

· 临床研究 ·

骨水泥分布与经皮椎体成形术后腰背部残余痛的临床观察

于东方,王祥善,寇德鹏,曹顺海
(郑州市骨科医院,河南 郑州 450052)

【摘要】 目的:探讨骨水泥分布对经皮椎体成形术(percutaneous vertebra plasty, PVP)术后腰背部残余痛的影响。方法:选取 2017 年 1 月至 2020 年 12 月 65 例因骨质疏松症导致的椎体压缩骨折,根据术后胸腰椎正位 X 线片显示的骨水泥分布情况分为两组:骨水泥未超过椎体中线,骨水泥分布偏一侧组(偏一侧组)20 例,男 9 例,女 11 例;年龄 60~84(70.3±7.4)岁。骨水泥超过椎体中线并达对侧椎弓根内缘(双侧组)45 例,男 10 例,女 35 例;年龄 60~86(70.7±8.0)岁。两组患者均行 PVP 术,单侧椎弓根入路穿刺,术中透视监视下注入骨水泥,骨水泥注入量 1.5~6 ml。观察比较两组患者骨水泥注入量,术前及术后 1 d、1 个月、3 个月的疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)。结果:偏一侧组骨水泥注入量为(4.25±0.99) ml,双侧组为(4.07±1.18) ml,两组差异无统计学意义($P>0.05$)。两组术后疼痛 VAS 均较术前缓解($P<0.05$),偏一侧组术后 1 d、1 个月、3 个月 VAS 分别为(3.90±1.37)、(2.35±0.67)、(1.55±0.51)分,均高于双侧组(2.67±0.60)、(1.62±0.58)、(1.31±0.47)分($P<0.05$)。偏一侧组 9 例存在残余腰背痛,经对侧椎弓根穿刺,注入骨水泥后症状缓解。结论:骨水泥的分布是影响 PVP 术后腰背部残余痛的一个重要因素,临床手术中,要尽量使骨水泥分布过椎体中线,达到双侧分布均匀。

【关键词】 椎体压缩骨折; 经皮椎体成形术; 骨水泥分布

中图分类号:R681.5

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.20240333

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Study on the effect of the distribution of bone cement of residual back pain after percutaneous vertebra plasty**

YU Dong-fang, WANG Xiang-shan, KOU De-peng, CAO Shun-hai (Zhengzhou Orthopaedics Hospital, Zhengzhou 450052, Henan, China)

ABSTRACT **Objective** To investigate the effect of bone cement distribution on efficacy of residual back pain after percutaneous vertebra plasty (PVP). **Methods** From January 2017 to December 2020, a total of 65 cases with single segment osteoporotic thoracolumbar vertebral fractures underwent parallel vertebroplasty surgery. On the basis of the postoperative X-ray films of bone cement distribution were divided into two groups. The bone cement was biased to the lateral side of the vertebral body (partial group, 20 cases), there were 9 males and 11 females with an average age of (70.3±7.4) years old ranging from 60 to 84 years old. The bone cement was over the vertebral midline, and completely filled with contralateral vertebral body (bilateral group, 45 cases), there were 10 males and 35 females with an average age of (70.7±8.0) years old ranging from 60 to 86 years old. All of them underwent PVP surgery, bone cement was injected into the vertebral body through paitail transpedicular approach. The amount of bone cement injection, the visual analogue scale (VAS) of preoperation and 1 day, 1 month, 3 months after surgery between two groups were observed and compared. **Results** The amount of cement injection was (4.25±0.99) ml in the partial group, and (4.07±1.18) ml in the bilateral group, there was no significant difference between two groups ($P>0.05$). Postoperative pain was relieved than preoperative pain ($P<0.05$), the VAS of 1 day, 1 and 3 months after operation (3.90±1.37), (2.35±0.67) and (1.55±0.51) in the partial group were higher than (2.67±0.60), (1.62±0.58) and (1.31±0.47) in the bilateral group ($P<0.05$). There were 9 cases in partial group, the pain was not relieved due to unfilled cement until the contralateral bone was injected into the bone cement. **Conclusion** The distribution of bone cement is one of the main factors affecting residual back pain after PVP, and in the clinical, we should make sure the distribution of bone cement over the midline of vertebral body.

KEYWORDS Vertebral compression fractures; Percutaneous vertebra plasty; Bone cement distribution

通讯作者:王祥善 E-mail:13838076078@163.com

Corresponding author: WANG Xiang-shan E-mail:13838076078@163.com

经皮椎体成形术(percutaneous vertebra plasty, PVP)是微创治疗胸腰椎压缩骨折的一种有效方法,术后能明显缓解疼痛。相对双侧入路,单侧入路因其

手术时间短、辐射少、创伤小、并发症少^[1-2],而更受临床医生欢迎。但单侧入路也存在骨水泥分布不均匀(偏一侧未达中线或仅到中线)的问题,且笔者观察到这类患者术后多存在残余腰背痛,甚至疼痛不缓解的情况,猜测可能与骨水泥在椎体的分布偏一侧有关。通过回顾分析行 PVP 术患者的资料,并通过综合对比分析,将结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准:(1)无外伤或轻微外伤出现胸背痛及翻身痛,胸椎或腰椎棘突明显压痛、叩痛。(2)所有患者入院后经 X 线片、CT 显示椎体有压缩,MRI 检查确诊为新鲜椎体压缩骨折者。(3)DXA 检测的骨密度 T 值 ≤ -2.5, 诊断为骨质疏松或严重骨质疏松。(4)由同一治疗组医生完成手术治疗。

排除标准:(1)高能量损伤导致的胸腰椎爆裂性骨折的患者。(2)合并骨折块移位椎管狭窄、脊髓及马尾神经根损伤的患者。(3)骨密度显示骨量正常或低骨量的患者。(4)具有凝血异常、精神病史、肝肾功能障碍等不能耐受手术的患者。(5)转移瘤或其他病理性骨折的患者。

1.2 一般资料与分组

选取 2017 年 1 月至 2020 年 12 月 65 例因骨质疏松症导致的椎体压缩骨折患者,根据术后胸腰椎正位 X 线片显示的骨水泥分布情况分为两组:骨水泥未超过椎体中线(偏一侧组)20 例,男 9 例,女 11 例,年龄 60~84(70.3±7.4)岁;手术椎体,T₁₁ 2 例,T₁₂ 4 例,L₁ 5 例,L₂ 4 例,L₃ 2 例,L₄ 2 例,其他椎体 1 例。骨水泥超过椎体中线并达对侧椎弓根内缘组(双侧组)45 例,男 10 例,女 35 例,年龄 60~86(70.7±8.0)岁;手术椎体,T₁₁ 4 例,T₁₂ 8 例,L₁ 16 例,L₂ 7 例,L₃ 2 例,L₄ 1 例,其他椎体 7 例。所有患者主要症状为胸腰背部疼痛、活动受限,无下肢神经症状,且入院检查骨密度显示均为骨质疏松或严重骨质疏松。两组患者年龄、性别、骨折部位差异无统计学意义(P>0.05)。见表 1。

1.3 治疗方法

患者俯卧位,胸背及下肢垫高,使胸腹部悬空,透视定位伤椎后,先轻轻按压伤椎,行手法复位部分压缩骨折。常规铺巾,局部麻醉,单侧椎弓根穿刺,穿刺点为正位伤椎椎弓根外缘 9 点或 3 点,穿刺针达到椎管根内缘后。透视侧位,可见穿刺针达椎体后缘,继续进针,达椎体前 1/3 处。再次透视正位确诊穿刺针尖在椎体中线或刚过椎体中线,拔出穿刺针芯,置入骨水泥推杆,将处于“拉丝期”的骨水泥注入椎体,全程透视监测整个操作,防止骨水泥渗漏。结束时,先旋转穿刺针,再拔出,防止骨水泥拖尾。无须缝合切口,无菌敷料包扎,监测患者生命体征平稳后送回病房。

1.4 术后处理

术后卧床 6 h 可佩戴腰围适度下床活动,继续抗骨质疏松治疗,口服碳酸钙 D3 片,每次 600 mg,每日 1 次;α-骨化醇胶囊,每粒 0.25 μg,每日 1~2 次。静脉使用唑来膦酸注射液 100 ml,每年 1 次,连续 3~5 年,也可以肌注或皮下注射鲑鱼降钙素每次 50 IU,每日 1 次,连续使用 1 个月。

1.5 观察项目与方法

观察记录伤椎椎体注入骨水泥量及术后骨水泥渗漏情况。采用视觉模拟评分(visual analog scale, VAS)评价疼痛程度。

1.6 统计学处理

采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析,VSA、骨水泥注入量等定量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用成组设计定量资料 t 检验,术前后比较采用配对设计定量资料 t 检验;定性资料比较采用 χ^2 检验。以 P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

65 例患者伤椎椎体注入骨水泥 1.5~6 ml,偏一侧组(4.25±0.99) ml,双侧组(4.07±1.18) ml,两组比较差异无统计学意义(t=0.569,P=0.571)。

两组患者术后腰背部疼痛均较术前缓解,差异有统计学意义(P<0.05),术后 1 d、1 个月偏一侧组

表 1 两组骨质疏松症导致椎体压缩骨折患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between two groups of patients with osteoporosis causing compression fractures of vertebral body

组别	例数	性别/例		年龄($\bar{x} \pm s$)/岁	手术椎体/例						
		男	女		T ₁₁	T ₁₂	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	其他
偏一侧组	20	9	11	70.3±7.4	2	4	5	4	2	2	1
双侧组	45	10	35	70.7±8.0	4	8	16	7	2	1	7
检验值		$\chi^2=3.473$		t=0.195	$\chi^2=3.945$						
P 值		0.062		0.846	0.684						

VAS 较双侧组偏高 ($P<0.05$), 术后 3 个月两组 VAS 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 见表 2。双侧组术后 1 例效果欠佳, 口服非甾体类药物后症状缓解; 偏一侧组术后 9 例腰背痛缓解欠佳, 口服消炎止痛药物不能缓解, 术后均复查 X 线片显示骨水泥偏一侧, 均经对侧椎弓根穿刺, 再次注入骨水泥后症状明显减轻。

偏一侧组骨水泥渗漏 3 例, 其中向椎体上方渗漏 2 例, 下方渗漏 1 例; 双侧组骨水泥渗漏 11 例, 其中向椎体上方渗漏 4 例, 椎体下方渗漏 3 例, 椎体前方渗漏 2 例, 血管内渗漏 2 例。未出现其他手术并发症。典型病例影像图片见图 1。

3 讨论

PVP 手术治疗老年性骨质疏松性压缩骨折, 能

起到术后即刻缓解疼痛的效果。原因在于骨水泥注入伤椎后, 在液体状态时能沿骨折部位弥散, 起粘合作用, 使骨折得到稳定, 凝固后又能增加椎体的强度, 使椎体能够承受轴向的应力而不进一步压缩变形。同时, 骨水泥能在骨折部位产生热效应, 高温破坏了骨折部位的痛觉神经末梢, 从而达到很好的止痛效果。有学者报道^[3]PVP 术后疼痛缓解率高达 78%~95%, 但仍有许多 PVP 术后有不同程度的残余腰背痛, 其发生率为 1.8%~15.6%, 经多因素 Logistic 回归分析, 骨水泥扩散体积率 <0.2 与 PVP 术后残余腰背痛呈正相关, 是一个独立危险因素。骨水泥扩散率即骨水泥注射体积与椎体体积的比值, 当注入骨水泥量一定时, 其弥散效果越好, 体积越大, 骨水泥

表 2 两组骨质疏松症椎体压缩骨折患者术前后 VAS 比较

Tab.2 Comparison of the VAS of lumbar and back pain before and after operation between two groups of patients with osteoporosis causing compression fractures of vertebral body

组别	例数	VAS($\bar{x}\pm s$)/分				F 值	P 值
		术前	术后 1 d	术后 1 个月	术后 3 个月		
偏一侧组	20	6.65±0.93	3.90±1.37	2.35±0.67	1.55±0.51	116.621	0.000
双侧组	45	6.97±0.99	2.67±0.60	1.62±0.58	1.31±0.47	653.698	0.000
t 值		-1.225	3.854	4.464	1.851		
P 值		0.225	0.001	0.000	0.069		

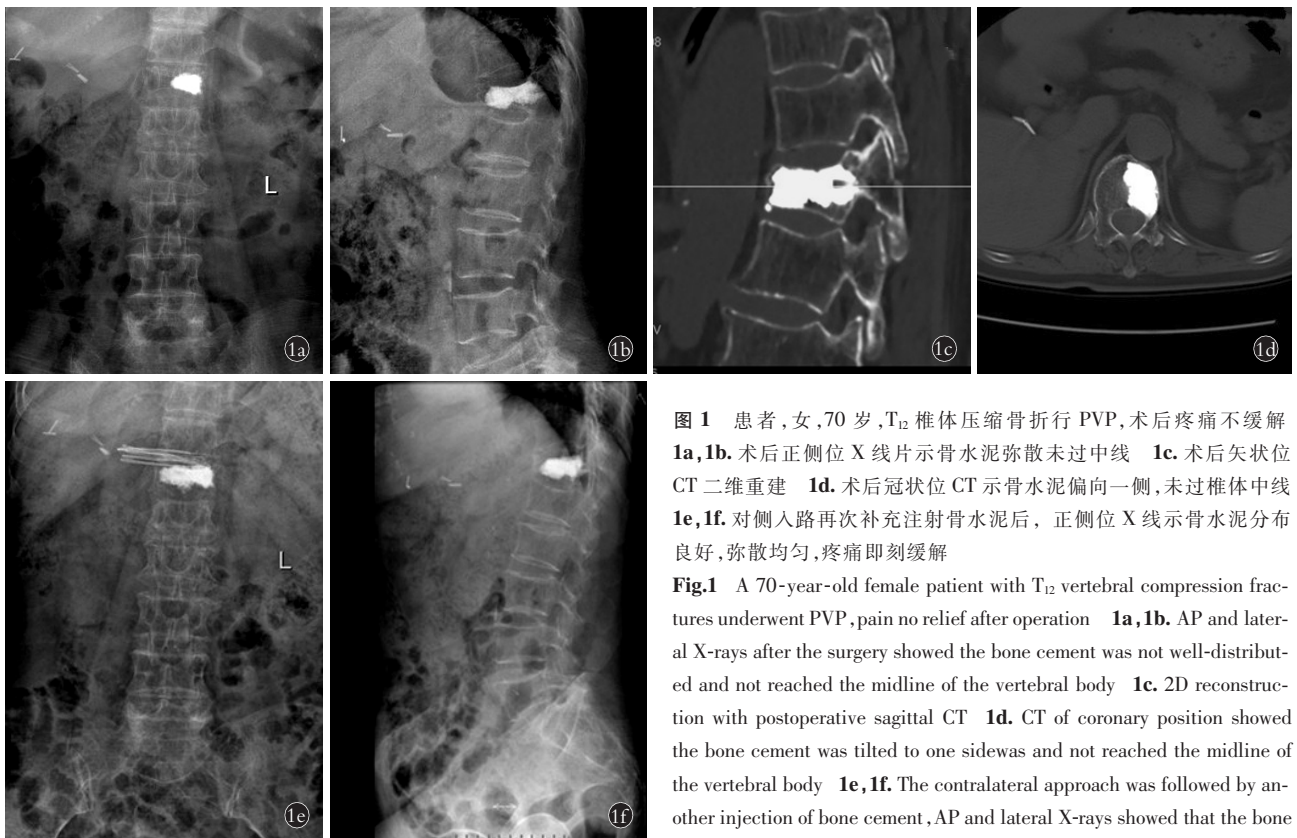


图 1 患者, 女, 70 岁, T₁₂ 椎体压缩骨折行 PVP, 术后疼痛不缓解 1a, 1b. 术后正侧位 X 线片示骨水泥弥散未过中线 1c. 术后矢状位 CT 二维重建 1d. 术后冠状位 CT 示骨水泥偏向一侧, 未过椎体中线 1e, 1f. 对侧入路再次补充注射骨水泥后, 正侧位 X 线示骨水泥分布良好, 弥散均匀, 疼痛即刻缓解

Fig.1 A 70-year-old female patient with T₁₂ vertebral compression fractures underwent PVP, pain no relief after operation 1a, 1b. AP and lateral X-rays after the surgery showed the bone cement was not well-distributed and not reached the midline of the vertebral body 1c. 2D reconstruction with postoperative sagittal CT 1d. CT of coronary position showed the bone cement was tilted to one sidewas and not reached the midline of the vertebral body 1e, 1f. The contralateral approach was followed by another injection of bone cement, the pain patient was relieved immediately

扩散体积率越大,术后缓解疼痛相对较好。也有研究认为^[4-5]在一定范围内,注入更大量的骨水泥能使患者获得更好的中短期止痛效果和影像学指标改善。谢华等^[6]将骨水泥分布状态分为双侧组、近中线组及偏一侧组,分析发现双侧组、近中线组可取得同样的临床效果,早期临床效果均较偏一侧好,但术后 3、6、12 个月复查时 3 组临床效果无明显差异,考虑 3 组后椎体微骨折已得到愈合恢复,故 3 组效果相似。本研究中,两组患者骨水泥注入量无差异,但偏一侧组骨水泥扩散体积小,术后 VAS 比双侧组高。术后 3 个月两组 VAS 差异无统计学意义,说明术后经过抗骨质疏松等一系列治疗后,椎体微骨折已得到恢复,椎体骨折相对稳定,疼痛减轻,两组患者均达到一个基本愈合状态,两组患者近期的效果有差异,远期效果相似。

尽管有文献报道^[7-9]骨水泥分布是否过中线与椎体强度、强化椎再骨折及术后效果无关,但目前观点并不统一。冯冠成等^[10]认为骨水泥分离组、骨水泥融合组两种骨水泥弥散分布方式均可获得满意的术后早期疗效,但骨水泥分离组术后 2 d 的 VAS 更低。吴艳刚等^[11]研究发现在椎体成形术治疗隐性骨质疏松性椎体骨折中,与团块状的骨水泥推注方式相比,海绵状的骨水泥分布方式能够减少骨水泥的用量,取得更好的临床效果。笔者理解骨水泥双侧分布时,骨水泥与椎体内骨小梁的接触面积大,灼伤的痛觉神经多,与骨小梁间的锚定作用强,因而对疼痛的缓解更为显著。而骨水泥在椎体内的偏一侧、不对称分布可导致椎体的载荷向穿刺对侧转移,造成对侧的椎体压缩变形,从而导致术后疼痛不能有效缓解。

CHEN 等^[12]指出椎体中只有骨水泥弥散范围达到对侧才能使椎体两侧达到生物力学的平衡。因此笔者建议行单侧穿刺时骨水泥的弥散范围必须过椎体中线,术中透视如果发现单侧注射骨水泥不过中线,建议立即采用双侧注射,以避免因骨水泥分布偏一侧而引起的疼痛不缓解。如何才能做到单侧穿刺就达到骨水泥对称性弥散的效果,笔者的经验有以下几点:(1)增大穿刺外展角度。增大外展角度势必会增大骨水泥渗漏和穿入椎管的风险。但单侧穿刺存在一定安全角度^[13],当穿刺角度超过安全角度时,才会增加损伤椎弓根内壁风险。廖旭昱等^[14]研究表明,椎体成形术穿刺针内倾角度将影响骨水泥分布情况。当穿刺角度为 15°~20°左右时骨水泥多呈中心分布,其余角度时骨水泥多呈偏心分布。另有文献表明^[15]当行单侧穿刺,胸椎(T₈-T₁₂)穿刺角度为 28°~33°、腰椎(L₁-L₅)穿刺角度 28°~35°时,椎体内骨水泥分布达到双侧穿刺效果。另外笔者的个人经验就是

必须达到“两缘两线”,两缘即术中透视,正位上穿刺针尖达椎弓根投影内缘时;透视侧位,穿刺针尖必须到达椎体后缘或过后缘。两线即侧位上穿刺针尖达椎体前 2/3 线时,透视正位,穿刺针尖必须到达椎体中线或过中线。这样既保证了穿刺安全,也能达到骨水泥双侧充盈,基本不需要双侧穿刺。(2)合适的骨水泥黏度及推注速度。文毅等^[16]通过不同凝固状态的骨水泥注射到骨质疏松椎体压缩骨折绵羊椎体模型的实验中发现,选择黏稠拉丝期注射骨水泥,既能增强椎体的强度和刚度,也能减少骨水泥渗漏的风险。所以在骨水泥处于黏丝期时,骨水泥黏度相对较好,弥散程度较好,故应在该期行骨水泥注射。另外推注速度过快,注射压力大,骨水泥流动速率加快,向针尖周围扩散的压力增大,使骨水泥快速向椎体内低压力区流动,导致发生骨水泥偏向一侧分布的概率增大;而推注速度过慢,骨水泥黏度随时间而逐渐增大,高黏度骨水泥弥散能力差,易浓聚在穿刺针周围,骨水泥呈团块样。所以选择一个相对缓慢的速率将更容易达到骨水泥在椎体内的均衡弥散。(3)良好的术中透视技术。术中采用 G 形臂 X 线机实时透视监测,较 C 形臂 X 线机更节约时间,能更加方便地判断和控制骨水泥的分布。(4)新型手术器械的应用。张大鹏等^[17]认为,排除其他因素后,骨水泥分布不均匀应作为椎体再骨折的主要因素来分析,采用弯角椎体成形技术能“多次”“多点”注射骨水泥,可用相对少量的骨水泥获得更好的骨水泥分布效果。

综上所述,骨水泥的分布是影响 PVP 术后腰背部残余痛的一个重要因素,临床手术中,要尽量使骨水泥分布过椎体中线,达到双侧分布均匀,从而达到更好的临床止痛效果。

参考文献

[1] YAN L,JIANG R Q,HE B R,et al. A comparison between unilateral transverse process-pedicle and bilateral puncture techniques in percutaneous kyphoplasty[J]. Spine,2014,39(26 Spec No.):B19-B26.

[2] AHNS,JAY B. Vertebroplasty[J]. Semin Intervent Radiol,2013,30(3):297-306.

[3] WANG Z W,WANG G Y,LIU D K,et al. Risk factors for residual back pain after PVP treatment for osteoporotic thoracolumbar compression fractures:a retrospective cohort study[J]. World Neurosurg,2023,180:e484-e493.

[4] 王梦然,傅智铁,王惠东,等. 不同骨水泥剂量经皮椎体成形术治疗骨质疏松性胸腰椎压缩性骨折[J]. 脊柱外科杂志,2020,6(4):217-221,236.

WANG M R,FU Z Y,WANG H D,et al. Percutaneous vertebroplasty with different doses of bone cement for osteoporotic thoracolumbar vertebral compression fractures[J]. J Spinal Surg,2020,6(4):217-221,236. Chinese.

[5] 王亮,徐美玲,韩霖,等. 经皮椎体成形术中注入不同剂量骨水

- 泥治疗老年骨质疏松性单椎体压缩性骨折[J]. 脊柱外科杂志, 2020, 18(5):289-292, 314.
- WANG L, XU M L, HAN L, et al. Percutaneous vertebroplasty with different doses of bone cement for single segment osteoporotic vertebral compression fractures in elderly[J]. J Spinal Surg, 2020, 18(5):289-292, 314. Chinese.
- [6] 谢华, 李继春, 何劲, 等. 骨水泥分布对椎体成形手术后疗效影响的研究[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(22):1400-1406.
- XIE H, LI J C, HE J, et al. Study on the effect of the distribution of bone cement on the efficacy of vertebroplasty[J]. Chin J Orthop, 2017, 37(22):1400-1406. Chinese.
- [7] FRANC J, LEHMANN P, SALIOU G, et al. Vertebroplasty: 10 years clinical and radiological follow-up[J]. J Neuroradiol, 2010, 37(4):211-219.
- [8] 陈柏龄, 谢登辉, 黎艺强, 等. 单侧 PKP 骨水泥注射过中线分布对压缩性骨折椎体两侧刚度的影响[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2011, 21(2):118-121.
- CHEN B L, XIE D H, LI Y Q, et al. Effects of cross-midline cement distribution on the stiffness of varied sites in compressive fractured vertebrae after unipedicular PKP: a biomechanical study[J]. Chin J Spine Spinal Cord, 2011, 21(2):118-121. Chinese.
- [9] 张勇, 刘敏, 李键, 等. 单侧穿刺椎体成形术中骨水泥不同弥散范围对疗效的影响[J]. 临床骨科杂志, 2016, 19(4):437-440.
- ZHANG Y, LIU M, LI J, et al. Effect of cement distribution in unilateral approach vertebroplasty[J]. J Clin Orthop, 2016, 19(4):437-440. Chinese.
- [10] 冯冠成, 方剑明, 吕浩然, 等. 骨水泥弥散分布方式如何影响经皮椎体成形后的早期疗效[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(22):3450-3457.
- FENG G C, FANG J M, LYU H R, et al. How does bone cement dispersion affect the early outcome of percutaneous vertebroplasty[J]. Chin J Tissue Eng Res, 2021, 25(22):3450-3457. Chinese.
- [11] 吴艳刚, 崔岩, 申海波, 等. 椎体成形术治疗隐性骨质疏松性椎体骨折中不同骨水泥分布的临床疗效比较[J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2020, 6(2):74-79.
- WU Y G, CUI Y, SHEN H B, et al. Clinical efficacy of vertebroplasty in the treatment of occult osteoporotic vertebral fracture with different cement distribution[J]. Chin J Geriatr Orthop Rehabil Electron Ed, 2020, 6(2):74-79. Chinese.
- [12] CHEN B L, LI Y Q, XIE D H, et al. Comparison of unipedicular and bipedicular kyphoplasty on the stiffness and biomechanical balance of compression fractured vertebrae[J]. Eur Spine J, 2011, 20(8):1272-1280.
- [13] 杨增敏, 佟兴业, 王睿, 等. 单侧经皮椎体后凸成形术进针角度的测量与应用[J]. 临床骨科杂志, 2013, 16(4):370-373, 376.
- YANG Z M, TONG X Y, WANG R, et al. Measurement and applied research of the puncture angle in unilateral puncture in percutaneous kyphoplasty[J]. J Clin Orthop, 2013, 16(4):370-373, 376. Chinese.
- [14] 廖旭昱, 周雷杰, 马维虎, 等. 经皮椎体后凸成形术中单侧经椎弓根穿刺角度与骨水泥分布情况的关系[J]. 临床骨科杂志, 2012, 15(3):241-244.
- LIAO X Y, ZHOU L J, MA W H, et al. Percutaneous kyphoplasty: observations between unipedicular puncturing angle and bone cement distribution[J]. J Clin Orthop, 2012, 15(3):241-244. Chinese.
- [15] 王想福, 范有福, 石瑞芳, 等. 单侧穿刺椎体后凸成形术骨水泥分布与穿刺角度的关系[J]. 中国骨伤, 2015, 28(8):704-707.
- WANG X F, FAN Y F, SHI R F, et al. The relationship between angle of puncture and distribution of bone cement of unilateral percutaneous kyphoplasty for the treatment of thoracolumbar compression fractures[J]. China J Orthop Traumatol, 2015, 28(8):704-707. Chinese.
- [16] 文毅, 苏峰, 石盛生, 等. 椎体后凸成形术中灌注不同凝固状态骨水泥对骨质疏松性椎体压缩性骨折绵羊椎体生物力学的影响[J]. 脊柱外科杂志, 2021, 19(5):327-331, 340.
- WEN Y, SU F, SHI S S, et al. Biomechanical effects of different coagulated bone cements on osteoporotic vertebral compression fractures during kyphoplasty in sheep[J]. J Spinal Surg, 2021, 19(5):327-331, 340. Chinese.
- [17] 张大鹏, 毛克亚, 强晓军, 等. 弯角经皮椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折术后的骨水泥分布[J]. 脊柱外科杂志, 2022, 8(2):121-124.
- ZHANG D P, MAO K Y, QIANG X J, et al. Distribution of bone cement after percutaneous curved vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. J Spinal Surg, 2022, 8(2):121-124. Chinese.

(收稿日期:2024-07-08 本文编辑:王玉蔓)