·外科专栏·

# 新型三轴调节式定位器辅助经皮椎间孔镜手术治疗多节段腰椎间盘突出症效果及初步随访

甄瑞鑫，马桂云，史凡祺，常成兵，安永胜
（承德医学院附属医院微创脊柱外科，河北 承德 067000）

［摘要］ **目的** 探讨新型三轴调节式定位器辅助经皮椎间孔镜手术（percutaneous transforaminal endoscope discectomy，PTED）治疗多节段腰椎间盘突出症（lumber disc herniation，LDH）效果及随访结果。**方法** 选取我院 100 例多节段 LDH 患者，简单随机化法分组，各 50 例。对照组行传统 PTED，观察组行新型三轴节式定位器辅助 PTED。观察对比 2 组围术期指标、并发症、手术优良率及手术前后炎症应激指标［白细胞介素 2（interleukin-2，IL-2）、白细胞介素 6（interleukin-6，IL-6）、白细胞介素 17（interleukin-17，IL-17）］、患侧多裂肌表面肌电图［均方根值（root mean square，RMS）、中位频率值（median frequencyMF）、积分肌电值（integrated EMG，IEMG）］、Oswestry 功能障碍指数问卷表（Oswestry dysfunction index，ODI）评分、视觉模拟评分法（visual analogue scale，VAS）评分及手术优良率。**结果** 观察组透视次数、穿刺次数、术中出血量少于对照组，穿刺时间、手术时间短于对照组，一次性穿刺成功率高于对照组（$P<0.05$）；2 组并发症发生率比较差异无统计学意义（$P>0.05$）；术后 1 d 观察组血清 IL-17、IL-6、IL-2 水平低于对照组（$P<0.05$）；术后 1 个月、3 个月、6 个月、12 个月 2 组患侧多裂肌 RMS、MF、IEMG 均高于术前，ODI 评分均低于术前（$P<0.05$）；术后 1 d、5 d 观察组腰背部、下肢 VAS 评分低于对照组（$P<0.05$）；术后 12 个月 2 组手术优良率比较，差异无统计学意义（$P>0.05$）。**结论** 新型三轴调节式定位器辅助 PTED 与传统 PTED 治疗多节段 LDH 均能取得满意效果，能改善患侧多裂肌表面肌电图，恢复腰椎功能，缓解患者疼痛，且具有较好安全性，但前者能优化手术操作，缩短手术时间，减轻术后炎症反应，有助于早期疼痛缓解。

［关键词］ 椎间盘移位；椎间孔镜手术；新型三轴调节式定位器 doi：10.3969/j.issn.1007-3205.2024.08.011
［中图分类号］ R681.53 ［文献标志码］ A ［文章编号］ 1007-3205(2024)08-0927-07

## Effect and preliminary follow-up of percutaneous foraminal endoscopic discectomy assisted by a novel three-axis adjustable positioner for multi-segment lumbar disc herniation

ZHEN Rui-xin, MA Gui-yun, SHI Fan-qi, CHANG Cheng-bing, AN Yong-sheng
(*Department of Minimally Invasive Spinal Surgery, the Affiliated Hospital of Chengde Medical College, Hebei Province, Chengde* 067000, *China*)

［**Abstract**］ **Objective** To investigate the effect and follow-up results of percutaneous foraminal endoscopic discectomy (PTED) assisted by a novel three-axis adjustable positioner in the treatment of multi-segment lumbar disc herniation (LDH). **Methods** A total of 100 patients with multi-segment LDH in our hospital were selected and divided into two groups by simple randomization method, with 50 patients in each group. The control group received traditional PTED, and the observation group received PTED assisted by a novel three-axis adjustable positioner. Perioperative indexes, complications, excellent and good rate of surgery, inflammatory stress indexes [interleukin-2 (IL-2), interleukin-6 (IL-6), interleukin-17 (IL-17)], surface electromyography [root mean square (RMS) value, median frequency (MF) value, integrated electromyography (IEMG) of multifidus muscle on the affected side], Oswestry

［收稿日期］2023－06－08
［基金项目］河北省重点研发计划（民生科技专项）（19277711D）
［作者简介］甄瑞鑫（1984－），男，河北承德人，承德医学院附属医院副主任医师，医学硕士，从事脊柱疾病诊治研究。

Disability Index (ODI) score, visual analog scale (VAS) score, and excellence and good rate of surgery of the two groups before and after surgery were observed and compared. **Results** The number of fluoroscopy, puncture times and intraoperative blood loss in the observation group were less than those in the control group, the puncture time and duration of operation were shorter than those in the control group, and the success rate of one-time puncture was higher than that in the control group ($P<0.05$). There was no significant difference in the incidence of complications between the two groups ($P>0.05$). The serum levels of IL-17, IL-6 and IL-2 in the observation group were lower than those in the control group at 1 d after surgery ($P<0.05$). RMS, MF and IEMG of multifidus muscle on the affected side were higher than those before surgery, and at 1 month, 3 months, 6 months and 12 months after surgery, while ODI scores were lower than those before surgery ($P<0.05$). The VAS scores of the lower back and lower limbs in the observation group were lower than those in the control group at 1 and 5 d after surgery ($P<0.05$). At 12 months after surgery, there was no significant difference in excellent and good rate of surgery between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion** The novel three-axis adjustable positioner assisted PTED and traditional PTED can achieve satisfactory results in the treatment of multi-segment LDH, which can improve the surface electromyography of the multifidus muscle on the affected side, restore the function of the lumbar spine, relieve the pain of patients, and has good safety. However, the former can optimize the operation, shorten the duration of operation, reduce postoperative inflammation, and contribute to early pain relief.

[**Key words**] intervertebral disc displacement; foraminal endoscopic surgery; new three-axis adjustable positioner

随着微创技术及快速恢复理念发展，以经皮椎间孔镜手术（percutaneous transforaminal endoscope discectomy，PTED）为代表的微创手术可弥补既往开放手术不足，以创伤轻微、术中出血少及术后恢复周期短等特点，在腰椎间盘突出症（lumber disc herniation，LDH）等脊椎疾病的临床治疗中展现了显著优势[1-2]。PTED成功的关键在于术中能否精准穿刺至目标位置[3]。目前术中穿刺以C型臂X射线机辅助徒手穿刺为主，其操作难度大，对术者经验有较高要求，且反复穿刺及透视，会增加椎体前方血管及椎管神经损伤及辐射损伤[4-5]。如何优化手术穿刺方案、降低穿刺风险、提高手术安全性是临床亟待解决的难题。新型三轴调节式定位器是新型穿刺辅助定位系统，术前结合影像数据设置穿刺路径，适应范围广，且术中可及时进行调整，穿刺精准性较高[6]。本研究选取我院收治的100例多节段LDH患者进行分组研究，旨在分析新型三轴调节式定位器在PTED术中的临床价值，为PTED术中穿刺方案选择提供数据参考。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 将我院2018年1月—2022年1月收治的100例多节段LDH患者纳入研究对象，其中男性61例，女性39例，年龄38～77岁，平均（57.51±9.55）岁。按照就诊序号每位患者赋予1个随机号，获得1～100个随机数，1～50号设为对照组，51～100号设为观察组。2组一般资料比较差异无统计学意义（$P>0.05$）。见表1。本研究经医院伦理委员会审核批准，并符合《赫尔辛基宣言》[7]中涉及人体医学试验的相关伦理原则。①保密原则：研究期间保护患者隐私及数据机密性；②无创原则：该研究不会增加患者额外身体或心理创伤；③自愿原则：患者详细知晓本研究内容，并自愿签署知情同意书。

1.2 纳入标准与排除标准 纳入标准：参照《“腰椎间盘突出症的康复治疗”中国专家共识》[8]中LDH诊断标准，并经影像检查确诊；药物、康复训练等非手术治疗无效患者；病情较重患者；Oswestry功能障碍指数问卷表[9]（Oswestry dysfunction index，ODI）评分≥25分；具备椎间孔镜手术指征；均为多节段LDH患者；患者无精神系统疾病或认知功能障碍。排除标准：合并严重的心脑血管疾病患者；腰椎结核、畸形患者；节段LDH患者；心、肝、肾等重要脏器功能严重异常患者；恶性肿瘤患者；全身感染性疾病、严重代谢性疾病患者。剔除及脱落标准：研究期间出现严重不良反应；误纳入患者；接受其他治

疗方案患者。

**表1　比较2组一般资料**

**Table 1　Comparison of general data between the two groups**

($n=50$)

| 组别 | 性别(例数) | | 年龄 | 病变类型(例数) | | | BMI($\bar{x}\pm s$) | 病程 | 腰椎关节数量(例数) | | 合并症(例数) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 男性 | 女性 | ($\bar{x}\pm s$,岁) | 侧型 | 中央型 | 中央旁型 | | ($\bar{x}\pm s$,年) | 2 | ≥3 | 糖尿病 | 高血压 |
| 观察组 | 32 | 18 | 54.95±10.41 | 24 | 14 | 12 | 22.48±1.39 | 4.20±1.02 | 38 | 12 | 5 | 7 |
| 对照组 | 29 | 21 | 56.77±11.28 | 21 | 16 | 13 | 22.75±1.42 | 4.53±1.05 | 41 | 9 | 3 | 8 |
| $\chi^2/t$ 值 | 0.378 | | 0.838 | 0.373 | | | 0.961 | 1.594 | 0.543 | | 0.136 | 0.712 |
| $P$ 值 | 0.539 | | 0.404 | 0.830 | | | 0.339 | 0.830 | 0.461 | | 0.078 | 0.779 |

1.3　手术方法　①对照组采用传统椎间孔镜手术。具体操作：术前行影像检查，确定腰椎病变节段及病变程度，制定穿刺方案并于体表进行标记。患者俯卧，给予硬膜外麻醉，常规消毒铺手术巾。经Ziehm Vision R型C型臂X线机(Ziehm Imaging GmbH)再次确定穿刺方案，体表标记位置行小切口，KDL-SSB-01型椎间盘穿刺针(浙江康德莱医疗器械股份有限公司)穿刺至上关节突尖部，进行穿刺造影，再次明确责任节段。导丝引导下置入工作套管，磨削上关节突尖部，建立工作通道。C型臂X线机再次确认工作通道位置良好，FS6330171C型椎间孔镜(杰医医疗器械有限责任公司)下切除病变髓核组织，扩大椎管并进行塑形，直至神经根与硬膜囊自主搏动恢复。清理术区，缝合切口。②观察组给予新型三轴调节式定位器辅助椎间孔镜手术。具体操作：术前进行X线片、CT或MRI影像检查，明确穿刺参数。以负压固定袋将患者术前设计体位进行固定，C型臂X射线机明确病变腰椎关节，于腰背部标记病变靶点投影，以投影为中心划线(X轴、Y轴)。计算定位器与靶点垂直距离，结合X轴角度、Y轴角度计算穿刺套管X轴、Y轴移动距离。安装新型穿刺定位器，C型臂X射线机下使穿刺导向孔对准靶点，依据术前设计好的穿刺角度、移动距离调整穿刺方向进行穿刺，穿刺成功后造影剂后续操作均参照对照组。

1.4　观察指标　①围术期指标及并发症：围术期指标：透视次数、穿刺次数、穿刺时间、手术时间、术中出血量、住院时间、一次性穿刺成功率；并发症：一过性下肢疼痛、神经感觉异常、腹腔脏器损伤。②炎症应激指标：采集患者术前及术后1 d、5 d患者肘静脉血5 mL，离心12 min(转速：2 900 r/min，半径：10 cm)分离上层血清。以酶联免疫吸附试验检测血清白细胞介素2(interleukin-2，IL-2)、白细胞介素6(interleukin-6，IL-6)、白细胞介素17(interleukin-17，IL-17)水平，由本院高年资检验科医师严格按照试剂盒(欧蒙医学实验诊断股份公司提供)说明书完成检测。③患侧多裂肌表面肌电信号：采用SA7550表面肌电分析系统(思维技术有限公司)采集术前、术后1个月、3个月、6个月、12个月患侧多裂肌表面肌电信号，包括均方根值(rootmeansquare，RMS)、中位频率值(median frequency，MF)、积分肌电值(integrated EMG，IEMG)。④ODI评分、视觉模拟评分法[10](visual analogue scale，VAS)评分：ODI评分评估术前及术后1个月、3个月、6个月、12个月腰椎功能障碍程度，0～50分，无功能障碍：0～4分；轻度功能障碍：5～14分；中度功能障碍：15～24分；严重功能障碍：25～34分；功能丧失：＞34分。VAS评分评估术前及术后1 d、5 d、1个月、3个月、6个月、12个月腰背部、下肢疼痛程度，0～10分，无痛：0分；轻微疼痛：1～3分；中度疼痛：4～6分；重度疼痛：＞6分。⑤手术优良率：术后12个月采用MacNab[11]评估手术优良率，差：运动功能及疼痛未显著改善或恶化；一般：运动功能及疼痛均较术前改善，但无法正常工作；良：运动功能基本恢复，疼痛明显减轻，活动轻微受限；优：运动功能恢复正常，疼痛消失，可正常进行生活及工作。优良率＝(优例数＋良例数)/50×100%。

1.5　统计学方法　应用SPSS 25.0统计软件分析数据。计量资料采用独立样本$t$检验和重复测量方差分析，计数资料采用$\chi^2$检验，等级资料比较采用秩和检验，$P<0.05$为差异有统计学意义。

## 2　结　果

2.1　2组围术期指标及并发症　观察组透视次数、穿刺次数、术中出血量少于对照组，穿刺时间、手术时间短于对照组，一次性穿刺成功率高于对照组($P<0.05$)；2组并发症发生率比较差异无统计学意义($P>0.05$)。神经感觉异常者经营养神经、消炎止痛等对症治疗后恢复；一过性下肢疼痛经调整穿刺方向后症状缓解；腹腔脏器损伤较轻，随着时间推移好转。见表2。

**表2 2组围术期指标及并发症比较**

**Table 2 Comparison of perioperative indexes and complications between the two groups**

($n=50$)

| 组别 | 透视次数（$\bar{x}\pm s$，次） | 穿刺次数（$\bar{x}\pm s$，次） | 穿刺时间（$\bar{x}\pm s$，min） | 手术时间（$\bar{x}\pm s$，min） | 术中出血量（$\bar{x}\pm s$，mL） |
|---|---|---|---|---|---|
| 观察组 | 7.42±1.55 | 1.38±0.42 | 6.35±3.02 | 65.95±11.14 | 12.55±1.28 |
| 对照组 | 16.82±2.96 | 8.21±1.05 | 25.55±5.12 | 77.21±14.21 | 20.24±3.36 |
| $t/\chi^2/Z$ 值 | 19.893 | 42.706 | 22.839 | 4.410 | 15.123 |
| $P$ 值 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

| 组别 | 住院时间（$\bar{x}\pm s$，d） | 一次性穿刺成功率（例数，%） | 并发症（例数，%） | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 一过性下肢疼痛 | 神经感觉异常 | 腹腔脏器损伤 | 总发生率 |
| 观察组 | 5.51±0.53 | 30(60.00) | 1(2.00) | 0(0.00) | 0(0.00) | 1(2.00) |
| 对照组 | 6.83±1.34 | 18(36.00) | 3(6.00) | 1(2.00) | 1(2.00) | 5(10.00) |
| $t/\chi^2/Z$ 值 | 6.477 | 5.769 | 1.596 | | | |
| $P$ 值 | <0.001 | 0.016 | 0.207 | | | |

2.2 2组炎症应激指标 术前至术后5 d 2组血清IL-17、IL-6、IL-2水平呈升高-降低趋势，术后1 d观察组血清IL-17、IL-6、IL-2水平低于对照组，2组各指标组间、时点间、组间·时点间交互作用比较差异有统计学意义（$P<0.05$）。见表3。

**表3 2组炎症应激指标比较**

**Table 3 Comparison of inflammatory stress indexes between the two groups**

($n=50$，$\bar{x}\pm s$)

| 组别 | IL-17(ng/L) | | | IL-6(ng/L) | | | IL-2(μg/L) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 术前 | 术后1 d | 术后5 d | 术前 | 术后1 d | 术后5 d | 术前 | 术后1 d | 术后5 d |
| 观察组 | 41.15±3.38 | 61.67±5.52 | 41.34±3.35 | 11.40±2.46 | 33.38±3.53 | 11.53±2.41 | 6.81±1.51 | 14.84±3.35 | 6.93±1.48 |
| 对照组 | 39.98±4.45 | 84.45±7.28 | 40.02±4.36 | 12.18±1.95 | 42.95±4.36 | 12.20±1.89 | 7.22±1.02 | 20.24±4.11 | 7.45±1.85 |
| 组间 | $F$ 值=11.295 | $P$ 值<0.001 | | $F$ 值=10.951 | $P$ 值<0.001 | | $F$ 值=9.587 | $P$ 值<0.001 | |
| 时点间 | $F$ 值=69.387 | $P$ 值<0.001 | | $F$ 值=72.371 | $P$ 值<0.001 | | $F$ 值=29.774 | $P$ 值<0.001 | |
| 组间·时点间 | $F$ 值=35.481 | $P$ 值<0.001 | | $F$ 值=36.284 | $P$ 值<0.001 | | $F$ 值=15.362 | $P$ 值<0.001 | |

2.3 2组患侧多裂肌表面肌电信号 术后1个月、3个月、6个月、12个月2组患侧多裂肌RMS、MF、IEMG呈升高趋势（$P<0.05$），患侧多裂肌RMS、MF、IEMG组间·时点间交互作用比较，差异有统计学意义（$P<0.05$）；2组患侧多裂肌RMS、MF、IEMG比较差异无统计学意义（$P>0.05$）。见表4。

**表4 2组患侧多裂肌表面肌电信号比较**

**Table 4 Comparison of surface electromyographic signals of multifidus muscle on the affected side between the two groups**

($n=50$，$\bar{x}\pm s$)

| 组别 | MF(Hz) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 术前 | 术后1个月 | 术后3个月 | 术后6个月 | 术后12个月 |
| 观察组 | 60.62±5.32 | 64.34±5.87 | 73.37±6.53 | 85.52±7.57 | 90.94±8.81 |
| 对照组 | 61.53±4.83 | 63.75±6.24 | 74.15±6.88 | 86.06±6.95 | 89.75±9.56 |
| 组间 | | | $F$ 值=2.984 | $P$ 值=0.135 | |
| 时点间 | | | $F$ 值=45.398 | $P$ 值<0.001 | |
| 组间·时点间 | | | $F$ 值=10.453 | $P$ 值<0.001 | |

| 组别 | IEMG(V·s) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 术前 | 术后1个月 | 术后3个月 | 术后6个月 | 术后12个月 |
| 观察组 | 18.94±3.95 | 25.51±3.32 | 32.32±4.72 | 37.75±5.65 | 42.30±5.51 |
| 对照组 | 20.05±2.35 | 24.98±4.46 | 33.55±4.50 | 38.46±5.03 | 42.40±5.33 |
| 组间 | | | $F$ 值=2.182 | $P$ 值=0.207 | |
| 时点间 | | | $F$ 值=47.854 | $P$ 值<0.001 | |
| 组间·时点间 | | | $F$ 值=11.277 | $P$ 值<0.001 | |

表4　（续）

| 组别 | RMS(μV) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 术前 | 术后1个月 | 术后3个月 | 术后6个月 | 术后12个月 |
| 观察组 | 22.41±3.03 | 25.52±3.68 | 33.31±3.95 | 40.20±4.03 | 45.02±4.68 |
| 对照组 | 21.85±3.96 | 25.38±3.96 | 34.42±3.88 | 38.95±5.37 | 43.98±6.21 |
| 组间 | | $F$ 值=3.147 | $P$ 值=0.114 | | |
| 时点间 | | $F$ 值=55.377 | $P$ 值<0.001 | | |
| 组间·时点间 | | $F$ 值=14.778 | $P$ 值<0.001 | | |

2.4　2组ODI、VAS评分　2组术后1 d、5 d腰背部、下肢VAS评分均呈降低趋势（$P<0.05$），ODI评分、腰背部、下肢VAS评分组间·时点间交互作用比较，差异有统计学意义（$P<0.05$）；术后1 d、5 d观察组腰背部、下肢VAS评分低于对照组（$P<0.05$）；2组ODI评分差异无统计学意义（$P>0.05$）。见表5。

2.5　2组手术优良率　术后12个月2组手术优良率比较，差异无统计学意义（$P>0.05$）。见表6。

表5　2组ODI、VAS评分比较

Table 5　Comparison of ODI and VAS scores between the two groups

（$n=50, \bar{x}\pm s$）

| 组别 | ODI评分 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 术前 | 术后1 d | 术后5 d | 术后1个月 | 术后3个月 | 术后6个月 | 术后12个月 |
| 观察组 | 30.58±4.03 | — | — | 19.53±3.09 | 15.22±3.11 | 12.84±2.11 | 9.22±1.03 |
| 对照组 | 31.24±4.41 | — | — | 18.69±3.56 | 14.77±3.14 | 12.11±2.05 | 8.95±1.24 |
| 组间 | | | $F$ 值=1.152 | $P$ 值=0.214 | | | |
| 时点间 | | | $F$ 值=35.472 | $P$ 值<0.001 | | | |
| 组间·时点间 | | | $F$ 值=7.581 | $P$ 值<0.001 | | | |
| 组别 | 腰背部VAS评分 | | | | | | |
| | 术前 | 术后1 d | 术后5 d | 术后1个月 | 术后3个月 | 术后6个月 | 术后12个月 |
| 观察组 | 7.33±0.52 | 3.28±0.48 | 2.12±0.43 | 1.87±0.38 | 1.68±0.35 | 1.34±0.34 | 1.01±0.30 |
| 对照组 | 7.18±0.63 | 3.67±0.40 | 2.70±0.45 | 1.95±0.43 | 1.73±0.31 | 1.41±0.32 | 1.08±0.31 |
| 组间 | | | $F$ 值=7.251 | $P$ 值<0.001 | | | |
| 时点间 | | | $F$ 值=39.751 | $P$ 值<0.001 | | | |
| 组间·时点间 | | | $F$ 值=15.384 | $P$ 值<0.001 | | | |
| 组别 | 腰背部VAS评分 | | | | | | |
| | 术前 | 术后1 d | 术后5 d | 术后1个月 | 术后3个月 | 术后6个月 | 术后12个月 |
| 观察组 | 6.10±0.51 | 3.11±0.46 | 2.05±0.44 | 1.81±0.41 | 1.50±0.33 | 1.22±0.34 | 0.93±0.33 |
| 对照组 | 6.02±0.58 | 3.29±0.40 | 2.58±0.41 | 1.90±0.43 | 1.56±0.30 | 1.31±0.30 | 1.05±0.31 |
| 组间 | | | $F$ 值=7.041 | $P$ 值<0.001 | | | |
| 时点间 | | | $F$ 值=40.287 | $P$ 值<0.001 | | | |
| 组间·时点间 | | | $F$ 值=15.434 | $P$ 值<0.001 | | | |

表6　2组手术优良率比较

Table 6　Comparison of the excellent and good rate of surgery between the two groups

（$n=50$，例数，%）

| 组别 | 优 | 良 | 一般 | 差 | 优良率 |
|---|---|---|---|---|---|
| 观察组 | 18(38.30) | 23(48.93) | 4(8.51) | 2(4.26) | 41(87.23) |
| 对照组 | 15(33.33) | 24(53.33) | 3(6.67) | 3(6.67) | 39(86.67) |
| $\chi^2$ 值 | | | | | 0.250 |
| $P$ 值 | | | | | 0.617 |

## 3　讨　论

PTED是治疗LDH应用较为广泛的微创外科手术，其创伤轻微，对腰椎稳定性影响较小，同时术后及早行功能锻炼，有助于腰椎功能恢复[12-13]。精准定位穿刺，将工作通道准确置于目标靶点区域是PTED术成功的基础。C型臂X线机是PTED目前最常见辅助穿刺器械，但临床存在诸多不足，如对术者经验要求较高、放射损伤较大[14]。近年国内外学者在改进定位穿刺技术方面进行了大量的研究。Matsui等[15]研究表明，MRI能提高穿刺定位精确性，提高穿刺成功率，减少穿刺相关并发症，但方案操作需要多科室联合，医疗成本较高。《X线和CT引导下经皮穿刺胃造瘘术专家共识》[16]中指出，CT

断层清晰显示穿刺周围组织，可在安全范围内设计出穿刺路径，但金属器械会产生伪影，影响术者辨识。本研究中在PTED治疗LDH过程中采用新型三轴调节式定位器辅助穿刺，以进一步提高穿刺成功率，改善治疗结局，具体效果分析如下。

本研究中采用新型三轴调节式定位器结合术前影像检查，可避开重要组织，精准计算穿刺角度及深度，制定个体化穿刺路径；同时定位器配备测距模块，通过测距模块测量定位器中心与皮肤距离，避免腰背凹凸造成误差，可提高穿刺效率，这与本研究结果基本相符。本研究结果显示，观察组透视次数、穿刺次数、穿刺时间均明显少于对照组（$P<0.05$），此结果也进一步证实新型三轴调节式定位器的临床优势。另外，本研究中，观察组一过性下肢疼痛、神经感觉异常、腹腔脏器损伤等并发症发生率2.00%，低于对照组的10.00%，表明观察组穿刺方式对提高PTED手术安全性具有积极作用，但2组间比较差异无统计学意义（$P>0.05$），可能与本研究选取样本量较小有关。一过性下肢疼痛观察组发生1例，对照组发生3例，均经调整穿刺方向后缓解，认为是穿刺针穿刺至神经根所致[17]。而对照组神经感觉异常、腹腔脏器损伤较轻，随着病情缓解逐渐好转。为探究近中期效果本研究术后随访1年，研究结果表明，术后1个月、3个月、6个月、12个月2组患侧多裂肌RMS、MF、IEMG、ODI评分、腰背部、下肢VAS评分及术后12个月手术优良率比较无显著差异，而术后1 d、5 d观察组腰背部、下肢VAS评分低于对照组（$P<0.05$），由此可见，新型三轴调节式定位器与C型臂X射线机辅助定位穿刺均能取得理想的穿刺效果，但前者在早期缓解疼痛方面优势更加显著，分析认为可能与观察组穿刺次数较少，对机体造成的损伤较轻有关。

炎症反应是手术创伤后最重要的变化之一，相关报道[18-19]显示，机体炎症反应不仅与患者术后恢复情况密切相关，还可有效反映机体创伤程度。IL-17、IL-6、IL-2是由巨噬细胞、淋巴细胞等炎性细胞合成的炎性因子，其浓度升高会激活机体炎症反应及级联放大状态，促进炎症细胞浸润，参与组织损伤[20-21]。本研究中，术后1 d 2组血清IL-17、IL-6、IL-2水平均较术前升高，说明两种手术方式均会造成组织损伤，引起机体炎性应激反应，而术后1 d上述指标水平低于对照组（$P<0.05$），分析认为：观察组患者透视次数及穿刺次数较少，能减少反复穿刺对机体造成的伤害性刺激同时减轻辐射损伤，从而抑制炎性因子释放，缓解炎症反应。另有研究[22-23]表明，LDH病变也会导致机体炎症处于活化状态，一定程度上会影响研究结果。但本研究在纳入患者病程、病变节段差异无统计学意义，因此手术前后炎症因子水平变化主要考虑是术中不同穿刺方式所致。

综上所述，与传统PTED相比，新型三轴调节式定位器辅助可获得与其相当的近中期效果，但能优化手术情况，减轻术中创伤，减轻炎症反应，有效缓解疼痛，促进病情恢复，且具较好的安全性。本研究样本量较小，研究结果存在误差，有待扩大样本量作进一步分析。

**[参考文献]**


[1] 汪超.经皮椎间孔镜与显微镜下手术治疗腰椎间盘突出症的疗效对比[D].南京：东南大学，2021.

[2] Gadjradj PS, Harhangi BS, Amelink J, et al. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy versus open microdiscectomy for lumbar disc herniation: asystematic review and meta-analysis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2021, 46(8): 538-549.

[3] 谢兆林.经皮椎间孔镜手术辅助定位技术的临床研究进展[J].微创医学，2020，15(2)：200-203.

[4] Li S, Mi S, Guo R, et al. Application of ultrasound fusion imaging technique for unilateral percutaneous vertebroplasty in treatment of osteoporotic thoracolumbar compression fracture[J]. J Xray Sci Technol, 2020, 28(1): 171-183.

[5] 金海阔，常正奇.新穿刺点的选择对后路椎间孔镜手术治疗神经根型颈椎病的疗效[J].局解手术学杂志，2021，30(11)：995-998.

[6] 史航，吴小涛，朱裕成，等.一种新型三轴调节式精准穿刺定位器在椎间孔镜穿刺定位的临床应用[J].东南大学学报(医学版)，2019，38(1)：125-130.

[7] Newport M, Smith AF, Lewis SR. An arrow pointing somewhere: qualitative study of the Helsinki declaration on patient safety and its role in European anaesthesiology[J]. Eur J Anaesthesiol, 2020, 37(1): 1-4.

[8] 周谋望，岳寿伟，何成奇，等."腰椎间盘突出症的康复治疗"中国专家共识[J].中国康复医学杂志，2017，32(2)：129-135.

[9] Jenks A, Hoekstra T, van Tulder M, et al. Roland-Morris disability questionnaire, oswestry disability index, and quebec back pain disability scale: which has superior measurement properties in older adults with low back pain[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2022, 52(7): 457-469.

[10] Caniklioğlu M, Özkaya M. The use of visual analogue scale score as a predicting tool in differentiating renal colic from lumbar back pain[J]. Cureus, 2021, 13(7): 16377.

[11] Patil A, Chugh A, Gotecha S, et al. Microendoscopic discectomy for lumbar disc herniations[J]. J Craniovertebr Junction Spine, 2018, 9(3): 156-162.

[12] Huang Y, Yin J, Sun Z, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for LDH via a transforaminal approach versus an

interlaminar approach:a meta-analysis[J]. Orthopade,2020,49(4):338－349.

[13] 黄卫国,侯东坡,王建光,等.微创椎间孔镜减压和传统开放手术治疗单节段退行性腰椎管狭窄症的临床疗效对比研究[J].实用骨科杂志,2021,27(7):632－637.

[14] 贺蕾,焦晓红,高杰,等.超声辅助C臂透视定位穿刺在PELD术治疗腰椎间盘突出症中的运用价值[J].颈腰痛杂志,2021,42(6):898－899.

[15] Matsui Y, Hiraki T, Sakurai J, et al. Percutaneous needle biopsy under 1.2 Tesla open MRI guidance[J]. Jpn J Radiol, 2022,40(4):430－438.

[16] 中国抗癌协会肿瘤消融治疗专业委员会.X线和CT引导下经皮穿刺胃造瘘术专家共识(2022年版)[J].介入放射学杂志,2022,31(9):846－851.

[17] 汝磊,袁根,宗训付,等.经皮椎间孔镜技术行腰椎间盘髓核摘除术的并发症以及原因分析[J].颈腰痛杂志,2021,42(2):193－195.

[18] 李光军.自身抗体水平与类风湿性关节炎患者机体炎症反应及骨关节损伤程度的相关性[J].医疗装备,2022,35(17):6－10.

[19] 邵海龙,穆佐洲.机体炎症水平和氧化应激水平与腰椎间盘突出症椎间孔镜术后残留疼痛相关性研究[J].陕西医学杂志,2022,51(10):1274－1277,1281.

[20] Soheilifar MH, Vaseghi H, Seif F, et al. Concomitant overexpression of mir-182-5p and mir-182-3p raises the possibility of IL-17-producing Treg formation in breast cancer by targeting CD3d, ITK, FOXO1, and NFATs: A meta-analysis and experimental study[J]. Cancer Sci, 2021, 112(2):589－603.

[21] Uchino M, Ikeuchi H, Shimizu J, et al. Association between preoperative tumor necrosis factor alpha inhibitor and surgical site infection after surgery for inflammatory bowel disease: a systematic review and meta-analysis[J]. Surg Today, 2021, 51(1):32－43.

[22] 刘宗玮,温剑涛,张德宏,等.腰椎间盘突出症椎间盘退变相关炎性因子研究进展[J].中医药临床杂志,2019,31(2):388－391.

[23] 王睿哲,施强慧,张子凡,等.CHI3L1拮抗IL-1β诱导髓核细胞炎症反应的机制研究[J].广州医科大学学报,2021,49(3):6－12.

(本文编辑:刘斯静)