

· 论著 ·

DOI: 10.3969/j.issn.0253-9802.2024.08.004

椎间孔镜通道导向模块在椎间孔镜治疗 腰椎间盘突出症中的应用

林夏晴¹, 杨萍¹, 温子阳², 袁世民³✉(1. 广州中医药大学, 广东 广州 510006; 2. 湖北省中西医结合医院, 湖北 武汉 430015;
3. 广东省中西医结合医院 广东 佛山 528253)

【摘要】 **目的** 探讨椎间孔镜通道导向模块在椎间孔镜治疗腰椎间盘突出症中的应用价值。**方法** 选取 60 例 L5/S1 腰椎间盘突出症患者, 将其随机分为模块组和对照组各 30 例。模块组采用一种自创的椎间孔镜通道导向模块辅助穿刺, 对照组采用传统徒手穿刺放置工作管道。比较 2 组的一次穿刺成功率、定位穿刺时间和术中 X 线透视次数, 观察并发症发生情况, 比较 2 组术后 3 个月的视觉模拟评分法 (VAS) 评分、臀部和下肢功能障碍指数 (ODI) 评分, 并采用改良 Mac Nab 评分评估 2 组疗效。**结果** 2 组患者术程均顺利。与对照组比较, 模块组一次穿刺成功率更高、穿刺时间更短、术中 X 线透视次数更少 (P 均 < 0.05)。2 组患者术中并发症发生率比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 术后均无出现严重并发症。2 组患者术后 3 个月的 VAS 评分与 ODI 评分均较术前降低 (P 均 < 0.01), 模块组与对照组术后 3 个月的 VAS、ODI 评分比较差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05), 但 2 组 VAS 术前术后评分差值比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。模块组改良 Mac Nab 评分优良率为 83.3% (25/30), 对照组优良率为 80.0% (24/30), 2 组比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。**结论** 在椎间孔镜治疗腰椎间盘突出症中, 椎间孔镜通道导向模块操作简便且安全, 可以缩短穿刺时间、提高穿刺效率、减少医源性损伤, 值得在临床进一步推广应用。

【关键词】 椎间孔镜通道导向模块; 经皮椎间孔镜椎间盘切除术; 辅助穿刺装置; 腰椎间盘突出症; 经椎间孔入路

Clinical application of transforaminal endoscope-guided module in treatment of lumbar disc herniation by transforaminal endoscopic

LIN Xiaqing¹, YANG Ping¹, WEN Ziyang², YUAN Shimin³✉

(1. Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006, China; 2. Hubei Provincial Hospital of Integrated Chinese & Western Medicine, Wuhan 430015, China; 3. Guangdong Provincial Hospital of Integrated Chinese & Western Medicine, Foshan 528253, China)

Corresponding author: YUAN Shimin, E-mail: ym2001724@sohu.com

【Abstract】 **Objective** To evaluate the clinical application value of transforaminal endoscope-guided module in the treatment of lumbar disc herniation by transforaminal endoscopic. **Methods** Sixty patients with L5 / S1 lumbar disc herniation were randomly divided into the module group and control group, with 30 cases in each group. In the module group, self-designed transforaminal endoscope-guided module was utilized to assist puncture, and conventional manual puncture was adopted to place the working channel in control group. The success rate of one-time puncture, positioning puncture time and intraoperative X-ray fluoroscopy times were compared between two groups, and the incidence of complications was observed. The Visual Analogue Scale (VAS) score and Oswestry Disability Index (ODI) score of the hip and lower limbs at postoperative 3 months were compared between two groups. Postoperative modified Mac Nab score was employed to evaluate clinical efficacy between two groups. **Results** All patients successfully completed the operation. Compared with the control group, the success rate of one-time puncture was higher, positioning puncture time was shorter and the times of intraoperative X-ray fluoroscopy was less in the module group (all $P < 0.05$). There was no statistical significance in the incidence of intraoperative complications between two groups ($P > 0.05$), and no severe postoperative complications were noted in two groups. In two groups, the VAS score and ODI score at postoperative 3 months were less compared with preoperative

收稿日期: 2024-03-21

基金项目: 广东省基础与应用基础研究基金项目 (2021A1515220157); 广东省佛山市科技局科技创新项目 (2220001004884)

专利: 一种椎间孔镜通道导向模块 (ZL201720140719.4)

作者简介: 林夏晴, 硕士研究生, 研究方向: 中西医结合治疗骨科相关疾病, E-mail: 837288545@qq.com; 袁世民, 通信作者, 主任医师, 研究方向: 关节、脊柱外伤与退行性变疾病的手术治疗, E-mail: ym2001724@sohu.com

levels (both $P < 0.05$), and there was no statistical significance between two groups (both $P > 0.05$), however, the difference of VAS between preoperative and postoperative values was statistically significant ($P < 0.05$). There was no statistical significance in the excellent rate of modified Mac Nab score between the module (83.3% (25/30)) and control groups (80.0% (24/30), $P > 0.05$).

Conclusions Transforaminal endoscope-guided module is safe and convenient. This module can effectively shorten puncture time, enhance puncture efficiency and minimize iatrogenic injuries, which is worthy of clinical application.

【Key words】 Transforaminal endoscope-guided module; Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy; Auxiliary puncture device; Lumbar disc herniation; Transforaminal route

在腰椎间盘突出症 (lumbar disc herniation, LDH) 的阶梯治疗中, 大多数患者经保守治疗后可以获得良好预后。但对于保守治疗效果欠佳者, 则通常需要采用手术干预, 其中微创脊柱内镜技术是重要手段之一。从微创角度来讲, 经椎间孔镜椎间盘切除术 (percutaneous transforaminal endoscopic discectomy, PTED) 采用局部麻醉, 从组织间隙进入靶点, 清除病理组织, 不破坏黄韧带等椎管内组织, 更符合微创理念^[1]。PTED 因具有术中组织损伤小、手术并发症少、住院时间短、术后康复快等优点, 愈来愈受到术者的青睐^[1]。在 PTED 的实施过程中, 建立孔镜通道是其成功的关键步骤。为了减少透视次数, 高效建立通道, 为临床提供更快捷、更便利、更经济的辅助穿刺技术具有重要意义。国内外许多辅助穿刺装置应需而生, 但在不同程度上存在着投入成本高、操作步骤复杂等问题。本研究团队基于同心圆原理设计了一种椎间孔镜通道导向模块 (专利号: ZL201720140719.4), 并将其运用于临床 PTED 穿刺过程中, 在保证临床疗效的基础上简化了操作步骤、降低了应用成本, 现将结果汇报如下。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取 2023 年 1 月至 2024 年 2 月在广东省中西医结合医院脊柱骨科接受治疗的 60 例单节段 L5/S1 LDH 患者为研究对象, 采用随机数表法将其

分为对照组与模块组, 每组各 30 例。模块组采用椎间孔镜通道导向模块穿刺, 对照组采用徒手穿刺。2 组一般资料具可比性 (P 均 > 0.05), 见表 1。本研究通过广东省中西医结合医院医学伦理委员会审查 (批件号: 2023-106), 所有患者知情同意。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准: ①符合 LDH 的诊断标准, L5/S1 节段存在椎间盘突出, 并符合椎间孔镜侧路适应证^[2-3], 能配合治疗; ②年龄 18~70 岁, 无外伤史和长期慢性腰痛史; ③有明显下肢放射性疼痛症状, 视觉模拟评分法 (Visual Analogue Scale, VAS) 评分 ≥ 6 分^[4], 经 3 个月以上保守治疗无效者。排除标准: ①有广泛的椎管狭窄或椎间盘游离; ②存在腰椎不稳以及椎体或椎间盘病变; ③存在髂嵴过高等明显的骨性阻碍; ④神经压迫症状较重, 出现马尾神经损伤症状; ⑤既往患病椎间盘受过外伤或接受过手术史; ⑥患有心、脑、肺等重要脏器病变, 一般情况较差不能耐受手术, 术区处皮肤情况不佳。

1.3 治疗方法

1.3.1 常规治疗

所有患者在手术前完成常规检查包括血液生化检测、腰椎 X 线检查、CT、MRI 等, 同时嘱患者卧床静养, 住院期间引导患者进行规范的腰部竖脊肌、腰大肌等腰背部肌肉的功能锻炼, 术前 3 d 口服甲钴胺 (北京产), 每次 0.5 mg、每日 3 次; 口服复方夏天无片 (江西产), 每次 0.6 g、每日 3 次。手术当日, 完善术前准备后在局部麻醉下行

表 1 模块组与对照组 LDH 患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data of LDH patients in the module group and the control group

| 分 组 | n | 男 / 女 | 年龄 / 岁 | 病程 / 月 |
|-----|----|-------|-------------------|-------------------|
| 模块组 | 30 | 13/17 | 44.0 (35.5, 52.3) | 15.5 (10.8, 20.3) |
| 对照组 | 30 | 16/14 | 39.0 (24.5, 47.5) | 16.0 (12.8, 22.0) |
| Z 值 | | 0.601 | 1.902 | 0.681 |
| P 值 | | 0.438 | 0.086 | 0.498 |

PTED, 术后当日卧床休息, 术后第2日可在腰围固定下下床活动; 术后当日开始口服甲钴胺至末次随访, 用法用量同前。治疗过程中均不口服或静脉使用糖皮质激素与脱水药物。

1.3.2 穿刺定位过程

1) 对照组: 对照组患者取俯卧位, 根据手术前的腰椎 X 线正侧位片, 确定患者的髂脊高度与患处椎间孔的位置。用记号笔在患者体表标记后正中及双侧髂脊位置, 再用 C 型臂机确定体表的穿刺点以及穿刺角度。根据穿刺点及穿刺角度使用 1% 利多卡因注射液进行局部浸润麻醉。麻醉后, 采用穿刺针通过椎间孔进入穿刺靶点, 边进针边询问患者有无出现神经根性症状。确定穿刺针到达操作靶点后, 向患处椎间盘注射亚甲蓝注射液以显示突出的椎间盘情况。接着把导丝置于穿刺针的位置, 以导丝位置作为标记, 在皮肤上切开约 8 mm 宽度的术口, 顺着导丝朝着小关节推进导杆。同时在外围围绕导杆逐步安置套管, 进一步扩张软组织。按照套管的路径, 利用骨钻移除增生的关节, 扩展脊柱间的空隙。当骨钻到达椎弓根内侧边缘与之相交的直线上时, 则表示已进入椎管中。在使用骨钻时注意不能超过棘突连线, 在操作过程中需要时刻注意患者下肢疼痛及感觉情况, 以防止损伤神经。完成上述步骤后, 在术口置入直径约 7.5 mm 的工作管道。

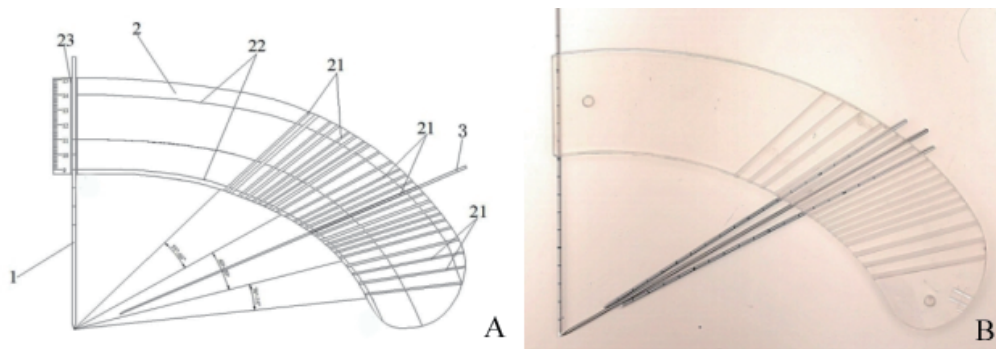
2) 模块组: 模块组在穿刺时采用椎间孔镜通道导向模块放置工作管道。椎间孔镜通道导向模块的使用原理如下, 术前测量目标穿刺线(与腰椎中轴线之间)的外展角与头倾角。确定靶点后, 再确定通过该点的腰椎后正中垂直线, 然后找到

通过该线的外展面(该面与腰椎正中矢状面的夹角为外展角), 从外展面上找到通过靶点的合适头倾角的线。将外展面做成镰刀弧形导向板, 板上预设旋转轴通道 1 条(腰椎后正中垂直线)与穿刺导针通道若干。所有通道中线均在同一平面, 且可汇集成一点。在确定外展角的导向板上, 于侧位透视下, 容易找到拟定头倾角的穿刺针通道。综上所述, 确定从点找线的顺序为: 点—线—面—线。见图 1。

椎间孔镜通道导向模块的使用过程如下。首先, 术前根据患者腰椎 MRI 确定病灶位置, 然后在患者腰椎 X 线正侧位片上分别确定 2 条穿刺基线, 见图 2A、B。以这 2 条线为基础测量外展角 α 与头倾角 β , 见图 2C、D。最后, 在患者腰椎 MRI 正中矢状位上测量靶点 a 到体表 b 的距离, 以此作为穿刺定位针穿刺深度及安全基线, 见图 2E。具体数据根据影像系统结果按实际比例转换, 见图 2F。在椎间盘突出节段患侧, 即 b 点的位置进行局部浸润麻醉, 麻醉后垂直进针, 进针深度即为 a 点与 b 点连线的长度。根据外展角 α 将导向模块垂直放置于体表, 再根据头倾角 β 在预设通道上放置 2~3 根克氏针, 不进入皮肤。通过 C 形臂机摄片筛选出最贴合预设穿刺路径的通道, 并从该通道所在位点局部逐层浸润麻醉, 麻醉后缓慢进针, 边进针边询问患者下肢感觉及疼痛情况, 直至到达目标靶点, 见图 2G~J。后续操作同对照组。

1.3.3 髓核摘除

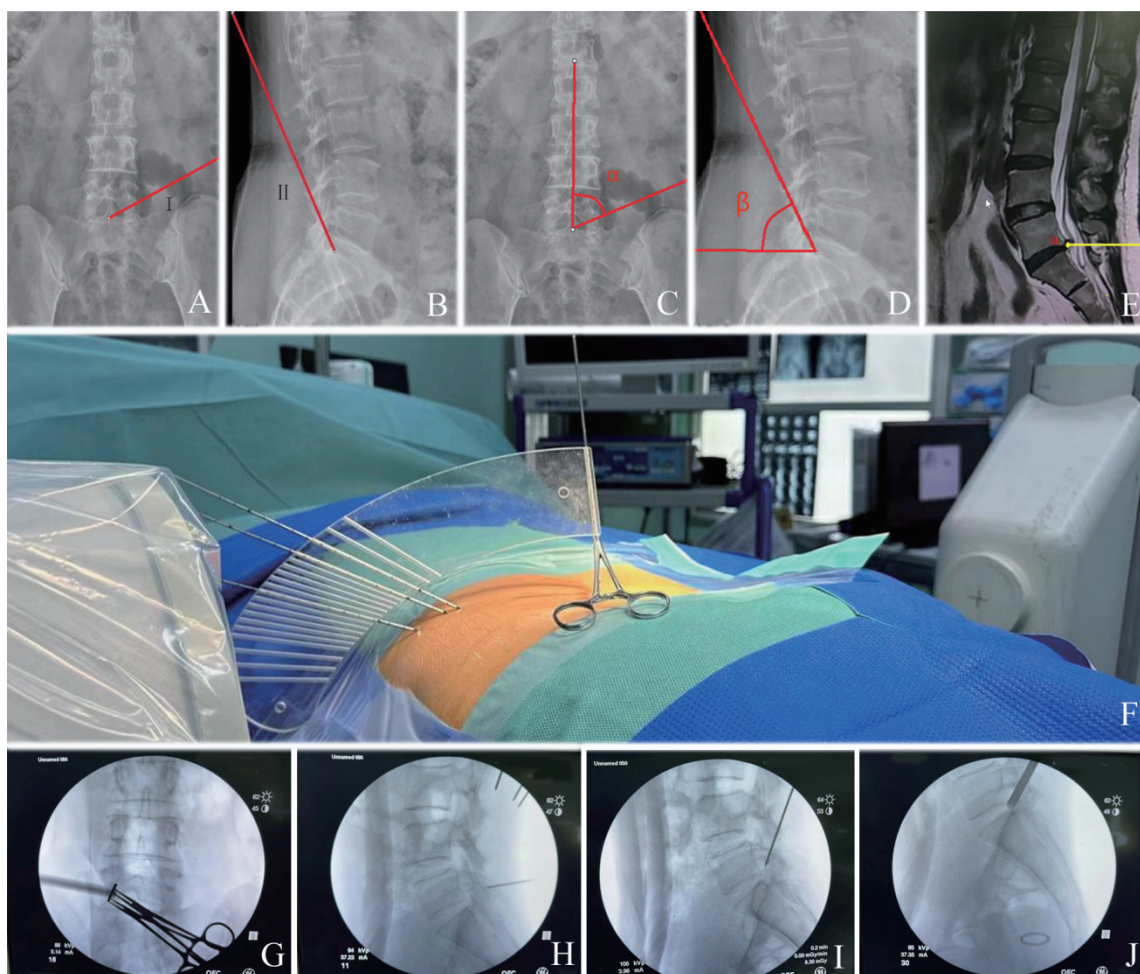
在椎间孔镜下, 将工作套管调整至突出的椎间盘近侧方向, 使用一次性手术刀头切割并吸出突出的椎间盘组织, 然后用髓核钳夹取样本送病理



注: A 为设计示意图, 其中 1 为导向板旋转轴定位针, 2 为导向板, 3 为椎间孔镜通道导针, 21 为导向板导针通道, 22 为导向板(无通道), 23 为导向板旋转通道; B 为实物图。

图 1 椎间孔镜通道导向模块设计示意图及实物图

Figure 1 Schematic diagram and physical diagram of the channel guide module of the foramen mirror



注: A~D为腰椎X线片, A中红线为穿刺基线 I (由上关节突尖部到后正中线距离); B中红线为穿刺基线 II (由上关节突尖部到下位椎体后上角); C为外展角 α ; D为头倾角 β ; E为MRI片上确定穿刺定位针穿刺深度(a点到b点距离); F为根据术前预设方位摆放椎间孔镜通道导向模块; G~J为C型臂机X线片, G、H为确定放置克氏针方位; I为选择最佳穿刺方向后进针到位; J为靶向穿刺置管到位。

图2 应用椎间孔镜通道导向模块的操作图例

Figure 2 Illustrates the operation of the foraminal mirror channel guide module

检查,最后使用低温等离子系统进行止血和髓核消融,同时对周围的行走神经根组织进行松解。反复冲洗残存的髓核组织,拔除外套管,缝合穿刺口,无菌包扎,结束手术。对患者进行体格检查,若直腿抬高试验阴性则将其送返病房。

1.4 观察指标

1.4.1 穿刺指标

包括:①穿刺一次成功率,指穿刺针一次穿刺到位的成功例数占总例数的百分比(穿刺到达椎间盘突出位置即为穿刺到位);②穿刺时间,体表定位时间加上从皮肤麻醉开始到穿刺位所需时间;③术中C型臂机X线透视次数。

1.4.2 并发症

术中并发症主要包括一过性神经损伤、硬膜

撕破、血管损伤、脏器损伤等,术后并发症包括术区神经支配感觉迟钝、术区深部感染,手术部位椎间盘再突出、腰痛复发、血管丛损伤等。

1.4.3 康复指标

术前与术后3个月进行VAS评分、臀部和下肢功能障碍指数(Oswestry Disability Index, ODI)评分,并采用改良Mac Nab评分进行疗效评定。

1.5 统计学方法

本研究的样本量估算方法:以一次穿刺成功率为主要观察指标,根据既往文献2组穿刺成功率分别为66.7%、29.03%^[5],采用双侧检验, α 为0.05,2组样本量比值1:1(即2组病例数相等),把握度(检验效能) $1-\beta$ 为90%,计算得到每组最低样本量为28例,再按照脱落率10%计算,故

总的样本量约为 60 例（即每组 30 例）。采用 SPSS 22.0 分析数据。连续型变量以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示，组间比较采用 Mann-Whitney U 检验，治疗前后比较采用 Wilcoxon 符号秩和检验；计数资料用 $n(\%)$ 表示，其中无序分类资料组间比较采用 Fisher 确切概率法，等级资料组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。以双侧 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2 组患者术程均顺利，所有突出的椎间盘得到有效、安全的摘除，神经根得到有效的减压。

2.1 穿刺情况

与对照组比较，模块组一次穿刺成功率更高、穿刺时间更短、术中 C 型臂机 X 线透视次数更少

（ P 均 < 0.05 ）。见表 2。

2.2 并发症发生情况

2 组患者术中并发症发生率比较差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ），见表 3。2 组患者术后均无出现严重并发症。

2.3 康复情况

2 组患者术后 3 个月随访的 VAS 评分与 ODI 评分均较术前降低（ P 均 < 0.01 ），模块组与对照组术后 3 个月的 VAS、ODI 评分比较差异均无统计学意义（ P 均 > 0.05 ），但 2 组 VAS 术前术后评分差值比较差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ），见表 4。模块组患者改良 Mac Nab 评分优 18 例、良 7 例、可 5 例，优良率 83.3%（25/30），对照组优 17 例、良 7 例、可 6 例，优良率 80.0%（24/30），2 组患者疗效比较差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。

表 2 模块组与对照组穿刺情况比较

Table 2 Comparison of puncture conditions between the module group and the control group

| 组别 | 一次穿刺成功 / $n(\%)$ | 穿刺时间 / min | 术中 C 型臂机 X 线透视次数 |
|----------------|------------------|----------------|-------------------|
| 模块组 ($n=30$) | 17 (68.0) | 5.0 (4.0, 6.0) | 11.0 (10.0, 12.0) |
| 对照组 ($n=30$) | 8 (32.0) | 6.0 (6.0, 7.0) | 13.0 (11.8, 14.0) |
| Z 值 | — | 3.646 | 4.185 |
| P 值 | 0.004 | 0.001 | < 0.001 |

表 3 模块组与对照组术中并发症发生情况比较

Table 3 Comparison of intraoperative complications between the module group and the control group

| 组别 | 例数 | 并发症 / n | | | | | 无 / n | 发生率 / % |
|-----|----|-----------|------|------|------|----|---------|--------------------|
| | | 一过性神经损伤 | 硬膜撕裂 | 血管损伤 | 脏器损伤 | 其他 | | |
| 模块组 | 30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 3.3 |
| 对照组 | 30 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 27 | 10.0 |
| P 值 | | | | | | | | 0.605 ^a |

注：^aFisher 确切概率法。

表 4 模块组与对照组术康复情况比较

Table 4 Comparison of operative rehabilitation between the module group and the control group

| 组别 | 模块组 | 对照组 | Z 值 | $M(P_{25}, P_{75})$ | |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|---------------------|-------|
| | | | | P 值 | |
| VAS 评分 / 分 | | | | | |
| 术前 | 7.0 (7.0, 8.0) | 7.0 (6.0, 7.2) | 1.052 | | 0.293 |
| 术后 3 个月 | 1.5 (1.0, 2.2) ^a | 2.0 (1.0, 2.0) ^a | 0.211 | | 0.833 |
| 术前术后评分差值 | 5.0 (4.8, 6.2) | 5.0 (3.0, 5.0) | 3.106 | | 0.002 |
| ODI 评分 / 分 | | | | | |
| 术前 | 43.5 (41.0, 45.0) | 43.5 (41.8, 45.0) | 0.060 | | 0.952 |
| 术后 3 个月 | 11.0 (10.0, 12.0) ^a | 12.0 (11.0, 12.2) ^a | 1.749 | | 0.080 |
| 术前术后评分差值 | 32.5 (30.0, 33.2) | 32.0 (31.0, 33.0) | 0.924 | | 0.355 |

注：与术前相比，^a $P < 0.01$ 。

3 讨论

在PTED中,术中穿刺定位成功建立通道是手术的关键步骤,穿刺通道在正侧位X线透视下的2条射影线均与腰椎中轴线形成不同的锐角,但术中常出现对2条线“顾此失彼”的情况,因此需反复在C型臂机X线透视下调整穿刺方向。所有目标通道之外的穿刺及X线透视操作均会对人体造成损伤,有违“微创”理念。因此,减少穿刺及透视次数,高效地建立通道具有重要意义。

随着科学以及微创技术的发展,穿刺手术的精确性得到了显著提升。这不仅优化了手术流程,还为医师提供了更为详尽、立体的解剖结构信息,从而大幅提高了穿刺的准确性和安全性。韩艳波等^[6]通过三轴直角坐标系立体定位CT导航辅助经皮椎间孔镜手术治疗腰椎间盘突出症患者,结果显示该方法能有效提高穿刺精准度及安全性。胡安文等^[7]采用靶点靶线体表投影穿刺法提高了穿刺准确率,并缩短了手术时间。王长昇等^[8]提出利用混合现实技术导航椎间孔镜定位,即在结合MRI所得数据的基础上制作一个半透明腰椎模型,在此模型上穿刺并放置工作管道。马维理等^[9]利用术前CT测量患者腰椎形态信息,结合3D打印装置制作导航模板辅助穿刺。上述穿刺导航装置的操作过程较为复杂,且需要昂贵的设备,不利于临床推广。

有学者运用“天玑”骨科机器人协助穿刺^[10],也有学者研发个体化的椎间孔镜穿刺导向或体表定位装置^[11-12]。曾月东等^[13]结合直角三角函数的基本理论,开发了一种穿刺目标点瞄准装置以及穿刺的新方法,他们通过直角三角函数精确计算实际穿刺需要的深度,从而实现穿刺的个体化和精确化。在实际操作中,穿刺针的外展角度最大可达到约80°,同时,穿刺处距离后正中线的最远距离可控制于12~15 cm的范围内。这种方法能在穿刺过程中有效规避关节突等骨性结构的阻碍,进而减少患者的组织损伤,并降低穿刺操作的难度。然而,该方法测量目标点与体表标志投影点的距离需要参照X线图像数据,这导致了在实际测量中不可避免地出现误差,这些误差可能来源于图像解析的精度、患者体位的变化以及操作过程中的微小偏差等因素。因此,在应用该方法时,应充分考虑并控制这些潜在的误差来源,以保证穿刺操作的准确性和安全性。Fan等^[14]基于穿刺目

标点恒定位于直角圆弧圆心上的几何特性,设计并研发出了HELLO辅助穿刺定位装置以保证精确穿刺,即穿刺靶点与其在正侧位体表上的投影点共同确定一个平面,同时导向模块的弧形结构与先前测得的头倾角亦共同确定一个平面。当这2个平面实现完全重合时,穿刺靶点将准确无误地位于导向模块的圆心上,此时可以将模块上的任意半径视为假想的穿刺路径,通过这些路径均能够精确无误地穿刺至圆心,即预定的目标靶点。这一设计确保了穿刺操作的精确性和可靠性,提高了手术的成功率和患者的安全性^[15]。本研究的椎间孔镜导向模块便是基于上述原理设计,以腰椎中轴线为基底测量其头倾角以及外展角,并以2个角度所在平面来决定体外模块放置以及穿刺通道,2个角度的交叉点便是病灶靶点,同时进一步简化装置制作,运用有机玻璃板为材料,制作一个镰刀弧形导向板,在板上开通旋转轴通道1条(腰椎后正中垂直线通过)与穿刺导针通道若干。运用时以旋转轴通道为中心,根据测量的外展角放置孔道所在平面,再根据头倾角确定合适的穿刺孔道。随着研究的不断深入,本通道导向模块除应用于PTED中定位穿刺外,也可应用于经椎间孔入路的相关操作,如经椎间孔入路异物取出、经椎间孔入路神经阻滞术。

本研究显示,模块组在一次穿刺成功率、穿刺时间与术中C型臂机X线透视次数方面均优于对照组,表明本研究的椎间孔镜通道导向模块有助于获得更好的穿刺精准度,从而提高穿刺成功率。在PTED操作中,准确且快速的穿刺定位至关重要,传统徒手穿刺基于术者充分掌握的腰椎局部解剖结构以及具有完备的三维立体空间想象力,同时还要具有较高的操作技能才能完成^[16-18]。在对一些病灶节段位于高位腰椎(L2/3, L3/4)的患者行穿刺时,还要注意避免进针过深伤及脏器,因而需要在术中不断进行X线透视来确保穿刺角度及深度,重复的穿刺会增加神经、血管、硬脊膜损伤的风险^[17-22],此外,人体接受过多的X线会增加皮肤红斑、免疫功能异常甚至是患癌的概率^[23-30]。因此,提高穿刺准确度,减少穿刺定位时间与透视次数具有重要意义。

综上所述,本研究团队所研制的简化辅助穿刺装置——椎间孔镜通道导向模块能在保证穿刺精度、提高穿刺安全性的前提下,减少X线与反复穿刺对患者的损伤,实现了简便、高效、价廉

的目的。但本研究存在一定局限性,由于时间及人力等相关因素的影响,在考虑研究的同质性与可重复性后,本研究仅纳入L5/S1椎间盘突出患者作为研究对象,且缺乏长期随访。未来可进一步开展多年龄段、多节段、多中心、大样本的高质量临床研究,以及增加分子层面的观察指标进一步明确疗效。同时也可探究该导向模块对医师学习经皮椎间孔镜技术的影响,以及相关椎间孔镜入路操作的穿刺效果。

参 考 文 献

- [1] GUGLIOTTA M, DA COSTA B R, DABIS E, et al. Surgical versus conservative treatment for lumbar disc herniation: a prospective cohort study [J]. *BMJ Open*, 2016, 6 (12): e012938. DOI: 10.1136/bmjopen-2016-012938.
- [2] HOOGLAND T, VAN DEN BREKEL-DIJKSTRA K, SCHUBERT M, et al. Endoscopic transforaminal discectomy for recurrent lumbar disc herniation: a prospective, cohort evaluation of 262 consecutive cases [J]. *Spine*, 2008, 33 (9): 973-978. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31816c8ade.
- [3] 崔冠宇, 舒雄, 刘亚军, 等. 经皮椎间孔镜下椎间盘切除治疗伴有高髂嵴的L5/S1椎间盘突出症 [J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25 (27): 4333-4338. DOI: 10.12307/2021.192. CUI G Y, SHU X, LIU Y J, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for the treatment of high iliac crest L5/S1 disc herniation [J]. *Chin J Tissue Eng Res*, 2021, 25 (27): 4333-4338. DOI: 10.12307/2021.192.
- [4] BOLTON J E, CHRISTENSEN M N. Back pain distribution patterns: relationship to subjective measures of pain severity and disability [J]. *J Manipulative Physiol Ther*, 1994, 17 (4): 211-218.
- [5] 曹正霖, 禰天航, 于淼, 等. 自制辅助定位穿刺装置在经皮椎间孔镜下髓核摘除术中的应用效果 [J]. *广西医学*, 2017, 39 (9): 1320-1324. DOI: 10.11675/j.issn.0253-4304.2017.09.10. CAO Z L, XUAN T H, YU M, et al. Application effect of self-made assisted device for positioning puncture during percutaneous endoscopic lumbar discectomy [J]. *Guangxi Med J*, 2017, 39 (9): 1320-1324. DOI: 10.11675/j.issn.0253-4304.2017.09.10.
- [6] 韩艳波, 吴月, 怡红玉, 等. 三轴直角坐标系立体定位CT导航辅助经皮椎间孔镜手术治疗腰椎间盘突出症的疗效分析 [J]. *颈腰痛杂志*, 2019, 40 (4): 574-575. DOI: 10.3969/j.issn.1005-7234.2019.04.053. HAN Y B, WU Y, YI H Y, et al. Analysis of curative effect of CT navigation-assisted percutaneous foraminal surgery for lumbar disc herniation [J]. *J Cervicodynia Lumbodynia*, 2019, 40 (4): 574-575. DOI: 10.3969/j.issn.1005-7234.2019.04.053.
- [7] 胡安文, 吴博文. 靶点靶线体表投影穿刺法在侧路椎间孔镜技术中的应用 [J]. *中国微创外科杂志*, 2020, 26 (3): 245-249. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6604.2020.03.013. HU A W, WU B W. Application of target point and target line surface projection puncture in lateral transforaminal endoscopic surgery [J]. *Chin J Minim Invasive Surg*, 2020, 26 (3): 245-249. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6604.2020.03.013.
- [8] 王长昇, 陈荣生, 朱希田, 等. 混合现实技术导航联合椎间孔镜手术治疗腰椎间盘突出症应用研究 [J]. *临床和实验医学杂志*, 2022, 21 (3): 324-328. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4695.2022.03.028. WANG C S, CHEN R S, ZHU X T, et al. Applied research of mixed reality navigation combined with percutaneous transforaminal endoscopic discectomy in the treatment of lumbar disc herniation [J]. *J Clin Exp Med*, 2022, 21 (3): 324-328. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4695.2022.03.028.
- [9] 马维理, 陈国奋, 龔亮. 经皮椎间孔镜下腰间盘切除术中3D打印导航模板辅助穿刺的应用 [J]. *颈腰痛杂志*, 2021, 42 (4): 562-564. DOI: 10.3969/j.issn.1005-7234.2021.04.036. MA W L, CHEN G F, CHEN G F. Application of 3D printed navigation template assisted puncture in percutaneous lumbar discectomy under intervertebral foramen endoscope [J]. *J Cervicodynia Lumbodynia*, 2021, 42 (4): 562-564. DOI: 10.3969/j.issn.1005-7234.2021.04.036.
- [10] 刘维克, 夏乐, 杨同岗, 等. 骨科手术机器人在个体化椎间孔镜穿刺导向中的应用 [J]. *颈腰痛杂志*, 2020, 41 (4): 389-391. DOI: 10.3969/j.issn.1005-7234.2020.04.002. LIU W K, XIA L, YANG T G, et al. Application of orthopedic operation robot in individualized puncture guidance of percutaneous foramen [J]. *J Cervicodynia Lumbodynia*, 2020, 41 (4): 389-391. DOI: 10.3969/j.issn.1005-7234.2020.04.002.
- [11] 刘益雷, 范新成, 伊超凡, 等. 椎间孔镜技术新型体表定位器在经皮内镜腰椎间盘切除术中的应用 [J/OL]. *中华临床医师杂志 (电子版)*, 2021, 15 (4): 260-264. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-0785.2021.04.005. LIU Y L, FAN X C, YI C F, et al. Application of a newly designed body surface-assisting puncture device in transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy [J/OL]. *Chin J Clin (Electron Ed)*, 2021, 15 (4): 260-264. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-0785.2021.04.005.
- [12] 刘路星, 陈良龙, 郑阳, 等. 新型定位穿刺方法在椎间孔镜手术初学者中的应用 [J]. *中国内镜杂志*, 2021, 27 (1): 15-21. DOI: 10.12235/E20200227. LIU L X, CHEN L L, ZHENG Y, et al. Application of a new positioning and puncture methods in beginner of percutaneous endoscopic lumbar discectomy [J]. *China J Endosc*, 2021, 27 (1): 15-21. DOI: 10.12235/E20200227.
- [13] 曾月东, 苏建成, 谢伟, 等. 椎间孔镜靶向穿刺新技术治疗腰椎间盘突出症 [J]. *实用骨科杂志*, 2016, 22 (3): 201-204, 241. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2016.03.003. ZENG Y D, SU J C, XIE W, et al. A new targeted puncture technique for percutaneous transforaminal endoscopic lumbar discectomy in treatment of lumbar disc herniation [J]. *J Pract Orthop*, 2016, 22 (3): 201-204, 241. DOI: 10.13795/j.cnki.

- sgkz.2016.03.003.
- [14] FAN G, GUAN X, ZHANG H, et al. Significant improvement of puncture accuracy and fluoroscopy reduction in percutaneous transforaminal endoscopic discectomy with novel lumbar location system: preliminary report of prospective hello study [J]. *Medicine*, 2015, 94 (49): e2189. DOI: 10.1097/MD.0000000000002189.
- [15] 隆振学, 韦文, 王露瑶, 等. 经皮椎间孔镜定位穿刺技术及相关辅助导航设备应用的研究进展 [J]. *右江医学*, 2019, 47 (7): 543-546. DOI: 10.3969/j.issn.1003-1383.2019.07.016.
- LONG Z X, WEI W, WANG L Y, et al. Research progress on application of percutaneous transforaminal endoscopic discectomy positioning and puncture technology and related auxiliary navigation equipment [J]. *Chin Youjiang Med J*, 2019, 47 (7): 543-546. DOI: 10.3969/j.issn.1003-1383.2019.07.016.
- [16] 巩陈, 吴建明, 张文志, 等. 三维可视化虚拟手术系统联合椎间孔定位穿刺器在经皮内镜下经椎间孔减压手术治疗腰椎管狭窄症中的应用 [J]. *实用医学杂志*, 2022, 8 (24): 3087-3094. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5725.2022.24.012.
- GONG C, WU J M, ZHANG W Z, et al. Application of three-dimensional visual virtual surgery system combined with self-made intervertebral foramen positioning puncture device in percutaneous endoscopic transforaminal decompression of lumbar spinal stenosis [J]. *J Pract Med*, 2022, 8 (24): 3087-3094. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5725.2022.24.012.
- [17] WU W, YU R, HAO H, et al. Visible trephine-based foraminoplasty in PTED leads to asymmetrical stress changes and instability in the surgical and adjacent segments: a finite element analysis [J]. *J Orthop Surg Res*, 2023, 18 (1): 431. DOI: 10.1186/s13018-023-03916-0.
- [18] WANG X, WU L, ZHAO K, et al. Trephine-based foraminoplasty in PTED treatment of lumbar lateral recess stenosis [J]. *Adv Clin Exp Med*, 2022, 31 (4): 359-367. DOI: 10.17219/acem/144638.
- [19] RUSIN A, LI M, COCCHETTO A, et al. Radiation exposure and mitochondrial insufficiency in chronic fatigue and immune dysfunction syndrome [J]. *Med Hypotheses*, 2021, 154: 110647. DOI: 10.1016/j.mehy.2021.110647.
- [20] SCOTT M C, GALIVANCHE A R, METS E J, et al. Patients' and physicians' knowledge of radiation exposure related to spine surgery [J]. *Spine*, 2020, 45 (22): E1507-E1515. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003650.
- [21] VARIANI A S, SABOORI S, SHAHSAVARI S, et al. Effect of occupational exposure to radar radiation on cancer risk: a systematic review and meta-analysis [J]. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2019, 20 (11): 3211-3219. DOI: 10.31557/APJCP.2019.20.11.3211.
- [22] LI K, ZHANG T, GAO K, et al. The utility of diagnostic transforaminal epidural injection in selective percutaneous endoscopic lumbar discectomy for multilevel disc herniation with monoradicular symptom: a prospective randomized control study [J]. *World Neurosurg*, 2019, 126: e619-e624. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.02.102.
- [23] 李坚, 李锦锦, 何丽萍. 经皮椎间孔镜脊柱系统术治疗腰椎间盘突出症合并神经根管狭窄 [J]. *中山大学学报 (医学科学版)*, 2023, 44 (2): 342-347. DOI: 10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ (med.sci).2023.0220.
- LI J, LI J J, HE L P. Curative effect of percutaneous transforaminal endoscopic spine system in the treatment of lumbar disc herniation complicated with nerve root canal stenosis [J]. *J SUN Yat-Sen Univ (Med Sci)*, 2023, 44 (2): 342-347. DOI: 10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ (med.sci).2023.0220.
- [24] 楼亦文, 李琳, 陈潜. 腰部肌群稳定性康复训练结合肌内效贴扎技术在腰椎间盘突出症康复治疗中的应用 [J]. *中山大学学报 (医学科学版)*, 2024, 45 (1): 152-160. DOI: 10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ (med.sci).20240004.015.
- LOU Y W, LI L, CHEN Q. Lumbar core muscle stability training combined with kinesiology taping technique in rehabilitation treatment of lumbar disc herniation [J]. *J SUN Yat-Sen Univ (Med Sci)*, 2024, 45 (1): 152-160. DOI: 10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ (med.sci).20240004.015.
- [25] 陆继业, 蒋国强, 卢斌, 等. Dynesys 治疗老年腰椎退行性疾病的中远期临床对照研究 [J]. *新医学*, 2019, 50 (2): 129-133. DOI: 10.3969/j.issn.0253-9802.2019.02.011.
- LU J Y, JIANG G Q, LU B, et al. Middle- and long-term clinical control study of Dynesys dynamic stabilization system in the treatment of senile lumbar degenerative diseases [J]. *J New Med*, 2019, 50 (2): 129-133. DOI: 10.3969/j.issn.0253-9802.2019.02.011.
- [26] 王正基, 廖文波. 全内镜前路经椎体联合后路经椎板间隙治疗双节段颈椎间盘突出 1 例报告 [J]. *遵义医科大学学报*, 2023, 9 (10): 998-1002. DOI: 10.14169/j.cnki.zunyiixuebao.2023.0135.
- WANG Z J, LIAO W B. Anterior transcorporeal approach combined with posterior translaminar approach for the treatment of two-segment cervical disc herniation: a case report [J]. *J Zunyi Med Univ*, 2023, 9 (10): 998-1002. DOI: 10.14169/j.cnki.zunyiixuebao.2023.0135.
- [27] 付至江, 刘宗超, 马川, 等. 独活寄生汤加减对改善肝肾亏虚型腰椎间盘突出症患者疼痛和焦虑的效果 [J]. *西南医科大学学报*, 2022, 45 (3): 245-248. DOI: 10.3969/j.issn.2096-3351.2022.03.013.
- FU Z J, LIU Z C, MA C, et al. Effect of Duhuo Jisheng Decoction on improving pain and anxiety in patients with lumbar disc herniation due to deficiency of liver and kidney [J]. *J Southwest Med Univ*, 2022, 45 (3): 245-248. DOI: 10.3969/j.issn.2096-3351.2022.03.013.
- [28] 朱仲廉, 周平辉, 王照东, 等. MiR-206 对腰椎间盘髓核细胞衰老、凋亡的调控机制 [J]. *中华全科医学*, 2024, 10 (2): 209-211, 268. DOI: 10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.003367.
- ZHU Z L, ZHOU P H, WANG Z D, et al. Regulation mechanism of miR-206 on senescence and apoptosis of nucleus pulposus cells in lumbar intervertebral disc [J]. *Chin J Gen Pract*, 2024, 10 (2): 209-211, 268. DOI: 10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.003367.
- [29] 刘智伟, 白晓亮, 孔亚荣, 等. PTED 治疗对腰椎间盘突出症 IL-6、HMGB-1、IL-17 水平的影响 [J]. *分子诊断与治疗杂*

- 志, 2024, 10 (1): 149-152, 157. DOI: 10.19930/j.cnki.jmdt.2024.01.029.
- LIU Z W, BAI X L, KONG Y R, et al. Effect of PTED treatment on IL-6, HMGB-1 and IL-17 levels in lumbar disc herniation [J]. *J Mol Diagn Ther*, 2024, 10 (1): 149-152, 157. DOI: 10.19930/j.cnki.jmdt.2024.01.029.
- [30] 程清平, 王东福, 焦朋, 等. 腰椎间盘突出术后椎间隙感染的治疗及危险因素分析 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2017, 3 (1): 32-35. DOI: 0.7531/j.issn.1672-9935.2017.01.009.
- CHENG Q P, WANG D F, JIAO P, et al. Risk factors and treatment of lumbar disc space infection after discectomy [J]. *Helicopter Tech*, 2017, 3 (1): 32-35. DOI: 0.7531/j.issn.1672-9935.2017.01.009.
- [31] 马向伟. 腰椎间盘突出术后并发椎间隙感染的处理措施及相关因素探讨 [J]. *颈腰痛杂志*, 2019, 40 (1): 105-107. DOI: 10.3969/j.issn.1005-7234.2019.01.038.
- MA X W. Management measures and related factors of intervertebral space infection after lumbar disc herniation operation [J]. *J Cervicodynia Lumbodynia*, 2019, 40 (1): 105-107. DOI: 10.3969/j.issn.1005-7234.2019.01.038.
- [32] 介思, 赵祥鑫, 蔡立邦, 等. 腰痛解凝汤配合穴位针对腰椎间盘突出症患者的临床疗效及自身免疫水平的影响 [J]. *四川中医*, 2023, 41 (12): 161-164. DOI: 10.19664/j.cnki.1002-2392.220024.
- JIE S, ZHAO X X, CAI L B, et al. Effect of Yaotong Jiening Decoction combined with acupoint acupuncture and moxibustion on clinical efficacy and autoimmunity of patients with lumbar disc herniation [J]. *J Sichuan Tradit Chin Med*, 2023, 41 (12): 161-164. DOI: 10.19664/j.cnki.1002-2392.220024.
- (责任编辑: 洪悦民)

