

ord, 2017, 18(1):215.

[2] Bhatti AB, Kim S. Role of epidural injections to prevent surgical intervention in patients with chronic sciatica: a systematic review and meta analysis[J]. Cureus, 2016, 8(8):E723.

[3] Manson NA, Mckeon MD, Abraham EP. Transforaminal epidural steroid injections prevent the need for surgery inpatients with sciatica secondary to lumbar disc herniation: a retrospective case series [J]. Can J Surg, 2013, 56(2):89-96.

[4] 王宁华. 疼痛定量评定的进展[J]. 中国临床康复, 2002, 18(6): 2738-2739.  
WANG NH. Progress in quantitative assessment of pain[J]. Zhongguo Lin Chuang Kang Fu, 2002, 18(6):2738-2739. Chinese.

[5] Marquardt G, Bruder M, Theuss S, et al. Ultra long term outcome of surgically treated far lateral, extraforaminal lumbar disc herniations: a single center series[J]. Eur Spine J, 2012, 21(4):660-665.

[6] Clifford RE, Rinoo VS, Nalini S, et al. A systematic review of diagnostic utility of selective nerve root blocks[J]. Pain Physician, 2005, 8:225-233.

[7] Cotten A, Drape JL, Sans N, et al. Societe d imagerie musculosquelettique (SIMS), Federation de radiologie interventional (FRI), and Societe francaise de radiologie (SFR) recommendations for epidural and transforaminal corticosteroid injections[J]. Diagn Interv Imaging, 2018, 99(4):219-224.

[8] 刘其桃, 吴明珑, 李玲. C 臂机引导下选择性神经阻滞治疗老年性腰腿痛的疗效观察[J]. 神经损伤与功能重建, 2017, 12(5): 421-422, 429.  
LIU QT, WU ML, LI L. Observation of the efficacy of selective neuroobstructive therapy for elderly low back and leg pain under the guidance of C-arm machine[J]. Shen Jing Sun Shang Yu Gong Neng Chong Jian, 2017, 12(5):421-422, 429. Chinese.

[9] 刘云英. 硬膜外注射甲基维生素 B<sub>12</sub> 对周围神经脱髓鞘病变的治疗效果分析[J]. 中国医药指南, 2013, 11(11):603-604.  
LIU YY. Analysis of the therapeutic effects of epidural injection of methyl vitamin B<sub>12</sub> on peripheral neurodemeal lesions[J]. Zhongguo Yi Yao Zhi Nan, 2013, 11(11):603-604. Chinese.

[10] Furman MB, Lee TS, Mehta A, et al. Contrast flow selectivity during transforaminal lumbosacral epidural steroid injections[J]. Pain Physician, 2008, 11:855-861.

[11] Manchikanti L, Sooin A, Mann DP, et al. Comparative analysis of utilization of epidural procedures in managing chronic pain in the medicare population: pre and post affordable careact[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2019, 44(3):220-232.  
(收稿日期:2020-12-19 本文编辑:王宏)

• 病例报告 •

# 机器人辅助下经皮激光汽化减压术治疗腰椎间盘突出症 1 例

张彦军<sup>1</sup>, 罗林钊<sup>2</sup>, 郭铁峰<sup>1</sup>, 魏美娟<sup>3</sup>, 杜凯然<sup>2</sup>, 刘晓雪<sup>2</sup>, 李家明<sup>2</sup>, 邓强<sup>1</sup>

(1. 甘肃省中医院, 甘肃 兰州 730050; 2. 甘肃中医药大学, 甘肃 兰州 730030; 3. 青海大学, 青海 西宁 810000)

关键词 外科手术, 计算机辅助; 机器人手术; 激光汽化; 椎间盘突出

中图分类号: R274

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.02.014

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Robot assisted percutaneous laser vaporization decompression for lumbar disc herniation: a case report** ZHANG Yan-jun, LUO Lin-zhao, GUO Tie-feng, WEI Mei-juan, DU Kai-ran, LIU Xiao-xue, LI Jia-ming, and DENG Qiang\*. \*Gansu Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730050, Gansu, China

**KEYWORDS** Surgery, computer-assisted; Robotic surgical procedures; Laser vaporization; Intervertebral disc displacement

患者,男,24岁,在校大学生,以“腰部疼痛伴右下肢疼痛3个月,左下肢疼痛1周”为主诉收治入院。患者自诉3个月前运动后出现腰部疼痛,右侧小腿外侧疼痛,入院前1周出现左侧小腿后侧疼痛,行走或坐位10 min后疼痛加重,经休息后症状无明显缓解,遂来我院就诊,查腰椎MRI示L<sub>4,5</sub>椎间盘右后

突出, L<sub>5</sub>S<sub>1</sub>椎间盘左后突出, L<sub>4,5</sub>、L<sub>5</sub>S<sub>1</sub>平面椎管狭窄。给予抗炎镇痛类及营养神经类药物口服治疗后,疼痛症状仍未明显缓解,患者及家属要求进一步治疗,门诊以腰椎间盘突出伴神经根病收住入院。入院症见:患者神志清,精神可,睡眠及食纳可,腰部疼痛,双下肢疼痛(小腿后外侧疼痛为主),行走困难,活动受限,二便可。患者既往体健,否认高血压、冠心病、糖尿病、高脂血症、脑梗死、脑出血、慢性阻塞性肺疾病、慢性胃炎、慢性肾炎其他病史,否认病毒性肝炎、

通讯作者: 邓强 E-mail: 13183199629@163.com

Corresponding author: DENG Qiang E-mail: 13183199629@163.com

结核病、伤寒、猩红热等传染病史,否认药物、食物及粉尘过敏史,未婚未育,否认家族遗传病史。专科检查:脊柱无明显侧弯及后凸畸形,腰部活动受限, $L_{4,5}$ 棘突叩压痛阳性,直腿抬高试验双侧  $40^\circ$  阳性,加强试验阳性。股神经牵拉试验阳性,闭气挺腹试验阳性。双下肢肌力:双侧髂腰肌、股四头肌、胫前肌、腓肠肌、闭目鱼肌及右拇背伸肌肌力 IV 级,左侧拇背伸肌肌力 IV-级。右足背皮肤感觉减退,余双下肢反射区皮肤感觉未见明显异常,双侧跟、膝腱反射存在,病理反射未引出,双侧足背动脉搏动可触及,视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)为 8 分(疼痛期)。

经术前讨论,结合患者症状及相关病史,另外考虑患者年龄及在校大学生,如行常规开放手术,术后恢复周期长,对患者学习、生活造成较大影响,患者及家属也表示希望进行微创手术治疗,遂为患者提供经皮激光汽化和椎间孔镜手术两种方案。患者家属要求行激光汽化减压术(percutaneous laser disk decompressor, PLDD)手术治疗,结合患者腰椎 X 线片,髂嵴较高,经讨论并征得患者及家属同意后拟行机器人辅助下经皮激光汽化减压术。患者手术前后影像资料见图 1。

手术方法:(1)术前准备。患者取俯卧位,腹部放置硅胶俯卧位架,安装骨科手术机器人,透视确定  $L_{4,5}$ 、 $L_5S_1$  椎间隙平面,术野常规消毒,铺无菌巾。(2)术中机器人规划定位。安装机器人示踪器,调整机器人机械臂,运用 3D C 形臂 X 线机(SIEMENS, 德国)扫描  $L_4$ 、 $L_5$ 、 $S_1$  椎体三维图像并发送至机器人操作系统显示屏。通过机器人操作系统(北京天智航医疗科技公司,中国)规划  $L_{4,5}$ 、 $L_5S_1$  椎间隙穿刺点、方向及深度,将利多卡因用生理盐水 1:1 稀释后,在预定穿刺点进行局部浸润麻醉,安装机器人机械臂保护套筒。根据已规划好的穿刺路线,机器人机械手臂自动伸展,机器人保护套筒精确定位在皮肤表面。(3)术中穿刺并激光汽化。以  $L_{4,5}$  棘突后正中右侧旁开 5.5 cm 为进针点与间隙平行穿刺, $L_5S_1$  棘突后正中左侧旁开 4.5 cm 为穿刺点与间隙呈  $30^\circ$  夹角,且均与皮肤成  $60^\circ$  角进行穿刺,正侧位透视示针尖位于  $L_{4,5}$ 、 $L_5S_1$  椎间盘中后 1/3 相邻终板中央,拔出穿刺针针芯,插入激光导丝(上海高品医学激光科技开发有限公司,中国),开启电源,间断激光汽化髓核。见针孔有气泡溢出,可闻及焦臭味, $L_{4,5}$  用激光量 2 515 J、 $L_5S_1$  用激光量 2 000 J,退出激光导丝,拔出穿刺针,无菌敷料压迫止血并包扎术部。术程顺利,无不良反应,将患者推回病房,卧床 24 h。

术后情况:术后第 1 天,患者双侧直腿抬高试验:右侧  $80^\circ$ ,左侧  $80^\circ$ 。第 3 天,患者在医生的帮助

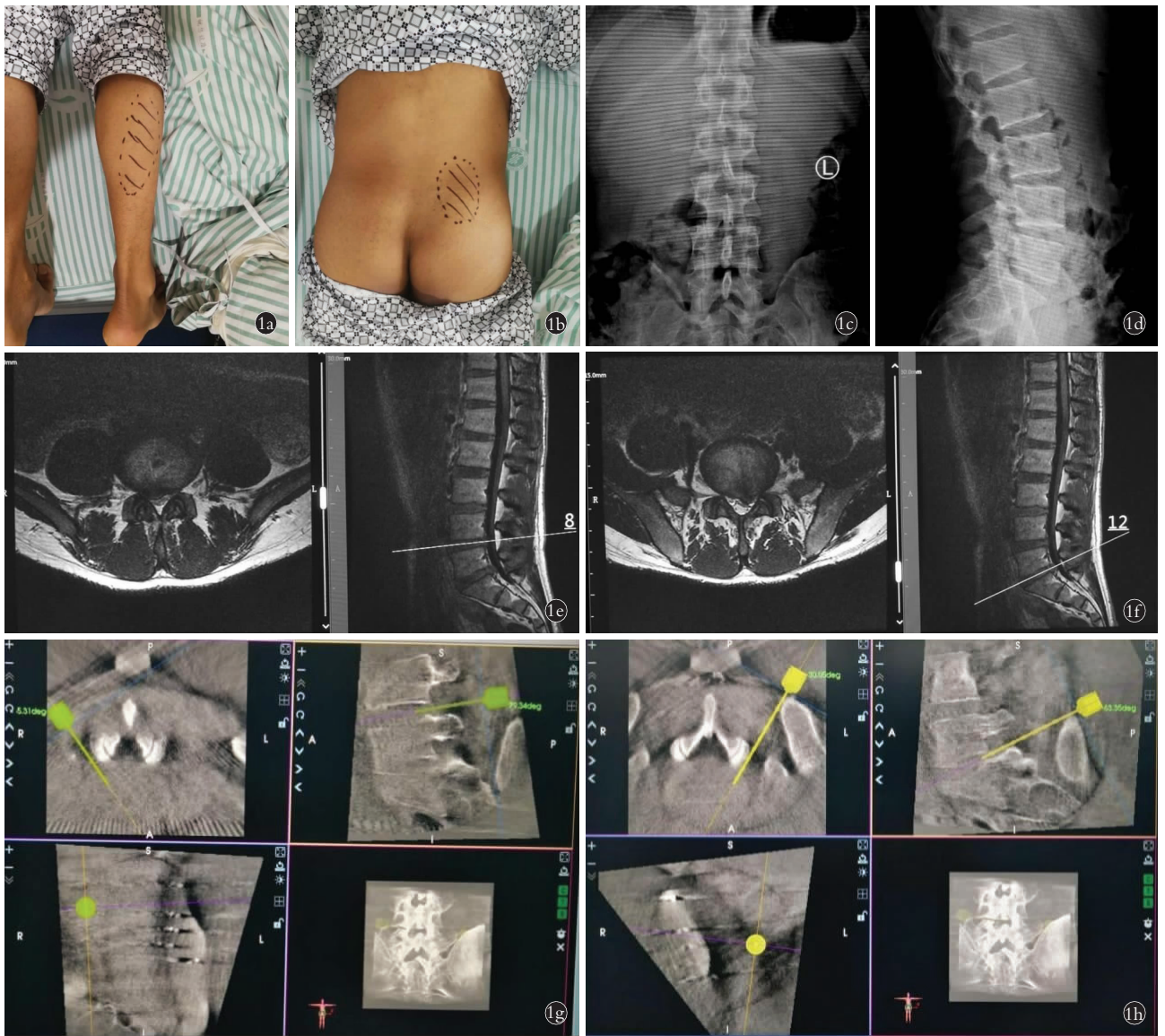
下佩戴腰围下地活动,术后 VAS 为 1 分。

## 讨论

腰椎间盘突出症(lumbar disc herniation, LDH)常规开放手术采用开窗式、半椎板式、全椎板式减压,有些合并椎间盘髓核摘除术并加之钉棒系统内固定术治疗,但开放手术存在着对患者创伤较大、术中出血多、术后恢复周期长、费用高昂等问题。近年来发展起来的经皮激光汽化减压术<sup>[1]</sup>通过穿刺针穿刺到突出髓核,导入激光光纤,进行椎间盘内髓核汽化,达到减压作用,以解除神经根脊髓刺激及压迫,是治疗 LDH 的微创外科介入技术之一,相对传统术式可保持脊柱稳定性,具有创伤小、费用低、术后恢复期时间短等优势。PLDD 在手术穿刺过程中,需借助 C 形臂 X 线机进行多次透视,才可达到最终理想的穿刺位置,术中对患者及术者辐射量大,并且整个过程依靠术者徒手穿刺,术中易对脊神经造成损害及其他手术副损伤。随着“天玑”机器人在骨科领域广泛运用,PLDD 在机器人辅助下完成精准、微创手术成为可能。

计算机辅助导航系统的发展:1992 年 Sautot 等<sup>[2]</sup>研发了第 1 台为脊柱外科领域的手术机器人,虽然未能应用于临床,但其将影像学与导航技术相结合的理念被后续机器人所沿用。直到 Beutler 等<sup>[3]</sup>在 2012 年在达芬奇机器人辅助下完成了首例腰椎手术,2016 年由 Tian 等<sup>[4]</sup>研发的骨科机器人系统应用于骨科手术,运行由其机器人操作系统、示踪器、红外位置传感器组成并配合 3D C 形臂 X 线机完成,骨科机器人可通过 C 形臂将人体骨骼形成三维立体化影像传输至机器人操作系统,术者进行术前规划,之后安装示踪器,并在红外位置传感器及机械臂的配合下定位到准确位置后,由术者根据定位完成之后的手术操作,其优势在于能够突破人手、眼局限,辅助完成高精度度的手术。

脊柱微创术式的发展:在 LDH 手术治疗的过程中,为有效避免传统开放手术带来的问题,许多微创手段的手术方法快速发展。早期有人<sup>[5]</sup>将激光光导纤维汽化技术热切割应用于脊柱疾患的治疗并取得良好的临床效果。Fontanella<sup>[6]</sup>在 1999 年报道椎间盘镜技术作为一种新兴的脊柱微创技术在临床上取得了良好的治疗效果,手术治愈率达 97%,其技术通过小切口分离椎旁肌,暴露椎板,扩张管穿过椎板,建立工作通道,进行减压。德国脊柱外科医生 Hoogland 等<sup>[7]</sup>于 1992 年设计了一种用于椎间孔的细环锯,随着之后产品的不断升级发展形成了完整的椎间孔镜技术,其脊柱内镜通过椎间孔到达椎管内,内置摄像头、光源、进出水口和工作通道,外置显示屏幕,在可



**图 1** 男性患者,24 岁,腰椎间盘突出症 **1a,1b**. 术前 3 d 查体,疼痛区域为腰部、右侧小腿外侧,并做标识 **1c,1d**. 术前正侧位 X 线片示腰椎无明显侧弯或后凸,腰部生理曲度存在,髂嵴较高,横平 L<sub>4</sub>(接近椎体上缘) **1e**. 术前 MRI 示 L<sub>4,5</sub> 椎间盘左后突出 **1f**. 术前 MRI 示 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 椎间盘右后突出 **1g**. 术中在机器人系统辅助下做 L<sub>4,5</sub> 椎间隙穿刺点、方向及深度规划 **1h**. 术中在机器人系统辅助下做 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 椎间隙穿刺点、方向及深度规划

**Fig.1** A 24-year-old male patient with lumbar intervertebral disc herniation **1a,1b**. Physical examination at 3 days before the operation, the pain areas were the waist and the right leg, which were marked **1c,1d**. Preoperative AP and lateral X-ray films showed that there was no obvious scoliosis or kyphosis of the lumbar spine, physiological curvature of the lumbar spine existed, the iliac crest was high and horizontal to L<sub>4</sub>(reach the upper edge of the vertebral body) **1e**. Preoperative MRI showed left posterior herniation of L<sub>4,5</sub> intervertebral disc **1f**. Preoperative MRI showed right posterior herniation of L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> intervertebral disc **1g**. The puncture point, direction and depth of L<sub>4,5</sub> intervertebral space were planned with the assistance of robot system **1h**. The puncture point, direction and depth of L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> intervertebral space were planned with the assistance of robot system

视化通道中进行操作。

本次术式通过机器人与经皮激光汽化术相结合,治疗腰椎间盘突出症,具有最大限度微创化和高精度的优势。(1)最大限度的微创化:上述微创手术方法皆是规避了传统开放手术大切口的术式,采用为小切口或经皮穿刺建立通道,镜下技术则是加大套管扩大工作通道,再运用特殊的器械和装置,在影像仪器监视下,到达责任间隙或腰椎间盘髓核突

出的位置,通过椎间盘内减压、摘除突出髓核等不同手段,达到松解神经根、解除压迫的目的,力求以最小的医源性损伤,实施最有效的治疗目的。本篇报告中采用的 PLDD 术式,通过将直径为 1 mm 的穿刺针穿刺到突出的髓核内,导入激光光纤,利用激光的高能量生物效应,将椎间盘汽化、凝固、回缩减压,以解除神经根刺激及压迫,相比脊柱内镜与椎间盘镜,具有无瘢痕、低创伤、见效快、术后恢复快的优势。并且

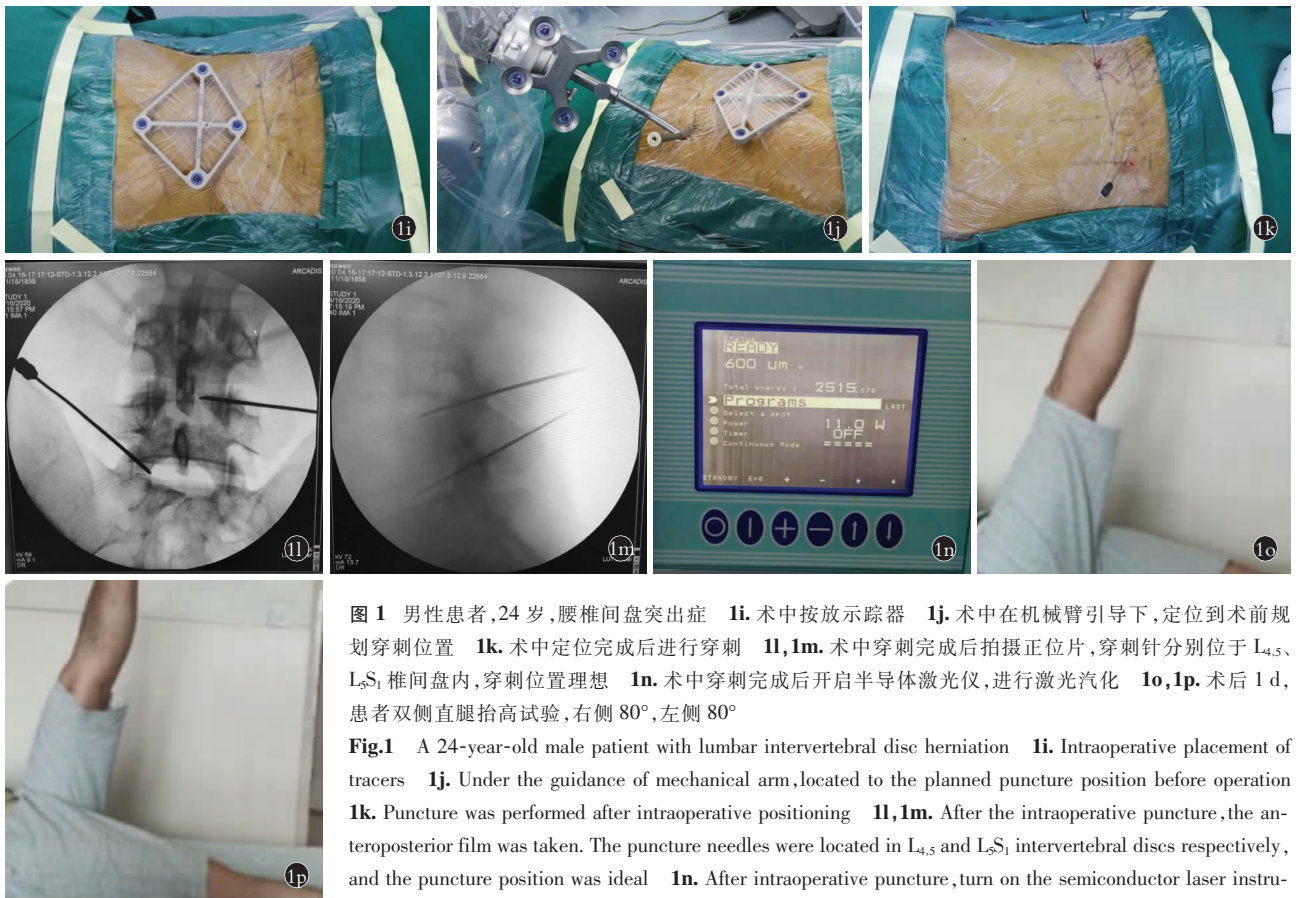


图 1 男性患者,24 岁,腰椎间盘突出症 1i. 术中按放示踪器 1j. 术中在机械臂引导下,定位到术前规划穿刺位置 1k. 术中定位完成后进行穿刺 1l,1m. 术中穿刺完成后拍摄正位片,穿刺针分别位于 L<sub>4,5</sub>、L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 椎间盘内,穿刺位置理想 1n. 术中穿刺完成后开启半导体激光仪,进行激光汽化 1o,1p. 术后 1 d,患者双侧直腿抬高试验,右侧 80°,左侧 80°

Fig.1 A 24-year-old male patient with lumbar intervertebral disc herniation 1i. Intraoperative placement of tracers 1j. Under the guidance of mechanical arm,located to the planned puncture position before operation 1k. Puncture was performed after intraoperative positioning 1l,1m. After the intraoperative puncture,the anteroposterior film was taken. The puncture needles were located in L<sub>4,5</sub> and L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> intervertebral discs respectively, and the puncture position was ideal 1n. After intraoperative puncture,turn on the semiconductor laser instrument for laser vaporization 1o,1p. One day after operation,the patient's bilateral straight leg elevation test,

right 80° and left 80°

在常规脊柱手术中,需要在术中经过反复的运用 C 形臂 X 线透视,对患者及医护人员造成的辐射量大,本次报道病例中在穿刺后仅在术部进行一次正侧位摄片,进一步减少了对医护人员的射线辐射损伤。(2)高精度度:上述脊柱微创术式中,在穿刺的过程中均为徒手穿刺,穿刺的位置及深度无法得到保证,并易在穿刺的过程中造成损伤神经及血管等手术副损伤。因此需要在术中寻找准确的定位点是脊柱外科乃至骨科手术需要突破的关键技术要点。

目前对计算机导航系统运用到脊柱微创术式中报道较少,本篇报告通过在机器人辅助系统下,可精确定位到穿刺位置,PLDD 的技术关键点在于穿刺的位置及深度,机器人具有的高精度度和良好的稳定性为其创造了良好条件。

经过文献检索及查新,本次在机器人辅助下经皮激光汽化减压术是国内乃至国际范围内的首次报道,机器人辅助下行 LDH 微创手术是治疗 LDH 的新思路和新方法,并同时拓宽了在机器人辅助下行骨科微创手术的应用范围。

#### 参考文献

[1] Choy, Daniel SJ. Percutaneous laser disc decompression (PLDD): a

first line treatment for herniated discs [J]. Surgery, 2001, 19(1): 1-2.

[2] Sautot P, Cinquin P, Lavallee S, et al. Computer assisted spine surgery: a first step toward clinical application in orthopedics [C]. 1992 14th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. 1992: 1071-1072.

[3] Beutler WJ, Peppelman WC Jr, Dimarco LA. The da Vinci robotic surgical assisted anterior lumbar interbody fusion: technical development and case report [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2013, 38(4): 356-363.

[4] Tian W, Fan MX, Liu YJ. Robot-assisted percutaneous pedicle screw placement using three-dimensional fluoroscopy: a preliminary clinical study [J]. Chin Med J (Engl), 2017, 130(13): 1617-1618.

[5] Tassi GP, Choy DSJ, Hellinger J, et al. Percutaneous laser disc decompression (PLDD): experience and results from multiple centers and 19,880 Procedures, May 31, 2010 [C]. American Institute of Physics Conference Series.

[6] Fontanella A. Endoscopic microsurgery in herniated cervical discs [J]. Neurol Res, 1999, 21(1): 31-38.

[7] 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): 890-897.

(收稿日期: 2021-04-20 本文编辑: 王宏)