

# 腰椎椎弓根螺钉进钉点的个体化定位\*

韩今华<sup>1</sup>, 马德春<sup>1</sup>, 白 淼<sup>2</sup>, 陈丽娟<sup>3</sup>

## Individual entrance point location for pedicle screw implantation

Han Jin-hua<sup>1</sup>, Ma De-chun<sup>1</sup>, Bai Miao<sup>2</sup>, Chen Li-juan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Orthopedics, <sup>2</sup>Second Department of Ocular Fundus Diseases, <sup>3</sup>Fourth Department of Orthopedics, Second Hospital of Jilin University, Changchun 130041, Jilin Province, China

Han Jin-hua★, Studying for master's degree, Second Department of Orthopedics, Second Hospital of Jilin University, Changchun 130041, Jilin Province, China

Ma De-chun, Nurse in charge, Second Department of Orthopedics, Second Hospital of Jilin University, Changchun 130041, Jilin Province, China 286582787@qq.com

Han Jin-hua and Ma De-chun contributed equally to this study.

Received: 2011-08-15  
Accepted: 2011-09-10

吉林大学第二医院, <sup>1</sup>骨科二组, <sup>2</sup>眼底病二组, <sup>3</sup>骨科四组, 吉林省长春市 130041

韩今华★, 女, 1977年生, 吉林省长春市人, 朝鲜族, 吉林大学在读硕士, 主要从事护理学研究。

并列第一作者, 马德春, 女, 1966年生, 吉林省长春市人, 汉族, 1987年长春市中医药大学毕业, 主管护师, 主要从事护理学研究。 286582787@qq.com

中图分类号: R318  
文献标识码: B  
文章编号: 1673-8225 (2011)48-09066-04

收稿日期: 2011-08-15  
修回日期: 2011-09-10  
(20110909002/W · W)

### Abstract

**BACKGROUND:** Implanted positioning of pedicle screws is an important factor for successful pedicle screw implantation. **OBJECTIVE:** To investigate the technique of implanting pedicle screws and the feasibility of popularizing the application of pedicle screw fixation. **METHODS:** The first author searched PubMed database and CNKI database for articles regarding clinical safety and long-term effect of different methods for entrance point location of pedicle screw implantation. Finally, 24 articles were included in result analysis. **RESULTS AND CONCLUSION:** There are three steps for pedicle screw implantation: positioning, orientation, and depth setting. Roy-Camille method, Weinstein method, Mager method and Louis method are used for pedicle screw positioning. Orientation of pedicle screws includes sub-horizontal angle and sagittal angle. It has been proved by clinical practice that the pedicle screw occupying 80% of the vertebral body is appropriate. To ensure the individual entrance point positioning of pedicle screw implantation based on the lamina edge is feasible and reliable with small wound and high accuracy.

Han JH, Ma DC, Bai M, Chen LJ. Individual entrance point location for pedicle screw implantation. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2011;15(48): 9066-9069. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

### 摘要

**背景:** 关于椎弓根螺钉植入定位导向技术的研究成为影响置钉成功率的重要因素。**目的:** 探讨腰椎椎弓根螺钉进钉点的技巧及在基层普及腰椎骨折椎弓根固定的可行性。**方法:** 第一作者应用计算机检索 PubMed 数据库及 CNKI 数据库, 探讨不同方法治疗腰椎椎弓根螺钉进钉点的个体化定位在临床应用的安全性和远期疗效。纳入与腰椎椎弓根螺钉进钉点相关的文章, 以 24 篇文献为重点进行了讨论。**结果与结论:** 椎弓根螺钉植入 3 步为定位、定向、定深。定位有 Roy-Camille 法、Weinstein 法、Mager 法和 Louis 法。定向分矢状面角和水平面角。定深临床实践表明椎弓根螺钉占据椎体的 80% 时较为适宜。以椎板边缘对腰椎椎弓根螺钉进钉点个体化定位方法是可行和可靠的、创伤小、准确率高。**关键词:** 腰椎; 椎弓根螺钉; 钉点; 个体化定位; 置钉  
doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2011.48.034

韩今华, 马德春, 白淼, 陈丽娟. 腰椎椎弓根螺钉进钉点的个体化定位[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(48):9066-9069. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

## 0 引言

随着脊柱外科经后路内固定手术普遍开展, 各种椎弓根螺钉固定系统已广泛应用于临床, 但通过临床应用调查这些固定器械发现没有哪一种椎弓根螺钉固定比较完善<sup>[1]</sup>, 大量病例的近期随访表明并发症多。主要是螺钉松动、断钉、内固定不牢固、矫正度丢失、椎体间融合形成假关节、脱位术后复发、椎弓根断裂等。研究认为椎弓根螺钉固定产生并发症多的原因是螺钉内固定疲劳的结果<sup>[2]</sup>。内固定器械受周期性负荷而导致疲劳<sup>[3]</sup>。

与同类研究相比较, 文章在研究内容及分析的指标方面更加全面细致, 临床实用性更突出。可以为临床提供较好的个体化术前虚拟置钉方案。提高手术安全性和准确性, 减少并发症的出现, 提高远期疗效<sup>[4]</sup>。腰椎 CT 影像三

维重建建立椎弓根螺钉分析模型目的是对腰椎 CT 影像资料的分析测量, 结合三维重建与矢量分析软件, 探索 CT 三维重建建立腰椎椎弓根螺钉分析模型的方法, 为椎弓根螺钉内固定的科研和临床提供方法支持<sup>[5]</sup>。

既往的研究重在对人群总体共性的发现, 其结论的普遍性与临床应用要求个体化的特殊性之间存在矛盾<sup>[6-7]</sup>, 如何做到个体化, 如何使个体化成为不需昂贵计算机手术导航设备即能实现的实用技术<sup>[8]</sup>, 是文章萌生的初衷。

## 1 资料和方法

**1.1 资料提取策略** 由第一作者应用计算机检索 PubMed 数据库 (http://www.Ncbi.nlm.nih.gov/ PubMed), 检索关键词“Carpal bone, fracture ununited”, 限定文章语言种类为 English; 同时检索 CNKI 数据库 (www.cnki.

net/index.htm)。检索关键词“腰椎椎弓根螺钉，钉点，个体化定位”，限定文章语言种类为中文。

## 1.2 纳入排除标准

**纳入标准：**文章内容与腰椎椎弓根螺钉进钉点的个体化定位相关，同一领域文献则选择近期发表或发表在权威杂志文章。

**排除标准：**重复及较陈旧的文献。

**1.3 检索结果及评价** 计算机初检到 128 篇文章，阅读标题和摘要进行初筛，排除研究目的与本文无关的文献 68 篇，内容重复性研究 38 篇，共 24 篇文章符合标准，中文 20 篇，英文 4 篇。所有选用的文献均为相关性较强，并在此领域具有代表性和权威性，能及时准确地反映和报道腰椎椎弓根螺钉进钉点的个体化定位研究新进展。

## 2 结果

**2.1 腰椎 CT 影像三维重建建立椎弓根螺钉分析模型** 椎弓根螺钉(pedicle screws, PS)不同一般骨螺钉，三维空间通过一狭小空间。椎弓根螺钉置入一般有 3 个步骤：确定进钉点；把撑进钉水平面角度(transverse section angle, TSA)和矢状面角(sagittal section angle, SSA)；对进钉深度有一定要求<sup>[9-10]</sup>。

借助一些工具和技术以提高螺钉置入的精度，计算机辅助 X 射线导航系统能实时计算螺钉的轨迹提高植入的速度和准备性<sup>[11]</sup>。

**2.1.1 腰椎 CT 影像资料导入 Mimics8.1 软件** 利用 Philips MxLiteview version, 软件确定腰椎影像资料单个椎体节段所对应的起止层数及相应文件编号，以单个椎体为单位将其影像资料导入 Mimics8.1 软件。

**2.1.2 确定椎弓根中心点 C** 在 Mimics8.1 程序中分别找到双侧椎弓根最狭窄处平面椎弓根中心点 C 并标记，后续创建的各螺钉模型均通过该点<sup>[12]</sup>。

**2.1.3 创建通过椎弓根中心点 C 的初始螺钉**，确定椎弓根螺钉长度、直径 利用 Mimics8.1 软件自带的 3D 建模功能创建通过椎弓根中心点 C 的圆柱体代表初始螺钉，标准为目测下尽量与椎弓根轴心共线。钉长以初始螺钉钉尖所在水平面图像中钉尖距椎体前壁皮质骨内缘 6 mm 为准，直径等于或稍大于双侧椎弓根中心点平面中较小一侧椎弓根松质骨部分的横径，双侧螺钉取相同直径。

**2.1.4 创建内、外，内上、外上进钉方向的椎弓根螺钉模型** 在 AutoCAD2006 软件中测量椎弓根中心点和同侧初始螺钉钉尖两点间距离 R，规定后续创建各不同进钉角度螺钉时椎弓根中心点至其钉尖部分长度均为 R。在 Mimics8.1 程序中以左右椎弓根中心点为圆心，其对应 R 为半径创建球模型，在初始椎弓根螺钉钉尖与上下

终板平行平面中选取球与椎体外缘交点作为外侧螺钉钉尖点，选取双侧球交点作为内侧螺钉钉尖点。内外侧螺钉钉尖点以椎弓根中心点为顶点形成的夹角即为椎弓根螺钉内外夹角，在上终板平面选取球与上终板外缘交点作为外上方螺钉钉尖点，选取双侧球交点作为内上方螺钉钉尖点。内上方、外上方螺钉钉尖点以椎弓根中心点为顶点形成的夹角即为椎弓根螺钉上方夹角。

采用上述辅助定位后如遇椎弓根部穿破情况则需要手动调整螺钉以使螺钉刚好与原穿破侧椎弓根骨壁相切<sup>[13]</sup>。

**2.1.5 创建下侧进钉方向的椎弓根螺钉模型** 在 AutoCAD2006 程序中将椎弓根螺钉内外夹角、上方夹角两等分，由同侧两等分点与椎弓根中心点共同创建一平面，依该平面与同侧球在下终板平面交点创建下方螺钉模型。上方夹角等分点与下方螺钉模型钉尖点以椎弓根中心点为顶点形成的夹角即为椎弓根螺钉上下夹角。

**2.2 进钉点** 目前腰椎较常用的“人字嵴顶点法”，“十字法”，进钉点与椎弓根轴线吻合较好。

**2.2.1 腰椎基本上应用人字嵴顶点的定位** 解剖学研究发现，在腰椎峡部有一隆起的纵嵴，有人命名为“峡部嵴”。在上关节突根部的后外侧，也有一隆起的纵嵴，称副突嵴。该嵴斜行并与峡部嵴汇合，形成了形似“人”字的嵴，故称为“人字嵴”<sup>[14]</sup>。其汇合处称为人字嵴顶点，该人字嵴的出现率为 94.5%，变异少，只有少数(19%在 L<sub>5</sub>)人字嵴在干燥标本上较浅和不明显，但在活体中即使人字嵴较浅在，仍能易于辨认并找出人字嵴顶点做为定位点。临床应用时，将腰背肌剥离至关节突关节外缘部位，即显露人字嵴。因为椎弓根与矢状面有一定的夹角，所以进钉时需向外倾斜 5°~10°。椎弓根位于以下 3 个独特的生理结构的交汇处 A 横突中部 B 上小关节面 C 上、下关节突间部分<sup>[15]</sup>。掌握好的人字嵴你就成功了一大半。置入前钉的大小，进钉角度，方向的确定都离不开现在技术的影子。

**2.2.2 人字嵴定位的优越性** 文献中有多种后路确定腰椎椎弓根螺钉进钉点的方法，其共同点均以横突和关节突为定位标志，前提是横突及关节突均正常的解剖状态。

理想的定位方法应具备位置恒定，容易显露辨认，手术操作简便，创伤小，准确性高的特点。人字嵴顶点定位法则恰恰满足这一点。人字嵴在置入中容易显露，显露时只需将腰背肌剥离至关节突关节外缘部位，不需过多显露横突，也不需切开发节突关节的关节囊显露关节突关节面，对关节突关节影响较小，易于显露，手术操作较易。同时峡部嵴由于无肌肉附着，所以不发生退变，位置较固定，是较理想的椎弓根定位方法。

**经验方法：**将进钉点处骨皮质破开后，使用 2 mm 克氏针的钝头用双手慢慢向下捣开椎弓根内的松质骨，

可以听到特有的“嚓嚓”的声音和特殊的手感,直到椎体前皮质,可以听到较坚硬的弹响声,拔除克氏针,可以测量椎弓根钉的长度,这样的方法置入椎弓根钉,一般可保证钉位于椎弓根的中央,记住,一定要用克氏针的钝头<sup>[16]</sup>。

手感很重要:什么是手感?作者认为是一种技术应用得十分熟练,发挥到淋漓尽致时的一种自我感觉。手感是练出来的。多做多思考不断总结不断进步,这时才能有手感。外科临床实践很重要,理论学习也很重要,不可偏废。扎实的理论能对临床实践有很大的帮助<sup>[17]</sup>。

**2.3 TSA、SSA** TSA角度可以从CT片子上测量,SSA与体位有一定关系,可以在术中用C型臂监控。

**2.4 深度** 螺钉长度达到椎弓根轴线长度的80%已获得足够的生物力学强度,过长易穿透骨皮质损伤血管等。

进针点、进针方向、脊柱内固定:AO上关节突外缘下方,关节中心外3mm近横突基底。向中线成角 $7^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ,向尾端成 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 上关节突外缘垂线与横突水平线交点。胸腰椎部位向中线成角 $5^{\circ}$ , $L_{2-5}$ 成角 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。 $S_1$ 关节突外缘垂线,朝中线倾斜,指向骶骨岬前角。

另法指向矢状方向或平行于骶髂关节(此时进针点应轻度内移),指向骶骨侧块的前上角(侧块常较疏松或空虚,软骨下骨最坚强)。 $S_1$ 尾侧倾斜 $45^{\circ}$ 。

**2.5 与椎弓根螺钉系统本身有关的并发症** ①内固定系统弯曲、断裂。②螺钉松动、滑移。③应力遮挡,疲劳骨折。④植入物自身干扰效应。

**2.6 与椎弓根螺钉植入相关的并发症** ①螺钉击穿椎体前方,损伤前方的大血管或胸腹腔内脏器,引起气、血胸,心脏损伤,输尿管损伤等。②误植引起椎弓根骨折。③螺钉穿出椎弓,降低系统作用。向内侧进入椎管,使硬脊膜破裂,术后脑脊液漏,甚至损伤脊髓、神经根;螺钉向上或向下进入椎间孔,尤其向下,使神经根受卡压,导致术后严重的根性神经痛。椎弓根螺钉置入不佳,可引起固定系统强度下降甚或失效以及器官的损伤,导致手术失败,尤其是在2次手术或解剖变异情况下,发生率更高。

**2.7 椎弓根螺钉置入3步** 椎弓根螺钉置入3步为定位、定向、定深。

**2.7.1 定位方法** ①Roy-Camille法:横跨两侧横突的水平连线与连接上下小关节突中央的垂直线交点下1mm处。②Weinstein法:二分两横突的水平线与连接椎体上关节突的外侧缘与垂直线的交点。③Mager法:上关节突外缘垂线与横突水平线的交点。④Louis法:水平线上经上关节突关节面下缘上方1mm,垂直线为如关节间隙呈矢状则经关节间隙最外缘,如呈额状,则取关节突外1/3。

**2.7.2 定向** 矢状面角植入椎弓根螺钉后椎弓根螺钉

与上终板的夹角为椎弓根螺钉矢状面角(PS-SSa,简称SSa)SSa角为0时,椎弓根螺钉系统最稳定。水平面角(transverse section angle, TSA)置入椎弓根螺钉后椎弓根螺钉与椎弓根轴线的夹角为椎弓根螺钉水平面角(PS-TSa,简称TSa)当TSa角越小时,其位于椎弓根内的可靠性越高。

**2.7.3 定深** 关于椎弓根螺钉置入的深度临床实践表明椎弓根螺钉占据椎体的80%时较为适宜。

**2.8 椎弓根钉打入可能最精确的方法** ①医院手术室必须有C形臂X射线机,如无则不要做!②置入前必须将需要打钉的椎弓根CT平扫。目的:常规排除椎弓根先天变异;测量椎弓根宽度以决定钉的直径和长度;测量椎弓根与椎体纵轴所成的角度,即“e角”。③置入前,患者摆好体位后,C形臂X射线机平行手术床拍摄患者脊柱侧位片,计算椎弓根与手术床垂线所成的角度,即“f角”。④暴露两侧关节突后,手术钳夹住关节突,拍摄脊柱正位片。根据椎弓根与钳的位置定位进针点。⑤“椎弓根三维定向仪”,是作者新近发明的,可以从相互垂直的两个面测量椎弓根进针的角度,因为在三维空间里,相互垂直的两个平面上的角度完全可以“钉死”任何一条线的空间角度。⑥置入中,椎弓根探针或三棱锥的方向被椎弓根三维定向仪读出的“f角”“e角”所准确。⑦同样适用于脊柱侧弯,三维空间矫正。由于胸椎解剖特点以及脊柱畸形,置入椎弓根螺钉可能引起邻近的神经、血管损伤,致使该技术应用于特发性脊柱侧弯的胸椎仍未被推广。

### 3 讨论

目前胸椎椎弓根螺钉的置入方法主要有徒手法(解剖标志点法)、X射线透视法、椎板开窗法、计算机辅助导航法等。在各种方法中用或不用X射线辅助的徒手法临床最为常用,尽管各种徒手法进钉点、进钉角度有所不同,但他们共同的特点是椎弓根螺钉的进钉点、进钉方向主要通过术者的经验来判断<sup>[18]</sup>,主要依靠术者的手感和椎弓根探子对置钉通道的探摸来保证椎弓根螺钉的准确置入,对术者的经验要求高,各种徒手法螺钉误置率在3%~54.7%之间,与螺钉误置有关的神经损伤等并发症的发生率为0%~7%尽管穿破椎弓根壁的螺钉只有少数会引起神经、血管、内脏损伤等并发症<sup>[19]</sup>,但螺钉位置不当无疑会减弱复位固定作用,存在神经、血管及内脏损伤的潜在风险,增大了螺钉的返修概率<sup>[20]</sup>。

通过部分椎板切除直视下进行椎弓根螺钉置入可将螺钉误置率降至1.7%~15.9%<sup>[21]</sup>,但椎板开窗会导致硬膜外间隙的暴露,有误伤脊髓的可能,不可避免的会增加手术时间及术中出血量。X射线透视法可提高螺钉置入的安全性,但由于肋骨及肩胛骨严重影响X射线影

像质量,尤其是在中上胸椎及畸形椎体中这种影响更为明显,这必然会影响到X射线透视法的置钉准确性,该法螺钉误置率为12.7%~72.4%,置钉准确率并未获得明显提高。另外X射线透视法存在手术操作时间长,患者及术者受X射线辐射量较大等不足。

近年来,各种计算机辅助导航法开始在胸椎椎弓根螺钉置入手术中逐渐获得应用,计算机辅助导航法可使术者在虚拟现实环境中进行椎弓根螺钉的置入,直视下检测置入点、置入方向,显著提高了椎弓根螺钉的置钉准确率和安全性,降低了神经、内脏、血管损伤的风险,减少了医患双方接触射线的辐射量,具有其他方法无可比拟的优势,目前该法螺钉误置率在2%~31.6%之间,发生椎弓根皮质穿破者,其穿破距离较传统的置钉方法明显减轻(多数文献报道穿破距离一般<2 mm),尚未见有因螺钉误置引起神经、内脏、血管损伤等并发症的报道;但导航手术系统设备费用昂贵,操作较为复杂,学习曲线时间长,另外注册误差、体位变化等因素有可能影响导航的准确性。因此尚需进一步探讨具有操作简单、置钉准确率高、应用方便、能避免或减少术中X射线损伤等优点的置钉方法。

**3.1 对不稳定腰椎骨折伴神经损伤的患者手术治疗已达成共识** 而无神经压迫症状的不稳定腰椎骨折仍有一些争论,其实无神经压迫症状的不稳定腰椎骨折脊柱失去原有的稳定性,随着脊柱负重,伤椎会发生楔变,导致局部后突畸形和晚期腰背痛。同时不稳定脊柱的局部软组织代偿性增生易致神经组织受压,积极的早期手术治疗是预防晚期并发症的方法。

**3.2 关于椎弓根断面形态的认识** 作者应用CT三维重建成像技术,对椎弓根冠状面实际形态观察得出,从椎体后缘以椭圆形开始,随即因符合脊神经根的走向而使椎弓根形态成瓜子形。从上述来看进钉方向应力求和终板平行,且应在其上1/3进钉。虽杨惠林提倡终板法对减小钉的压力和预防钉切骨上有作用,可避免发生钉松动和术后椎体高度恢复的丢失。但这样将会使螺钉穿出椎弓根或使椎弓根崩裂,从而导致力学结构的破坏,减少钉的握持力和引起内固定的松动。本法合理测量钉的长度使钉的固定作用增加,刚好到达皮质前缘,避免钉的应力集中和钉在松质骨内的晃动现象,即钉切骨现象。作者认为钉到达皮质前缘,甚至刚穿破皮质是增加其力学结构稳定最佳方法,其次才是钉的深度,α角适当增加虽可增加钉的深度,但因其其在松质骨内对力学稳定性来说无实际意义<sup>[22]</sup>。

**3.3 临床意义** 正确使螺钉进入椎弓根根部,以免早期神经损伤并发症发生。更重要的临床意义在于能使椎弓

根螺钉钉尖固定在椎体前缘皮质下,又不致穿破椎体前缘前纵韧带等结构,避免螺钉尖损伤大血管,从而提高内固定的力学性能。有学者提出椎弓根螺钉深度应是超过椎体前后径80%为原则<sup>[23]</sup>,并认为理想的螺钉深度应是螺钉尖端接触椎体前方的皮质。随着螺钉的应用广泛,钉在松质骨内导致所谓钉切骨现象已越来越明显。使螺钉在椎体内晃动致固定作用减弱甚至消失,造成高度的丢失和植骨处假关节发生<sup>[24]</sup>。生物力学测试显示,采用长椎弓根螺钉固定致椎体前缘皮质下,无论在脊柱强度、刚度还是在脊柱稳定性方面均优于短椎弓根螺钉固定在松质骨中。

#### 4 参考文献

- [1] 杜心茹,叶启彬.椎弓根胸腰段内固定应用解剖学进展[J].中国矫形外科杂志,1998;5(5):446.
- [2] Weinstein JN,Rydevik BL,Rausching W.Anatomic and technical Considerations of pedicle screw fixation.Clin Orthop.1992;284:3-4.
- [3] 杨惠林,唐天驷,朱国良,等.钉杆角弓根内固定系统治疗胸腰椎骨折的研究[J].中华骨科杂志,1995,15(9):570.
- [4] 徐荣范,王以进,谭远超,等.椎弓根导向仪的研制及其临床应用[J].中国脊柱脊髓杂志,1998,8(2):71.
- [5] 侯树勋.合理应用脊柱内固定减少术后并发症[J].中华骨科杂志,2003,23(11):643.
- [6] 郑祖根,徐义佳,董启榕,等.经椎弓根外固定器的设计和临床应用[J].中华骨科杂志,1996,16:616-619.
- [7] 池永龙.微创脊柱内固定技术(二)[J].浙江创伤外科,2003,8(1):71-73.
- [8] 王向阳,池永龙,徐华梓,等.PMMA不同单体2粉配比及强化老年人骨质疏松椎体的生物力学效果[J].中华老年医学杂志,2004,23(2):81-84.
- [9] 胡勇,谢辉,徐荣明,等.青少年脊柱侧凸患者胸椎椎弓根螺钉置入的准确性和安全性评价[J].中国脊柱脊髓杂志,2006,(11):820-824.
- [10] 吕国华,王冰,马泽民,等.多节段椎弓根螺钉内固定系统矫正胸椎侧凸畸形的有效性和安全性评价[J].中国脊柱脊髓杂志,2004,14(4):215-217.
- [11] 贾俊峰,赵杰,陈志明,等.腰椎峡部裂型滑脱症矢状位参数分析[J].中国矫形外科杂志,2007,15(11):850-852.
- [12] 谭伦,吴超,罗晓中,等.以椎板边缘为腰椎椎弓根螺钉进钉点的个体化定位[J].中国矫形外科杂志,2008,16(3):207-210.
- [13] 刘大林,林鏊,万马,等.经后路椎弓根固定治疗胸腰椎骨折术后畸形分析[J].中国矫形外科杂志,2007,15(14):1074-1076.
- [14] 史亚民,柴伟,侯树勋,等.胸椎椎弓根形态的测量研究[J].中国脊柱脊髓杂志,2002,12(3):191-193.
- [15] 陈光磊,李高文,钟兵,等.胸腰段椎弓根螺钉的阶段性变化及坐标法研究[J].中国骨伤,2001,14(11):643-645.
- [16] 侯树勋,史亚民.国人下胸椎及腰椎椎弓根形态特点及其临床意义[J].中华骨科杂志,1994,14(4):222-225.
- [17] 曹鹏,吴华成,张伟滨,等.腰椎术后骶棘肌损伤的实验研究[J].中华创伤杂志,2004,20(2):202-205.
- [18] 陈耀然,唐天驷,邱勇,等.椎弓根的观察及临床意义[J].中华外科杂志,1982,27(10):578.
- [19] 姜显杰,张绍东,等.椎弓根钉固定结合椎体成形术治疗胸腰椎爆裂骨折的现状和展望[J].中国脊柱脊髓杂志,2006,16(1):971-973.
- [20] 王亦聰,刘沂,姜保国,等.骨与关节损伤[M].4版.北京:人民卫生出版社.
- [21] 洪天禄,徐耀增.腰椎滑脱症和胸腰椎骨折的内固定器研制及临床应用[J].中华骨科杂志1988,18(8):456-489.
- [22] Magerl F. External skeletal fixation of the lower thoracic and the lumbar spine. In: Unthoff HK, Stahl E, eds. Current concepts of external fixation of fractures. New York: Springer Verlag.1982:353-366.
- [23] Mathews HH, Long BH. Endoscopy assisted percutaneous anterior interbody fusion with subcutaneous suprafascial internal fixation: evolution for technique and surgical considerations. Orthop Int Ed.1995:456-500.
- [24] Lowey GL, Kulkarni SS. Posterior percutaneous spine instrumentation. Eur Spine J.2000;9:26-30.