doi:10.11659/jjssx.11E024006

·临床研究·

IPKP治疗胸腰椎OVCF的效果及术后骨水泥渗漏的危险因素分析

杨 滔[1],肖 军[1],张艳秋[2] (1.雅安市人民医院骨科,四川 雅安 625000;2.雅安市人民医院中西医科,四川 雅安 625000)

[摘 要] **目的** 探讨改良经皮球囊扩张椎体后凸成形术(IPKP)治疗胸腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折(OVCF)的效果,并分析术后骨水泥渗漏的危险因素。**方法** 纳入2020年3月至2022年3月我院收治的115例胸腰椎OVCF患者,按照手术方法的不同分为IPKP组(n=64)和经皮球囊扩张椎体后凸成形术(PKP)组(n=51)。记录患者手术相关情况及术后并发症情况;比较患者术前及术后3个月、1年视觉模拟量表(VAS)评分、Oswestry功能障碍指数(ODI)评分、椎体前缘高度、椎体中部高度和Cobb角。分析术后骨水泥渗漏的影响因素。**结果** IPKP组患者手术时间长于PKP组(P<0.05),术中骨水泥注入量组间比较差异无统计学意义(P>0.05)。术后3个月、1年,IPKP组和PKP组患者VAS、ODI评分与术前比较均降低(P<0.05),但术后VAS、ODI评分组间比较差异均无统计学意义(P>0.05)。术后3个月、1年,IPKP组和PKP组患者椎体前缘、中部高度与术前比较均增加(P<0.05),Cobb角均减小(P<0.05);术后1年IPKP组患者椎体前缘、中部高度均明显大于PKP组(P<0.05),Cobb角明显小于PKP组(P<0.05)。115例胸腰椎OVCF患者术后未出现感染、再骨折、血管栓塞等并发症,术后出现骨水泥渗漏13例,而终板/后壁不完整是其危险因素(P<0.05)。**结论** 与PKP相比,IPKP治疗胸腰椎OVCF效果更好,椎体结构恢复更佳。终板/后壁不完整会增加术后骨水泥渗漏的风险,需采取合理有效的干预措施。

[关键词] 改良经皮球囊扩张椎体后凸成形术;胸腰椎;骨质疏松性椎体压缩骨折;骨水泥渗漏
[中图分类号] R683.2 [文献标志码] A [收稿日期] 2024-11-01

Effect of IPKP in the treatment of thoracolumbar OVCF and analysis of risk factors for postoperative bone cement leakage

YANG Tao[1], XIAO Jun[1], ZHANG Yan-qiu[2] (1. Department of Orthopedics, Ya′an People′s Hospital, Ya′an Sichuan 625000, China; 2.Department of Traditional Chinese Medicine and Western Medicine, Ya′an People′s Hospital, Ya′an Sichuan 625000, China)

Abstract: Objective To explore the outcome of improved percutaneous kyphoplasty (IPKP) for the treatment of thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fracture (OVCF), and analyze the risk factors of postoperative bone cement leakage. **Methods** A total of 115 patients with thoracolumbar OVCF admitted to our hospital from March 2020 to March 2022 were included and divided into the IPKP group (n=64) and the percutaneous kyphoplasty (PKP) group (n=51) according to different surgical methods. The surgery related condition and postoperative complications of patients were recorded. The visual analogue scale (VAS) scores, Oswestry disability index (ODI) scores, anterior vertebral height, middle vertebral height and Cobb angle of patients before surgery and 3 months and 1 year after surgery were compared. The influencing factors of postoperative bone cement leakage were analyzed. **Results** The operation time of patients in the IPKP group was longer than that in the PKP group (P<0.05), while there was no statistically significant difference in the injected amount of bone cement during the operation between the two groups (P>0.05). The VAS and ODI scores of patients in the two groups decreased 3 months and 1 year after surgery compared with those before surgery (P<0.05), while there was no statistically significant difference in VAS or ODI scores after surgery between the two groups (P>0.05). Three months and 1 year after surgery the anterior and middle vertebral heights of patients in the IPKP and PKP groups increased and the Cobb angle decreased compared with those before surgery (P<0.05). One year after surgery, the anterior and middle vertebral heights in the IPKP group were significantly higher than those in the PKP group (P<0.05), and the Cobb angle was significantly smaller than that in the PKP group (P<0.05). Among the 115 patients with thoracolumbar OVCF, there was no complications such as infection, re-fracture, or vascular embolism occurred after surgery, and there were 13 cases with bone cement leakage, whose risk factor was incomplete endplate/posterior wall (P<0.05). **Conclusion** Compared with PKP, IPKP in the treatment of thoracolumbar OVCF has better effect and better recovery of vertebral structure. Incomplete endplate/posterior wall can increase the risk of postoperative bone cement leakage, which requires reasonable and effective intervention measures.

Keywords: improved percutaneous kyphoplasty; thoracic and lumbar vertebrae; osteoporotic vertebral compression fracture; bone cement leakage

骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fracture,OVCF)具有较高的发病率,其中胸腰椎OVCF约占骨质疏松性骨折的50%[1-2]。胸腰椎OVCF患者的主要临床表现为脊柱畸形、功能丧失及

[基金项目] 四川省医学科研课题计划(S20039)
[通信作者] 杨 滔,E-mail:gm265q@163.com

疼痛等,严重影响患者正常生活,甚至威胁患者的生命。胸腰椎OVCF的保守治疗方法主要是卧床、佩戴支具等,虽能够缓解疼痛,但易引发下肢静脉血栓、坠积性肺炎等[3-4]。手术治疗主要包括经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty,PVP)和经皮球囊扩张椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty,PKP)等,其中PVP具有创伤小,恢复快,术后可早期下床活动等优势,但存在操作复杂,手术费用高及在骨折风险等缺点;PKP是治疗胸腰椎OVCF常用的手术方法,患者术中出血少,且术后恢复较快,具有微创、稳定且高效的特点,可强化椎体强度,减轻患者的疼痛,但易发生骨水泥渗漏及椎体高度再次丢失等[5]。骨水泥渗漏严重会导致脊髓或神经根受压,甚至肺栓塞,严重影响治疗效果。为寻求更有效的胸腰椎OVCF治疗方法,促进椎体高度恢复,快速减轻疼痛,恢复脊柱稳定性,减少术后骨水泥渗漏,从而提升患者的生活质量,本研究创新性采用改良PKP(improved PKP,IPKP)治疗胸腰椎OVCF,分析其治疗效果及术后骨水泥渗漏的原因,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

对我院2020年3月至2022年3月收治的115例胸腰椎OVCF患者的临床资料进行回顾性分析,按照手术方法的不同将患者分为IPKP组(64例)和PKP组(51例)。纳入标准:①通过MRI、CT等确诊为胸腰椎OVCF;②为新鲜骨折;③骨密度T值≤-2.5 SD。排除标准:①脊柱肿瘤、骨结核;②强直性脊柱炎;③心脑血管疾病。2组患者性别、年龄、体质量指数、骨密度T值、胸腰椎损伤分类和严重程度评分比较,差异无统计学意义(P>0.05),具有可比性。本研究获我院医学伦理委员会审批(批准号:SYL2020-0221号)。

1.2 方法

IPKP组患者行IPKP,取俯卧位,采用C型臂X射线机在正侧位进行透视,常规消毒后在椎体两侧的椎弓根处进行穿刺,穿刺部位为横突-关节突,穿刺点偏外。穿刺针到达椎体,透视下显示穿刺针位置良好,再沿导针将工作套管打入,然后沿工作套管置入球囊扩张系统,透视下适当撑开骨折的椎体。透视下分2次注入骨水泥,首次注入少量团状早期骨水泥(黏稠度较高)至椎体前壁1/4处,用推杆夯实以堵塞骨折缝隙,防止渗漏;待骨水泥凝固后,再注入拉丝期或团状早期的骨水泥,确保骨水泥均匀分布。通过C型臂X射线机透视监测骨水泥弥散情况,一旦接近椎体后壁或有渗漏倾向立即停止注入。骨水泥使用螺旋加压注射器或1 mL注射器注入,便于随时暂停操作。

PKP组患者行PKP,穿刺方法和操作同IPKP组。透视下推注拉丝期骨水泥。术者根据骨水泥的分布,调整穿刺针尖的方向、位置及骨水泥推注的压力,使注入的骨水泥能够均匀分布。若出现骨水泥渗漏,先暂停注入,待骨水泥封闭后再注入。骨水泥到椎体外或椎体后缘时停止注入。

1.3 观察指标

记录患者手术时间、术中骨水泥注入量等手术相关情况。术前、术后3个月、术后1年进行X射线检查,记录椎体前缘、中部高度及Cobb角。观察术后感染、再骨折、血管栓塞、骨水泥渗漏等并发症发生情况。根据术后骨水泥渗漏情况,将患者分为渗漏组和未渗漏组,分析骨水泥渗漏的影响因素。

采用视觉模拟量表(visual analogue scale,VAS)评估患者术前、术后3个月、术后1年胸腰部疼痛情况,其中0分为无痛,10分为剧痛[6]。采用Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index,ODI)评估胸腰部功能,ODI评分越低提示功能越好[7]。

1.4 统计学方法

以SPSS 22.0软件分析数据。计数资料以率(%)表示,2组间比较行χ^2检验;计量资料先行*Shapiro-Wilk*检验,符合正态分布的数据以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,2组间比较行t检验;多时点数据比较行重复测量方差分析,进一步两两比较行事后*LSD-t*检验。骨水泥渗漏的危险因素采用二元*Logistic*回归分析。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者手术相关情况及术后并发症情况

IPKP组患者手术时间为(48.72±5.84)min,长于PKP组的(46.43±6.11)min,差异有统计学意义(P<0.05);IPKP组患者术中骨水泥注入量为(5.43±1.37)mL,与PKP组的(5.83±1.46)mL比较,差异无统计学意义(P>0.05)。2组患者术后均未出现感染、再骨折、血管栓塞等并发症。术后出现骨水泥渗漏13例(11.30%)。

2.2 患者VAS、ODI评分

重复测量分析显示,VAS评分的时点因素,ODI评分的时点因素、时点因素与组间因素的交互作用比较,差异均有统计学意义(P<0.05);事后*LSD-t*检验显示,术后3个月、1年IPKP组和PKP组患者VAS、ODI评分与术前比较均降低(P<0.05),但术后VAS、ODI评分组间比较差异均无统计学意义(P>0.05),见表1。

表1 2组患者不同时点VAS、ODI评分比较($\bar{x}\pm s$,分)

组别	n	VAS评分			ODI评分		
		术前	术后3个月	术后1年	术前	术后3个月	术后1年
IPKP组	64	7.53±1.28	1.92±0.70*	2.06±0.92*	63.50±8.52	31.47±7.34*	33.70±7.87*
PKP组	51	7.33±1.19	2.14±0.92*	2.25±0.82*	61.84±9.25	33.27±7.56*	35.16±8.02*
F		$F_{时点}$=1 250.839,$F_{交互}$=1.768,$F_{组间}$=0.259			$F_{时点}$=1 065.586,$F_{交互}$=3.375,$F_{组间}$=0.179		
P		$P_{时点}$<0.001,$P_{交互}$=0.715,$P_{组间}$=0.612			$P_{时点}$<0.001,$P_{交互}$=0.036,$P_{组间}$=0.673		

*:与同组术前比较,P<0.05

2.3 患者不同时点椎体结构恢复情况

重复测量分析显示,患者椎体前缘高度的时点因素,椎体中部高度和Cobb角的时点因素、时点因素与组间因素的交互作用比较,差异均有统计学意义(P<0.05);事后*LSD-t*检验显示,IPKP组和PKP组术后3个月、1年患者椎体前缘、中部高度与术前比较均增加(P<0.05),Cobb角均减小(P<0.05);术后1年IPKP组患者椎体前缘、中部高度均明显大于PKP组(P<0.05),Cobb角明显小于PKP组(P<0.05),见表2。

表2 2组患者不同时点椎体结构恢复情况比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	椎体前缘高度(mm)			椎体中部高度(mm)			Cobb角(°)		
		术前	术后3个月	术后1年	术前	术后3个月	术后1年	术前	术后3个月	术后1年
IPKP组	64	1.81±0.26	2.16±0.21*	2.19±0.15*#	1.61±0.19	1.92±0.19*	1.98±0.08*#	20.55±3.29	14.28±1.98*	12.61±2.18*#
PKP组	51	1.82±0.25	2.11±0.26*	2.12±0.14*	1.65±0.13	1.91±0.22*	1.93±0.09*	21.47±3.48	14.44±2.21*	13.79±2.38*
F		$F_{时点}$=146.987,$F_{交互}$=1.750,$F_{组间}$=1.354			$F_{时点}$=383.196,$F_{交互}$=6.281,$F_{组间}$=0.072			$F_{时点}$=545.209,$F_{交互}$=3.620,$F_{组间}$=3.214		
P		$P_{时点}$<0.001,$P_{交互}$=0.176,$P_{组间}$=0.247			$P_{时点}$<0.001,$P_{交互}$=0.003,$P_{组间}$=0.788			$P_{时点}$<0.001,$P_{交互}$=0.030,$P_{组间}$=0.076		

*:与同组术前比较,P<0.05;#:与同时点PKP组比较,P<0.05

2.4 术后骨水泥渗漏的危险因素分析

单因素分析显示,渗漏组患者的性别、手术方法、骨折新鲜度、椎体操作部位与未渗漏组比较,差异均无统计学意义(P>0.05),年龄、终板/后壁完整、椎体压缩程度与未渗漏组比较比较,差异有统计学意义(P<0.05),见表3。

以骨水泥渗漏(否=0,是=1)为因变量,以单因素分析中差异有统计学意义的指标为自变量,进行二元*Logistic*回归分析,结果显示,终板/后壁不完整是术后骨水泥渗漏的危险因素(P<0.05),见表4。

表3 胸腰椎OVCF患者术后骨水泥渗漏的单因素分析[例(%)]

指标		渗漏组(n=13)	未渗漏组(n=102)	χ^2	P
性别	男	7(53.85)	54(52.94)	0.004	0.951
	女	6(46.15)	48(47.06)		
年龄	≥70岁	4(30.77)	75(73.53)	9.804	0.002
	<70岁	9(69.23)	27(26.47)		
终板/后壁完整	是	5(38.46)	69(67.65)	4.281	0.039
	否	8(61.54)	33(32.35)		
手术方法	IPKP	5(38.46)	59(57.84)	1.755	0.185
	PKP	8(61.54)	43(42.16)		
椎体压缩程度	轻度	1(7.69)	36(35.29)	12.114	0.001
	中度	5(38.46)	54(52.94)		
	重度	7(53.85)	12(11.76)		
骨折新鲜度	新鲜型	6(46.15)	52(50.98)	0.107	0.743
	亚新鲜型	7(53.85)	50(49.02)		
椎体操作部位	胸椎	8(61.54)	54(52.94)	0.343	0.558
	腰椎	5(38.46)	48(47.06)		

3 讨论

人口老龄化使骨质疏松的发生增加,导致胸腰椎OVCF的发生率也不断上升。胸腰椎OVCF患者椎体发生病理改变,主要是前、中柱压缩(多数患者椎体后壁发生损伤,甚至出现椎体狭窄)[8-9]。在早期OVCF影像学检查时未发现明显的椎体变化或症状,但很有可能发生进展性和隐匿性的脊柱中柱损伤[10-11]。OVCF术中在椎体两侧的椎弓根处进行穿刺,可弥补单侧注入骨水泥弥散不均的缺陷,使骨水泥更均匀地填充椎体,减少应力集中,从而降低再骨折风险。胸腰椎的椎弓根为椎体后部的结构,连接椎体和椎弓,参与脊柱的稳定性,通过双侧强化,可有效恢复伤椎高度,避免椎体两侧高度不对称,从而维持脊柱的力学稳定性。

PKP是由PVP改进的新术式,在C型臂X射线的辅助下,采用穿刺针建立患者的手术通道(在椎体后缘),然后将球囊插入,根据实际情况进行扩张,通过

表4 术后发生骨水泥渗漏的*Logistic*回归分析

影响因素	*B*	*SE*	*Wald*	*P*	*OR*(95%*CI*)
年龄	0.781	0.629	1.540	0.215	2.183(0.636~7.488)
终板/后壁不完整	1.516	0.652	5.401	0.020	4.553(1.268~16.348)
椎体压缩程度(中度)	−0.456	1.247	0.134	0.715	0.634(0.055~7.308)
椎体压缩程度(重度)	−0.635	1.176	0.292	0.589	0.530(0.053~5.305)

赋值:年龄(<70岁=0,≥70岁=1);终板/后壁不完整(否=0,是=1);椎体压缩程度(轻度=0,中度=1,重度=2)

推杆的辅助在患处注入骨水泥,从而扩张恢复椎体高度,骨水泥能够在低压力下进行注射,降低感染以及骨水泥渗漏的风险[12-13]。IPKP是PKP和椎弓根成形术的结合,骨水泥注入到椎弓根内可充当增强椎体稳定性的结构支撑,并可起到杠杆作用,重建患者的前中后柱,从而恢复椎体结构,且IPKP分2次注入骨水泥,可使骨水泥的分布更为均匀[14]。本研究结果显示,IPKP组患者手术时间长于PKP组,但组间术中骨水泥注入量无显著变化。IPKP作为PKP的改良技术,可能涉及更复杂的操作步骤,如更精确的骨水泥分布及术中影像多次引导,进而导致手术时间延长。此外,本研究中IPKP组和PKP组患者术后VAS、ODI评分与术前比较均降低,椎体前缘、中部高度与术前比较均增加,但术后1年IPKP组患者椎体前缘、中部高度均明显大于PKP组,Cobb角明显小于PKP组。这说明PKP和IPKP均可有效减轻疼痛,改善胸腰部功能,恢复椎体结构,且IPKP恢复效果优于PKP。IPKP分2次注入骨水泥,骨水泥填充更均匀,骨水泥分布更符合椎体解剖结构,使椎体前缘和中部的支撑力增加,从而显著促进椎体高度恢复,增强脊柱力学稳定性,减少后凸畸形。本研究中VAS、ODI评分组间差异不显著,可能与两种方法均能有效缓解疼痛并恢复功能有关。

本研究中115例胸腰椎OVCF患者术后出现骨水泥渗漏13例,二元*Logistic*回归分析显示,终板/后壁不完整是术后骨水泥渗漏的危险因素。分析原因在于,完整的终板/后壁是椎体内部与外部(如椎管、椎间盘、软组织)之间的天然屏障。当终板或后壁存在裂隙或缺损时,骨水泥可通过裂隙直接渗漏至椎管、神经根管或椎间盘,形成椎管内、椎间孔型或椎间盘型渗漏。因骨水泥的流动性,当终板/后壁不完整时,骨水泥会沿骨折裂开缝隙从压力较高的椎体向椎管内流动,尤其是骨水泥注入量较大时更易渗漏到椎管[15]。术中若无法准确判断骨水泥是否到达终板/后壁边界(如椎管位置较深且透视难以清晰显示),可能导致骨水泥注入过量或分布不均,增加渗漏率。因此,对于终板/后壁不完整的胸腰椎OVCF患者,术中需密切关注骨水泥的位置与椎体后壁之间的距离,并严格控制骨水泥的注入量。

综上所述,PKP和IPKP治疗胸腰椎OVCF均可有效减轻疼痛,促进椎体结构恢复,但IPKP效果更好。终板/后壁不完整会增加术后骨水泥渗漏的风险,术前可预注少量骨水泥或填充材料(如聚乙烯醇膜、吸收性明胶海绵)以封闭裂隙,阻断渗漏通道。但本文未对术后即刻的影像学检查指标与术后骨水泥渗漏的相关性进行研究,且样本量较小,可能导致结果偏倚,日后仍有待增加术后即刻影像学检查指标,加大样本量进一步研究,以提高结果的可信度。

[参考文献]

[1] Park EJ, Lee HJ, Jang MG, et al. A novel vertebroplasty technique using a larger-diameter needle for thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fracture[J]. Medicine (Baltimore), 2021, 100(22): e26174. doi:10.1097/MD.0000000000026174.

[2] Ishikawa Y, Miyakoshi N, Hongo M, et al. Spinal cord compression with occult bony fragment in osteoporotic vertebral fracture: a case report[J]. Spine Surg Relat Res, 2020, 5(4): 310-312. doi:10.22603/ssrr.2020-0106.

[3] 郑博隆,郝定均,林 斌,等. "天玑"骨科手术机器人辅助与徒手穿刺椎体成形术治疗上胸椎骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效比较[J]. 中华创伤骨科杂志,2021,23(1):20-26. doi:10.3760/cma.j.cn115530-20200831-00564.

[4] 李 锐,张仁赞,刘正蓬,等. 单双侧经皮穿刺椎体成形术治疗骨质疏松性胸腰椎椎体骨折的临床疗效[J]. 局解手术学杂志,2020,29(8):662-665. doi:10.11659/jjssx.03E020167.

[5] Liu B, Sun C, Xing Y, et al. Intervertebral bridging ossification after percutaneous kyphoplasty in osteoporotic vertebral compression fractures: a report of seven cases[J]. World Neurosurg, 2019, 127(7): 633-636. doi:10.1016/j.wneu.2019.04.014.

[6] Ye WY, Hackett S, Vandevelde C, et al. Comparing the visual analogue scale (VAS) and the numerical rating scale (NRS) in patient reported outcomes in psoriatic arthritis[J]. J Rheumatol, 2021, 48(6): 836-840. doi:10.3899/jrheum.200928.

[7] Comins J, Brodersen J, Wedderkopp N, et al. Psychometric validation of the danish version of the oswestry disability index in patients with chronic low back pain[J]. Spine, 2020, 45(16): 1143-1150. doi:10.1097/BRS.0000000000003486.

[8] Wang WF, Lin CW, Xie CN, et al. The association between sarcopenia and osteoporotic vertebral compression refractures[J]. Osteoporosis Inte, 2019, 30(12): 2459-2467. doi:10.1007/s00198-019-05144-x.

[9] 丁 权,殷 翔,姜复龄,等. 非手术与手术治疗胸腰椎骨质疏松骨折的疗效观察[J]. 局解手术学杂志,2019,28(7):565-568. doi:10.11659/jjssx.03E019057.

[10] 张译徽,刘云涛,刘 波,等. 急性骨质疏松性椎体压缩性骨折患者早期骨髓水肿磁共振形态特征与经皮椎体成形术后骨水泥分布的关系[J]. 中华实用诊断与治疗杂志,2022,36(2):196-199. doi:10.13507/j.issn.1674-3474.2022.02.021.

[11] 权 祯,秦大平,张晓刚,等. 有限元分析在治疗骨质疏松性椎体压缩骨折生物力学研究中的应用[J]. 中华中医药杂志,2021,36(1):358-363.

[12] 汤长华,杨惠林,张晓慧,等. 采用MRI结合DR片定位规范数字化PKP/PVP术快速康复治疗老年胸腰骶椎骨折[J]. 中华老年骨科与康复电子杂志,2020,6(2):68-73. doi:10.3877/cma.j.issn.2096-0263.2020.02.002.

[13] 尹 航,董 博,康武林,等. 骨填充网袋椎体成形术和经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效对比[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2022,15(2):159-165. doi:10.3969/j.issn.1674-2591.2022.02.006.

[14] 崔 伟,熊小明,万 夏,等. 经皮椎体后凸成形术中使用明胶海绵减少骨水泥渗漏的可行性及临床疗效[J]. 中华创伤杂志,2020,36(10):899-904. doi:10.3760/cma.j.cn501098-20200603-00403.

[15] 张保良,陈仲强. 椎体强化术后继发骨水泥渗漏类型及其危险因素的临床评价[J]. 中华骨科杂志,2021,41(5):330-338. doi:10.3760/cma.j.cn121113-20201023-00614.

(编辑:龙小芬)