

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2024.05.015

❖ 临床研究 ❖

经皮椎体后凸成形术对骨质疏松性椎体压缩性骨折患者脊柱-骨盆矢状面参数及继发邻椎骨折的影响

张弛, 吴海龙, 张帅

(石家庄市人民医院骨科, 河北 石家庄 050000)

【摘要】目的: 经皮椎体后凸成形术 (PKP) 对骨质疏松性椎体压缩性骨折 (OVCF) 患者脊柱-骨盆矢状面参数及继发邻椎骨折的影响。**方法:** 选取 112 例 OVCF 患者为研究对象, 根据手术方式不同分为 PVP 组 [椎体成形术 (PVP) 治疗] 和 PKP 组 (PKP 治疗), 每组各 56 例。比较两组患者围手术期指标 (骨水泥量、手术时间及住院时间)、并发症 (骨水泥渗漏、术后感染) 发生情况、术前及术后 6 个月疼痛程度 [视觉模拟疼痛量表 (VAS) 评分]、日常生活功能障碍 [功能障碍指数问卷表 (ODI) 评分]、影像学参数 [胸椎后凸角 (TK)、骨盆倾斜角 (PT)、腰椎前凸角 (LL)、骶骨倾斜角 (SS)、骨盆入射角 (PI)、脊柱骶骨角 (SSA)] 及继发骨折情况。**结果:** PKP 组患者使用骨水泥量、手术时间高于 PVP 组 ($P < 0.05$)。两组患者并发症发生率差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。术后 7 d、6 个月, 两组患者 VAS 评分、ODI 评分均逐渐降低 ($P < 0.05$), 且术后 7 d PKP 组低于 PVP 组 ($P < 0.05$); 术后 6 个月, 两组 TK 均降低 ($P < 0.05$), LL、PT、SSA 均升高 ($P < 0.05$), 且术后 6 个月两组患者 TK、LL 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。两组患者继发骨折率差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。**结论:** 相较于 PVP, PKP 治疗 OVCF 手术时间较长, 但可有效减轻患者术后疼痛, 改善术后日常活动功能障碍, 有利于改善脊柱矢状面平衡, 值得临床推广。

【关键词】 骨质疏松性椎体压缩性骨折; 经皮椎体后凸成形术; 经皮椎体成形术; 脊柱-骨盆矢状面; 继发骨折; Oswestry 功能障碍指数

【中图分类号】 R683.2 **【文献标志码】** A

Influence of percutaneous kyphoplasty on spinal-pelvic sagittal parameters and secondary adjacent vertebral fractures in patients with osteoporotic vertebral compression fractures

ZHANG Chi, WU Hai-long, ZHANG Shuai

(Department of Orthopedics, Shijiazhuang People's Hospital, Shijiazhuang 050000, Hebei, China)

【Abstract】Objective: To explore the efficacy of percutaneous kyphoplasty (PKP) on spinal pelvic sagittal plane parameters and secondary adjacent vertebral fractures in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures (OVCF). **Methods:** The clinical data of the admitted OVCF patients were retrospectively analyzed, and according to the different surgical methods, they were divided into PVP group [vertebroplasty (PVP) treatment] and PKP group (PKP treatment), with 56 cases in each group. The perioperative indexes (bone cement content, surgery time, and hospital stay), complications (bone cement leakage, postoperative infection), pain levels [Visual Analog Pain Scale (VAS) score], daily life dysfunction [Functional Disability Index (ODI) score], imaging parameters [Thoracic kyphosis angle (TK), Pelvic tilt angle (PT), Lumbar anterior convexity angle (LL), Sacral tilt angle (SS), Pelvic incidence angle (PI), Spinosacral angle (SSA)], and secondary fractures before and 6 months after surgery were compared between the two groups. **Results:** The bone cement volume and surgical time in PKP group were higher or longer than those in PVP group ($P < 0.05$). There were no obvious differences in the incidence rates of complications between groups ($P > 0.05$). The VAS score and ODI score at 7 days and 6 months after surgery were decreased gradually in both groups ($P < 0.05$), and the two scores in PKP group were lower compared to PVP group at 7 days after surgery ($P < 0.05$). At 6 months after surgery, TK in both groups was declined ($P < 0.05$) while LL, PT and SSA were enhanced ($P < 0.05$), there was a statistically significant difference in TK and LL between the two groups at 6 months after surgery ($P < 0.05$). No significant differences were shown in the secondary fractures rates between both groups ($P > 0.05$). **Conclusion:** Compared to PVP, PKP has a longer surgical time, but it can effectively relieve the postoperative pain, improve the postoperative dysfunction, and help to improve the spinal sagittal balance. It is worthy of clinical promotion.

基金项目: 河北省医学科学研究项目 (20221698)

作者简介: 张弛 (1985 -), 男, 硕士, 主治医师。E-mail: heheduke@163.com

通讯作者: 吴海龙。E-mail: helonsuper@163.com

[Key words] Osteoporotic vertebral compression fractures; Percutaneous kyphoplasty; Percutaneous vertebroplasty; Spinal-pelvic sagittal plane; Secondary fractures; Oswestry disability index

骨质疏松性椎体压缩性骨折(osteoporotic vertebral compression fractures, OVCF)是脊柱椎体骨质量因骨质疏松而出现的压缩性骨折,患病多为高龄老人,且近年来 OVCF 发病率随老龄化进程不断增高,在绝经后女性中更为明显^[1]。OVCF 治疗原则与骨质疏松症基本一致,以复位、固定和抗骨质疏松为主^[2]。经保守治疗无效的患者多采取外科手术治疗^[3]。椎体成形术(percutaneous vertebral plasty, PVP)是一项通过注入骨水泥强化伤椎的微创术式,但椎体高度恢复效果有限,只能通过体位或手法复位,骨水泥渗漏风险较高^[4]。经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)是在 PVP 基础上发展而来,使用球囊扩张有效复位压缩骨折,促使骨折椎体恢复原有高度,可迅速止痛,但手术操作相对更复杂^[5]。本研究旨在探讨 PKP 对 OVCF 患者脊柱-骨盆矢状面参数及继发邻椎骨折的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2021 年 7 月至 2023 年 6 月石家庄市人民医院收治的 112 例 OVCF 患者为研究对象,根据手术方式不同分为 PVP 组和 PKP 组,每组各 56 例。本研究经院伦理委员会审核批准,患者及家属知情同意。两组患者一般资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

纳入标准:(1)经影像学检查、骨密度测量及临床表现,诊断为 OVCF^[6];(2)持续背部疼痛 > 3 个月;(3)骨折至入院时间 ≤ 48 h;(4)骨折椎体后壁完整;(5)ASA 分级 I、II 级;(6)临床资料完整者。排除标准:(1)全身多处骨折;(2)合并骨髓炎或其他骨疾病;(3)伴有腰椎间盘突出、强直性脊柱炎等其他脊柱疾病;(4)凝血功能异常;(5)术前感染未得到有效控制。

表 1 两组患者一般资料比较($\bar{x} \pm s$)

组别	男/女(例)	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	骨折至入院时间(h)	ASA 分级(例)	
					I 级	II 级
PVP 组(n=56)	24/32	75.21 ± 4.63	21.36 ± 1.52	18.63 ± 4.74	23	33
PKP 组(n=56)	21/35	74.84 ± 4.21	21.42 ± 1.48	17.96 ± 4.85	20	36
t/χ^2 值	0.334	0.442	0.212	0.739	0.340	
P 值	0.563	0.659	0.833	0.461	0.560	

1.2 方法

所有患者术前均完成各项检查,术前 30 min 行

镇静或镇痛治疗。PVP 组患者行 PVP 治疗:患者行俯卧位,常规消毒,在 C 臂机监视下操作,透视标记骨折椎体,穿刺点进行局部浸润麻醉,根据定位将穿刺针至穿入椎弓根,穿入骨折椎体,建立工作通道,经工作通道灌注骨水泥,待骨水泥凝固硬化,固定骨折椎体,包扎术毕。PKP 组患者行经皮椎体后凸成形术治疗:消毒、穿刺、麻醉等同 PVP 组。穿刺针针芯退出,导针置入,工作套管与球囊置入,观察球囊至椎体前 1/3 ~ 2/3 处,于 C 臂机观察下扩张球囊,扩张压力 ≤ 220 psi,确认伤椎高度恢复情况,取出球囊,注入骨水泥,待硬化后将穿刺针退出,压迫止血,包扎术毕。

1.3 观察指标

(1)围手术期指标:使用骨水泥量、手术时间及住院时间。(2)并发症发生情况:围手术期骨水泥渗漏、术后感染。(3)疼痛程度:于术前、术后 7 d 及 6 个月,采用视觉模拟(VAS)评分^[7]进行评估,分值 0 ~ 10 分,评分越高表示疼痛越重。(4)日常生活功能障碍:于术前、术后 7 d 及 6 个月,采用功能障碍指数问卷表(ODI)^[8]评分进行评估,评分越高说明功能障碍程度越重。(5)脊柱-骨盆矢状面影像学参数:术前、术后 6 个月,通过站立位全脊柱侧围 X 线片进行测量,包括胸椎后凸角(TK)、骨盆倾斜角(PT)、腰椎前凸角(LL)、骶骨倾斜角(SS)、骨盆入射角(PI)、脊柱骶骨角(SSA),重复测量 3 次,取平均值。(6)继发骨折发生情况:包括随访 6 个月椎体再发骨折、邻椎骨折、非邻椎骨折等发生情况。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 22.0 软件对数据进行处理与分析。计量资料符合正态分布且方差齐性,以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较行独立样本 t 检验,同组比较行配对样本 t 检验;计数资料以[n(%)]表示,组间比较行独立样本 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者围手术期指标比较

PKP 组患者使用骨水泥量多于 PVP 组;手术时间长于 PVP 组($P < 0.05$)。两组患者住院时间差异无统计学差异($P > 0.05$)。见表 2。

2.2 两组患者并发症发生情况比较

两组患者并发症总发生率比较,差异无统计学意义($\chi^2 = 1.757, P = 0.189$)。见表 3。

2.3 两组患者疼痛程度比较

术前,两组患者 VAS 评分差异无统计学意义

($P > 0.05$)。术后 7 d 及 6 个月,两组患者 VAS 评分均逐渐降低($P < 0.05$),且术后 7 d 时 PKP 组低于 PVP 组($P < 0.05$)。见表 4。

表 2 两组患者围手术期指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	骨水泥量(mL)	手术时间(min)	住院时间(d)
PVP 组($n=56$)	2.13 ± 0.31	25.74 ± 5.78	5.36 ± 0.57
PKP 组($n=56$)	2.28 ± 0.36	35.17 ± 5.13	5.51 ± 0.43
t 值	2.363	9.131	1.572
P 值	0.020	<0.001	0.119

表 3 两组患者并发症发生情况比较[$n(\%)$]

组别	骨水泥渗漏	术后感染	合计
PVP 组($n=56$)	6(10.71)	1(1.79)	7(12.50)
PKP 组($n=56$)	2(3.57)	1(1.79)	3(5.36)

2.4 两组患者日常生活功能障碍比较

术前,两组患者 ODI 评分差异无统计学意义($P > 0.05$)。术后 7 d 及 6 个月,两组患者 ODI 评分均逐渐降低($P < 0.05$),且术后 7 d 时 PKP 组低于 PVP 组($P < 0.05$)。见表 5。

2.5 两组患者脊柱-骨盆矢状面影像学参数比较

术前,两组患者 TK、LL、PT、SS、PI、SSA 差异无统计学意义($P > 0.05$)。术后 6 个月,两组患者 TK 均降低($P < 0.05$),且 PKP 组低于 PVP 组($P < 0.05$);LL、PT、SSA 均升高($P < 0.05$),且 PKP 组 LL 高于 PVP 组($P < 0.05$)。见表 6。

表 4 两组患者疼痛程度比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	VAS 评分		
	术前	术后 7 d	术后 6 个月
PVP 组($n=56$)	6.38 ± 1.26	4.46 ± 1.16*	1.46 ± 0.28**
PKP 组($n=56$)	6.45 ± 1.32	3.31 ± 0.63*	1.41 ± 0.24**
t 值	0.287	6.519	1.015
P 值	0.775	<0.001	0.313

* $P < 0.05$,与同组术前相比;# $P < 0.05$,与同组术后 7 d 相比。

表 5 两组患者日常生活功能障碍比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	ODI 评分		
	术前	术后 7 d	术后 6 个月
PVP 组($n=56$)	41.82 ± 3.52	33.32 ± 2.85*	19.41 ± 1.46**
PKP 组($n=56$)	41.65 ± 3.48	29.28 ± 2.75*	18.95 ± 1.37**
t 值	0.257	7.634	1.719
P 值	0.798	<0.001	0.088

* $P < 0.05$,与同组术前相比;# $P < 0.05$,与同组术后 7 d 相比。

表 6 两组患者脊柱-骨盆矢状面影像学参数比较($\bar{x} \pm s,^\circ$)

时间	TK	LL	PT	SS	PI	SSA
术前						
PVP 组($n=56$)	41.32 ± 4.52	46.32 ± 5.84	22.17 ± 5.75	27.46 ± 6.16	51.32 ± 5.75	119.41 ± 15.74
PKP 组($n=56$)	41.18 ± 4.48	46.10 ± 5.49	22.19 ± 5.71	27.17 ± 6.03	51.19 ± 5.63	121.85 ± 15.16
t 值	0.165	0.205	0.018	0.252	0.121	0.836
P 值	0.870	0.838	0.985	0.802	0.904	0.405
术后 6 个月						
PVP 组($n=56$)	39.41 ± 3.24*	48.41 ± 4.96*	25.31 ± 3.84*	26.64 ± 5.31	51.52 ± 5.47	126.35 ± 9.63*
PKP 组($n=56$)	38.12 ± 3.16*	50.86 ± 4.85*	26.63 ± 4.21*	26.47 ± 5.49	52.82 ± 4.74	129.76 ± 9.52*
t 值	2.133	2.643	1.734	0.467	1.344	1.884
P 值	0.035	0.009	0.096	0.868	0.182	0.062

* $P < 0.05$,与同组术前相比。

2.6 两组患者继发骨折发生情况比较

术后随访 6 个月,两组患者继发骨折总发生率比较,差异无统计学意义($\chi^2 = 2.154, P = 0.142$)。见表 7。

表 7 两组继发骨折情况比较[$n(\%)$]

组别	椎体再发骨折	邻椎骨折	非邻椎骨折	合计
PVP 组($n=56$)	3(5.36)	2(3.57)	1(1.79)	6(10.71)
PKP 组($n=56$)	1(1.79)	1(1.79)	0(0.00)	2(3.58)

3 讨论

随着我国人口老龄化日益加剧,OVCF 已成为老年群体常见骨折疾病之一,其多伴随腰背部急慢性疼痛^[9]。PVP 使用骨水泥灌注强化病变椎体强

度,但对塌陷椎体无复位作用,只能通过体位或手法复位,骨水泥渗漏率较高^[10];而在 PVP 基础上不断改进和完善的 PKP 通过球囊扩张压缩骨折,有效降低骨水泥渗漏率,在矫正前凸畸形上更具优势^[11]。

本研究结果显示,PKP 组患者骨水泥使用量多于 PVP 组($P < 0.05$);手术时间长于 PVP 组($P < 0.05$),原因可能是 PKP 需要置入球囊,球囊扩张形成的空腔使伤椎得到合理扩张,注入的骨水泥可进入骨小梁间隙,有助于骨水泥的合理利用和均匀分布。有研究^[12]显示,骨水泥剂量可能是术后椎体及邻近椎体再骨折的保护因素。本研究中 PKP 组患者术后 7 d 的 ODI 及 VAS 评分均低于 PVP 组($P < 0.05$),说明 PKP 可有效缓解 OVCF 患者术后短期疼痛,促进术后功能恢复,原因可能是 PKP 从生物

力学上稳定了疼痛责任椎体,置入的球囊扩张后有助于骨水泥沿着骨小梁间隙弥散椎体,固定了骨折椎体,减少不稳定椎体持续刺激痛觉感受器^[13]。灌注骨水泥后产生的热量可使痛觉感受器敏感度下降,从而缓解疼痛,但近年有多项研究^[14-15]证实骨水泥聚合放热缓解疼痛并不是关键原因。

当脊柱矢状面偏倚、力学平衡被破坏,脊柱、骨盆会发生一系列代偿以保持平衡^[16]。本研究结果显示,术后6个月两组患者TK、LL差异有统计学意义($P < 0.05$),说明相比于PVP,PKP有助于促进OVCF患者恢复脊柱矢状面平衡状态。有研究^[17]报道,PKP治疗可有效矫正OVCF患者的脊柱后凸畸形,并对脊柱的轴向负荷传导有一定程度的改善,原因可能是PKP可保证骨水泥在松质骨内的均匀分布,增强病变椎体强度的同时降低应力集中,有助于保持脊柱矢状面平衡状态,与张陇豫等^[18]的结果一致。

骨水泥渗漏的主要原因可能是穿刺进针位置不当或骨水泥注入时机不当或注入速度过快,且有研究^[19]报道,骨水泥弥散性分布与PVP术中骨水泥渗漏具有相关性。本研究中PKP组骨水泥渗漏率略低于PVP组。本研究结果还显示,术后随访6个月,PKP组继发骨折率略低于PVP组,提示PKP可降低术后继发骨折风险,主要与PKP骨水泥分布更均匀及脊柱矢状面平衡状态更稳定有关。有研究^[20]报道,OVCF患者术后邻椎再发骨折率可能会随着随访时间延长而不可避免地升高,可能是骨质疏松的自然病程发展的结果。

综上,相较于PVP,PKP治疗OVCF手术时间较长,但可有效减轻患者术后疼痛,改善术后日常活动功能障碍,改善脊柱矢状面平衡,值得临床推广。

参考文献

[1] Bigdon SF, Saldarriaga Y, Oswald KAC, *et al.* Epidemiologic analysis of 8000 acute vertebral fractures: evolution of treatment and complications at 10-year follow-up[J]. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 2022, 17(1): 270.

[2] Martikos K, Greggi T, Faldini C, *et al.* Osteoporotic thoracolumbar compression fractures: long-term retrospective comparison between vertebroplasty and conservative treatment[J]. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 2018, 27(Suppl 2): 244-247.

[3] Qin J, Zhong W, Quan Z. The surgical management trends of osteoporotic vertebral compression fractures: 5-year experience in one institution[J]. *Scientific Reports*, 2022, 12(1): 18040.

[4] 韩志, 崔宏勋, 周英杰, 等. 经皮椎体成形术和经皮椎体后凸成形术再手术原因分析[J]. *国际骨科学杂志*, 2019, 40(1): 45-51.

[5] Wei H, Dong C, Zhu Y, *et al.* Analysis of two minimally invasive procedures for osteoporotic vertebral compression fractures with intravertebral cleft: a systematic review and meta-analysis[J]. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 2020, 15(1): 401.

[6] 中国康复医学会骨质疏松预防与康复专业委员会. 骨质疏松性椎体压缩骨折诊治专家共识(2021版)[J]. *中华医学杂志*, 2021, 101(41): 3371-3379.

[7] 孙兵, 车晓明. 视觉模拟评分法(VAS)[J]. *中华神经外科杂志*, 2012(6): 645.

[8] 程继伟, 王振林, 刘伟, 等. Oswestry功能障碍指数的改良及信度和效度检验[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2017, 27(3): 235-241.

[9] 杨惠林. 骨质疏松性椎体压缩骨折诊治的热点问题与思考[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2023, 25(1): 14-18.

[10] Zhang L, Zhai P. A comparison of percutaneous vertebroplasty versus conservative treatment in terms of treatment effect for osteoporotic vertebral compression fractures: a meta-analysis[J]. *Surgical Innovation*, 2020, 27(1): 19-25.

[11] 格日勒, 刘鑫, 杨鹏, 等. 经皮椎体成形和经皮椎体后凸成形治疗老年骨质疏松性椎体压缩性骨折的对比[J]. *中国微创外科杂志*, 2019, 19(12): 1084-1087, 1111.

[12] 阿卜杜吾普尔·海比尔, 阿里木江·玉素甫, 麦麦提敏·阿卜力米提, 等. 经皮椎体成形术后骨水泥量和分布对手术椎体及邻近椎体再发骨折的影响[J]. *中国组织工程研究*, 2024, 28(10): 1586-1591.

[13] Lin F, Zhang Y, Song X, *et al.* Percutaneous kyphoplasty to relieve the rib region pain in osteoporotic thoracic vertebral fracture patients without local pain of fractured vertebra[J]. *Pain Physician*, 2023, 26(1): 53-59.

[14] Chalmers BP, Puri S, Chiu YF, *et al.* Patients undergoing primary, cementless TKA had similar pain, opioid utilization, and functional outcomes compared to matched patients with cemented fixation[J]. *The Journal of Arthroplasty*, 2023, 38(10): 2131-2136.

[15] Wegener B, Zolyniak N, Gülecüyüz MF, *et al.* Heat distribution of polymerisation temperature of bone cement on the spinal canal during vertebroplasty[J]. *International Orthopaedics*, 2012, 36(5): 1025-1030.

[16] Abelin-Genevois K. Sagittal balance of the spine[J]. *Orthopaedics & Traumatology, Surgery & Research: OTSR*, 2021, 107(1S): 102769.

[17] Cao Z, Wang G, Hui W, *et al.* Percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures improves spino-pelvic alignment and global sagittal balance maximally in the thoracolumbar region[J]. *PLoS One*, 2020, 15(1): e0228341.

[18] 张陇豫, 任敬佩, 贾治伟. 经皮椎体后凸成形术对不同部位骨质疏松性椎体压缩性骨折患者脊柱-骨盆矢状面参数的矫正效果[J]. *中国医刊*, 2023, 58(9): 970-974.

[19] 刘锐, 龚德飞, 班正涛, 等. 经皮椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折术中骨水泥渗漏的危险因素分析[J]. *中医正骨*, 2022, 34(11): 14-17, 26.

[20] 刘键, 李明东, 陈科, 等. 经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折围手术期并发症分析[J]. *国际老年医学杂志*, 2021, 42(3): 148-151, 162.

(收稿日期: 2024-01-12

修回日期: 2024-03-17)