

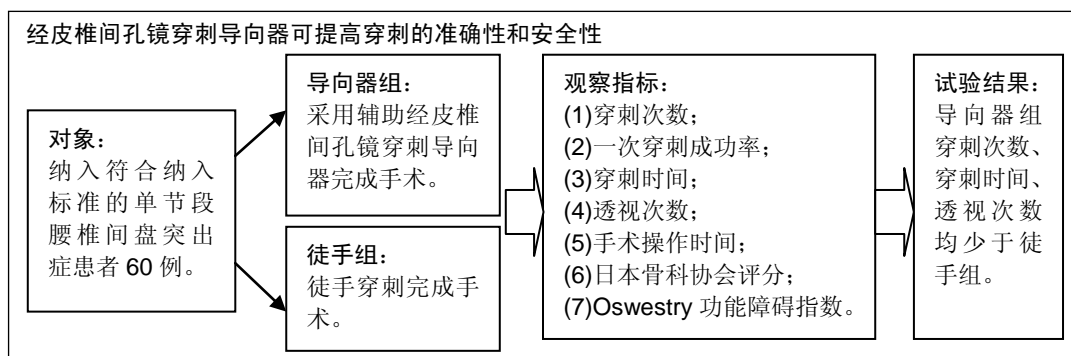
# 经皮椎间孔镜穿刺导向器的研制及其临床应用

李明, 种衍学, 朱中蛟, 李勇, 孙晋保, 张国栋(济宁医学院附属滕州市中心医院脊柱外科, 山东省枣庄市 277519)

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.0610

ORCID: 0000-0001-8225-1513(李明)

文章快速阅读:



李明, 男, 1987 年生, 硕士, 主治医师, 主要从事脊柱外科方面的研究。

通讯作者: 种衍学, 济宁医学院附属滕州市中心医院脊柱外科, 山东省枣庄市 277519

中图分类号: R459.9  
文献标识码: B  
稿件接受: 2018-08-27

## 文题释义:

**经皮椎间孔镜技术:** 是目前治疗腰椎间盘突出症创伤最小的方法之一, 对脊柱的稳定性破坏最小, 在局麻下进行。使用一种逐级钻孔器扩大椎间孔, 将上关节突外侧缘部分骨质绞除扩大椎间孔从而建立手术通道, 术者能够直接通过椎间孔到达椎管内从而取出突出的椎间盘组织。由于这种手术是在内镜下的直视操作, 避免了各种经皮穿刺技术的盲目性, 所以操作十分安全, 而且疗效可靠。

**自制经皮椎间孔镜穿刺导向器:** 椎间孔镜定位导向器的研制是依据直角三角形几何学原理, 直角三角形的 2 条直角边长度可决定斜边的长度及角度大小。定位导向器由滑动架、滑动螺栓、旋钮、锁定螺栓及导向套 5 部分组成。滑动架是具有线性延伸的导向架身, 标尺上有清晰的长度。穿刺导向套管通过滑动轨道及锁止部连接并固定于滑动架, 并可在标尺上移动。穿刺导向套管可借助锁止部改变穿刺方向。

## 摘要

**背景:** 经皮椎间孔镜手术是目前治疗腰椎间盘突出症最微创的术式, 确保穿刺针能准确到达目标靶点是手术成功的关键。但经皮椎间孔镜技术有陡峭的学习曲线, 初学者徒手穿刺容易导致穿刺不到位。

**目的:** 评价自行设计椎间孔镜穿刺导向器的穿刺导向准确性和安全性。

**方法:** 利用“直角三角形”原理设计出经皮椎间孔镜穿刺导向器。选择 2014 年 1 月至 2016 年 7 月在济宁医学院附属滕州市中心医院脊柱外科接受经皮椎间孔镜手术的单节段腰椎间盘突出症患者 60 例, 随机分为 2 组, 其中导向器组 33 例手术中辅助经皮椎间孔镜穿刺导向器完成手术, 徒手组 27 例则采用徒手穿刺完成手术。比较 2 组患者穿刺次数、穿刺时间、透视次数及术后 1 年日本骨科协会评分、Oswestry 功能障碍指数。

**结果与结论:** ①2 组患者均顺利完成手术; ②导向器组的穿刺次数、穿刺完成前透视次数、定位穿刺时间均小于徒手组, 差异均有显著性意义( $P < 0.05$ ); ③2 组患者术后 1 年随访, 日本骨科协会评分及 Oswestry 功能障碍指数均较术前显著改善( $P < 0.05$ ); 2 组之间日本骨科协会评分及 Oswestry 功能障碍指数相比, 差异无显著性意义( $P > 0.05$ ); ④提示根据“直角三角形”原理设计出的穿刺导向器可提高经皮椎间孔镜穿刺操作的准确性, 尤其适用于初学者。

## 关键词:

腰椎间盘突出症; 穿刺; 导向器; 随机对照试验; 辐射损伤; 经皮椎间孔镜手术

## 主题词:

腰椎; 椎间盘移位; 脊椎穿刺; 辐射损伤; 组织工程

## 缩略语:

经皮椎间孔镜: transforaminal endoscopic spine system, TESSYS; 日本骨科协会: Japanese orthopaedic association, JOA; Oswestry 功能障碍指数: oswestry disability index, ODI

## Development and clinical application of the puncture guidance instrument for percutaneous transforaminal endoscopic discectomy

Li Ming, Zhong Yanxue, Zhu Zhongjiao, Li Yong, Sun Jinbao, Zhang Guodong (Department of Spine Surgery, Tengzhou Central People's Hospital Affiliated to Jining Medical University, Zaozhuang 277519, Shandong Province, China)

## Abstract

**BACKGROUND:** Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy is currently the most minimally invasive treatment of lumbar disc herniation. It is essential to operation success that the puncture needle can

Li Ming, Master, Attending physician, Department of Spine Surgery, Tengzhou Central People's Hospital Affiliated to Jining Medical University, Zaozhuang 277519, Shandong Province, China

Corresponding author: Zhong Yanxue, Department of Spine Surgery, Tengzhou Central People's Hospital Affiliated to Jining Medical University, Zaozhuang 277519, Shandong Province, China

accurately reach the target. But percutaneous transforaminal endoscopic discectomy has steep learning curve. Free hand can easily result in inadequate puncture.

**OBJECTIVE:** To evaluate the puncture accuracy and safety of percutaneous puncture guidance instrument for percutaneous transforaminal endoscopic discectomy.

**METHODS:** The design principle of puncture guidance instrument for percutaneous transforaminal endoscopic discectomy was right triangle. From January 2014 to July 2016, 60 patients with lumbar disc herniation were randomly divided into navigation group ( $n=33$ , percutaneous transforaminal endoscopic discectomy with a novel puncture guidance instrument) and free hand group ( $n=27$ , percutaneous transforaminal endoscopic discectomy with a free hand method). The times for puncture, puncture time, times for fluoroscopy, Japanese Orthopaedic Association score and Oswestry Disability Index at 1 year postoperatively were recorded and compared between two groups.

**RESULTS AND CONCLUSION:** (1) All patients underwent the operation successfully. (2) The average puncture times, the average fluoroscopic exposure time and the preoperative location and puncture-channel time in the navigation group were significantly less than those in the free hand group ( $P < 0.05$ ). (3) Japanese Orthopaedic Association scores and Oswestry Disability Index at 1 year postoperatively in both groups were significantly improved compared with the baseline ( $P < 0.05$ ). The scores showed no significant differences between two groups ( $P > 0.05$ ). (4) Our results indicate that the puncture guidance instrument for percutaneous transforaminal endoscopic discectomy can improve the puncture accuracy, especially for a beginner.

**Subject headings:** Lumbar Vertebrae; Intervertebral Disk Displacement; Spinal Puncture; Radiation Injuries; Tissue Engineering

## 0 引言 Introduction

经皮椎间孔镜(transforaminal endoscopic spine system, TESSYS)手术起源于20世纪80年代末,其较传统开放性手术具有创伤小、出血少、术后愈合快及恢复佳等优点。2003年Hoogland首先报道TESSYS技术可直视下实现对突出物的直接减压,具有安全、对脊柱的稳定性破坏小等优点,已被广泛应用于临床对腰椎疾病的治疗<sup>[1-7]</sup>。随着手术器械在安全性和精确性方面不断改进和升级,椎间孔镜技术趋于成熟,其应用范围也不断扩大。确保穿刺针能准确到达手术操作的理想位置实现靶向精准穿刺是手术成功的关键。目前,国内外学者对穿刺方法进行了一系列的探索<sup>[8-13]</sup>,但多数存在使用不方便、导向不够精准的缺点。作者利用“直角三角形”原理研制出一种新的导向器(中国专利号:CN 204909583 U),旨在提高穿刺的准确率和安全性,有效减小经椎间孔内窥镜技术的学习曲线,报告如下。

## 1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 前瞻性随机对照试验。

1.2 时间及地点 于2014年1月至2016年7月在济宁医学院附属滕州市中心人民医院完成。

1.3 对象 选择2014年1月至2016年7月在济宁医学院附属滕州市中心人民医院接受TESSYS手术治疗的60例单节段腰椎间盘突出症患者纳入此次研究,男39例,女21例;年龄21-61岁,平均(41.65±9.48)岁;病程6-22个月,平均(10.50±3.18)个月。根据随机数字表法将患者分为导向器组(采用TESSYS穿刺定位器辅助穿刺)33例及徒手组(徒手穿刺)27例。2组患者术前一般资料比较差异均无显著性意义( $P > 0.05$ ),具有可比性。所有手术均由同一医师(椎间孔镜手术初学者)完成。此次研究经济宁医学院附属滕州市中心人民医院伦理委员会批准,所有入选患者均知情同意,并签署知情同意书。

**纳入标准:** ①腰腿痛影响患者工作和生活,经过6个月保守治疗无效,疾病影响患者工作和生活; ②影像学检查提示单纯的L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub>单节段的腰椎间盘突出; ③患者临床症

状、体征的神经定位与影像学符合; ④言语沟通无障碍。

**排除标准:** ①多节段腰椎间盘突出; ②合并肿瘤、结核、感染者,合并脊柱先天畸形者; ③影像学检查示髓核高度游离; ④髂嵴高,术前评估穿刺困难; ⑤不愿参加试验及接受随访者。

### 1.4 TESSYS穿刺导向器

1.4.1 TESSYS穿刺导向器的研制原理 椎间孔镜定位导向器的研制是依据直角三角形几何学原理,直角三角形的两条直角边长度可决定斜边的长度及角度大小。

1.4.2 TESSYS穿刺导向器的结构 定位导向器由滑动架、滑动螺栓、旋钮、锁定螺栓及导向套5部分组成,见图1, 2。滑动架是具有线性延伸的导向架身,标尺上有清晰的长度。穿刺导向套管通过滑动轨道及锁止部连接并固定于滑动架,并可在标尺上移动。穿刺导向套管可借助锁止部改变穿刺方向。

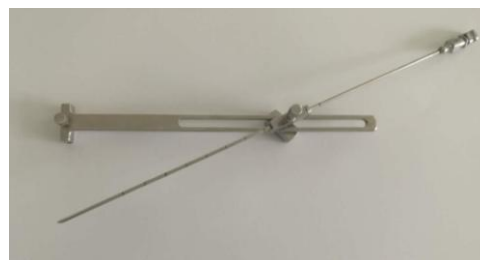


图1 经皮椎间孔镜穿刺导向器

Figure 1 Puncture guidance instrument for percutaneous transforaminal endoscopic discectomy

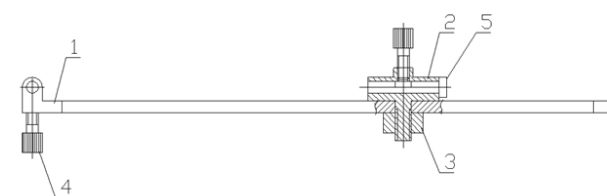
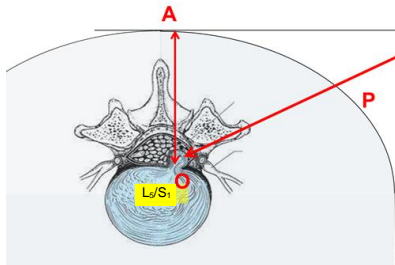


图2 经皮椎间孔镜穿刺导向器的设计

Figure 2 Design of the puncture guidance instrument for percutaneous transforaminal endoscopic discectomy

图注: 1为滑动架; 2为滑动螺栓; 3为旋钮; 4为锁定螺栓; 5为导向套。

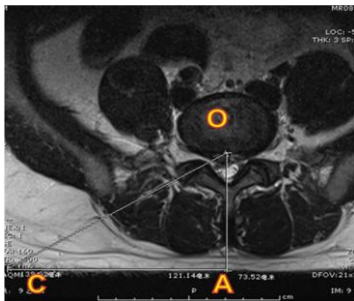
**1.4.3 导向器使用方法** 腰椎间盘突出定位成功的标准即：穿刺导针沿设计的进针路线到达穿刺靶点。因此确定进针点、进针方向和深度至关重要。O为穿刺靶点，A为穿刺靶点至背部皮肤的投影点，P为进针点，AO可通过PACS系统测量CT或MRI的横断面获得。PO即为穿刺进针路线，见**图3**。



**图3 经椎间孔镜穿刺导向器的使用方法**  
Figure 3 Application procedure of the puncture guidance instrument for percutaneous transforaminal endoscopic discectomy

图注：O为穿刺靶点，A为穿刺靶点至背部皮肤的投影点，P为进针点，AO可通过PACS系统测量CT或MRI的横断面获得。PO即为穿刺进针路线。

**1.4.4 术前规划确定穿刺方案** 对于腰椎间盘突出症患者，根据腰椎间盘的节段、突出类型及椎间孔的形态进行术前规划。理想的穿刺路径应经上关节突边缘，针尖对准突出椎间盘中央，且避开横突及髂脊等骨性结构的阻挡。在手术节段MRI横断面上，测量出突出椎间盘(O点)距离皮肤投影点(A点)的距离，见**图4**。

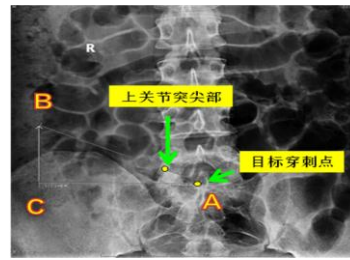


**图4 术前MRI横断面示L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub>椎间盘右侧突出，测量OA及AC长度**  
Figure 4 Magnetic resonance imaging transverse plane indicates lumbar disc herniation at right side of L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub>, the length of OA and AC are measured preoperatively

图注：在手术节段MRI横断面图上，测量出突出椎间盘(O点)距离皮肤投影点(A点)的距离。在MRI横断面上做一直线，此直线经过椎间盘中央及上关节突边缘；直线与患者背部切线的交点为C点，可测量AC之间的距离。

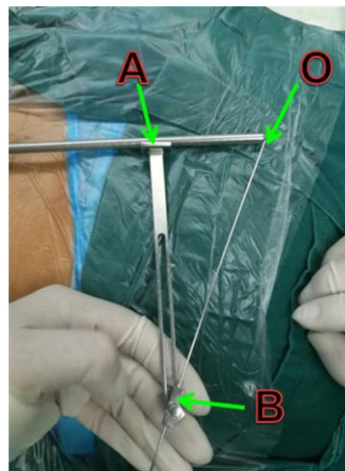
在MRI横断面上做一直线，此直线经过椎间盘中央及上关节突边缘；直线与患者背部切线的交点为C点，可测量AC之间的距离。参照腰椎正位X射线片，参照椎间隙确定突出椎间盘(O点)的位置，见**图5**。

在腰椎正位X射线片上做一平行于椎间隙的线段OC。另外，做一直线，此直线经过椎间盘中央(O点)及上关节突尖部；直线与经过C点的垂线的交点为B点，可测量AB之间的距离。依据直角三角形几何学原理：已知直角三角形的两条直角边长度(OA及AB)，可决定斜边的长度及角度大小，即可确定穿刺线(BO)的方向，见**图6**，穿刺线(BO)与人体皮肤的交点即为进针点(P点)，见**图3**。



**图5 术前X射线正位片示目标穿刺点及上关节突连线，测量AB的长度**  
Figure 5 Anteroposterior fluoroscopy indicates puncture target and superior facet, and the length of AB is measured preoperatively

图注：参照腰椎正位X射线片，参照椎间隙确定突出椎间盘(O点)的位置。在腰椎正位X射线片上做一平行于椎间隙的线段OC。另外，做一直线，此直线经过椎间盘中央(O点)及上关节突尖部；直线与经过C点的垂线的交点为B点，可测量AB之间的距离。



**图6 椎间孔镜定位导向器的使用方法**  
Figure 6 Application procedure of the localizable guidance instrument for percutaneous transforaminal endoscopic discectomy  
图注：O为穿刺靶点，A为穿刺靶点至背部皮肤的投影点，B为穿刺路径与导向器的交点。

**1.5 手术方法** 所有患者均俯卧位于脊柱外科手术床，保持髋膝关节轻度屈曲，调整手术床形成腰桥，暴露腰背部。

**导向器组：**术前透视定位并在体表标记。穿刺：依据PACS系统测量的参数，结合穿刺进针点，调整椎间孔镜定位导向器OA及AB距离，见**图6**，锁止部将穿刺导向套管固定于滑动架，保持其穿刺方向不变。将导向器A点置于目标靶点在皮肤的投影点。在穿刺点采用利多卡因分层局部浸润麻醉，包括皮肤、深筋膜层及关节突周围。依据导向器方向完成穿刺，见**图7**。行C臂正侧位X射线透视确定穿刺位置。



**图7 椎间孔镜定位导向器的穿刺过程**  
Figure 7 Puncture trajectory and procedure of the localizable guidance instrument  
图注：P为皮肤穿刺进针点，A为穿刺靶点至背部皮肤的投影点，B为穿刺路径与导向器的交点。



**徒手组:** 术前透视定位并在体表标记。穿刺: 在穿刺点采用盐酸利多卡因注射液(大冢制药)分层局部浸润麻醉, 包括皮肤、深筋膜层及关节突周围。依赖个人经验徒手完成穿刺, 分别行正侧位X射线透视确定穿刺位置。穿刺到达靶点后, 导向器组及徒手组均依次完成通道置入及镜下减压, 2组操作方法无差异。具体步骤如下: 沿穿刺针置入细导针, 应用导杆逐级扩管, 必要时行关节突成型扩大神经孔建立工作通道, 最后置入工作套管, 连接椎间孔镜。镜下操作: 根据突出椎间盘的大小、位置, 采用不同型号髓核钳摘除突出的髓核及椎间盘内突出变性的髓核组织, 通过射频消融部分髓核碎片, 镜下观察神经根活动度, 减压满意后退出椎间孔镜和工作套管, 缝合、包扎切口。

**1.6 主要观察指标** 记录2组患者的穿刺次数、穿刺完成前透视次数及定位穿刺时间。术后1年随访记录日本骨科协会(Japanese orthopaedic association, JOA)评分及Oswestry功能障碍指数(oswestry disability index, ODI)评估临床疗效。

JOA评分由主观症状、临床体征、日常活动受限度、膀胱功能等4个方面评价腰椎功能, 分数越低表明功能障碍越明显。

ODI问卷表是由10个问题组成, 包括疼痛的强度、生活自理、提物、步行、坐位、站立、干扰睡眠、性生活、社会生活、旅游等10个方面的情况, 分数越高表明功能障碍越严重。

**1.7 统计学分析** 采用SPSS 22.0软件包进行统计学分析, 2组患者年龄、体质量指数、穿刺定位时间、穿刺次数及穿刺完成前透视次数均采用两独立样本t检验进行比较; JOA评分及ODI均采用配对样本t检验进行比较; 2组患者性别、病变侧别均采用 $\chi^2$ 检验进行比较。 $P < 0.05$ 认为差异有显著性意义。

## 2 结果 Results

**2.1 参与者数量分析** 纳入60例接受TESSYS手术的单节段腰椎间盘突出症患者, 随机分为2组, 其中导向器组33例, 徒手组27例。全部进入结果分析, 无脱落。试验流程图, 见图8。

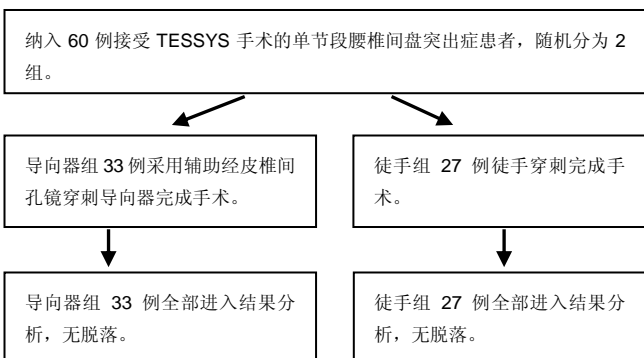


图8 两组患者分组流程图  
Figure 8 Flow chart of patient allocation

**2.2 基线资料比较** 2组间基线资料比较, 组间具有可比性( $P > 0.05$ ), 见表1。

表1 两组患者术前一般临床资料比较  
Table 1 Comparison of baseline data of the patients between two groups

组别	n	性别 (男/女, n)	年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	侧别 (左/右, n)	体质量指数 ( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	病程 ( $\bar{x} \pm s$ , 月)
导向器组	33	20/13	42.12±8.93	15/18	25.28±2.64	10.93±3.31
徒手组	27	19/8	41.07±10.24	14/13	24.49±2.38	9.96±2.99
统计值		$\chi^2=0.62$	$t=0.42$	$\chi^2=0.24$	$t=1.21$	$t=1.19$
P值		0.43	0.67	0.62	0.23	0.24

**2.3 两组穿刺次数、穿刺完成前透视次数、穿刺定位时间比较** 60例患者均顺利完成手术, 均无神经根及硬膜损伤等并发症发生。2组患者穿刺次数、穿刺完成前透视次数、穿刺定位时间比较差异均有显著性意义, 导向器组优于徒手组( $P < 0.05$ ), 见表2。

表2 两组患者的穿刺次数、透视次数及定位穿刺时间比较 ( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 2 Comparison of the times for puncture, times for fluoroscopy and preoperative location and puncture-channel time between two groups

组别	n	穿刺次数	穿刺完成前透视次数	穿刺定位时间(min)
导向器组	33	1.97±0.95	6.36±2.19	7.66±3.18
徒手组	27	8.37±2.73	19.78±5.71	30.27±9.77
t值		12.57	12.42	12.31
P值		< 0.05	< 0.05	< 0.05

**2.4 两组患者神经功能改善情况** 所有患者术后均随访1年以上。术后1年随访, 2组患者JOA评分及ODI均较术前改善, 差异均有显著性意义( $P < 0.05$ )。术后1年, 导向器组及徒手组JOA评分及ODI相比, 差异无显著性意义( $P > 0.05$ ), 见表3。

表3 两组患者治疗前后JOA评分及ODI比较 ( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 3 Comparison of Japanese Orthopaedic Association and Oswestry Disability Index scores before and after treatment between two groups

组别	n	JOA评分(分)		ODI(%)	
		术前	术后1年	术前	术后1年
导向器组	33	14.67±1.38	22.18±1.55 <sup>a</sup>	43.93±6.41	14.55±4.60 <sup>a</sup>
徒手组	27	14.52±1.31	22.22±1.40 <sup>a</sup>	39.93±9.57	13.03±4.81 <sup>a</sup>
t值		0.42	0.11	1.94	1.24
P值		0.67	0.92	0.06	0.22

表注: 与术前相比,  $P < 0.05$ 。

**2.5 不良事件** 2组患者围手术期无神经根及硬膜损伤, 无腹部脏器损伤, 无感染等术后并发症。

### 3 讨论 Discussion

腰椎间盘突出症是引起腰痛最常见原因之一<sup>[14-16]</sup>。近年来,微创脊柱外科手术技术取得了巨大的发展,腰椎间盘突出症的手术治疗也经历了由传统到微创的变革。2003年Hoogland首先报道TESSYS技术在腰椎间盘突出症的治疗中得到了广泛应用,并取得了较好临床疗效<sup>[1-7]</sup>。TESSYS手术创伤小,最大限度的维持了脊柱稳定性<sup>[17]</sup>,并且减少了操作时因分离牵拉硬膜囊及神经根而造成的并发症。然而,椎间孔镜手术的入路途径与常规后路手术不同,准确穿刺至目标靶点是手术成功的关键<sup>[18]</sup>。TESSYS技术的难点在于穿刺过程中需避开髂嵴、横突的阻挡进入椎间孔<sup>[19-20]</sup>。因TESSYS技术穿刺安全空间狭小,精准穿刺困难,通道建立时间长,令很多初学者望而却步<sup>[21-23]</sup>。研究表明,L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub>间隙比L<sub>4/5</sub>穿刺难度更大,学习曲线更长<sup>[24]</sup>。反复穿刺易造成组织损伤,术中穿刺失误可造成硬膜、神经根损伤<sup>[25]</sup>,严重者可导致神经功能障碍。另外,重复的透视增加了患者及医师的辐射损伤<sup>[26-31]</sup>。有鉴于此,作者根据直角三角形几何学原理设计制作了一种椎间孔镜定位导向器(中国专利号:CN204909583U),旨在减少手术对医师经验和手感的依赖,增加医生穿刺操作的准确率,减少并发症发生率,减少患者及医师的辐射损伤。

椎间孔镜手术穿刺进针方向既不平行于人体水平面,也不平行于冠状面和矢状面,目前临床多采用X射线或CT引导下的定位穿刺,较难准确引导穿刺,对手术指导有限。TESSYS技术要求术者在熟悉局部解剖结构的基础上,还需具备良好的三维立体定位能力,尤其是靶点的穿刺定位对于初学者非常困难。由于影像都是二维图像,无法给手术医生提供空间三维立体感,因此临床操作中,手术医师大多凭借临床穿刺经验进行徒手穿刺深度。针对TESSYS靶向穿刺困难的难点,国内外学者对穿刺方法进行了一系列的探索<sup>[8-13]</sup>。Fan等<sup>[8-31]</sup>采用同心球原理设计了圆弧形椎间孔镜定位器,提高了穿刺的准确性,但其体积相对较大,组装相对复杂。Zeng等<sup>[9]</sup>设计了可控制穿刺角度和穿刺距离的辅助定位器,但需要准确的术前规划,测量出精确的角度及距离。谭海涛等<sup>[10]</sup>利用导航导杆引在计算机导航引导下建立椎间孔镜手术的工作套管,提高了穿刺成功率。使用导航设备辅助手术虽然可以增加穿刺的准确性,提高手术质量,但是导航设备价格昂贵,辐射剂量较大,对患者和医护人员伤害较大,且操作复杂,手术医师需经过专业培训方能初步掌握其操作方法。另外,导航尚难以在基层医院普及,临床推广困难。Wu等<sup>[11]</sup>研究表明,与C型臂X射线定位相比,超声辅助经皮内窥镜下腰椎髓核摘除术中可减少外科医生的辐射剂量,并对手术过程进行实时监测。然而,超声系统辅助下的定位穿刺需超声科医师的协助,并且需对术者操作方法再培训,短期内临床应用困难。Choi等<sup>[13]</sup>将C型臂与术中MRI相结合应用于经皮内窥镜下腰椎髓核摘除术,可更好的指导术者选择理想皮肤

穿刺点及术后确认手术效果,但对于指导确定穿刺方向作用有限,且需要额外的辅助设备,增加了手术成本及时间。

作者依据直角三角形几何学原理设计的此种椎间孔镜定位导向器进行穿刺操作,可使无法目视的三维立体定位转变成精确导向的过程,弥补了目测角度不准、穿刺路线难以掌握的不足,手术的准确性和安全性都能得到保证。此次研究发现,导向器组穿刺次数显著少于徒手组,结果提示采用椎间孔镜定位导向器建立个体化工作通道,穿刺准确率高,这一点对经验不足的初学者而言,由于其操作简便,可控性强,定位准确性高,可有效减小经椎间孔内窥镜技术的学习曲线。另一方面,导向器组穿刺完成前透视次数明显少于徒手组,采用此种椎间孔镜定位导向器可降低医患的辐射暴露。椎间孔镜定位导向器的临床应用降低了手术难度,明显减少了手术操作时间。另外,定位器体积小,操作简单,应用方便,术者只要根据腰椎CT或MRI横截面提供的参数,对导向器做好设置,就能较准确地穿刺到预定位置。其次,该瞄准器角度调整部件灵活方便,可万向活动;该导向器为不锈钢制成,可耐高温高压消毒。值得一提的是,因患者体位变化及导向器的放置均可能对穿刺的准确性造成偏差。患者MRI检查是仰卧位,手术过程是俯卧位,因体位的变化可导致PACS系统测量的参数与术中真实参数会有偏差。但因患者棘突下皮肤移动范围小,体位的变化对于参数OA影响不大。如术前MRI检查是俯卧位完成,可能会进一步减少偏差。另外,因人体背部并非平面,为进一步减少偏差,应保持导向器的滑动架与人体冠状面平行。

椎间孔镜定位导向器由于其操作简单,应用方便,可以有效减少术中穿刺定位过程中使用X射线透视的次数,缩短手术时间,提高穿刺的准确率和安全性,有效减小经椎间孔内窥镜技术的学习曲线,值得推广应用。

**致谢:** 对于自愿参与此次研究的患者表示感谢,特别向为此次研究提供帮助的济宁医学院附属滕州市中心医院手术室和影像科人员致谢!

**作者贡献:** 第一作者及通讯作者负责试验设计,第一、三作者负责试验实施,通讯作者负责评估,第四、五、六作者负责随访及记录数据。

**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:** 该临床试验研究的实施符合《赫尔辛基宣言》和济宁医学院附属滕州市中心医院对人体研究的相关伦理要求。手术主刀医师(通讯作者)为主任医师,滕州市中心医院为三级甲等医院,符合经皮椎间孔镜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,在充分了解本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《随机对照临床试验研究报告指南》(CONSORT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济宁医学院附属滕州市中心医院生物统计学专家审核。

**前瞻性临床研究数据开放获取声明:** 文章作者同意: ①可以在一定范围内开放研究参与者去标识的个体数据; ②可以在一定范围内开放共享文章报道结果部分的去标识个体基础数据, 包括正文、表、图及附件; ③可以在一些情况下开放研究方案和知情同意书等相关文档; ④全文开放获取数据的时间是从文章出版后即刻, 并无终止日期。

**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] Li X, Han Y, Di Z, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for lumbar disc herniation. *J Clin Neurosci*. 2016; 33(11):19-27.
- [2] Kamson S, Trescot AM, Sampson PD, et al. Full-endoscopic assisted lumbar decompressive surgery performed in an outpatient, ambulatory facility: report of 5 years of complications and risk factors. *Pain Physician*. 2017;20(2):E221-E231.
- [3] 李建江, 楚戈, 杨涛, 等. 经皮椎间孔镜下 TESSYS 技术修复腰椎固定融合后邻近节段退行性变[J]. 中国组织工程研究, 2015, 19(26): 4186-4190.
- [4] Mahesha K. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy: Results of first 100 cases. *Indian J Orthop*. 2017;51(1):36-42.
- [5] Eun SS, Lee SH, Sabal LA. Long-term follow-up results of percutaneous endoscopic lumbar discectomy. *Pain Physician*. 2016;19(8):E1161-E1166.
- [6] Ruan W, Feng F, Liu Z, et al. Comparison of percutaneous endoscopic lumbar discectomy versus open lumbar microdiscectomy for lumbar disc herniation: A meta-analysis. *Int J Surg*. 2016;31:86-92.
- [7] Jasper GP, Francisco GM, Telfeian AE. Endoscopic transforaminal discectomy for an extruded lumbar disc herniation. *Pain Physician*. 2013;16(1):E31-35.
- [8] Fan G, Han R, Gu X, et al. Navigation improves the learning curve of transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy. *Int Orthop*. 2017;41(2):323-332.
- [9] Zeng Y, Bao J, Su J, et al. Novel targeted puncture technique for percutaneous transforaminal endoscopic lumbar discectomy reduces X-ray exposure. *Exp Ther Med*. 2017;14(4):2960-2968.
- [10] 谭海涛, 黄圣斌, 谢兆林, 等. 导航导杆在椎间孔镜穿刺定位的应用[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2017, 27(4):339-344.
- [11] Wu R, Liao X, Xia H. Radiation exposure to the surgeon during ultrasound-assisted transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy: A prospective study. *World Neurosurg*. 2017; 101(5):658-665.
- [12] Hu Z, Li X, Cui J, et al. Significance of preoperative planning software for puncture and channel establishment in percutaneous endoscopic lumbar DISCECTOMY: A study of 40 cases. *Int J Surg*. 2017;41:97-103.
- [13] Choi G, Modi HN, Prada N, et al. Clinical results of XMR-assisted percutaneous transforaminal endoscopic lumbar discectomy. *J Orthop Surg Res*. 2013;8(1):14.
- [14] Moses ZB, Chi JH. Genetic susceptibility for sciatica and lumbar disc herniation. *Neurosurgery*. 2017;81(1):N13-N14.
- [15] Heider FC, Mayer HM. Surgical treatment of lumbar disc herniation. *Oper Orthop Traumatol*. 2017;29(1):59-85.
- [16] Wu W, Liang J, Ru N, et al. Microstructural changes in compressed nerve roots are consistent with clinical symptoms and symptom duration in patients with lumbar disc herniation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41(11):E661-666.
- [17] Ahn Y, Lee S H, Park WM, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for recurrent disc herniation: surgical technique, out-come, and prognostic factors of 43 consecutive cases. *Spine*. 2004;29(16):E326-E332.
- [18] Kim MJ, Lee SH, Jung ES, et al. Targeted percutaneous transforaminal endoscopic discectomy in 295 patients: comparison with results of microscopic discectomy. *Surg Neurol*. 2007;68(6):623-631.
- [19] Choi KC, Park CK. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for l5-s1 disc herniation: consideration of the relation between the iliac crest and L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> disc. *Pain Physician*. 2016;19(2):E301-308.
- [20] Tezuka F, Sakai T, Abe M, et al. Anatomical considerations of the iliac crest on percutaneous endoscopic discectomy using a transforaminal approach. *Spine*. 2017;17(12):1875-1880.
- [21] Ahn SS, Kim SH, Kim DW. Learning curve of percutaneous endoscopic lumbar discectomy based on the period (early vs. late) and technique (in-and-out vs. in-and-out-and-in): a retrospective comparative study. *J Korean Neurosurg Soc*. 2015;58(6):539-546.
- [22] Wang H, Huang B, Li C, et al. Learning curve for percutaneous endoscopic lumbar discectomy depending on the surgeon's training level of minimally invasive spine surgery. *Clin Neurol Neurosurg*. 2013;115 (10):1987-1991.
- [23] Sciafani JA, Kim CW. Complications associated with the initial learning curve of minimally invasive spine surgery: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472(6):1711-1717.
- [24] Wu XB, Fan GX, Gu X, Learning curves of percutaneous endoscopic lumbar discectomy in transforaminal approach at the L4/5 and L5/S1 levels: a comparative study. *J Zhejiang Univ Sci B*. 2016;17(7):553-560.
- [25] 温冰涛, 张西峰, 王岩, 等. 经皮内窥镜治疗腰椎间盘突出症的并发症及其处理[J]. 中华外科杂志, 2017, 49(12):1091-1095.
- [26] Ahn Y, Kim CH, Lee JH, et al. Radiation exposure to the surgeon during percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a prospective study. *Spine*. 2013;38(7):617-625.
- [27] Srinivasan D, Than KD, Wang AC, et al. Radiation safety and spine surgery: systematic review of exposure limits and methods to minimize radiation exposure. *World Neurosurg*. 2014;82(6): 1337-1343.
- [28] Hadelsberg UP, Harel R. Hazards of Ionizing radiation and its impact on spine surgery. *World Neurosurg*. 2016;92(8):353-359.
- [29] Mulconrey DS. Fluoroscopic radiation exposure in spinal surgery: in vivo evaluation for operating room personnel. *Clin Spine Surg*. 2016;29(7):E331-335.
- [30] Ipreburg M, Wagner R, Godschalx A, et al. Patient radiation exposure during transforaminal lumbar endoscopic spine surgery: a prospective study. *Neurosurg Focus*. 2016;40(2):E7.
- [31] Fan G, Gu X, Liu Y, et al. Lower learning difficulty and fluoroscopy reduction of transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy with an accurate preoperative location method. *Pain Physician*. 2016;19(8):E1123-E113.