

· 临床论著 ·

三种穿刺经皮椎体成形术的比较[△]

李 晖, 孟祥翔, 张超远*

(南阳市中心医院骨三科, 河南南阳 473000)

摘要: [目的] 比较三种穿刺椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 治疗骨质疏松性压缩骨折 (osteoporotic compression fracture, OVCF) 的临床与影像结果。[方法] 选择 2019 年 3 月—2020 年 3 月本科收治的 83 例骨质疏松性椎体压缩骨折患者, 随机分为 3 组, 单侧组 27 例, 双侧组 28 例和弯角 (percutaneous curved vertebroplasty, PCVP) 组 28 例, 分别行相应穿刺 PVP 术。比较三组患者围手术期、随访及影像结果。[结果] 所有患者均顺利完成手术, 无严重并发症。双侧组的手术时间和住院费用均显著高于单侧组和弯角组 ($P<0.05$)。弯角组骨水泥注入量显著大于单侧组和双侧组 [(4.1±0.6) ml vs (3.4±0.3) ml vs (3.5±0.3) ml, $P=0.029$], 而弯角组骨水泥渗漏率显著低于单侧组和双侧组 [0.0% vs 22.2% vs 10.7%, $P=0.029$]。所有患者随访 (13.7±1.2) 个月, 随时间推移, 三组 VAS、ODI 评分均显著降低 ($P<0.05$)。术前三组间 VAS、ODI 评分的差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 但未次随访时, 双侧组和弯角组 ODI 评分显著优于单侧组 [(23.7±3.8) vs (23.7±3.6) vs (26.0±3.6), $P=0.029$]。影像方面, 双侧组、弯角组的伤椎骨水泥弥散分布优秀率显著高于单侧组 [85.7% vs 82.1% vs 59.3%, $P=0.045$]。与术前相比, 术后 1 个月及末次随访时三组患者椎体前缘高度显著增加 ($P<0.05$), 而 Cobb 角显著降低 ($P<0.05$)。末次随访时, 弯角组椎体前缘高度、Cobb 角丢失比例小于双侧组与单侧组, 但差异并无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] PVP 能够增加骨水泥推注的准确性, 降低骨水泥渗漏风险, 改善 OVCF 患者远期功能。

关键词: 骨质疏松性骨折, 经皮椎体成形术, 穿刺方法, 骨水泥, 疗效

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 15-1363-05

Comparison of three puncture techniques used for percutaneous vertebroplasty // LI Hui, MENG Xiang-xiang, ZHANG Chao-yuan. Department of Orthopedics, Nanyang Central Hospital, Nanyang 473000, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical and imaging consequences of three puncture techniques used in percutaneous vertebroplasty (PVP) for osteoporotic compression fracture (OVCF). [Methods] A total of 83 patients with OVCF admitted to our department from March 2019 to March 2020 were enrolled into this study and randomly divided into 3 groups. Of them, 27 patients received unilateral PVP (the uPVP group), 28 cases underwent bilateral PVP (the bPVP group) and 28 cases had percutaneous curved vertebroplasty performed (the PCVP group). The documents regarding to perioperative period follow-up and radiographs were compared among the three groups. [Results] All patients were successfully operated on without serious complications. The bPVP group consumed significantly longer operation time, with more times of fluoroscopy and greater hospitalization cost than the uPVP and PCVP groups ($P<0.05$). The PCVP group had significantly more bone cement injected [(4.1±0.6) ml vs (3.4±0.3) ml vs (3.5±0.3) ml, $P=0.029$], whereas significantly lower incidence of cement leakage [0.0% vs 22.2% vs 10.7%, $P=0.029$] than the uPVP and bPVP groups. As time went during the follow-up lasted for (13.7±1.2) months, the VAS and ODI scores significantly decreased in all the three groups ($P<0.05$). Although there were no statistically significant differences in VAS and ODI scores among the three groups before surgery ($P>0.05$), the PCVP and bPVP groups proved significantly superior to the uPVP group in ODI score [(23.7±3.8) vs (23.7±3.6) vs (26.0±3.6), $P=0.029$] at the latest follow-up ($P<0.05$). Radiographically, PCVP and bPVP groups proved significantly superior to the uPVP group in term of excellent rate of bone cement distribution in vertebral body [85.7% vs 82.1% vs 59.3%, $P=0.045$]. Compared with those preoperatively, the anterior vertebral height was significantly increased ($P<0.05$), while Cobb angle was significantly decreased in all the three groups postoperatively ($P<0.05$). At the latest follow-up, the PCVP group had less loss in term of anterior vertebral height and correction of local kyphosis in term of Cobb's angle than the bPVP and uPVP groups, despite of no statistically significant differences among them ($P>0.05$). [Conclusion] The PCVP does highlight accuracy of cement injection, reduce

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.15.04

[△]基金项目:河南省医药卫生科技计划项目课题(编号:N-1354)

作者简介:李晖,主治医师,研究方向:脊柱外科,(电话)15936144961,(电子信箱)taohuayuanbb@sina.com

* 通信作者:张超远,(电话)0377-63200010,(电子信箱)359521090@qq.com

the risk of cement leakage, and improve long-term function of OVCF patients.

Key words: osteoporotic fracture, percutaneous vertebroplasty, puncture method, bone cement, efficacy

经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 是治疗骨质疏松性椎体压缩骨折 (osteoporotic compression fracture, OVCF) 的常用方案, 利用骨水泥的化学及物理作用, 能够短时间内缓解疼痛、恢复伤椎稳定性, 取得良好的临床疗效^[1, 2]。单侧或双侧穿刺是 PVP 的主要手术入路, 不同的穿刺方法对骨水泥注入量、骨水泥弥散状态、渗漏、椎体高度恢复等均存在显著影响^[3, 4]。Boszczyk 等^[5]临床研究认为单侧穿刺在改善椎体后凸角度上存在显著不足。双侧椎弓根穿刺能够恢复伤椎高度, 避免伤椎两侧高度不对称, 但会显著增加手术时间、患者创伤和住院费用等^[6]。弯角椎体成形术 (percutaneous curved vertebroplasty, PCVP) 是在单侧穿刺的基础上, 利用穿刺针在穿出空心导管的金属回弹性能, 已达到不增加穿刺角度将穿刺针顶端置入对侧伤区的目的, 从而完成一侧穿刺双侧骨水泥注入的效果^[7]。刘朋伟等^[8]研究发现 CVP 术能获得良好的近远期疗效。朱迪等^[7]研究显示弯角椎体成形术治疗 OVCF 能够显著降低手术时间、术中出血量及辐射剂量。本研究对 PCVP 术中骨水泥弥散范围及临床疗效进行对照研究, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 年龄 ≥ 65 岁; (2) 严重的腰背部疼痛, 相应棘突叩击痛; (3) 伤后无脊髓及神经根受压症状及体征; (4) 术前 X 线及 MRI 检查示单椎体新鲜骨折^[9]; (5) 患者同意 PVP 治疗并参与本研究, 随访资料完整。

排除标准: (1) 陈旧性椎体骨折或 Kummell 病、多椎体骨折; (2) 椎体后壁骨折合并椎管内占位 $>30\%$; (3) 合并严重的心肺功能等疾病, 无法耐受手术者; (4) 合并凝血功能异常; (5) 穿刺部位周围存在软组织感染; (6) 患者随访资料不完整。

1.2 一般资料

本研究为前瞻性研究, 选择 2019 年 3 月—2020 年 3 月本科收治符合纳入标准的 OVCF 患者 83 例, 其中男 37 例, 女 46 例; 年龄 65~79 岁, 平均 (72.4 \pm 5.6) 岁; 骨折椎体分布: T₉椎体 4 例、T₁₀椎体 7 例、T₁₁椎体 11 例、T₁₂椎体 16 例、L₁椎体 21 例、L₂椎体 13 例、L₃椎体 8 例、L₄椎体 3 例。按照

患者入院次序抽签法随机将患者为 3 组, 单侧组 27 例、双侧组 28 例和弯角组 28 例。三组术前一般资料见表 1, 三组患者年龄、性别、BMI、病程、伤椎位置等方面比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。本研究获医院伦理委员会批准, 术前均获患者及家属签署知情同意书。

表 1 三组患者术前一般资料与比较

指标	单侧组 (n=27)	双侧组 (n=28)	弯角组 (n=28)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	71.2 \pm 3.3	71.0 \pm 3.7	70.4 \pm 4.0	0.719
性别 (例, 男/女)	10/17	15/13	12/16	0.455
BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	27.1 \pm 2.8	26.8 \pm 2.3	26.5 \pm 2.1	0.657
病程 (d, $\bar{x} \pm s$)	6.8 \pm 1.6	7.0 \pm 1.4	7.7 \pm 1.2	0.053
部位 (例, 胸椎/腰椎)	13/14	16/12	9/19	0.164

1.3 手术方法

所有患者均由同一组医师完成手术, 手术在局麻下完成。患者俯卧位, 胸部及骨盆垫高, 使胸腰段脊柱过伸, 按压骨折节段椎体的棘突, 完成手法复位。C 形臂 X 线机透视定位伤椎椎弓根位置, 并用克氏针进行体表定位。

单侧组: 穿刺针进到椎弓根的外上象限, 椎弓根外侧缘穿刺进入椎体, 并根据骨折与穿刺点的位置确认穿刺针的头尾侧倾斜方向, C 形臂 X 线机透视下逐步向前内进近直至穿刺针头抵达中线, 固定穿刺针, 取出内芯。将调制备用的骨水泥低压、缓慢的注入椎体。注入过程中持续 C 形臂 X 线机透视, 直至骨水泥填满而无外溢, 记录骨水泥注入量。骨水泥固化后拔出通道。

双侧组: 由术者分别完成两侧定位和穿刺, 穿刺位置同单侧组, 推注骨水泥时, 在 C 形臂 X 线机透视下由术者交替完成两侧注射, 并根据骨水泥的充填情况确认骨水泥注入量, 骨水泥固化后, 拔出套管, 完成手术。

弯角组: 术前准备同单侧组, 但椎体穿刺深度为椎体后 1/4。此时将内芯取出更换弯角导向器, 首先利用弯角导管推送至伤椎对侧椎体中前 1/3, 撤出导管的弯角金属内芯, 将调制好的骨水泥缓慢推入, C 形臂 X 线机透视下逐步后退导管, 从而完成对侧、中部及同侧椎体的强化, 骨水泥固化后, 拔除通道套管, 完成手术。

1.4 评价指标

记录围手术期指标，包括手术时间、骨水泥注入量、透视次数、住院费用、骨水泥渗漏、神经损伤等。采用完全负重活动时间、痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS) 及 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 评价临床效果。行影像检查，骨水泥弥散类型按椎体中垂线、双侧椎弓根内缘垂线将椎体分为 4 个区^[10]，I 型为 1~4 区；II 型为 2~3 区；III 型为 1 区和 4 区；IV 型为 1 区和 2 区或 3 区和 4 区；V 为 1 区或 4 区。I~III 型为优，IV~V 型为良。记录 Cobb 角及椎体前缘高度比变化。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 24.0 进行统计学处理与分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，采用单因素方差分析，两两比较采用 LSD 法；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。等级资料采用 Krushal-Wallis H 检验，两两比较采用 Mann-Whitney U 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期资料

所有患者均顺利完成手术，术中无神经损伤、骨水泥反应及感染等并发症。三组围手术期结果见表 2。双侧组的手术时间、透视次数、住院费用均显著大于单侧组、弯角组，差异有统计学意义 ($P < 0.01$)，而单

侧组、弯角组比较，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。弯角组骨水泥注入量显著多于单侧组和双侧组，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)，而弯角组骨水泥渗漏率显著低于单侧组和双侧组，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

表 2 三组围手术期资料与比较

指标	单侧组 (n=27)	双侧组 (n=28)	弯角组 (n=28)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	36.8±7.3	41.7±4.4	37.8±4.8	0.004
骨水泥注入量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	3.4±0.3	3.5±0.3	4.1±0.6	0.029
透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	8.7±1.4	11.4±2.0	8.7±1.2	<0.001
住院费用 (万元, $\bar{x} \pm s$)	2.1±0.3	3.4±0.6	2.3±0.3	<0.001
骨水泥渗漏 [例 (%)]	6 (22.2)	3 (10.7)	0 (0.0)	0.029

2.2 随访结果

所有患者均获随访 12~15 个月，平均 (13.7±1.2) 个月。三组恢复完全负重活动时间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。随访期间共 11 例 (13.3%) 患者发生邻椎再骨折，其中单侧组 6 例、双侧组 3 例、弯角组 2 例，三组间比较差异无统计学意义 ($P = 0.228$)，其中 8 例患者再次行骨水泥成形术。

三组患者随访结果见表 3，随时间推移，三组 VAS、ODI 评分均显著降低 ($P < 0.05$)。术前三组间 VAS、ODI 评分的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)，术后 1 个月及末次随访时，双侧组、弯角组 ODI 评分显著优于单侧组 ($P < 0.05$)，但三组间 VAS 评分的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

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=27)	双侧组 (n=28)	弯角组 (n=28)	P 值
完全负重时间 (d)		3.0±1.1	2.8±0.2	2.7±0.2	0.092
VAS 评分 (分)	术前	7.4±1.3	7.4±1.4	7.5±1.1	0.965
	术后 1 个月	2.3±0.8	2.2±0.7	2.3±0.6	0.735
	末次随访	1.5±0.7	1.6±0.5	1.6±0.5	0.823
	P 值	<0.001	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)	术前	81.6±5.1	82.6±4.4	82.5±5.1	0.732
	术后 1 个月	31.7±4.4	29.2±4.2	29.1±4.4	0.043
	末次随访	26.0±3.6	23.7±3.8	23.7±3.6	0.029
	P 值	<0.001	<0.001	<0.001	

2.3 影像评估

影像评估结果见表 4。双侧组、弯角组的伤椎骨水泥弥散分布优秀率显著高于单侧组 ($P < 0.05$)。与术前相比，术后 1 个月及末次随访时椎体前缘高度显著增加 ($P < 0.05$)，而 Cobb 角显著降低 ($P < 0.05$)。

末次随访时，弯角组椎体前缘高度、Cobb 角丢失比例小于双侧组与单侧组，但差异并无统计学意义 ($P > 0.05$)。相应时间点，三组患者术前及术后相应时间点椎体前缘高度、Cobb 角比较，差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 4 两组患者影像评估结果与比较

指标	时间点	单侧组 (n=27)	双侧组 (n=28)	弯角组 (n=28)	P 值
骨水泥分布优秀率 [例 (%)]		16 (59.3)	24 (85.7)	23 (82.1)	0.045
椎体前缘高度 (%， $\bar{x} \pm s$)	术前	62.6±5.5	63.2±6.5	62.5±5.2	0.891
	术后 1 个月	85.7±3.4	86.6±4.3	86.3±4.0	0.805
	末次随访	84.6±5.1	85.1±5.7	85.8±4.6	0.593
	P 值	<0.001	<0.001	<0.001	
Cobb 角 (°， $\bar{x} \pm s$)	术前	20.9±2.4	21.1±2.2	21.4±2.5	0.682
	术后 1 个月	9.2±1.2	9.3±1.1	9.2±1.4	0.872
	末次随访	9.9±1.1	9.7±1.1	9.2±1.5	0.374
	P 值	<0.001	<0.001	<0.001	

3 讨论

传统 PVP 手术方式为双侧椎弓根穿刺，以使骨水泥能够在椎体内均匀弥散，但需要较多的手术时间和放射暴露次数。在临床实践过程中，人们逐步发现采用单侧椎弓根穿刺，只要调整椎弓根穿刺方向，使穿刺针远端到达椎体对侧，亦能达到与双侧穿刺一样的椎体刚度及临床效果，但这样势必会增加单侧穿刺的难度，反复穿刺、过大的外展角很容易破坏椎弓根外侧壁，增加骨水泥渗漏的风险^[11, 12]，严重者可能因神经根或脊髓压迫而再次手术治疗^[13]。为此人们提出了一系列的改进措施，如韦兹宇等^[11]提出单通道多穿刺的方法，以扩大骨水泥弥散范围和注入量，并减小推注压力，避免渗漏。Hoppe 等^[14]通过标准化的椎体替代模型研究了调整骨水泥黏度和序贯性推注方法，以减少渗漏风险。薛厚军等^[15]设计了侧方开孔穿刺套筒，推注过程中骨水泥沿侧孔流出，可以减小穿刺的外展角度。

CVP 是在直穿刺针基础上，对注射鞘管进行了技术改良^[7]，采用预弯的镍钛合金鞘管，这样在鞘管在穿出穿刺针后会按照预弯角度继续向对侧方走行，在不增加穿刺针外展角的情况下，达到对侧椎体中前部，同时增加预弯角度后在一定程度上亦可减小骨水泥推注过程的压力。流体力学研究显示，流体在直管内流速稳定，随着管道弯曲度的变化流体方向、速度也将随之变化，即弯管部分阻力会变大，骨水泥流出压力减小^[16, 17]。

PVP 术中骨水泥注入量、骨水泥形态及渗漏一直是临床研究的热点。本研究显示弯角组的骨水泥注入量显著高于单侧组和双侧组，并且弯角组和双侧组的骨水泥分布均为双侧分布，而单侧组单侧分布的发

生率高达 52.3%。笔者认为本研究采用低黏度骨水泥，使得弯角组骨水泥到达椎体对侧后容易以注射点为中心呈类球形流动分布^[18]，并且边推注边退鞘管，从而完成整个椎体的强化。骨水泥渗漏是 PVP 过程中常见的并发症，相关因素较多，如骨折类型、推注压力过大、静脉孔渗漏、穿刺针的部位等等^[19, 20]，本研究中单侧组的骨水泥渗漏率为 28.6% (6/21)、双侧组为 12% (4/32) 均显著高于弯角组，这主要因为弯角组通过单侧穿刺完成，很容易到达同侧椎体矢状面中部，方便调整鞘管远端在椎体内的位置，而单侧组发生渗漏的患者多集中在对侧^[21, 22]。

影响 PVP 远近期疗效的因素较多，本研究显示三组患者术后短期 VAS 评分较术前均显著改善，但组间比较差异无统计学意义。笔者认为这主要源自骨水泥聚合反应过程中的热效应和化学毒性，对感觉神经末梢的破坏作用^[23]，因三组患者伤椎内的骨水泥分布基本满足镇痛的需求。虽然术后三组患者在手术前后椎体前缘高度及 Cobb 角变化、邻椎再骨折等方面并不存在显著差异，但弯角组在末次随访的 Oswestry 评分优于单侧组和双侧组，这更体现了弯角穿刺椎体成形术的优势，即通过弯角鞘管能够将骨水泥精准的注射到伤椎的各个部位，减少了单侧与双侧组依靠椎体内骨折裂隙渗透骨水泥的盲目性，减少再塌陷的风险，有利于术后恢复。

综上所述，弯角椎体成形术能够增加骨水泥推注的准确性，降低骨水泥渗漏风险，改善 OVSF 患者远期功能。

参考文献

[1] 邹向南. 高粘度骨水泥椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的椎体高度恢复情况及相关影响因素 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2017, 27 (11): 991-996.

- [2] 董继胜, 董力军, 闫兵勇, 等. 经皮椎体成形术和经皮椎体后凸成形术治疗老年骨质疏松椎体压缩性骨折的疗效观察 [J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23 (8): 748-751.
- [3] 何江涛, 王三木, 李众毅. 经横突-椎弓根单侧穿刺骨水泥注射椎体成形治疗胸腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折 [J]. 中国组织工程研究, 2019, 23 (22): 3604-3608.
- [4] 高涛, 李涛, 胡海刚, 等. 穿刺侧骨水泥/椎体体积比与椎体成形骨水泥椎旁静脉渗漏的相关性 [J]. 中国组织工程研究, 2021, 25 (34): 5478-5483.
- [5] Boszczyk BM, Bierschneider M, Hauck S, et al. Transcostovertebral kyphoplasty of the mid and high thoracic spine [J]. *Europ Spine J*, 2005, 14 (10): 992-999.
- [6] 方良勤, 杨雷, 范海涛, 等. 双侧与单侧入路经皮椎体成形术治疗老年多节段骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效比较 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36 (1): 52-54.
- [7] 朱迪, 尚春风, 刘宏建, 等. 弯角穿刺针椎体成形术治疗胸、腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折 [J]. 中华骨科杂志, 2019, 39 (12): 737-746.
- [8] 刘朋伟, 邢兰坤, 何海峰, 等. 单侧弯角椎体成形术治疗 OVCF 的近远期疗效分析 [J]. 颈腰痛杂志, 2020, 41 (4): 499-500.
- [9] 贺宝荣, 郑博隆. 骨质疏松性胸腰椎骨折的诊断和分型方法解析 [J]. 中华创伤杂志, 2021, 37 (3): 205-209.
- [10] 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.
- [11] 韦斌宇, 谭明生, 梁立. 单侧多穿刺通道注射骨水泥法在骨质疏松椎体压缩骨折经皮椎体成形术中的应用 [J]. 中国骨伤, 2013 (12): 1010-1014.
- [12] 钟远鸣, 万通, 吴思贤, 等. 弯角与双侧椎弓根入路椎体成形术的荟萃分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (12): 1096-1099.
- [13] 唐晓军, 罗玲丽, 陈小明, 等. 经皮脊柱内镜治疗 PVP/PKP 骨水泥渗漏伴神经症状 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (2): 182-185.
- [14] Hoppe S, Wangler S, Aghayev E, et al. Reduction of cement leakage by sequential PMMA application in a vertebroplasty model [J]. *Europ Spine J*, 2016, 25 (11): 3450-3455.
- [15] 薛厚军, 潘磊, 黄必留, 等. 改良骨水泥推注套筒在经皮椎体成形术中的应用 [J]. 实用医学杂志, 2017, 33 (22): 3752-3755.
- [16] 徐达强, 杨惠林, 邹俊, 等. 骨水泥在松质骨渗透性的流体力学研究 [J]. 苏州大学学报: 医学版, 2007, 27 (2): 207-208.
- [17] 韩占忠, 王国玉. 工程流体力学基础 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2012.
- [18] 刘绪立, 雷伟, 郑金, 等. 椎体模型内模拟注射 PMMA 的流动及分布规律 [J]. 第四军医大学学报, 2007, 28 (2): 143-145.
- [19] 李庆达, 贺园, 贺宝荣. 骨质疏松性胸腰椎骨折椎体强化术后并发骨水泥渗漏的若干问题 [J]. 中华创伤杂志, 2022, 38 (3): 193-197.
- [20] 李力, 胡斌, 高杰, 等. 明胶海绵碎屑预填注在经皮椎体成形术中预防骨水泥渗漏的临床观察 [J]. 颈腰痛杂志, 2021, 42 (3): 343-345.
- [21] 寇红伟, 周权发, 刘宏建, 等. 弯角椎体成形装置对单侧椎弓根穿刺角度及骨水泥分布的影响 [J]. 中华实验外科杂志, 2017, 34 (2): 338-341.
- [22] 厉强, 李君, 栾舰, 等. 弯角椎体成形治疗胸腰椎骨质疏松性压缩骨折过程中骨水泥的分布 [J]. 中国组织工程研究, 2021, 25 (16): 2466-2471.
- [23] 艾纯华, 曹澍, 卞传华, 等. 经皮穿刺椎体成形术中骨水泥的理化及生物力学性能回顾 [J]. 中国老年学杂志, 2008, 28 (5): 1036-1038.

(收稿:2021-03-06 修回:2023-04-12)

(同行评议专家: 高 坤 杨吉龙 陈建民)

(本文编辑: 闫承杰)