

· 临床研究 ·

体外充气复位法结合骨填充网袋植入术在无脊髓损伤胸腰椎骨质疏松性爆裂骨折临床应用研究

周成洪¹, 龙亨国¹, 谭军², 虞杰¹

(1.舟山市中医院,浙江 舟山 316000; 2. 同济大学附属上海东方医院,上海 200000)

【摘要】目的: 比较充气复位法结合骨填充网袋植入术与充气复位法结合椎体后凸成形术治疗无脊髓损伤胸腰椎爆裂性骨折的临床疗效。**方法:** 对 2014 年 1 月至 2017 年 1 月收治的 160 例无脊髓损伤胸腰椎骨质疏松性爆裂骨折患者的临床资料进行回顾性分析,男 66 例,女 94 例;年龄 72~84 岁,平均 76.4 岁。根据不同手术方式将所有病例分为两组,其中体外复位结合骨填充网袋植入术(治疗组)80 例,体外复位结合椎体后凸成形术(对照组)80 例。比较两组患者术中骨水泥渗漏率;术前与术后 6 个月对 X 线进行伤椎高度测量,评估伤椎高度丢失恢复情况;术前与术后 2 周、术后 6 个月、术后 1 年对腰背部疼痛和自身功能障碍进行随访时分别采用 VAS 评分和 ODI 评分。**结果:** 治疗组术中发生骨水泥渗漏 3 例,渗漏率为 3.75%(3/80);对照组骨水泥渗漏 14 例,渗漏率为 17.5%,两组比较差异有统计学意义($P<0.05$)。所有患者获得随访,时间 13~24 个月,平均 14.6 个月。其中术后感染 2 例,均为浅表感染,经过使用口服抗生素及门诊换药后,感染均得以控制。术后 6 个月随访时,X 线测量伤椎高度评分,治疗组高度恢复(5.12±1.31)%,对照组(14.11±1.17)%,两组比较差异有统计学意义($P<0.05$);术后 1 年随访时,ODI 评分治疗组 4.03±1.62,对照组 10.03±1.54,两组比较差异有统计学意义($P<0.05$);VAS 评分治疗组 1.03±0.62,对照组 2.67±0.55,两组比较差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论:** 体外充气复位法结合骨填充网袋植入术在治疗胸腰椎骨质疏松性爆裂骨折可明显降低术中骨水泥渗漏发生、有效提高伤椎高度复位、缓解腰背部疼痛,改善腰背部功能;但由于骨填充网袋价格昂贵,影响其临床普及推广。

【关键词】 胸腰椎骨折; 骨质疏松; 骨填充网袋; 渗漏率

中图分类号:R683.2

DOI:10.3969/j.issn.1003-0034.2019.07.004

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Clinical application of extracorporeal pneumatic reduction combined with bone-filled mesh bag implantation for the treatment of thoracolumbar osteoporotic burst fracture without spinal cord injury ZHOU Cheng-hong*, LONG Heng-guo, TAN Jun, and YU Jie. *Zhoushan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Zhoushan 316000, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To compare the clinical efficacy of pneumatic reduction combined with bone-filled mesh bag implantation and pneumatic reduction combined with kyphoplasty in the treatment of thoracolumbar burst fracture without spinal cord injury. **Methods:** The clinical data of 160 patients with thoracolumbar osteoporotic burst fracture without spinal cord injury treated from January 2014 to July 2017 were retrospectively analyzed. There were 66 males and 94 females, aged from 72 to 84 years old with an average of 76.4 years old. The patients were divided into two groups according to different surgical methods, including 80 cases of pneumatic reduction combined with bone-filled mesh bag implantation (treatment group) and 80 cases of pneumatic reduction combined with kyphoplasty (control group). The intraoperative bone cement leakage rate was compared between two groups. The height of the injured vertebrae was measured by X-rays preoperatively and 6-month postoperatively in order to assess height loss of injured vertebrae. VAS score and ODI score were used for follow-up to assess lumbar back pain and autonomic dysfunction before surgery and 2 weeks, 6 months, 1 year after surgery. **Results:** In treatment group, 3 cases occurred bone cement leakage during operation and leakage rate was 3.75% (3/80); In control group, 14 cases had cement leakage with leakage rate of 17.5%; The difference between two groups was statistically significant ($P<0.05$). All patients were followed up for 13 to 24 months with an average of 14.6 months. Among them, 2 cases occurred postoperative infections which were superficial infections. After oral antibiotics and outpatient treatment infections were controlled. At 6 months after surgery, the height of the injured vertebra was measured by X-ray. Treatment group recovered (5.12±1.31) % and control group

基金项目:舟山市卫生科技计划项目(编号:2016B07)

Fund program:Zhoushan Health Technology Project(No.2016B07)

通讯作者:周成洪 E-mail:63109855@qq.com

Corresponding author:ZHOU Cheng-hong E-mail:63109855@qq.com

recovered (14.11±1.17) % . The difference between two groups was statistically significant (P<0.05). At 1 year after surgery, ODI score was 4.03±1.62 in treatment group and 10.03±1.54 in control group. The difference between two groups was statistically significant (P<0.05). VAS score was 1.03±0.62 in treatment group and 2.67±0.55 in control group. The difference between groups was statistically significant(P<0.05). **Conclusion:** Extracorporeal pneumatic reduction combined with bone-filled mesh bag implantation technique can significantly reduce the occurrence of intraoperative cement leakage in the treatment of thoracolumbar osteoporotic burst fractures, effectively improve reposition of the injured vertebrae, relieve the pain and recover the function of lower back. However, high price of bone-filled mesh bags obstructs its clinical popularization.

KEYWORDS Thoracolumbar vertebra fracture; Osteoporosis; Bone filling mesh bag; Leakage rate

目前对胸腰椎骨质疏松性骨折的治疗临床上应用较为普遍的是经皮椎体后凸成形术,但对一些后壁破裂的爆裂性骨折,术中骨水泥的渗漏率仍然较高,要解决骨水泥渗漏的危险性仍然任重而道远^[1]。因此,找到一种能进一步降低骨水泥渗漏的办法成为所有脊柱外科医生共同努力的目标。近年来临床上盛行的骨网袋填充椎体后凸成形术则能很好地防止骨水泥的外漏。笔者自 2014 年 1 月至 2017 年 1 月将体外充气复位法结合骨填充网袋植入技术运用于治疗无脊髓损伤胸腰椎爆裂性骨折中,近期疗效满意,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

1.1.1 入选标准 年龄≥70 岁;骨折的椎体为 T₁₁-L₂ 中的一节;胸腰椎 CT 检查示伤椎后缘破裂,侵入椎管碎骨块占位为超过 30%;胸腰椎 MRI 检查示骨折椎体在 T1 象为低信号,在 T2 象为高信号;骨折椎体局部压痛及叩击痛阳性,棘旁肌可伴有压痛;双能骨密度检查 T 值≤-2.5。

1.1.2 排除标准 严重心功能不全者;病理性椎体骨折,肿瘤等原因导致者;具有脊髓压迫及神经损伤症状者。

1.2 临床资料

1.2.1 一般资料 本组 160 例患者均为胸腰椎骨质疏松性爆裂骨折,无合并脊髓神经损伤。所有病例为新鲜骨折,外伤至入院时间为 0.5~6 d,平均 1.3 d。160 例中男 66 例,女 94 例;年龄 72~84 岁,平均 76.4 岁;病变节段 T₁₁ 17 例,T₁₂ 41 例,L₁ 68 例,L₂ 34 例;骨密度值-3.15~-3.65 g/cm³,平均-3.23 g/cm³;

术前高度丢失率为 36.24%~40.46%,平均 37.23%;所有患者为行走跌倒致伤。

1.2.2 分组方法 根据不同的手术方式将患者分成两组,其中充气复位法结合骨填充网袋植入组(治疗组)80 例,外伤至入院时间 0.6~5.6 d;男 32 例,女 48 例,年龄 74~82 岁;病变节段 T₁₁ 8 例,T₁₂ 22 例,L₁ 33 例,L₂ 17 例;骨密度值-3.20~-3.55 g/cm³;术前伤椎高度丢失率 36.05%~39.66%。充气复位法结合椎体后凸成形组(对照组)80 例,外伤至入院时间 0.4~6.5 d;男 34 例,女 46 例,年龄 71~85 岁;病变节段 T₁₁ 9 例,T₁₂ 19 例,L₁ 35 例,L₂ 17 例;骨密度值-3.15~-3.75 g/cm³;术前伤椎高度丢失率 35.65%~41.40%。两组患者在性别、年龄、病变节段、骨密度值、术前椎体前缘高度丢失率、病程方面差异均无统计学意义(见表 1)。

1.3 治疗方法

1.3.1 复位方法 入院后完善常规 X 线、三维 CT、MRI 及骨密度检查后,专人送入复位室,平卧脊柱专用牵引床,将自制三角充气复位气囊腰垫枕于腰背部,其气囊的弧顶部位至于受伤椎体后棘突中央,并逐渐向气囊内充气,使气囊弧顶的初始高度在 10 cm 左右,维持该高度 1 h 左右后,逐渐增加气囊弧顶高度达到 15 cm 左右。同时进行骨盆牵引,牵引重量根据患者的年龄及体质情况,由 10 kg 逐渐增加到 15 kg,并维持 1 h 左右;在牵引的同时,根据床边 C 形臂 X 线连续透视观察椎体前缘高度恢复情况,决定终止复位时间。所有病例需在入院 24~48 h 完成上述体位牵引复位。

1.3.2 手术方法 患者取俯卧位,在腋前部和髂前

表 1 两组胸腰椎骨质疏松性爆裂骨折患者术前基本资料比较

Tab.1 Comparison of preoperative data of patients with thoracolumbar osteoporotic fracture between two groups

组别	例数	性别(例)		年龄 (x±s,岁)	病程 (x±s,d)	病变节段(例)				骨密度值 (x±s,g/cm ³)	术前高度丢失率 (x±s,%)
		男	女			T ₁₁	T ₁₂	L ₁	L ₂		
治疗组	80	32	48	77.20±4.47	3.03±2.53	8	22	33	17	-3.36±0.26	38.86±2.31
对照组	80	34	46	78.33±4.52	3.11±2.16	9	19	35	17	-3.33±0.24	38.56±2.21
检验值		χ ² =0.000		t=2.048	t=1.048	χ ² =0.089 5				t=0.126	t=1.063
P 值		0.833		0.235	0.404	0.947				0.531	0.832

上棘部分别加垫软垫,悬空腹部。在 C 形臂 X 线透视定位伤椎及椎弓根进针点。常规消毒、铺单,局部浸润麻醉后,建立工作通道,侧位透视工作套管正好在伤椎的后 1/3 处时拔出针芯。

对照组:拔出针芯后,经穿刺套管引入骨钻建立工作通道,深度大约 2 cm,置入球囊,然后应用压力泵扩张球囊复位椎体,压力控制在 100~200 Pa。撤出球囊后,将已预先装满聚甲基丙烯酸甲酯骨水泥的专用推杆置入工作通道内,在其呈拉丝状推注骨水泥。推注骨水泥需在全程 C 形臂 X 线透视下进行,待骨水泥充满大部分椎体时停止灌注。根据不同节段椎体,每侧注入 2.5~3.0 ml。

治疗组:拔出针芯后,与对照组相同的步骤进行至椎体撑开后,向椎体内植入骨填充网袋,然后向骨填充网袋内注入骨水泥。根据不同节段椎体,每侧注入 3.0~4.5 ml。

1.3.3 术后处理 患者术后卧床 2~3 h 后佩戴硬性腰围即可逐步下床恢复基本生活功能。所有患者进行正规抗骨质疏松治疗半年后复查骨密度。

1.4 观察项目与方法

记录两组病例术中的骨水泥渗漏发生率。所有患者在术后 2 周、6 个月及 1 年需门诊随访,并在术后 6 个月时复查 X 线,评估伤椎高度恢复情况。随访期间观察患者术后并发症发生情况。每次随访时分别采用 VAS 评分标准^[2]和 ODI 评分标准^[3]评估腰背部疼痛和自身功能障碍恢复情况。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 13.0 软件进行统计学分析,术前及术后不同时期的 ODI、VAS 评分等定量资料用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,采用重复测量的方差分析对两组患者术后不同时期的 ODI、VAS 评分进行分析,组间比较采用独立样本 *t* 检验。术中骨水泥渗漏率、术后椎体前缘高度改变等计数资料采用 χ^2 检验进行比较。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

充气复位法结合骨填充网袋植入组(治疗组)术中骨水泥渗漏 3 例,充气复位法结合椎体后凸成形组(对照组)术中骨水泥渗漏 14 例,两组比较差异有统计学意义($P<0.05$)。

所有患者获得随访,时间 13~24 个月,平均 14.6 个月。其中术后感染 2 例,均为浅表感染,经过口服抗生素及门诊换药后,感染均得以控制。两组患者术后 2 周、6 个月、1 年的 ODI、VAS 评分比较差异有统计学意义($P<0.05$),见表 2,3。

术后 6 个月时复查 X 线,观察椎体高度评分,治疗组高度恢复(5.12±1.31)%,对照组(14.11±1.17)%,

两组比较差异有统计学意义($P<0.05$),见表 4。

表 2 两组胸腰椎骨质疏松性爆裂骨折患者手术前后 ODI 评分比较($\bar{x}\pm s$,分)

Tab.2 Comparison of preoperative and postoperative ODI scores of patients with thoracolumbar osteoporotic burst fractures between two groups($\bar{x}\pm s$, score)

时间	治疗组(例数=80)	对照组(例数=80)	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
术前	41.23±2.34	41.23±2.34	1.154	0.05
术后 2 周	21.03±1.24*	29.03±1.24#	3.738	0.05
术后 6 个月	9.23±2.02**	16.73±1.67##	5.216	0.05
术后 1 年	4.03±1.62***	10.03±1.54###	7.179	0.05

注:与术前比较,**t*=3.180, $P<0.05$;***t*=2.738, $P<0.05$;****t*=2.936, $P<0.05$;#*t*=3.416, $P<0.05$;##*t*=4.639, $P<0.05$;###*t*=5.138, $P<0.05$

Note: Compared with preoperative data, **t*=3.180, $P<0.05$; ***t*=2.738, $P<0.05$; ****t*=2.936, $P<0.05$; #*t*=3.416, $P<0.05$; ##*t*=4.639, $P<0.05$; ###*t*=5.138, $P<0.05$

表 3 两组胸腰椎骨质疏松性爆裂骨折患者手术前后腰痛 VAS 评分($\bar{x}\pm s$,分)

Tab.3 Comparison of preoperative and postoperative VAS score of patients with thoracolumbar osteoporotic burst fracture between two groups($\bar{x}\pm s$, score)

时间	治疗组(例数=80)	对照组(例数=80)	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
术前	7.27±0.65	7.27±0.65	1.064	0.05
术后 2 周	2.67±0.75*	4.41±0.75#	3.738	0.05
术后 6 个月	1.67±0.45**	3.38±0.45##	3.216	0.05
术后 1 年	1.03±0.62***	2.67±0.55###	1.579	0.05

注:与术前比较,**t*=4.010, $P<0.05$;***t*=5.162, $P<0.05$;****t*=6.020, $P<0.05$;#*t*=2.231, $P<0.05$;##*t*=3.089, $P<0.05$;###*t*=4.893, $P<0.05$

Note: Compared with preoperative data, **t*=4.010, $P<0.05$; ***t*=5.162, $P<0.05$; ****t*=6.020, $P<0.05$; #*t*=2.231, $P<0.05$; ##*t*=3.089, $P<0.05$; ###*t*=4.893, $P<0.05$

表 4 两组胸腰椎骨质疏松性爆裂骨折患者手术前后椎体高度恢复比较评分($\bar{x}\pm s$,%)

Tab.4 Comparison of vertebral height recovery before and after operation between two groups of patients with thoracolumbar osteoporotic burst fracture($\bar{x}\pm s$, %)

组别	例数	术前	术后 6 个月
治疗组	80	38.86±2.31	5.12±1.31*
对照组	80	38.56±2.21	14.11±1.17**
<i>t</i> 值		0.534	3.461
<i>P</i> 值		0.621	0.001

注:与术前比较,**t*=24.600, $P<0.001$; ***t*=20.231, $P<0.001$

Note: Compared with preoperative data, **t*=24.600, $P<0.001$; ***t*=20.231, $P<0.001$

3 讨论

3.1 骨水泥渗漏的危害

随着椎体成形术的普及,骨水泥渗漏的危害性越来越得到骨科医生的重视^[4-5]。骨水泥可通过破损的骨皮质或终板向椎管内或者椎间盘内渗漏,可能会引起神经根损伤、脊髓压迫,甚至瘫痪的严重后果^[6-8]。通过椎旁静脉进入脉管系统,主要并发症是肺栓塞,可引起呼吸困难^[9];也可侵入心脏、肾脏等重要器官,继发严重并发症,甚至危及患者的生命。

3.2 骨填充网袋治疗胸腰椎爆裂性骨质疏松性骨折与椎体后凸成形术相比较的优势

胸腰椎椎体骨质疏松性压缩骨折的微创治疗技术迅速发展,这得益于临床骨科医生在前人努力的基础上勇于探索,开拓创新。但对于一些高龄且存在严重骨质疏松的爆裂性骨折患者,治疗方案一直比较棘手;由于高龄患者存在严重的骨质疏松,内固定手术后出现松动及滑脱等并发症严重影响治疗效果。而对于爆裂性骨折,椎体后壁破裂,甚至部分骨折块进入椎管占位。传统椎体后凸成形术仍存在较高的骨水泥渗漏风险^[10],主要是由于术中灌注骨水泥时无法控制骨水泥流动的方向,稀释后的骨水泥可根据椎体内部的压力大小流动,逐渐向压力低的方向弥散,特别是存在椎体后壁破裂的爆裂性骨折,由于椎体后壁骨折缝隙的存在,骨水泥渗漏往往发生在此处,而一旦出现渗漏将导致灾难性后果。而骨填充网袋是一种聚由对苯二甲酸乙二醇酯制成的网状囊袋,具有良好的生物相容性,可永久留置体内;其工作原理是被植入到预先由可膨胀球囊撑开形成的空腔内,随着骨水泥的不断灌注,囊袋逐渐扩展,当骨水泥完全填充网袋预设空间后,部分骨水泥穿透骨填充网袋表面的网孔,对椎体内的松质骨进行锚定^[11];其前疏后密的网孔大小设计,能保证大部分的骨水泥向椎体前缘弥散,避免过多的骨水泥弥散至椎体后缘,增加向椎管内渗漏的风险,造成严重的后果。在改善腰背部活动功能及缓解腰疼方面,治疗组和对照组组内,术后 2 周、6 个月、1 年的 ODI 评分和 VAS 评分分别与术前比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),说明两组均能改善患者的功能障碍及缓解腰部疼痛,提高患者的生活质量;但两组在术后改善程度上,治疗组明显高于对照组($P < 0.05$),说明有效的椎体高度恢复、脊柱后凸畸形的改善和脊柱生理力学的恢复,对改善腰背部功能及缓解疼痛起到至关重要的作用。

3.3 体外三步复位结合骨网袋复位的优点及注意事项

对于压缩骨折的复位,除去术前本院特色的气

囊加牵引复位外,骨折术中复位也非常关键。传统椎体后凸成形术中使用可膨胀球囊对伤椎丢失高度起到有限的复位作用,但当退出膨胀球囊后,伤椎高度存在再次丢失,对于一些前缘高度丢失较严重的患者,其术中复位效果并不理想^[12]。而使用骨填充网袋后,随着网袋内骨水泥量的逐渐增加,其原预设的囊袋容积逐渐膨胀,对伤椎椎板起到二次抬升作用,故有更好地恢复伤椎前缘高度的效果,避免回弹^[13]。对于一些高龄且骨质疏松较为严重的患者,进行体外复位的同时,建议不进行牵引,防止牵引重量应用不当继发相邻椎体骨折;而对于一些局部疼痛明显的患者,可以适当给予口服或则肌肉注射镇痛药物,防止因疼痛导致腰背肌紧张,导致骨折椎体复位效果不佳。

3.4 骨网袋应用时注意事项

(1)骨水泥容量的记录:骨水泥推进器通道连接后,因骨填充网袋管内有约 1 ml 的容量,故前 1 ml 可快速推注,此时记录推进器内骨水泥的量,以便观察下一步骨水泥注入椎体的量。(2)骨水泥灌注时间:由于存在预设骨网袋空间,骨水泥的灌注时间可提早到拉丝早期,以便增加骨水泥通过网袋中的弥散孔进入椎体骨小梁中间,增加骨水泥与骨的铆合作用。(3)灌注时需注意:注射前期可将推进器每次旋转 1 圈,约 0.5 ml 的量,后期随着囊袋中骨水泥量的增加及骨水泥逐渐成面团状,推进器压力逐渐增大,此时可将推进器旋转改为半圈至 1/4 圈的量,防止后期压力过大,导致骨水泥持续性进入椎体,发生渗漏风险。(4)骨水泥量的控制:灌注骨水泥的量以稍超出骨填充网袋预设容量 1 ml 容量为佳,否则注射量过大,过多的骨水泥向四周外溢,仍存在渗漏的风险。

3.5 骨填充网袋植入骨折技术的不足及局限性

骨填充网袋的应用虽然能降低术中骨水泥的渗漏率,提高椎体前缘高度恢复,明显改善腰背部活动功能及疼痛症状;但由于其价格昂贵,故限制其临床普遍推广。本研究由于观察病例样本相对较少,随访时间短,对骨填充网袋的中远期安全性和有效性还需待进一步观察研究。

参考文献

- [1] Hadjipavlou AG, Tzermianianos MN, Katonis PG, et al. Percutaneous vertebroplasty and balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures and osteolytic tumours [J]. J Bone Joint Surg Br, 2005, 87(12): 1595-1604.
- [2] 侯海涛, 王亚楠, 邵诗泽, 等. 单枚或双枚 cage 椎间融合联合椎弓根螺钉固定治疗峡部裂性腰椎滑脱症疗效的比较 [J]. 中国骨伤, 2017, 30(2): 169-174.
- [3] HOU HT, WANG YN, SHAO SZ, et al. Comparison of efficacy of single or double cage intervertebral fusion combined with pedicle

- screw fixation in the treatment of spondylolisthesis with isthmus[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2017, 30(2): 169-174. Chinese with abstract in English.
- [3] MacNab I. Negative disc exploration an analysis of the causes of nerve-root involvement in sixty-eight patients[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1979, 53(5): 891-903.
- [4] 瞿杭波, 童培建, 季卫锋, 等. 经皮椎体后凸成形术治疗椎体骨质疏松骨折伴脊柱侧凸的研究[J]. *中国骨伤*, 2016, 29(1): 38-40.
QU HB, TONG PJ, JI WF, et al. Study on the treatment of vertebral osteoporosis fracture with scoliosis by percutaneous vertebral kyphoplasty[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2016, 29(1): 38-40. Chinese with abstract in English.
- [5] 王成日, 刘意强, 韦国平, 等. 填充网袋椎体成形术治疗胸腰椎骨质疏松性骨折[J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25(16): 1519-1522.
WANG CR, LIU YQ, WEI GP, et al. Filling mesh bag vertebroplasty for osteoporotic fractures of thoracolumbar vertebra[J]. *Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi*, 2017, 25(16): 1519-1522. Chinese.
- [6] Zarghooni K, Siewe J, Kaulhausen T, et al. Complications of vertebroplasty and kyphoplasty in the treatment of vertebral fractures: results of a questionnaire study[J]. *Acta Orthop Belg*, 2012, 4: 512-518.
- [7] Chotivichit A, Korwutthikulrangsri E, Churojana A, et al. Complications in vertebroplasty[J]. *J Med Assoc Thai*, 2012, 9: 75-81.
- [8] Lai PL, Tai CL, Chen LH, et al. Cement leakage causes potential thermal injury in vertebroplasty[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2011, 12: 116.
- [9] Liliang PC, Lu K, Liang CL, et al. Dyspnoea and chest pain associated with pulmonary polymethylmethacrylate embolism after percutaneous vertebroplasty[J]. *Injury Int J Care Injured*, 2007, 2: 245-248.
- [10] 袁冰, 胡正雄, 张浩, 等. 骨质疏松性椎体压缩性骨折的治疗进展[J]. *中国现代医生*, 2016, 54(3): 165-168.
YUAN B, HU ZX, ZHANG B, et al. Advances in the treatment of osteoporotic vertebral compressible fractures[J]. *Zhongguo Xian Dai Yi Sheng*, 2016, 54(3): 165-168. Chinese.
- [11] 姚珍松, 陈康, 江晓兵, 等. 网袋成形术治疗骨壁破损型复杂椎体骨折的经验[J]. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24(16): 1466-1470.
YAO JS, CHEN K, JIANG XB, et al. Experience in the treatment of complex vertebral body fractures with fracture of bone wall by mesh bag surgery[J]. *Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi*, 2016, 24(16): 1466-1470. Chinese.
- [12] 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 XF, FAN YF, SHI RF, et al. The relationship between the distribution of bone cement in unilateral posterior convex vertebral body piercing and the puncture angle[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2015, 28(8): 704-707. Chinese with abstract in English.
- [13] 董智勇, 高玉盛, 杨吉坤, 等. 新型骨填充网袋椎体成形术治疗骨质疏松性椎体骨折[J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25(16): 1526-1529.
DONG ZY, GAO YS, YANG JK, et al. New bone filling mesh laminoplasty for osteoporotic vertebral fracture[J]. *Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi*, 2017, 25(16): 1526-1529. Chinese.

(收稿日期: 2018-11-19 本文编辑: 王宏)