基于此, 国内外学者对单侧 PVP 进行改良, 李涛等<sup>[18]</sup>应用椎间盘穿刺针经椎间孔安全三角区从椎体后上缘进入椎体, 提高了骨水泥弥散度、缩短了手术时间; Zhuo 等<sup>[19]</sup>由椎弓根外经横突上缘进针, 减小了神经损伤的风险, 且术式简单可控, 但对于骨水泥弥散度并无明显提升。

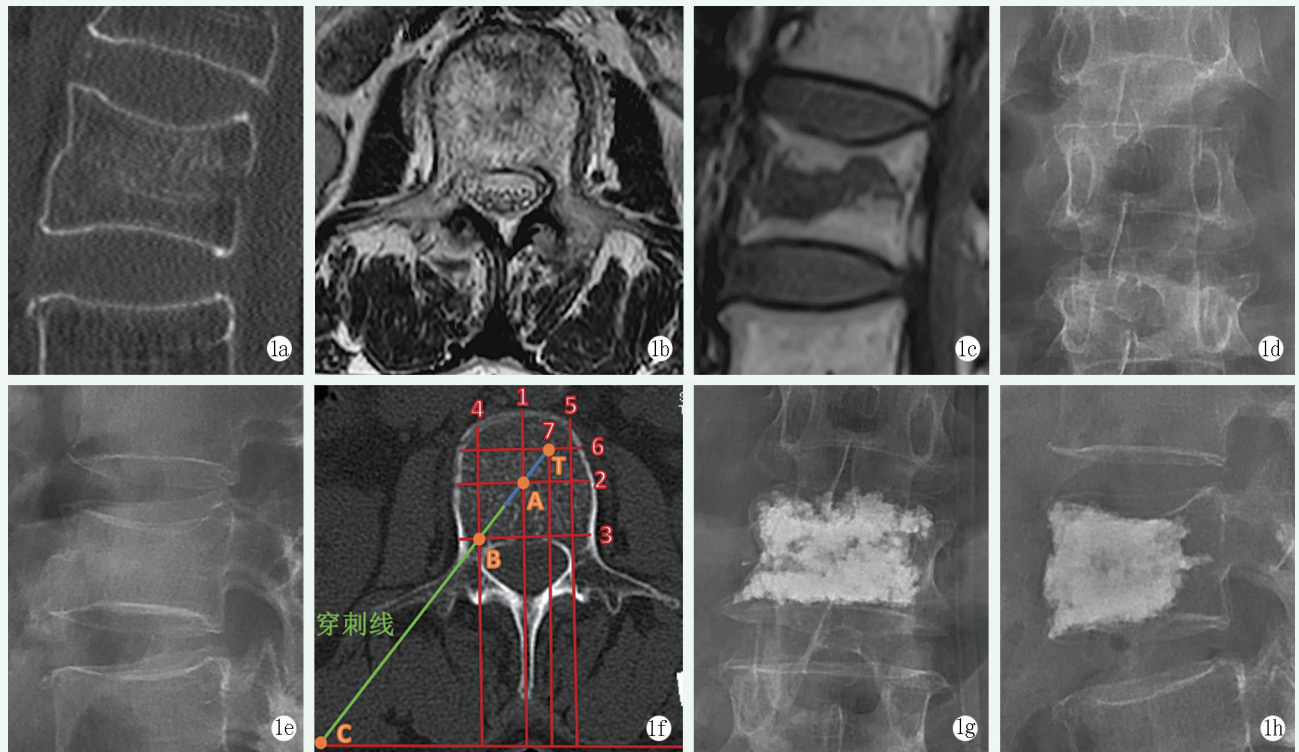


图 1 患者，女，67 岁，骨质疏松性 L<sub>2</sub> 椎体压缩性骨折，行精准靶点单侧经皮椎体成形术治疗。1a~1e: 术前 CT、MRI 和 X 线片显示 L<sub>2</sub> 椎体压缩性骨折；1f: 术前规划穿刺路线；1g, 1h: 末次随访 X 线片示骨水泥弥散良好。

Figure 1. A 67-years-old female received accurate targeted percutaneous vertebroplasty (PVP) via unilateral approach for L<sub>2</sub> osteoporotic vertebral compression fracture (OVCF). 1a~1e: Preoperative CT in sagittal plane, MRIs in transverse and sagittal plan and X-rays in anteroposterior and lateral position revealed L<sub>2</sub> OVCF; 1f: Preoperative planning of puncture route; 1g, 1h: X-rays at the latest follow-up demonstrated good shape recovery of the vertebral body with proper distribution of bone cement.

本文提出精准靶点单侧椎弓根入路，穿刺针可到达对侧，术前借助 CT 辅助精准规划，保证了手术的安全性；OVCFs 患者平均年龄较大，应尽可能缩短术中俯卧时间<sup>[20]</sup>，精准组术中透视次数、穿刺针调整次数均显著少于常规组，故缩短了手术时间、降低术中放射暴露量，从而降低手术风险、减轻患者痛苦。两组的完全负重活动时间差异和骨水泥渗漏率差异均无统计学意义，两组在术后 2 d 和末次随访时 VAS 评分、ODI 指数、JOA 评分、伤椎前缘高度、局部 Cobb 角均较术前显著改善，但两组术后 VAS 评分、ODI 指数、JOA 评分差异均无统计学意义，随访期间均未发生伤椎再骨折，表明精准组的临床疗效满意，并且骨水泥弥散等级优于常规组，降低了术后伤椎再骨折和邻椎退变甚至骨折的风险。

骨水泥注入量与减轻疼痛程度没有直接相关性<sup>[21, 22]</sup>，盲目追求大剂量填充后椎体内压力升高，易导致骨水泥沿骨折缝外渗<sup>[23]</sup>，吕振木等<sup>[24]</sup>使用小剂量即低于 3 ml 的骨水泥进行填充，获得满意疗效。而较充分的填充，有可能减少假关节与局部不稳的发生，从而减轻术后腰背疼痛<sup>[1, 25]</sup>。术前精准规划穿刺点及路径可使工作套管置入伤椎裂隙，在压缩程

度较重一侧进行穿刺与骨水泥粥状期注入可使其充分地弥散到伤椎对侧前缘。随着时间推移，骨水泥开始黏稠，工作套管也逐渐退至穿刺侧，此时黏稠状骨水泥不易发生渗漏，且可对压缩程度较重一侧发挥一定的撑开作用，在此基础上再次注入较稀的骨水泥，可进一步填充椎体裂隙，稳定骨折碎屑，最终可降低松质骨的应力水平，减小伤椎再骨折率。这表明精准靶点单侧椎弓根入路 PVP 技术能够有效恢复伤椎前缘高度，使椎体获得有效支撑。

精准靶点单侧椎弓根入路 PVP 要点：(1) 该入路穿刺路径、麻醉路径较长且需局部充分麻醉，以防患者术中因疼痛变换体位，影响穿刺效果，可用麦默通针头；(2) 相对于常规穿刺方式，本方式易受患者体形的影响，术前 CT 应认真标注进针距离和进针角度，避免盲目穿刺，增加透视次数和穿刺针调整次数，同时对于脊柱侧弯凹侧或椎间隙塌陷引起椎间孔狭窄的患者，应慎重，因其存在损伤同位出口神经根的可能性<sup>[11]</sup>；(3) 穿刺应以关节突关节为骨性标志，C 形臂 X 线机透视正位时进针点应选取 3 点钟（左侧）或 9 点钟（右侧）方向，穿刺时应双手缓慢操作，避免穿刺针突然落空时误入腹腔或突破椎弓内

侧缘误穿入椎管内损伤神经或脊髓；(4)若对侧弥散效果不理想，应视情况行双侧穿刺。

综上所述，与常规单侧入路PVP比较，精准靶点单侧入路PVP治疗骨质疏松性胸腰椎压缩性骨折手术时间更短、穿刺路径更精准、术中放射暴露量更低、组织损伤更小、骨水泥双侧弥散更充分、术后临床疗效更稳定，但存在一定的学习曲线。

### 参考文献

- [1] 张锋, 田家宇, 李多华, 等. 经皮椎体成形术治疗重度骨质疏松性压缩骨折[J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31(6): 567-570. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.06.19.  
Zhang F, Tian JY, Li DH, et al. Percutaneous vertebroplasty for severe osteoporotic vertebral compression fracture [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31(6): 567-570. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.06.19.
- [2] Buckley R, Tough S, McCormack R, et al. Operative compared with nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective, randomized, controlled multicenter trial [J]. J Bone Joint Surg Am, 2002, 84(10): 1733-1744. DOI: 10.2106/0004623-200210000-00001.
- [3] Buchbinder R, Johnston RV, Rischin KJ, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fracture [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2018, 4(4): CD006349. DOI: 10.1002/14651858.CD006349.pub2.
- [4] 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.
- [5] 高明暄, 周胜虎, 邓晓文, 等. 骨质疏松对椎弓根螺钉稳定性影响的实验研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 2013, 19(1): 39-42. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7108.2013.01.011.  
Gao MX, Zhou SH, Deng XW, et al. Experimental study of the effect of osteoporosis severity on pedicle screw fixation [J]. Chinese Journal of Osteoporosis, 2013, 19(1): 39-42. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7108.2013.01.011.
- [6] Galibert P, Deramond H, Rosat P, et al. Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty [J]. Neurochirurgie, 1987, 33(2): 166-168.
- [7] Megale RZ, Pollack A, Britt H, et al. Correction: Management of vertebral compression fracture in general practice: BEACH program [J]. PLoS One, 2018, 13(2): e0193531. DOI: 10.1371/journal.pone.0193531.
- [8] Liebschner MA, Rosenberg WS, Keaveny TM. Effects of bone cement volume and distribution on vertebral stiffness after vertebroplasty [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2001, 26(14): 1547-1554. DOI: 10.1097/00007632-200107150-00009.
- [9] Dai H, Liu Y, Han Q, et al. Biomechanical comparison between unilateral and bilateral percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: a finite element analysis [J]. Front Bioeng Biotechnol, 2022, 10: 978917. DOI: 10.3389/fbioe.2022.978917.
- [10] 马航展, 马金火, 褚学远, 等. 单侧入路椎体成形术治疗骨质疏松性胸腰椎骨折[J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27(12): 1068-1072. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.12.03.  
Ma HZ, Ma JH, Zhu XY, et al. Percutaneous vertebroplasty through unilateral extrapedicular approach for osteoporotic thoracolumbar vertebral compression fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2019, 27(12): 1068-1072. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.12.03.
- [11] 赵玉波, 张庆明. 椎体成形术中骨水泥弥散分布等级的量效关系[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2015, 30(1): 63-65. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2015.01.020.  
Zhao YB, Zhang QM. Dose-effect relationship of bone cement dispersed level in vertebroplasty [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Injury, 2015, 30(1): 63-65. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2015.01.020.
- [12] 黄胜, 许靖, 项禹诚, 等. 单侧与双侧入路经皮椎体成形术治疗骨质疏松压缩性骨折的比较研究[J]. 中国矫形外科杂志, 2013, 21(2): 115-118. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2013.02.03.  
Huang S, Xu J, Xiang YC, et al. Comparative study of unipedicular versus bipedicular percutaneous vertebroplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2013, 21(2): 115-118. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2013.02.03.
- [13] 邓红敏, 廖勇, 刘志诚. 经皮椎体成形术与保守治疗胸腰椎压缩骨折的比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(18): 1695-1697. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.18.15.  
Deng HM, Liao Y, Liu ZC, et al. Percutaneous vertebroplasty versus conservative treatment for thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2021, 29(18): 1695-1697. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.18.15.
- [14] 唐永超, 李永贤, 张顺聪, 等. 骨水泥椎体强化术后椎体再塌陷的危险因素分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2017, 27(11): 985-990. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.11.05.  
Tang YC, Li YX, Zhang SC, et al. Risk factor analysis for recollapse of cemented vertebrae after percutaneous augmentation [J]. Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27(11): 985-990. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.11.05.
- [15] 谢华, 李继春, 何劲, 等. 骨水泥分布对椎体成形术后疗效影响的研究[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(22): 1400-1406. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2017.22.004.  
Xie H, Li JC, He J, et al. Study on the effect of the distribution of bone cement on the efficacy of vertebroplasty [J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2017, 37(22): 1400-1406. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2017.22.004.



- [16] Harding AT, Weeks BK, Lambert C, et al. Exploring thoracic kyphosis and incident fracture from vertebral morphology with high-intensity exercise in middle-aged and older men with osteopenia and osteoporosis: a secondary analysis of the LIFTMOR-M trial [J]. *Osteoporos Int*, 2021, 32 (3): 451-465. DOI: 10.1007/s00198-020-05583-x.
- [17] 王玺, 寇剑铭, 贾学军, 等. 单、双侧椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的临床疗效比较 [J]. *中国老年学杂志*, 2016, 36 (16): 4012-4014. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2016.16.067.
- Wang X, Kou JM, Jia XJ, et al. Comparison of clinical efficacy between unilateral and bilateral vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *Chinese Journal of Gerontology*, 2016, 36 (16): 4012-4014. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2016.16.067.
- [18] 李涛, 胡胜利, 吉璐宏, 等. 改良单侧与双侧穿刺腰椎体成形术比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (4): 320-324. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.04.07.
- Li T, Hu SL, Ji LH, et al. Comparison of modified unilateral puncture versus bilateral counterpart in percutaneous vertebroplasty for osteoporotic lumbar compression fracture [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (4): 320-324. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.04.07.
- [19] Zhuo Y, Liu L, Wang H, et al. A modified transverse process pedicle approach applied to unilateral extrapedicular percutaneous vertebroplasty [J]. *Pain Res Manag*, 2021, 2021: 6493712. DOI: 10.1155/2021/6493712.
- [20] 李坚, 陈其昕, 张金喜, 等. 经皮椎体成形骨水泥注入治疗老年脊椎骨质疏松压缩性骨折的疗效 [J]. *中国老年学杂志*, 2014, 34 (15): 4376-4378. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2014.15.134.
- Li J, Chen QX, Zhang JX, et al. Efficacy of percutaneous vertebroplasty bone cement injection in the treatment of senile vertebral osteoporotic compression fractures [J]. *Chinese Journal of Gerontology*, 2014, 34 (15): 4376-4378. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2014.15.134.
- [21] 江兵, 陶岳峰, 陈海云, 等. 小剂量骨水泥在胸腰椎压缩骨折经皮椎体后凸成形术中的应用 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2022, 37 (5): 498-500. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2022.05.014.
- Jiang B, Tao YF, Chen HY, et al. Application of low-dose bone cement in percutaneous kyphoplasty for thoracolumbar compression fractures [J]. *Chinese Journal of Bone and Joint Injury*, 2022, 37 (5): 498-500. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2022.05.014.
- [22] 宓士军, 高景春, 周广军, 等. 关于椎体成形术的并发症及预防 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2008, 16 (15): 1189-1191.
- Mi SJ, Gao JC, Zhou GJ, et al. Complications caused by vertebroplasty and the strategies to prevent beforehand [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2008, 16 (15): 1189-1191.
- [23] 陈吉, 陈勇, 张征石, 等. 骨质疏松性椎体压缩性骨折经皮椎体后凸成形术中骨水泥渗漏原因回顾性分析 [J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2017, 10 (1): 27-33. DOI: 10.3969/j.issn.1674-2591.2017.01.006.
- Chen J, Chen Y, Zhang ZS, et al. Retrospective analysis of cement leakage in percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *Chinese Journal of Osteoporosis and Bone Mineral Research*, 2017, 10 (1): 27-33. DOI: 10.3969/j.issn.1674-2591.2017.01.006.
- [24] 吕振木, 杨中华, 崔青, 等. 小剂量骨水泥椎体成形术治疗骨质疏松伴椎体压缩性骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2010, 18 (12): 1043-1044.
- Lv ZM, Yang ZH, Cui Q, et al. Minidosal bone cement in percutaneous vertebroplasty (PVP) for treatment of osteoporosis vertebral compression fractures [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2010, 18 (12): 1043-1044.
- [25] 竺军高, 万双林, 宁磊, 等. 长节段椎弓根螺钉复位内固定联合椎体后凸成形术治疗 III 期可复型 Kummell 病的临床效果 [J]. *中华外科杂志*, 2022, 60 (3): 230-236. DOI: 10.3760/cma.j.cn112139-20210713-00310.
- Zhu JG, Wan SL, Ning L, et al. Efficacy observation of long-segment pedicle screw reduction and internal fixation combined with kyphoplasty in the treatment of stage III reducible kummell disease [J]. *Chinese Journal of Surgery*, 2022, 60 (3): 230-236. DOI: 10.3760/cma.j.cn112139-20210713-00310.

(收稿:2023-05-17 修回:2023-11-22)  
(同行评议专家: 杨建东, 谷千江)  
(本文编辑: 郭秀婷)