

导航导杆在椎间孔镜穿刺定位的应用

谭海涛, 黄圣斌, 谢兆林, 江建中, 秦 豪, 李 颖, 陈国平, 甘锋平

(广西医科大学第八附属医院骨科 537100 广西贵港市)

【摘要】目的:探讨导航导杆引导椎间孔镜手术穿刺定位的作用, 分析其可行性及临床应用价值。**方法:**选取 2015 年 10 月~2016 年 6 月收治的腰椎间盘突出症患者 60 例, 按入院顺序随机数字表法, 分为导航组 30 例和传统组 30 例。两组均进行椎间孔镜手术, 其中导航组采用导航导杆引导穿刺建立椎间孔镜工作套管, 传统组采用传统 C 型臂 X 线机透视下建立椎间孔镜工作套管。比较两组术中穿刺次数、透视次数及穿刺时间及术后 1d、3 个月、6 个月 VAS 评分。**结果:**两组患者术后腰腿痛症状即刻缓解, 患肢直腿抬高试验转阴性。穿刺次数, 导航组穿刺为 1.10 ± 0.31 次, 传统组为 10.53 ± 5.55 次, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)。透视次数, 导航组为 8.30 ± 1.24 次, 传统组为 60.00 ± 15.15 次, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)。穿刺时间, 导航组为 5.05 ± 2.01 min, 传统组为 34.80 ± 6.32 min, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)。术后 1d、3 个月、6 个月时 VAS 评分, 导航组分别为 2.6 ± 0.8 、 1.8 ± 0.4 、 1.4 ± 0.3 , 传统组分别为 2.8 ± 1.1 、 2.1 ± 0.2 、 1.6 ± 0.5 , 两组病例 VAS 评分较术前降低 ($P < 0.05$), 两组病例同时时间点 VAS 评分比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。**结论:**利用导航导杆引可以精准引导椎间孔镜手术工作套管的建立, 解决椎间孔镜技术的瓶颈问题, 提高穿刺成功率, 减少反复穿刺次数, 避免副损伤及缩短穿刺时间, 减少术者及患者 X 线辐射量, 值得临床推广应用。

【关键词】 导航导杆; 椎间孔镜; 穿刺定位; 椎间盘突出

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.04.08

中图分类号: R681.5, R608 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2017)-04-0339-06

Application of navigation rod for puncture and positioning in percutaneous endoscopic lumbar discectomy/TAN Haitao, HUANG Shengbin, XIE Zhaolin, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27(4): 339-344

【Abstract】Objectives: To discuss the effect of navigation rod in percutaneous endoscopic lumbar discectomy (PELD), and to analyze its feasibility and value. **Methods:** 60 consecutive patients with lumbar disc herniation were divided into navigation group and tradition group, each group had 30 cases. Two groups received percutaneous endoscopic lumbar discectomy. Those who received self-made navigation rod to puncture were considered as navigation group, and those who received the traditional C-arm fluoroscopy for puncturing were considered as tradition group. The puncture times, fluoroscopic exposure times, puncture time and VAS after operation between 2 groups were compared. **Results:** All patients reached good pain relief, and Lasergue sign turn to negative. Compared with the two groups, the average of puncture times were 1.10 ± 0.31 and 10.53 ± 5.55 respectively in navigation group and tradition group ($P < 0.001$). The fluoroscopic exposure times were 8.30 ± 1.24 and 60 ± 15.15 in navigation group and tradition group ($P < 0.001$). The puncture time was 5.05 ± 2.01 min and 34.80 ± 6.32 min respectively in navigation group and tradition group ($P < 0.001$). The postoperative (1 day, 3 months, 6 months) VAS score of navigation group was 2.6 ± 0.8 , 1.8 ± 0.4 , 1.4 ± 0.3 respectively, while the VAS score of tradition group was 2.8 ± 1.1 , 2.1 ± 0.2 , 1.6 ± 0.5 respectively, postoperative VAS scores of the two groups were lower than preoperative ones ($P < 0.05$). There was no statistically difference between two groups with respect to the postoperative ones ($P > 0.05$). **Conclusions:** It can solve the bottleneck problem of PELD, and improve the success rate of puncture, reduce puncture times, avoid injury and reduce puncture time, greatly reduce the X-ray exposure to surgeon and patient by using the navigation rod, which is worthy of cli-

第一作者简介: 男 (1969-), 医学博士, 研究方向: 骨科

电话: (0775)4200222 E-mail: tanhaitao99@hotmail.com

通讯作者: 黄圣斌 E-mail: hsb201120758@163.com

nical application.

【Key words】 Navigation rod; Percutaneous endoscopic lumbar discectomy; Puncture and locate; Lumbar disc herniation

【Author's address】 Department of Orthopaedics, the Eighth Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Guigang, 537100, China

随着脊柱微创外科的不断发展,椎间孔镜技术治疗腰椎间盘突出症已获得良好的临床疗效。与传统手术相比而言,椎间孔镜技术是在局部麻醉下经腰椎侧后方穿刺入路进行手术,既不损伤腰椎后方肌肉,也不破坏腰椎重要的骨关节韧带结构,对腰椎稳定性也无明显影响,同时术中无须分离和牵拉神经根与硬脊膜囊,对椎管内神经组织无明显干扰,具有手术创伤小、术后卧床时间短、手术费用较低和恢复较快等优点^[1-3]。近几年来,这项技术已经被大多数脊柱微创医生所掌握,但 X 线引导的穿刺定位是该手术成败的关键^[4]。传统穿刺方法是利用 X 线透视定位逐步调整穿刺针位置进入靶点,需要反复透视,既增加手术时间又增加辐射暴露^[5]。因而,如何减少穿刺次数、减少透视次数以及提高手术的安全性和疗效,是急需解决的问题。为此,我们设计了一款导航导杆在计算机导航引导下进行椎间孔镜穿刺定位,自 2015 年 10 月~2016 年 6 月,采用 TESSYS(transforaminal endoscopic spine system)技术切除椎间盘 30 例,并取得良好临床效果,现将与同期采用传统 C 型臂 X 线机透视下引导工作套管建立的 30 例资料进行比较,报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取我院 2015 年 10 月~2016 年 6 月收治的腰椎间盘突出症患者 60 例,经医院伦理学委员会批准,受试对象或其亲属知情同意并签署同意书。纳入标准:腰椎间盘突出症,包括脱出型、游离型、巨大型椎间盘突出症。排除标准:非腰椎椎间盘突出或退变引起腰腿痛,腰椎滑脱症、腰椎管狭窄

症,髂嵴过高,腰椎椎间盘突出且突出物钙化。所有病例按入院顺序随机数字表法,分为导航组 30 例和传统组 30 例。导航组男 19 例,女 11 例,年龄 19~61 岁,平均 40.2 ± 5.3 岁;L4/5 18 例,L5/S1 12 例;侧方型突出 26 例,旁中央型突出 4 例;术前腿部疼痛 VAS 评分 5.3~9.6 分,平均 8.1 ± 2.8 分。传统组男 17 例,女 13 例,年龄 21~60 岁,平均 41.4 ± 4.9 岁;L4/5 16 例,L5/S1 14 例;术前腿部疼痛 VAS 评分 5.4~9.5 分,平均 7.9 ± 3.1 分。两组病例性别、年龄、突出节段、突出类型、术前腿部疼痛 VAS 评分的差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组术前直腿抬高试验阳性,均无合并严重内科疾病,术前行腰椎 MRI 检查。两组均进行椎间孔镜治疗,由同一手术组及同一主刀医师进行,导航组采用导航导杆引导穿刺建立椎间孔镜工作套管,传统组采用传统 C 型臂 X 线机透视下建立椎间孔镜工作套管。

1.2 导航导杆的设计

在 Imageware 软件设计出一内直径 1mm、长 220mm 的管道,管道分为两部分,其中远端部分长 170mm、内直径 1mm、外直径 2.5mm,其尖端小,用于穿刺;近端手持柄部分长 30mm、内直径 1mm、外直径 8mm,用于安装导航接收器(图 1)。

1.3 术前准备

两组手术采用 Joimax 的椎间孔镜工作系统,导航组则使用自主设计的导航导杆联合 Stealth-Station S7 导航系统进行穿刺定位(图 2a),传统组使用 Joimax 自带穿刺针透视穿刺定位。两组患者术前均肌注苯巴比妥钠 0.1g、阿托品 0.25mg,麻醉采用局部浸润麻醉+静脉注射右美托咪定,手术开始前 10min,给予右美托咪定负荷剂量 0.5



图 1 导航导杆设计示意图

Figure 1 The design of navigation rod

$\mu\text{g/kg}$, 之后以 $(0.2\sim 0.5)\mu\text{g/kg/h}$ 维持。

1.4 手术操作

体位与体表标记:患者呈俯卧位,适当屈髋,使椎间孔尽量张开。在 C 型臂 X 线机透视下标记定位腰椎棘突连线、病变椎间盘水平线、穿刺线(图 2b),L3/4 穿刺点从棘突中线旁开 8~10cm, L4/5 10~12cm, L5/S1 12~14cm。

穿刺定位:导航组将导航参考架安装固定健侧的髂后上棘(图 2c),导航适配器安装固定于导航导杆近端,C 型臂 X 线机采集腰椎正侧位片,导航导杆注册。在计算机导航引导下,应用导航导杆进行穿刺(图 2d、e)。穿刺靶点位置在正位透视下,穿刺针尖位于上下两椎弓根连线上,在侧位透视下,穿刺针尖位于上下两相邻椎体后缘的连线上。到达靶点后,置入细导针,C 型臂 X 线机正侧位透视确认穿刺位置(图 2f、g),拔出导航导杆,应

用椎间孔工具(一级、二级导杆、导管、环锯等)逐级扩管,扩大神经孔,最后置入 7.5mm 直径工作套管,连接椎间孔镜。

镜下操作:根据突出椎间盘的大小、位置采用不同型号和角度的髓核钳取出突出、脱出或游离的髓核组织,观察硬膜搏动良好、神经根松解,与患者沟通明显感觉患侧腰腿疼痛缓解,退出椎间孔镜和工作套管,缝合、包扎切口。

传统组患者麻醉后,将 18 号穿刺针自进针点缓慢进针,C 型臂 X 线机全程行正侧位 X 线透视,证实穿刺针到达目标靶点位置。后续椎间孔镜操作同导航组。

1.5 评估方法

记录两组病例手术过程中穿刺次数、透视次数、穿刺时间;同时记录两组病例术前、术后 1d、术后 3 个月、术后 6 个月 VAS 评分。比较两组病

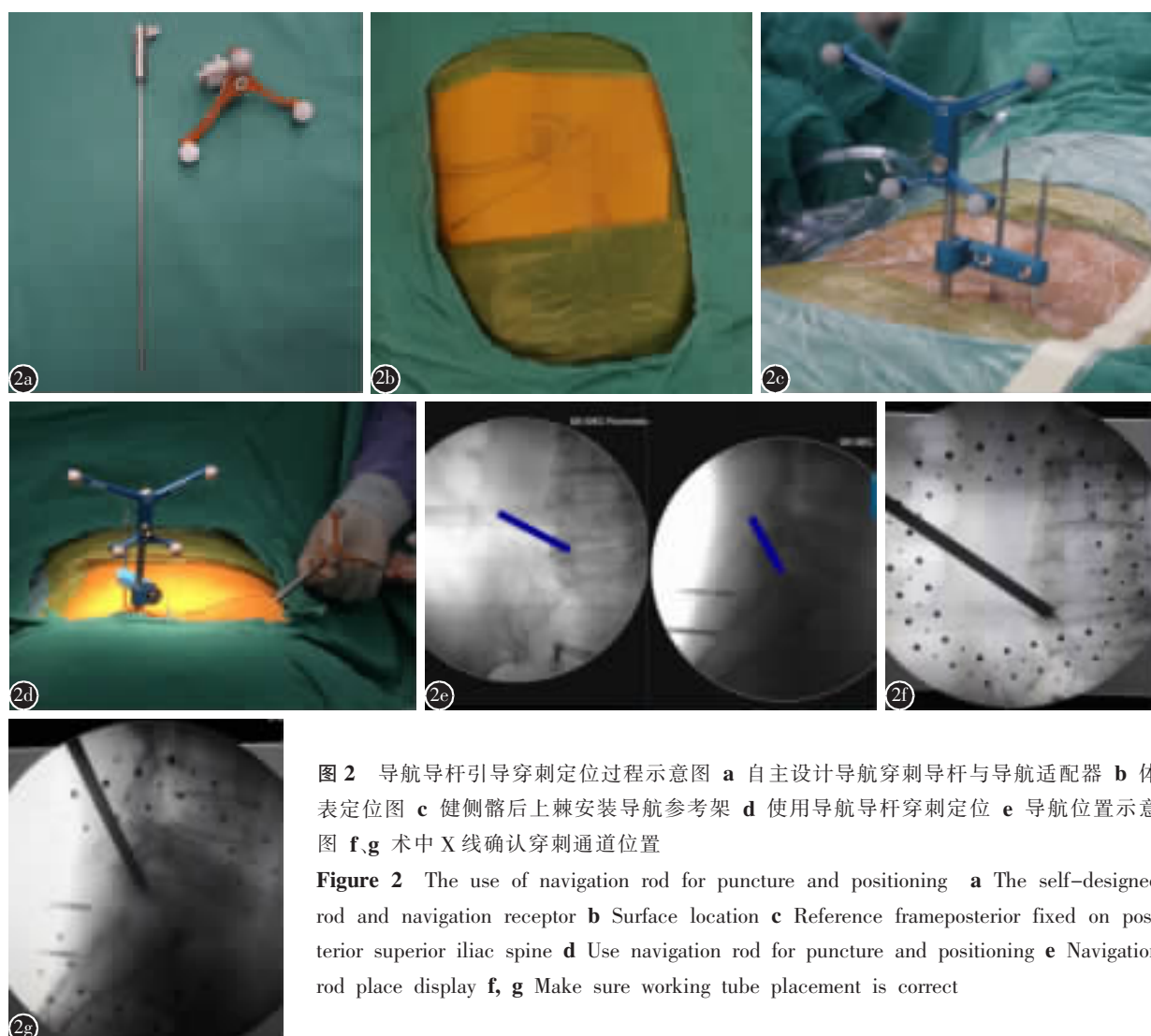


图 2 导航导杆引导穿刺定位过程示意图 a 自主设计导航穿刺导杆与导航适配器 b 体表定位图 c 健侧髂后上棘安装导航参考架 d 使用导航导杆穿刺定位 e 导航位置示意图 f、g 术中 X 线确认穿刺通道位置

Figure 2 The use of navigation rod for puncture and positioning a The self-designed rod and navigation receptor b Surface location c Reference frame posteriorly fixed on posterior superior iliac spine d Use navigation rod for puncture and positioning e Navigation rod place display f, g Make sure working tube placement is correct

例术中穿刺次数、透视次数、穿刺时间及术后 1d、术后 3 个月、术后 6 个月 VAS 评分。

1.6 统计学方法

采用 SPSS 17.0 进行统计学分析。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 选用独立样本 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

两组患者术中穿刺次数、透视次数及穿刺时间差异具有统计学意义 ($P < 0.05$, 表 1)。导航组术中有 2 例参考架发生松动而重新穿刺。传统组中 1 例穿刺过程出现神经根疼痛, 保守治疗 1 周后疼痛消失。术后两组病例腰腿痛症状即刻缓解, 患肢直腿抬高试验转阴性, 第 2 天可戴腰围自行下地行走, 并于术后 1 周内出院。传统组有 2 例复查术后腰椎 MRI 提示突出髓核组织切除不充分。两组病例均无严重并发症发生。术后 1d、3 个月、6 个月, 两组病例 VAS 评分较术前降低 ($P < 0.05$), 术后两组病例同一时间点 VAS 评分比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$, 表 2)。术后第 2 天复查腰椎 MRI, 两组病例与术前比较突出髓核组织均能完整切除(图 3)。

3 讨论

3.1 椎间孔镜技术治疗腰椎间盘突出症的优势及技术关键

腰椎间盘突出症是一种常见的脊柱疾病, 手术治疗原则是最大程度上要保证脊柱的完整性和力学稳定性, 要求创伤小, 并发症少, 并且疗效显著。开放性手术往往需剥离较多腰椎旁肌肉, 切开黄韧带、破坏椎板、关节突关节, 并牵拉神经根和硬膜囊, 对椎体骨性结构破坏较多, 对脊柱的稳定性产生很大的影响, 且术后容易发生神经根、硬膜囊粘连等并发症^[6,7]。随着微创技术的迅速发展, 微创手术治疗腰椎间盘突出已成为脊柱外科发展的一种趋势。目前临床运用比较多的是 Hoogland 等^[8]在 YESS 基础上提出的 TESSYS 技术。TESSYS 技术是通过椎间孔直接摘除突出的髓核, 对神经根直接减压, 既不损伤腰椎后方肌肉, 也不破坏腰椎重要的骨关节韧带结构, 对腰椎稳定性也无明显影响, 具有手术创伤小、术后卧床时间短、手术费用较低和恢复较快等优点。因此 TESSYS 技术疗效更确切, 适应证更广, 目前已逐渐被临床医师

表 1 两组病例穿刺指标比较

Table 1 Puncture comparison between two groups

	<i>n</i>	穿刺次数 (次) Puncture times	透视次数 (次) Fluoroscopic exposure times	穿刺时间 (min) Puncture time
导航组 Navigation group	30	1.10±0.31 ^①	8.30±1.24 ^①	5.05±2.01 ^①
传统组 Traditional group	30	10.53±5.55	60.00±15.15	34.80±6.32

注: ①与传统组比较 $P < 0.05$

Note: ①Compared with traditional group, $P < 0.05$

表 2 两组术后 VAS 评分的比较

Table 2 The postoperation VAS score

	术前 Preoperation	术后 (Postoperation)		
		1d	3个月 3 months	6个月 6 months
导航组 Navigation group	8.1±2.8	2.6±0.8 ^①	1.8±0.4 ^{①②}	1.4±0.3 ^{①②}
传统组 Traditional group	7.9±3.1	2.8±1.1 ^①	2.1±0.2 ^{①②}	1.6±0.5 ^{①②}

注: ①与术前比较 $P < 0.05$; ②与术后前一时间点比较 $P < 0.05$

Note: ①Compared with preoperation, $P < 0.05$; ②Compared with before time, $P < 0.05$

及广大患者所认可。穿刺定位为 TESSYS 技术的核心内容, 然而经皮椎间孔镜技术学习曲线陡直, 穿刺定位精确度要求高。由于穿刺安全空间狭小、解剖结构遮挡以及初学者的三维立体感差和手术不熟练等原因, 往往导致穿刺定位困难、手术时间延长, 多次穿刺增患者痛苦、增大硬膜囊及神经根损伤风险, 反复透视还增加术者和患者 X 线的接触量。如何减少穿刺及透视次数、缩短手术时间、提高手术的安全性和疗效, 是脊柱外科医生需要认真思索的问题。为此, 外国 Lee 等^[9]设计了立体引导器进行穿刺以减少辐射及提高穿刺准确率。国内学者李正宇^[10]、陈天良^[11]、范国馨等^[5]也分别设计了椎间孔镜定位器来辅助定位穿刺, 获得良好穿刺效果, 但学习及使用过程仍相对复杂, 临床难以普及。

自 20 世纪 90 年代初, 计算机导航技术开始被应用到脊柱外科手术中, 大量文献证实计算机导航可以提高手术精准度^[12]。因此, 应用计算机导航同样可以轻松完成椎间孔镜穿刺定位这一关键步骤。但目前所使用的椎间孔镜设计尚无配套导

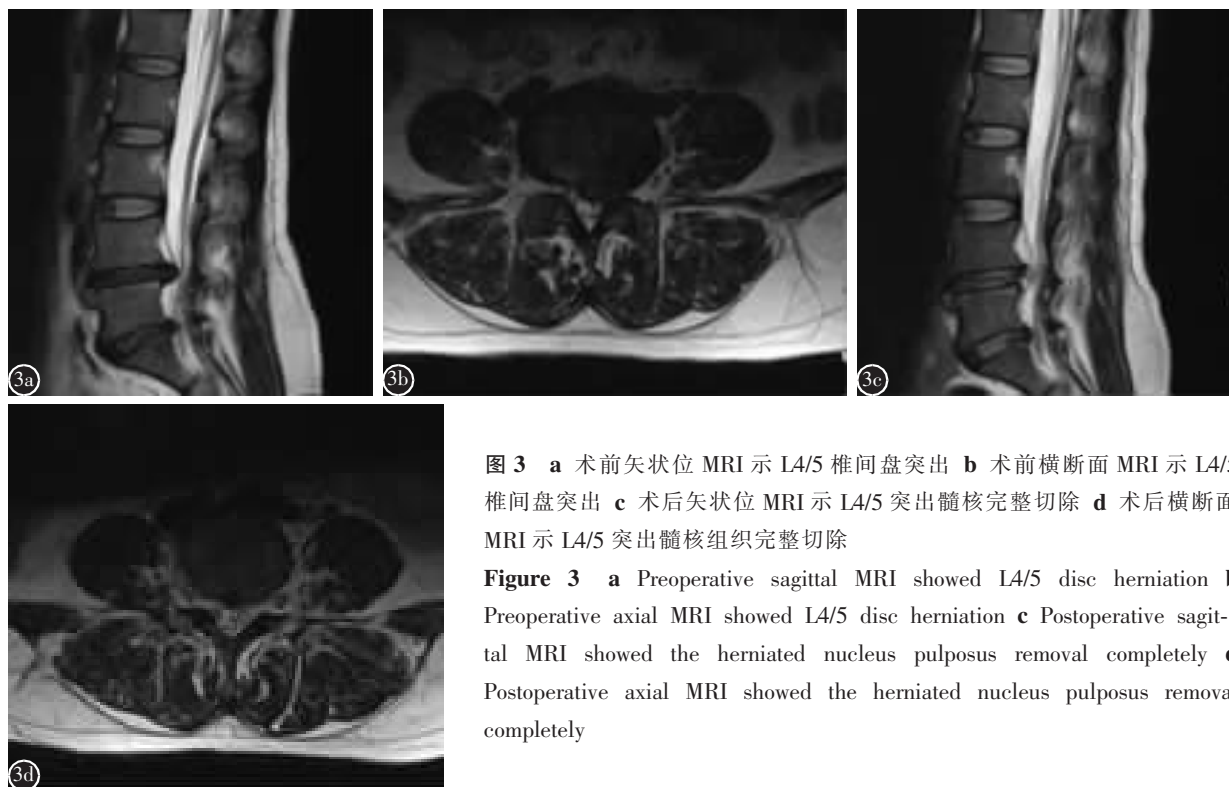


图3 a 术前矢状位 MRI 示 L4/5 椎间盘突出 b 术前横断面 MRI 示 L4/5 椎间盘突出 c 术后矢状位 MRI 示 L4/5 突出髓核完整切除 d 术后横断面 MRI 示 L4/5 突出髓核组织完整切除

Figure 3 a Preoperative sagittal MRI showed L4/5 disc herniation b Preoperative axial MRI showed L4/5 disc herniation c Postoperative sagittal MRI showed the herniated nucleus pulposus removal completely d Postoperative axial MRI showed the herniated nucleus pulposus removal completely

航穿刺导杆,厂家配套穿刺针、导针细小、硬度低并不符合导航使用要求。为解决这一瓶颈问题,我们设计了一款导航导杆,导杆尖端可以穿破筋膜层到达关节突关节位置,近端可以安装导航接收器。经本组病例研究表明,导航组穿刺平均次数较传统组少,穿刺时间也大大缩短。导航组中仅有 2 例因参考架发生松动而重新穿刺。本研究表明,利用导航导杆可以实时、全程调整穿刺杆的位置,可以实现一次穿刺成功,达到靶向穿刺的目的。

3.2 导航导杆在椎间孔镜穿刺定位应用的优势

传统方法椎间孔镜定位和穿刺全程需要 X 线透视,反复透视既增加手术时间和医护人员及患者辐射暴露^[13]。有研究^[14]表明,高剂量辐射可以诱发肿瘤、白内障、心血管疾病等,低剂量辐射暴露与肿瘤、白内障、心血管疾病等存在很强的相关性。因此,如何降低辐射暴露是急需解决的瓶颈问题。而使用导航可以实时、动态调整穿刺角度,术中导航设备仅需要采集空片及患者腰椎正、侧位图像,及穿刺后 C 型臂 X 线机确认穿刺针、环钻位置图像就可以完成整个穿刺过程,完美解决了这一难题。

椎间孔技术常见风险是椎间隙感染、神经根损伤、硬脊膜撕裂、出血、肠道及血管损伤等^[15]。如

何降低手术并发症、提高手术疗效值得探讨。Li 等报道,椎间孔镜术后平均并发症发生率为 4.89%^[16],Jang 等^[17]报道的发生率高达 17%。因此,如果穿刺定位不够精确,盲目穿刺可能造成硬膜囊破裂,工作通道位置不佳,往往会造成髓核组织切除困难,或者无法彻底减压,患者术后腰腿痛症状无法缓解,甚至还有损伤贴附在突出的髓核组织或纤维环上的神经根的可能。本组研究中,导航组均无并发症发生,术后随访腰椎 MRI 提示突出髓核组织均能完全切除。传统组中 1 例穿刺过程出现神经根疼痛,保守治疗 1 周后消失,考虑与术中非动态定位穿刺损伤神经根。2 例患者术后腰椎 MRI 提示突出髓核组织切除不充分,考虑与术中穿刺靶点并非最理想位置,椎间孔镜工作通道摆放欠佳,镜下操作难度增大有关。本组研究表明,精准的穿刺、靶向定位有利于镜下直接摘除椎间盘。

因此,靶向穿刺是椎间孔镜手术成功的关节,在临床实践中,我们体会到导航导杆能够在计算机导航的基础上实现靶向穿刺,其优势在于:①术前通过计算机导航能在穿刺过程中动态调整穿刺方向及位置,提高一次性穿刺到达靶点的成功率;②能辅助缺乏经皮椎间孔镜经验的临床医师提高

穿刺水平,减少穿刺及透视次数,缩短手术时间;
③缩短年轻医师椎间孔镜技术学习周期,增强术者信心。

3.3 注意事项

计算机导航技术具有高精度的特点,但术者必须熟悉导航软件系统使用,必须确保每个环节操作准确无误。因此,脊柱外科医生在已经拥有丰富传统孔镜穿刺临床经验的基础上,需要深刻理解导航系统的基本原理,这样才能最大限度发挥导航的优势价值。在使用导航导杆穿刺定位过程中,我们体会到需要注意以下事项:①需合理摆放导航位置、高度及距离,导航导杆前方不能有物体遮挡,确保红外线追踪信息接收达最佳效果;②导航参考架必须固定十分牢靠。如术中参考架松动,精确度将会降低,造成穿刺定位不准确,甚至可能硬膜囊穿破、神经根、腹部肠管损伤;③在进行椎间孔扩大成形操作前,需使用 C 臂确认细导针位置;④初学者可以在术前体表定位椎弓根、横突、棘突等标志,穿刺前使用导航探针进行配准,如发现位置偏差,则应查找原因;⑤术者及台下配合护士应经过导航专业技术人员培训并熟悉操作流程,C 臂机采集腰椎正侧位片要标准,这样手术才能安全开展。

总之,本研究结果显示,利用导航导杆引可以精准引导椎间孔镜手术工作套管的建立,解决椎间孔镜技术的瓶颈问题,提高穿刺成功率,减少反复穿刺次数,避免副损伤及缩短穿刺时间,大大减少术者及患者 X 线辐射量,值得临床推广应用。

4 参考文献

1. Yeung AT. Postlaminectomy endoscopic excision for lumbar disc herniation:surgical technique: outcome and complications in 307 consecutive cases[J]. Spine, 2002, 27(7): 722-731.
2. Nellensteijn J, Ostelo R, Bartels R, et al. Transforaminal endoscopic surgery for symptomatic lumbar disc herniations: asystematic review of the literature[J]. Eur Spine J, 2010, 19(2): 181-204.
3. Ahn Y. Percutaneous endoscopic decompression for lumbar spinal stenosis [J]. Expert Rev Med Devices, 2014, 11(6):

605-616.

4. 周跃, 李长青, 王建, 等. 椎间孔镜 YESS 和 TESSYS 技术治疗腰椎间盘突出症[J]. 中华骨科杂志, 2010, 30(3): 225-231.
5. 范国鑫, 吴信波, 管晓菲, 等. 经椎间孔内镜技术穿刺路径辅助定位器的设计与临床应用[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(3): 218-224.
6. Cho JY, Lee SH, Lee HY. Prevention of development of postoperative dysesthesia in transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy for intracanalicular lumbar disc herniation: floating retraction technique[J]. Minim Invasive Neurosurg, 2011, 54(5-6): 214-218.
7. Ahn Y. Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy: technical tips to prevent complications[J]. Expert Rev Med Devices, 2012, 9(4): 361-366.
8. Hoogland T, Schubert M, Miklitz B, et al. Transforaminal posterolateral endoscopic discectomy with or without the combination of a low-dose chymopapain: a prospective randomized study in 280 consecutive cases [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31(24): E890-897.
9. Lee JH, Jeon GR, Ro JH, et al. Evaluation of an experimentally designed stereotactic guidance system for determining needle entry point during uniplanar fluoroscopy-guided intervention[J]. Korean J pain, 2012, 25(2): 81-88.
10. 李正宇. 经皮腰椎椎间孔穿刺定位系统及临床应用研究[D]. 泸州医学院, 2012.
11. 陈天良. 经皮腰椎椎间孔镜定位穿刺器研制及临床应用[D]. 广州中医药大学, 2014.
12. Schlenszka D, Laine T, Lund T. Computer-assisted spine surgery[J]. Eur Spine J, 2000, 9(1): 57-64.
13. 贺石生, 张海龙, 顾昕, 等. 腰椎微创手术术前定位器的设计及临床应用[J]. 中华骨科杂志, 2011, 31(10): 1170-1171.
14. 范国鑫, 扶青松, 顾广飞, 等. 脊柱微创手术的辐射危害及其防护进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24(3): 275-278.
15. 白一冰, 徐岭, 赵文亮, 等. 经皮腰椎间孔镜手术的穿刺定位策略[J]. 中国微创外科杂志, 2012, 12(6): 540-543.
16. Li X, Hu Z, Cui J, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for recurrent lumbar disc herniation [J]. International J Surgery, 2016, 27(1): 8-16.
17. Jang JS, An SH, Lee SH. Transforaminal percutaneous endoscopic discectomy in the treatment of foraminal and extraforaminal lumbar disc herniations[J]. Spinal Disord Tech, 2006, 19(5): 338-343.

(收稿日期:2016-10-10 末次修回日期:2017-04-02)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)