

· 临床研究 ·

短节段椎弓根钉内固定联合高压氧治疗急性脊柱损伤对脊柱形态和功能的影响

牛士贞¹, 牛通², 倪勇², 高建文², 杨奉庆²

(1. 济宁医学院外总教研室脊柱外科, 山东 济宁 272000; 2. 济宁市第一人民医院脊柱外科, 山东 济宁 272000)

【摘要】 目的: 探讨短节段椎弓根钉内固定联合高压氧治疗急性脊柱骨折的效果及对脊髓功能恢复的影响。方法: 将 2017 年 2 月至 2020 年 3 月收治的 96 例急性脊柱骨折患者分为联合组与对照组, 每组 48 例。两组患者均采用短节段椎弓根钉内固定治疗, 其中联合组术后给予高压氧治疗。记录两组患者手术时间、手术出血量、切口长度等一般手术情况, 观察手术前后脊柱形态功能, 美国脊柱损伤协会 (American Spinal Injury Association, ASIA) 神经功能分级, 血清炎症因子, 日常生活活动能力的差异。结果: 两组患者的手术时间、手术出血量、切口长度比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。术前及术后 1 周、6 个月患者的伤椎前缘高度比和 Cobb 角组间比较差异无统计学意义 ($P>0.05$); 两组术后 1、6 个月的伤椎前缘高度比较术前明显改善 ($P<0.05$), Cobb 角较术前明显减小 ($P<0.05$)。术后 1 d 两组患者的血清白细胞介素-6 (interleukin-6, IL-6), 白细胞介素-8 (interleukin-8, IL-8) 和肿瘤坏死因子 (tumor necrosis factor- α , TNF- α) 水平比较差异无统计学意义 ($P>0.05$); 术后 1 周联合组的血清 IL-6、IL-8、TNF- α 水平均低于对照组 ($P<0.05$)。术后 6 个月联合组的 ASIA 神经功能分级 C 级 2 例、D 级 23 例、E 级 22 例, 对照组 C 级 7 例、D 级 26 例、E 级 13 例, 两组比较差异有统计学意义 ($P<0.05$)。术后 1、3 个月联合组日常生活活动能力的 Barthel 评分均高于对照组 ($P<0.05$); 术后 6 个月两组患者的 Barthel 评分比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。结论 短节段椎弓根钉内固定联合高压氧治疗急性脊柱骨折有利于患者术后脊髓神经功能恢复, 对于早期改善患者日常生活活动能力有一定的作用。

【关键词】 短节段; 椎弓根钉; 高压氧; 脊柱骨折; 神经康复

中图分类号: R683

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.08.016

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



Effects of short-segment pedicle screw internal fixation surgery combined with hyperbaric oxygen treatment for acute spinal injury on the morphology and function of the spine NIU Shi-zhen*, NIU Tong, NI Yong, GAO Jian-wen, and YANG Feng-qing. *Department of Spine Surgery, General Teaching and Research Section of Jining Medical College, Jining 272000, Shandong, China

ABSTRACT Objective: To explore effect of short-segment pedicle screw internal fixation combined with hyperbaric oxygen in treating acute spinal fractures and its influence on recovery of spinal nerve function. **Methods:** A total of 96 patients with acute spinal fracture admitted from February 2017 to March 2020 were divided into combined group and control group, with 48 cases in each group. Both groups were treated with short-segment pedicle screw internal fixation. The combined group was given hyperbaric oxygen after surgery. The operation time, surgical blood loss, incision length and other general operation conditions between two groups were recorded. The differences in spinal morphology and function, American Spinal Injury Association (ASIA) neurological function grade, serum inflammatory factors and ability of daily living activities were observed before and after surgery. **Results:** There was no significant difference in operation time, surgical blood loss, and incision length between combined group and control group ($P>0.05$). There were no significant differences in anterior height ratio and Cobb angle between two groups before surgery, 1 week and 6 months after surgery ($P>0.05$). The height ratio of anterior margin of the injured spine was significantly improved in both groups at 1 week and 6 months after surgery compared with preoperative period ($P<0.05$), and Cobb angle was significantly reduced in both groups compared with preoperative period ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in serum interleukin-6 (IL-6), interleukin-8 (IL-8), and tumor necrosis factor- α (TNF- α) levels between two groups at 1 d after surgery ($P>0.05$); the serum IL-6, IL-8, and TNF- α levels of combined group were lower than those of control group at 1 week after surgery ($P<0.05$). At 6 months after surgery, ASIA neurological function grade of combined group was C grade in 2 cases, D grade in 23 cases, E grade in 22 cases. In control group, 7 cases was grade C, 26 cases was grade D, 13 cases was grade E, and the difference between two groups was statistically significant ($P<0.05$). The

通讯作者: 牛士贞 E-mail: dfk82d3@sina.com

Corresponding author: NIU Shi-zhen E-mail: dfk82d3@sina.com

Barthel score of combined group was higher than that of control group at 1 month and 3 months after surgery, and the difference was statistically significant ($P<0.05$); at 6 months after surgery, there was no significant difference in Barthel score between two groups ($P>0.05$). **Conclusion:** Short-segment pedicle screw internal fixation combined with hyperbaric oxygen for the treatment of acute spinal fractures is beneficial to the recovery of spinal nerve function after surgery, and has a certain effect on the early improvement of the patients' activities of daily living.

KEYWORDS Short-segment; Pedicle screws; Hyperbaric oxygenation; Spinal fractures; Neurological rehabilitation

急性脊柱骨折是骨科常见疾病,具有发病率高,并发症多、预后差等特点,可损伤脊髓神经,部分严重患者还可能瘫痪,对患者的正常生活产生严重影响^[1]。手术复位固定是临床脊柱骨折治疗的主要方法,可有效解除神经压迫并恢复患者肢体活动功能。短节段固定技术在恢复神经功能及减轻对脊髓神经的压迫等方面有效且可耐受侧弯、屈伸的应力,但也有研究提示单纯的短节段椎弓根钉内固定无法有效恢复脊髓功能^[2]。高压氧治疗(hyperbaric-oxygen therapy, HBO)是将患者置于比大气压高的加压氧舱中,短时间内吸入高浓度氧或纯氧,可通过提升血液中的氧含量治疗疾病和改善患者症状^[2]。目前高压氧疗已开始用于断肢、一氧化碳中毒、口腔炎症及烧伤治疗,也有研究^[3]提示其对脊髓损伤和脊柱骨折可能具有一定效果,但研究资料较少。故而,本研究探讨了短节段椎弓根钉内固定联合高压氧治疗急性脊柱骨折的效果及对脊髓功能恢复的影响,报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准:(1)有外伤史,外伤后 12 h 内入院。(2)年龄 19~65 岁。(3)脊柱骨折伴有脊髓损伤,脊髓损伤程度 ASAI 分级 C-D 级。(4)经 X 线及 CT 检查确诊。排除标准:(1)恶性肿瘤。(2)脊柱结核。(3)因严重的骨质疏松导致胸腰椎骨折。(4)凝血功能改变。(5)长期使用激素治疗的患者。(6)伴有其他系统或部位的严重创伤。

1.2 一般资料

采用回顾性研究方法,根据手术方法将 2017 年 2 月至 2020 年 3 月收治的 96 例急性脊柱骨折患者分为联合组与对照组,每组 48 例。96 例患者中男 60 例,女 36 例;年龄 23~65(41.9±8.4)岁;车祸伤 58 例,

高空坠落伤 25 例,重物砸伤 7 例,其他伤 6 例;L₁ 节段 11 例,L₂ 节段 24 例,L₃ 节段 30 例,L₄ 节段 23 例,L₅ 节段 8 例。两组患者术前一般资料比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

1.3 治疗方法

两组患者均采用短节段椎弓根钉内固定治疗:气管插管全身麻醉,术前 30 min 常规抗生素预防治疗,患者俯卧“U”形垫,悬空腹部后保持脊柱后伸位;术前 C 形臂 X 线机透视定位后确认伤椎位置并以伤椎为中心做纵切口(长 10 cm 左右)以暴露上下相邻椎体并逐层切开,依次分离后充分暴露伤椎、上下椎体和双侧关节突,Roy-camille 法定位进钉点胸椎并经伤椎置入直径与长度适宜的椎弓根钉,椎管减压后恢复伤椎高度,切口冲洗逐层缝合,切口关闭后留置引流管。生命体征稳定后拔除伤口引流管。

联合组术后 72 h 后,行高压氧治疗:患者置于多人或单人纯氧舱内(2 个大气压),每次 90 min,分 2 次进行,80 min 吸氧,中间 10 min 吸空气,然后经 25 min 减压出仓,具体治疗次数视损伤程度和时间制定^[4]。

1.4 观察项目与方法

1.4.1 一般情况观察 记录两组患者的手术时间、手术出血量、切口长度。

1.4.2 影像学观察 通过影像学资料测量手术前后不同时间的伤椎前缘高度比、Cobb 角的变化。

1.4.3 神经功能及日常生活活动能力观察

(1)神经功能分级采用美国脊柱损伤协会(American Spinal Injury Association, ASIA)^[5]标准进行评定。(2)日常生活活动能力采用巴氏指数(Barthel, BI)^[6]进行评价,主要包括大便、小便、如厕、吃饭、修饰、转移床椅、活动、穿衣、上下楼梯、洗澡 10 个项目,满分

表 1 两组脊柱骨折患者术前临床资料比较

Tab.1 Comparison of clinical data of patients with spinal fracture before operation between two groups

组别	例数	年龄		性别(例)		致伤原因(例)				骨折节段分布(例)					术前 ASIA 分级(例)		脱落(例)
		($\bar{x}\pm s$, 岁)		男	女	车祸伤	高空坠落伤	重物砸伤	其他伤	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	C 级	D 级	
联合组	48	42.6±7.3		29	19	30	11	4	3	7	11	14	11	5	33	15	1
对照组	48	41.3±6.8		31	17	28	14	3	3	4	13	16	12	3	29	19	2
检验值		$t=0.903$		$\chi^2=0.178$			$\chi^2=0.572$				$\chi^2=4.285$			$\chi^2=0.729$		$\chi^2=0.344$	
P 值		0.369		0.673			0.903				0.369			0.393		0.557	

100 分,评分越高生活活动能力越强。

1.4.4 手术前后血清炎症因子观察 血清炎症因子包括白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6), 白细胞介素-8(interleukin-8, IL-8), 肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)。患者抽血前均应禁食 8 h 以上, 于入院 24 h 内取晨起空腹卧位肘静脉抽血 3 ml, 置于 EDTA 抗凝真空采血管中; 静置 30 min 后, 3 000 r/min 离心 10 min; 分离血清, 将血清转移至 EP 管中, 保存于-80 °C 的冰箱备用; 酶联免疫法检测血清炎症因子水平。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 21.0 统计软件进行统计学分析, 手术时间、手术出血量、切口长度等定量资料采用均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示, 非重复测量资料组间比较采用独立样本 *t* 检验, 重复测量资料组间比较采用重复测量的方差分析法; 定性资料组间比较采用 χ^2 检验或 Whitney *U* 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

两组患者手术时间、手术出血量、切口长度比较差异均无统计学意义(*P*>0.05)。见表 2。

2.2 两组患者手术前后影像学观察

术前、术后 1 周、术后 6 个月两组患者伤椎前缘

表 2 两组脊柱骨折患者一般情况比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.2 Comparison of general conditions of patients with spinal fracture between two groups($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	手术时间(min)	手术出血量(ml)	切口长度(cm)
联合组	47	113.9 \pm 16.8	233.8 \pm 38.1	10.83 \pm 1.80
对照组	46	110.1 \pm 17.4	226.5 \pm 40.4	10.45 \pm 1.94
<i>t</i> 值		1.071	0.897	0.979
<i>P</i> 值		0.287	0.372	0.330

高度比及 Cobb 角比较差异无统计学意义(*P*>0.05); 术后 1 周、6 个月的伤椎前缘高度比较术前均明显改善(*P*<0.05), 术后 1 周、6 个月的 Cobb 角较术前均明显减小(*P*<0.05)。见表 3。

2.3 血清炎症因子观察

术后 1 d 两组患者的血清 IL-6、IL-8、TNF- α 水平比较, 差异无统计学意义(*P*>0.05); 术后 1 周联合组的血清 IL-6、IL-8、TNF- α 水平均低于对照组(*P*<0.05); 两组患者术后 1 周的血清 IL-6、IL-8、TNF- α 水平较术后 1 d 均显著降低(*P*<0.05)。见表 4。

2.4 两组患者神经功能及日常生活活动能力观察

术后 6 个月联合组神经功能 ASIA 分级 C 级 2 例、D 级 23 例、E 级 22 例, 对照组 C 级 7 例、D 级 26 例、E 级 13 例, 两组比较差异有统计学意义(*P*<

表 3 两组脊柱骨折患者的手术前后的影像学观察($\bar{x}\pm s$)

Tab.3 Comparison of pre-and post-operation image data of patients with spinal fracture between two groups($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	伤椎前缘高度比(%)			Cobb 角(°)		
		术前	术后 1 周	术后 6 个月	术前	术后 1 周	术后 6 个月
联合组	47	75.83 \pm 8.43	90.74 \pm 6.61*	90.34 \pm 5.20*	18.63 \pm 2.81	3.94 \pm 0.84*	4.26 \pm 0.88*
对照组	46	77.20 \pm 6.90	91.25 \pm 6.84*	89.72 \pm 5.67*	18.36 \pm 2.94	4.11 \pm 0.92*	4.41 \pm 0.90*
<i>F</i> 值		<i>F</i> 组间=0.902, <i>F</i> 时间=14.338, <i>F</i> 交互=3.573			<i>F</i> 组间=1.820, <i>F</i> 时间=24.109, <i>F</i> 交互=3.123		
<i>P</i> 值		<i>P</i> 组间=0.511, <i>P</i> 时间=0.000, <i>P</i> 交互=0.082			<i>P</i> 组间=0.327, <i>P</i> 时间=0.000, <i>P</i> 交互=0.090		

注:与术前比较, **P*<0.05

Note: Compared with preoperative data, **P*<0.05

表 4 两组脊柱骨折患者的术后不同时间的血清炎症因子水平比较($\bar{x}\pm s, \mu\text{g/L}$)

Tab.4 Comparison of serum inflammatory factor levels between two groups with spinal fracture in different times after operation($\bar{x}\pm s, \mu\text{g/L}$)

组别	例数	TNF- α		IL-6		IL-8	
		术后 1 d	术后 1 周	术后 1 d	术后 1 周	术后 1 d	术后 1 周
联合组	47	22.54 \pm 5.80	7.79 \pm 2.50*	6.68 \pm 2.04	3.14 \pm 0.86*	4.48 \pm 1.54	1.74 \pm 0.84*
对照组	46	21.73 \pm 5.57	10.30 \pm 2.78*	6.43 \pm 2.12	4.38 \pm 1.30*	4.16 \pm 1.38	2.30 \pm 0.91*
<i>t</i> 值		0.687	-4.580	0.580	-5.436	1.055	-3.085
<i>P</i> 值		0.494	0.000	0.564	0.000	0.294	0.003

注:各组内与术后 1 d 比较, **P*<0.05

Note: Compared with 1 day after operation in same group, **P*<0.05

0.05)。见表 5。术后 1、3 个月联合组的 Barthel 评分均高于对照组 ($P<0.05$)；术后 6 个月两组患者的 Barthel 评分差异无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 6。

表 5 两组脊柱骨折患者术后 6 个月的 ASIA 神经功能分级情况比较(例)

Tab.5 Comparison of ASIA grade between two groups with spinal fracture at 6 months after operation(case)

组别	例数	C 级	D 级	E 级
联合组	47	2	23	22
对照组	46	7	26	13
Z 值			-2.191	
P 值			0.028	

表 6 两组脊柱骨折患者的术后不同时间的 Barthel 评分比较 ($\bar{x}\pm s$, 分)

Tab.6 Comparison of Barthel score between two groups with spinal fracture in different times after operation

组别	例数	术后 1 个月	术后 3 个月	术后 6 个月
联合组	47	58.95±8.43	78.93±8.56*	88.82±7.40*
对照组	46	54.10±7.81	74.70±6.61*	86.37±6.83*
F 值		F 组间=5.581, F 时间=24.662, F 交互=8.192		
P 值		P 组间=0.002, P 时间=0.000, P 交互=0.000		

注:各组内与术后 1 个月比较, * $P<0.05$

Note: Compared with 1 month after operation in same group, * $P<0.05$

3 讨论

脊柱骨折约占全身骨折的 6%，由于 T₁₁-L₂ 椎体位于胸腰椎转换连接处，故超过 90% 脊柱骨折发生于胸腰段^[7]。脊柱骨折和脊髓损伤的治疗需要先解除压迫恢复神经功能。短节段椎弓根钉固定治疗胸腰段骨折较传统长节段内固定术创伤少，切口短，操作更为简便，脊柱运动节段损失少，术后并发症发病率较低，术后可较早活动并进行功能锻炼。但是相关研究^[8-10]提示短节段椎弓根钉固定术无法恢复脊髓功能和逆转脊髓病变进程，只能暂时解除脊髓受压情况。

3.1 短节段椎弓根钉内固定联合高压氧对急性脊柱骨折患者脊柱形态学的影响

高压氧治疗是将患者置于加压舱，在超过大气压的高压环境吸入高浓度氧或纯氧，提升血液含氧量改善疾病的物理疗法，现已用来治疗急性脊髓损伤、烧伤及断肢等^[11-12]。本研究发现两组患者术后 1 周、6 个月的伤椎前缘高度比值较术前显著增大，Cobb 角较本组术前均显著降低，脊椎形态学改善良好。高压氧治疗可促进细胞再生和毛细血管生产，提

高血氧在组织的弥散率和氧溶解系数，使血氧能够获得更加充足的氧，进而改善组织的微循环障碍和缺氧状态，有效消除水肿，促进患者的脊柱微循环功能恢复，有利于恢复患者的脊椎形态。

3.2 对急性脊柱骨折患者炎症因子的影响

进一步对两组患者的手术后不同时间的血清炎症因子水平比较发现术后 1 周联合组的血清 IL-6、IL-8、TNF- α 水平均低于对照组。该结果提示短节段椎弓根钉内固定联合高压氧治疗急性脊柱骨折更有利于降低患者的炎症水平。高压氧疗可有效纠正脊髓损伤区域缺氧状态，改善血氧弥散距离、含量和脊髓压迫，收缩脊髓血管并提升血流速度，进而有效修复和清除坏死组织，再生毛细血管和胶原纤维，通过改善血-脊髓屏障而增加巨噬细胞吞噬能力和内皮细胞功能降低机体炎症水平。

3.3 对急性脊柱骨折患者术后神经功能的影响

手术后 6 个月的 ASIA 神经功能分级情况比较结果显示联合组的神经功能恢复更好。结合相关文献^[13-16]笔者认为，短节段椎弓根钉内固定联合高压氧治疗急性脊柱骨折改善神经功能的机制可能分为以下几点：(1) 高压氧疗能抑制脊髓损伤后大量释放炎症因子，进而控制机体的炎症水平。(2) 高压氧疗能短时间内改善脊髓血氧含量，缓解脊髓的缺氧状态，进而保护脊髓功能。(3) 高压氧疗可提高脊髓组织的抗氧化酶回校，抑制自由基介导的氧化应激和过氧化反应，减轻脊髓继发性损伤。(4) 高压氧疗可改善患者机体的自噬水平，通过增强自噬能力有效清除神经元有害物质，促进神经元的修复，改善神经功能。

3.4 对急性脊柱骨折患者术后日常生活的影响

日常生活评分比较结果显示术后 1、3 个月联合组的 Barthel 评分均显著高于对照组。研究^[17-18]提示高压氧疗可使神经组织特异性磷酸蛋白表达处于高水平，进而促进神经元的再生、生长发育和突触重构，对恢复神经功能具有重要作用；另外，神经组织特异性磷酸蛋白还能够介导多种途径抑制神经细胞凋亡，促进感觉功能和运动功能的恢复，因而患者的日常生活能力恢复的更好。

综上所述，短节段椎弓根钉内固定联合高压氧治疗急性脊柱骨折有利于患者术后脊髓神经功能恢复，对于早期改善患者日常生活活动能力有一定的作用，值得在临床范围内推广应用。

参考文献

[1] 马树伟, 吴继功, 马华松, 等. PKP 治疗急性期及亚急性期椎体压缩骨折的效果分析[J]. 河北医科大学学报, 2018, 39(3): 280-283.
 MA SW, WU JG, MA HS, et al. Analysis of the effect of PKP in the

- treatment of vertebral compression fractures in the acute and sub-acute phases[J]. He Bei Yi Ke Da Xue Xue Bao, 2018, 39(3): 280-283. Chinese.
- [2] 王金宁, 宋达炜, 乔渝森, 等. 胸腰段脊柱骨折内固定: 经伤椎与跨伤椎短节段经皮椎弓根螺钉内固定系统的应用[J]. 中国组织工程研究, 2019, 12(28): 223-228.
WANG JN, SONG DW, QIAO YS, et al. Internal fixation of thoracolumbar spinal fractures: application of short-segment percutaneous pedicle screw fixation system for trans-injured and trans-injured vertebrae[J]. Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu, 2019, 12(28): 223-228. Chinese.
- [3] 张振雨. 脊柱骨折伴急性脊髓损伤患者血清NSE、S100B蛋白水平变化及意义[J]. 颈腰痛杂志, 2019, 13(3): 3232-3237.
ZHANG ZY. Changes and significance of serum NSE and S100B protein levels in patients with spinal fractures and acute spinal cord injury[J]. Jing Yao Tong Za Zhi, 2019, 13(3): 3232-3237. Chinese.
- [4] Siu TL, Rogers JM, Lin K, et al. Custom-made titanium 3-dimensional printed interbody cages for treatment of osteoporotic fracture-related spinal deformity[J]. World Neurosurgery, 2018, 111(66): 1-5.
- [5] 韩雷, 全仁夫, 孔观荣, 等. 经皮后路短节段椎弓根螺钉固定联合椎体成形术治疗无神经损伤Ⅲ期Kümmell病[J]. 中华创伤杂志, 2019, 35(6): 508-512.
HAN L, QUAN RF, KONG GR, et al. Percutaneous posterior short-segment pedicle screw fixation combined with vertebroplasty for treatment of stage III Kümmell disease without nerve injury[J]. Zhonghua Chuang Shang Za Zhi, 2019, 35(6): 508-512. Chinese.
- [6] 芦志英. 以急性腹痛为主诉的老年骨质疏松性胸腰椎压缩骨折12例临床分析[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2019, 14(2): 191-192.
LU ZY. Clinical analysis of 12 cases of elderly osteoporotic thoracolumbar compression fractures with acute abdominal pain as the main complaint[J]. Zhongguo Ji Jiu Fu Su Yu Zai Hai Yi Xue Za Zhi, 2019, 14(2): 191-192. Chinese.
- [7] Lertdomphonwanit T, Kelly MP, Bridwell KH, et al. Rod fracture in adult spinal deformity surgery fused to the sacrum: prevalence, risk factors and impact on health related quality of life in 526 patients[J]. Spine J, 2018, 12(3): 126-127.
- [8] 范金艳, 李玉芝, 马洋, 等. 雷达图在老年脊柱骨折患者围手术期护理风险评估中的应用[J]. 中华现代护理杂志, 2020, 26(15): 2019-2023.
FAN JY, LI YZ, MA Y, et al. Application of radar chart in perioperative nursing risk assessment of elderly patients with spinal fractures[J]. Zhonghua Xian Dai Hu Li Za Zhi, 2020, 26(15): 2019-2023. Chinese.
- [9] Alexander H, Dowlati E, McGowan JE, et al. C₂-C₃ spinal fracture subluxation with ligamentous and vascular injury: a case report and review of management[J]. Spinal Cord, 2019, 5(1): 77-84.
- [10] 张会军, 鲁增辉, 朱昌生. 经病椎短节段内固定术治疗短节段脊柱结核的临床分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 436(2): 178-181.
ZHANG HJ, LU ZH, ZHU CS. Clinical analysis of short-segment spinal tuberculosis treated by internal fixation with short vertebral nails[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2018, 436(2): 178-181. Chinese.
- [11] 陈志达, 林斌, 戴立林, 等. 后路减压椎弓根螺钉固定与单纯后路椎弓根螺钉固定治疗单节段胸腰椎骨折合并椎板青枝骨折[J]. 中华创伤杂志, 2019, 35(10): 880-887.
CHEN ZD, LIN B, DAI LL, et al. Posterior decompression pedicle screw fixation and posterior pedicle screw fixation for the treatment of single-segment thoracolumbar fractures with lamina fractures[J]. Zhonghua Chuang Shang Za Zhi, 2019, 35(10): 880-887. Chinese.
- [12] Liu X, Li K, Yin L, et al. The associations of blood pressure with spinal fracture in Chinese adult[J]. J Hyperten, 2018, 36(7): 160.
- [13] 陈夜, 赵国辉, 金丹杰, 等. 后路短节段内固定结合伤椎强化技术治疗骨质疏松性胸腰椎爆裂性骨折[J]. 中国微创外科杂志, 2019, 19(12): 1088-1091.
CHEN Z, ZHAO GH, JIN DJ, et al. Treatment of osteoporotic thoracolumbar burst fractures with posterior short-segment internal fixation combined with vertebral enhancement techniques[J]. Zhongguo Wei Chuang Wai Ke Za Zhi, 2019, 19(12): 1088-1091. Chinese.
- [14] Huang YS, Hao DJ, Feng H, et al. Comparison of percutaneous kyphoplasty and bone cement-augmented short-segment pedicle screw fixation for management of Kümmell disease[J]. Med Sci Monitor, 2018, 24(4): 1072-1079.
- [15] 张凯斌, 张茗. 网袋加压椎体成形术治疗骨质疏松性椎体骨折骨不连临床效果观察[J]. 中国药物与临床, 2019, 19(8): 106-108.
ZHANG KB, ZHANG M. Clinical effect observation of mesh bag compression vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral fractures and nonunion[J]. Zhongguo Yao Wu Yu Lin Chuang, 2019, 19(8): 106-108. Chinese.
- [16] Wang H, Mo Z, Han J, et al. Extent and location of fixation affects the biomechanical stability of short-or long-segment pedicle screw technique with screwing of fractured vertebra for the treatment of thoracolumbar burst fractures: An observational study using finite element analysis[J]. Medicine, 2018, 97(26): 11244.
- [17] 陈志达, 吴进, 林斌, 等. 后路伤椎短节段固定治疗严重不稳的胸腰椎爆裂性骨折[J]. 中国修复重建外科杂志, 2018, 32(1): 65-69.
CHEN ZD, WU J, LIN B, et al. Posterior short-segment fixation for severely unstable thoracolumbar burst fractures[J]. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi, 2018, 32(1): 65-69. Chinese.
- [18] 赵亮, 张锴, 曹臣, 等. 侧卧位单侧入路无痛椎体强化术治疗合并内科重症骨质疏松性椎体压缩骨折[J]. 中华创伤杂志, 2019, 35(8): 693-699.
ZHAO L, ZHANG K, CAO C, et al. Painless vertebral augmentation with unilateral lateral approach for the treatment of severe osteoporotic vertebral compression fractures with internal medicine[J]. Zhonghua Chuang Shang Za Zhi, 2019, 35(8): 693-699. Chinese.

(收稿日期: 2021-08-19 本文编辑: 王宏)