

· 临床论著 ·

脊柱转移瘤单侧与双侧经皮椎体后凸成形术比较

陈伟, 丁凡*, 万松, 余双奇, 陈东, 黄梓君

(武汉科技大学附属普仁医院脊柱外科, 湖北武汉 430000)

摘要: [目的] 比较单侧与双侧经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 治疗脊柱转移瘤的临床效果。[方法] 回顾性分析 2019 年 4 月—2020 年 4 月本院收治的 51 例脊柱转移瘤伴病理性骨折患者的临床资料, 根据医患沟通结果, 28 例采用单侧 PKP, 23 例采用双侧 PKP。比较两组围手术期、随访及影像资料。[结果] 51 例均顺利完成手术, 术中无严重并发症。两组术后下地时间及术后住院时间等方面的比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 但是, 单侧组术中失血量显著小于双侧组 ($P<0.05$), 单侧组手术时间显著少于双侧组 ($P<0.05$), 双侧组骨水泥注入量显著多于单侧组 ($P<0.05$)。单侧组骨水泥渗漏率显著高于双侧组 ($P<0.05$)。术后随访 12 个月以上, 随访期间, 共 9 例出现邻近椎体再发类似骨折, 3 例因原发肿瘤病情加重死亡。随时间推移, 两组 VAS、ODI 和 KPS 评分均呈显著曲线变化 ($P<0.05$)。相应时间点, 两组间上述评分的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。影像方面, 单侧组骨水泥分布显著不及双侧组 ($P<0.05$); 与术前相比, 术后两组的伤椎高度显著增加, 而局部后凸角显著减小 ($P<0.05$), 相应时间点两组上述影像学指标差异无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] 单侧与双侧 PKP 均可有效改善椎体转移瘤患者的生活质量, 双侧 PKP 可降低术中骨水泥渗漏风险, 并改善骨水泥在椎体内的分布。

关键词: 椎体转移瘤, 椎体成形术, 单侧穿刺, 双侧穿刺, 骨水泥渗漏

中图分类号: R738.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 19-1756-06

Comparison of clinical outcomes of unilateral versus bilateral percutaneous kyphoplasty for spinal metastases // CHEN Wei, DING Fan, WAN Song, YU Shuang-qi, CHEN Dong, HUANG Zi-jun. Department of Spine Surgery, Puren Hospital, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430000, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical outcomes of unilateral versus bilateral percutaneous kyphoplasty (PKP) for spinal metastases. [Methods] A retrospective study was conducted on 51 patients who received PKP for spinal metastasis complicated with pathological fracture in our hospital from April 2019 to April 2020. According to doctor-patient communication results, 28 patients underwent unilateral PKP, while the remaining 23 patients received bilateral PKP. The perioperative, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [Results] All the 51 patients had PKP performed successfully without serious complications. Although there were no statistically significant differences between the two groups in terms of postoperative ambulation time and hospital stay ($P>0.05$), the unilateral group had significantly less intraoperative blood loss, whereas significantly higher bone cement leakage rate than the bilateral group ($P<0.05$). The operation time in unilateral group was significantly shorter than the bilateral group ($P<0.05$), the bone cement injection volume in bilateral group was significantly higher than the unilateral group ($P<0.05$). During the follow-up period lasted for more than 12 months, 9 patients developed similar fractures in the adjacent vertebral body, and 3 patients died due to the aggravation of the primary tumor. The VAS, ODI and KPS scores showed significant curve changes over time in both groups ($P<0.05$), however, there was no statistical significance in the abovementioned scores between the two groups at any corresponding time points ($P>0.05$). In terms of imaging evaluation, the unilateral group proved significantly inferior to the bilateral group in term of bone cement distribution ($P<0.05$). The height of injured vertebrae significantly increased, while the local kyphosis angle significantly decreased postoperatively in both groups compared with those before surgery ($P<0.05$), whereas there was no statistical difference ($P>0.05$) in the above imaging indicators between the two groups at any corresponding time points. [Conclusion] Both unilateral and bilateral PKP do effectively improve the quality of life for vertebral metastasis, by contrast, the bilateral PKP reduce the risk of bone cement leakage, while improve the bone cement distribution in the vertebral body during operation.

Key words: vertebral metastasis, percutaneous vertebroplasty, unilateral puncture, bilateral puncture, bone cement leakage

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.19.06

作者简介: 陈伟, 主治医师, 研究方向: 脊柱外科, (电话)18602759985, (电子信箱)chenwei850707@163.com

* 通信作者: 丁凡, (电话)027-86363387, (电子信箱)spine_dingfan@163.com

随着医疗水平的不断提高和人类平均寿命的延长,恶性肿瘤患者生存期延长,临床上因脊柱转移性肿瘤所致的胸腰椎压缩性骨折而在脊柱外科就诊的病例呈逐年增多的趋势。有研究报道30%~90%的恶性肿瘤患者最终会发生脊柱转移^[1]。脊柱转移瘤最常继发于肺癌,其次是乳腺癌、肝癌、前列腺癌和肾癌^[2]。患者多以突发腰痛及明显腰部活动受限为首发症状而就诊,伴或不伴有下肢感觉肌力异常等脊髓压迫相关症状,入院后进一步检查确诊脊柱转移性肿瘤。由于传统的开放性手术创伤大,术中出血较多,术后并发症的发生率较高^[3],脊柱转移瘤的手术治疗已逐渐趋向于微创手术联合术后辅助性治疗^[4]。经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)和经皮后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)因具有手术时间短、创伤小、出血少、安全性高、疗效确切、恢复快等优点,是目前治疗脊柱转移瘤的常见微创术式^[5]。多数患者在确诊恶性肿瘤晚期脊柱转移后表示无开放手术意愿,要求微创手术缓解腰背痛后转肿瘤科行进一步全身综合治疗。2019年4月—2020年4月,本科采用经单侧椎弓根穿刺和经双侧椎弓根穿刺PKP治疗脊柱转移瘤所致的胸腰椎压缩性骨折患者共51例,本文对上述资料进行回顾性分析,对比单侧及双侧双刺激椎体后凸成形术的临床疗效,进行以下报道。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准:(1)行PKP治疗的椎体转移瘤患者;(2)经椎体活检确诊为脊柱转移瘤或在其他部位发现原发性肿瘤病灶者;(3)术前影像学检查提示椎体骨质破坏考虑椎体转移性肿瘤者;(4)有明显的经保守治疗无法缓解的腰背痛及活动受限等脊柱负重能力丧失相关症状者;(5)无明显脊髓压迫症状, Tokuhashi评分9~11分,预期寿命超过半年者^[6]。

排除标准:(1)脊柱感染性病变所致的椎体破坏或椎体信号改变者,非转移性的脊柱原发肿瘤;(2)有椎体完整切除指征且有开放手术意愿者;(3)术前Tomita评分8~10分,或改良Tokuhashi评分0~7分,预期生存期短,不宜行手术治疗者^[7];(4)因肿瘤恶病质或严重心肺疾病而不能俯卧者,合并老年痴呆或精神障碍性疾病的不能耐受局部麻醉下手术的患

者。

1.2 一般资料

回顾性分析2019年4月—2020年4月因脊柱转移瘤在本科就诊患者的临床资料,共51例符合上述标准,纳入本研究。以术前医患沟通结果为依据,将患者分为两组,其中单侧组28例使用单侧椎弓根穿刺法行PKP手术治疗;双侧组23例使用双侧椎弓根穿刺法行PKP手术治疗。两组患者术前一般资料见表1,两组年龄、性别、BMI、病程、病变部位、节段及Tomita评分的差异均无统计学意义($P>0.05$)。本研究经本院医学伦理委员会报备并获其批准同意,所有患者行相关告知并签署同意书。

表1 两组患者术前一般资料与比较

指标	单侧组 (n=28)	双侧组 (n=23)	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	71.89±5.88	71.52±5.85	0.820
性别(例,男/女)	18/10	12/11	0.850
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	20.35±5.20	21.68±4.67	0.246
病程(月, $\bar{x} \pm s$)	8.29±1.81	7.33±1.55	0.564
病变部位(例,胸椎/腰椎)	14/14	13/10	0.705
病变节数(节, $\bar{x} \pm s$)	2.19±0.98	2.26±1.07	0.680
Tomita评分(分, $\bar{x} \pm s$)	7.25±1.15	7.13±1.12	0.350

1.3 手术方法

常规核对患者身份,留置静脉通道,患者取俯卧位,术前X线透视确定病椎位置并将其椎弓根的体表投影标记为穿刺点。单侧组行单侧穿刺,双侧组行双侧穿刺。局部浸润麻醉^[8]满意后在透视下将穿刺针经椎弓根方向置入椎体,缓慢进针调整穿刺角度直至病椎中部1/2处后取出针芯,取少量样本送病检,再经原穿刺套管通道置入3mm实心钻螺旋进入至椎体前1/3处后置入球囊,连接加压推注器向球囊内注入碘海醇缓慢扩张球囊,直至压力达到200Psi时,维持30s后停止加压推注并移除球囊。调配骨水泥并搅拌均匀,经穿刺通道置入骨水泥推注器,使其前端位于椎体前1/3处,确认骨水泥呈“牙膏状”并出现拉丝现象时,逐步向椎体内推注骨水泥,连续侧位透视下一边推注一边后退,至骨水泥弥散至椎体后3/4处时停止,密切关注骨水泥弥散方向及范围,一旦发现渗漏迹象马上停止骨水泥推注,注意观察患者血压、血氧饱和度及下肢感觉运动,静待15min体外证实骨水泥发热并完全固化后拔除穿刺针,评估患者术后腰痛及腰部活动受限缓解情况,观察5min,确认无血压血氧下降及下肢感觉肌力异常后翻身并送

返病房。术后继续按原发肿瘤治疗方案进行内科治疗。双侧组手术方法：具体手术操作同单侧组，由手术主刀者与手术助手同时进行双侧穿刺、扩张及骨水泥灌注操作。

1.4 评价指标

记录术中出血量、手术时间、术中骨水泥渗漏量及渗漏部位、术后下床活动时间、出院时间等围手术期资料。应用疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、脊柱功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI)、卡氏功能状态评分 (Karnofsky score, KPS) 评价临床效果。行影像检查，评价骨水泥分布情况，优为双侧均匀分布，可为中心均匀分布，差为单侧分布。此外，测量并比较伤椎高度及局部后凸角。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 23.0 软件对数据进行统计分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 t 检验，组内时间点间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 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-Whitney U 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

两组共 51 例均顺利完成手术，术中无医源性大血管损伤及脊髓神经根损伤，无骨水泥栓塞及严重骨水泥毒性反应发生。围手术期临床资料见表 2，两组术后下地时间及住院时间等方面的比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。单侧组术中失血量显著小于双侧组 ($P < 0.05$)，单侧组手术时间显著少于双侧组 ($P < 0.05$)，而双侧组骨水泥注入量显著多于单侧组 ($P < 0.05$)。单侧组骨水泥渗漏共 12 例，其中 5 例渗漏至椎旁软组织，2 例渗漏至椎管前壁，3 例渗漏至椎间盘，2 例经穿刺通道渗漏至椎间孔附近；双侧组骨水泥渗漏 3 例，其中 1 例为椎旁渗漏，2 例为邻近椎间盘内渗漏；单侧组骨水泥渗漏率显著高于双侧组 ($P < 0.05$)。术后所有患者的腰痛及腰部活动受限症状较术前明显改善，无下肢感觉减退及肌力下降，原有内科疾病病情未因手术而加重。

2.2 随访结果

术后随访 12~18 个月，平均 (14.67±1.81) 个

月。随访期间，9 例出现邻近椎体再发类似骨折，3 例因原发肿瘤病情加重死亡。两组患者随访结果见表 3，与术前相比，术后 3 个月两组 VAS 和 ODI 评分均显著减少 ($P < 0.05$)，而 KPS 评分显著增加 ($P < 0.05$)。与术后 3 个月相比，末次随访时两组 VAS 和 ODI 评分再次增加，而 KPS 评分再次下降，两时间点间的差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。相应时间点，两组间上述评分的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。术后 3 个月随访时，单侧组 28 例中，17 例静息状态下完全无痛，活动时出现轻度疼痛，8 例弯腰活动稍受限，3 例弯腰活动明显受限；20 例恢复至发病前生活自理能力，8 例未恢复至发病前生活自理能力水平。双侧组 21 例中，14 例静息状态下完全无痛，活动时出现轻度疼痛，5 例弯腰活动稍受限，2 例弯腰活动明显受限；15 例恢复至发病前生活自理能力，6 例未恢复至发病前生活自理能力水平。末次随访时两组 VAS 和 ODI 评分再次增加，而 KPS 评分再次下降，考虑与肿瘤病情进展、全身状况恶化有关。

表 2 两组患者围手术期资料与比较

指标	单侧组 (n=28)	双侧组 (n=23)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	33.25±3.63	48.43±3.94	0.021
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	33.52±13.15	49.31±14.03	0.008
骨水泥注入量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	3.87±0.39	5.63±0.53	0.033
骨水泥渗漏 [例 (%)]	12 (42.86)	3 (13.04)	0.014
术后下地时间 (h, $\bar{x} \pm s$)	7.12±1.48	7.65±1.37	0.322
术后住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	2.17±0.88	2.56±1.19	0.573

2.3 影像评估

影像学测量结果见表 4，术后影像显示单侧组骨水泥在椎体骨分布显著不及双侧组 ($P < 0.05$)。与术前相比，两组术后 6 个月及末次随访时，伤椎高度显著增加，局部后凸角显著减小，差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)，相应时间点的两组上述影像学指标差异无统计学 ($P > 0.05$)。典型病例图片见图 1、2。

3 讨论

恶性肿瘤发病率逐年升高，转移性脊柱肿瘤发病率亦呈上升趋势，患者多存在脊柱稳定性受损相关的腰背痛及脊髓神经受压所致的神经症状，上述症状进行性加重，严重影响生活质量^[9]。目前对于脊柱转移

性肿瘤的外科治疗，常见治疗方案有^[10]：以彻底切除肿瘤为目标的全椎体整块切除；以椎管减压、稳定病椎为主要目标的姑息性切除手术；以 PKP 和 PVP 为代表的局麻下微创手术^[11]。后者能够有效缓解因椎体病理性骨折所导致的疼痛，且在一定程度上恢复椎体高度改善椎体负重能力、避免椎体进一步塌陷^[12]。由于该类术式无法切除肿瘤，多适用于因椎体稳定性丧失所致的腰背部疼痛，但无瘤性占位压迫神经导致的疼痛和神经源性症状的患者^[13]。由于恶性肿瘤并发脊柱转移多为肿瘤晚期患者，预期寿命较短，体质差，多以缓解疼痛、提高生活质量、防止椎体进一步塌陷为主要治疗目的^[14]。而椎体全切及姑息性切除等全麻下开放性手术因其创伤大、费用高昂等原因受到相当程度的限制^[15]。因此以 PKP 及 PVP 为代表的经皮椎体成形术目前已广泛应用于椎体病理性压缩骨折及溶骨性骨转移瘤的治疗中，可通过加强脊柱稳定性、改善脊髓压迫症状而明显提升患者生活质量^[16]。对于 PKP 的止痛效果，有研究认为骨水泥注入量需 ≥ 4 ml，否则止痛疗效不确切^[17]，但由于椎体病变情况不同，很难量化骨水泥的注入量^[18]。本研究通过单侧穿刺骨水泥弥散至对侧或双侧穿刺 PKP 治疗，使术后疼痛症状较术前有明显缓解。骨水泥渗漏是 PKP 最常见的并发症之一，轻者渗漏至椎间盘、椎体外缘、椎旁静脉丛，多无明显临床症状；重者可漏至大血管和椎管内，导致肺栓塞、脊髓灼伤甚至截瘫等严重并发症^[19]。PKP 手术入路有经单侧椎

弓根入路及经双侧椎弓根入路^[20]，目前对于手术入路的选择尚无明确定论。有观点认为，从后凸畸形的矫正、椎体高度的恢复、邻近椎体骨折发生率以及术后 VAS、ODI 评分等方面进行比较，两种不同穿刺途径的 PKP 手术间的差异无统计学意义。但是，单侧穿刺 PKP 在手术时间、骨水泥用量、放射剂量和骨水泥渗漏率等方面较双侧穿刺有优势^[21]。部分患者经单侧穿刺行 PKP 手术治疗，由于骨水泥分布不对称可导致椎体在轴向压缩应力下的载荷向穿刺对侧转移，从而造成对侧的椎体压缩变形，而经双侧穿刺 PKP 术治疗者，由于椎体两侧均注入骨水泥，为椎体提供了良好的支撑，可以避免上述应力分布不均的问题^[22]。经单侧椎弓根穿刺手术时，术者常因追求更大的骨水泥注入量及骨水泥在椎体内更好的弥散性分布而增加穿刺针进入椎体时的内倾角度，从而明显加大了穿刺过程中损伤血管神经及推注骨水泥时出现骨水泥漏入椎管导致椎管狭窄的相关风险。本研究认为，在对椎体转移瘤患者进行 PKP 治疗时，经单侧穿刺术中常出现骨水泥弥散不佳的情况，而行双侧穿刺注入骨水泥，可有效避免通过增大穿刺内倾角度或增加骨水泥注入量等高风险操作来改善椎体内骨水泥弥散的情况。双侧穿刺法在手术时间适当延长的情况下，可明显降低术中骨水泥渗漏、神经损伤等并发症的发生率，改善骨水泥在椎体内的分布情况，提高患者术后满意度，改善临床疗效。

表 3 两组患者随访结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	时间点	单侧组 (n=28)	双侧组 (n=23)	P 值
VAS 评分 (分)	术前	7.25±1.27	7.21±1.44	0.558
	术后 3 个月	3.14±0.14	2.87±1.22	0.392
	末次随访	7.46±1.33	7.47±1.25	0.747
	P 值	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)	术前	73.39±9.45	71.74±10.45	0.896
	术后 3 个月	44.11±5.91	42.48±5.01	0.397
	末次随访	71.29±5.71	69.87±5.95	0.974
	P 值	<0.001	<0.001	
KPS 评分 (分)	术前	68.79±11.72	70.65±9.67	0.542
	术后 3 个月	77.79±8.50	73.65±8.27	0.650
	末次随访	67.96±8.71	69.21±8.40	0.957
	P 值	<0.001	<0.001	

表 4 两组患者影像测量结果与比较

指标		单侧组 (n=28)	双侧组 (n=23)	P 值
骨水泥分布 [例 (%)]				0.013
	优	10 (35.72)	18 (78.26)	
	良	16 (57.14)	4 (17.39)	
	差	2 (7.14)	1 (4.35)	
病椎高度 (% , $\bar{x} \pm s$)	术前	69.03±5.46	69.55±7.66	0.783
	术后 3 个月	86.51±6.16	85.30±5.71	0.484
	末次随访	81.19±5.33	80.67±6.49	0.760
	P 值	<0.001	<0.001	
局部 Cobb 角 (° , $\bar{x} \pm s$)	术前	16.62±2.23	15.97±2.55	0.347
	术后 3 个月	10.33±2.27	10.87±2.58	0.439
	末次随访	12.01±2.74	12.40±1.77	0.566
	P 值	<0.001	<0.001	

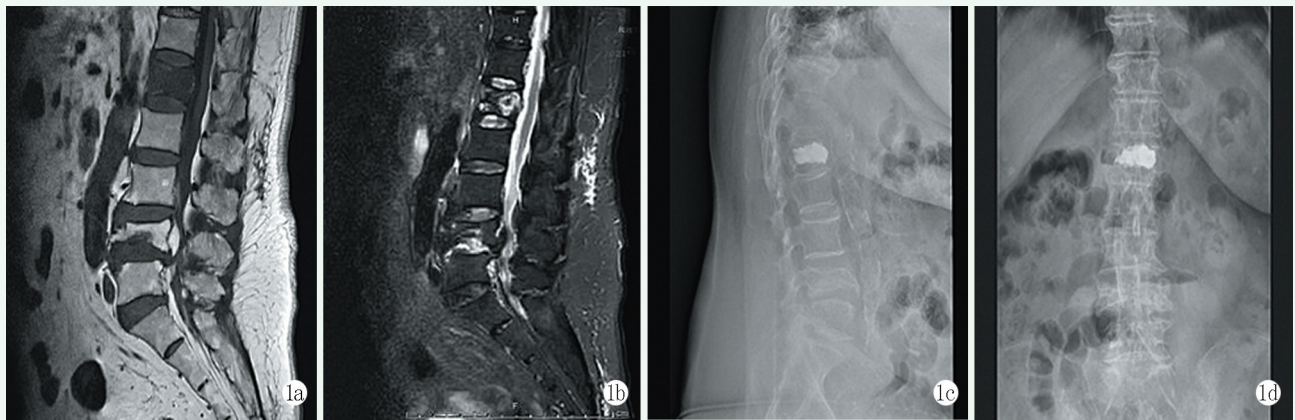


图 1 患者, 女, 58 岁, 肾癌脊柱转移, 行 L₁ 单侧穿刺 PKP 治疗 1a, 1b: L₁ 椎体楔形改变, 内见条片状长 T1 长 T2 信号。L₄ 椎体楔形改变, 下缘见许莫氏结节 1c, 1d: 术后复查腰椎侧位 X 线片示椎体高度恢复好, 骨水泥填充在位; 正位 X 线片示经单侧穿刺骨水泥弥散超过椎体中线至对侧且无骨水泥渗漏



图 2 患者, 男, 73 岁, 肺癌脊柱转移, 行 L₄ 双侧穿刺 PKP 治疗 2a, 2b: 术前腰椎 MRI, L₄ 椎体内见斑片状长 T1、STIR 高信号影, 椎体前方软组织及左侧腰大肌内见斑片状长 T2 信号 2c, 2d: 术后侧位 X 线片示椎体高度恢复好, 正位 X 线片示椎体中线两侧均有骨水泥分布, 骨水泥填充满意且无渗漏

参考文献

[1] Christoph H, Corinna S, Julius H, et al. Effect of surgical decompression of spinal metastases in acute treatment—Predictors of neu-

rological outcome [J]. J Clin Neurosci, 2018, 52 (1) : 74-79.

[2] Pennington Z, Ahmed AK, Molina CA, et al. Minimally invasive versus conventional spine surgery for vertebral metastases: a systematic review of the evidence [J]. Ann Transl Med, 2018, 6 (6) :

- 103.
- [3] Gong Y, Hu J, Jiang L, et al. What predicts the prognosis of spinal metastases in separation surgery procedures [J]. *World Neurosurg*, 2020, 146 (2): 714-723.
- [4] 浦飞飞, 邵增务. 脊柱转移瘤外科治疗的现状与进展 [J]. *中国癌症防治杂志*, 2020, 12 (6): 611-615.
- [5] 苏郁, 陈继良, 王旭, 等. PKP 治疗转移瘤性椎体压缩骨折与骨质疏松性压缩骨折效果分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2015, 23 (12): 1078-1082.
- [6] Yasuaki T, Yasumitsu A, Natsuki U, Outcome of treatment for spinal metastases using scoring system for preoperative evaluation of prognosis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009, 34 (1): 69-73.
- [7] Hiroshi U, Yasuaki Y. Prognostic factors in patients with metastatic spine tumors derived from lung cancer—a novel scoring system for predicting life expectancy [J]. *World J Surg Oncol*, 2018, 16 (1): 131.
- [8] Zhang S, Xu S, Yang J, et al. Analysis of percutaneous kyphoplasty under different types of anesthesia for the treatment of multiple osteoporotic vertebral fractures [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21 (1): 743.
- [9] Galgano M, Fridley J, Oyelese A, et al. Surgical management of spinal metastases [J]. *Expert Rev Anticancer Ther*, 2018, 18 (5): 463-472.
- [10] 王超, 石志才, 李明. 脊柱转移瘤的新型决策框架及治疗进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (13): 1211-1214.
- [11] Raymond P, Anthonius LM, Rachel V, et al. Minimal invasive surgery instrumented fusion versus conventional open surgical instrumented fusion for the treatment of spinal metastases: a systematic review and meta-analysis [J]. *World Neurosurg*, 2021, 148 (2): e264-e274.
- [12] 马俊. 经皮椎体后凸成形术与经皮椎体成形术治疗骨质疏松椎体压缩骨折的疗效比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25 (6): 571-573.
- [13] Laurens B, Sander D, Ronald B, et al. Clinical management of spinal metastases—The Dutch national guideline [J]. *Eur J Cancer*, 2018, 104 (1): 81-90.
- [14] Jiang XR, Ren MH, Shuang X, et al. Multiparametric MRI-based radiomics approaches for preoperative prediction of egfr mutation status in spinal bone metastases in patients with lung adenocarcinoma [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2021, 54 (2): 497-507.
- [15] Massimiliano P, Alessandro G. Vertebroplasty in patients with tumor-related vertebral fractures: is rehabilitation needed [J]. *Asian Spine J*, 2013, 7 (2): 248-252.
- [16] David C, Zoe F, Todd A, et al. Prediction of quality of life and survival after surgery for symptomatic spinal metastases: a multicenter cohort study to determine suitability for surgical treatment [J]. *Neurosurgery*, 2015, 77 (5): 698-708.
- [17] Yilmaz A, Cakir M. Percutaneous kyphoplasty: is bilateral approach necessary [J]. *Spine (Phila pa 1976)*, 2018, 43 (14): 977-983.
- [18] 李英博, 杨启远, 冯敬, 等. 单侧经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折 [J]. *临床骨科杂志*, 2018, 21 (2): 147-149, 152.
- [19] Zhang S, Wang GJ, Wang Q, et al. A mysterious risk factor for bone cement leakage into the spinal canal through the Batson vein during percutaneous kyphoplasty: a case control study [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2019, 20 (2): 423.
- [20] Tan GQ, Li F, Zhou DS, et al. Unilateral versus bilateral percutaneous balloon kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: a systematic review of overlapping meta-analyses [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97 (33): e11968.
- [21] Tang J, Guo WC, Hu JF, et al. Unilateral and bilateral percutaneous kyphoplasty for thoracolumbar osteoporotic compression fractures [J]. *J Coll Physicians Surg Pak*, 2019, 29 (10): 946-950.
- [22] Sun X, Liu X, Wang J, et al. The effect of early limited activity after bipedicular percutaneous vertebroplasty to treat acute painful osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *Pain Physician*, 2020, 23 (1): E31-E40.

(收稿:2021-05-01 修回:2022-04-11)

(同行评议专家: 李大森)

(本文编辑: 闫承杰)