

临床论著

经椎体后上缘入路椎体后凸成形术治疗腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折的临床疗效

李 健, 蒋 毅, 左如俊, 袁 帅, 刘 畅, 张捷迅, 马 明

(北京市海淀区医院微创脊柱科 100080 北京市)

【摘要】目的:分析经椎体后上缘入路椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)的手术设计,并与经双侧椎弓根入路 PKP 治疗骨质疏松性腰椎椎体压缩性骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)进行临床疗效对比。方法:回顾性分析符合纳入标准并行 PKP 治疗的患者 67 例,共 74 个椎体,按照患者接受 PKP 的不同入路手术分为经椎体后上缘入路组(观察组)与经双侧椎弓根入路组(对照组)。其中观察组男 6 例,女 23 例,平均年龄 76.8 ± 8.8 岁;对照组男 9 例,女 29 例,平均年龄 77.7 ± 10.2 岁。对两组患者的椎体高度改善率、骨水泥分布及渗漏情况、穿刺角度、手术时间、术中放射暴露、骨水泥注射量、VAS 评分和 ODI 评分进行对比分析。结果:所有患者均顺利完成手术,术中未发生穿刺相关神经损伤、节段动脉损伤等。两组患者椎体高度改善率[(47.68±23.76)% vs (48.70±22.10)%]、骨水泥注射量(4.35 ± 1.00 ml vs 4.63 ± 0.75 ml)、骨水泥单侧分布率(6.1% vs 0)、椎管内骨水泥渗漏率(27.3% vs 14.6%)、椎间盘骨水泥渗漏率(12.1% vs 9.8%)、椎间孔骨水泥渗漏率(3.0% vs 0)及术后 VAS(2.10 ± 0.90 vs 1.92 ± 0.67)相比,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。两组椎旁骨水泥渗漏率(30.3% vs 61.0%)、放射暴露、手术时间(39.2 ± 4.7 min vs 44.8 ± 5.5 min)及穿刺角度相比,差异有统计学意义($P < 0.05$)。结论:经椎体后上缘入路单侧穿刺即可达到椎体中心实现骨水泥双侧弥散,可减少手术时间与放射暴露,降低骨水泥椎旁渗漏率,可获得与经双侧椎弓根入路 PKP 相同的椎体复位率及临床疗效。

【关键词】经椎体后上缘;经椎弓根外;椎体后凸成形术;骨质疏松性椎体压缩骨折

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2021.03.05

中图分类号:R683.2, R687.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2021)-03-0222-08

Clinical effect of percutaneous kyphoplasty via posterior-superior vertebral margin in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures of the lumbar spine/LI Jian, JIANG Yi, ZUO Rujun, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2021, 31(3): 222-229

【Abstract】 Objectives: To describe the practice design of percutaneous kyphoplasty (PKP) via posterior-anterior vertebral margin and to evaluate its advantages, disadvantages and clinical efficacy compared with bilateral transpedicular approach PKP. Methods: 67 patients(74 vertebrae) that meet criteria were included into the study to analyze retrospectively. Patients were divided into two groups according to the PKP approaches: observation group (PKP via posterior-anterior vertebral margin) and control group(transpedicular approach PKP). There were 6 males and 23 females in observation group, with an average age of 76.8 ± 8.8 years. There were 9 males and 29 females in control group, with an average age of 77.7 ± 10.2 years. Evaluation indexes included: improvement rate of vertebral height, cement distribution and leakage, puncture angle, operative time, radiation exposure, cement volume, VAS score and ODI score. Results: All the patients successfully went through the operation without puncture-related nerve injury and segmental artery injury. There were no significant differences($P > 0.05$) in improvement rate of vertebral height[(47.68±23.76)% vs (48.70±22.10)%], bone cement volume(4.35 ± 1.00 ml vs 4.63 ± 0.75 ml), unilateral cement distribution rate(6.1% vs 0), intraspinal cement leakage rate (27.3% vs 14.6%), intradiscal cement leakage rate (12.1% vs 9.8%), foraminal cement leakage rate(3.0% vs 0) and postoperative VAS score(2.10 ± 0.90 vs 1.92 ± 0.67) between the

第一作者简介:男(1993-),硕士研究生,研究方向:脊柱外科、脊柱微创、骨质疏松

电话:(010)82693627 E-mail:928215211@qq.com

通讯作者:蒋毅 E-mail:hdyyjy@vip.163.com

two groups. There were significant differences ($P < 0.05$) in paravertebral cement leakage rate (30.3% vs 61.0%), radiation exposure, operative time (39.2 ± 4.7 min vs 44.8 ± 5.5 min) and puncture angle between the two groups.

Conclusions: PKP via posterior-anterior vertebral margin can easily reach the vertebral center and make the cement distribute on bilateral side just by unilateral operation. This approach allows shorter operative time, smaller radiation exposure and lower paravertebral cement leakage rate than bilateral transpedicular approach PKP. And it can achieve similar improvement rate of vertebral height and clinical efficacy as transpedicular approach PKP.

[Key words] Posterior-anterior vertebral margin; Extra-pedicular approach; Osteoporotic vertebral compression fracture

[Author's address] Department of Minimally Invasive Spine, Beijing Haidian Hospital, Beijing, 100080, China

经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 是在经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 基础上, 利用可膨胀球囊对压缩椎体进行良好的复位后再进行骨水泥强化的一种术式^[1]。经椎弓根穿刺是 PKP 较常用的手术入路, 分为单侧及双侧穿刺两种方式。有学者^[2-4]报道, 单侧椎弓根入路 PKP 与双侧相比, 可获得相似的复位程度及临床疗效, 同时能减少手术时间、放射暴露和骨水泥注射量, 降低手术并发症发生率。但由于椎弓根局部解剖特点, 单侧穿刺不易到达椎体中心, 存在骨水泥不对称分布风险, 继而导致椎体生物力学失衡, 甚至椎体再骨折^[5]。为弥补该缺陷, 有学者认为采用椎弓根外入路, 可以更容易穿刺至椎体中线而使骨水泥双侧弥散^[6,7]。但 Liu 等^[8]研究表明, 腰椎节段动脉走行与该入路 PVP 的穿刺径路关系紧密, 穿刺时易出现节段动脉损伤。Heo 等^[9]报道了该入路造成严重节段动脉损伤而导致失血性休克的案例。刘万祥等^[10]将该入路改良为经椎间孔外入路 (经 Kambin 三角的底边), 认为可以避开重要神经血管走行区域, 但作者对该操作细节和影像学描述欠缺, 且仅应用于 PVP, 缺乏 PKP 应用的经验。

笔者团队在临床工作中, 对于重度退变性骨质增生或重度骨质疏松导致 X 线下椎弓根显影不清晰、椎弓根细小 (X 线正位像上椎弓根最狭窄部位横径 < 4 mm) 导致经椎弓根穿刺风险较大者以及椎体旋转导致椎弓根显影不良的腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折 (osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF) 患者, 采用椎体后上缘为椎弓根外入路的骨性入针点行 PKP, 以求减少椎弓根穿刺相关并发症。本研究对该部分病例的手术方法进行总结, 并与双侧经椎弓根入路 PKP 进行对比, 评价其优缺点。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性收集 2018 年 5 月~2020 年 2 月因腰椎 OVCF 于我院行 PKP 的患者共 152 例, 纳入标准: (1) 低能量损伤导致骨折及疼痛; (2) 疼痛区域与影像学检查相一致, 不伴有神经症状; (3) 骨密度检查: T 值 < -2.5 ; (4) 术前影像学资料证实诊断为新鲜腰椎压缩性骨折, 且 AO 分型为 A1 型骨折; (5) 无手术禁忌。排除标准: (1) 代谢性骨病; (2) 椎体血管瘤; (3) 溶骨性椎体转移瘤; (4) 陈旧性椎体压缩骨折或骨折不愈合; (5) 影像学资料不完整。符合上述纳入标准患者共 67 例入组。其中单椎体骨折 60 例, 双椎体骨折 7 例, 共计 74 个椎体。33 椎体行单侧椎体后上缘入路 PKP (观察组); 41 椎体行双侧椎弓根入路 PKP (对照组)。收集入组患者年龄、性别、体质指数 (body mass index, BMI)、骨折节段、术前 VAS 评分 (visual analogue scale, VAS)、术前 ODI (Oswestry disability index, ODI) 评分, 技术路线如图 1 (腰椎节段分层依据: 根据已有研究^[11], 同一患者不同腰椎节段椎弓根宽度存在差异, 我们将椎弓根形态近似的腰椎节段进行分层, 即分为椎弓根相对细小的 L1-2 和相对粗大的 L3-5 两层)。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 计数资料采用百分数表示。一般资料见表 1, 两组间各指标无显著性差异 ($P > 0.05$)。

1.2 经椎体后上缘入路 PKP 理想穿刺径路设计

调取典型病例 CT 扫描 DICOM 格式文件, 在 MIMICS 17.0 软件 (Materialise 公司) 中对骨折椎体进行建模并模拟穿刺路径 (图 2)。

骨性进针点 (P 点) 位于椎体后上缘与椎弓根外上缘移行处的凹陷; 最终穿刺靶点 (M 点) 位于正位椎体的中线 (甚至稍过中线) 及侧位椎体的前中 1/3 处。最终靶点与骨性进针点连线为骨性穿

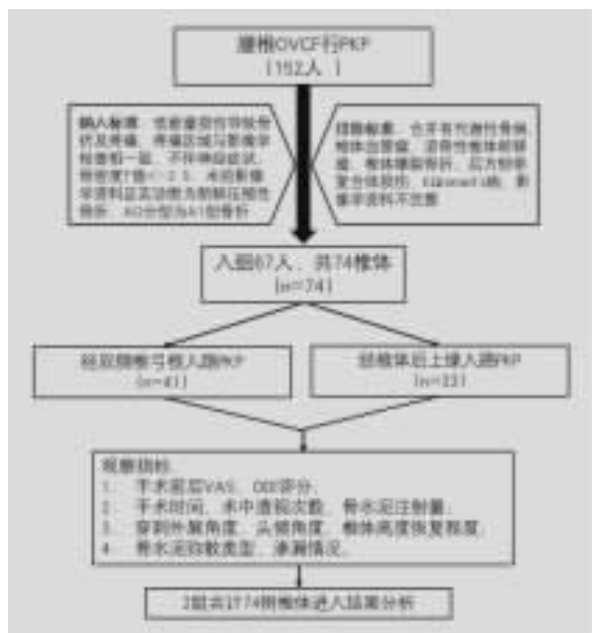


图1 技术路线

Figure 1 Technical route

刺径路(线段MP),其延长线与皮肤的交点为皮肤进针点(O点,图2)。

1.3 手术方法

对照组患者具体操作方法依照2018年版PKP的规范化操作专家共识^[12]。观察组患者先正位透视定位椎体中心点(M'点)以及一侧椎弓根投影外上缘(P'点),两者连线并延长,在皮肤上画标记线(图3)。旁开正中中线适当距离(可在三维CT中测得)与标记线交点确定皮肤进针点(O点)。消毒、铺巾同对照组。局麻范围:皮肤、皮下组织、关节突关节、骨性进针点局部骨膜。18G穿刺针自皮肤穿刺点进针,沿标记线方向外展30°~35°进针^[6],针尖在椎间孔下1/3区域滑过目标椎体上关节突,抵于骨性结构,正位透视针尖位于椎

弓根投影的上外侧缘,侧位透视位于椎弓根上缘-椎体后上缘移行处,此处即为骨性进针点。拔除针芯,顺序使用导丝-扩张套管-空心穿刺套筒逐步扩张并抵于骨性进针点,建立穿刺通道(图3),更换穿刺内芯后继续进入1cm,使得其延长线可达最终穿刺靶点。扩大骨通道、球囊膨胀、骨水泥注射(图3)及余步骤同对照组。

1.4 观察指标及测量方法

1.4.1 影像学观察指标 (1)椎体高度及其改善率:手术前及术后2d以伤椎为中心拍摄X线片,并在miPlatform 3.0软件(海纳医信北京软件科技有限责任公司)中测量侧位椎体前缘和中部高度。椎体高度改善率的评估参照周毅等^[13]的方法:椎体高度=(前缘高度+中部高度)/2,伤椎高度期望值=(上邻椎体高度+下邻椎体高度)/2,伤椎高度改善率=(术后伤椎高度-术前伤椎高度)/(伤椎高度期望值-术前伤椎高度)×100%;(2)骨水泥分布及渗漏情况:术后2d复查CT,在miPlatform 3.0软件中观察骨水泥分布(单侧分布:骨水泥仅在椎体中线一侧分布;双侧分布,在椎体中线两侧均有分布)和骨水泥渗漏情况(按渗漏部位记录);(3)穿刺角度:在术后三维重建CT上,根据穿刺针道测量外展角(穿刺针所在切面上的穿刺轨迹与正中线的夹角;对照组取双侧平均值)、头倾角(椎体矢状面上的穿刺轨迹投影与椎体后缘的垂线的夹角;对照组取双侧平均值,图4)。

1.4.2 手术操作相关观察指标 (1)穿刺透视次数:自皮肤穿刺至理想位置过程中C型臂X线机透视次数;(2)骨水泥强化透视次数:骨水泥开始注射至结束过程中透视次数;(3)手术时间:自穿刺开始至骨水泥注射完成,待骨水泥硬化,拔出穿刺针总共所用时间;(4)骨水泥注射量:平均每个

表1 患者的一般资料

Table 1 General information of the patients

	年龄(岁) Age(year)	体质指数 BMI	性别 Gender		骨折节段 Segment		术前VAS (分) Pre-operative VAS	术前ODI (%) Post-operative ODI
			男 Male	女 Female	上腰椎(L1-2) Upper lumbar vertebra	下腰椎(L3-5) Lower lumbar vertebra		
观察组 Observation group	76.8±8.8	23.81±3.24	6	23	24	9	8.28±0.65	88.00±4.72
对照组 Control group	77.7±10.2	22.78±2.52	9	29	27	14	8.21±0.70	86.05±4.30
χ ² 值 χ ² value			0.085		0.403			
T值 T value	-0.378	1.467					0.389	1.761
P值 P value	0.706	0.147	0.771		0.525		0.698	0.083

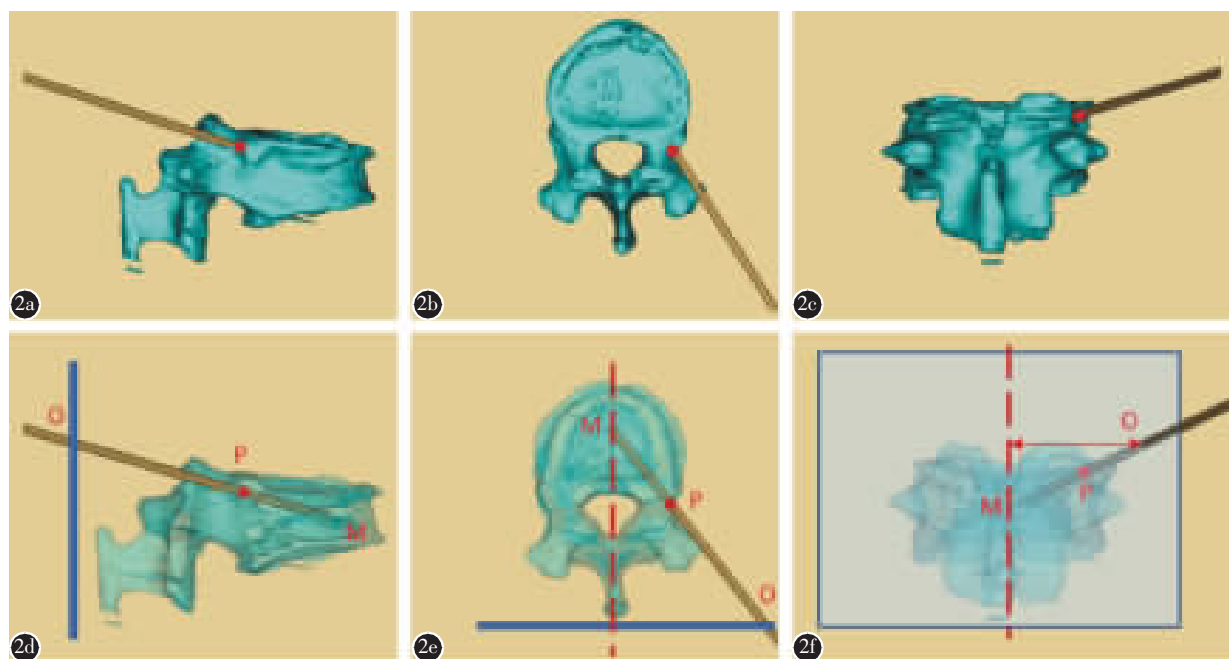


图 2 经椎体后上缘入路 PKP 的 3D 模拟示意图 **a~c** 分别为理想状态下经椎体后上缘入路 PKP 的侧视图、俯视图及后视图;穿刺针用黄色长杆模拟,红点为椎体后上缘的骨性进针点 **d~f** 分别为椎体透明化处理后的模型,蓝色粗线及浅蓝色方框代表皮肤,红色虚线代表椎体正中中线,红色双箭头线代表皮肤穿刺点旁开正中线的距离。M 点为最终穿刺靶点,位于正位椎体的中线及侧位椎体的前中 1/3;P 点为骨性进针点,位于椎体后壁与椎弓根移行部的外上缘的骨性凹陷处;O 点为皮肤进针点,由 M 点和 P 点连线的延长线(穿刺轨迹)与皮肤相交得出

Figure 2 3D simulation diagram of PKP via posterior-anterior vertebral margin **a** Side view. The needle was simulated with a yellow rod and the red dot showed the bone entry point **b** Top view **c** Rear view **d** Side view. The vertebral model was set to be transparent. Skin was simulated with a blue heavy line. Point M showed the final puncture target: located in the vertebral midline on anteroposterior(AP) view and in the anterior one-third of the vertebral body on lateral view. Point P showed the bone entry point: the junction between the lateral-superior edge of pedicle and posterior vertebral wall. Point O showed the skin entry point: the intersection of needle trajectory and skin **e** Top view. The red dotted line showed the body midline **f** Rear view. Skin was simulated with a light blue square. The red double-headed arrow showed the distance between skin entry point and the midline

椎体注入的骨水泥量。

1.4.3 临床疗效观察指标 术后第 2 天进行 VAS 评分,对术中出现神经根性症状及椎间孔骨水泥渗漏的病例,随访观察疼痛以及骨水泥块移位情况。

1.5 术后统计学方法

应用 SPSS 18.0 软件进行统计学分析。计数资料比较采用卡方检验、计量资料比较采用独立样本 *T* 检验。

2 结果

入组的 67 例患者均顺利完成手术,术中未发生穿刺神经根损伤、脊髓损伤、节段动脉损伤大出血、器械断裂及球囊破裂等情况。观察组中 1 例在

穿刺时出现神经根骚扰,调整穿刺方向并应用逐级套筒扩张后,未再出现神经刺激。住院期间以及术后 6 个月随访,患者未再次出现根性症状,疼痛缓解满意。对照组中 1 例术中出现骨水泥反应,立即停止注射并予激素静脉输注后患者生命体征恢复平稳。住院期间以及术后 6 个月随访,患者生命体征均平稳,腰痛缓解满意。

两组的椎体高度改善率相比无明显统计学差异($P>0.05$,表 2)。观察组的外展角及头倾角均明显大于对照组($P<0.05$,表 2)。两组的骨水泥单侧分布率比较无显著差异($P>0.05$,表 3)。本研究所有的渗漏均为无症状性渗漏,其中 9 例同时存在椎旁渗漏及椎管内渗漏。观察组椎旁渗漏率明显低于对照组($P<0.05$)。两组的椎管内、椎间盘、椎

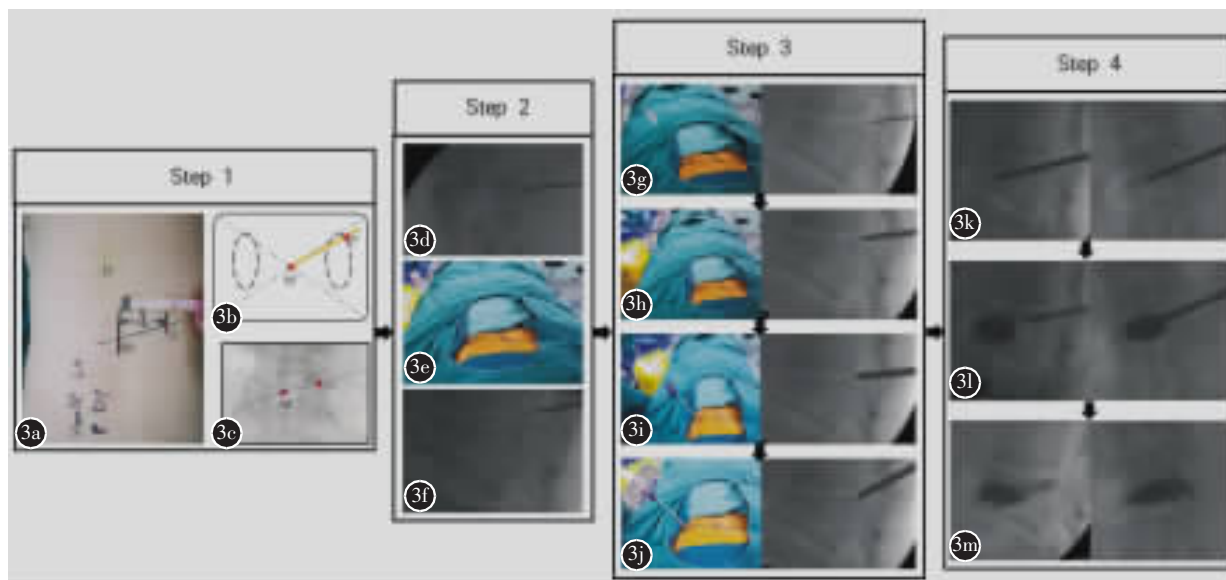


图3 经椎体后上缘入路 PKP 的详细步骤 **a** 设定背部皮肤标记线。点 M 为最终穿刺靶点在皮肤的投影点,点 O 为皮肤进针点 **b** 正位椎体投影示意图,点 M' 为最终穿刺靶点,点 P' 为骨性进针点 **c** 正位 X 线片,点 M'、点 P' 意义同图 **b** **d** 侧位 X 线片观察穿刺针位置 **e** 18G 穿刺针穿刺至骨性进针点 **f** 椎体侧位 X 线片观察穿刺针位置 **g** 导丝替换 18G 穿刺针芯 **h** 扩张套管替换 18G 穿刺针 **i** 穿刺套筒替换扩张套管 **j** 插入穿刺套筒芯 **k** 骨钻扩大通道时的 X 线正侧位片 **l** 球囊膨胀时的 X 线正侧位片 **m** 骨水泥灌注完成后的 X 线正侧位片

Figure 3 Step-by-step instruction of PKP via posterior-anterior vertebral margin **a** Establishment of mark line on skin. Point M was the projection point of the final puncture target on skin; point O was the skin entry point **b** Diagram of vertebral body projection on AP view. Point M' was the projection point of the final puncture target; point P' was the projection point of the bone entry point **c** The AP view X-ray. The meaning of point M' and P' was the same as that in Figure b **d** The AP view **e** The 18G needle reached the bone entry point **f** The lateral view **g** The 18G needle core was replaced by a guide wire **h** The 18G needle was replaced by a expansion sleeve **i** The expansion sleeve was replaced by the puncture sleeve **j** The puncture needle core was inserted into the puncture sleeve **k** Enlarging the trajectory with a bone drill **l** Balloon inflation **m** Bone cement perfusion

间孔渗漏率相比均无明显差异($P>0.05$,表3)。观察组出现1例椎间孔区域渗漏,在术后1个月和6个月随访,渗漏骨水泥无明显移位,患者无明显根性症状,腰痛缓解满意。

观察组在穿刺和骨水泥注射过程中透视次数均少于对照组,有统计学差异($P<0.05$)。观察组手术时间较短,与对照组相比有统计学差异($P<0.05$)。骨水泥注射量两组相比无明显统计学差异($P>0.05$,表4)。

观察组术后VAS为 2.10 ± 0.90 分,对照组术后VAS为 1.92 ± 0.67 分,两组相比无明显统计学差异($P>0.05$)。

3 讨论

PKP作为一种成熟的椎体强化技术,已经在我国各级医疗机构普遍应用^[14]。传统经双侧椎弓

根入路PKP可以达到良好的椎体高度恢复及骨水泥双侧弥散效果,但在穿刺中可能带来相关并发症,如:神经根及脊髓损伤、椎弓根骨折、节段动脉损伤、骨水泥分布不均等^[5,15]。尤其是对于椎弓根发育不良、骨质疏松导致椎弓根显影差及脊柱侧凸的患者,经椎弓根穿刺更为困难,因此能否发现另外的穿刺径路引起了许多学者的兴趣。

椎弓根外入路常作为一种替代入路应用于胸椎OVCF。1990年,Brugieres等^[16]为取胸椎椎体中心组织进行活检,最早采用了经椎弓根外穿刺入路,认为该入路可以更容易到达椎体中心。后来有学者^[17,18]将该入路应用于PKP治疗胸椎OVCF中,认为单侧经椎弓根外入路不仅能在椎体中心进行骨水泥弥散,还可以避免穿刺导致椎弓根骨折及椎管内损伤。Ringer等^[19]系统性综述了椎体强化术的不同手术入路,认为椎弓根外入路同样

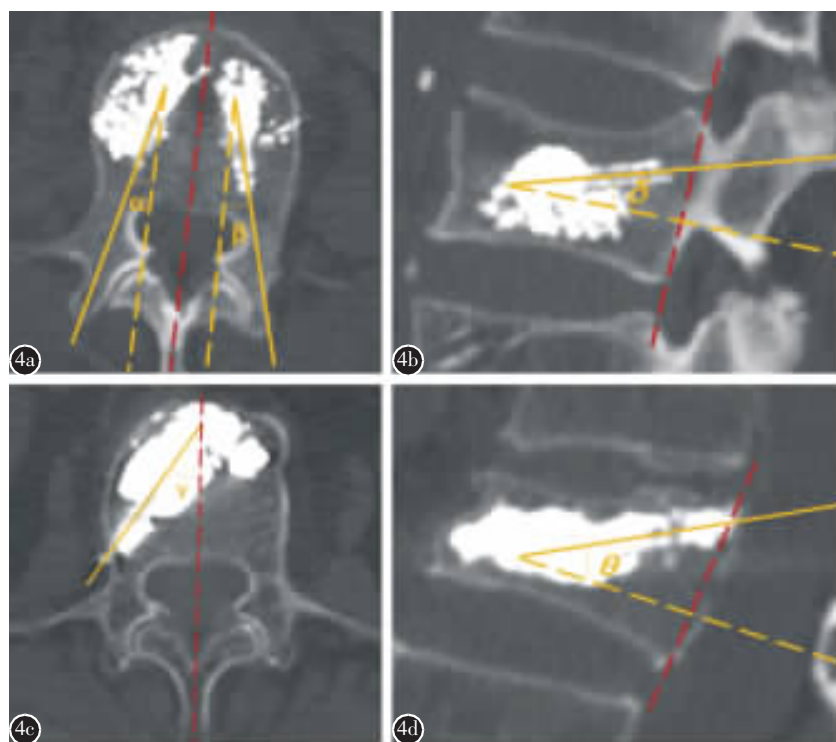


图 4 CT 中测量外展角与头倾角 **a** 经双侧椎弓根入路 PKP 椎体的横断面, $\angle\alpha$ 和 $\angle\beta$ 分别为两侧穿刺针的外展角 **b** 经双侧椎弓根入路 PKP 椎体的矢状面, $\angle\delta$ 为穿刺针头倾角 **c** 经椎弓根外入路 PKP 椎体的横断面, $\angle\gamma$ 为穿刺针外展角 **d** 经椎弓根外入路 PKP 椎体的矢状面, $\angle\theta$ 为穿刺针头倾角

Figure 4 Measurement of abduction angle and inclination angle in CT **a** Vertebral cross-section of bilateral transpedicular approach PKP. The abduction angles of the puncture needles on both sides were $\angle\alpha$ and $\angle\beta$, respectively **b** Vertebral sagittal section of transpedicular approach PKP. The inclination angle of the puncture needle was $\angle\delta$ **c** Vertebral cross-section of PKP via posterior-anterior vertebral margin. The abduction angle of the puncture needle was $\angle\gamma$ **d** Vertebral sagittal-section of PKP via posterior-anterior vertebral margin. The inclination angle of the puncture needle was $\angle\theta$

可应用于腰椎。该学者描述了经“横突外缘→椎弓根基底的外侧骨皮质→椎体”的椎弓根外穿刺径路,可以穿刺直达椎体中心甚至对侧,实现骨水泥双侧弥散。但有学者发现,该入路在腰椎的骨性入针点处常有节段动脉出现,存在损伤风险,严重可能导致腹膜后血肿甚至失血性休克^[9]。

为避免上述严重并发症, Liu 等^[18]对节段动脉与椎弓根的位置关系进行研究,认为传统椎弓根外入路穿刺时易损伤节段动脉,而椎体后上缘的外侧区域相对安全。Cho 等^[20]通过对尸体解剖和实际手术进行观察分析,认为椎体与椎弓根上外侧的连接部是安全的骨性进针点,但未对皮肤进针点设定及穿刺方向做详细描述,且未进一步推广到临床应用。

本研究结果表明,观察组与对照组相比,手术时间更短,放射暴露更少。经椎体后上缘入路

PKP 的第一骨性入点即为椎体骨皮质,避免了穿刺针在椎弓根内的反复透视调整,从而减少穿刺阶段的放射暴露。另外,单侧进行球囊膨胀及骨水泥注射,也可以减少操作步骤,节省时间。这就可使患者俯卧时间缩短,高龄患者更加耐受此手术,这与既往单-双侧入路对比研究结果相似^[4,21]。骨水泥分布是椎体强化术中的一个重要指标。廖旭昱等^[22]报道了由于椎弓根的限制,经单侧椎弓根入路 PKP 存在 23.5% 的骨水泥偏心分布率。而不均匀的骨水泥分布则会导致椎体生物力学失衡,甚至椎体再骨折^[9]。本研究通过 CT 对骨水泥分布情况进行观察,结果观察组仅有 6.1% 椎体出现单侧分布,优于既往研究,说明椎体后上缘入路更易于达到椎体中心并膨胀复位,能有效减少骨水泥不均匀分布,继而达到与对照组相似的骨水泥注射量。骨水泥渗漏是椎体强化术中常见的并发症。

表 2 两组椎体高度改善率、外展角、头倾角 ($\bar{x}\pm s$)

Table 2 Improvement rate of vertebral height, abduction angle and inclination angle of two groups

	观察组 (n=33) Observation group	对照组 (n=41) Control group
椎体高度改善率 (%) Improvement rate of vertebral height	47.68±23.76	48.70±22.10
外展角 (°) Abduction angle	30.03±5.38	13.95±3.62 ^①
头倾角 (°) Inclination angle	28.39±3.48	14.90±3.33 ^①

注:①与观察组比较 $P<0.05$ Note: ①Compered with observation group, $P<0.05$

表 3 两组骨水泥分布与渗漏情况

Table 3 Bone cement distribution and leakage of two groups

	观察组 (n=33) Observation group	对照组 (n=41) Control group
骨水泥单侧分布 Unilateral cement distribution	2(6.1%)	0
椎旁渗漏 Paravertebral cement leakage	10(30.3%)	25(61.0%) ^①
椎管内渗漏 Intraspinal cement leakage	9(27.3%)	6(14.6%)
椎间盘渗漏 Intradiscal cement leakage	4(12.1%)	4(9.8%)
椎间孔外渗漏 Foraminal cement leakage	1(3.0%)	0

注:①与观察组比较 $P<0.05$ Note: ①Compered with observation group, $P<0.05$

表 4 两组术中观察指标

Table 4 Intraoperative observation index of two groups

	观察组 Observation group	对照组 Control group
穿刺透视(次) Puncture exposure(time)	17.7±2.6	22.8±3.3 ^①
骨水泥强化透视(次) Cement augmentation exposure(time)	19.5±4.4	24.1±4.2 ^①
骨水泥注射量(ml) Cement volume	4.35±1.00	4.63±0.75 ^①
手术时间(min) Operative time	39.2±4.7	44.8±5.5 ^①

注:①与观察组比较 $P<0.05$ Note: ①Compered with observation group, $P<0.05$

Klazen等^[23]在大样本多中心试验中利用 CT 观察到 PVP 的渗漏率可达 72%。我中心同样在 CT 下观察骨水泥渗漏,并对不同渗漏类型分别进行统计,发现观察组的椎旁渗漏率为 30.3%,明显低于对照组 61.0%,这可能由于观察组注射靶点更靠近椎体中心,远离椎体侧壁上的静脉孔及骨折裂隙,当水泥向外周扩散时压力逐渐衰减,从而减少了椎旁渗漏。两组椎管内、椎间盘、椎间孔渗漏率

比较均无明显统计学差异,说明该入路与经椎弓根入路相比,并未增加上述类型渗漏的风险。另外,研究结果表明两组术后 VAS 评分和椎体高度改善率均有较大的提升且两组相比无明显统计学差异,说明两种入路术后的短期止痛与椎体高度恢复的效果相当。

当然,经椎体后上缘入路 PKP 仍存在一些不足。该入路的骨性入点位于椎间孔区域,存在出口根损伤风险,对于侧弯凹侧或椎间隙塌陷导致椎间孔狭小者应用此入路风险尤甚。我中心在穿刺时利用逐级套筒进行钝性扩张,可直达骨性穿刺点骨表面。这一方法在既往文献中未见报道,其灵感来源于经皮脊柱内镜的手术经验,我们认为该方法可有效避免神经根损伤,值得推广。另外,在观察组中出现 1 例椎间孔区域骨水泥沿针道无症状性渗漏,这种渗漏类型是该入路特有的潜在并发症,需要引起警惕。有学者^[24]曾报道,通过经皮内镜下取出致痛的渗漏骨水泥可以取得良好的疗效。

综上所述,与经双侧椎弓根入路 PKP 治疗腰椎 OVCF 相比,经椎体后上缘入路单侧穿刺即可达到椎体中心实现骨水泥双侧弥散,减少手术时间与术中放射暴露,降低骨水泥椎旁渗漏率,同时可以获得与经双侧椎弓根入路 PKP 相同的椎体复位率及临床疗效。另外,这种避开椎弓根直接进入椎体的入路,作为 PKP 的一种技术储备,为椎弓根细小、椎弓根 X 线下显影不清晰的 OVCF 患者提供了可选择的手术方案。当然,对于大多数椎弓根宽大、显影良好的患者,传统经椎弓根入路即可达到满意的穿刺安全性及良好的临床疗效,经椎体后上缘入路并不作为首要选择。

4 参考文献

- Bozkurt M, Kahilogullari G, Ozdemir M, et al. Comparative analysis of vertebroplasty and kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Asian Spine J, 2014, 8(1): 27-34.
- 朱爱祥, 朱裕成, 郑红兵, 等. 单侧与双侧经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体骨折疗效比较 [J]. 临床骨科杂志, 2010, 13(2): 132-134.
- 金志辉, 张贵林. 单双侧椎体后凸成形术治疗骨质疏松性胸腰椎压缩骨折的疗效分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2015, 30(1): 35-38.
- Guoqing T, Feng L, Dongsheng Z, et al. Unilateral versus bilateral percutaneous balloon kyphoplasty for osteoporotic verte-

- bral compression fractures: a systematic review of overlapping meta-analyses[J]. *Medicine*, 2018, 97(33): e11968.
5. Chen B, Li Y, Xie D, 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.
 6. 王延涛, 安丰敏, 徐辉, 等. 椎弓根外入路行椎体成形术的应用解剖学研究[J]. *交通医学*, 2013, (5): 465–467.
 7. 江天蔚, 王澍. 单侧椎弓根旁入路 PKP 治疗骨质疏松性胸腰椎压缩性骨折的疗效分析 [J]. *中国现代手术学杂志*, 2015, (1): 49–51.
 8. Liu L, Cheng S, Wang Q, et al. An anatomical study on lumbar arteries related to the extrapedicular approach applied during lumbar PVP (PKP)[J]. *PLoS One*, 2019, 14 (3): e0213164.
 9. Heo DH, Cho YJ. Segmental artery injury following percutaneous vertebroplasty using extrapedicular approach[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2011, 49(2): 131–133.
 10. 刘万祥, 李枝发, 黄民锋, 等. 单侧椎间孔外入路在经皮椎体成形术中的应用研究[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2019, (6): 472–475.
 11. 侯树勋, 史亚民. 国人下胸椎及腰椎椎弓根形态学特点及其临床意义[J]. *中华骨科杂志*, 1994, 14(4): 222–225.
 12. 杨惠林, 刘昊, 殷国勇, 等. 我国经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体骨折现状与创新 [J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2017, 10(1): 12–19.
 13. 周毅, 海涌, 苏庆军, 等. 影响椎体后凸成形术椎体高度恢复的相关因素及临床意义[J]. *中国骨与关节外科*, 2011, 4 (4): 288–293.
 14. 杨惠林, 刘强, 唐海, 等. 经皮椎体后凸成形术的规范化操作及相关问题的专家共识[J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(11): 808–812.
 15. Laredo JD, Hamze B. Complications of percutaneous vertebroplasty and their prevention[J]. *Semin Ultrasound CT MR*, 2005, 26(2): 65–80.
 16. Brugieres P, Gaston A, Heran F, et al. Percutaneous biopsies of the thoracic spine under CT guidance: transcostovertebral approach[J]. *J Comput Assist Tomogr*, 1990, 14(3): 446–448.
 17. Han KR, Kim C, Eun JS, et al. Extrapedicular approach of percutaneous vertebroplasty in the treatment of upper and mid-thoracic vertebral compression fracture [J]. *Acta Radiol*, 2005, 46(3): 280–287.
 18. Kim HS, Kim SW, Ju CI. Balloon kyphoplasty through extrapedicular approach in the treatment of middle thoracic osteoporotic compression fracture: T5–T8 level [J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2007, 42(5): 363–366.
 19. Ringer AJ, Bhamidipaty SV. Percutaneous access to the vertebral bodies: a video and fluoroscopic overview of access techniques for trans-, extra-, and intrapedicular approaches [J]. *World Neurosurgery*, 2013, 80(3–4): 428–435.
 20. Cho SM, Nam YS, Cho BM, et al. Unilateral extrapedicular vertebroplasty and kyphoplasty in lumbar compression fractures: technique, anatomy and preliminary results[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2011, 49(5): 273–277.
 21. Yilmaz A, Cakir M, Yücel CS, et al. Percutaneous kyphoplasty: is bilateral approach necessary [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2018, 43(14): 977–983.
 22. 廖旭昱, 周雷杰, 马维虎, 等. 经皮椎体后凸成形术中单侧经椎弓根穿刺角度与骨水泥分布情况的关系[J]. *临床骨科杂志*, 2012, 15(3): 241–244.
 23. Klazen CA, Lohle PN, de Vries J, et al. Vertebroplasty versus conservative treatment in acute osteoporotic vertebral compression fractures (Vertos II): an open-label randomised trial[J]. *Lancet*, 2010, 376(9746): 1085–1092.
 24. Wagner R, Telfeian AE, Ipreburg M, et al. Transforaminal endoscopic solution to a kyphoplasty complication: technical note[J]. *World Neurosurg*, 2016, 91: 195–198.
- (收稿日期:2020-08-16 修回日期:2020-11-04)
(英文编审 谭 啸)
(本文编辑 彭向峰)