

DOI: 10.14188/j.1671-8852.2025.0189

文章编号 1671-8852(2026)06-0813-10

# 经 Kambin 三角单侧穿刺入路经皮椎体后凸成形术 治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折的临床疗效

杨 柳<sup>1</sup> 李庆斌<sup>2</sup> 李存笑<sup>3</sup> 夏晓枫<sup>1</sup> 赵 根<sup>1</sup> 韩先顺<sup>1</sup> 何精选<sup>1</sup>

<sup>1</sup>长江航运总医院 湖北 武汉 430010;

<sup>2</sup>徐州市中心医院 江苏 徐州 221000;

<sup>3</sup>徐州仁慈医院 江苏 徐州 221000

**摘要** 目的:比较经 Kambin 三角单侧穿刺入路经皮椎体后凸成形术(PKP)与传统经双侧椎弓根入路 PKP 治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折(OVCF)的有效性与安全性。方法:回顾性研究自 2021 年 9 月至 2022 年 8 月期间入住长江航运总医院脊柱外科诊断为 OVCF 并行 PKP 的患者,筛选出 101 例患者共 101 节椎体。其中 51 例行传统经双侧椎弓根入路 PKP(A 组),50 例行经 Kambin 三角单侧穿刺入路 PKP(B 组)。收集所有患者的临床与影像学资料,比较两组手术时间、术中 X 线透视次数、骨水泥注入量、腰背痛 VAS 评分、ODI 指数、椎体 Cobb 角的变化、椎体前缘高度的变化、骨水泥渗漏情况、骨水泥分布情况、术后并发症情况。结果:两组患者之间性别构成、年龄、住院天数的差异无统计学意义( $P>0.05$ )。B 组平均手术时间要少于 A 组( $P<0.05$ );B 组 X 线透视的平均次数少于 A 组( $P<0.05$ );B 组骨水泥的平均注入量大于 A 组,但差异无统计学意义( $P>0.05$ )。分别比较两组间术前 1 d、术后 1 d、术后 6 个月腰背痛 VAS 评分、ODI 指数和患椎后凸 Cobb 角,结果表明两组之间的差异无统计学意义( $P>0.05$ );但两组内进行比较,结果显示术后的腰背痛 VAS 评分、ODI 指数和患椎后凸 Cobb 角均明显低于术前( $P<0.05$ )。两组间手术前后患椎前缘高度的差异无统计学意义( $P>0.05$ );两组内完成手术之后患椎前缘高度相较于手术之前明显恢复( $P<0.05$ )。A 组术中发生骨水泥渗漏 5 例,B 组 3 例,均为椎旁组织渗漏型。两组间骨水泥渗漏的差异无统计学意义( $P>0.05$ )。A 组术中骨水泥分布好的有 47 例,分布差的有 4 例;B 组术中骨水泥分布好的有 48 例,分布差的有 2 例。两组间骨水泥分布情况的差异无统计学意义( $P>0.05$ )。A 组术后除发生 5 例无症状型骨水泥渗漏外,无其他并发症发生,所有患者术后情况均满意;B 组术后除发生 3 例无症状型骨水泥渗漏外,还发生 1 例胸膜破裂导致胸腔积血。结论:经 Kambin 三角单侧穿刺入路 PKP 与传统经双侧椎弓根入路 PKP 均能达到良好的临床治疗目的,而前者具备手术时间短,术中 X 线透视次数少,创伤小的优点。

**关键词** Kambin 三角;骨质疏松性椎体压缩骨折;经皮椎体后凸成形术

中图分类号 R681.5

文献标志码 A

## Clinical efficacy of the unilateral Kambin's triangle approach for percutaneous kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures

YANG Liu<sup>1</sup>, LI Qingbin<sup>2</sup>, LI Cunxiao<sup>3</sup>, XIA Xiaofeng<sup>1</sup>, ZHAO Gen<sup>1</sup>, HAN Xianshun<sup>1</sup>, HE Jingxuan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>General Hospital of The Yangtze River Shipping, Wuhan 430010, Hubei, China;

<sup>2</sup>Xuzhou Central Hospital, Xuzhou 221000, Jiangsu, China;

<sup>3</sup>Xuzhou Renci Hospital, Xuzhou 221000, Jiangsu, China

作者简介:杨柳,男,1997—,医学硕士,主要从事骨科相关临床研究,E-mail:young9719@163.com。

通信作者:何精选,E-mail:hjx850822@163.com。

### Abstract

**Objective:** To compare the efficacy and safety of unilateral puncture percutaneous kyphoplasty (PKP) via Kambin's triangle versus traditional bilateral pedicle approach PKP in treating osteoporotic vertebral compression fractures (OVCF). **Methods:** A retrospective study was conducted on patients diagnosed with OVCF who underwent PKP at the Department of Spine Surgery, General Hospital of the Yangtze River Shipping, from September 2021 to August 2022, comprising 101 cases involving 101 vertebrae. Among them, 51 patients underwent traditional bilateral pedicle approach PKP (Group A), and 50 patients underwent unilateral puncture PKP via Kambin's triangle (Group B). Clinical and imaging data of all patients were collected, and the two groups were compared in terms of operative time, number of fluoroscopy exposures, volume of bone cement injected, VAS scores for low back pain, ODI scores, kyphotic Cobb angle, anterior vertebral body height, bone cement leakage, cement distribution, and postoperative complications. **Results:** No statistically significant differences were observed between the two groups regarding sex distribution, age, or hospital stay duration ( $P>0.05$ ). The average operative time in Group B was shorter than that in Group A ( $P<0.05$ ); the average number of fluoroscopy exposures in Group B was fewer than that in Group A ( $P<0.05$ ); the average volume of bone cement injected in Group B was greater than that in Group A, but the difference was not statistically significant ( $P>0.05$ ). No statistically significant differences were found in VAS scores, ODI scores, or Cobb angles between the two groups before surgery, one day after surgery, or six months after surgery ( $P>0.05$ ); however, both groups showed lower VAS scores, ODI scores, and Cobb angles after surgery ( $P<0.05$ ). The differences in anterior vertebral body height between the two groups before and after surgery were not statistically significant ( $P>0.05$ ); however, the anterior vertebral body height was significantly restored in both groups after surgery ( $P<0.05$ ). In Group A, there were 5 cases of bone cement leakage during the procedure, while Group B had 3 cases, all of which were paravertebral tissue leaks. The difference in the incidence of cement leakage between the two groups was not statistically significant ( $P>0.05$ ). In Group A, 47 cases showed good cement distribution and 4 showed poor distribution; in Group B, 48 cases showed good distribution and 2 showed poor distribution. The difference in cement distribution between the two groups was not statistically significant ( $P>0.05$ ). In Group A, apart from asymptomatic cement leakage, no other complications occurred; in Group B, there were 3 cases of asymptomatic cement leakage and 1 case of pleural injury resulting in hemothorax. **Conclusion:** Both unilateral puncture PKP via Kambin's triangle and traditional bilateral pedicle approach PKP can achieve good clinical outcomes. However, the former offers advantages such as shorter operative time, fewer fluoroscopy exposures, and reduced trauma.

**Key Words** Kambin Triangle Osteoporotic Vertebral Compression Fracture Percutaneous Kyphoplasty

随着现代医疗卫生条件的不断改善,人类的预期寿命不断增加,全球正在进入老龄化的社会,老年人的身体健康受到越来越多的关注。研究<sup>[1]</sup>表明,骨质疏松症是当下老年人的常见病与多发病,已经成为了全世界关注的公共健康难题。另一项研究<sup>[2]</sup>指出,中国老年人的骨质疏松症患病率约为37.7%。骨质疏松症是一种代谢性的骨疾病,是因

为身体内骨量的缺失、骨组织的构成受到破坏、骨组织的脆性变大,导致患者容易出现骨折的全身代谢性骨病<sup>[3-5]</sup>。骨质疏松症的诊断主要依靠骨密度检测来确诊<sup>[6]</sup>。研究<sup>[7-8]</sup>表明,绝经后的女性更容易患上骨质疏松症,这是由于绝经后,雌激素下降,骨量丢失加速所致,在65岁以上老年人骨质疏松症的发病人群中,男性约占30%,女性约占70%。

骨质疏松性椎体压缩性骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)作为骨质疏松症最常见的并发症之一,指的是椎体骨密度和骨的质量由于骨质疏松症的原因而下降,椎体强度变弱,在受到轻微外力或者无明显外力作用的情况下即发生压缩骨折。目前针对OVCF的治疗主要有两种方法:①保守治疗,包括物理制动、卧床休息、服用非类固醇类抗炎镇痛药及阿片类药物对症止痛,但效果往往不是很理想,甚至会加重患者病情。患者卧床时间长、缺乏锻炼,其骨量丢失的情况会更加严重,不仅会加重疼痛,还易引起卧床并发症如坠积性肺炎、泌尿系疾病、下肢静脉血栓等<sup>[5]</sup>,严重者甚至会导致死亡<sup>[9]</sup>;②手术治疗,最常见的手术方式即椎体增强术(percutaneous vertebral augmentation, PVA),其最早的术式是经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP),一直是治疗椎体压缩性骨折的手术方法<sup>[10]</sup>。在PVP的基础上,新的术式经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)<sup>[11]</sup>采用扩张球囊系统,不但可以有效纠正后凸畸形、恢复椎体高度,还能减少骨水泥的渗漏率。TAYLOR等<sup>[12]</sup>通过一项研究,发现PVP中的骨水泥渗漏率大约为40%,而PKP中的骨水泥渗漏率仅为8%。PKP是目前国内外普遍应用于治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的手术方式,一般为双侧椎弓根入路。近年来,一种新的穿刺入路被提出,该入路受到椎间孔镜的通道启发,通过Kambin三角,临床上也称之为安全三角,将穿刺针由此区域送入患椎中,进行骨水泥的填充<sup>[13]</sup>,经Kambin三角单侧穿刺入路PKP由于穿刺针的旁开角度大,使骨水泥能够达到很好的双侧均匀分布。相较于其他单侧穿刺技术而言,如经皮弯角单侧穿刺椎体成形术需要特殊的可弯穿刺针<sup>[14]</sup>,经Kambin三角单侧穿刺入路穿刺PKP对手术器械没有特殊要求,并且能够达到不错的临床效果。该入路能够避开椎管,从而避免损伤硬膜。该入路具有传统双侧穿刺和其他单侧穿刺所不具备的优势。

本研究通过回顾性分析2021年9月至2022年8月期间在长江航运总医院(我院)脊柱外科行PKP的101例骨质疏松性椎体压缩骨折患者,其中行传统经双侧椎弓根入路PKP患者51例,经Kambin三角单侧穿刺入路PKP患者50例,旨在探讨分析经Kambin三角单侧穿刺入路PKP的临床疗效。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

**1.1.1 临床资料** 本研究的样本来源于2021年9月至2022年8月期间入住长江航运总医院脊柱外科诊断为OVCF并行PKP的101例患者共101节椎体(为避免单侧穿刺损伤脏器,单侧穿刺组样本以下腰椎为主)。其中传统经双侧椎弓根入路PKP组(A组)51例,男9例,女42例,年龄为(71.47±8.33)岁,住院天数为(3.15±0.41)d;经Kambin三角单侧穿刺入路PKP组(B组)50例,男12例,女38例,年龄为(68.98±7.91)岁,住院天数为(3.02±0.67)d。101节椎体中,胸椎21节,腰椎80节,其中T12为21节,L1为18节,L2为23节,L3为19节,L4为20节。本研究获得我院伦理委员会同意并签署知情同意书。

**1.1.2 纳入标准** (1)通过相关影像学检查及临床症状符合骨质疏松性单节段椎体压缩性骨折;(2)排除肿瘤、结核等引起的病理性骨折患者;(3)能够耐受椎体增强术者;(4)无合并神经功能受限者;(5)随访时间≥6月。

**1.1.3 排除标准** (1)根据主诉及相关影像学检查提示陈旧性骨折者(骨折时间超过3周);(2)多节段椎体压缩性骨折者;(3)符合病理性骨折诊断者;(4)不能够耐受手术者;(5)合并神经功能障碍者;(6)属不稳定性骨折,需行椎弓根螺钉内固定术者;(7)随访时间<6月。

### 1.2 方法

**1.2.1 术前准备** 所有符合纳入标准患者入院后,首先使用视觉模拟评分(visual analog scale, VAS)及Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评估患者一般情况,并记录相关数据。完成相关影像学检查(X线、CT、MR检查)及骨密度测定检查,根据影像学资料测定患椎前缘高度以及患椎后凸Cobb角。完善相关术前检查:血、尿、粪常规,肝肾功能,电解质,血液传播性疾病筛查,凝血功能检查,血型鉴定,心电图,胸部CT,下肢血管彩超(双侧),心脏彩超等。根据患者检查结果,请相应科室协同诊治,术前详细评估后,方可行手术治疗。

**1.2.2 手术方法** 所有手术均由同一名高级职称医师实施。所有患者入手术室后,于手术台上取俯卧位,给予常规麻醉监护,建立静脉通道。A组:在C臂透视的辅助下,确定患椎双侧椎弓根的体表投影位置,并用记号笔做好标记。规范消毒铺单后,用稀



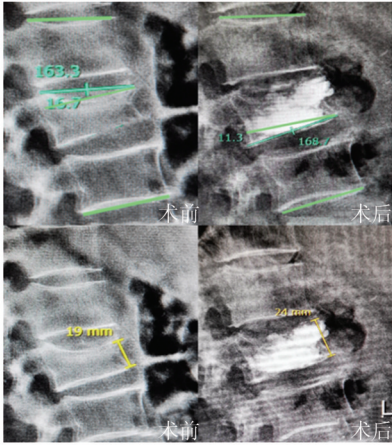


图3 手术前后 Cobb 角与椎体前缘高度的测量

注:患者女性,71岁,经 Kambin 三角入路 PKP 术后 Cobb 角(上图)与椎体前缘高度(下图)明显改善。

2 结果

2.1 一般资料的比较 两组之间的一般资料比较,包括性别组成、年龄、住院天数,组间差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),见表1。

表1 两组之间一般资料对比 ( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别       | 性别    |    | 年龄/岁       | 住院天数/d    |
|----------|-------|----|------------|-----------|
|          | 男性    | 女性 |            |           |
| A 组      | 9     | 42 | 71.47±8.33 | 3.15±0.41 |
| B 组      | 12    | 38 | 68.98±7.91 | 3.02±0.67 |
| <i>P</i> | >0.05 |    | >0.05      | >0.05     |

2.2 手术时间、透视次数、骨水泥注入量的比较 B 组平均手术时间要少于 A 组( $P<0.001$ );B 组平均透视次数要少于 A 组( $P<0.001$ );B 组平均骨水泥注入量要多于 A 组,但两者之间的差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表2。

表2 两组间手术时间、透视次数、骨水泥注入量的资料比较

( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别       | 手术时间/min   | 透视次数/次     | 骨水泥注入量/mL |
|----------|------------|------------|-----------|
| A 组      | 47.54±7.24 | 33.05±3.21 | 5.29±0.67 |
| B 组      | 35.50±5.46 | 22.12±2.38 | 5.60±0.53 |
| <i>P</i> | <0.001     | <0.001     | >0.05     |

2.3 腰背痛 VAS 评分的比较 两组间分别比较术前1d、术后1d、术后6个月腰背痛 VAS 评分,结果显示差异统计学意义( $P>0.05$ );两组内进行比较,结果显示术后第1天的腰背痛 VAS 评分明显低于术前,术后6个月腰背痛 VAS 评分明显低于术后第1天(均为  $P<0.001$ )。见表3。

2.4 ODI 指数的比较 两组间分别比较术前1d、术后1d、术后6个月 ODI 指数,结果显示差异无统

表3 两组间、组内腰背痛 VAS 评分的比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别       | VAS 评分/分  |            |            |
|----------|-----------|------------|------------|
|          | 术前1d      | 术后1d       | 术后6个月      |
| A 组      | 7.74±0.56 | 3.02±0.47* | 1.66±0.55* |
| B 组      | 7.82±0.62 | 2.84±0.42* | 1.48±0.57* |
| <i>P</i> | >0.05     |            |            |

注:组内相比,\* $P<0.001$ 。

计学意义( $P>0.05$ );两组内进行比较,结果显示术后第1天的 ODI 指数明显低于术前,术后6个月 ODI 指数明显低于术后第1天(均为  $P<0.001$ )。见表4。

表4 两组间、组内 ODI 指数的比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别       | ODI 指数/%   |             |             |
|----------|------------|-------------|-------------|
|          | 术前1d       | 术后1d        | 术后6个月       |
| A 组      | 76.74±5.23 | 31.14±3.54* | 23.14±3.63* |
| B 组      | 78.08±4.57 | 30.28±4.28* | 24.32±4.95* |
| <i>P</i> | >0.05      |             |             |

注:组内相比,\* $P<0.001$ 。

2.5 术前、术后 Cobb 角的比较 两组间术前与术后 Cobb 角的差异无统计学意义( $P>0.05$ ),两组内术后相较于术前,Cobb 角明显减少( $P<0.001$ ),见表5。

表5 两组间、组内术前、术后 Cobb 角的比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别       | 术前 Cobb 角/° | 术后 Cobb 角/° | <i>P</i> |
|----------|-------------|-------------|----------|
| A 组      | 17.49±1.73  | 9.57±0.92   | <0.001   |
| B 组      | 18.72±1.44  | 9.92±0.85   | <0.001   |
| <i>P</i> | >0.05       |             | >0.05    |

2.6 术前、术后椎体前缘高度的比较 两组间术前与术后椎体前缘高度的差异统计学意义( $P>0.05$ ),两组内术后椎体前缘高度相较于术前明显恢复( $P<0.001$ ),见表6。

表6 两组间、组内术前、术后椎体前缘高度的比较

( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别       | 术前椎体前缘高度/mm | 术后椎体前缘高度/mm | <i>P</i> |
|----------|-------------|-------------|----------|
| A 组      | 20.24±1.41  | 24.39±1.11  | <0.001   |
| B 组      | 20.14±0.83  | 23.88±0.85  | <0.001   |
| <i>P</i> | >0.05       |             | >0.05    |

2.7 骨水泥渗漏情况的比较 A 组术中发生骨水泥渗漏5例,B 组3例,两者间骨水泥渗漏情况的差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

2.8 骨水泥分布情况的比较 根据张大鹏等<sup>[15]</sup>对骨水泥分布类型的分区方法进行统计,A 组术中骨水泥分布良好的有47例,分布不良的有4例;B 组术中骨水泥分布良好的有48例,分布不良的有2例。

两组间骨水泥分布情况的差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

**2.9 术后并发症情况分析**及典型病例 A组术后除发生4例无症状型骨水泥渗漏外,无其他并发症发生;B组术后除发生2例无症状型骨水泥渗漏外,还发生1例胸腔积血(女性,73岁,入院诊断为T12骨质疏松性椎体压缩骨折,行新入路椎体增强术后,发生胸闷,胸部CT检查提示胸腔积液,行胸腔引流,引流红色血性液体,考虑由于患椎位置较高,穿刺时旁开距离过大,损伤胸膜),见图4。病例1:经Kambin三角单侧穿刺入路PKP效果图,见图5。病例2:经双侧椎弓根入路PKP效果图,见图6。

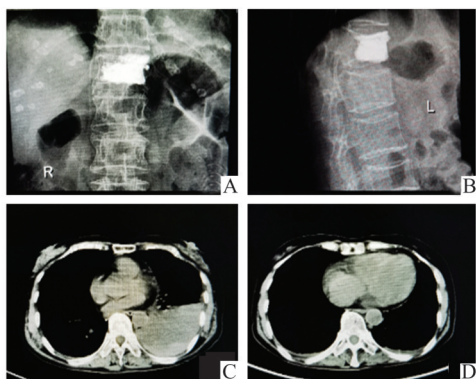


图4 一例并发胸腔积液病例

注:患者女性,73岁,经Kambin三角单侧入路穿刺PKP后,发生胸腔积血,胸腔引流后,恢复良好,随访无不适。椎体成形术后,骨水泥分布良好(图A、B);术后第2天查胸部CT提示左侧胸腔大量积液(图C);胸腔引流4d后复查胸部CT,积液消退(图D)。

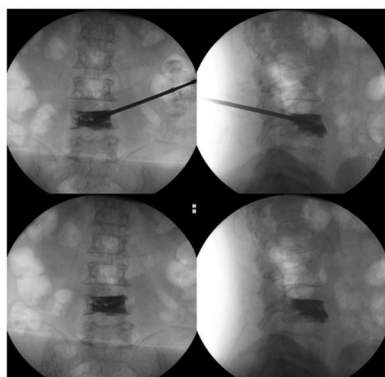


图5 典型病例1图片

注:患者男性,69岁,诊断为L4压缩性骨折,完善相关术前检测后行经Kambin三角单侧入路PKP,术中透视骨水泥分布良好,为I型分布。术后腰痛症状较术前明显改善。

### 3 讨论

随着老龄化社会的问题日益加重,患骨质疏松症的老年人也越来越多,有研究<sup>[16]</sup>表明,全球范围

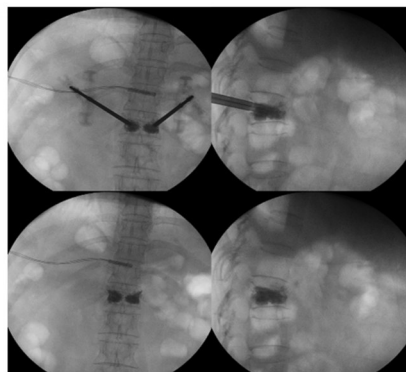


图6 典型病例2图片

注:患者女性,73岁,诊断为T12压缩性骨折,完善相关检测后行经双侧椎弓根入路PKP治疗,术中透视骨水泥分布良好,为Ⅲ型分布。术后腰痛症状较术前明显改善。

内,每新增一名骨质疏松症患者平均仅需3s的时间。这些骨质疏松症患者在不经意间就会发生OVCF。如何高效地医治骨质疏松性椎体压缩骨折显得尤为重要,本研究主要分析经Kambin三角单侧穿刺入路PKP与传统经双侧椎弓根入路PKP这两种不同入路椎体增强术治疗OVCF的临床疗效以及前者的安全性和可行性。

**3.1 骨质疏松性椎体压缩骨折的治疗** 目前临床上治疗OVCF主要有两种方式。对于一些身体情况不能耐受手术的患者,我们选择以理疗、药物治疗、卧床休息为主的保守治疗。高龄患者长期卧床容易导致一系列并发症,因此如果患者能够耐受手术,一般建议尽早选择手术治疗。手术治疗主要以椎体增强术为主,传统的椎体增强术主要包括PVP与PKP,PKP是对PVP的一种改良手术方式,其用到的扩张球囊系统,能够最大程度的纠正椎体后凸畸形,恢复椎体高度,能更好地改善患者术后生活质量<sup>[17-18]</sup>。椎体增强术能有效缓解疼痛的原因可能是骨水泥的产热效应和化学效应破坏了椎体内的神经末梢,从而使患者的疼痛明显减轻。传统椎体增强术存在一些弊端,例如骨水泥渗漏问题、术后邻近椎体再骨折问题等。最近有学者<sup>[13]</sup>提出了一种新的入路,即经Kambin三角单侧穿刺入路穿刺PKP。Kambin三角又名安全三角,它是由出口根、硬膜囊外侧缘和下位椎体的上缘所组成的一个立体空间,由于该空间内没有重要的血管及神经结构,因此是目前脊柱外科最重要的手术通道之一<sup>[19]</sup>。CHEN等<sup>[20]</sup>通过一项研究发现,骨水泥分布不均,会导致患椎术后机械负荷受力不均,从而增加术后邻近椎体再骨折的发生率。HE等<sup>[21]</sup>通过对

224名患者进行临床研究,得出了同样的结论。经Kambin三角单侧穿刺入路PKP能够有效治疗OVCF,达到良好的骨水泥分布。

**3.2 椎体增强术中骨水泥的渗漏问题** 椎体增强术具有创伤小,临床疗效好等优点,但是也存在一些并发症,骨水泥渗漏就是椎体增强术最常见的并发症之一<sup>[22]</sup>。骨水泥渗漏分为有症状的渗漏和无症状的渗漏,目前临床上大部分骨水泥渗漏都是没有症状的渗漏。有学者通过一项对发生术中骨水泥渗漏患者长达3年的随访研究<sup>[23]</sup>,得出无症状的骨水泥渗漏明显多于有症状的骨水泥渗漏的结论。骨水泥渗漏分为4型,即椎旁静脉漏型、椎旁软组织漏型、椎管漏型和椎间盘漏型<sup>[24-25]</sup>。SARACEN和KOTWICA<sup>[26]</sup>通过研究术中骨水泥漏的类型与特点,认为其中椎旁软组织漏的发生率最高,发生椎管内骨水泥漏出的结果最严重,会压迫脊髓而产生一系列神经系症状。还有一些比较少见的病例,如GRELAT等<sup>[27]</sup>发现了一种少见的椎体压缩性骨折术后骨水泥渗漏病例类型,即硬膜内骨水泥渗漏。文献中关于硬膜内骨水泥渗漏的报道不到1%<sup>[28]</sup>。据报道<sup>[29]</sup>,38%~72.5%的病理性骨折和30%~65%的骨质疏松性骨折患者,在接受椎体增强手术医治后会出现骨水泥肺栓塞的情况。下腔静脉骨水泥栓塞的情况也被报道过<sup>[30]</sup>。还有报道<sup>[31]</sup>称椎间盘漏型会导致脊柱的生物力学发生改变,从而增加术后邻近椎体骨折的风险。骨水泥渗漏到不同部位可能会引起不同的临床表现,例如骨水泥漏入大血管或椎管内引起脊髓压迫、神经损伤、血管热损伤和肺栓塞等严重并发症<sup>[32]</sup>。骨水泥注入剂量对骨水泥渗漏也有影响,GRAHAM等<sup>[35]</sup>通过一项临床研究得出结论,建议胸椎的骨水泥注入量为2~3 mL,腰椎的则为3~5 mL。目前临床上的注入量大多超过这一标准,本次研究的骨水泥平均注入量约为6 mL,这是因为随着手术操作熟练度的增高,现在的手术医师都会选择尽量多的注入骨水泥,使骨水泥能够同时接触到椎体上下缘,最大限度的增加椎体强度。MOLLOY等<sup>[36]</sup>通过对120个椎体进行生物力学实验,最终得出椎体增强术后患椎的强度与刚度和骨水泥注入体积具有一定相关性。但并不是骨水泥注入越多越好,骨水泥注入量大会增加骨水泥渗漏风险<sup>[37-38]</sup>。可通过对骨水泥进行一些特殊处理,来降低骨水泥渗漏率。有研究<sup>[39]</sup>发现,通过提高骨水泥固-液质量比,来提高骨水泥抗压强度和减少凝固时间,可以降低骨水泥渗漏

率。也有研究<sup>[40]</sup>发现,在湿沙期注入的骨水泥渗漏率要明显低于拉丝期注入的骨水泥。骨水泥渗漏是椎体增强术中必须面对的一大问题,尽管大多数骨水泥渗漏是无症状的渗漏,但在临床操作的过程中还是要小心,少数骨水泥渗漏将造成灾难性后果<sup>[41]</sup>。

**3.3 经Kambin三角单侧穿刺入路PKP的优势** 在本研究中,相较于双侧椎弓根入路PKP来说,经Kambin三角单侧穿刺入路PKP在一些方面具有一定的优势:其创伤比双侧椎弓根入路PKP更小;在透视次数、手术时间等方面有显著优势( $P<0.05$ );由于OVCF以老年人患病居多,大多数合并基础疾病,不能耐受全身麻醉,因此目前行椎体增强术都是在局部麻醉下进行的<sup>[42]</sup>。先通过透视定位穿刺点后,由穿刺点将稀释后的1%利多卡因逐层浸润注入皮下,直至骨膜<sup>[17]</sup>。在本研究中,经Kambin三角单侧穿刺入路PKP的手术时间比经双侧椎弓根入路PKP要少( $P<0.05$ )。

不管是在穿刺点定位、穿刺过程的监测还是骨水泥的推注方面,都十分依赖C臂放射机器的透视功能,但C臂透视的放射线对医患的身体健康有着很大的影响,长期暴露在放射线下将会使身体受到不良影响<sup>[43]</sup>。手术时间和透视次数与放射线暴露的剂量成正比<sup>[44]</sup>。在本临床研究中,对手术时间与透视次数都进行了统计,就透视次数而言,经Kambin三角单侧穿刺入路PKP的透视次数要少于经双侧椎弓根入路PKP( $P<0.05$ )。这是因为前者穿刺针经Kambin三角直接进入椎体,穿刺角度更大,穿刺针尖能轻松到达椎体中线,一次可推注较大剂量的骨水泥,不用担心骨水泥发生渗漏而过早使用C臂透视。传统的PKP穿刺针经两侧椎弓根进入患椎内进行骨水泥的推注,由于穿刺角度不佳,或者为了使骨水泥达到对侧分布,太过追求穿刺的内倾角,穿刺针太靠椎弓根内侧壁,有可能穿透椎弓根损伤硬膜<sup>[45]</sup>。经Kambin三角单侧穿刺入路PKP则不需要担心这些问题,因为该手术入路的穿刺针是从一个无重要组织的安全区域穿刺进入患椎内,不经过椎弓根,穿刺针和骨水泥能避免直接进入椎管,造成一系列副反应。且由于穿刺角度大,穿刺针能顺利到达椎体中线,使骨水泥在患椎内均匀弥散。

**3.4 经Kambin三角单侧穿刺入路PKP在临床实践中存在的问题** 在本次研究中,经Kambin三角单侧穿刺入路PKP中有1例患者为胸膜损伤导致

胸腔积血。该患者损伤椎体为 T12,可能是患椎位置较高,穿刺点相应较高,导致穿刺针穿破胸膜,而引起胸腔积血。针对胸腰段骨折的椎体,经 Kambin 三角单侧穿刺入路 PKP 可能存在一些不足,其穿刺位置相对靠近胸腔,椎体相对下腰段椎体来说较小,穿刺过程中稍有不注意,即产生一系列并发症。而下腰段椎体较大,穿刺路径上没有重要解剖结构,应用 Kambin 三角单侧穿刺入路 PKP 是一种可选方案。Kambin 三角是一个三维立体解剖空间,要熟悉这一解剖结构,才能更好地进行穿刺操作。因此要掌握这种入路椎体增强术需要扎实的解剖基础和一定手术量的积累,学习曲线相对较高。当然对于有椎间孔镜操作基础的临床医师来说,难度会低很多。

本研究存在局限性。首先,本研究病例数量较少,不具备很强的说服力。其次,随访时间较短,一些远期并发症,例如术后邻近椎体再骨折等无法进行评估,临床的疗效性与安全性研究不够。作为一种特殊手术入路,未来还需要等多样本量的研究,来进一步验证其临床疗效。

综上所述,经 Kambin 三角单侧穿刺入路 PKP 组在手术时间、透视次数、创伤大小等方面要优于双侧椎弓根入路 PKP 组,还能避免穿刺针或骨水泥进入椎管造成一系列副反应,这是其优势所在。经 Kambin 三角单侧穿刺入路 PKP 与双侧椎弓根入路 PKP 对治疗 OVCF 均有较好的临床疗效,两者在骨水泥渗漏情况、骨水泥分布情况、术后腰背痛 VAS 评分、ODI 指数以及骨水泥注入量等方面均无明显差异。经 Kambin 三角单侧穿刺入路 PKP 由于穿刺入路的特殊性,学习曲线相对较高。未来还需要更多样本量的临床研究对经 Kambin 三角单侧穿刺入路 PKP 治疗 OVCF 的有效性和安全性做进一步验证。



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

#### 参考文献

- [1] 张智海,刘忠厚,李娜,等. 中国人骨质疏松症诊断标准专家共识(第三稿·2014版)[J]. 中国骨质疏松杂志, 2014, 20(9): 1007-1010.  
ZHANG Z H, LIU Z H, LI N, et al. Expert consensus on the diagnosis of osteoporosis in Chinese population[J]. Chin J Osteoporos, 2014, 20(9): 1007-1010.
- [2] 朱洁云,高敏,宋秋韵,等. 中国老年人骨质疏松症患病率的 Meta 分析[J]. 中国全科医学, 2022, 25(3): 346-353.
- [3] ZHU J Y, GAO M, SONG Q Y, et al. Prevalence of osteoporosis in Chinese elderly people: A meta-analysis[J]. Chin Gen Pract, 2022, 25(3): 346-353.
- [4] PAN C Y, LIU X Y, LI T, et al. Kinetic of bone turnover markers after osteoporotic vertebral compression fractures in postmenopausal female[J]. J Orthop Surg Res, 2018, 13(1): 314.
- [5] YANG S P, CHEN C X, WANG H L, et al. A systematic review of unilateral versus bilateral percutaneous vertebroplasty/percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2017, 51(4): 290-297.
- [6] SUN H L, LI C D. Comparison of unilateral and bilateral percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: A systematic review and meta-analysis[J]. J Orthop Surg Res, 2016, 11(1): 156.
- [7] CHENG X G, WANG L, WANG Q Q, et al. Validation of quantitative computed tomography-derived areal bone mineral density with dual energy X-ray absorptiometry in an elderly Chinese population[J]. Chin Med J, 2014, 127(8): 1445-1449.
- [8] BELKOFF S M, JASPER L E, STEVENS S S. An *ex vivo* evaluation of an inflatable bone tamp used to reduce fractures within vertebral bodies under load[J]. Spine, 2002, 27(15): 1640-1643.
- [9] 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.
- [10] YIN P, MA Y Z, MA X, et al. The clinical guideline for osteoporotic compression fractures[J]. Chin J Osteoporos, 2015, 21(6): 643-648.
- [11] VAN MEIRHAEGHE J, BASTIAN L, BOONEN S, et al. A randomized trial of balloon kyphoplasty and nonsurgical management for treating acute vertebral compression fractures: Vertebral body kyphosis correction and surgical parameters[J]. Spine, 2013, 38(12): 971-983.
- [12] 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.
- [13] 张成,马超,陈涛. 单、双侧入路经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性胸椎骨折伴肋间痛的疗效比较[J]. 中华解剖与临床杂志, 2021, 26(3): 314-319.
- [14] ZHANG C, MA C, CHEN T. Comparison of the effects of the unilateral and the bilateral percutaneous kyphoplasty therapies in the treatment of the osteoporotic thoracic vertebral fracture with intercostal pain[J]. Chin J Anat Clin, 2021, 26(3): 314-319.
- [15] TAYLOR R S, TAYLOR R J, FRITZELL P. Bal-

- loon kyphoplasty and vertebroplasty for vertebral compression fractures: A comparative systematic review of efficacy and safety[J]. *Spine*, 2006, 31(23): 2747-2755.
- [13] WANG Y F, SHEN J, LI S Y, et al. Kambin triangle approach in percutaneous vertebroplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Medicine*, 2019, 98(44): e17857.
- [14] 李玉伟, 崔红领, 王海蛟. 应用可弯曲骨水泥注入器单侧穿刺行经皮椎体成形术的可行性及疗效[J]. *中华放射学杂志*, 2017, 51(4): 293-298.
- LI Y W, CUI H L, WANG H J. Feasibility and curative effect of percutaneous vertebroplasty with flexible bone cement injector[J]. *Chin J Radiol*, 2017, 51(4): 293-298.
- [15] 张大鹏, 毛克亚, 强晓军, 等. 椎体增强术后骨水泥分布形态分型及其临床意义[J]. *中华创伤杂志*, 2018, 34(2): 130-137.
- ZHANG D P, MAO K Y, QIANG X J, et al. Clinical study and clinical significance of cement distribution after vertebral augmentation[J]. *Chin J Trauma*, 2018, 34(2): 130-137.
- [16] DONG R B, CHEN L, TANG T S, et al. Pain reduction following vertebroplasty and kyphoplasty[J]. *Int Orthop*, 2013, 37(1): 83-87.
- [17] BERLEMANN U, FRANZ T, ORLER R, et al. Kyphoplasty for treatment of osteoporotic vertebral fractures: A prospective non-randomized study[J]. *Eur Spine J*, 2004, 13(6): 496-501.
- [18] 杜亚雷, 郑连生. 两种椎体成形术治疗老年脊柱压缩骨折的疗效比较[J]. *临床骨科杂志*, 2021, 24(3): 317-320.
- DU Y L, ZHENG L S. Efficacy comparison of two kinds of vertebroplasty in the treatment of elderly spinal compression fracture[J]. *J Clin Orthop*, 2021, 24(3): 317-320.
- [19] TUMIALÁN L M, MADHAVAN K, GODZIK J, et al. The history of and controversy over kambin's triangle: A historical analysis of the lumbar transforaminal corridor for endoscopic and surgical approaches[J]. *World Neurosurg*, 2019, 123: 402-408.
- [20] CHEN B L, LI Y Q, XIE D H, et al. Comparison of unipedicular and bipedicular kyphoplasty on the stiffness and biomechanical balance of compression fractured vertebrae[J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(8): 1272-1280.
- [21] HE D W, LOU C, YU W Y, et al. Cement distribution patterns are associated with recompression in cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty: A retrospective study[J]. *World Neurosurg*, 2018, 120: e1-e7.
- [22] HATZANTONIS C, CZYZ M, PYZIK R, et al. Intracardiac bone cement embolism as a complication of vertebroplasty: Management strategy[J]. *Eur Spine J*, 2017, 26(12): 3199-3205.
- [23] LU K, YIN Y, LI C, et al. Efficacy of annual zoledronic acid in initial percutaneous kyphoplasty patients with osteoporotic vertebral compression fractures: A 3-year follow-up study[J]. *Osteoporos Int*, 2021, 32(7): 1429-1439.
- [24] YEOM J S, KIM W J, CHOY W S, et al. Leakage of cement in percutaneous transpedicular vertebroplasty for painful osteoporotic compression fractures[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2003, 85(1): 83-89.
- [25] DING J, ZHANG Q, ZHU J F, et al. Risk factors for predicting cement leakage following percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Eur Spine J*, 2016, 25(11): 3411-3417.
- [26] SARACEN A, KOTWICA Z. Complications of percutaneous vertebroplasty: An analysis of 1100 procedures performed in 616 patients[J]. *Medicine*, 2016, 95(24): e3850.
- [27] GRELAT M, VAN T L, FAHED E, et al. Rare complication of percutaneous technique: intradural cement leakage and its surgical treatment[J]. *World Neurosurg*, 2018, 118: 97.
- [28] MATHIS J M. Percutaneous vertebroplasty or kyphoplasty: Which one do I choose? [J]. *Skeletal Radiol*, 2006, 35(9): 629-631.
- [29] HSIEH M K, KAO F C, CHIU P Y, et al. Risk factors of neurological deficit and pulmonary cement embolism after percutaneous vertebroplasty[J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14(1): 406.
- [30] KIM M J, LINDSEY D P, HANNIBAL M, et al. Vertebroplasty versus kyphoplasty: Biomechanical behavior under repetitive loading conditions[J]. *Spine*, 2006, 31(18): 2079-2084.
- [31] GAUGHEN J R, JENSEN M E, SCHWEICKERT P A, et al. Lack of preoperative spinous process tenderness does not affect clinical success of percutaneous vertebroplasty[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2002, 13(11): 1135-1138.
- [32] HULME P A, KREBS J, FERGUSON S J, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty: A systematic review of 69 clinical studies[J]. *Spine*, 2006, 31(17): 1983-2001.
- [33] KOTWICA Z, SARACEN A. Early and long-term outcomes of vertebroplasty for single osteoporotic fractures[J]. *Neurol I Neurochir Polska*, 2011, 45(5): 431-435.
- [34] TANG B Q, CUI L B, CHEN X M, et al. Risk factors for cement leakage in percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: An analysis of 1456 vertebrae augmented by low-viscosity bone cement[J]. *Spine*, 2021, 46(4): 216-222.
- [35] GRAHAM J, AHN C, HAI N, et al. Effect of bone density on vertebral strength and stiffness after percuta-

- neous vertebroplasty[J]. *Spine*, 2007, 32(18): E505-E511.
- [36] MOLLOY S, MATHIS J M, BELKOFF S M. The effect of vertebral body percentage fill on mechanical behavior during percutaneous vertebroplasty[J]. *Spine*, 2003, 28(14): 1549-1554.
- [37] 王真, 吕金捍, 万宁军, 等. 老年骨质疏松椎体骨折 PVP 术后骨水泥渗漏的相关危险因素[J]. *中国老年学杂志*, 2017, 37(23): 5890-5892.
- WANG Z, LYU J H, WAN N J, et al. Risk factors of bone cement leakage after PVP for senile osteoporotic vertebral fracture[J]. *Chin J Gerontol*, 2017, 37(23): 5890-5892.
- [38] SUN H B, JING X S, LIU Y Z, et al. The optimal volume fraction in percutaneous vertebroplasty evaluated by pain relief, cement dispersion, and cement leakage: A prospective cohort study of 130 patients with painful osteoporotic vertebral compression fracture in the thoracolumbar vertebra[J]. *World Neurosurg*, 2018, 114: e677-e688.
- [39] CARAAN N A, WINDHAGER R, WEBB J, et al. Role of fast-setting cements in arthroplasty: A comparative analysis of characteristics[J]. *World J Orthop*, 2017, 8(12): 881-890.
- [40] 吴峰, 冯定祥, 董锐, 等. 经皮椎体成形术湿沙期与拉丝期骨水泥注入比较[J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30(8): 760-762.
- WU F, FENG D X, DONG R, et al. Comparison of percutaneous vertebroplasty with low-viscosity bone cement in wet-sand phase versus wire-drawing phase[J]. *Orthop J China*, 2022, 30(8): 760-762.
- [41] 杨柳, 杜建伟. 椎体增强术中降低骨水泥渗漏率的措施[J]. *中国组织工程研究*, 2022, 26(22): 3598-3601.
- YANG L, DU J W. Measures to reduce the leakage rate of bone cement during vertebral augmentation[J]. *Chin J Tissue Eng Res*, 2022, 26(22): 3598-3601.
- [42] DELPLA A, TSELIKAS L, DE BAERE T, et al. Preventive vertebroplasty for long-term consolidation of vertebral metastases[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2019, 42(12): 1726-1737.
- [43] BALTER S, HOPEWELL J W, MILLER D L, et al. Fluoroscopically guided interventional procedures: A review of radiation effects on patients' skin and hair[J]. *Radiology*, 2010, 254(2): 326-341.
- [44] POWELL M F, DINOBILE D, REDDY A S. C-arm fluoroscopic cone beam CT for guidance of minimally invasive spine interventions[J]. *Pain Physician*, 2010, 13(1): 51-59.
- [45] 蒲俊刚, 范伟力, 刘鹏, 等. 经皮椎体后凸成形术并发症的预防及处理[J]. *第三军医大学学报*, 2014, 36(6): 610-613.
- PU J G, FAN W L, LIU P, et al. Prevention and treatment of complications of percutaneous kyphoplasty[J]. *J Third Mil Med Univ*, 2014, 36(6): 610-613.

(2025-03-05 收稿)

编辑 沈建国