

临床论著

胸腰椎骨折复位内固定术后伤椎发生
骨缺损的相关危险因素分析

耿明皓, 孙建华, 李 晶, 曹城彰, 杨 杰, 盛悦航, 孙韶东

(石河子大学医学院第一附属医院骨科中心 832000 石河子市)

【摘要】目的:分析后入路胸腰椎骨折复位内固定术后发生骨缺损的相关危险因素。**方法:**回顾性分析 2016 年 1 月~2019 年 3 月我院行后入路椎弓根钉棒系统复位内固定术治疗的胸腰椎单节段骨折的患者 74 例,其中男性 41 例,女性 33 例,年龄 43.3 ± 1.3 (19~66) 岁,术后平均随访 15.6 ± 0.2 个月,术后 1 年完善 CT 检查。根据术后 1 年时伤椎水平位或矢状位 CT 图像是否出现骨缺损将患者分为骨缺损组(40 例)和骨折愈合组(34 例),分别记录患者的年龄、性别、体质指数(BMI)、骨折 AO 分型、伤椎有无置钉,并通过术前腰椎 MRI 评估术前椎间盘是否完整,通过 CT 测量术前伤椎压缩程度、术前矢状面 Cobb 角、伤椎撑开复位情况等相关因素,通过单因素分析和多因素 Logistic 回归分析研究各因素与骨缺损发生的相互关系,最后通过受试者工作特征(ROC)曲线验证各因素与骨缺损相关性的预测关系。**结果:**单因素分析结果显示,骨缺损组伤椎无置钉比例(27.50%)高于骨折愈合组(8.82%),术前椎间盘受损比例(35.00%)高于骨折愈合组(5.88%),伤椎过度撑开比例(52.50%)高于骨折愈合组(20.59%),术前椎体压缩程度平均 $(3.49\pm 1.87)\%$,高于骨折愈合组的平均压缩程度 $(25.01\pm 2.01)\%$,差异均有统计学意义($P<0.05$)。而骨缺损组与骨折愈合组之间年龄、BMI、骨折 AO 分型、术前矢状面 Cobb 角差异无统计学意义($P>0.05$)。多因素分析显示,患者术前椎间盘受损、椎体压缩严重、伤椎过度撑开是胸腰椎骨折复位术后出现骨缺损的独立危险因素。其 ROC 曲线下面积分别为 0.660、0.706、0.646($P<0.05$),表明上述因素对术后骨缺损相关性的预测具有较好的敏感性及特异性。**结论:**患者术前椎间盘受损、椎体压缩严重、伤椎过度撑开是胸腰椎骨折复位术后出现骨缺损的独立危险因素。

【关键词】 胸腰椎骨折;骨缺损;相关因素分析;受试者工作特征曲线

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2020.05.05

中图分类号:R687.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2020)-05-0410-07

Risk factors analysis of bone defect after surgery of thoracolumbar fracture/GENG Minghao, SUN Jianhua, LI Jing, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2020, 30(5): 410-416

【Abstract】 Objectives: To explore the related risk factors of bone defect after reduction and internal fixation of thoracolumbar fracture via posterior approach. **Methods:** Retrospective analysis of 74 patients(41 males and 33 females, aged 43.3 ± 1.3 years) with single-segment thoracolumbar fractures treated with pedicle screw-rod system reduction and internal fixation via posterior approach from January 2016 to March 2019 in our hospital. The mean follow-up period was 15.6 ± 0.2 months. At 1 year after surgery, CT examination was performed. The complete preoperative and postoperative follow-up radiographic data were collected. The patients were divided into bone defect group(40 cases) and fracture healing group(34 cases) according to the presence of bone defects on the horizontal or sagittal CT images of the injured vertebra at 1 year after operation. Data of age, sex, body mass index(BMI), AO classification were recorded. Preoperative MRI was performed to evaluate the integrity condition of preoperative intervertebral disc. CT image data were used to measure the vertebral body compression before operation, sagittal cobb angle, postoperative fracture reduction status, and other related factors. Univariate analysis and multivariate logistic regression analysis were used to analyze the relationship between risk factors and the occurrence of bone defects. The predicted relationship between the correlation of

基金项目:国家自然科学基金项目(编号:81560363)

第一作者简介:男(1994-),硕士研究生在读,研究方向:骨科

电话:(0993)2859427 E-mail:724022886@qq.com

通讯作者:孙建华 E-mail:75819985@qq.com

various factors and bone defects were verified through ROC curve. **Results:** Univariate analysis showed that the bone defect group had a higher rate of unscathed vertebral nails(27.50%) than the fracture healing group (8.82%), and the preoperative disc injury rate(35.00%) was higher than the fracture healing group(5.88%), the reduction rate (52.50%) was higher than that of fracture healing group(20.59%), the average degree of vertebral compression before operation was $(3.49\pm1.87)\%$, higher than the average degree of compression of the fracture healing group $(25.01\pm2.01)\%$, the difference was statistically significant($P<0.05$). There was no significant difference in age, BMI, fracture AO classification, and preoperative sagittal Cobb angle between the bone defect group and fracture healing group ($P>0.05$). The preoperative disc injury, excessive compression of the vertebral body and excessive expansion of the fracture are independent risk factors for bone defect after thoracolumbar fracture reduction. The areas under the ROC curve were: 0.660, 0.706, 0.646($P<0.05$), it suggests that the above research factors have good sensitivity and specificity for predicting the correlation of postoperative bone defects. **Conclusions:** The preoperative intervertebral disc integrity, preoperative vertebral body compression degree, fracture distraction status are independent risk factors for bone defects after thoracolumbar fracture reduction.

[Key words] Thoracolumbar fracture; Bone defects; Related factors; Receiver operating characteristic curve

[Author's address] Department of Orthopedics, First affiliated Hospital, school of medicine, Shihezi University, Shihezi, 832000, China

临床上治疗胸腰椎骨折的传统手术方式为后入路椎弓根钉棒系统复位内固定术,该术式可充分纠正后凸畸形、恢复椎体高度并且实现三柱固定,有助于患者尽早下地活动,减少卧床并发症的发生,以便尽快恢复正常生活和工作^[1]。但部分患者术后出现内固定松动、断裂,椎体高度再丢失,影响脊柱的稳定性,导致的慢性腰背部疼痛等并发症也受到越来越广泛的关注。有研究^[2-3]表明,胸腰椎骨折发生的瞬间暴力破坏了椎体内的骨小梁支架结构,尽管在复位过程中椎体的外部形态得以恢复,但椎体内的支架结构仍无法修复,形成了骨缺损。骨缺损的发生是胸腰椎骨折复位内固定术后并发症发生的重要因素之一^[4]。因此,本研究收集并分析了单节段胸腰椎骨折患者的临床资料,初步探讨术后骨缺损发生的相关危险因素,为该病的临床预防及治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 样本选择

纳入标准:(1)病程在 2 周以内的压缩型及爆裂型胸腰椎单节段骨折;(2)测量并观察术前 CT 影像学资料,椎管占位在 T12 及以上 $<30\%$,L1 $<40\%$,L2 及以下 $<50\%$ 且不伴有神经功能损伤^[5]。排除标准:(1)病理性骨折及骨质疏松性骨折;(2)需行前路或减压植骨融合术;(3)伴有严重颅脑或胸腔腹腔内重要脏器损伤,或伴有其他全身性疾病而不能耐受手术或需延期手术。

1.2 一般资料

2016 年 1 月~2019 年 3 月我院行椎弓根钉棒系统复位内固定术治疗的胸腰椎单节段骨折且符合纳入及排除标准的患者 74 例。其中男性 41 例,女性 33 例,年龄 19~66 岁,平均 43.3 ± 1.3 岁;受伤原因:高处坠落伤 32 例,车祸外伤 28 例,重物砸伤 14 例;受伤节段:T11 6 例,T12 24 例,L1 29 例,L2 15 例。

1.3 手术方法

手术全部由本科室同一组脊柱外科医师完成。静吸复合全身麻醉后,患者取俯卧位,常规消毒、铺巾,以伤椎为中心取后正中切口入路,切开皮肤、皮下及筋膜,自 Wiltse 入路将腰背筋膜显露后在其表面向两侧分离牵开,钝性分离多裂肌及最长肌之间间隙,显露并定位伤椎及相邻上下椎的棘突、椎板及上下关节突。采用“人字嵴顶点法”或横突定位法确定椎弓根螺钉进钉点。如伤椎置钉则先上下邻椎椎弓根置入螺钉,再根据术前 CT 检查在伤椎完整椎弓根一侧或双侧置入万向螺钉。再根据正常生理曲度预弯长度合适撑开棒,安装锁定后行撑开复位固定,恢复椎体高度及生理弧度。当骨块侵占椎管 $>30\%$ 或存在脊髓神经功能损伤时行椎板切除减压。所有患者术后均预防性使用抗菌素 1d,适当给予止痛等对症处理,术后第 3d 佩戴护具后下地活动,行站立位的功能锻炼,并复查术后 X 线、CT。

1.4 观察指标

所有患者均有术前 X 线、MRI 及 CT 平扫加重重建影像学资料,术后定期随访复查 X 线片,并且在术后 1 年行 CT 检查。根据术后 1 年时的伤椎 CT 上是否出现低密度骨缺损区域,将患者分为骨缺损组(观察组)和骨折愈合组(对照组)。收集 74 例单节段胸腰椎骨折患者相关病历资料及全部影像学资料,分析并记录患者的年龄、性别、体质指数(body mass index,BMI)、骨折 AO 分型、术前椎体的压缩程度、矢状面 Cobb 角、椎间盘是否完整以及术后伤椎有无置钉和撑开复位情况等。

1.5 评价方法

①伤椎压缩程度=伤椎前缘高度 $\times$ 2/(下位邻椎前缘高度+上位邻椎前缘高度) $\times$ 100%^[6];②矢状面 Cobb 角:伤椎上位椎体上终板与下位椎体下终板延长线夹角;③椎间盘是否完整:根据术前 MRI 矢状面、CT 矢状面重建片对椎间盘情况进行判断。椎间盘信号无明显改变,终板完整或终板有破裂但骨折块塌陷 $<2\text{mm}$ 则视为椎间盘完整;终板破裂塌陷 $\geq 2\text{mm}$,椎间盘信号明显改变,髓核组织嵌入椎体及椎间隙有碎片视为椎间盘受损^[7]。④撑开复位情况:过度撑开,椎间隙前缘高度 $\geq$ 下一椎间隙前缘高度;适度撑开,椎间隙前缘高度 $<$ 下一椎间隙前缘高度^[8]。

1.6 统计学处理

使用 SPSS 22.0 软件进行统计处理。计量资料以均数 $\pm$ 标准差表示,组间比较采用 t 检验(样本资料服从正态分布)或秩和检验(样本资料不服从正态分布);计数资料以百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验;研究各种因素对骨缺损发生的影响,将有统计学意义的单因素纳入多因素 Logistic 回归中,进而筛选出主要因素,最后通过受试者工作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线验证各因素与骨缺损相关性的预测关系,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 单因素分析

74 例患者中,共有 40 例患者术后出现椎体内骨缺损现象,发生率 54.05%。具体情况:骨缺损组过度撑开复位比例(52.50%)高于骨折愈合组(20.59%),术前椎间盘损伤比例(35.00%)高于骨折愈合组(5.88%),伤椎无置钉比例(27.50%)高

于骨折愈合组(8.82%),差异均有统计学意义($P<0.05$)。另外术前伤椎压缩程度高于骨折愈合组的伤椎压缩程度,差异有统计学意义($P<0.05$)。而骨缺损组与骨折愈合组之间年龄、BMI、矢状面 Cobb 角差异无统计学意义($P>0.05$,表 1)。随访发现,出现骨缺损的 40 例患者中无症状者有 35 例。2 例患者椎体内空腔逐渐愈合,骨缺损最终消失,9 例患者椎体内空腔体积变小并有愈合趋势。典型病例见图 1。

患者术前的椎间盘是否完整($t=9.195$, $P=0.002$)、术前椎体压缩程度($\chi^2=-3.089$, $P=0.003$)、伤椎撑开复位情况($\chi^2=7.957$, $P=0.005$)、伤椎有无置钉($t=4.179$, $P=0.041$)与椎体内是否发生骨缺损现象密切相关($P<0.05$);而患者的 BMI($\chi^2=1.911$, $P=0.060$)、性别($t=0.006$, $P=0.939$)、骨折 AO 分型

表 1 两组患者资料单因素分析结果

Table 1 Univariate analysis of patients' data in two groups

	对照组(n=34) Fracture healing group	观察组(n=40) Bone defect group	χ^2/t	P
性别(n) Gender			0.006	0.939
男 Male	19	22		
女 Female	15	18		
撑开复位情况(n) Distraction and reduction of fracture			7.957	0.005
正常 Moderate	27	19		
过度 Excessive	7	21		
椎间盘是否完整(n) Intervertebral disc integrity			9.195	0.002
完整 Complete	32	26		
受损 Damaged	2	14		
伤椎有无置钉(n) Screw setting			4.179	0.041
有 Yes	31	29		
无 No	3	11		
AO 分型(n) Fracture classification			0.083	0.773
A1	21	26		
A3	13	14		
年龄(y) Age	41.65 $\pm$ 1.79	44.75 $\pm$ 1.88	-1.185	0.240
体质指数(kg/m ²) Body mass index	25.36 $\pm$ 0.73	23.33 $\pm$ 0.76	1.911	0.060
矢状面 Cobb 角($^{\circ}$) Sagittal Cobb angle	16.98 $\pm$ 3.54	13.99 $\pm$ 1.05	0.863	0.425
椎体压缩程度(%) Degree of spinal compression	25.01 $\pm$ 2.01	33.49 $\pm$ 1.87	3.089	0.003

($t=0.083, P=0.773$)、年龄($\chi^2=-1.185, P=0.240$)及术前矢状面 Cobb 角($\chi^2=0.863, P=0.425$)与骨缺损

的发生无相关性($P>0.05$, 表 1)。

2.2 多因素分析

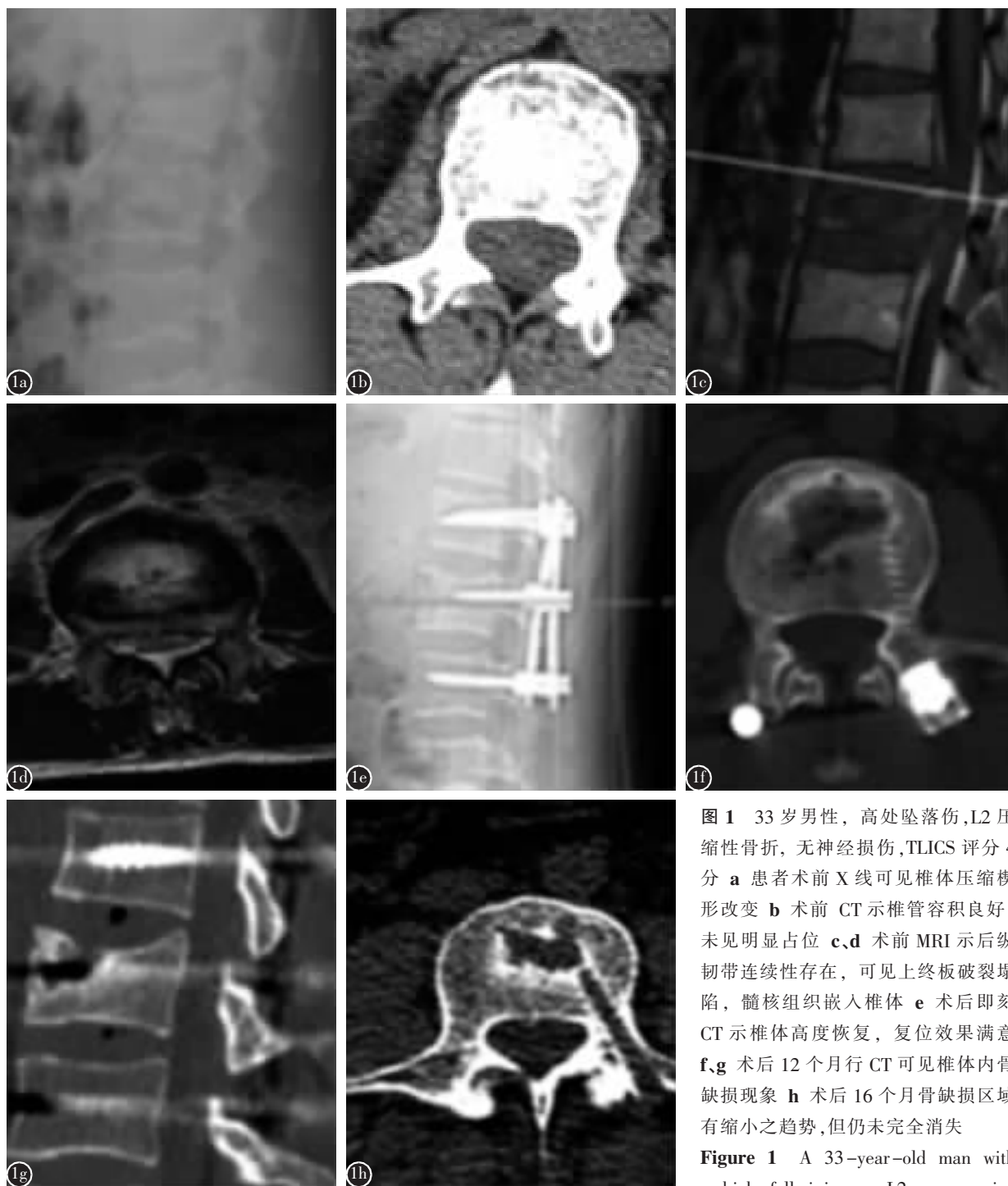


图 1 33 岁男性, 高处坠落伤, L2 压缩性骨折, 无神经损伤, TLICS 评分 4 分 **a** 患者术前 X 线可见椎体压缩楔形改变 **b** 术前 CT 示椎管容积良好, 未见明显占位 **c, d** 术前 MRI 示后纵韧带连续性存在, 可见上终板破裂塌陷, 髓核组织嵌入椎体 **e** 术后即刻 CT 示椎体高度恢复, 复位效果满意 **f, g** 术后 12 个月行 CT 可见椎体内骨缺损现象 **h** 术后 16 个月骨缺损区域有缩小之趋势, 但仍未完全消失

Figure 1 A 33-year-old man with a high fall injury, L2 compression

fracture, and no nerve injury. The TLICS score was 4 points **a** The X-ray before the operation showed the wedge shape of the vertebral body **b** CT showed that the volume of the spinal canal was no obvious space occupied **c, d** MRI showed disc tissue herniated into the vertebral body **e** CT after operation showed that the vertebral body height was restored, and the reduction effect was satisfactory **f, g** Bone defect in vertebral body can be seen on CT at 12 months after operation **h** The bone defect area showed a tendency to shrink after follow-up to 16 months after operation, but it did not completely disappear

将具有统计学意义的单因素分析结果纳入多因素分析(表 2),结果显示术前椎间盘受损($P=0.005$)、术前椎体压缩严重($P=0.048$)、伤椎过度撑开($P=0.026$)是影响术后椎体内骨缺损现象发生的独立危险因素($P<0.05$)。

2.3 ROC 曲线分析

结果显示患者的伤椎撑开情况、术前椎体压缩程度及椎间盘是否受损皆对术后骨缺损相关性的预测具有较好的敏感性及特异性,ROC 曲线下面积分别为 0.660、0.706、0.646($P<0.05$,表 3)。

3 讨论

胸腰椎骨折复位内固定术后骨缺损在不同年龄、性别以及骨折 AO 分型的患者中均可发生,其位置不定,大小、形态不一,相关文献报道其发生率 52%~100%不等^[3,9,10]。在本研究中,骨缺损发生率为 54.05%,且随访发现,出现骨缺损的 40 例患者中无症状者有 35 例,占骨缺损组总人数的 87.50%,说明并非所有的骨缺损都出现临床症状。另外观察发现 2 例患者椎体内空腔逐渐愈合,骨缺损最终消失,9 例患者椎体内空腔体积变小并有愈合趋势。我们分析认为,部分椎体内骨缺损有自愈能力,骨缺损也可能是骨折愈合过程中的转归现象。骨缺损与椎体骨不连两者之间既有差异又存在相关性,若骨缺损其残存空腔较大且长期存在可导致椎体不愈合,后期则会出现椎体骨不连,但并非所有存在骨缺损的患者都会发生骨不连。

3.1 术前椎体压缩程度及撑开复位情况

患者受伤时脊柱处于直立状态,来自垂直方向的暴力压缩椎体导致骨折的发生。暴力作用于皮质骨使其发生位移和断裂,松质骨则表现为压

缩。手术复位过程中利用前纵韧带和后纵韧带的张力以及纤维环的轴向牵引作用来还纳骨折块、恢复正常生理曲度并且使伤椎形态及高度得以恢复。而在压缩程度较重的椎体,断裂的皮质骨可以复位,但塌陷后的松质骨无法继续膨胀。在本次研究中所涉及的自变量中,术前椎体压缩程度和术后椎体撑开复位程度分别反映了术前椎体高度丢失及恢复情况,压缩程度越重,对自身结构的破坏就越严重,为求椎体高度恢复椎体所需扩张的程度就越高。如术者在复位过程中不能掌握适当撑开力的大小或追求椎体高度及角度的完全纠正造成过度复位,尽管使得术后 X 线片比较满意,但 CT 可见椎体内呈空虚状态,即骨缺损的发生。有研究^[11]表明,当骨折未发生时前中柱可承担约 80%负荷,后柱承担约 20%负荷,若前中柱稳定性丧失,则全部负荷均由后柱承担。在椎体骨质未愈合的术后早期,脊柱载荷受力直接从伤椎上位椎体经过椎弓根螺钉内固定系统传至下位椎体^[12]。骨缺损的发生使得椎体失去了前中柱支撑,前方椎体存在过度应力遮挡将造成后期内固定失败和椎体高度丢失。增加了后期发生内固定失败、矫正度的丢失以及椎体不愈合等并发症风险。在本研究中,骨缺损组患者其平均术前椎体压缩程度为(33.49 ± 1.87)%,而骨折愈合组平均术前椎体压缩程度为(25.01 ± 2.01)%,骨缺损组过度撑开复位比例(52.50%)高于骨折愈合组(20.60%),表明术前椎体压缩程度越重,使其恢复到正常椎体高度所需撑开的幅度就越大,即对椎体进行过度撑开的程度越高,则术后出现椎体骨缺损的风险就越高。

3.2 椎间盘的完整性

胸腰椎骨折发生时经常伴有椎间盘的损伤。郝勇等^[13]研究发现,67.20%的胸腰椎骨折患者合

表 2 多因素 Logistic 分析结果
Table 2 Multi-factor Logistic analysis results

	回归系数 Regression coefficient	标准误 S.E	Wald	自由度 Degrees of freedom	P 值 P value	优势比 O.R	95% CI 低值 95% CI low value	95% CI 高值 95% CI high value
伤椎无置钉 No nail screw setting	1.581	0.819	3.727	1	0.054	4.859	0.976	24.181
术前椎体压缩严重 Excessive compression	0.061	0.031	3.918	1	0.048	1.063	1.001	1.129
术前椎间盘受损 Intervertebral disc integrity	2.547	0.897	8.055	1	0.005	12.764	2.199	74.095
伤椎过度撑开 Excessive expansion	1.473	0.66	4.989	1	0.026	4.363	1.198	15.894

并上下终板相邻椎间盘损伤,并且大部分发生在上位椎间盘(63.40%)。丁建林等^[14]通过对 67 例胸腰椎骨折患者 MRI 影像资料研究发现,大部分爆裂骨折上终板均有损伤。本组病例中上终板损伤发生率高于下终板,这可能与椎体上半部分及前半部分的骨密度较下半部分及后半部分的骨密度低有关。对于大部分伴有椎间盘损伤的胸腰椎骨折患者,手术在复位椎体的同时也可以将移位的伤椎终板间接复位,但对于髓核组织嵌入椎体或终板位移明显者,复位效果往往并不理想。本研究中,发生椎间盘损伤的 16 例患者中有 14 例(87.50%)患者术后出现骨缺损,并且在随访中发现,有 5 例发生骨缺损的患者在术后出现长期慢性的疼痛,其中术前椎间盘受到损伤的患者有 4 例。这说明了椎间盘的完整性受到损伤会增加骨缺损的风险,影响骨折患者的手术疗效。完整的椎间盘是脊柱可以维持稳定的重要原因之一,约有 60% 发生椎体不稳的胸腰椎骨折术后患者其术前椎间盘均有受到损伤,而椎体原因造成的不稳定仅占 40%^[15]。因损伤后的椎间盘其纤维环不能自行修复,仅由瘢痕组织替代,后者很难同正常结构一样起到对椎体的支撑稳定作用,造成脊柱的不稳定。所以对于髓核位移较明显、终板及纤维环破裂较为严重的骨折患者,应适当放开脊柱融合手术的手术指征,将椎间盘组织中去掉,椎体间隙行

植骨融合,以便稳定损伤节段。

3.3 其他可能影响因素

有学者^[10-16]认为,骨密度过低也是术后发生骨缺损的主要危险因素,因在骨量减少或骨质疏松的人群中其骨重建长期处于负平衡状态,对骨折的修复能力低于健康人群,术后发生骨缺损的区域难以修复和骨质填充,从而导致椎体内空腔的产生。但本组患者平均年龄(43.3±1.3 岁)较小,骨量较高。并且对于老年骨质疏松性骨折本科室医生多采用 PVP。因此本研究未将骨密度因素纳入研究。在本研究结果中,伤椎置钉不是骨缺损产生的主要影响因素,但也是影响因素之一。在对于胸腰椎骨折手术方式选择的临床讨论中,伤椎置钉也是一个热门话题。有研究表明^[17],伤椎置钉可以增加内固定的载荷能力和增强脊柱的稳定性,因置钉的过程中可利用螺钉可以实现对伤椎向前以及向中间进行顶压及钳夹,从而可以更好地恢复椎体高度和生理曲度,并且显著降低内固定的悬吊作用和平行四边形作用(即 4 枚螺钉构成一个平行四边形,由于平行四边形缺乏稳定性,在外力的作用下容易变成斜四边形,出现椎体复位不理想、内固定松动、弯曲等并发症),减少后期内固定失败的可能性。因此本研究中大多采用伤椎置钉的手术方式,伤椎置钉与非置钉病例相比,椎体的复位及维持效果更好的同时,骨缺损的发生率(29/60,48.33%)比非置钉病例发生率(11/14,78.57%)低。我们分析其原因为:椎弓根的完整是伤椎置钉的前提,而椎弓根保持完整的病例其损伤程度较椎弓根断裂病例的损伤程度普遍较轻;并且在选择伤椎进钉角度时,可以根据伤椎终板损伤位置,选择相应椎间(终板损伤侧)撑开,即单椎间撑开,避免对正常椎间盘损伤牵张的同时,在部分程度上间接还纳了嵌入椎体内的终板。因此部分伤椎置钉患者虽然存在过度撑开,但由于其在术前椎体本身损伤程度不重或由于术中置钉过程中对损伤终板撬拨作用,使得复位后椎体内部不易出现骨缺损。

综上所述,患者术前椎间盘受损、椎体压缩严重、伤椎过度撑开是胸腰椎骨折复位术后出现骨缺损的独立危险因素。临床工作中,术前充分评估上述指标,可以在一定程度上减少术后椎体内骨缺损现象的出现。

表 3 各变量 ROC 曲线分析
Table 3 ROC curve of each variable

	曲线下 面积 Area Under Curve	标准 误 S.E	P 值 P Value	95% CI 低值 95% CI low value	95% CI 高值 95% CI high value
性别 Gender	0.496	0.068	0.948	0.363	0.628
年龄 Age	0.623	0.066	0.070	0.493	0.753
伤椎有无置钉 Screw setting	0.593	0.066	0.168	0.464	0.723
体质指数 Body mass index	0.401	0.067	0.143	0.269	0.532
椎体压缩程度 Degree of spinal compression	0.706	0.062	0.002	0.585	0.827
矢状面 Cobb 角 Sagittal cobb angle	0.540	0.069	0.551	0.406	0.675
术前椎间盘是否完整 Intervertebral disc integrity	0.646	0.064	0.032	0.520	0.771
伤椎撑开情况 Distraction and reduction of fracture	0.660	0.064	0.019	0.535	0.785

4 参考文献

1. 曾忠友, 张建乔. 胸腰椎功能解剖区特点及其治疗方法选择[J]. 中华创伤杂志, 2017, 33(6): 485-487.
2. 叶晶华, 王剑锋, 顾豪杰, 等. 对不同年龄段胸腰椎骨折复位后“空壳”现象的处理[J]. 吉林医学, 2016, 37(4): 808-810.
3. 刘团江, 郝定均, 王晓东, 等. 胸腰段骨折椎弓根钉复位固定术后骨缺损的 CT 研究[J]. 中国矫形外科杂志, 2003, 11(10): 706-707.
4. Nenggao F, Xiaofen C. Clinical efficacy of pedicle screw internal fixation through posterior approach in treatment of thoracolumbar fracture[J]. Journal of Modern Medicine & Health, 2013, 29(2): 207-208.
5. 夏群, 徐宝山, 张继东, 等. 胸腰椎爆裂骨折手术入路的选择[J]. 中华骨科杂志, 2004, 24(12): 718-722.
6. 缪寿亮, 周湘兰, 郑祥武. 胸腰椎压缩性骨折压缩程度评估方法比较[J]. 中国法医学杂志, 2016, 31(2): 171-173.
7. Phillips FM, Ho E, Campbellhupp M, et al. Early radiographic and clinical results of balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Spine, 2003, 28(19): 2265-2267.
8. 崔志明, 李卫东, 保国锋, 等. 撑开-放松-再撑开复位技术在胸腰段骨折治疗中的应用[J]. 中华创伤骨科杂志, 2008, 10(2): 198-200.
9. 敖俊, 辛志军, 陈方, 等. 两种植骨法对胸腰椎爆裂骨折复位后骨缺损空隙残存率及压缩刚度的影响[J]. 中国修复重建外科杂志, 2013, 27(8): 974-979.
10. 胡海刚, 林旭, 谭伦, 等. 胸腰椎骨折后路复位术后椎体“空壳”现象的影像学研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2017, 31(8): 976-981.
11. 傅廷友, 吴银松, 修先伦. 腰椎三柱融合与二柱融合治疗腰椎不稳的临床比较研究[J]. 中国矫形外科杂志, 2013, 21(24): 2460-2466.
12. 胡临, 田伟, 刘波, 等. 陈旧性胸腰椎骨折的术式选择——前路固定与后路椎体截骨术的比较[J]. 中华创伤骨科杂志, 2004, 6(11): 1223-1225.
13. 郝勇, 周跃, 任先军, 等. 严重胸腰椎骨折合并椎间盘损伤的手术治疗[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2003, 18(1): 14-17.
14. 丁建林, 梁立华, 王毓佳, 等. 脊柱爆裂性骨折的影像学评价[J]. 影像诊断与介入放射学, 2006, 15(1): 25-28.
15. 梁昌详, 郑晓青, 梁国彦, 等. 胸腰椎爆裂性骨折中椎间盘完整性对手术疗效的影响[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(6): 502-509.
16. Alanay A, Acaroglu E, Yazici M, et al. Short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar burst fractures: does transpedicular intracorporeal grafting prevent early failure [J]. Spine, 2001, 26(2): 213-217.
17. 朱立帆, 曾金才, 朱晓东, 等. 胸腰椎骨折三种不同内固定方式的疗效比较[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(10): 893-898.

(收稿日期:2020-01-13 修回日期:2020-04-07)

(英文编审 庄乾宇/谭 啸)

(本文编辑 姜雅浩)