文章编号:1000-5404(2014)18-1957-04

论著

# 伤椎斜行置钉治疗单纯腰椎压缩性骨折的解剖学研究

丁浩洋,汪 洋,唐 杰,何忠成,柯珍勇 (400010 重庆,重庆医科大学附属第二医院骨科)

[摘要] **目的** 通过对腰椎椎弓根解剖学测量,探讨伤椎斜行置钉的可行性。**方法** 分析2011年2月至2013年12月我院52例患者的腰椎CT资料,通过相应纳入指标,筛选26例患者共100个椎弓根三维重建数据,测量在标准进钉点(以椎弓根中点为标准进钉点)进钉突破椎弓根后缘时对应矢状面所成最大夹角及进钉点上下移动后对应矢状面所成最大夹角。**结果** ①以椎弓根中点为进钉点时上下矢状面最大夹角 $L_1$~$L_5$ 分别为(±18.2°±2.0°)、(±15.2°±2.9°)、(±14.1°±2.9°)、(±15.1°±3.6°)、(±17.4°±3.3°);②进钉点上移:$L_1$~$L_5$ 分别为(5.2±0.6)、(4.2±0.6)、(4.2±0.5)、(3.9±0.8)、(4.0±0.8)mm时,相应矢状面最大夹角分别为(33.3°±3.2°)、(28.4°±4.8°)、(26.6°±4.8°)、(28.2°±5.9°)、(31.9°±5.3°);③进钉点下移:$L_1$~$L_5$ 分别为(5.2±0.6)、(4.2±0.6)、(4.2±0.5)、(3.9±0.8)、(4.0±0.8)mm时,相应矢状面最大夹角分别为(-33.3°±3.2°)、(-28.4°±4.8°)、(-26.6°±4.8°)、(-28.2°±5.9°)、(-31.9°±5.3°)。**结论** 通过测量数据分析得出调整进钉点及矢状面头尾倾角可达到斜行置钉的目的,可用于治疗单纯腰椎压缩骨折。

[关键词] 腰椎;脊柱骨折;椎弓根螺钉;进钉点;矢状面夹角
[中图法分类号] R323.43;R683.2;R687.32 [文献标志码] A

# Anatomy of oblique pedicle screw placement for treating simple compression fracture of lumbar

Ding Haoyang, Wang Yang, Tang Jie, He Zhongcheng, Ke Zhenyong (Department of Orthopedics, the Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing, 400010, China)

[**Abstract**] **Objective** To discuss the possibility of oblique pedicle screw placement by the anatomic measurement of the lumbar pedicle. **Methods** The clinical data of lumbar computed tomography of 52 patients from February 2011 to December 2013 in our hospital were accessed. We collected 100 three-dimensional reconstruction data of the lumbar pedicles from 26 of the patients. With these data, we measured the maximum sagittal angle between the screw and the pedicle while the screw broke through the pedicle's trailing edge at the standard entrance point (with the midpoint of the pedicle as a standard entrance point), and also measured the sagittal section angle between the screw and the pedicle while the entrance move vertically. **Results** When using the standard entrance point, the maximum sagittal section angle were: $L_1$ ±18.2°±2.0°, $L_2$ ±15.2°±2.9°, $L_3$ ±14.1°±2.9°, $L_4$ ±15.1°±3.6°, and $L_5$ ±17.4°±3.3°. When moving up the entrance point by $L_1$ 5.2±0.6 mm, $L_2$ 4.2±0.6 mm, $L_3$ 4.2±0.5 mm, $L_4$ 3.9±0.8 mm, and $L_5$ 4.0±0.8 mm, the maximum sagittal section angle were: $L_1$ 33.3°±3.2°, $L_2$ 28.4°±4.8°, $L_3$ 26.6°±4.8°, $L_4$ 28.2°±5.9°, and $L_5$ 31.9°±5.3°, respectively. When moving down the entrance point by $L_1$ 5.2±0.6 mm, $L_2$ 4.2±0.6 mm, $L_3$ 4.2±0.5 mm, $L_4$ 3.9±0.8 mm, and $L_5$ 4.0±0.8 mm, the maximum sagittal section angle were: $L_1$ -33.3°±3.2°, $L_2$ -28.4°±4.8°, $L_3$ -26.6°±4.8°, $L_4$ -28.2°±5.9°, and $L_5$ -31.9°±5.3°, respectively. **Conclusion** Selecting a proper scope of the entrance point with a proper sagittal angle helps place a screw into the uninjured part of the vertebra, which can be used for the treatment of simple compression fracture of lumbar.

[通信作者] 柯珍勇,E-mail:kzy6417@163.com
[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20140821.1510.031.html(2014-08-21)

[**Key words**] lumber; spinal fracture; oblique pedicle screw; entrance point of screw; sagittal section angle

Corresponding author: Ke Zhenyong, E-mail: kzy6417@163.com

腰椎骨折(lumbar fracture)后脊柱稳定性丢失,易造成椎管占位、椎体滑脱及脊髓损伤等并发症,常需手术治疗。椎弓根螺钉内固定术是目前治疗腰椎骨折的后路常规手术[1],传统跨伤椎短节段固定在椎体高度恢复方面效果较差[2-3],易造成后凸复发及内固定失效[4]。近年来经伤椎椎弓根螺钉内固定术以其良好的生物力学特性[5]在椎体高度的恢复以及椎体稳定性方面取得了理想的临床效果,降低了术后及随访中内固定松动及断钉的风险。传统伤椎固定时钉道多平行进入,易直接穿入椎体骨折线,降低固定节段稳定性,影响骨折愈合。伤椎斜行置钉可靶向将椎弓根螺钉置入伤椎未受损区域,避开骨折区域,增强钉道周围骨质环抱力量,增加稳定性。本研究以腰椎($L_1$ ~ $L_5$)椎弓根CT三维重建为资料,通过Kingstar winning this view软件测量,计算在标准进钉点通过椎弓根根部时,螺钉在椎弓根矢状面所能达到的最大夹角,以及进钉点上下偏移后螺钉在椎弓根矢状面所能达到的最大夹角,旨在为伤椎斜行置钉提供解剖学依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

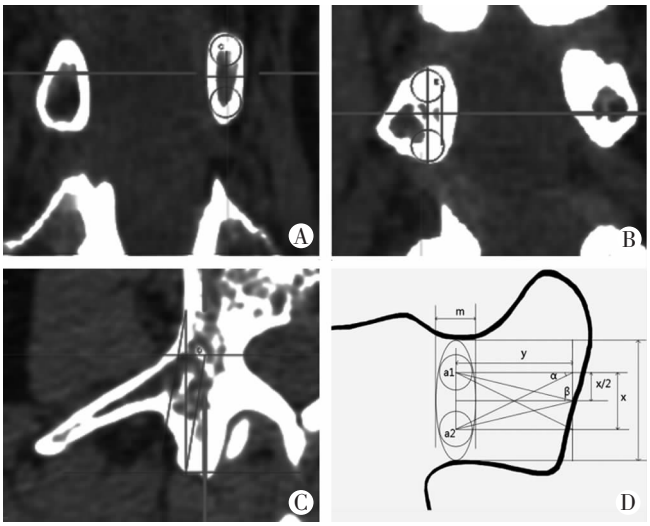
分析2011年2月至2013年12月我院患者腰椎CT平扫+三维重建资料,筛选符合以下纳入及排除标准的患者26例,包括男性14例,女性12例,年龄24~83岁,平均年龄53.9岁。将腰椎数据分为$L_1$ ~ $L_5$共5组数据,每组20个椎弓根数据,共100个,不区分左右椎弓根。纳入标准:正常发育成年人。排除标准:①脊柱外伤骨折、感染、肿瘤等病变,椎弓根破坏;②结构性脊柱侧弯、椎弓根及椎板畸形;③脊柱后凸畸形(Cobb角改变);④椎体旋转。

### 1.2 测量方法

螺旋扫描及三维重建:采用16排螺旋CT(LightSpeed)对选定对象行螺旋扫描及断层图像处理,扫描时对象取仰卧位。扫描后用像素蒙版行3D计算,针对冠矢状位行三维重建,设置参数进行优化,完成重建过程。基于后路椎弓根螺钉内固定术手术方式,运用Kingstar winning this view行绘图测量(图1A~C),设定以椎弓根中点为进钉点,做面积23.76 $mm^2$圆a为模拟椎弓根螺钉横切面(模拟伤椎置入螺钉规格:长35 mm,直径5.5 mm)。取椎弓根上下径最狭窄处做冠状切面b,螺钉如能通过此切面,即能经过椎弓根根部穿入椎体而不会造成椎弓根上下壁的破坏。圆a在切面b所围成不规则椭圆内竖直上下移动。

### 1.3 主要观察指标

以圆a与此切面b所能相切的最上端a1及最下端a2位置为两极,测量圆a所在上下两极时a1、a2圆心距x(图1D)。测量进钉点至切面b所经长度y。x/2为以标准进钉点为参照进钉点所能摆动的上下距离,以x、y通过反三角函数$\beta = \tan^{-1}(x/2y)$测算出角β,即为标准进钉点时矢状面所成最大夹角。通过$\alpha = \tan^{-1}(x/y)$测算出角α,即为以进钉点上下移动后上下矢状面最大夹角。




A:$L_1$椎弓根上下径最狭窄处做冠状切面;B:$L_3$椎弓根上下径最狭窄处做冠状切面;C:$L_3$椎弓根横切面;D:矢状面夹角α、β测量方法

**图1 椎弓根三围解剖学数据的测量与运算方法**

### 1.4 统计学分析

数据以$\bar{x} \pm s$表示,采用SPSS 19.0统计软件进行分析,将5组数据分别行K-S检验。按数理统计行线性回归,设显著性水平为0.05,置信区间为95%,即H0:正态分布,H1:非正态分布。

## 2 结果

### 2.1 解剖学测量结果

所测椎弓根数据经相应三角函数计算矢状面夹角得出3组数据及分析结果(表1~3),将数据行单样本K-S检验后,发现所得5组数据的$P$值均>0.05,说明检验数据和正态分布没有显著差异,H0成立,拒绝H1,呈正态分布。

通过对26例患者共5组100个椎弓根数据的测量、运算及统计分析得出,在伤椎置钉时,在该椎体对应常规头尾倾角前提下,如椎体上终板塌陷,在标准钉点向下偏移10°范围内可为安全区域,而塌陷达Ⅲ度时,置钉过程中找到标准进钉点后,可竖直向上偏移2~3 mm,螺钉可再向下偏移20°;反之亦然。故临床上可根据相应的数字射线摄影(DR、CT及MR)影像学

表现选择相应进钉点及倾角达到斜行置钉的目的。

**表1 螺钉在矢状面与椎弓根所成夹角**

| 腰椎 | 倾角β(°) | *P*值 |
|---|---|---|
| $L_1$ | ±18.2±2.0 | 0.779 |
| $L_2$ | ±15.2±2.9 | 0.816 |
| $L_3$ | ±14.1±2.9 | 0.894 |
| $L_4$ | ±15.1±3.6 | 0.971 |
| $L_5$ | ±17.4±3.3 | 0.715 |

**表2 进钉点向上偏移后螺钉在矢状面与椎弓根所成夹角**

| 腰椎 | 偏移距离(mm) | 倾角α(°) | *P*值 |
|---|---|---|---|
| $L_1$ | 5.2±0.6 | 33.3±3.2 | 0.723 |
| $L_2$ | 4.2±0.6 | 28.4±4.8 | 0.891 |
| $L_3$ | 4.2±0.5 | 26.6±4.8 | 0.916 |
| $L_4$ | 3.9±0.8 | 28.2±5.9 | 0.970 |
| $L_5$ | 4.0±0.8 | 31.9±5.3 | 0.602 |

**表3 进钉点向下偏移后螺钉在矢状面与椎弓根所成夹角**

| 腰椎 | 偏移距离(mm) | 倾角α(°) | *P*值 |
|---|---|---|---|
| $L_1$ | 5.2±0.6 | −33.3±3.2 | 0.723 |
| $L_2$ | 4.2±0.6 | −28.4±4.8 | 0.891 |
| $L_3$ | 4.2±0.5 | −26.6±4.8 | 0.916 |
| $L_4$ | 3.9±0.8 | −28.2±5.9 | 0.970 |
| $L_5$ | 4.0±0.8 | −31.9±5.3 | 0.602 |

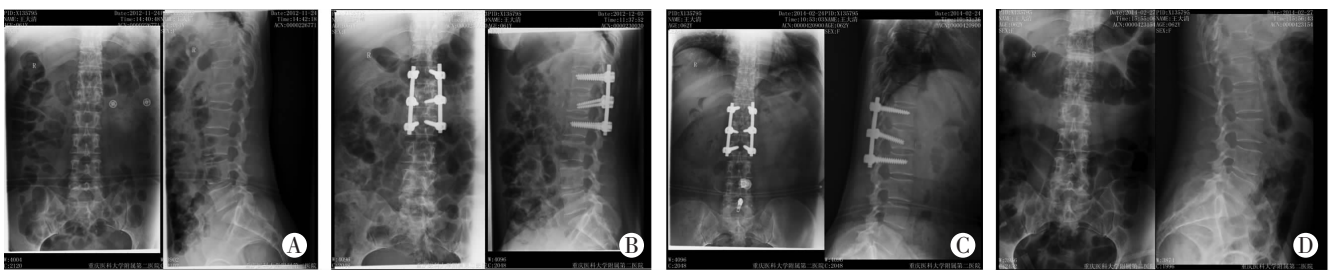
### 2.2 典型病例

女性患者,62岁,以“外伤致腰部疼痛、活动受限2 d”为主要表现。诊断:$L_1$压缩骨折;行$L_1$骨折切开复位+椎弓根螺钉内固定术,术中行伤椎斜行置钉。手术顺利。于术后14 d好转出院。术后3个月内正规佩戴肢具行功能锻炼,3个月后取下肢具,随访中未诉背部疼痛及肢体放射痛,无畏寒、发热等感染症状。术后14个月再入院,复查X线片见骨折椎已愈合,遂行内固定器取出术。术后治愈出院(图2)。

## 3 讨论

单纯腰椎压缩骨折(A型)在前柱压缩Ⅱ度及以上,后凸成角>30°,需手术干预。椎弓根螺钉内固定术,相较于以椎板或横突为固定点的骨钩内固定方式,具有力学强度大,稳定性高,融合效果好等优点[6],成为腰椎骨折后路常规手术方式。

近年来,跨伤椎4钉棒内固定仍作为传统方法广泛运用。后路跨伤椎短节段椎弓根螺钉内固定术通过对伤椎上下相邻正常椎体行内固定作为锚定点,通过钉棒连接纵向撑开或加压提供三维矫正及内固定[7]。其前提条件是骨折椎与上下相邻椎相连的前、后纵韧带和纤维环大部分完整。此方法存在不足:①固定即刻强度不足;②固定力臂较长;③术后可能椎体再塌陷并骨折块后突进入椎管造成椎管压迫可能;④术后内固定失效、椎弓根螺钉断裂。McLain等[4]报道19例患者术后15个月的随访中出现了6例继发于螺钉弯曲的后凸畸形,3例骨塌陷以及1例钉尾断裂。近年来经伤椎椎弓根螺钉内固定以其生物力学的优异性[8]被运用推广。研究表明伤椎置钉具有以下优点:①置钉过程直接于伤椎施加顶力进行复位[9];②降低平行四边形效应,缩短了力臂的长度,增加稳定性,降低术后再发椎体塌陷风险;③分散钉杆连接应力,减小断钉风险;④伤椎螺钉可锚定限制骨折椎体移动,防止椎体前脱位及侧方脱位[10]。Dick等[5]以牛腰椎为模型,对6钉法进行生物力学研究,发现经伤椎固定后脊柱在轴向承载力增加160%,抗屈曲力增加38%,抗扭转力增加48%。Norton等[11]通过对人体胸腰椎的力学研究证明6钉屈曲和伸展的平均刚度增加了31%。说明伤椎置钉具有更好的稳定性和力学强度。有学者




A:术前腰椎正侧位片;B:术后4 d腰椎正侧位片;C:术后14个月腰椎正侧位片,见骨折已愈合;D:术后14个月行内固定取出后腰椎正侧位片

**图2 $L_1$单纯压缩性骨折患者行斜行置钉手术前后X线片表现**

对手术患者术后随访48个月发现伤椎置钉能有效恢复并维持椎体高度[12-13]。吕夫新等[14]运用牛胸腰椎建立前中柱损伤模型,证明伤椎内固定(6钉)在脊柱的强度、刚度及稳定性方面已能达到长节段固定(8钉)的水平,且其力臂仍短于长节段固定,相比起来其存在手术切口小、周围组织剥离少、出血少等优点,减小了手术创伤。

田耕等[15]在伤椎置钉及非伤椎置钉临床效果差异分析中提出伤椎置钉时螺钉指向应偏向未受损椎体区域,以增加螺钉把持力度。我们考虑将骨折椎模拟为矩形,则斜行置钉钉道为该矩形对边,而常规置钉多平行于上终板,为该矩形临边。故理论上斜行置钉时螺钉长度可长于常规置钉,且螺钉置入未受损骨质内,增加了螺钉与骨质环抱力度。伤椎斜行置钉可避免螺钉置入椎体骨折线内,有利于椎体骨折愈合,但斜行置钉概念无椎弓根解剖学统计数据,也无矢状面斜行置钉可行角度解剖学依据。椎弓根螺钉上下摆动度数受进钉点及椎弓根上下径影响,而腰椎椎弓根结构因其解剖学特性,有其最狭窄冠状面,故能通过此冠状面,即可通过椎弓根进入椎体后缘。如角度把握不足,倾斜度偏小不能达到螺钉置入靶点骨质内,倾斜度偏大容易突破椎弓根四壁,尤其是下壁突破后,可刺激椎弓根下缘出口神经根,造成术后相应区域感觉运动功能异常。

本研究对椎弓根的解剖数据进行了测量分析,在伤椎置钉治疗外伤性单纯腰椎压缩性骨折中选取适当范围内的进钉点及头尾倾角度,从而使椎弓根螺钉能够置入伤椎的未受损骨质内,可增加内固定的稳定性,减少断钉风险。本研究未将椎体上下、前后径纳入讨论指标,故在术中仍需根据椎体影像学资料选择适合椎弓根螺钉长度。腰椎椎弓根在椎体中上缘水平,故尤其在斜行向上置入椎弓根螺钉时,螺钉长度需适当减小,或根据实际情况减小头倾角度,避免突破椎体上终板置入椎间盘内。在下一步的研究中,可通过继续完善伤椎斜行置钉的生物力学研究,为伤椎斜行置钉提供更多理论以及实验依据。

**参考文献:**


[1] Boos N, Webb J K. Pedicle screw fixation in spinal disorders: a European view[J]. Eur Spine J, 1997, 6(1): 2-18.

[2] 朱云荣, 叶晓健, 余将民, 等. 短节段经伤椎椎弓根螺钉治疗胸腰段骨折[J]. 中华创伤杂志, 2010, 26(3): 221-224.

[3] 昌耘冰, 范志丹, 夏虹, 等. 应用伤椎置钉技术治疗胸腰椎骨折的生物力学研究与临床应用[J]. 中国临床解剖学杂志, 2009, 27(3): 347-350.

[4] McLain R F, Sparling E, Benson D R. Early failure of short-segment pedicle instrumentation for thoracolumbar fractures. A preliminary report[J]. J Bone Joint Surg Am, 1993, 75(2): 162-167.

[5] Dick J C, Jones M P, Zdeblick T A, *et al*. A biomechanical comparison evaluating the use of intermediate screws and cross-linkage in lumbar pedicle fixation[J]. J Spinal Disord, 1994, 7(5): 402-407.

[6] Liljenqvist U, Hackenberg L, Link T, *et al*. Pullout strength of pedicle screws versus pedicle and laminar hooks in the thoracic spine[J]. Acta Orthop Belg, 2001, 67(2): 157-163.

[7] Yue J J, Sossan A, Selgrath C, *et al*. The treatment of unstable thoracic spine fractures with transpedicular screw instrumentation: a 3-year consecutive series[J]. Spine, 2002, 27(24): 2782-2787.

[8] 刘上楼, 徐军, 倪卓民, 等. 经胸腰段伤椎单节段椎弓根螺钉固定后的生物力学特性[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(39): 6908-6913.

[9] Shen W J, Liu T J, Shen Y S. Nonoperative treatment versus posterior fixation for thoracolumbar junction burst fractures without neurologic deficit[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2001, 26(9): 1038-1045.

[10] 李晶, 吕国华, 王冰, 等. 胸腰椎骨折脱位伤椎固定的可行性研究[J]. 中华骨科杂志, 2005, 25(5): 293-296.

[11] Norton R P, Milne E L, Kaimrajh D N, *et al*. Biomechanical analysis of four- versus six-screw constructs for short-segment pedicle screw and rod instrumentation of unstable thoracolumbar fractures[J]. Spine J, 2014, [Epub ahead of print].

[12] 柳超, 王雷, 田纪伟. 椎弓根螺钉联合伤椎置钉治疗合并骨质疏松症的胸腰段爆裂骨折[J]. 中华医学杂志, 2013, 93(25): 1993-1996.

[13] Khare S, Sharma V. Surgical outcome of posterior short segment trans-pedicle screw fixation for thoracolumbar fractures[J]. J Orthop, 2013, 10(4): 162-167.

[14] 吕夫新, 黄勇, 张强, 等. 胸腰椎骨折伤椎椎弓根内固定生物力学研究与临床应用[J]. 脊柱外科杂志, 2008, 6(4): 229-233.

[15] 田耘, 周方, 陈仲强, 等. 复杂胸腰椎骨折的伤椎形态特点与伤椎置钉技术[J]. 中华外科杂志, 2010, 48(16): 1238-1242.


(**收稿**:2014-03-05;**修回**:2014-04-03)

(编辑 龙 亮)