

· 临床研究 ·

手术床和 C 形臂 X 线数字化计量调整在胸腰椎骨质疏松性骨折经皮椎体成形术中的应用

李驰, 周洋, 王靖

(温州医科大学附属第一医院骨科, 浙江 温州 325000)

【摘要】 目的:探讨手术床和 C 形臂 X 线数字化计量调整在胸腰椎骨质疏松性骨折经皮椎体成形术中的应用效果。方法:选取 2015 年 2 月至 2017 年 2 月收治的 94 例胸腰椎骨质疏松性骨折患者,按随机数字表法将患者分为对照组和观察组,每组 47 例。对照组根据经验调整 C 形臂 X 线和手术床,观察组在经皮椎体成形术中对手术床和 C 形臂 X 线进行数字化计量调整。记录两组患者的手术时间、透视次数、隐形失血量和骨水泥灌注量;采用视觉模拟评分(visual analogue score, VAS)和 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry Disability Index, ODI)观察两组患者的临床疗效;通过影像学资料分析两组患者手术前后的 Cobb 角、伤椎高度。结果:观察组手术时间、透视次数、隐形失血量均显著低于对照组($P < 0.05$),而两组每个骨水泥灌注量比较无统计学意义($P > 0.05$);观察组 VAS 评分、ODI 指数显著低于对照组($P < 0.05$);两组患者术前术后 Cobb 角、伤椎高度比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);观察组发生骨水泥渗漏 3 例,尿路感染 1 例,肺部感染 1 例,褥疮 2 例,并发症发生率为 14.89(7/47),对照组发生骨水泥渗漏 8 例,脊髓神经损伤 2 例,尿路感染 1 例,肺部感染 3 例,褥疮 2 例,并发症发生率为 34.04(16/47),观察组并发症发生率显著低于对照组($P < 0.05$)。结论:手术床和 C 形臂 X 线数字化计量调整在胸腰椎骨质疏松性骨折经皮椎体成形术中能提高手术效果,促使患者快速恢复。

【关键词】 手术床; C 形臂 X 线透视机; 数字化计量; 经皮椎体成形术

中图分类号:R683.2

DOI:10.3969/j.issn.1003-0034.2019.07.005

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Application of operation bed and C-arm digital metrology adjustment in the percutaneous vertebroplasty for osteoporotic thoracolumbar vertebral fractures LI Chi, ZHOU Yang, and WANG Jing. Department of Orthopaedics, the First Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University, Wenzhou 325000, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To explore the application effect of operation bed and C-arm digital metrology adjustment in percutaneous vertebroplasty for osteoporotic thoracolumbar vertebral fractures. **Methods:** Ninety-four patients with osteoporotic thoracolumbar vertebral fractures admitted to our hospital from February 2015 to February 2017 were divided into control group and observation group according to random number table method, with 47 cases in each group. Control group adjusted C-arm and operating bed based on experience. For observation group surgical bed and C arm were measured and adjusted digitally and metrologically during percutaneous vertebroplasty. The operation time, times of fluoroscopy, hidden blood loss and bone cement volume were recorded in two groups. The clinical efficacy of two groups was observed by visual analogue score (VAS) and Oswestry Disability Index (ODI). Cobb angle and height of injured vertebrae before and after surgery were analyzed by imaging data. **Results:** The operation time, times of fluoroscopy, and hidden blood loss were significantly lower in observation group than in control group ($P < 0.05$), but there was no significant difference in bone cement volume between two groups ($P > 0.05$); VAS and ODI of observation group were significantly lower than that of the control group ($P < 0.05$); there was no significant difference in Cobb angle and height of injured vertebrae before and after operation between two groups. There were 3 cases of cement leakage, 1 case of urinary tract infection, 1 case of pulmonary infection, 2 cases of bedsore in observation group with complication rate was 14.89%(7/47); there were 8 cases of cement leakage, 2 cases of spinal nerve injury, 1 case of urinary tract infection, 3 cases of pulmonary infection, 2 cases of bedsore in control group with complication rate was 34.04% (16/47). The incidence of complications in observation group was significantly lower than that of control group ($P < 0.05$). **Conclusion:** Operation bed and C-arm digital metrology adjustment can improve the surgical effect in percutaneous vertebroplasty for osteoporotic tho-

基金项目:温州市公益性科技计划项目(编号:Y20160396)

Fund program: Wenzhou Public Welfare Science and Technology Project(No. Y20160396)

通讯作者:李驰 E-mail:lich1976@126.com

Corresponding author: LI Chi E-mail: lich1976@126.com

racolumbar vertebral fractures and promote rapid recovery.

KEYWORDS Operating bed; C-arm X-ray fluoroscopy machine; Digital metrology; Percutaneous vertebroplasty

近年来随着中国老龄化进程加快,骨质疏松症患者越来越多,以骨量减少、骨脆性增加为主要特征,其中胸腰椎骨折为临床常见损伤,引起患者腰背疼痛,甚至累及其他器官,严重降低患者生活质量^[1-2]。经皮椎体成形术为胸腰椎骨质疏松性骨折常用的有效治疗方法,是指在影像介导下通过经皮穿刺在受损的椎弓根建立工作通道并注入骨水泥,改善骨折椎体稳定性,促使患者早期下地,但是透视及经皮穿刺时间较长,治疗效果不佳,需进一步改善手术方式提高治疗效果,减轻痛感^[3]。而在手术过程中,应用手术床并在 C 形臂 X 线透视下进行计量调整,便于手术顺利实施,并使患者保持良好复位效果,提高手术安全,基于此,本研究在胸腰椎骨质疏松性骨折患者经皮椎体成形术中应用手术床和 C 形臂 X 线数字化计量调整方式,以探究其应用效果为临床治疗提供可靠依据,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准:(1)所有患者经 MRI、CT、X 线等诊断为胸腰椎骨质疏松性骨折。(2)符合骨质疏松诊断标准^[4],并且骨折部位存在明显疼痛感,椎体处叩击痛。(3)均为单节段骨折且为两侧穿刺。(4)年龄 ≥ 60 岁。(5)经本院伦理会同意,患者或家属签署知情同意书。排除标准:(1)合并心、肝、肾等严重器质性病变。(2)凝血功能障碍。(3)免疫系统疾病。(4)患有精神疾病的患者。

1.2 一般资料

选取 2015 年 2 月至 2017 年 2 月收治的 94 例胸腰椎骨质疏松性骨折患者,其中男 52 例,女 42 例,年龄 60~78 岁,病程 3~11 个月。累及节段:T₁₂ 34 例,L₁ 31 例,L₂ 29 例,按照随机数字表法将所有患者分为对照组与观察组,两组患者性别、年龄、病程、累及节段等基本资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

1.3 治疗方法

所有患者取俯卧位并采用 1% 的利多卡因进行局部麻醉,在术中动态检测心电图、血压以及血氧饱和度等指标,采用标准正位透视椎弓根穿刺方法,调整手术床使获得标准的腰椎前后位影像(椎体上终板前后缘重叠)进行两侧椎弓根穿刺。

观察组在经皮椎体成形术中对手术床和 C 形臂 X 线进行数字化计量,术前测量侧位 X 线片伤椎为中心各个椎体上终板与水平线的角度,记录伤椎与其他椎体角度差值。首先对手术床进行数字化计量

表 1 两组胸腰椎骨质疏松性骨折患者术前临床资料比较
Tab.1 Comparison of clinical data of patients with osteoporotic thoracolumbar vertebral fractures between two groups before operation

组别	例数	性别(例)		年龄 ($\bar{x} \pm s$, 年)	病程 ($\bar{x} \pm s$, 月)	累及节段(例)		
		男	女			T ₁₂	L ₁	L ₂
观察组	47	25	22	69.23±7.07	5.13±0.85	18	14	15
对照组	47	27	20	69.45±6.93	5.25±0.79	16	17	14
检验值		$\chi^2=0.172$		$t=0.152$	$t=0.709$	$\chi^2=0.442$		
P 值		0.678		0.879	0.480	0.802		

(安装倾斜角度测量器于手术床横杠并记录原始手术床角度),俯倾或仰倾手术床至目测伤椎位于水平位置并记录角度;C 形臂 X 线透视,若伤椎并未处于标准正位影像上,判断其他已处于标准正位椎体,根据术前测量的伤椎与其角度差异数值调整手术床,再次 X 线透视确认伤椎处于标准正位。部分患者由于脊柱后凸畸形严重,无法通过调节手术床至标准正位的,采用调节手术床和 C 形臂 X 线头尾投射方向方式,根据 C 形臂 X 线与手术床的角度数值,结合术前伤椎与其他椎体角度差值,调整至伤椎标准正位,并记录最终 C 形臂 X 线角度数值。侧位影像上调整 C 形臂 X 线透视角度至终板一线影,并记录。另采用 C 形臂 X 线透视机对脊柱正侧位 X 线片伤椎数据进行测量,设计穿刺路径以及穿刺角度,后将 1 根克氏针置于患椎体表,并在透视下于进针点部位做标记,进行局麻至骨膜(图 1a)。随后将穿刺针置于椎弓根外上象限并行侧位透视,以进针点为中心行 5 mm 左右切口,选择适当角度沿椎弓根方向将带针芯的穿刺套管缓慢进入病椎(图 1b)。正位至椎弓根内缘时,侧位透视确认穿刺针到达椎体后缘,建立工作通道。螺旋钻进至椎体前 1/3 处,再在透视下将骨水泥缓缓注入椎体并充盈椎体,避免骨水泥渗漏,待骨水泥凝固后将工作通道拔除(图 1c, 1d)。

对照组在经皮椎体成形术中根据经验调整 C 形臂 X 线和手术床,但未对手术床和 C 形臂 X 线进行数字化计量,手术方式同对照组。术后两组患者均应用常规抗生素预防感染。

1.4 观察项目与方法

(1)一般情况观察:比较两组患者手术时间、透视次数、隐形失血量、骨水泥灌注量等情况。(2)临床疗效观察:应用视觉模拟评分(visual analog score, VAS)^[5]比较两组患者术前以及术后 1 周疼痛缓解情

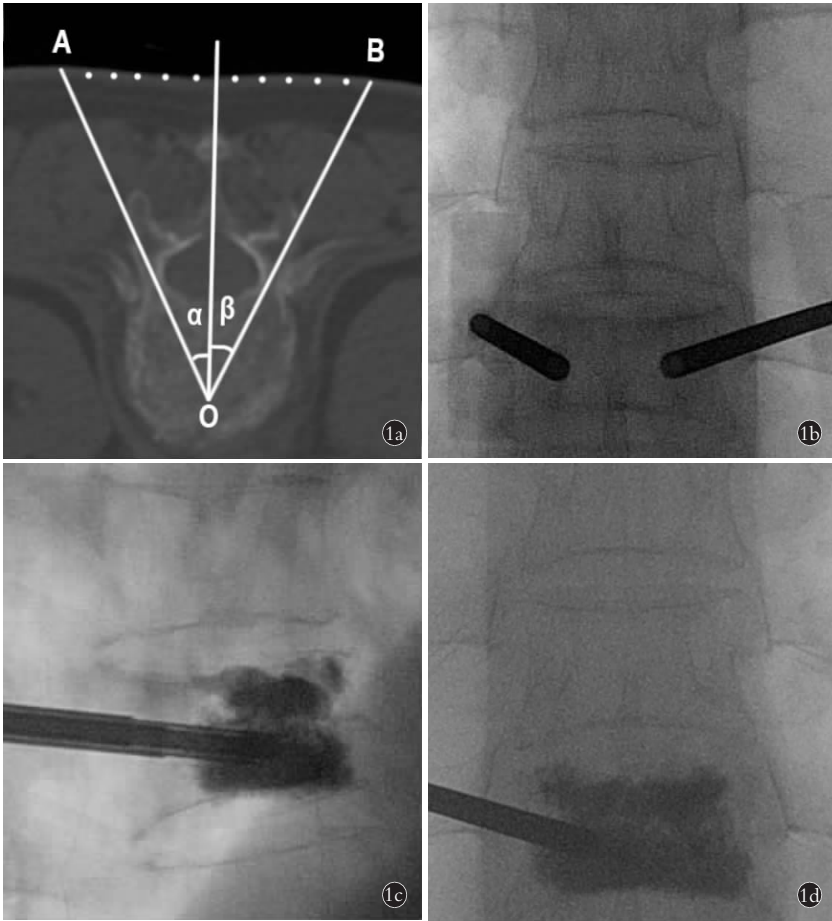


图 1 观察组手术步骤 1a. 在 C 形臂 X 线透视下标记穿刺点 (A, B) 及椎体骨水泥注射点 (O) 1b. 穿刺针穿刺椎弓根的 C 形臂 X 线透视正位像 1c. 骨水泥 C 形臂 X 线透视侧位像 1d. 骨水泥 C 形臂 X 线透视正位像

Fig.1 Operative procedure in observation group 1a. Marking puncture point (A and B) and vertebral bone cement injection point (O) with C-arm X-ray fluoroscopy machine 1b. AP C-arm X-ray image puncturing to pedicle 1c. C-arm fluoroscopy lateral image of bone cement 1d. AP C-arm X-ray image of bone cement

况,分值越高,表示疼感越强烈。采用 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry Disability Index, ODI), 对睡眠、行走、端坐等 10 项进行评估,分值为 0~5 分,0 分为无任何功能障碍,5 分为严重功能障碍,累计相加后计算其占 10 项调查最高分百分比,指数越高表示患者功能障碍程度越严重^[6]。(3)影像学观察:采用影像学资料对两组患者术前以及术后 1 周的 Cobb 角、伤椎椎体高度变化进行分析比较。(4)并发症观察:观察两组患者术后骨水泥渗透、脊髓神经损伤、尿路感染、肺部感染以及褥疮等并发症发生情况。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 19.0 统计学软件对数据进行分析,并发症发生率使用 χ^2 检验或连续校正 χ^2 检验,定量资料以均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,手术时间、透视次数、隐形失血量、骨水泥灌注量、VAS 评分、ODI 指数、Cobb 角、伤椎高度等组间比较采用独立样本 *t* 检验,

以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般情况比较

观察组手术时间、透视次数、隐形失血量均低于对照组 ($P < 0.05$), 两组患者每个骨水泥灌注量比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$),见表 2。

2.2 两组患者临床疗效比较

两组患者术前 VAS 评分、O-ODI 指数比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。术后 1 周观察组 VAS 评分、ODI 指数显著低于对照组 ($P < 0.05$),见表 3。

2.3 两组患者影像学资料比较

两组患者术前及术后 1 周 Cobb 角、伤椎高度比较,差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),见表 4。

2.4 两组患者并发症发生情况

观察组发生骨水泥渗漏 3 例,尿路感染 1 例,肺部感染 1 例,褥疮 2 例,并发症发生率为 14.89% (7/47), 对照组发生骨水泥渗漏 8 例,脊髓神经损伤 2 例,尿路感染 1 例,肺部感染 3 例,褥疮 2 例,并发症发生率为 34.04% (16/47),观察组并发症发生率显著低于对照组 ($P < 0.05$),见表 5。

3 讨论

胸腰椎骨质疏松性骨折传统多应用药物或腰背肌功能锻炼等形式治疗,但是治疗周期较长,患者长期卧床导致骨量进一步丢失,还可引发褥疮、泌尿系统感染等多种并发症,治疗效果较差^[7-8]。经皮椎体成形术作为一种安全有效的微创脊柱外科手术,因具有创伤小、减

表 2 两组胸腰椎骨质疏松性骨折患者一般情况比较 ($\bar{x} \pm s$)
Tab.2 Comparisons of general conditions between two groups with osteoporotic thoracolumbar vertebral fractures ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	手术时间 (min)	透视次数 (次)	隐形失血量 (ml)	骨水泥灌注量 (ml/个)
观察组	47	28.97±3.96	7.37±0.83	278.74±32.95	5.32±0.61
对照组	47	45.28±4.54	12.52±1.73	319.36±41.83	5.54±0.95
<i>t</i> 值		14.009	21.874	5.230	1.336
<i>P</i> 值		0.000	0.000	0.000	0.185

表 3 两组胸腰椎骨质疏松性骨折患者手术前后 VAS 评分、ODI 指数比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.3 Comparison of pre-and post-operative VAS and ODI between two groups with osteoporotic thoracolumbar vertebral fractures($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	VAS 评分(分)		ODI 指数(%)	
		术前	术后 1 周	术前	术后 1 周
观察组	47	8.12±0.86	2.95±0.47	61.39±6.94	25.38±3.79
对照组	47	7.95±0.94	3.87±0.52	60.27±6.78	34.26±4.83
t 值		0.915	8.998	0.791	9.916
P 值		0.363	0.000	0.431	0.000

表 4 两组胸腰椎骨质疏松性骨折患者手术前后 Cobb 角、伤椎高度比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.4 Comparison of pre-and post-operative Cobb angle and vertebral height between two groups with osteoporotic thoracolumbar vertebral fractures($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	Cobb 角(°)		伤椎高度(mm)	
		术前	术后 1 周	术前	术后 1 周
观察组	47	28.27±2.96	19.83±2.74	15.83±2.16	24.17±2.68
对照组	47	28.19±2.74	20.37±2.69	15.59±2.31	23.95±2.42
t 值		0.136	0.964	0.520	0.418
P 值		0.892	0.338	0.604	0.677

少对心肺功能影响等特点而在临床中广泛应用,并可明显改善疼痛、畸形等症状^[9-10]。但大部分患者因年龄偏大并存在不同程度的后凸畸形或脊柱侧弯,需取得良好的透视图像进行有效治疗,当前多采用反复透视方式以提高透视精确度,造成手术时间较长,基于此,需改进手术方式以缩短手术时间,减低手术风险,提高治疗效果^[11]。

在进行经皮椎体成形术中,本研究对手术床、C 形臂 X 线应用个体化数字化调整措施,术前主要对胸腰椎骨质疏松性骨折患者的脊柱正侧位 X 线片伤椎数据进行测量,根据测量结果,将手术床以及 C 形臂 X 线透视机进行有效调整,对患者的手术体位进行正确摆放,在适当手术床上进行手术可改善透视效果,能够充分容纳 C 形臂 X 线透视机的接受增

强器,具有良好的透视面以获取最大的手术视野^[12-14]。因 C 形臂 X 线透视机调整可对椎弓体进行准确定位,从而减少透视次数,缩短手术时间进程,还可避免穿刺定位错误,将骨水泥安全有效注入椎体内,减少骨水泥渗漏等并发症发生^[15-16]。此外,将骨水泥注入受损椎弓根部位可使骨质疏松椎体内骨质得到固定,增加稳定性,同时利用骨水泥的毒性作用、聚合反应放热作用改变患者椎体内微环境,破坏神经末梢,降低神经对疼痛的敏感性,起到减轻术后疼痛的效果^[17]。

本研究结果显示,观察组手术时间、透视次数、隐形失血量均显著低于对照组,而两组每个骨水泥灌注量无明显差异,充分说明手术床和 C 形臂 X 线数字化计量调整在胸腰椎骨质疏松性骨折经皮椎体成形术中起到了良好应用效果,对脊柱正侧位 X 线片伤椎数据进行测量,可准确定位穿刺点以及穿刺路径,进而减少透视次数,缩短穿刺前透视时间,最终可降低手术时间、隐形失血量,从而促使患者术后快速恢复^[18]。此外,观察组 VAS 评分、ODI 指数显著低于对照组,说明该手术方式通过有效测量后对穿刺路径进行有效调整,使穿刺路径具有针对性,可减少对机体的损伤,还可缓解患者组织疼痛,并可使患者早期下床,进行早期功能锻炼,利于各功能快速恢复。研究另对两组患者术前术后 Cobb 角、伤椎高度进行检测,组间无明显差异,但观察组疗效优于对照组,椎体成形手术能恢复椎体高度,并纠正胸腰椎后所致的凸角畸形,增加椎体稳定性。观察组总并发症发生率显著低于对照组,其中骨水泥渗透率仅为 6.38%,充分证明该治疗方式可提高手术透视效果,使骨水泥均匀扩散在椎体内,避免了因骨水泥通过椎体静脉丛或骨折线渗透至椎体外,增加并发症风险,影响患者术后恢复效果,还可减少卧床时间,促使患者快速恢复,最终可有效提高生活质量。

综上所述,手术床和 C 臂数字化计量调整在胸腰椎骨质疏松性骨折经皮椎体成形术中使穿刺安全、准确,可缩短手术时间,缓解患者腰背疼痛,促使功能有效恢复,减少术后并发症,降低手术风险。但本研究样本量较少且未对远期疗效进行随访调查,

表 5 两组胸腰椎骨质疏松性骨折患者并发症发生率比较[例(%)]

Tab.5 Comparisons of complications between two groups with osteoporotic thoracolumbar vertebral fractures[case(%)]

组别	例数	骨水泥渗漏	脊髓神经损伤	尿路感染	肺部感染	褥疮	并发症发生率
观察组	47	3(6.38)	0(0.00)	1(2.13)	1(2.13)	2(4.26)	7(14.89)
对照组	47	8(17.02)	2(4.26)	1(2.13)	3(6.38)	2(4.26)	16(34.04)
χ^2 值		2.574	2.043	0.000	1.044	0.000	4.663
P 值		0.109	0.153	1.000	0.307	1.000	0.031

后期研究可在扩大样本量基础上观察患者远期治疗效果,进而为临床治疗提供一定的借鉴意义。

参考文献

- [1] 王楠,许建柱,陈恩良,等. 经皮椎弓根螺钉结合椎体成形术治疗骨质疏松性胸腰段骨折[J]. 中国骨伤, 2018, 31(4): 339-346. WANG N, XU JZ, CHEN EL, et al. Effect observation of percutaneous pedicle screw fixation combined with percutaneous vertebroplasty for the treatment of osteoporotic thoracolumbar fractures [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2018, 31(4): 339-346. Chinese with abstract in English.
- [2] Takahashi T, Hanakita J, Kawaoka T, et al. Indication for partial vertebral osteotomy and realignment in posterior spinal fixation for osteoporotic thoracolumbar vertebral collapse with neurological deficits[J]. Neurol Med Chir, 2016, 56(8): 485-492.
- [3] 罗建军, 王冰. 经皮椎体成形术治疗老年骨质疏松性胸腰椎压缩骨折的效果评价[J]. 颈腰痛杂志, 2016, 37(3): 200-203. LUO JJ, WANG B. Percutaneous kyphoplasty of senile osteoporotic thoracolumbar compression fractures effect assessment[J]. Jing Yao Tong Za Zhi, 2016, 37(3): 200-203. Chinese.
- [4] 中国老年学学会骨质疏松委员会骨质疏松诊断标准学科组. 中国人原发性骨质疏松症诊断标准 (试行)[J]. 中国骨质疏松杂志, 1999, 5(1): 1-2. Osteoporosis Diagnostic Criteria Subject Group of the Osteoporosis Committee of the Chinese Gerontological Society. Diagnostic criteria for primary osteoporosis in Chinese (trial implementation) [J]. Zhongguo Gu Zhi Shu Song Za Zhi, 1999, 5(1): 1-2. Chinese.
- [5] 严广斌. 视觉模拟评分法[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2014, 8(2): 125-128. YAN GB. Visual analogue scoring[J]. Zhonghua Guan Jie Wai Ke Za Zhi(Dian Zi Ban), 2014, 8(2): 125-128. Chinese.
- [6] Liu H, Tao H, Luo Z. Validation of the simplified Chinese version of the Oswestry Disability Index[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2009, 34(11): 1211-1216.
- [7] 章雪芳, 郑林宏, 李辉, 等. 胸腰椎骨质疏松性骨折患者出院准备度与疼痛程度的相关性分析[J]. 中国实用护理杂志, 2017, 33(21): 1615-1618. ZHANG XF, ZHENG LH, LI H, et al. Correlation analysis between the readiness for hospital discharge and the pain degree in patients with thoracolumbar osteoporotic fractures[J]. Zhongguo Shi Yong Hu Li Za Zhi, 2017, 33(21): 1615-1618. Chinese.
- [8] 王雪峰, 尚希福. 三种填充材料修复胸腰椎骨质疏松性骨折的疗效对比[J]. 中国组织工程研究, 2019, 23(6): 863-869. WANG XF, SHANG XF. Curative effects of three filling materials in the treatment of osteoporotic thoracolumbar fractures[J]. Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu, 2019, 23(6): 863-869. Chinese.
- [9] Andrei D, Popa I, Brad S, et al. The variability of vertebral body volume and pain associated with osteoporotic vertebral fractures: conservative treatment versus percutaneous transpedicular vertebroplasty[J]. Int Orthop, 2017, 41(5): 1-6.
- [10] 田观明, 韩雷. 经皮后路短节段椎弓根螺钉固定结合伤椎强化治疗单节段胸腰椎骨质疏松性骨折[J]. 中国骨伤, 2016, 29(7): 588-592. TIAN GM, HAN L. Percutaneous short segment pedicle screw fixation with vertebral augmentation for the treatment of single-level thoracolumbar osteoporosis fracture[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2016, 29(7): 588-592. Chinese with abstract in English.
- [11] 费琦, 赵凡, 孟海, 等. 术前数字化设计辅助的改良椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折[J]. 中华医学杂志, 2016, 96(9): 731. FEI Q, ZHAO F, MENG H, et al. Modified percutaneous vertebroplasty assisted by preoperative CT-based digital design: a new technique for osteoporotic vertebral compression fracture[J]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi, 2016, 96(9): 731. Chinese.
- [12] Katsumi K, Hirano T, Watanabe K, et al. Surgical treatment for osteoporotic thoracolumbar vertebral collapse using vertebroplasty with posterior spinal fusion: a prospective multicenter study [J]. Int Orthop, 2016, 40(11): 1-7.
- [13] 项光恒, 徐华梓, 徐晖. 脊椎定位框在胸腰椎手术术前定位中的临床应用[J]. 医学研究杂志, 2016, 45(3): 101-103. XIANG GH, XU HZ, XU H. Application of spinal positioning frame in preoperative localization for thoracolumbar operation [J]. Yi Xue Yan Jiu Za Zhi, 2016, 45(3): 101-103. Chinese.
- [14] 谢志勇, 崔锡范, 刘长瑞, 等. C 臂 CT 引导穿刺灌注骨水泥治疗扁骨转移的临床研究[J]. 医学影像学杂志, 2017, 27(4): 732-735. XIE ZY, CUI XF, LIU CR, et al. Clinical study on C-arm CT-guided puncture perfusion bone cement for the treatment of flat bone metastasis[J]. Yi Xue Ying Xiang Xue Za Zhi, 2017, 27(4): 732-735. Chinese.
- [15] 李凌云, 孙振亚. CT 引导与 C 臂机透视引导下 PKP 手术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的比较[J]. 颈腰痛杂志, 2018, 39(3): 347-349. LI LY, SUN ZY. Comparison of CT guided and C arm fluoroscopy guided PKP surgery for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Jing Yao Tong Za Zhi, 2018, 39(3): 347-349. Chinese.
- [16] 王俊魁, 刘宏建, 寇红伟, 等. 胸腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折患者脊柱-骨盆矢状位参数的研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(5): 408-414. WANG JK, LIU HJ, KOU HW, et al. The study of sagittal spinopelvic parameters in thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2016, 26(5): 408-414. Chinese.
- [17] 张志强, 杨建东, 冯新民, 等. 改良骨水泥推注套管治疗骨质疏松椎体压缩性骨折可减少骨水泥渗漏[J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(2): 165-170. ZHANG ZQ, YANG JD, FENG XM, et al. A modified working tube can reduce bone cement leakage in the treatment of osteoporotic vertebral compression fracture[J]. Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu, 2018, 22(2): 165-170. Chinese.
- [18] Baumgartner R, Libuit K, Ren D, et al. Reduction of radiation exposure from C-arm fluoroscopy during orthopaedic trauma operations with introduction of real-time dosimetry[J]. J Orthop Trauma, 2016, 30(2): e53.

(收稿日期: 2019-03-28 本文编辑: 王宏)