

· 临床研究 ·

三维椎间孔导向器的设计及其在经皮椎间孔镜下腰椎间盘切除术中的应用

吴东迎, 吴继彬, 孙玛骥, 袁峰

(徐州医科大学附属医院骨科, 江苏 徐州 221006)

【摘要】 目的:探讨三维椎间孔导向器在经皮椎间孔镜下腰椎间盘切除术的应用效果。方法:利用逆向定位原理,设计出三维椎间孔导向器。自 2016 年 5 月至 2018 年 5 月,将三维椎间孔导向器应用于临床,共 40 例单节段腰椎间盘突出症患者接受了经椎间孔入路腰椎间盘切除术,根据是否应用三维椎间孔导向器,分为导向器组和对照组,每组 20 例。导向器组男 9 例,女 11 例;年龄(46.0±11.0)岁;L_{3,4} 5 例,L_{4,5} 15 例;BMI(25.4±3.2) kg/m²;使用三维导向器进行穿刺置管。对照组男 10 例,女 10 例;年龄(51.8±9.8)岁;L_{3,4} 4 例,L_{4,5} 16 例;BMI(24.8±3.5) kg/m²;以术中经验进行常规穿刺置管。比较两组患者穿刺时间、透视次数和穿刺次数,以及手术前后下肢视觉模拟疼痛评分(visual analogue scale, VAS)及腰椎日本骨科协会评分(Japanese Orthopaedic Association, JOA)。结果:所有患者无严重手术并发症发生,并顺利完成手术。导向器组手术时间、透视次数和穿刺次数均小于对照组($P<0.05$)。两组患者术后 3 个月下肢 VAS 评分和腰椎 JOA 评分较术前均明显缓解($P<0.05$),但组间比较差异无统计学意义($P>0.05$)。结论:三维椎间孔导向器结构紧凑,操作简单,可以减少穿刺次数与辐射损伤,并能缩短初学者穿刺学习曲线,具有一定的临床可行性。

【关键词】 腰椎; 椎间盘切除术; 成像, 三维

中图分类号:R608

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2020.10.011

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Design of three-dimensional foraminal guide device and application in percutaneous endoscopic lumbar discectomy

WU Dong-ying, WU Ji-bin, SUN Ma-ji, and YUAN Feng. Department of Orthopaedics, the Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221006, Jiangsu, China

ABSTRACT Objective: To explore clinical application of the new three-dimensional foramen guide in percutaneous endoscopic lumbar discectomy. **Methods:** Based on the principle of reverse positioning, a new three-dimensional foramen guide was designed. From May 2016 to May 2018, totally 40 patients with segmental lumbar disc herniation were underwent percutaneous endoscopic lumbar discectomy. The patients were divided into guide and control group, and 20 patients in each group. In guide group, there were 9 males and 11 females with an average age of (46.0±11.0) years old; 5 patients on L_{3,4}, 15 patients on L_{4,5}; BMI was (25.4±3.2) kg/m²; three dimensional foramen guide was used to assist the operation. While in control group, there were 10 males and 10 females with an average age of (51.8±9.8) years old; 4 patients on L_{3,4}, 16 patients on L_{4,5}; BMI was (24.8±3.5) kg/m²; the operation was completed with bare hands according to the experience. The puncture time, times of fluoroscopy and puncture between two groups were compared, as well as the preoperative and postoperative visual analogue scale (VAS) score and Japanese Orthopaedic Association (JOA) were compared. **Results:** All patients had no serious complications, and successfully completed operation. Operation time, the times of fluoroscopy and puncture in guide group were better than those of control group ($P<0.05$). VAS score and JOA score between two groups were significantly relieved after operation ($P<0.05$), but there was no significant difference between two groups ($P>0.05$). **Conclusion:** The three-dimensional foramen guide is compact in structure, simple in operation, which could reduce the time of puncture and damage of radiation, shorten the learning curve of puncture for beginners, and has certain clinical feasibility.

KEYWORDS Lumbar vertebrae; Discectomy; Imaging, three-dimensional

腰椎退行性疾病主要表现为腰痛、下肢疼痛及间歇性跛行等症状,影响患者的生活质量。目前针对该类病临床上主要采取减压手术进行治疗^[1-3]。

Jasper 等^[4]于 2003 年提出经椎间孔内镜技术(transforaminal endoscopic surgical systems, TESSYS)。此后,脊柱微创技术得到迅猛发展,在治疗下腰椎疾病中得到了广泛应用^[5-6]。然而,制约 TESSYS 技术应用的一个因素是其学习曲线较长,尤其是如何将手术套筒放置到靶向位置,让初学者耗费大量时间。尽管

通讯作者:吴继彬 E-mail:docorthor@126.com

Corresponding author: WU Ji-bin E-mail: docorthor@126.com

使用电磁导航等技术可以辅助术者穿刺及放置套筒，但是昂贵的手术设备和复杂的应用过程使其不能得到普遍使用。为此，笔者设计出了一种简单、便携的导向器械，获得了实用新型专利，将其应用于椎间孔镜手术的穿刺过程，以其能帮助临床医生更快的掌握穿刺技术。自 2016 年 5 月至 2018 年 5 月，回顾性分析采用椎间孔镜 TESSYS 技术治疗的 40 例腰椎间盘突出症患者的临床资料，评价三维椎间孔镜导向器在 TESSYS 技术的使用效果并与常规 TESSYS 穿刺方法进行对比分析。

1 资料与方法

1.1 手术器械

三维椎间孔导向器的设计包括导向架和万向导器两部分。导向架由底座和轴位杆组成(图 1)。轴位杆包括 x、y、z 3 个轴位杆。y 轴位杆与导向架底座垂直连接。z 轴位杆和 x 轴位杆相交并与 y 轴位杆上端固定。3 个轴位杆之间相互垂直，导向架通过底座固定在手术床。三维椎间孔镜导向器实物见图 2。

1.2 一般资料

本组 40 例腰椎间盘突出症患者接受了椎间孔入路腰椎间盘切除术，根据采用的穿刺技术分为导向器组和对照组，每组 20 例。导向器组男 9 例，女 11 例；年龄(46.0±11.0)岁；L_{3,4} 5 例，L_{4,5} 15 例；身体质量指数(body mass index, BMI)为(25.4±3.2) kg/m²；病程(18.2±9.5)个月；采用三维导向器进行穿刺置管。对照组男 10 例，女 10 例；年龄(51.8±9.8)岁；L_{3,4} 4 例，L_{4,5} 16 例；BMI(24.8±3.5) kg/m²；病程(18.7±9.7)个月；以术中经验进行常规穿刺置管。依据患者的病史、临床表现及放射学表现来诊断腰椎间盘突

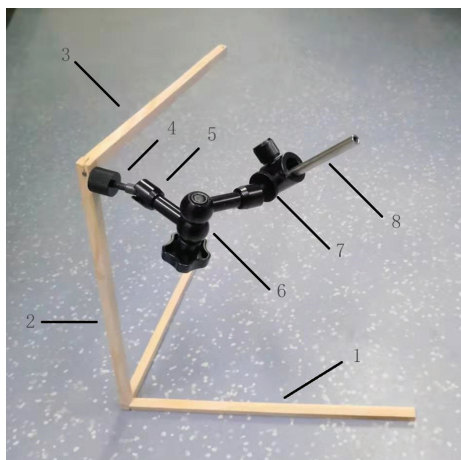


图 2 三维椎间孔镜导向器实物 (1)导向架底座;(2)导向架 y 轴位杆;(3)导向架 z 轴位杆;(4)导向架 x 轴位杆;(5)导向架与导向器连接头;(6)万向锁定器;(7)万向导向筒;(8)穿刺针通道
Fig.2 Entity picture of intervertebral foramen guiding device (1) base of guider frame;(2) y-axis position rod of guider frame;(3) z-axis position rod of guider frame;(4) x-axis position rod of guider frame;(5) connector of frame and guider;(6)universal lock;(7)universal guiding cylinder;(8)channel of puncture needle

出症。两组患者术前一般资料比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。入院时 22 例患者有腰痛伴左下肢神经症状,18 例患者有腰痛伴右下肢神经症状。

1.3 手术方法

导向器组:患者俯卧于手术台上,手术在局部麻醉下进行。常规消毒铺单,将导向架通过其底座固定于手术床。首先使用 C 形臂正侧位 X 线片确定穿刺靶点,在患者后背放置不透视的金属标志物,该标志物正位 X 线片上位于目标穿刺位置。然后标记该标

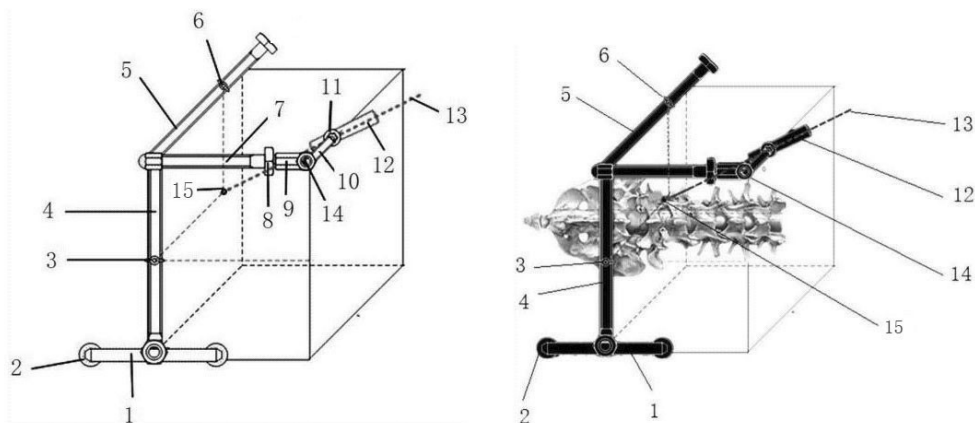


图 1 三维椎间孔镜穿刺导向器的设计图 (1)导向架底座;(2)底座固定锁扣;(3)导向架 y 轴定位点;(4)导向架 y 轴位杆;(5)导向架 z 轴位杆;(6)导向架 z 轴定位点;(7)导向架 x 轴位杆;(8)导向架与导向器连接头;(9)万向导向器 x 轴位杆;(10)万向导向器 z 轴位杆;(11)万向锁定器;(12)万向导向筒;(13)穿刺针通道;(14)万向导向器;(15)导针靶点
Fig.1 The design of 3-dimensional foramen puncture guiding device (1)frame base of the device;(2) fixed lock catch of the frame base;(3) y-axis position of frame;(4) y-axis position rod of frame;(5) z-axis position rod of frame;(6)z-axis position of frame;(7) x-axis position rod of the frame;(8) connector between frame and guider;(9) x-axis position rod of the universal guider;(10)z-axis position rod of the universal guider;(11) universal lock;(12) universal guider cylinder;(13)puncture needle;(14)universal guider;(15) target site

表 1 两组腰椎间盘突出症患者术前一般资料比较

Tab.1 Comparison of preoperative general data of patients with lumbar disc herniation between two groups

组别	例数	性别(例)		年龄($\bar{x}\pm s$, 岁)	受累节段(例)		BMI($\bar{x}\pm s$, kg/m ²)	病程($\bar{x}\pm s$, 月)
		男	女		L _{3,4}	L _{4,5}		
导向器组	20	9	11	46.0±11.0	5	15	25.4±3.2	18.2±9.5
对照组	20	10	10	51.8±9.8	4	16	24.8±3.5	18.7±9.7
检验值		$\chi^2=0.100$		$t=-6.337$	$\chi^2=0.143$		$t=1.012$	$t=-0.605$
P 值		0.751		0.014	0.705		0.265	0.701

志物垂线与导向架 Z 轴的交点, 记为 A 点[图 1, 位置(6)]。然后在患者背部患侧放置不透视的金属标志物, 该标志物侧位片上位于目标穿刺位置。然后标记该标志物垂线与导向架 y 轴的交点, 记为 B 点[图 1, 位置(3)]。此时撤掉导向架, 经过 A、B 两点垂线的交点, 简称 C 点[图 1, 位置(15)], 即为目标穿刺靶点于导向架的空间位置关系。此时将万向导向器装于导向架, 调整好导向架, 根据逆向定位原则, C 点与万向导向器导向筒[图 1, 位置(12)]的连线即为导针的空间位置。最后将导向架放

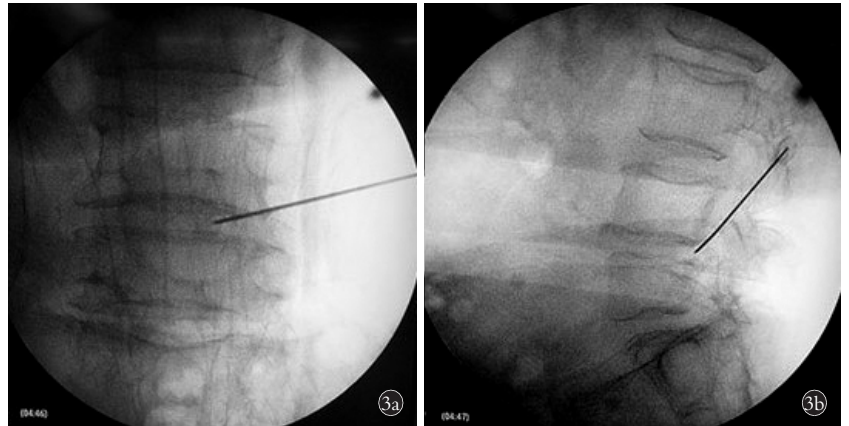


图 3 通过三维椎间孔导向器确认的穿刺位置 3a. 正位片 3b. 侧位片

Fig.3 Position of puncture needle confirmed by intervertebral foramen guiding device 3a. AP radiographs 3b. Lateral radiographs

回原位, 以刚才确定的位置穿入导针。再次透视确定导针位于目标靶点(图 3)。逐级放入软组织扩张器和空心工作套筒, 再次通过正侧位 X 线透视检查, 以确保工作套筒在正确位置。连接内镜系统, 摘除髓核, 行神经根减压, 手术完成后缝合伤口。

对照组: 不使用三维椎间孔导向器, 通过既往手术经验进行穿刺, 余方法与导向器组相同。

1.4 观察项目与方法

记录两组患者的手术穿刺时间、术中透视次数、术中穿刺次数。比较术前和术后 3 个月腰椎日本骨科协会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)评分^[7]和下肢视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)评估临床治疗效果。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。定量资料采用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示, 组间比较采用独立样本 t 检验, 两组手术前后比较采用重复测量的方差分析; 定性资料比较采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

所有患者顺利完成手术, 术后腰部及下肢症状明显改善, 无感染、神经损伤、术中心肺意外等并发

症发生。所有患者术后至少随访 6 个月。

导向器组穿刺次数、透视次数较对照组数量明显减少($P<0.05$), 穿刺时间较对照组缩短($P<0.05$), 见表 2。两组患者术前腰椎 JOA 和下肢 VAS 评分比较差异无统计学意义($P>0.05$), 术后 3 个月腰部及下肢症状均明显改善($P<0.05$), 但组间比较差异无统计学意义($P>0.05$), 见表 3。

表 2 两组腰椎间盘突出症患者围手术期相关观察指标($\bar{x}\pm s$)

Tab.2 Perioperative outcomes of patients with lumbar disc herniation between two groups($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	穿刺时间(min)	透视次数(次)	穿刺次数(次)
导向器组	20	19.5±4.1	7.4±1.6	4.0±0.7
对照组	20	24.7±10.4	9.2±3.1	6.0±1.9
t 值		-7.572	-8.401	-15.730
P 值		0.000	0.000	0.000

3 讨论

经皮内镜椎间盘切除术首次应用于 20 世纪 80 年代早期, 其用于治疗简单的椎间盘突出症, 随后逐渐拓展应用到治疗腰椎管狭窄症、腰椎感染性疾病, 取

表 3 两组腰椎间盘突出症患者手术前后 VAS 和 JOA 评分比较($\bar{x}\pm s$, 分)Tab.3 Comparison of VAS and JOA scores before and after operation of patients with lumbar disc herniation between two groups($\bar{x}\pm s$, score)

项目	导向器组(例数=20)				对照组(例数=20)			
	术前	术后 3 个月	t 值	P 值	术前	术后 3 个月	t 值	P 值
VAS 评分	8.1±1.8	3.6±2.1	124.89	0.000	7.8±2.1	3.2±1.8	93.04	0.000
JOA 评分	40.1±15.7	33.7±13.6	-145.81	0.000	38.5±16.7	34.5±14.4	-103.93	0.000

得了令人满意的疗效^[8-10]。该技术对软组织损伤小,最大程度地保留了脊柱的稳定性,可以帮助同时诊断和治疗。治疗 L₅S₁ 节段椎间盘突出症时多采用椎板间入路手术,该方法对穿刺技术要求不高,术者多能快速掌握。然而,对于腰椎间盘突出症中常受累的 L_{4,5}、L_{3,4} 节段,往往需要行经椎间孔入路手术。

经椎间孔镜入路腰椎间盘切除术的首个技术难点就是穿刺技术。能否将工作套筒放置到目标靶点是手术成败的关键。穿刺技术的难点包括 Kambin 三角安全空间狭小,精准穿刺困难;部分患者髂嵴过高或者内收,同时伴有横突阻挡导针进入椎间孔;经椎间孔入路穿刺方向不平行也不垂直于人体平面,要求术中有良好的三维空间想象能力,目前术中透视都是形成二维图像,无法给术中带来三维空间感;手术一般在局部麻醉下完成,反复穿刺部分患者难以耐受,进一步加剧了术者的心理压力^[11-12]。初学者在进行经椎间孔入路技术时如反复穿刺可能导致马尾、硬膜及神经根损伤,也可能穿入腹腔导致腹腔脏器损伤;反复透视增加了患者及术者的医源性透视损伤;穿刺点的反复穿刺也能导致局部软组织不必要的损伤,使得术后腰部疼痛恢复缓慢^[13-14]。鉴于此,笔者发明了一种三维椎间孔镜导向器(专利号:CN208693396U),旨在缩短术中的穿刺技术学习曲线,提高穿刺的准确率,降低并发症的发生概率。

针对椎间孔入路穿刺技术的困难,国内外学者也进行过相关的摸索。谭海涛等^[15]使用计算机导航技术,在计算机导航下建立经椎间孔入路的工作通道,较徒手操作组提高了穿刺准确率。计算机导航设备固然可以增加穿刺的准确率,但是设备价格高且操作复杂,一般医院难以普及,不利于推广使用。Wu 等^[16]利用术中超声引导下辅助行经皮穿刺,该方法大大减少了术中透视次数,降低了患者与术者的医源性辐射损伤。但是多数脊柱外科医生没有超声设备使用技术,往往需要超声科医生协助,而超声科医生又缺乏脊柱手术操作知识,两者都需要进行再培训。所以,该方法局限性也较大。目前椎间孔镜电磁导航技术已有商用,但其与计算机导航一样有着设备价格昂贵难以推广的缺点,目前尚未有文献报道

其使用心得。

相比于既往穿刺辅助技术,三维椎间孔镜导向器结构紧凑、设计严谨、操作方便快捷,在手术过程中能很好地确认最佳的穿刺位置,穿入克氏针经关节突交界处穿入椎间孔,保证手术的成功率,降低病患的疼痛感,缩短康复所需的时间。通过研究发现,与对照组相比,导向器组不增加穿刺时间,缩短了透视次数与穿刺次数。导向器组穿刺次数与透视次数指标标准差较小,表明与对照组相比操作可重复性高。此外,此次研究对照组的手术医生对穿刺技术已经能熟练掌握,若是与初学者比较,导向器组应该能有更大优势。

本研究也有一定的局限性。首先,本研究为单中心设计,纳入患者相对较少,若采用多中心设计并且增加样本量,则结果更有说服力;其次,部分 BMI 过大的患者,该三维导向器使用起来相对困难;最后,该三维导向器固定架有时会缺乏稳定性,在今后的工作中将围绕这一问题进行改进。

综上所述,该三维导向器结构紧凑,操作简单,能够减少穿刺次数与辐射损伤,能够缩短初学者穿刺学习曲线,具备一定的临床可行性。

参考文献

- [1] 吴伟红,李仁战,马方华,等. CT 与 MRI 用于腰椎间盘突出症诊断应用比较[J]. 医学影像学杂志,2017,27(11):2244-2246. WEI WH, LI RZ, MA FH, et al. Application of CT and MRI in the diagnosis of lumbar disc herniation[J]. Yi Xue Ying Xiang Xue Za Zhi, 2017, 27(11):2244-2246. Chinese.
- [2] 张力,黄爱娥. 微创通道下单侧椎弓根螺钉固定椎间融合治疗青年脱出型腰椎间盘突出症[J]. 中国骨伤,2019,32(3):220-224. ZHANG L, HUANG AE. Unilateral pedicle screw fixation and lumbar interbody fusion under the Quadrant tunnel for the treatment of prolapsed lumbar disc herniation in young patients[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2019, 32(3):220-224. Chinese with abstract in English.
- [3] 赵英伦,马元,莫森,等. 腰椎间盘突出症患者血清中 Caspase-3 和 Caspase-9 活性研究[J]. 现代检验医学杂志,2018,33(2):13-15. ZHAO YL, MA Y, MO S, et al. Serum Caspase-3 and Caspase-9 activity in patients with lumbar intervertebral disc protrusion[J]. Xian Dai Jian Yan Yi Xue Za Zhi, 2018, 33(2):13-15. Chinese.

- [4] Jasper GP, Francisco GM, Telfeian AE. A retrospective evaluation of the clinical success of transforaminal endoscopic discectomy with foraminotomy in geriatric patients[J]. Pain Phys, 2013, 16(3): 225-229.
- [5] 王睿娴, 田心毅, 占恭豪, 等. 经皮脊柱内镜下椎间盘切除术治疗腰椎间盘突出症 1 年疗效随访研究[J]. 中国疼痛医学杂志, 2019, 25(8): 603-607.
WANG RX, TIAN XY, ZHAN GH, et al. An one-year follow-up study on lumbar disc herniation in patients after transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy[J]. Zhongguo Teng Tong Yi Xue Za Zhi, 2019, 25(8): 603-607. Chinese.
- [6] 梁成民, 崔西龙, 于海洋, 等. 高位腰椎间盘突出症的解剖学特点及术式选择[J]. 中国骨伤, 2016, 29(7): 640-644.
LIANG CM, CUI XL, YU HY, et al. Anatomical characteristics and surgical selections of upper lumbar disc herniation[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2016, 29(7): 640-644. Chinese with abstract in English.
- [7] Fujiwara A, Kobayashi N, Saiki K. Association of the Japanese Orthopaedic Association Score with the Oswestry disability index, Roland-Morris disability questionnaire, and short-form 36[J]. Spine, 28(14): 1601-1607.
- [8] 邓洪利, 高文杰, 朱金文, 等. 经皮椎间孔镜 TESSYS 技术治疗单节段双侧腰椎间盘突出症[J]. 中国骨伤, 2018, 31(11): 1041-1045.
DENG HL, GAO WJ, ZHU JW, et al. Percutaneous transforaminal endoscopic TESSYS technique for the treatment of bilateral lumbar disc herniation in single segment[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2018, 31(11): 1041-1045. Chinese with abstract in English.
- [9] 张毕, 胡玲, 钟红发, 等. 椎间孔镜下球囊扩张减压治疗退变性腰椎椎间孔及侧隐窝狭窄的临床研究[J]. 中国医学创新, 2020, 17(2): 56-59.
ZHANG B, HU L, ZHONG HF, et al. Clinical study of balloon dilatation and decompression under intervertebral foramen in the treatment of degenerative lumbar intervertebral foramen and lateral recess stenosis[J]. Zhongguo Yi Xue Chuang Xin, 2020, 17(2): 56-59. Chinese.
- [10] 张和平. 椎间孔镜微创手术治疗椎间盘突出合并腰椎管狭窄的临床效果[J]. 临床医学研究与实践, 2020, 5(3): 82-83.
ZHANG HP. Clinical effect of transforaminal endoscopic minimally invasive surgery on lumbar disc herniation complicated with lumbar spinal stenosis[J]. Lin Chuang Yi Xue Yan Jiu Yu Shi Jian, 2020, 5(3): 82-83. Chinese.
- [11] 张培, 吴小涛, 高增鑫. 侧路椎间孔镜与后路椎间孔镜治疗腰椎间盘突出症疗效比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27(15): 1355-1359.
ZHANG P, WU XT, GAO ZX. Lateral percutaneous endoscopic lumbar discectomy versus posterior micro-endoscopic discectomy for lumbar disc herniation[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2019, 27(15): 1355-1359. Chinese.
- [12] 吴海昊, 汤涛, 庞清江, 等. 经皮椎间孔镜联合硬膜外注射治疗脱出型腰椎间盘突出症[J]. 中国骨伤, 2017, 30(2): 110-114.
WU HH, TANG T, PANG QJ, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy combined with epidural injection for prolapsed lumbar disc herniation[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2017, 30(2): 110-114. Chinese with abstract in English.
- [13] 李东, 常志泳, 蔡平, 等. 经皮椎间孔镜与椎间盘髓核摘除术治疗腰椎间盘突出症的比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 9: 921-924.
LI D, CHANG ZY, CAI P, et al. Comparison of percutaneous endoscopic lumbar discectomy and microendoscopic discectomy for treatment of lumbar disc herniation[J]. Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi, 2018, 9: 921-924. Chinese.
- [14] 王明政, 郑兆君, 郑凯, 等. 椎间孔镜联合椎间孔镜治疗 L₅S₁ 椎间盘突出症[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(5): 450-452.
WANG MZ, ZHENG ZJ, ZHENG K, et al. MED instruments combined with PELD instruments for L₅S₁ disc herniation[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2020, 28(5): 450-452. Chinese.
- [15] 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.
TAN HT, HUANG SB, XIE ZL, et al. Application of navigation rod for puncture and positioning in percutaneous endoscopic lumbar discectomy[J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2017, 27(4): 339-344. Chinese.
- [16] Wu R, Liao X, Xia H. Radiation exposure to the surgeon during ultrasound-assisted transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy: A prospective study[J]. World Neurosurg, 2017, 101(5): 658-665.

(收稿日期: 2020-06-17 本文编辑: 王宏)