

新型可滑动椎弓根钉棒内固定系统治疗腰椎结核：对融合节段产生应力刺激促进植骨融合

https://doi.org/10.12307/2022.176

杨军, 杨群, 张锐, 姜畅

投稿日期: 2020-12-07

送审日期: 2021-01-05

采用日期: 2021-03-16

在线日期: 2021-08-09

中图分类号:

R459.9; R318; R687

文章编号:

2095-4344(2022)06-00914-05

文献标识码: A

文章快速阅读:

文章亮点—

△基于BO生物内固定理念设计了一种新型可滑动椎弓根钉棒系统,其构造简单、操作简便,可以在垂直方向产生应力刺激,从而促进植骨融合。

| 腰椎结核患者 | 观察指标 | 随访结果 |
|-----------------------------|---|---|
| 腰椎结核病灶清除植骨融合,可滑动椎弓根钉棒系统内固定。 | (1)日本骨科学会评分; (2)目测类比评分; (3)美国脊髓损伤协会神经功能分级; (4)椎间植骨融合情况及椎间高度变化情况。 | 该钉棒系统可以使内固定连接棒在椎弓根螺钉内产生微动,对融合节段产生应力刺激,从而促进融合节段植骨融合。 |

文题释义:

可滑动椎弓根钉棒内固定系统:为一种新型椎弓根钉棒系统,由椎弓根螺钉(球头钉)、滑动棒、压块组成,压块的底面为凹形,可与球头钉的凹形面结合为圆柱形通道,滑动棒可在通道内自由滑动。

应力刺激促进植骨融合:随着内固定技术的发展,现代骨科内固定技术理念已由过去的AO坚强内固定转变为BO生物内固定。BO生物内固定的理念是在内固定局部产生微动环境,从而在局部应力刺激下促进植骨融合。

摘要

背景:腰椎结核的治疗主要包括保守治疗和手术治疗,对于骨质破坏明显、神经症状显著的患者多需手术治疗,植骨融合结合椎弓根螺钉内固定是主要的治疗方式之一。

目的:探讨一种新型可滑动椎弓根钉棒应用于腰椎结核内固定治疗的可行性及临床效果。

方法:收集2017年11月至2019年11月在大连医科大学附属第一医院接受腰椎结核病灶清除植骨融合、新型可滑动椎弓根钉棒系统内固定的18例患者资料,男11例,女7例,年龄37-71岁,平均55.2岁。采用日本骨科学会腰椎评分、疼痛目测类比评分和神经功能美国脊髓损伤协会分级评估患者腰椎功能恢复情况,另外观察椎间植骨融合、椎间高度变化情况。

结果与结论:①所有患者均顺利完成手术,随访时间6-18个月;②与术前相比,患者术后3,6个月的目测类比评分显著下降,日本骨科学会评分显著改善,差异均有显著性意义($P < 0.05$);③术后不同随访期间影像学结果显示手术节段椎间高度出现不同程度降低,且在术后6个月左右逐渐稳定,但均未出现神经症状及内固定断裂等;④提示新型可滑动椎弓根钉棒系统可用于腰椎结核内固定治疗,可有效促进手术节段植骨融合,近期临床效果满意。

关键词:腰椎结核;脊柱融合;可滑动钉棒系统;内固定;植骨融合

缩略语:日本骨科学会: Japanese Orthopaedic Association, JOA; 美国脊髓损伤协会: American Spinal Injuries Association, ASIA

A novel slidable pedicle screw-rod system for lumbar tuberculosis: promoting bone graft fusion by producing stress stimulation to fused segment

Yang Jun, Yang Qun, Zhang Rui, Jiang Chang

Department of Spine Surgery, The First Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116011, Liaoning Province, China

Yang Jun, MD, Associate chief physician, Department of Spine Surgery, The First Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116011, Liaoning Province, China

Corresponding author: Yang Qun, Master, Chief physician, Department of Spine Surgery, The First Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116011, Liaoning Province, China

Abstract

BACKGROUND: The treatment of lumbar tuberculosis mainly includes conservative and surgical treatments. Patients who present with obvious bone destruction and neurological symptoms need surgical treatment. Bone graft fusion combined with pedicle screw internal fixation is one of the main surgical methods.

OBJECTIVE: To investigate the clinical effect and safety of a novel slidable pedicle screw-rod system in the treatment of lumbar tuberculosis.

METHODS: Data of eighteen patients with lumbar tuberculosis who underwent lumbar fusion using the novel slidable pedicle screw-rod system at the First Affiliated Hospital of Dalian Medical University from November 2017 to November 2019 were collected. There were 11 males and 7 females, aged 37-71 years by average 55.2 years. The Japanese Orthopaedic Association score, Visual Analogue Scale score and American Spinal Injuries Association grading were used to assess the recovery of lumbar function after treatment, while X-ray and CT were used to evaluate the fusion situation and the height variation of the fused segment.

大连医科大学附属第一医院脊柱外科, 辽宁省大连市 116011

第一作者: 杨军, 男, 1984年生, 河南省信阳市人, 汉族, 2014年北京中医药大学医学部毕业, 博士, 副主任医师, 主要从事微创脊柱外科方面的研究。

通讯作者: 杨群, 硕士, 主任医师, 大连医科大学附属第一医院脊柱外科, 辽宁省大连市 116011

https://orcid.org/0000-0002-3013-5411 (杨军)

引用本文: 杨军, 杨群, 张锐, 姜畅. 新型可滑动椎弓根钉棒内固定系统治疗腰椎结核: 对融合节段产生应力刺激促进植骨融合 [J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(6):914-918.



RESULTS AND CONCLUSION: (1) All the 18 patients were successfully followed up for 6–18 months. (2) The Visual Analogue Scale score dropped significantly at 3 and 6 months postoperatively, while the Japanese Orthopaedic Association (JOA) score was increased significantly ($P < 0.05$). (3) Imaging results revealed that the height of the fused segment decreased postoperatively, and became stabilized about 6 months after operation; however, there were no neurologic symptoms and no nail stick falling or fracture. (4) To conclude, the novel slidable pedicle screw-rod system can provide a satisfactory outcome in the treatment of lumbar tuberculosis and promote the decompression segment fusion effectively.

Key words: lumbar tuberculosis; spinal fusion; slidable pedicle screw-rod system; internal fixation; bone graft fusion

How to cite this article: YANG J, YANG Q, ZHANG R, JIANG C. A novel slidable pedicle screw-rod system for lumbar tuberculosis: promoting bone graft fusion by producing stress stimulation to fused segment. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2022;26(6):914-918.

0 引言 Introduction

近年来肺结核的发生率逐渐下降,但骨结核尤其是脊柱结核往往因其起病隐匿而在疾病早期易被忽视,患者就诊时往往已出现骨破坏甚至神经功能受损表现。

针对脊柱结核的治疗主要包括保守治疗和手术治疗,保守治疗为使用抗结核药物等对症药物规律治疗,对骨破坏明显、或伴有神经症状的患者则应积极手术治疗^[1-4]。手术方式多为病灶清除、植骨融合内固定,椎弓根钉棒系统是常用的脊柱结核手术内固定方式^[5-8]。但传统椎弓根钉棒系统存在一些不足:①传统钉棒系统弹性模量高,存在应力遮挡效应,易造成融合延迟甚至失败;②应力几乎都通过椎弓根钉棒系统传导,因此钉棒系统存在较高断裂风险;③对于脊柱结核的手术治疗,一旦手术节段高度下降,传统钉棒系统易造成局部后凸畸形^[9-10]。

近年来,随着骨科内固定技术理念的深入研究,内固定逐渐由坚强内固定向动态内固定发展,如可滑动髓内钉固定及颈椎可滑动钛板等^[11-12]。大连医科大学附属第一医院自2017年11月至2019年11月采用新型可滑动椎弓根钉棒系统对18例腰椎结核患者进行手术治疗,通过观察不同时期手术节段高度变化和融合情况评估该新型椎弓根钉棒系统用于治疗腰椎结核的可行性。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性病例分析,计量资料比较采用自身配对t检验。

1.2 时间及地点 于2017年11月至2019年11月在大连医科大学附属第一医院脊柱外科完成。

1.3 对象 将2017年11月至2019年11月在大连医科大学附属第一医院脊柱外科接受腰椎结核病灶清除植骨融合椎弓根钉棒系统内固定的18例患者纳入研究,男11例,女7例;年龄37–71岁,平均55.2岁。

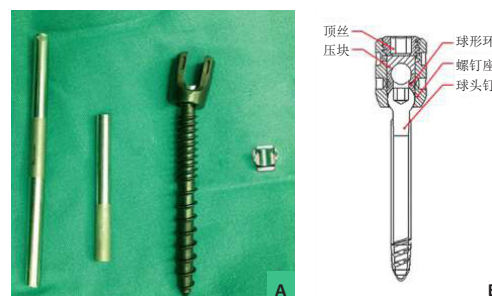
纳入标准: ①明确诊断为单节段腰椎结核患者,存在明显骨破坏及神经症状且经规律抗结核治疗;②病变节段无手术史;③病变椎体骨破坏不超过1/2;④经辅助检查排除肿瘤或其他感染性疾病等。

排除标准: ①腰椎结核合并其他节段病变导致出现神经功能障碍者;②结核病灶超过2个节段;③骨破坏严重无法置钉者;④处于肺结核活动期。

18例患者均有不同程度的腰背痛,术前神经功能美国脊髓损伤协会(American Spinal Injuries Association, ASIA)分

级A级0例,B级1例,C级4例,D级9例,E级4例;术前目测类比评分为(8.48±1.21)分,术前日本骨科学会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)评分为(8.14±2.06)分。术前均向患者充分交代内植物特点并由患者自行选择是否使用此新型钉棒系统。均行一期后路病灶清除、椎间植骨、可滑动椎弓根钉棒系统内固定治疗。

1.4 材料 可滑动椎弓根钉棒系统由滑动棒、可滑动椎弓根螺钉(球头钉)、压块3部分组成。滑动棒上的光滑处与球头钉结合,磨砂处与传统椎弓根钉结合,顶丝锁紧压块,压块与球头钉结合形成圆形通道,滑动棒可在通道内滑动。压块与球头钉结合的圆形通道直径与滑动棒直径相当,顶丝锁定后不会像传统钉棒系统继续加压连接棒,从而使连接棒实现在通道内的微动,见图1。



图注:图A, B分别为可滑动椎弓根钉棒系统的实物图片及示意图,结构包括滑动棒、球头钉及压块,其中压块与球头钉可结合为圆形通道,滑动棒可在内自由滑动

图1 | 可滑动椎弓根钉棒系统示意图

Figure 1 | Schematic diagram of the slidable pedicle screw-rod system

植入物的材料学特征见表1。

表1 | 植入物的材料学特征

Table 1 | Material characteristics of the bone graft

| 指标 | 新型可滑动椎弓根钉棒内固定系统 | 同种异体骨 |
|-----------|---------------------------------------|--------------------------------|
| 生产厂家 | 威高公司 | 北京鑫康辰医学科技发展有限公司 |
| 型号 | 脊柱内固定4.75系统 | SZGT-DG\SD |
| 批准号 | 国食药监械(准)字第3460258-3461232号 | 国械注准20173461010 |
| 性能结构 | 螺钉直径5.0–6.5 mm,长度40–55 mm;连接棒直径5.5 mm | pH值为5.8–7.5,生物性能检测符合体内植入物的国家标准 |
| 材质 | 钛合金 | 主要由无机矿物质成分及胶原组成 |
| 适应证 | 脊柱融合手术 | 适用于术中非承重性骨缺损的填充,脊柱、关节的融合 |
| 生物相容性 | 良好 | 良好 |
| 产品标注的不良反应 | 无 | 可能存在发生免疫排斥反应的风险 |

1.5 手术方法

1.5.1 术前准备 完善术前检查,排除活动性肺结核,至少进行1个月规律抗结核治疗。

1.5.2 手术方法 后正中切口，显露病变节段，上一椎体置入球头钉，下一椎体置入常规椎弓根螺钉，滑动棒安装方法为置钉后测量长度，取相应滑动棒，磨砂部分与常规螺钉结合并锁紧顶丝，光滑部分与球头钉结合，安装压块后锁紧顶丝。之后清除病灶，解除神经压迫后行椎间植骨，局部撒入链霉素及异烟肼，安装滑动棒后锁紧内固定，确认内固定位置良好，植骨充分后置入引流管，关闭切口。

1.5.3 术后处理 密切观察双下肢力量及感觉恢复情况，预防性应用抗生素，同时继续规律抗结核治疗。

1.6 主要观察指标

1.6.1 植骨融合及手术节段高度 所有患者术后定期复查 X 射线片，必要时行 CT 检查，以评估融合情况及手术节段高度变化情况。融合节段高度变化测量方法：测量侧位 X 射线片椎体前后缘高度，取平均值。为减少测量误差，3 位医师分别测量 3 次，取平均值。通过观察融合节段是否有连续骨小梁通过，透光带是否消失判断融合情况。

1.6.2 脊髓 ASIA 损伤分级 应用 ASIA 损伤分级评价手术前后神经功能变化情况，ASIA 损伤分级按神经功能损伤程度由重到轻分为 A-E 共 5 级。

1.6.3 JOA 腰椎评分 采用 JOA 腰椎评分法评估术前及术后 3, 6 个月的功能改善情况，总评分最高 29 分，最低 0 分，分数越低表示功能障碍越明显。

1.6.4 目测类比评分 应用目测类比评分评估术前及术后 3, 6 个月的疼痛改善情况。基本方法是使用一条长约 10 cm 的游动标尺，一面标有 10 个刻度，两端分别为“0”分端和“10”分端，0 分表示无痛，10 分代表难以忍受的、最剧烈的疼痛。

1.7 统计学分析 采用 SPSS 18.0(SPSS 公司，美国) 软件包进行统计分析，计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，采用自身配对 t 检验，检验水准 α 值取双侧 0.05。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 所有 18 例患者均顺利完成手术并获得随访，随访时间 3-18 个月，其中 3 例超过 12 个月。

2.2 试验流程图 见图 2。

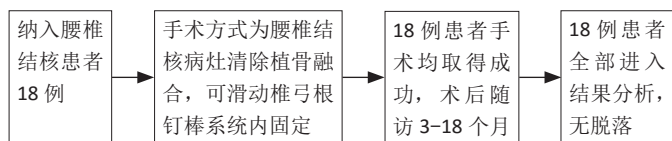


Figure 2 | Trial flow chart

2.3 手术节段高度变化 所有患者随访期间手术节段高度均出现不同程度下降，直接表现为滑动端连接棒延长，3 个月内变化较为明显，至 6 个月逐渐稳定。所有患者均未出现与间隙沉降相关的神经症状，见表 2。

整体来看，患者术后随访结果显示手术节段高度均有不同程度下降，表明滑动棒发挥了滑动加压作用，但从统计数据来看均未出现超过 3 mm 的严重下沉，所有患者均未出现节段下沉造成的神经症状。

Table 2 | Changes in the height of the surgical segment during follow-up ($\bar{x} \pm s$, mm)

| 时间 | n | 手术节段高度 |
|----------|----|------------------------|
| 术后 1 周 | 18 | 11.16±1.67 |
| 术后 1 个月 | 18 | 10.45±1.61 |
| 术后 3 个月 | 17 | 9.39±1.46 ^a |
| 术后 6 个月 | 15 | 8.95±1.36 ^a |
| 术后 12 个月 | 3 | 8.85±1.35 ^a |

表注：与术后 1 周比较，^a $P < 0.05$

2.4 椎间融合情况 术后 3 个月时有 1 例患者不能明确是否完全融合，融合率为 94%(17/18)，所有患者钉棒系统均未出现移位、断钉或断棒情况，见图 3。

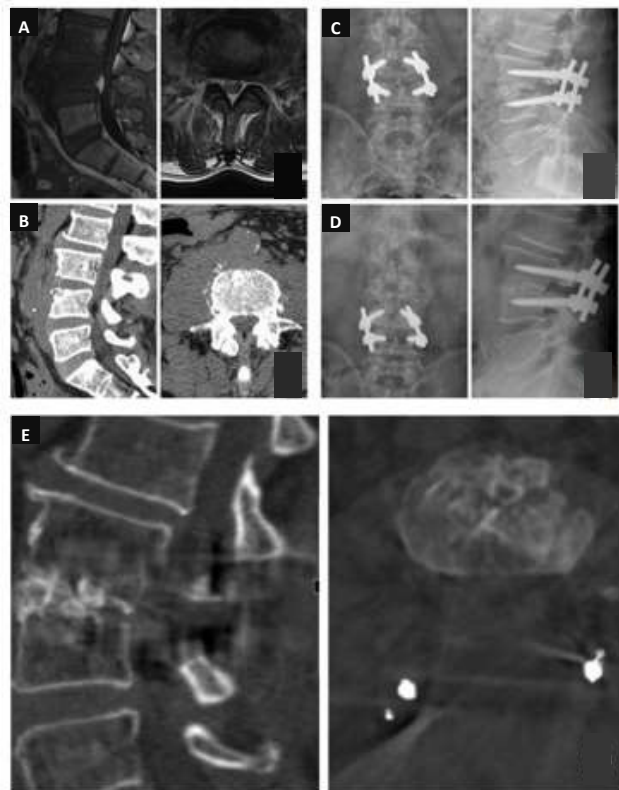


Figure 3 | A 67-year-old male patient with lumbar tuberculosis, undergoing debridement, bone graft fusion, and internal fixation with a slidable pedicle-rod screw system

Figure 3 | A 67-year-old male patient with lumbar tuberculosis, undergoing debridement, bone graft fusion, and internal fixation with a slidable pedicle-rod screw system

2.5 临床疗效情况 有 1 例患者 ASIA 评分较术前无明显变化，考虑为神经受压时间较长造成不可逆损伤导致，该患者下肢肌力在术后 6 个月有所好转。其余患者 ASIA 评分均较术前有所改善，见表 3。术后 3, 6 个月的疼痛目测类比评分及 JOA 评分均较术前显著改善，差异有显著性意义 ($P < 0.05$)，见表 4。

2.6 并发症 所有手术患者切口愈合良好，随访期间均未出现结核复发、内固定装置松动、断裂或移位现象。

表3 | 术前、术后患者神经功能分级变化情况 (n)

Table 3 | Change of American Spinal Injuries Association grade before and after operation

| 术前 ASIA 分级 | n | 术后 6 个月 ASIA 分级 | | | | |
|------------|---|-----------------|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D | E |
| A | 0 | | | | | |
| B | 1 | | | 1 | | |
| C | 3 | | | | 1 | 2 |
| D | 7 | | | | 1 | 6 |
| E | 4 | | | | | 4 |

表注: ASIA 为美国脊髓损伤协会

表4 | 术前、术后患者疼痛目测类比评分及日本骨科学会 (JOA) 评分变化情况 ($\bar{x}\pm s$, n=15)

Table 4 | Change of Visual Analogue Scale score before and after operation

| 时间 | 目测类比评分 | JOA 评分 |
|---------|------------------------|-------------------------|
| 术前 | 8.47±1.21 | 8.13±2.06 |
| 术后 3 个月 | 1.80±0.60 ^a | 24.56±1.63 ^a |
| 术后 6 个月 | 0.89±0.62 ^a | 25.51±1.88 ^a |

表注: 与术前比较, ^aP<0.05

2.7 植入物与宿主的生物相容性 植入物生物相容性良好, 所有患者未出现植入物周围感染、过敏反应、免疫反应及排斥反应等。

3 讨论 Discussion

腰椎结核的治疗分为保守抗结核治疗和手术治疗, 手术治疗的主要目的是彻底清除结核病灶, 重建椎间高度及纠正局部后凸, 重建脊柱稳定^[13-15]。手术方式多为后路病灶清除植骨内固定, 内固定多为椎弓根钉棒系统, 但传统钉棒系统为刚性固定, 弹性模量大, 易产生应力遮挡, 可能造成手术节段融合失败。

此新型可滑动椎弓根钉棒为半刚性固定, 既不会产生应力遮挡效应, 也与其他低刚度内固定如 PEEK 棒及 Dynesys 非融合系统不同^[16-21], 传统手术治疗腰椎结核的理念为坚强内固定, 可有效维持术后脊柱的稳定^[22-23], 而此钉棒系统既可以维持脊柱稳定, 也能够融合节段产生微动, 从而促进融合。

3.1 可滑动椎弓根钉棒系统的理论优点 目前骨科内固定的设计逐渐趋向动态生物固定, 此新型椎弓根钉棒系统符合 BO 生物内固定理念, 能够在局部形成微动环境, 对植骨区域产生应力刺激, 从而可促进植骨融合。同时滑动棒的设计也避免了腰椎活动时应力集中于后方结构, 可避免钉棒系统断裂。此次研究中所有随访超过 6 个月的患者手术节段均良好融合, 间接证实了此钉棒系统产生的局部微动有利于融合, 所有患者均未出现内固定断裂移位。与传统固定椎弓根钉棒系统相比, 此新型椎弓根钉棒系统的压块与球头钉结合形成的通道直径与滑动棒直径相当, 当顶丝锁紧后不会对滑动棒进一步加压, 从而实现了一种“半固定”状态, 可保证连接棒有一定的滑动度, 与传统椎弓根钉棒系统相比此系统可减少应力遮挡, 有利于提高融合率。但应用此新型钉棒系统对

椎间植骨要求较高, 由于不是传统钉棒系统的锁定结构, 因此椎间植骨应使用较大的植骨块且应保证植骨充分, 以确保短期内的稳定性。

3.2 手术节段高度及滑动棒变化情况 此新型椎弓根钉棒系统微动的设计理念可产生持续加压的作用, 术后不同时期手术节段的高度有不同程度下降, 存在明显差异。而且球头钉和固定螺钉之间的距离也有不同变化, 二者自术后 3 个月开始逐渐减缓并趋于稳定, 这一变化反映出植骨融合的过程。此外, 比较关键的一点在于, 在植骨时均选择直径较大的骨块, 既可起到支撑作用, 也可避免手术节段高度下降过快^[24]。手术节段高度下降过多会导致椎间孔面积变小, 从而引起神经受压, 此组患者并未出现与手术节段沉降相关的神经症状, 说明较大的骨块可以起到有效支撑作用, 而且滑动钉棒之间的摩擦力可以控制手术节段的沉降速度, 既起到应力刺激作用, 也可以避免沉降过快。

3.3 临床效果 所有患者疼痛目测类比评分均明显下降, 且 JOA 评分明显提高。只有 1 例患者术后 ASIA 分级无变化, 考虑与脓肿压迫神经时间较长有关, 虽然此患者在术后 6 个月时下肢肌力有所好转, 但一般关键肌力未达到 3 级以上。腰椎结核手术的关键在于脓肿和死骨的彻底清除, 在保证彻底神经减压的同时重建并稳定脊柱。由于脊柱感染性疾病的手术治疗应尽量减少内植物的应用, 因此椎间融合器一般是不建议使用的, 而且椎间融合器弹性模量高, 存在一定程度的应力遮挡效应, 如此而来对于加速植骨融合就有着较高的要求。此组患者均采用自体骨行椎间植骨, 避免使用同种异体骨, 骨量不足时选择取髂植骨, 以保证良好的融合率。此外由于可滑动钉棒系统的垂直应力刺激, 可以加速植骨融合, 此组有部分患者在术后离床活动时自觉腰部有“弹响感”, 这种感觉在术后五六周消失, 这一现象也从侧面反映出可滑动钉棒系统对手术节段的应力刺激及融合过程。患者的症状改善也说明此钉棒系统既可促进植骨融合, 也可像传统钉棒系统一样有效维持手术节段的稳定。

3.4 临床可行性 相比传统刚性椎弓根钉棒系统而言, 已经有很多种成熟的微动内固定产品, 比如美国 Scient X 公司研发的 Isobar 半坚强内固定系统, 由动态棒实现弹性固定, 动态棒内部为叠加的钛环, 可以实现局部的微动, 但其构造较复杂, 且价格较昂贵。此外, 还有如 PEEK 连接棒、Dynesys 系统等弹性固定系统, PEEK 连接棒为对传统连接棒材质的改进, 在应力作用下可在垂直方向产生形变, 但微动范围有限; Dynesys 系统微动范围较大, 但需应用弹性套管, 操作较复杂。此新型椎弓根钉棒系统与传统系统相比仅多了安装压块这一步骤, 操作较简单; 由于滑动棒的微动, 手术节段可以在应力刺激下加速融合, 而且应力传导可分散至前中柱传导, 不再全部集中于后方, 从而降低了内固定断裂的风险^[25]。虽然所有患者均出现手术节段高度下降, 但并未出现相关并发症, 也未出现下降过多造成脊柱局部后凸的发生。虽然滑动棒的滑动部分较光滑, 但与压块之间的摩擦力足以控制手术节段

的沉降速度和距离,所有患者手术节段在完全融合前均未出现大于 3 mm 的严重沉降,这还是对于此组患者仅行椎间植骨而言;而对于可使用椎间融合器的腰椎退行性疾病手术,相信更可在产生有效微动的同时避免严重沉降。就目前的应用研究而言,作者认为对于以下患者不适于使用此内固定系统:①病变节段伴有明显椎体骨破坏无法置钉者;②多节段腰椎结核者;③腰椎结核术后复发或需长节段固定者;④伴严重局部后凸或明显脊柱不稳者。

综上,此新型可滑动椎弓根钉棒系统应用于治疗腰椎结核,可有效促进手术节段植骨融合,近期临床效果良好,但其远期效果还需长期、大量样本临床观察。

致谢:感谢大连医科大学附属第一医院脊柱外科全体医师对课题的支持与帮助。

作者贡献:试验设计、实施为第一作者和通讯作者,资料分析、文章撰写为第一作者,数据测量、随访为第三、四作者。

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:临床试验研究的实施符合《赫尔辛基宣言》和医院对人体研究的相关伦理要求。实施手术的主刀医师手术经验丰富。

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《观察性临床研究报告指南》(STROBE 指南)。

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大连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] 顾明浩,周昌伟,刘庆鹏. 脊柱结核的手术治疗研究进展 [J]. 脊柱外科杂志,2020,18(3):208-212.

[2] 高永建,欧云生,权正学,等. 胸腰椎脊柱结核外科治疗的研究进展 [J]. 中国修复重建外科杂志,2018,32(1):112-117.

[3] 王彪,郝定均,郭华,等. 颈胸段脊柱结核的手术治疗策略 [J]. 中国脊柱脊髓杂志,2017,22(2):97-103.

[4] 廖焯晖,康敏,唐强,等. 手术治疗腰骶椎结核的术式选择 [J]. 中国脊柱脊髓杂志,2017,27(2):104-109.

[5] 王锡阳,魏伟强,李伟伟,等. 一期前路病灶清除植骨融合内固定治疗胸腰椎结核 [J]. 中国脊柱脊髓杂志,2009,19(11):813-817.

[6] WANG X, PANG X, WU P, et al. One-stage anterior debridement, bone grafting and posterior instrumentation vs single posterior debridement, bone grafting, and instrumentation for the treatment of thoracic and lumbar spinal tuberculosis. *Eur Spine J.* 2014;23(4):830-837.

[7] 李娟,周晓岗,李熙雷,等. 非典型胸腰椎结核的临床诊断和手术治疗 [J]. 中国脊柱脊髓杂志,2020,30(4):308-315.

[8] 步荣强,闫宇邱,杜建伟. 阶梯手术治疗胸椎脊柱结核 [J]. 中国矫形外科杂志,2020,28(9):815-820.

[9] PARK P, GABON HJ, GALA VC, et al. Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature. *Spine (Phila Pa1976).* 2004;29(17):1938-1944.

[10] ZENCICA P, CHALOUPKA R, HLADÍKOVÁ J, et al. Adjacent segment degeneration after lumbosacral fusion in spondylolisthesis: a retrospective radiological and clinical analysis. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2010;77(2):124-130.

[11] COSTAS P, IOANNIS P, DEMETRIOS V, et al. Femoral-shaft fractures and nonunions treated with intramedullary nails: The role of dynamisation. *Injury.* 2011;42(11):1353-1361.

[12] DUART-CLEMENTE JM, GANDÍA-GONZÁLEZ ML, ÁLVAREZ-GALOVICH L, et al. Biomechanics of dynamic cervical plates may influence clinical results. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2016;26(3):335-335.

[13] 王自力. 恰当选择脊柱结核手术入路 [J]. 中国脊柱脊髓杂志,2012,22(9):769-710.

[14] KIRKMAN MA, SRIDHAR K. Posterior listhesis of a lumbar vertebra in spinal tuberculosis. *Eur Spine J.* 2011;20(1):1-5.

[15] 徐用亿,季峰,王守国,等. 前路与后路术式治疗单节段腰椎结核的比较 [J]. 中国矫形外科杂志,2018,26(9):792-797.

[16] 王河军,曲弋,杨永栋,等. PEEK 棒腰椎后路内固定的基础及临床应用进展 [J]. 生物骨科材料与临床研究,2020,5(5):58-60.

[17] 李世梁,连育才,孙海东,等. PEEK 棒与钛棒治疗腰椎管狭窄症的疗效对比 [J]. 中国矫形外科杂志,2018,26(11):983-987.

[18] 黄伟敏,许小多,韩志伟,等. 聚醚醚酮棒椎弓根螺钉系统在多节段腰椎退行性疾病治疗中的应用 [J]. 生物骨科材料与临床研究,2018,15(4):29-33.

[19] 袁正彬,杨大志. Dynesys 系统对腰椎退行性疾病治疗的研究进展 [J]. 中国矫形外科杂志,2019,27(1):58-62.

[20] 黄道余. Dynesys 动态内固定治疗腰椎退行性疾病生物力学特点与邻近节段退变的关系 [J]. 中国组织工程研究,2019,23(24):3895-3900.

[21] 黄道余,张阳,李放,等. 椎间盘切除 Dynesys 动态稳定系统固定治疗腰椎间盘突出的中长期疗效 [J]. 中国脊柱脊髓杂志,2018,28(1):9-15.

[22] 张小飞,施红光,赵剑. 脊柱结核内固定的生物学基础 [J]. 实用骨科杂志,2012,18(4):321-322.

[23] 宋滇文. 脊柱结核规范化外科治疗: 争议与共识 [J]. 脊柱外科杂志,2018,16(4):193-194.

[24] 郝建学,周斐,钟娜,等. 椎间植骨量对腰椎椎间融合内固定术后融合效果的研究 [J]. 实用骨科杂志,2016,22(3):205-208.

[25] 杨军,杨群,黄洪彬,等. 可滑动椎弓根钉棒系统的设计和在腰椎融合中的疗效 [J]. 中华骨科杂志,2016,36(22):1435-1441.

(责任编辑: GD, ZN, ZH)