

• 临床研究 •

经皮弯角椎体成形与经皮椎体成形治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的比较^{*}刘 涛 牛国旗^{**} 周 功 陈 辉 聂 虎

(蚌埠医学院第二附属医院骨科, 蚌埠 233040)

【摘要】 目的 比较经皮弯角椎体成形术(percutaneous curved vertebroplasty, PCVP)与经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)治疗骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compressive fractures, OVCF)的临床疗效。方法 回顾性分析 2018 年 3 月~2019 年 3 月 60 例 OVCF 手术治疗的临床资料,其中 PCVP 30 例, PVP 30 例,比较 2 组手术时间、术中透视次数、骨水泥注入量、术后住院时间、术前后疼痛视觉模拟评分(Visual Analogue Score, VAS)以及骨水泥在骨折椎体内的分布情况、渗漏率。结果 PCVP 组手术时间和术中透视次数均明显短于或少于 PVP 组[(29.4±2.1) min vs. (36.8±2.2) min, $t = -13.333$, $P = 0.000$; (10.2±1.4) 次 vs. (15.1±1.5) 次, $t = -13.394$, $P = 0.000$]。PCVP 组骨水泥分布优良率 100.0% (30/30), 明显高于 PVP 组 53.3% (16/30) (Fisher 精确检验 $P = 0.000$) ; PCVP 组骨水泥渗漏率 6.7% (2/30), 明显低于 PVP 组 46.7% (14/30) ($\chi^2 = 12.273$, $P = 0.000$)。PCVP 组与 PVP 组骨水泥注入量和术后住院时间差异均无显著性[(3.6±0.3) ml vs. (3.7±0.3) ml, $t = -1.811$, $P = 0.075$; (1.8±0.8) d vs. (2.1±1.0) d, $t = -1.105$, $P = 0.274$]。2 组 VAS 评分差异无显著性($F = 0.313$, $P = 0.578$)。不同时间点差异有显著性($F = 472.703$, $P = 0.000$), 分组和时间无交互作用($F = 0.422$, $P = 0.658$)。2 组均完成 3~6 个月随访, 未出现脊髓神经损伤、伤椎再骨折及邻近椎体骨折等并发症。结论 PCVP 和 PVP 均可以明显改善 OVCF 患者的疼痛症状, 但 PCVP 具有手术时间短、术中透视次数少、骨水泥分布好、骨水泥渗漏率低等优点。

【关键词】 骨质疏松性椎体压缩性骨折; 经皮弯角椎体成形术; 经皮椎体成形术

文献标识: A 文章编号: 1009-6604(2020)05-0436-05

doi: 10.3969/j.issn.1009-6604.2020.05.014

Comparison Between Percutaneous Curved Vertebroplasty and Percutaneous Vertebroplasty for Osteoporotic Vertebral Compressive Fractures Liu Tao, Niu Guoqi, Zhou Gong, et al. Department of Orthopedics, Second Affiliated Hospital of Bengbu Medical College, Bengbu 233040, China

Corresponding author: Niu Guoqi, E-mail: ssngq@163.com

【Abstract】 Objective To compare the clinical effect of percutaneous curved vertebroplasty (PCVP) and percutaneous vertebroplasty (PVP) in the treatment of osteoporotic vertebral compressive fractures (OVCF). **Methods** A retrospective analysis was made on 60 elderly patients diagnosed as OVCF and treated with surgery in our hospital from March 2018 to March 2019. The patients were divided into PCVP group or PVP group, including 30 cases in PCVP group and 30 cases in PVP group. The operation time, number of X-ray exposure, bone cement injection volume, postoperative hospitalization time, Visual Analogue Score (VAS), bone cement distribution, and bone cement leakage were compared between the two groups. **Results** Compared with the PVP group, the operation time of the PCVP group was significantly shorter [(29.4±2.0) min vs. (36.8±2.2) min, $t = -13.333$, $P = 0.000$], the number of X-ray exposure was less [10.2±1.4 times vs. (15.1±1.5) times, $t = -13.394$, $P = 0.000$], the excellent and good rate of bone cement distribution was higher [100.0% (30/30) vs. 53.3% (16/30), Fisher's exact test, $P = 0.000$], and the leakage rate of bone cement was lower [6.7% (2/30) vs. 46.7% (14/30), $\chi^2 = 12.273$, $P = 0.000$]. There was no significant difference in bone cement injection and postoperative hospitalization time between the PCVP group and the PVP group [(3.6±0.3) ml vs. (3.7±0.3) ml, $t = -1.811$, $P = 0.075$; (1.8±0.8) d vs. (2.1±1.0) d, $t = -1.105$, $P = 0.274$]. There was no significant difference in VAS score ($F = 0.313$, $P = 0.578$) between the two groups. The difference was statistically significant at different time points ($F = 472.703$, $P = 0.000$), and there were no interactions between groups and time ($F = 0.422$, $P = 0.658$). There were no complications such as spinal cord nerve injury, re-fracture of injured vertebrae and fracture of adjacent vertebral body in the two groups during the follow-up of 3-6 months. **Conclusions** Both PCVP and PVP can significantly relieve the pain of patients

* 基金项目: 蚌埠医学院自然科学重点项目(BYKY2019134ZD); 蚌埠医学院科研创新团队项目(BYKC201911)

** 通讯作者, E-mail: ssngq@163.com

with OVCF. However, PCVP has the advantages of short operation time, less X-ray exposure, less trauma, good distribution of bone cement and low leakage rate of bone cement.

【Key Words】 Osteoporotic vertebral compression fracture; Percutaneous curved vertebroplasty; Percutaneous vertebroplasty

随着人口老龄化的发展,骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compressive fractures, OVCF)越来越常见。目前,经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)已经成为治疗 OVCF 的首选方法^[1],双侧经皮穿刺作为 PVP 的标准术式已在临床上得到广泛开展,但仍存在术中透视次数多、骨水泥渗漏率高等缺点。近年来,随着手术器械的不断改良,经皮弯角椎体成形术(percutaneous curved vertebroplasty, PCVP)应用于临床,其穿刺针套管的远端为弯角形,单侧穿刺即可达对侧,进行多点连续低压注入骨水泥,使骨水泥均匀的分布于伤椎椎体^[2,3],具有传统 PVP 所不具有的优势。本研究回顾性分析我院 2018 年 3 月~2019 年 3 月 PCVP 和 PVP 治疗 60 例 OVCF 的临床资料,旨在探讨 PCVP 的临床疗效。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

本研究 60 例,男 29 例,女 31 例。年龄 61~75

岁。滑倒跌伤 42 例,扭伤 12 例,6 例无明显外伤史,出现胸腰背部疼痛,活动受限。病程 1~4 d。椎体压缩率均未超过 3/4。T₁₁ 12 例, T₁₂ 16 例, L₁ 15 例, L₂ 17 例。33 例合并原发性高血压、冠心病、糖尿病等,但术前控制良好,满足手术条件。术前告知患者及其家人 2 种术式的优缺点,医生根据患者情况选择术式:30 例选择 PCVP(PCVP 组),30 例选择 PVP(PVP 组)。2 组一般资料比较差异无显著性($P>0.05$),具有可比性,见表 1。

病例选择标准:①轻度外伤后出现胸腰背部疼痛,活动受限等症状;②年龄 ≥ 61 岁;③无严重系统疾病;④骨密度检查为骨质疏松症;⑤MRI 提示为新鲜椎体压缩性骨折;⑥单节段低位胸椎或腰椎骨折,椎体后壁完整,无脊髓神经损伤症状;⑦完成整个随访过程。排除标准:①全身情况差,无法耐受手术;②病理性骨折,包括感染、血管瘤或椎体转移肿瘤;③椎体压缩程度超过 3/4;④多阶段胸腰椎骨折且均需手术治疗;⑤高位胸椎。

表 1 2 组一般资料比较($n=30 \bar{x} \pm s$)

组别	年龄(岁)	性别		病程(d)	椎体压缩率(%)	伤椎分布				术前疼痛视觉模拟评分(分)	合并症*
		男	女			T ₁₁	T ₁₂	L ₁	L ₂		
PCVP 组	68.0 $\pm$ 4.3	14	16	3.1 $\pm$ 0.9	28.7 $\pm$ 12.9	5	8	7	10	7.8 $\pm$ 1.2	16
PVP 组	69.2 $\pm$ 4.5	15	15	3.1 $\pm$ 1.0	26.0 $\pm$ 11.1	7	8	8	7	7.8 $\pm$ 1.5	17
$t(\chi^2)$ 值	$t=-1.002$	$\chi^2=0.067$		$t=-0.136$	$t=0.868$	$\chi^2=0.929$				$t=0.098$	$\chi^2=0.067$
P 值	0.321	0.796		0.892	0.389	0.818				0.922	0.795

* PCVP 组:4 例糖尿病,10 例原发性高血压,2 例冠心病;PVP 组:5 例糖尿病,9 例原发性高血压,3 例冠心病

1.2 方法

1.2.1 PCVP 心电监护下取俯卧位(注意在胸骨柄、髂前上棘处放横枕,使脊柱维持过伸位)。术区常规消毒铺巾,C 形臂 X 线机透视下定位伤椎,确定进针点(左侧在 10 点钟,右侧在 2 点钟),1%利多卡因局部浸润麻醉至骨膜。透视下利用穿刺针经单侧椎弓根穿刺,边进针边进行正位透视,当正位透视见穿刺针远端位于椎弓根投影的内上象限且未突破椎弓根投影内侧壁时,侧位透视穿刺针远端应到达或略超过骨折椎体后壁处,继续进针过程中通过侧位透视调节穿刺针的头尾倾角,当穿刺针远端越过椎体后缘 5 mm 左右时,停止穿刺,拔出穿刺针内芯,侧位透视下经外套管置入弯角注入器(注意应使弯角水平置入),正位透视见弯角注入器尖端越过椎体中线,接近对侧椎弓根投影内缘时停止,侧位透视下达到椎体前中 1/3 处。调制骨水泥(polymethylmethacrylate, PMMA),拉丝期时用螺旋推注器低压注入骨水泥,边退弯管边注入,C 形臂 X

线机全程监视下观察骨水泥弥散情况,当骨水泥弥散接近椎体后壁时,停止注入,待骨水泥稍硬化后拔出穿刺套管(图 1)。

1.2.2 PVP 术前准备、手术体位、双侧椎体根穿刺步骤同 PCVP。将穿刺针内芯拔出后,置入实心钻,螺旋钻入实心钻至伤椎前中 1/3 处,拔出实心钻,置入骨水泥推杆,将拉丝期骨水泥由骨水泥推杆推入,C 形臂 X 线机全程监视下观察骨水泥弥散情况,当骨水泥弥散接近椎体后壁时,停止推入,待骨水泥硬化后拔出穿刺套管。

1.2.3 术后处理 术后平卧 6~8 h,均未使用抗生素,观察生命体征及双下肢感觉运动功能变化。术后均行抗骨质疏松治疗。定期门诊随访。

1.3 观察指标

手术时间(术区消毒至拔除穿刺套管)、术中透视次数、骨水泥注入量、术后住院时间(出院标准:已复查术后 X 线片,手术切口无感染征象,可以下床活动,无需要住院处理的合并症和并发症)及术

前、术后 24 h、术后 3 个月疼痛视觉模拟评分 (Visual Analogue Score, VAS), 术后复查 X 线片及 CT 评价骨水泥分布优良率和渗漏率。对于骨水泥分布的最佳区域, 参照周权发等^[4]提出椎体二十四分区法, 骨水泥均匀分布于椎体双侧前 2/3, 并同时分布于椎体中央时, 为骨水泥分布优良。

1.4 疗效评价

采用 SPSS22.0 软件进行统计学分析。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用独立样本 t 检验, 2 组术前后不同时点比较采用重复测量的方差分析; 计数资料采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 差异具有统计学意义。

2 结果

2 组手术均顺利完成, 未改变手术方式。PCVP

组手术时间、术中 X 线曝光次数明显少于 PVP 组 ($P < 0.05$)。2 组骨水泥注入量差异无显著性 ($P > 0.05$)。PCVP 组骨水泥分布优良率为 100.0% (30/30), 明显高于 PVP 组 53.3% (16/30) ($P < 0.05$)。PCVP 组出现 2 例少许骨水泥渗漏, 均为椎旁渗漏, 患者无临床症状, 未特殊处理。PVP 组出现 14 例骨水泥渗漏, 未漏入椎管, 患者无临床症状, 无特殊处理。PCVP 组骨水泥渗漏率 6.7% (2/30), 明显低于 PVP 组 46.7% (14/30)。见表 2。2 组间 VAS 评分差异无显著性 ($P > 0.05$), 不同时间点有统计学差异, 术后 24 h、术后 3 个月明显低于术前 ($P < 0.05$), 但分组和时间无交互作用 ($P > 0.05$), 见表 3。2 组随访 3~6 个月, 平均 4.5 月, 均未出现脊髓神经损伤、伤椎再骨折及邻近椎体骨折等并发症。典型病例见图 2。

表 2 2 组术中、术后情况比较 ($n=30, \bar{x} \pm s$)

组别	手术时间 (min)	术中透视次数 (次)	骨水泥注入量 (ml)	骨水泥分布优良率	骨水泥渗漏率	术后住院时间 (d)
PCVP 组	29.4 ± 2.1	10.2 ± 1.4	3.6 ± 0.3	100.0% (30/30)	6.7% (2/30)	1.8 ± 0.8
PVP 组	36.8 ± 2.2	15.1 ± 1.5	3.7 ± 0.3	53.3% (16/30)	46.7% (14/30)	2.1 ± 1.0
$t(\chi^2)$ 值	$t = -13.333$	$t = -13.394$	$t = -1.811$		$\chi^2 = 12.273$	$t = -1.105$
P 值	0.000	0.000	0.075	0.000*	0.000	0.274

* Fisher 精确检验

表 3 2 组手术前后 VAS 评分比较 ($n=30, \bar{x} \pm s$) 分

组别	术前①	术后 24 h②	术后 3 个月③
PCVP 组	7.8 ± 1.2	2.5 ± 0.5	2.4 ± 0.5
PVP 组	7.8 ± 1.5	2.6 ± 0.5	2.6 ± 0.5
F, P 值	$F_{\text{组间}} = 0.313, P_{\text{组间}} = 0.578; F_{\text{时间}} = 472.703, P_{\text{时间}} = 0.000; F_{\text{组间} \times \text{时间}} = 0.422, P_{\text{组间} \times \text{时间}} = 0.658$		

不同时点比较: $P_{1-2} = 0.000, P_{1-3} = 0.000, P_{2-3} = 1.000$

3 讨论

老年人由于骨质疏松等原因导致椎体抗压强度显著下降, 轻微的负重或摔跤, 甚至过度弯腰都可以导致椎体压缩性骨折。保守治疗是药物联合卧床休养, 长期卧床可导致压疮、肺炎、深静脉血栓、钙流失加剧等一系列并发症, 出现恶性循环。PVP 治疗 OVCF 具有创伤小、疗效好等优点, 已被广大学者证实^[5,6], 成为欧美地区治疗老年 OVCF 的首选方案。但传统双侧穿刺椎体成形术仍存在术中透视次数多、骨水泥渗漏率高等缺点。

椎体成形术治疗 OVCF 的原理为: 骨水泥注入骨折椎体的骨小梁间隙内, 稳定骨小梁, 分担骨小梁压力, 增强椎体强度^[7], 同时骨水泥在硬化过程中可以产生热效应, 破坏骨折椎体周围神经末梢, 从而缓解疼痛^[8]。目前, 有大量研究证实椎体成形手术的止痛效果取决于骨水泥在伤椎内的分布而非骨水泥的注入量^[9,10]。Liang 等^[11]研究表明骨水泥在骨

折椎体内的不对称分布可引起骨折椎体的受力失衡, 导致骨折椎体术后再塌陷。Liebschner 等^[12]研究表明若骨水泥分布不均匀, 引起生物力学的不平衡, 从而引起手术椎体的再骨折和邻近椎体骨折。因此, 在行椎体成形手术时应做到骨水泥在骨折椎体内尽可能广和均匀分布, 即骨水泥的良好分布率。本研究结果显示, PCVP 组骨水泥分布优良率 100.0% (30/30), 明显高于 PVP 组 53.3% (16/30) ($P = 0.000$)。原因在于传统 PVP 的骨水泥注入方式为直筒推注式, 加之受穿刺角度所限, 常导致骨水泥分布不均, 弥散差, 在椎体两侧分布较多, 在椎体前中部位分布较少, 甚至出现骨水泥在椎体中部未“会师”的现象。PCVP 通过置入具有弹性的弯角骨水泥注入器于椎体的前 1/3, 且在椎体内扩开一条连续的弧形通道经过椎体中部直至椎体的对侧, 骨水泥出口在弯角弧形的背侧, 在连续的弧形通道内边退注入器边进行连续多点注射, 骨水泥由椎体前柱向中后柱无缝弧形弥散, 使骨水泥分布较传统 PVP 骨水泥分布更均衡^[13], 而且更加符合三柱支撑理论。

本研究结果显示, PCVP 组手术时间及 X 线曝光次数均明显少于 PVP 组 ($t = -13.333, P = 0.000; t = -13.394, P = 0.000$)。2 组间患者 VAS 评分无显著差异 ($P > 0.05$), 术后 24 h、术后 3 个月均明显低于术前 ($P < 0.05$)。2 组患者术后胸腰背部疼痛均较术前明显缓解, 说明 2 组患者短期临床疗效无明显差别。但 PVP 要求 2 位术者操作, 进行双



图1 A. C形臂X线透视下穿刺针定位穿刺; B. 穿刺针于侧位像穿刺位置; C. 正位透视弯角注入器远端越过骨折椎体中线; D. 弯角注入器远端越过病椎椎体中线时侧位像; E. 正位像骨水泥弥散良好; F. 侧位像骨水泥弥散良好 图2 男 69岁 L₂ 椎体骨质疏松性压缩性骨折,行 L₂ 椎体单侧 PCVP A. 术前 MRI 脂肪抑制像,明确 L₂ 椎体为新鲜性骨折,椎管内无骨块压迫; B. 术后第1天复查腰椎正位 X 线片显示 L₂ 椎体成形术后改变,骨水泥弥散效果佳,无渗漏; C. 术后第1天腰椎侧位 X 线片显示 L₂ 椎体成形术后改变,骨水泥弥散效果佳,无渗漏; D. 单侧穿刺,手术切口小

侧穿刺,对于局麻的老年患者而言,创伤相对较大。双侧穿刺注入骨水泥,术中透视次数成倍增加,对于术者的伤害也较大。PCVP 仅要求一位术者操作,单侧穿刺,从而使创伤程度、术中透视次数及手术时间均明显少于 PVP。

临床上行 PVP 时,为追求骨水泥在骨折椎体内更广更均匀的分布,常采用加大穿刺角度、更早更快注入骨水泥或加大骨水泥的注入量等方法。由于椎弓根内倾角度及矢状径限制,加大穿刺角度易造成椎弓根内壁损伤,甚至伤及脊髓及神经根^[14]。过快过早推注骨水泥以及增加骨水泥的注入量,会增大骨水泥的灌注压,极易引起骨水泥渗漏^[15~18]等并发症的发生。本研究结果显示,PCVP 组骨水泥渗漏率 6.7% (2/30),明显低于 PVP 组 46.7% (14/30) ($\chi^2 = 12.273$, $P = 0.000$)。因为 PCVP 单侧入路,不要求强调穿刺内倾角度,最大程度降低穿刺风险,降低脊髓及神经根损伤的可能。同时 PCVP 通过弯角注入器在椎体内扩开一条连续的弧形通道,至椎体的对侧,骨水泥注入空间大,灌注压力小,边退弯角注入器边进行多点注射,骨水泥通过螺旋形骨水泥推注器匀速低压注入,在获得骨水泥良好弥散同时,极大降低骨水泥的渗漏率。

虽然 PCVP 全程在 C 形臂 X 线透视下完成,安全度较高,但仍有脊髓神经根损伤、骨水泥渗漏等并发症的可能。我们的经验是:①定位穿刺时一定要拍伤椎椎体的标准正侧位片,即正位像时伤椎棘突位于椎体中心,上下椎板呈“一线影”,侧位像时椎弓根上下缘及椎体上下椎板呈“一线影”。②穿刺时首先透视正位像,采用“锤击”进针技术,当正位像上穿刺针远端接近椎弓根投影内侧壁时,透视侧位,此时穿刺针的进针深度应接近或略超过椎体后壁。如果距离椎体后壁较远,穿刺外展角较大,易损伤脊髓神经,需要调整外展角度。③通过侧位像调整穿刺针的头尾倾角度,使穿刺针进入椎体内,且进入深度不应过深,越过椎体后缘 5 mm 左右即可。④插入弯角骨水泥注入器时,应根据手柄上的提示箭头,使其水平插入,否则易穿破椎体上或下终板。⑤骨水泥于“拉丝期”注入,不应过早或过晚。C 形臂 X 线透视下边退弯角注入器边推注,速度不应过快。⑥当骨水泥弥散接近椎体后壁时,停止注入,待骨水泥稍硬化时即拔出弯角注入器,否认会造成拔出困难,甚至弯角注入器断裂。⑦椎体成形术后患者应接受正规抗骨质疏松治疗,降低如椎体再骨折、邻近椎体骨折等远期并发症。

综上所述,PCVP 和 PVP 均可以明显改善 OVCF 患者的疼痛症状,但 PCVP 具有手术时间短、术中透视次数少、创伤小、骨水泥分布好、骨水泥渗漏率低等优点,具有良好的临床应用价值。本研究的不足

之处在于为回顾性研究,样本量较少,随访时间较短,应加大样本量,延长观察时间,做更深入的分析。

参考文献

- 祝腾蛟,田耘,周方. 骨质疏松性椎体压缩骨折微创治疗的现状和进展. 中国微创外科杂志, 2015, 15(12): 1121-1124.
- 李玉伟,崔红领,王海蛟,等. 应用可弯曲骨水泥注入器单侧穿刺行经皮椎体成形术的可行性及疗效. 中华放射学杂志, 2017, 51(4): 293-298.
- 熊森,毛克亚,韩振川,等. 弯角输送装置在体位椎体成形实验中的效果观察. 解放军医学院学报, 2016, 37(7): 769-772, 778.
- 周权发,刘宏建,寇红伟,等. 弯角椎体成形装置的早期疗效评估及对骨水泥分布的影响. 中国矫形外科杂志, 2017, 25(10): 892-897.
- 黎双庆,杨波,杨逸禧,等. 经皮穿刺椎体成形术治疗骨质疏松性严重椎体压缩性骨折. 中国微创外科杂志, 2015, 15(9): 818-821.
- Kim JH, Yoo SH, Kim JH. Long-term follow-up of percutaneous vertebroplasty in osteoporotic compression fracture: minimum of 5 years follow-up. Asian Spine J 2012, 6(1): 6-14.
- Furtado N, Oakland RJ, Wilcox RK, et al. A biomechanical investigation of vertebroplasty in osteoporotic compression fractures and in prophylactic vertebral reinforcement. Spine (Phila Pa 1976) 2007, 32(17): 480-487.
- Yang EZ, Xu JG, Huang GZ, et al. Percutaneous vertebroplasty versus conservative treatment in aged patients with acute osteoporotic vertebral compression fractures: a prospective randomized controlled clinical study. Spine 2016, 41(8): 653-660.
- Kaufmann TJ, Trout AT, Kallmes DF. The effects of cement volume on clinical outcomes of percutaneous vertebroplasty. AJNR Am J Neuroradiol 2006, 27(9): 1933-1937.
- Belkoff SM, Mathis JM, Fenton DC, et al. An ex vivo biomechanical evaluation of an inflatable bonetamp used in the treatment of compression fracture. Spine 2001, 26(14): 151-156.
- Liang D, Ye LQ, Jiang XB, et al. Biomechanical effects of cement distribution in the fractured area on osteoporotic vertebral compression fractures: a three-dimensional finite element analysis. J Surg Res 2015, 195(1): 246-256.
- Liebschner MAK, Rosenberg WS, Keaveny TM. Effects of bone cement volume and distribution on vertebral stiffness after vertebroplasty. Spine 2001, 26(14): 1547-1554.
- 熊森,毛克亚,韩振川,等. 应用弯角椎体成形装置修复胸腰段骨质疏松性椎体压缩骨折. 中国组织工程研究, 2016, 20(17): 2496-2502.
- Kalevski S, Haritonov D, Peev N, et al. Surgical complications and unwanted events in the modern percutaneous vertebroplasty treatment. Scripta Medica 2016, 48(3): 47-55.
- Park JH, Kim HS, Kim SW. Cement leakage into adjacent vertebral body following percutaneous vertebroplasty. Korean J Spine, 2016, 13(2): 74-76.
- 黄晓楠. 骨质疏松性椎体压缩骨折治疗: 注入高黏度与低黏度骨水泥的对比. 中国组织工程研究, 2014, 18(16): 2461-2467.
- Hong SJ, Lee S, Yoon JS, et al. Analysis of intradiscal cement leakage during percutaneous vertebroplasty: multivariate study of risk factors emphasizing preoperative MR findings. J Neuroradiol, 2014, 41(3): 195-201.
- Zhu SY, Zhong ZM, Wu Q, et al. Risk factors for bone cement leakage in percutaneous vertebroplasty: a retrospective study of four hundred and eighty five patients. Int Orthop 2016, 40(6): 1205-1210.

(收稿日期: 2019-07-11)

(修回日期: 2020-03-07)

(责任编辑: 李贺琼)