

微创经皮伤椎置钉治疗胸腰椎骨折：6个月随访脊柱生物力学变化

<https://doi.org/10.12307/2021.094>

邹守平, 卢道云, 叶力

投稿日期: 2020-09-07

送审日期: 2020-09-09

采用日期: 2020-10-16

在线日期: 2021-01-15

中图分类号:

R459.9; R318; R687

文章编号:

2095-4344(2021)24-03865-05

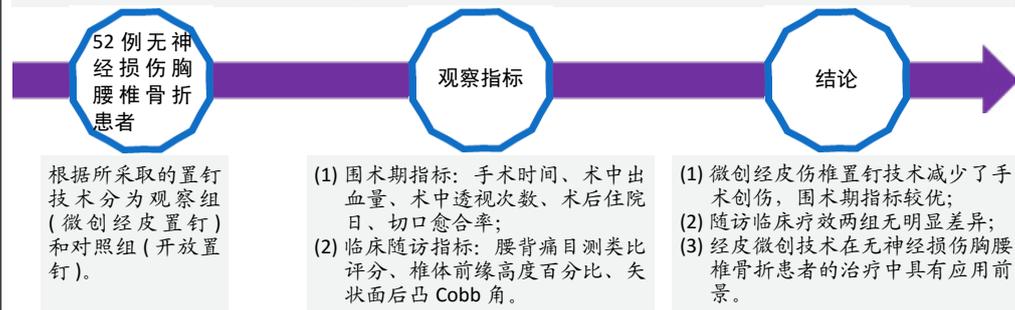
文献标识码: A

文章快速阅读:

文章特点—

△目前临床上对于脊柱胸腰椎骨折的治疗逐渐趋向于微创化,近年来经皮置钉技术的发展为矫形复位脊柱骨折提供了临床技术支持;

△对于无症状的脊柱胸腰椎骨折,采取经皮置入椎弓根螺钉技术可以有效恢复脊柱序列和生物力学重建,保护脊柱后方结构,实现快速康复理念在临床上的应用。



文题释义:

经皮置钉: 为骨科微创技术的一种方式,在术中影像学引导的条件下,将需要置入的螺钉系统经体表的小切口直接置入靶向区域进行固定。

胸腰椎骨折: 是脊柱常见骨折类型,为主要位于脊柱胸腰段(T₁₁-L₃节段)的骨折。

摘要

背景: 脊柱微创外科的迅速发展,对于脊柱骨折尤其是胸腰椎骨折的治疗在器械和理念上近年来都不断迅速更新,减少了手术创伤、缩短康复时间、提高了治疗满意度。

目的: 对比微创经皮与开放伤椎置钉在无神经损伤胸腰椎骨折治疗中的应用效果。

方法: 回顾性分析解放军东部战区海军医院2015年1月至2018年12月收治的52例无神经损伤胸腰椎骨折患者的病历资料,根据置钉技术分为2组,观察组24例行微创经皮伤椎置入椎弓根螺钉内固定治疗,对照组28例行开放伤椎置入椎弓根螺钉内固定治疗。对比两组患者的围术期指标(手术时间、术中出血量、术中透视次数、术后住院日、切口愈合率),并随访患者术后腰背痛目测类比分、椎体前缘高度百分比及矢状面后凸Cobb角。

结果与结论: ①观察组的围术期指标中手术时间、术中透视次数多于对照组($P < 0.05$),但是术中出血量、术后住院日和切口愈合率均优于对照组($P < 0.05$); ②所有患者均完成12个月以上随访,观察组术后3 d、1个月、3个月、6个月、12个月的腰背痛目测类比分均优于对照组($P < 0.05$),而椎体前缘高度百分比、矢状面后凸Cobb角相比两组差异无显著性意义($P > 0.05$); ③结果提示,微创经皮伤椎置钉治疗无神经损伤的胸腰椎骨折可减少手术创伤,虽然在透视次数、手术时间方面有所增加,但是临床疗效肯定。

关键词: 胸腰椎骨折; 微创; 经皮; 椎弓根螺钉; 内固定; 伤椎置钉; 随访

缩略语: 胸腰椎损伤分类及程度评分系统: thoracolumbar injury severity score, TLICS

Minimally invasive percutaneous pedicle screw technique for thoracolumbar fractures: biomechanical changes of the spine during 6-month follow-up

Zou Shouping, Lu Daoyun, Ye Li

Department of Orthopedics, Naval Hospital of Eastern Theater Command, Zhoushan 316000, Zhejiang Province, China

Zou Shouping, Associate chief physician, Department of Orthopedics, Naval Hospital of Eastern Theater Command, Zhoushan 316000, Zhejiang Province, China

Corresponding author: Lu Daoyun, Associate chief physician, Department of Orthopedics, Naval Hospital of Eastern Theater Command, Zhoushan 316000, Zhejiang Province, China

Abstract

BACKGROUND: The rapid development of spine minimally invasive surgery, the treatment of spinal fractures, especially thoracolumbar fractures, has been rapidly updated in recent years in equipment and concepts, reducing surgical trauma, shortening recovery time, and improving treatment satisfaction.

OBJECTIVE: To analyze the therapeutic effect of percutaneous pedicle screw placement and open wound placement in the treatment of thoracolumbar fractures without nerve injury.

METHODS: A retrospective analysis of 52 patients with thoracolumbar fractures without nerve injury who were admitted to Naval Hospital of Eastern Theater Command from January 2015 to December 2018. According to nail placement technology, the patients were divided into two groups. The 24 patients in

解放军东部战区海军医院骨科, 浙江省舟山市 316000

第一作者: 邹守平, 男, 1973年生, 江西省丰城市人, 汉族, 1996年江西医学院毕业, 副主任医师, 主要从事脊柱外科方面的研究。

通讯作者: 卢道云, 副主任医师, 解放军东部战区海军医院骨科, 浙江省舟山市 316000

<https://orcid.org/0000-0002-7979-7432> (邹守平)

引用本文: 邹守平, 卢道云, 叶力. 微创经皮伤椎置钉治疗胸腰椎骨折: 6个月随访脊柱生物力学变化 [J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(24):3865-3869.



the observation group received percutaneous pedicle screw placement combined with injured vertebrae nail placement technology. The 28 patients in the control group received open injured vertebrae nail placement. Perioperative indicators (operation time, intraoperative blood loss, intraoperative fluoroscopy, postoperative hospital stay, and incision healing rate) were compared between the two groups. Postoperative low back pain visual analogous scale score, anterior vertebral height percentage, and sagittal kyphotic Cobb angle were analyzed during follow-up.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) The operation time and the number of intraoperative fluoroscopy were more in the observation group than those of the control group ($P < 0.05$), but the blood loss, postoperative hospital stay and incision healing rate were better in the observation group than those of the control group ($P < 0.05$). (2) All patients completed a follow-up for more than 12 months. The visual analogous scale scores of low back pain at 3 days, 1, 3, 6, and 12 months after surgery in the observation group were better than those in the control group ($P < 0.05$). There was no significant difference in the anterior body height percentage and the sagittal kyphosis Cobb angle between the two groups ($P > 0.05$). (3) The results suggest that the minimally invasive percutaneous vertebral nail placement technique reduces surgical trauma, although there are differences in fluoroscopy and operation time. However, the clinical effect is affirmative.

Key words: thoracolumbar vertebral fractures; minimally invasive; percutaneous; pedicle screw; internal fixation; vertebral nail placement; follow-up

How to cite this article: ZOU SP, LU DY, YE L. Minimally invasive percutaneous pedicle screw technique for thoracolumbar fractures: biomechanical changes of the spine during 6-month follow-up. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2021;25(24):3865-3869.

0 引言 Introduction

胸腰椎骨折是常见的脊柱损伤，由于胸腰椎作为人直立活动后胸椎后凸与腰椎前凸的交界区，是脊柱生物力学的薄弱区，在外力或者损伤后容易发生骨折。胸腰椎骨折中 50% 左右属于不稳定型骨折，需要进行手术干预^[1-2]。目前的临床循证医学和生物力学研究结果都提示，采用椎弓根螺钉系统可以有效矫正复位胸腰椎骨折，恢复脊柱正常的形态和序列，使患者获得较好的临床预后。常规采用脊柱胸腰椎后路的切开椎弓根螺钉系统矫正复位是开放手术的主要方案，临床疗效肯定；随着病例数的不断增多和内固定植入物的研发，临床医师们逐渐认识到开放手术具有创伤大、出血多、脊柱椎旁肌萎缩等问题^[3-4]。对于不合并神经损伤的胸腰椎骨折，近年来逐渐开始施行微创经皮椎弓根螺钉置入进行胸腰椎骨折矫正复位手术，可以弥补开放手术带来的损伤大、并发症多的问题^[5]。从生物力学和临床随访观察中，可以发现伤椎置钉技术具有良好的复位效果及术后应力分散效应，可以获得良好的手术疗效，对脊柱稳定性重建和生物力学曲线恢复具有明显的优势。脊柱微创技术发展迅猛，经皮椎弓根钉内固定技术逐渐应用于临床，并备受脊柱外科医师青睐，其主要是通过导针技术穿刺置钉，利用脊柱后方韧带复合体进行间接复位，经皮内固定亦可获得坚强固定，而且无需广泛切开剥离或分离肌肉，进一步减少了对肌肉血管的损伤，术中出血少，创伤更小，有利于腰背部功能恢复，可使患者术后更早带支具下床功能锻炼，也符合目前流行的快速康复外科的理念。近年的生物力学研究和临床随访认为伤椎及邻近节段置钉技术的临床疗效肯定，具有良好的生物力学矫正效果并且尽可能保留了脊柱的运动功能。将经皮椎弓根螺钉技术与伤椎置钉技术有机结合，具有一定的临床应用和研究价值。此次研究回顾分析解放军东部战区海军医院 2015 年 1 月至 2018 年 12 月收治的 52 例无神经损伤胸腰椎骨折患者的资料，根据采用微创经皮伤椎置钉或者开放伤椎置钉技术分组进行随访分析，现报道如下。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性病例分析。

1.2 时间及地点 于 2015 年 1 月至 2018 年 12 月在解放军东

部战区海军医院骨科完成。

1.3 材料 手术中使用的内固定椎弓根螺钉系统均由上海三友医疗器械有限公司提供，见表 1。

表 1 | 植入物的材料学特征

Table 1 | Material characteristics of implants

指标	Zenia 杰妮亚经皮关节突椎弓根螺钉 脊柱内固定钉棒系统	系统
生产厂家	上海三友医疗器械有限公司	上海三友医疗器械有限公司
批准号	国食药监械(准)字 2017 第 3460719 号	国食药监械(准)字 2014 第 3461857 号
性能结构	金属材料、钢性材料	金属材料、钢性材料
材质	钛合金	钛合金
适应证	骨折内固定	骨折内固定
生物相容性	经过测试，无细胞毒性、血液及组织相容性问题	经过测试，无细胞毒性、血液及组织相容性问题
产品标注的不良反	未见严重不良反应	未见严重不良反应

1.4 对象

纳入标准: ①骨折分型为 A 型和 B1 型骨折，无典型脊髓神经症状者；②胸腰椎骨折经 MRI 检查确认为新鲜骨折；③胸腰椎损伤分类及程度评分系统(The thoracolumbar injury severity score, TLICS)4-5 分；④临床资料完整，术后随访时间大于 12 个月；⑤患者知情同意。

排除标准: ①骨质疏松性胸腰椎骨折；②病理性脊柱骨折，包括骨结核、原发或转移性骨肿瘤；③影像学提示椎管内占位明确需减压处理。

根据以上标准，共纳入解放军东部战区海军医院 2015 年 1 月至 2018 年 12 月收治的无神经损伤症状的胸腰椎骨折患者 52 例，根据采取的置钉技术分为 2 组，观察组 24 例行微创经皮伤椎置钉，对照组 28 例行开放伤椎置钉。观察组 24 例，男 16 例，女 8 例；年龄 25-43 岁，平均年龄 (35.7±6.9) 岁；骨折部位：T₁₂ 骨折 7 例，L₁ 骨折 9 例，L₂ 骨折 8 例；骨折 AO 分型：A 型 15 例，B1 型 9 例；致伤原因：高处坠落伤 6 例，车祸损伤 11 例，其他损伤 7 例；含四肢复合伤患者 8 例；受伤到手术时间 1-9 d，平均 (4.1±2.2) d。对照组 28 例，男 19 例，女 9 例；年龄 22-45 岁，平均年龄 (33.1±11.2) 岁；骨折部位：T₁₂ 骨折 9 例，L₁ 骨折 11 例，L₂ 骨折 8 例；骨折分型：A 型 19 例，B1 型 9 例；致伤原因：高处坠落伤 9 例，车祸损伤 10 例，其他损伤 9 例；含四肢多发伤患者 10 例；受伤到手术时间 2-8 d，平均 (3.9±2.5) d。

所有患者术前均行常规 X 射线片、CT 和 MRI 检查，无典型脊髓神经症状。两组患者的基线资料经统计分析具有临床可比性 ($P > 0.05$)。

1.5 方法 两组患者的手术由同一组人员完成。所有患者均采用静吸联合全麻的麻醉方式，俯卧位于脊柱外科手术台上。腹部用乳胶垫悬空垫好体位，在 C 臂透视下定位伤椎及邻近椎体的椎弓根体表投影区，按照操作范围边界进行消毒铺单、铺无菌巾单。

1.5.1 观察组 (微创经皮伤椎置钉) 在 C 臂机透视下进行切口前划线体表定位，选择骨折椎体及上下邻近椎体椎弓根投影点皮肤标记处置入 6 枚椎体定位穿刺针，针尖位于两侧椎弓根外上象限的 9-10 点和 2-3 点之间为最佳进针点。透视监测下，在侧位保持进针方向与椎体上终板平行，叩锤敲击缓慢进针，确定针尖进入椎体前中 1/3 后停止进针，沿定位穿刺针放置 6 枚导丝，拔除穿刺针。配制副肾盐水 (1 : 1 000)，每个置钉区域皮肤及深层组织浸润注射，以减少术中出血。在体表导丝区做 6 个纵行小切口，长 1 cm 左右，分离皮肤、皮下和胸腰段背部筋膜组织，多级扩张套筒扩大置钉空间，沿导丝方向空心锥钻开口后适度攻丝，置入空心椎弓根螺钉后拔除导丝，伤椎置钉时根据术前 CT 检查判断椎弓根的完整性、置钉不超过骨折区的短钉置入选择，通过切口安装纵行连接金属钛棒，拧紧下方螺钉后撑开复位后拧紧上方螺钉，透视位置满意后扯断螺钉尾端延长片，再次锁紧各螺钉后彻底止血，伤口冲洗后缝合切口。

1.5.2 对照组 (开放伤椎置钉) 以体表透视的骨折伤椎为中心区域，做一个长约 10 cm 的纵行正中手术切口，逐层剥离皮肤、筋膜，沿骨膜剥开椎旁肌，显露伤椎及邻近椎体，进行常规定位针放置，位置满意后置入椎弓根螺钉，安装脊柱矫形连接金属钛棒，适度撑开后拧紧螺钉，彻底止血后冲洗，放置伤口引流管 1 根，逐层关闭手术切口。

1.5.3 术后处理 两组患者术后常规使用一次抗生素预防手术切口感染，开放手术后引流管 24 h 引流量低于 20 mL 后拔除引流管。术后 1 周建议患者开始进行腰背肌功能训练，第 1 个月卧床休息为主，适度腰围或者支具保护下地活动，2 周左右拆除缝线，两三个月后逐渐适应性下地生活和工作，半年内避免弯腰和扭曲动作、负重。建议患者术后 1, 3, 6, 12 个月门诊复查，进行影像学检查评估。

1.6 主要观察指标 两组患者的主要临床疗效评估包括围术期指标和随访指标，采取盲法评估。记录围术期相关指标，包括手术时间、术中出血量、术中透视次数、术后住院日、切口愈合率情况；随访过程中记录患者术前、术后 3 d、术后 1, 3, 6, 12 个月的腰背痛目测类比分 (0 分无痛，10 分剧痛)、椎体前缘高度百分比 (在影像学上测量椎体前缘 / 椎体后缘高度 $\times 100\%$)、矢状面后凸 Cobb 角等数据。

1.7 统计学分析 采用 SPSS 17.0 软件进行统计分析，平均值采用 $\bar{x} \pm s$ 表示，组间计量资料采用 t 检验；计数资料及构成比用卡方检验；以 $P < 0.05$ 表示差异有显著性意义。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 两组共 52 例患者进入研究，无脱落。两组患者均完成 12 个月以上随访，部分患者术后 2 年取出内固定。所有患者均无术中神经损伤、损伤毗邻血管出血和脏器损伤并发症发生。

2.2 试验流程图 见图 1。

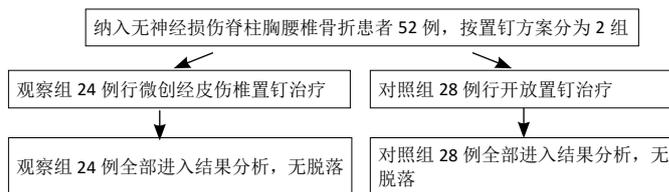


图 1 | 两组患者分组流程图

Figure 1 | Flow chart of two groups of patients

2.3 基线资料比较 两组基线资料比较差异无显著性意义 ($P > 0.05$)，具有可比性，见表 2。

表 2 | 两组基线资料比较

Table 2 | Comparison of baseline data of the two groups

指标	观察组 (n=24)	对照组 (n=28)	P 值
男 / 女 (n)	16/8	19/9	0.314
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	35.7 \pm 6.9	33.1 \pm 11.2	0.251
骨折部位 (T ₁₂ /L ₁ /L ₂ , n)	7/9/8	9/11/8	0.426
骨折 AO 分型 (A/B1, n)	15/9	19/9	0.405
损伤原因 (高空坠落伤 / 车祸外伤 / 其他损伤, n)	6/11/7	9/10/9	0.561
损伤到手术时间 ($\bar{x} \pm s$, d)	4.1 \pm 2.2	3.9 \pm 2.5	0.519

2.4 围术期指标比较 两种手术方式围术期指标比较见表 3，观察组在手术时间、术中透视次数方面高于对照组 ($P < 0.05$)，但是在术中出血量、术后住院日、切口愈合情况方面均优于对照组 ($P < 0.05$)。说明微创经皮伤椎置钉虽然操作繁琐一些，但是明显减少了患者的损伤，促进了患者局部手术区的修复重建。

表 3 | 两组患者围术期指标比较

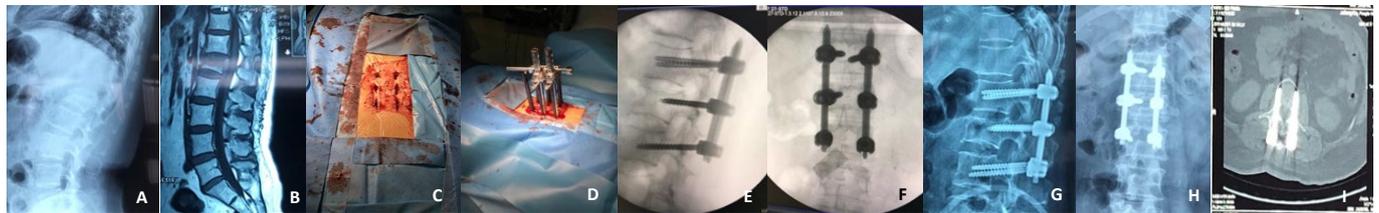
Table 3 | Comparison of perioperative index of patients between the two groups

指标	观察组 (n=24)	对照组 (n=28)	t 值	P 值
手术时间 ($\bar{x} \pm s$, min)	110.1 \pm 21.3	74.2 \pm 10.9	6.23	0.001
术中出血量 ($\bar{x} \pm s$, mL)	31.4 \pm 5.6	96.4 \pm 15.6	-12.31	0.001
术中透视次数 ($\bar{x} \pm s$, n)	31.3 \pm 7.1	11.8 \pm 3.1	34.17	0.000
术后住院日 ($\bar{x} \pm s$, d)	4.5 \pm 1.4	7.6 \pm 2.1	0.84	0.013
切口甲级愈合率 (%)	95.83	78.57	2.85	0.001

2.5 临床随访指标比较 两种手术的临床随访指标见表 4，可见术后 1 年内腰背痛目测类比分评分随访结果观察组明显优于对照组 ($P < 0.05$)；而在椎体前缘高度百分比、矢状面后凸 Cobb 角方面，两组术后与术前相比均显著改善 ($P < 0.05$)，两组之间差异无显著性意义 ($P > 0.05$)。

2.6 典型病例 女性患者，42 岁，车祸创伤致 L₁ 椎体压缩性骨折，采取微创经皮伤椎置钉，有效恢复椎体高度，矫正脊柱后凸 Cobb 角。术后 6 个月复查，椎体高度有效保持，后凸 Cobb 角度矫正满意，CT 提示椎弓根钉在位有效，见图 2。

2.7 植入物生物相容性 植入物生物相容性良好，两组均未出现植入物周围感染、过敏反应、免疫反应及排斥反应，见表 5。



图注：图 A 为胸腰椎骨折术前 X 射线侧位片；B 为胸腰椎骨折术前核磁检查；C 为定位后穿刺置钉小切口；D 为经皮置钉通道系统放置；E 为术中矫形复位后透视矢状位片；F 为术中透视冠状位片；G 为术后复查 X 射线侧位片；H 为术后复查 X 射线正位片；I 为术后复查胸腰椎 CT

图 2 | 女性 42 岁 L₁ 椎体压缩性骨折患者微创经皮伤椎置钉治疗图片

Figure 2 | Images of a 42-year-old female patient with L₁ thoracolumbar fractures undergoing percutaneous minimally invasive surgery

表 4 | 两组患者临床随访指标比较

($\bar{x} \pm s$)

Table 4 | Comparison of clinical follow-up indicators of patients between the two groups

组别	n		术前	术后 3 d	术后 1 个月	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月
观察组	24	腰背痛目测类比分 (分)	5.2±1.3	2.7±0.9 ^{ab}	2.2±0.5 ^{ab}	1.5±0.6 ^{ab}	1.2±0.5 ^{ab}	1.3±0.4 ^{ab}
		椎体前缘高度百分比 (%)	61.4±15.9	93.8±3.7 ^a	91.8±5.1 ^a	92.4±2.7 ^a	92.3±2.2 ^a	92.1±2.1 ^a
		矢状面后凸 Cobb 角 (°)	23.1±9.6	6.1±3.4 ^a	6.4±2.9 ^a	6.1±2.3 ^a	6.2±1.9 ^a	6.1±1.9 ^a
对照组	28	腰背痛目测类比分 (分)	4.9±1.5	3.8±0.5 ^a	2.9±0.6 ^a	2.5±0.3 ^a	2.1±0.4 ^a	2.0±0.4 ^a
		椎体前缘高度百分比 (%)	59.7±13.8	94.1±3.5 ^a	92.3±4.7 ^a	92.1±2.9 ^a	92.5±1.8 ^a	92.3±2.5 ^a
		矢状面后凸 Cobb 角 (°)	23.5±8.9	5.9±3.5 ^a	6.2±3.1 ^a	6.2±2.5 ^a	6.3±2.2 ^a	6.3±2.1 ^a

注：与术前相比，^aP < 0.001；与对照组相比，^bP < 0.05

表 5 | 植入物或生物材料与宿主的生物相容性

(n)

Table 5 | Biocompatibility of the implant or biomaterial with the host

材料宿主反应	观察组 (n=24)	对照组 (n=28)
局部感染	0	0
过敏反应	0	0
免疫反应	0	0
排斥反应	0	0
致癌	0	0

3 讨论 Discussion

胸腰椎骨折是常见的临床骨折类型，对患者后期的生活质量和工作影响很大，需要选择合适的治疗方案。以往的观点是椎体前缘高度压缩超过 1/3 合并神经症状需要进行手术矫形治疗，而近年来循证医学的证据提示采用 TLICS 评分系统更加具有优势^[6-8]。临床上部分 AO 分型 A 型和 B1 型胸腰椎骨折累及中柱和脊柱后方韧带复合体结构，在 TLICS 评分 4-5 分之间的患者，建议采用手术治疗预后更为有利。TLICS 评分系统综合了骨折形态、神经功能和后方韧带复合体的完整性，对于手术适应证的选择更为合适。此次研究结果显示，两组的随访和预后都提示患者获得了良好的治疗效果。

后路胸腰椎骨折椎弓根螺钉系统内固定矫形技术治疗脊柱胸腰椎骨折已经在临床上应用多年，目前包括长节段椎弓根螺钉固定技术、跨伤椎短节段椎弓根螺钉固定技术以及近年来兴起的经伤椎置钉的椎弓根螺钉固定技术。经伤椎置钉的椎弓根螺钉系统置入治疗胸腰椎骨折，已经逐渐在临床上发展为比较成熟和公认的标准术式之一^[9-11]，通过伤椎和邻近椎置入椎弓根螺钉和矫形钛棒的顶压、复位撑开技术，实现椎体高度的恢复及脊柱后凸 Cobb 角矫正；因为采用开放的手术方案，为了获得较好的进针点，需要充分剥离脊柱的椎旁肌及其附着点，分离棘突、椎板以及关节突横突附近的肌群，而且电刀的分离、止血对肌肉及脊神经后支的牵拉刺激使术后恢复较慢，并且容易残留慢性腰痛，影响患者的

预后和生活质量^[12-14]。随着微创经皮伤椎置钉技术的发展、椎弓根经皮钉棒系统的研发及在临床上的逐渐应用，可以弥补开放手术损伤较大、术后残余腰痛的问题。微创经皮伤椎置钉技术对于不需要进行椎管内减压的胸腰椎骨折具有独特的优势，采用微创置入的椎弓根螺钉和矫形棒系统，对压缩椎体进行复位和固定，明显减少了手术创伤，提高了患者治疗的体验满意度^[15-17]。此次研究结果证明虽然在透视次数、手术时间上微创手术优势不明显，但是对于出血量、术后住院日、伤口愈合率及随访腰背痛目测类比分方面，微创经皮伤椎置钉组（观察组）较传统开放手术组具有明显的优势^[18-20]；而在椎体高度恢复、脊柱后凸 Cobb 角矫正方面，两组无明显差异，说明微创经皮伤椎置钉组（观察组）可以实现有效复位并恢复脊柱的稳定性。

微创经皮伤椎置钉组（观察组）在操作过程中存在学习曲线较长、术中透视暴露对医患健康影响的问题，其对于人体的长期影响目前尚无定论；不少研究认为微创手术的透视暴露是常规手术的两三倍，这方面可以通过相关的防辐射服、铅眼镜及患者非手术区的防辐射覆盖遮蔽来改善。手术操作过程中，研究者的体会是必须注意患者体位的放置，避免躯体扭转造成三维操作的判断困难；穿刺点选择为椎弓根体表投影区的外上象限，避免穿刺过程中破坏内壁或者进入椎管，造成神经损伤；穿刺时的“手部着力感”很重要，保证在椎弓根内的操作；伤椎置入时选择短钉固定，利用其支撑点和顶压的效果，避免长钉锁住前方骨块，影响其应力作用下的复位效果^[21-23]。而此次研究的实际临床意义不仅仅是经皮椎弓根螺钉的置入，而且采取了伤椎及邻近椎置钉的方案，虽然对操作的要求比较高，但是可以获得较好的力学复位支撑效果和长期有效维持，将两种手术的优势综合起来，具有一定的临床应用价值。此次研究的影像学随访数据分析显示，伤椎置钉可以有效恢复椎管高度及矫正脊柱的后凸角度。

根据此次研究可以初步得出,对于 TLICS 评分 4-5 分的 AO 分型 A 型和 B1 型脊柱胸腰椎骨折,采用微创经皮椎弓根钉技术,可以明显减轻手术创伤对于骨折区域修复的影响,提高患者治疗的满意程度,在临床上具有一定的应用价值。当然经皮技术也有其局限性,比如无法直视下置钉,无法行椎管减压、神经探查,适应证相对比较局限;一旦出现脊髓神经损伤,需要进行椎管减压,或是需要植骨融合,不宜选择经皮椎弓根内固定技术;而且经皮椎弓根内固定技术对术者解剖知识以及手术技术要求较高,尤其是在置钉过程中,导针需要固定好,否则容易随着螺钉置入逐渐冲破椎体前壁,严重者还会损伤腹主动脉,造成术中大出血;经皮椎弓根钉是价格略高的空心钉,使用的连接棒略细于常规开放连接棒的直径,术后仍需支具进行保护,避免应力造成的力学效能不佳^[24-27]。虽然脊柱经皮微创技术需要增加透视暴露、学习曲线较长、存在操作技术要求 and 病例的适应证选择问题,但是对于患者的近期治疗效果具有明显优势,故近年来在临床应用方面发展迅速^[28]。脊柱外科手术的微创化是伴随着生物力学、新一代内固定器械研发及影像学等技术发展而不断推进的临床理念、技术的更新,值得临床医师不断去应用和总结治疗经验。

作者贡献: 所有作者参加了文章的设计、实施和评估,第一作者对文章负责,通讯作者指导论文构架、审校论文并提出修改意见。

经费支持: 该文章没有接受任何经费支持。

利益冲突: 文章的全部作者声明,在课题研究和文章撰写过程,不存在利益冲突。

机构伦理问题: 该临床研究的实施符合《赫尔辛基宣言》和解放军东部战区海军医院对研究的相关伦理要求(批准号: 2015012)。手术主刀医师为副主任医师,解放军东部战区海军医院为二级甲等医院,骨科为海军重点学科,符合脊柱外科手术治疗的资质要求。

知情同意问题: 参与试验的患病个体及其家属为自愿参加,均对试验过程完全知情同意,在充分了解治疗方案的前提下签署了“知情同意书”。

写作指南: 该研究遵守《非随机对照临床试验研究报告指南》(TREND 声明)。

文章查重: 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次查重。

文章外审: 文章经小同行外审专家双盲外审,同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

生物统计学声明: 文章统计学方法已经南方医科大学生物统计学专家审核。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享 4.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

[1] 袁景,王建峰,杨平,等.经皮微创椎弓根螺钉内固定治疗胸腰椎 AO-A1 型骨折[J].临床骨科杂志,2020,23(3):345-347.

[2] 徐海栋.脊柱胸腰椎骨折的外科治疗[J].医学研究生学报,2019,32(2):113-118.

[3] DAHDALEH NS, SMITH ZA, HITCHON PW. Percutaneous pedicle screw fixation for thoracolumbar fractures. *Neurosurg Clin N Am.* 2014;25(2):337-346.

[4] OH HS, SEO HY. Percutaneous Pedicle Screw Fixation in Thoracolumbar Fractures: Comparison of Results According to Implant Removal Time. *Clin Orthop Surg.* 2019;11(3):291-296.

[5] 王庆,陈泰祥,李章献,等.微创经皮手术与开放手术椎弓根钉内固定治疗胸腰椎骨折的临床疗效对比[J].*中南医学科学杂志*,2020,48(3):297-300,319.

[6] SAHAI N, FALON MJ, DUNN CJ, et al. Short-Segment Fixation With Percutaneous Pedicle Screws in the Treatment of Unstable Thoracolumbar Vertebral Body Fractures. *Orthopedics.* 2018;41(6):e802-e806.

[7] 谢鹏,贺西京,吕游,等.微创经皮入路对无神经症状胸腰椎爆裂性骨折的有效性和安全性研究[J].*中国医学前沿杂志(电子版)*,2017,20(3):120-123.

[8] YANG M, ZHAO Q, HAO D, et al. Comparison of clinical results between novel percutaneous pedicle screw and traditional open pedicle screw fixation for thoracolumbar fractures without neurological deficit. *Int Orthop.* 2019;43(7):1749-1754.

[9] 孟磊,王和洪,刘宏滨.经皮椎弓根螺钉内固定选择性治疗胸腰椎骨折的效果观察[J].*中国医学前沿杂志(电子版)*,2015,18(11):74-76.

[10] LI L, DONG Y, HE Y, et al. Treatment of thoracolumbar fractures by percutaneous pedicle screw fixation technique combined with three-step reduction. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg.* 2017;78(3):231-237.

[11] 傅扬,李旭,段丽群,等.经皮邻椎单平面螺钉联合伤椎万向钉内固定治疗胸腰椎骨折的疗效评价[J].*颈腰痛杂志*,2020,41(3):272-276.

[12] 赖伟强,陈楚群,殷炜聪,等.肌间隙椎弓根螺钉内固定治疗胸腰椎骨折的效果及其对术后神经损伤和炎性反应的影响[J].*中国医学前沿杂志(电子版)*,2018,21(5):64-68.

[13] YANG WE, NG ZX, KOH KM, et al. Percutaneous Pedicle Screw Fixation for Thoracolumbar Burst Fracture: A Singapore Experience. *Singapore Med J.* 2012;53(9):577-581.

[14] 张贤锋,梁昌凡,徐应林.经伤椎置钉 6 钉与 4 钉内固定治疗 A1 型胸腰椎骨折临床疗效比较[J].*安徽医药*,2020,24(7):1325-1328.

[15] 杨建伟,富灵杰,张蒲. Wiltse 入路椎弓根螺钉内固定治疗胸腰椎骨折的疗效[J].*临床骨科杂志*,2020,23(3):341-344.

[16] PHAN K, RAO PJ, MOBBS RJ. Percutaneous versus open pedicle screw fixation for treatment of thoracolumbar fractures: systematic review and meta-analysis of comparative studies. *Clin Neurol Neurosurg.* 2015;135:85-92.

[17] CUI S, BUSEL GA, PURYEAR AS. Temporary Percutaneous Pedicle Screw Stabilization Without Fusion of Adolescent Thoracolumbar Spine Fractures. *J Pediatr Orthop.* 2016;36(7):701-708.

[18] NI WF, HUANG YX, CHI YL, et al. Percutaneous pedicle screw fixation for neurologically intact thoracolumbar burst fractures. *J Spinal Disord Tech.* 2010;23(8):530-537.

[19] LI C, PAN J, GU Y, et al. Minimally invasive pedicle screw fixation combined with percutaneous vertebroplasty for the treatment of thoracolumbar burst fracture. *Int J Surg.* 2016;36(Pt A):255-260.

[20] 周晓,胡旭琪,陆惠根,等.骨科机器人辅助与传统手术治疗胸腰椎骨折的对比研究[J].*骨科临床与研究杂志*,2020,5(3):138-142.

[21] 韩明远,贺振年,郭剑,等.经皮与肌间隙入路椎弓根螺钉内固定治疗 A1 型胸腰段椎体骨折[J].*临床骨科杂志*,2020,23(2):161-164.

[22] WANG H, ZHOU Y, LI C, et al. Comparison of open versus percutaneous pedicle screw fixation using the sextant system in the treatment of traumatic thoracolumbar fractures. *Clin Spine Surg.* 2017;30(3):E239-E246.

[23] KOCIS J, KELBL M, KOCIS T, et al. Percutaneous versus open pedicle screw fixation for treatment of type A thoracolumbar fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2020;46(1):147-152.

[24] KANNO H, AIZAWA T, HASHIMOTO K, et al. Enhancing percutaneous pedicle screw fixation with hydroxyapatite granules: A biomechanical study using an osteoporotic bone model. *PLoS One.* 2019;14(9):e0223106.

[25] WANG H, ZHOU Y, LI C, et al. Comparison of Open Versus Percutaneous Pedicle Screw Fixation Using the Sextant System in the Treatment of Traumatic Thoracolumbar Fractures. *Clin Spine Surg.* 2017;30(3):E239-E246.

[26] YANG M, ZHAO Q, HAO D, et al. Comparison of clinical results between novel percutaneous pedicle screw and traditional open pedicle screw fixation for thoracolumbar fractures without neurological deficit. *Int Orthop.* 2019;43(7):1749-1754.

[27] WANG B, FAN Y, DONG J, et al. A retrospective study comparing percutaneous and open pedicle screw fixation for thoracolumbar fractures with spinal injuries. *Medicine (Baltimore).* 2017;96(38):e8104.

[28] GAZZERI R. Percutaneous Pedicle Screw Fixation Technique in the Thoracic and Lumbar Spine-Tips and Tricks. *Surg Technol Int.* 2016;28:303-310.

(责任编辑:GD, ZN, SX)