

临床论著

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

范国鑫, 吴信波, 管晓菲, 顾广飞, 张海龙, 顾 昕, 樊云山, 贺石生

(同济大学附属第十人民医院骨科 200072 上海市)

【摘要】目的: 阐述新型经椎间孔内镜技术穿刺路径辅助定位器(椎间孔镜定位器)的设计原理与使用方法, 初步探索其对椎间孔镜手术穿刺的准确性、透视次数和手术时间的影响。**方法:** 研制了新型椎间孔镜定位器, 其设计原理主要是利用穿刺目标点始终落在直角圆弧圆心的特点实现导向穿刺。我们回顾性分析 2015 年 5 月 1 日~7 月 10 日在我院接受椎间孔镜手术的患者, 共纳入 54 例患者, 男 23 例, 女 31 例。使用椎间孔镜定位器进行穿刺的病例作为 A 组, 使用传统穿刺方法的病例作为 B 组。记录并比较两组的穿刺次数、透视次数、手术时间和并发症等组间差异。**结果:** 平均穿刺次数 A 组为 1.22 ± 0.57 次, B 组为 5.89 ± 1.91 次, 两组间具有显著性差异 ($P < 0.001$)。平均透视次数 A 组为 14.15 ± 2.63 次, B 组为 21.96 ± 4.06 次, 两组间具有显著性差异 ($P < 0.001$)。手术时间 A 组为 81.37 ± 10.62 min, B 组为 90.41 ± 14.37 min, 两组间有显著性差异 ($P = 0.011$)。两组之间均无重大并发症的发生, 仅 A 组发现术后椎间盘残留 1 例, 两组间并发症发生率无显著性差异 ($P = 0.313$)。**结论:** 新型椎间孔镜定位器可以有效提高椎间孔镜穿刺的准确性, 降低透视次数以及有效减少手术时间。

【关键词】 椎间孔镜; 穿刺路径; 定位器; 透视

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2016.03.03

中图分类号: R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2016)-03-0218-07

The design and clinical implication of trajectory-assisting puncture device in transforaminal percutaneous full-endoscopic lumbar discectomy/FAN Guoxin, WU Xinbo, GUAN Xiaofei, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2016, 26(3): 218-224

【Abstract】 Objectives: To discuss the design principle and operation method of trajectory-assisting puncture device and its impact on puncture accuracy and fluoroscopic exposure as well as operation time of transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy(PELD). **Methods:** The design principle of trajectory-assisting puncture device was to keep the target point always in the center of a guided arc. 54 patients undergoing PELD were included in this retrospective study, 23 males and 31 females. Patients undergoing PELD were divided into two groups. Those receiving the self-made puncture-assisting puncture device were regarded as group A, and those undergoing conventional method was considered as group B. Puncture times, fluoroscopic exposure and operation time were recorded and compared. **Results:** The average puncture times was 1.22 ± 0.57 in group A and 5.89 ± 1.91 in group B ($P < 0.001$). The average fluoroscopic exposure time was 14.15 ± 2.63 in group A and 21.96 ± 4.06 in group B ($P < 0.001$). The average operation time was 81.37 ± 10.62 min in group A and 90.41 ± 14.37 min in group B ($P = 0.011$). There were no significant complications in group A and B, only 1 case with intervertebral disc residue postoperatively was found in group A. There was no significant difference in complication rate between the two groups ($P = 0.313$). **Conclusions:** Trajectory-assisting puncture device can significantly improve the puncture accuracy of PELD and reduce its fluoroscopy exposure as well as operation time, which indicates its great potential in the future clinical applications.

【Key words】 Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy; Trajectory-assisting puncture device; Puncture accuracy; Fluoroscopy reduction

【Author's address】 Orthopedic Department, Shanghai Tenth People's Hospital, Tongji University School of Medicine, 301 Yanchang Road, Shanghai, 200072, China

第一作者简介: 男(1993-), 硕士研究生, 研究方向: 脊柱外科

电话: (021)66300588 E-mail: 18801790466@163.com

通讯作者: 贺石生 E-mail: hss7418@aliyun.com

近年来,脊柱微创手术发展迅猛,内窥镜技术在脊柱手术中的应用越来越广泛^[1],具有小切口、局部麻醉、无神经肌肉牵拉、恢复快、手术时间短、术后费用低等优势^[2,3]。过去经皮内镜手术的主要适应证为椎间盘突出症,但随着手术入路的改进,光学工艺设计的进步以及器械的不断改善,脊柱内窥镜技术的适用范围也在不断扩大^[4]。经皮穿刺椎间孔入路脊柱内镜技术(椎间孔镜)的工作通道为 7mm 左右^[5],局麻下即可进行腰椎间盘突出、椎管减压等手术,因而被视为真正意义上的脊柱微创技术^[6]。

与其他脊柱微创手术类似,椎间孔镜的操作也需要在 X 线透视下进行准确的定位和穿刺^[7]。如果定位不准确,则需要反复穿刺同时有可能误伤其他组织。如果穿刺不准确,则需要反复透视,既增加手术时间,也使医护人员和患者多次暴露在 X 线辐射下^[8]。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^[9]。为此,我们已经成功设计了体表定位器^[8]并推广到临床,可以准确定位目标点在体表的标记,前期研究已经证实使用该体表定位器可减少术前透视的时间、次数和辐射剂量^[10-13]。然而,仅是减少术前定位的辐射暴露是不够的,穿刺过程中的反复调整透视也是增加辐射暴露和手术时间的过程。为此,我们新设计出了用于辅助椎间孔镜穿刺的定位器,并在回顾性临床研究中进行了初步的验证。

1 资料与方法

1.1 椎间孔镜定位器

本椎间孔镜穿刺辅助定位器包括地面可移动支撑部分、三维摇杆调节部分、弧形角度导向穿刺部分(图 1)。地面可移动支撑部分的底脚为带有刹车的滚轮,上方为套有承重金属的维持整体平衡的竖直杆;三维摇杆调节部分主要由三个带螺纹的摇杆和三个长方体横杆组成的三维立体调节结构,同时包括一水平校准仪和水平锁定扳手;弧形角度导向穿刺部分主要包括带角度的 1/4 圆弧,可调节圆弧围绕竖直轴 360° 旋转的摇杆,上方与侧方探针,沿圆弧轨道滑动的长杆滑块,以及可拆卸消毒的导针器。所述导针器的进针口可为穿刺针直接通过穿刺到达穿刺目标点。

椎间孔镜穿刺定位器的原理在于利用穿刺目

标点始终落在直角圆弧圆心的特点实现导向穿刺(图 2)。首先,穿刺目标点在人体背部的投影与其侧方的投影再加上穿刺目标点本身,三点确定一个平面。而椎间孔镜穿刺定位器的弧形结构与上方/侧方探针又构成一个平面,将上方探针与侧方探针分别对准穿刺目标点在人体背部的投影与其侧方的投影,此时两个平面重合而穿刺目标点刚好落在定位器圆弧的圆心,圆弧上任意的半径作为虚拟穿刺路径皆可准确到达圆心。另外,还可以将弧形围绕法线进行中轴旋转,此时圆弧旋转过程中产生一个虚拟球体,而穿刺目标点仍然落在“球”的球心。圆弧上的任意半径作为虚拟穿刺路径皆可到达穿刺目标点。而合适的穿刺路径则依赖于皮肤进针点的选择。侧位 X 线透视下进针路径于 L4/5 和 L5/S1 节段平行于上位椎板的峡部,指向下位椎体的后上缘;正位 X 线透视下进针路径经关节突指向下位椎体上终板中点或上关节突(依椎间孔狭窄程度和腰椎间盘突出位置而定),两路径在体表的投影即是进针点。同时考虑进针点和棘突中线的距离,在 L4/5 节段,进针点距离正中线旁 11~14cm,在 L5/S1 节段,进针点距离正中线旁 12~16cm。

1.2 一般资料

选择 2015 年 5 月 1 日~7 月 10 日,在上海市第十人民医院脊柱微创中心接受椎间孔镜手术的患者纳入本研究。纳入标准:(1)单纯的 L4/5 或 L5/S1 单节段的腰椎间盘突出;(2)18 岁以上同意接受椎间孔镜手术的患者;(3)无严重精神疾病和心理障碍。排除标准:(1)多节段的腰椎间盘突出;(2)高度游离的椎间盘块;(3)伴有腰椎滑脱、腰椎不稳、椎管狭窄、腰椎畸形等脊柱疾患。采用椎间孔镜穿刺定位器辅助穿刺的病例作为 A 组,不采用穿刺定位器辅助穿刺的病例作为 B 组。主要观察指标为穿刺次数、透视次数和手术时间。在术前 CT 和 MRI 中仔细评估腰椎间盘突出的位置和大小,记录两组中患者的基本信息,包括年龄、性别、体重指数、手术节段、保守治疗时间与术后并发症等。

1.3 手术操作

在 A 组,嘱咐患者平行手术台长轴俯卧,将我们自主研发的表皮定位器^[8]附于患者体表的背面与侧面,然后用 C 型臂 X 线机摄取标准的前后位和侧位片,在前后位片和侧位片上确定穿刺目

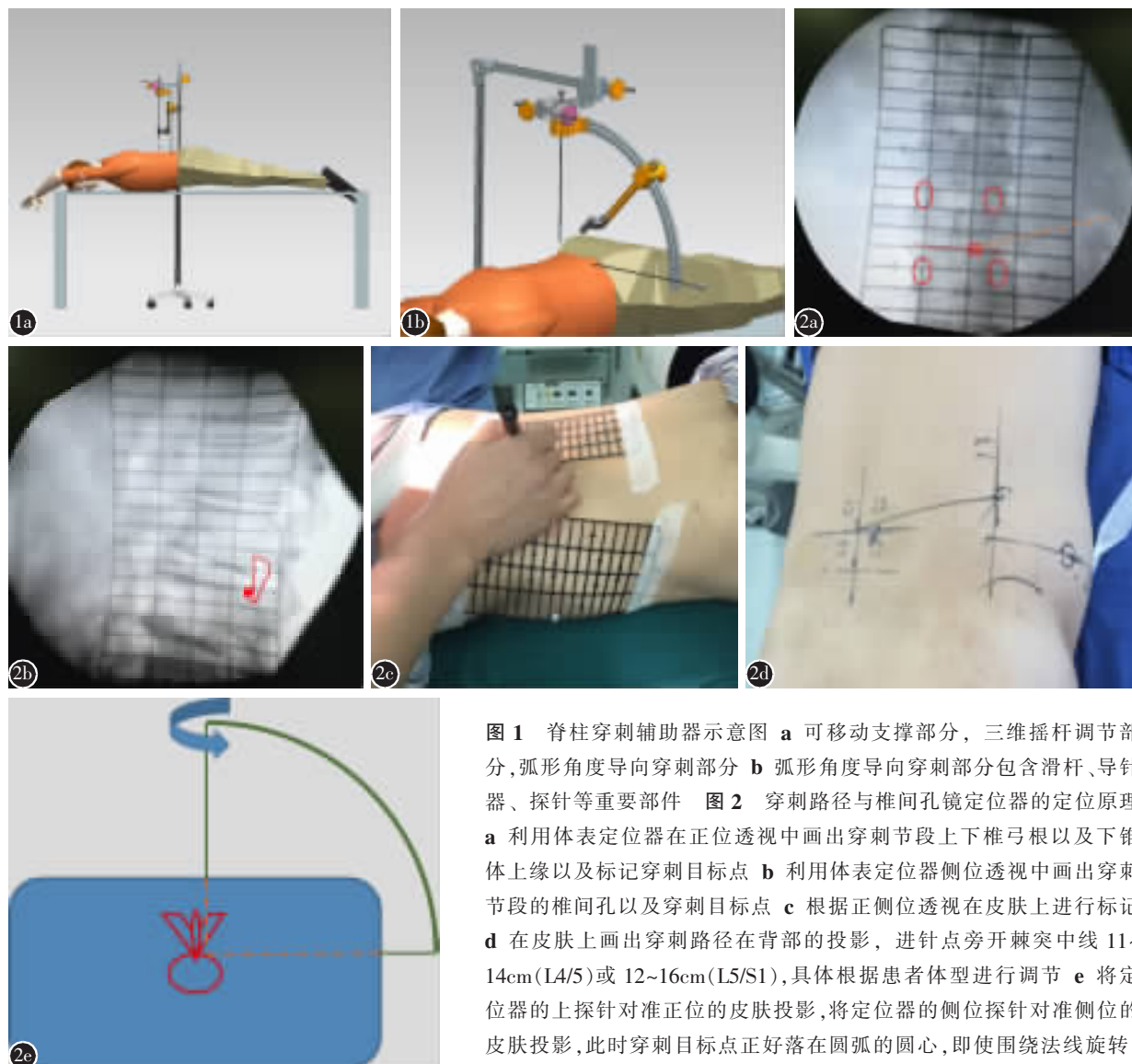


图 1 脊柱穿刺辅助器示意图 **a** 可移动支撑部分, 三维摇杆调节部分, 弧形角度导向穿刺部分 **b** 弧形角度导向穿刺部分包含滑杆、导针器、探针等重要部件 **图 2** 穿刺路径与椎间孔镜定位器的定位原理 **a** 利用体表定位器在正位透视中画出穿刺节段上下椎弓根以及下椎体上缘以及标记穿刺目标点 **b** 利用体表定位器侧位透视中画出穿刺节段的椎间孔以及穿刺目标点 **c** 根据正侧位透视在皮肤上进行标记 **d** 在皮肤上画出穿刺路径在背部的投影, 进针点旁开棘突中线 11~14cm(L4/5) 或 12~16cm(L5/S1), 具体根据患者体型进行调节 **e** 将定位器的上探针对准正位的皮肤投影, 将定位器的侧位探针对准侧位的皮肤投影, 此时穿刺目标点正好落在圆弧的圆心, 即使围绕法线旋转, 圆弧上任意的半径都能到达球心

Figure 1 Schematic diagram of trajectory-assisting puncture device **a** movable support part, three-dimensional regulation part and arch-guided puncture part **b** arch-guided puncture part consists of slider, needle guider and probes **Figure 2** Puncture trajectory and location theory of the trajectory-assisting puncture device **a** identifying the vertebral arches and superior edge of the inferior vertebrae as well as the posterior projection of puncture target with surface locator under anteroposterior fluoroscopy **b** identifying the foramen and the lateral projection of puncture target with surface locator under lateral fluoroscopy **c** mark on the skin with abovementioned details **d** posterior projection of the trajectory on the back and the entry point was 11~14cm (L4/5) or 12~16cm (L5/S1) from the midline **e** puncture target remains at the center of the arch with lateral probe pointing to lateral marker and vertical probe pointing to back marker, even when the arch creates a virtual sphere, the radius can still be a puncture trajectory

标点, 然后在患者的体表背侧和侧面以马克笔标记, 同时在患者体表画出穿刺目标点及穿刺节段的椎弓根与下椎体上缘。然后将脊柱穿刺辅助器移动到手术台旁的恰当位置, 按下滚轮上面的刹车固定脊柱穿刺辅助器。适当摇动摇杆, 使弧形角度导向穿刺部分进行上下, 左右, 前后微调, 直至

上方探针和侧面探针分别对准患者背部体表标记点和侧面的体表标记点, 此时穿刺目标点为脊柱穿刺辅助器的 1/4 圆弧圆点。根据体表所画的虚拟路径和髂脊走形, 调整圆弧整体围绕竖直中心轴旋转到适当角度固定, 滑动长杆滑块到圆弧上的适当位置固定, 同时调节长杆滑块上的导针器

尽量靠近患者体表位置。此时 18G 穿刺针通过导针器上的导针孔即可到达穿刺目标点(图 3)。后续的椎间孔镜操作如常。

在 B 组, 外科医生触摸患者的髂嵴和棘突, 大致判断穿刺目标节段的位置, 然后将我们已经发明生产的表皮定位器附于患者体表的背面与侧面, 然后用 C 型臂 X 线机摄取标准的前后位和侧位片, 在前后位片和侧位片上确定穿刺目标点并在患者体表标记两投影点, 然后用马克笔将两点连线, 然后从背面标记点出发再做虚拟穿刺路径。在 L4/5 节段, 进针点距离正中线旁 11~14cm; 在 L5/S1 节段, 进针点距离正中线旁 12~16cm。然后给患者消毒, 铺巾及局部麻醉等操作, 术者在 C 型臂 X 线机的透视辅助下进行反复穿刺, 直至穿刺针到达理想位置。后续的椎间孔镜操作如常。

1.4 统计分析

记录并比较每组的穿刺次数、透视次数、手术时间和并发症等组间差异。采用 SPSS 17.0 统计软件(SPSS, IBM, 美国)进行统计学分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组的连续变量比较采取独立样本 t 检验, 两组的计数资料采取卡方检验进行分析比较。 $P < 0.05$ 被视为具有统计学意义。

2 结果

本研究一共纳入 54 例接收椎间孔镜手术的患者, 男 23 例, 女 31 例(表 1)。两组平均年龄、平均体重指数、平均保守治疗时间及手术节段之间并无显著性差异($P > 0.05$, 表 1)。

A 组平均穿刺次数及透视次数均较 B 组少, 有显著性差异($P < 0.001$)。A 组中 23 例均一针穿刺到位(图 4), 仅有 4 例患者并未能实现一针到位的穿刺效果, 其中有 2 例 L5/S1 的病例调整穿刺了 3 次, 1 例 L5/S1 的病例穿刺了 2 次, 1 例 L4/5 的病例调整穿刺了 2 次。A 组手术时间较 B 组手术时间少, 两组间有显著性差异($P = 0.011$)。两组之间均无重大并发症的发生, 仅 A 组发现术后椎间盘残留 1 例, 两组间并发症发生率并无显著性差异($P = 0.313$)。

3 讨论

准确的定位穿刺是许多脊柱手术的必须步骤, 在椎间孔镜手术中尤为重要。准确周密的穿刺定位计划有助于减少术中透视辐射对医患双方的

表 1 54 例接受椎间孔镜手术患者的临床疗效比较

Table 1 Clinical outcomes of included patients undergoing percutaneous transforaminal endoscopic discectomy

参数 Variables	A组(n=27) Group A (n=27)	B组(n=27) Group B (n=27)	P值 P value
男:女 Male:female	10:17	13:14	0.409
年龄(岁) Age(year)	46.04±9.05	46.48±9.03	0.857
体重指数(kg/cm ²) Body mass index	23.06±1.46	22.91±1.15	0.663
保守治疗时间(月) Conservative time(months)	10.74±2.57	11.04±2.31	0.658
手术节段 Surgical level			0.580
L4/5	15	17	—
L5/S1	12	10	—
穿刺次数 Puncture times	1.22±0.57	5.89±1.91	<0.001
透视次数 Fluoroscopy times	14.15±2.63	21.96±4.06	<0.001
手术时间(分钟) Operation time(min)	81.37±10.62	90.41±14.37	0.011

不良影响, 缩短手术时间, 提高手术成功率^[4]。本研究发现, 使用椎间孔镜定位器可以显著提高穿刺的准确性, 同时有效减少透视的次数。本研究表明, 椎间孔镜定位器有望降低初学者学习椎间孔镜手术的难度, 同时减少术者和患者的辐射暴露。

椎间孔镜的学习曲线非常陡峭, 尤其是定位穿刺对于初学者非常困难^[5]。相对于熟悉脊柱后路手术的医生来说, 椎间孔镜入路往往比椎板间隙入路更加陌生, 反复的穿刺和透视势必挫败低年资医师学习椎间孔镜的信心。精确的定位是准确穿刺的前提, 如果定位不准确, 就势必造成不必要的脊柱后方结构的破坏, 从而增加组织损伤。尤其是 L5/S1 节段的定位穿刺因为髂脊和横突阻挡显得尤为困难。既往只有通过反复的透视才能明确导针的置入方向、深度。这种单纯凭借感觉的方法不够准确, 往往需要丰富的手术经验, 再配合反复透视才能完成; 既增加手术时间, 又使医护人员及患者多次暴露在 X 线辐射下。Ahn 等^[6]在 30 例椎间孔镜手术中对外科医生的颈部、胸部、臂区和手部进行辐射测定, 平均每台手术颈部测得的辐射剂量为 0.0863mSv, 胸部为 0.1890mSv, 上臂为 0.0506mSv, 左手为 0.8050mSv, 右手为 0.7363mSv。根据国际防辐射专业委员会的年限值计算, 外科医生每年最多只能开展 683 台椎间孔镜手术^[7]。因而, 减少辐射暴露是增加手术数量、

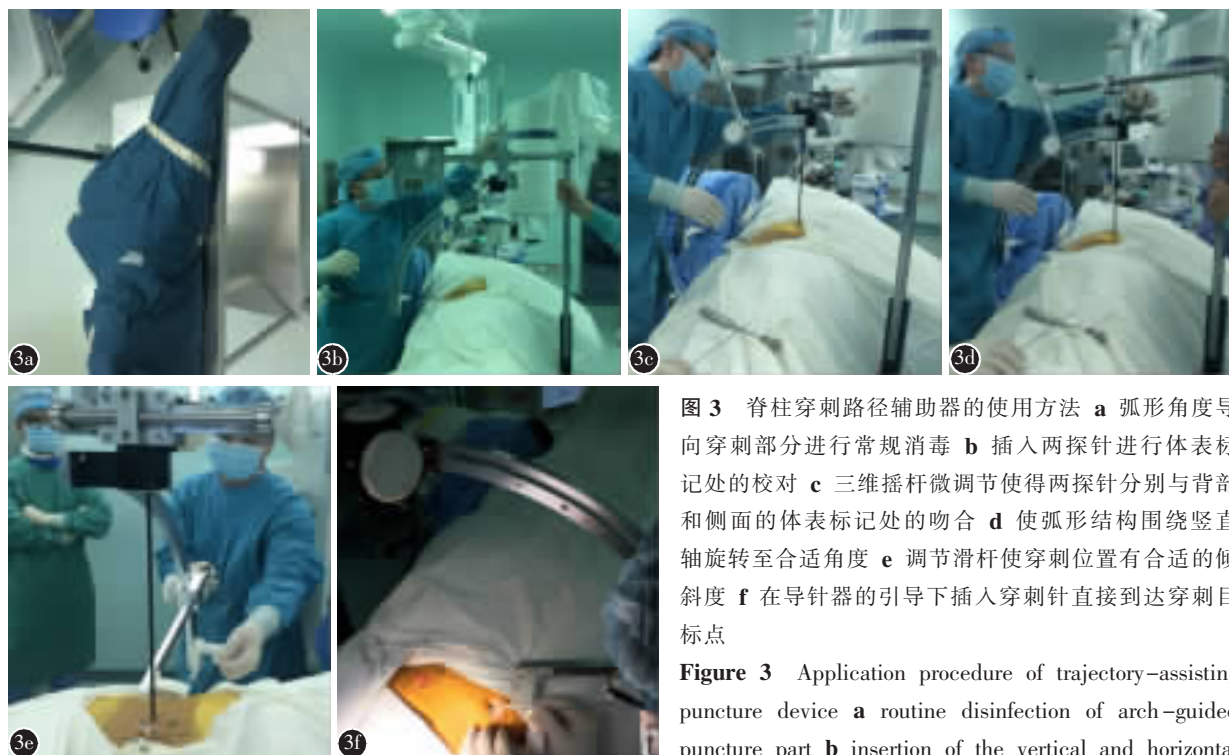


图3 脊柱穿刺路径辅助器的使用方法 a 弧形角度导向穿刺部分进行常规消毒 b 插入两探针进行体表标记处的校对 c 三维摇杆微调节使得两探针分别与背部和侧面的体表标记处的吻合 d 使弧形结构围绕垂直轴旋转至合适角度 e 调节滑杆使穿刺位置有合适的倾斜度 f 在导针器的引导下插入穿刺针直接到达穿刺目标点

Figure 3 Application procedure of trajectory-assisting puncture device a routine disinfection of arch-guided puncture part b insertion of the vertical and horizontal probes c micro-regulation for lateral probe pointing to

lateral marker and vertical probe pointing to back marker d rotate the arch along with the vertical axis to an appropriate angle e regulate the slider to an appropriate slope f needle is punctured to the puncture target with the assistance of needle guider

提高临床效率的有效手段。本研究发现,新椎间孔镜定位器基本可以一针穿刺到位,可以减少35.56%的透视次数。虽然本研究没有检测具体的辐射剂量,但在后续的大样本临床研究中将测量各敏感器官的辐射剂量的大小并比较。

本椎间孔镜定位器有望成为辐射防护方案的一种有效手段。辐射防护的策略有很多,距离防护,控源防护,以及屏蔽防护等^[17]。屏蔽防护如穿戴铅服、甲状腺盾等是最有效的方法^[18],距离防护如远离球管被认为是有效减少辐射的第二重要方法^[19]。控源防护的方法也很多^[20],包括使用自动点透视模式,减少透视的次数或时间,使用新型的定位导航设备也可以有效减少外科医生的辐射危害,如准确性和有效率更高的O臂机^[21,22],以及术中磁共振导航^[23]和超声定位技术^[16]。然而,必须指出的是,O臂机并未得到普及,术中磁共振导航也异常昂贵,而超声定位技术并没有完全成熟。设计椎间孔镜定位器可以通过减少透视的次数,成为控源防护一种非常重要的手段。国内李正宇^[24]设计了一套经皮腰椎椎间孔穿刺定位系统并应用于

临床,其核心部件为设有精确刻度的游标量角器和带有刻度的穿刺针,在实行穿刺的之前需要准确测量术前的CT参数,非常耗时且繁琐。相似的,国内的陈天良^[25]也设计了一款用于椎间孔镜穿刺的定位器,但也需要测量许多影像参数,而且定位器固定于手术床上移动性差,固定起来非常耗时不便。而我们的椎间孔镜定位器的特点在于,理论上不管哪个穿刺路径均可准确到达穿刺目标点,从而我们可以采取经典的方法根据不同的手术节段、髂棘的高低和横突的大小选择最优化的穿刺路径。同时,该设备相对轻便灵活,导针器可消毒重复利用,可广泛应用于椎间孔镜定位穿刺、硬膜外麻醉、脊柱肿瘤活检、脊柱脓肿穿刺引流等脊柱微创手术。

当然,本研究的A组平均穿刺次数为 1.22 ± 0.57 次,有4个病例并未能实现一针到位的穿刺效果。其中有2例L5/S1的病例调整穿刺了3次,1例L5/S1的病例穿刺了2次,1例L4/L5的病例调整穿刺了2次。没有做到一针穿刺到位的原因有以下几点:第一,由于我们的定位方法比较依赖

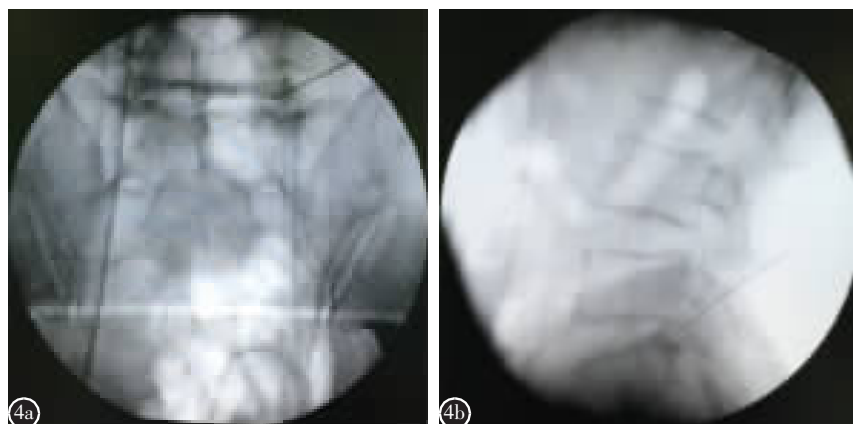


图4 穿刺针在脊柱穿刺路径辅助器的指导下一针穿刺到位 a L5/S1 前后位片 b L5/S1 侧位片

Figure 4 Ideal position by one puncture with the assistance of trajectory-assisting puncture device a anteroposterior fluoroscopy at L5/S1 level b lateral fluoroscopy at L5/S1 level

于术前穿刺目标点在皮肤投影的定位,如果 C 臂机摆放的位置不够垂直,难免在体表定位的时候出现一点误差,由于在前期的应用过程中未足够重视这个问题所以带来穿刺的不准确,所以后期我们在使用过程中特别注意这个过程并明确了使用规范;第二,我们这一代的定位器由于采取单杠的横臂设计,在进行中轴旋转的过程中会出现一些晃动,这也带来了小误差。但这种误差基本在可控范围之内,因为椎间孔镜的穿刺并非要精确到 0.1mm 这样的精度,稍微调整一下工作通道即可到达理想的摘除位置,我们最新的定位器已经采取了更为稳固的双臂设计;第三,由于椎间孔镜定位器的作用是保证穿刺路径准确在轨道上到达穿刺目标点,而穿刺路径的设计依然还是传统的方法,因而对于 L5/S1 高髂嵴横突肥大这样的病例,使用椎间孔镜定位器进行穿刺也会因为穿刺路径设计不合理而没法一针到达理想位置。

本研究属于小样本的回顾性研究,我们正在进行大样本的前瞻性临床研究,进一步研究穿刺定位系统对辐射剂量的影响。在使用我们的定位器的时候有以下几点需要注意的地方:(1)在使用椎间孔镜定位器的时候需要注意 C 型臂 X 线机的摆放位置要规范,在摄前后位片的时候,C 型臂 X 线机的影像增强器平面应尽量与地面平行;在摄侧位片之时,C 型臂 X 线机的影像增强器平面应尽量与地面垂直,同时与手术床的长轴平行;(2)人体的摆放尽量与手术床的长轴平行,减少穿刺定位点在体表投影的误差;(3)在使用表皮定位器[®]的时候,尽量使用胶带让表皮定位器紧贴皮肤。

4 结论

新型椎间孔镜定位器的特别之处在于,可以

使穿刺目标点始终落在 1/4 圆弧的圆心,理论上无论哪个角度倾角进针皆可准确到达穿刺目标点。因而,本椎间孔镜定位器可以显著提高穿刺的准确性,有效减少透视的次数。本研究显示,椎间孔镜定位器有望降低初学者学习椎间孔镜手术的难度,同时减少术者和患者的辐射暴露。因此,其在硬膜外麻醉、脊柱肿瘤活检、脊柱脓肿穿刺引流等脊柱手术操作中将有广泛的应用前景。

5 参考文献

1. Ahn Y. Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy: technical tips to prevent complications[J]. Expert Rev Med Devices, 2012, 9(4): 361-366.
2. Ahn Y. Percutaneous endoscopic decompression for lumbar spinal stenosis [J]. Expert Rev Med Devices, 2014, 11 (6): 605-616.
3. Nellensteijn J, Ostelo R, Bartels R, et al. Transforaminal endoscopic surgery for symptomatic lumbar disc herniations: a systematic review of the literature[J]. Eur Spine J, 2010, 19 (2): 181-204.
4. 宋科冉,李振宙,侯树勋,等.经皮椎间孔入路全内镜技术治疗腰椎间盘突出症[J].中国骨与关节杂志,2014,3(8): 626-629.
5. 贺石生.微创可扩张通道辅助腰椎融合术之管见[J].中华骨科杂志,2011,31(10): 1022-1023.
6. 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 study [J]. Medicine (Baltimore), 2015, 94(49): e2189.
7. 周旭,贺石生,张海龙,等.新型腰椎经皮椎弓根螺钉植入定位方法及其对放射暴露剂量的影响[J].中华骨科杂志,2014,34(3): 265-272.
8. 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.
9. 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, (3): 275-278.
10. Fan G, Fu Q, Gu G, et al. Radiation exposure to surgeon in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with novel spinal locators[J]. J Spinal Disord Tech, 2015, 28 (3): E173-180.
11. Gu G, Zhang H, He S, et al. Percutaneous pedicle screw placement in lumbar spine: a comparison study between the novel guidance system and the conventional fluoroscopy method[J]. J Spinal Disord Tech, 2013, 26(7): E277-280.
12. Gu G, Zhang H, He S, et al. Preoperative localization methods for minimally invasive surgery in lumbar spine: comparisons between a novel method and conventional methods[J]. J Spinal Disord Tech, 2013, 26(7): E277-280.
13. Zhang L, Zhou X, Cai X, et al. Reduction in radiation during percutaneous lumbar pedicle screw placement using a new device[J]. Minim Invasive Ther Allied Technol, 2014, 23(3): 173-178.
14. 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.
15. 顾昕, 贺石生, 张海龙, 等. 经皮后外侧腰椎间孔入路椎间盘工作区域的解剖学研究[J]. 中华骨科杂志, 2011, 31(10): 1033-1037.
16. Fan G, He S and Chen Z. Musculoskeletal pain and cancer risk of staff working with fluoroscopically guided procedures [J]. J Am Coll Cardiol, 2015, 66(6): 759-760.
17. Fan G, Fu Q, Zhang H, et al. Direct-beam radiation exposure to surgeons during pinning of supracondylar humerus fractures[J]. J Pediatr Orthop, 2015, 35(4): e37.
18. Taher F, Hughes AP, Sama AA, et al. 2013 Young Investigator Award winner: how safe is lateral lumbar interbody fusion for the surgeon: a prospective in vivo radiation exposure study[J]. Spine, 2013, 38(16): 1386-1392.
19. Mulconrey DS. Fluoroscopic radiation exposure in sSpinal surgery: in vivo evaluation for operating room personnel[J]. J Spinal Disord Tech, 2013. [Epub ahead of print].
20. Fan G, Fu Q, Wu X, et al. Patient and operating room personnel radiation exposure in spinal surgery[J]. Spine J, 2015, 15(4): 797-799.
21. Tabaraee E, Gibson AG, Karahalios DG, et al. Intraoperative cone beam-computed tomography with navigation (O-ARM) versus conventional fluoroscopy (C-ARM): a cadaveric study comparing accuracy, efficiency, and safety for spinal instrumentation[J]. Spine, 2013, 38(22): 1953-1958.
22. Abdullah KG, Bishop FS, Lubelski D, et al. Radiation exposure to the spine surgeon in lumbar and thoracolumbar fusions with the use of an intraoperative computed tomographic 3-dimensional imaging system [J]. Spine, 2012, 37 (17): E1074-1078.
23. Moses ZB, Mayer RR, Strickland BA, et al. Neuronavigation in minimally invasive spine surgery [J]. Neurosurg Focus, 2013, 35(2): E12.
24. 李正宇. 经皮腰椎间孔穿刺定位系统及临床应用研究[C]. 泸州医学院, 2012.
25. 陈天良. 经皮腰椎间孔镜定位穿刺器研制及临床应用[C]. 广州中医药大学, 2014.
- (收稿日期: 2015-10-07 修回日期: 2016-02-02)
(英文编审 蒋欣/贾丹彤)
(本文编辑 彭向峰)

消息

欢迎购阅《中国脊柱脊髓杂志》合订本

《中国脊柱脊髓杂志》2015 年合订本已装订完成, 为精装本(上、下册), 定价为 120 元/册, 全年共 240 元; 另外还有少量 2006~2014 年合订本, 均为精装本(上、下册), 2006 年定价 180 元/套, 2007~2010 年定价 200 元/套, 2011~2013 年定价 220 元/套, 2014 年定价 240 元/套。有需要者请与本刊经理部联系。

联系地址: 北京市朝阳区中日友好医院内《中国脊柱脊髓杂志》经理部, 邮编: 100029。

电话: (010)84205510; E-mail 地址: cspine@263.net.cn。

汇款时请在汇款单上填写收件人详细地址, 并注明所需物品及数量。