

## 后路经皮脊柱内镜减压术治疗神经根型颈椎病 42 例

刘鏐<sup>1△</sup> 方杰<sup>2</sup> 李涛<sup>1</sup> 李莹<sup>1</sup> 吴从俊<sup>1</sup>

**[摘要]** 目的:观察后路经皮脊柱内镜减压术治疗神经根型颈椎病的临床疗效,并记录评价指标为该技术的有效性和安全性研究提供参考。方法:于 2015 年 3 月至 2020 年 1 月,对 42 例确诊为神经根型颈椎病的病例,在全麻下采取后路经皮脊柱内镜减压术。其中 5 例 C<sub>4~5</sub>,28 例 C<sub>5~6</sub>,9 例 C<sub>6~7</sub>;年龄 32~71 岁,平均 45 岁;统计术前及术后 1 d、2 周、3 个月、6 个月、12 个月各时间节点患者颈肩及上肢 VAS 评分和颈椎病 JOA 评分,并进行统计学分析,末次随访采用改良 MacNab 标准评价该术式临床疗效。术后均复查颈椎 MRI、CT(平扫+三维重建+三维成像),观察施术节段椎间稳定性、椎间塌陷及复查颈椎 MRI、CT(平扫+三维重建+三维成像),观察施术节段椎间稳定性、椎间塌陷及退化增生改变情况。结果:所有患者施术顺利并获得 12 个月以上随访,术前神经系统机械性压迫症状得到缓解,短期随访 2 例患者残余颈项部轻度疼痛,3 例残余轻微手部麻木症状,1 例出现下肢脊髓症状。对术前与术后随访各时间点颈肩及上肢 VAS 评分和颈椎病 JOA 评分数据进行统计学分析,术前术后比较差异有统计学意义( $P<0.05$ )。依据改良 MacNab 疗效评定标准评估其临床疗效,其中优 34 例,良 6 例,可 2 例,差 0 例。术后复查相关颈椎 MRI、CT 平扫+三维重建提示责任节段脱出髓核、增生黄韧带、Luschka 关节和关节突关节等骨性增生皆获得充分清除,神经根及硬膜囊周围组织松解彻底,近期颈椎系统序列无明显改变,未出现明显稳定性降低和(或)椎间隙塌陷,未新发骨性或软组织增生。结论:后路经皮颈椎内镜技术有稳定可靠的临床近中期疗效,术中提供清晰和灵活的水介质视野,保证了施术安全性和充分性,规避了传统开放手术对正常组织器官的干扰,不破坏正常椎间盘组织,神经组织侵袭少,该技术对传统神经根型颈椎病诊疗思路的转变有实际参考价值。

**[关键词]** 神经根型颈椎病;后路经皮颈椎内镜技术;颈椎管减压

**[中图分类号]** R681.5 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1005-0205(2021)09-0069-05

## Treatment of Cervical Spondylotic Radiculopathy Adopting the Releasing of Nerve Root by Posterior Percutaneous Endoscopic Cervical Discectomy: 42 Cases Report

LIU Liu<sup>1△</sup> FANG Jie<sup>2</sup> LI Tao<sup>1</sup> LI Ying<sup>1</sup> WU Congjun<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Minimally Invasive Spine, Hubei 672 Orthopaedics Hospital of Integrated Chinese & Western Medicine, Wuhan 430079, China;

<sup>2</sup> Wuhan City Caidian Hospital of Traditional Chinese Medicine, Wuhan 430101, China.

**Abstract Objective:** To observe actual clinical efficacy and safety of posterior percutaneous endoscopic cervical discectomy in the treatment of cervical spondylotic radiculopathy. **Methods:** A total of 42 patients with cervical spondylotic radiculopathy diagnosed in our hospital were treated by posterior percutaneous endoscopic cervical discectomy PPECD from March 2015 to January 2020. Among them, 5 cases were C<sub>4~5</sub>, 28 cases were C<sub>5~6</sub>, and 9 cases were C<sub>6~7</sub>. They were aged from 32 to 71 with 45 years old on average. JOA and VAS scores of the patients were recorded before and 1 d, 2 weeks, 3

months, 6 months and 12 months after surgery. Modified MacNab recorded in the last follow-up to evaluate its clinical efficacy. Postoperative MRI and CT of the cervical spine were reexamined to observe the intervertebral stability, intervertebral collapse and degeneration and hyperplasia of the operative segment. **Results:** All patients were successfully

基金项目:武汉市临床医学科研项目(WX20D19)

<sup>1</sup> 湖北六七二中西医结合骨科医院(武汉,430079)

<sup>2</sup> 武汉市蔡甸区中医院

<sup>△</sup>通信作者 E-mail: babycow\_ll@hotmail.com

operated and followed up for 1 year. The preoperative mechanical compression symptoms of the nervous system were relieved. During short-term follow-up, 2 patients showed mild residual neck pain, 3 patients showed minor residual hand symptoms, and 1 patient had lower limb spinal cord symptoms. JOA and VAS scores were compared between preoperative and postoperative among the time points, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). The clinical efficacy was evaluated according to the modified MacNab efficacy evaluation criteria, among which 34 cases were excellent, 6 cases were good, 2 cases were fair, and 0 cases was poor. Postoperative MRI and 3D CT reconstruction of the cervical spine indicated that the nerve roots and the surrounding dural sac were absolutely cleaned, the nervous system tissue was completely released, the recent cervical system sequence was not significantly changed, the degeneration was not obvious, and there was no significant stability reduction or intervertebral collapse. **Conclusion:** Posterior percutaneous endoscopic cervical discectomy has stable and reliable clinical curative effect in short-term and medium-term following up. It provides clear vision during the operative, and flexible view under water ensures the operation safety and sufficiency, effectively avoid the traditional open surgery disturbance to the normal tissues and organs, does not destroy normal intervertebral disc tissue, less nerve tissue invasion. It has practical reference value to the traditional of the transition of the idea of diagnosis and treatment on cervical spondylotic radiculopathy.

**Keywords:** cervical spondylotic radiculopathy; posterior percutaneous endoscopic cervical discectomy; releasing of nerve root

神经根型颈椎病 (Cervical Spondylotic Radiculopathy, CSR) 的治疗难点在于如何平衡正常组织侵扰、破坏和有效神经根探查减压之间的关系, 达到小创伤、少干扰、高疗效的目标<sup>[1]</sup>。后路经皮颈椎内镜技术 (Posterior Percutaneous Endoscopic Cervical Discectomy, PPECD) 在颈椎退行性疾病中的运用越来越受到业界的关注, 临床报道的施术量逐年增加, 其手术适应证也在不断扩大, 该技术为此类疾病的治疗提供了一个新的解决方案。搜集我院自 2015 年 3 月至 2020 年 1 月开展该技术以来, 42 例神经根型颈椎病接受 PPECD 技术病例相关资料, 现总结报告如下。

## 1 临床资料

### 1.1 一般资料

回顾性选取本院从 2015 年 3 月至 2020 年 1 月确诊为神经根型颈椎病的患者 42 例, 其中男 23 例, 女 19 例; 5 例 C<sub>4~5</sub>, 28 例 C<sub>5~6</sub>, 9 例 C<sub>6~7</sub>; 年龄 32~71 岁, 平均 44.6 岁。病程 4 周~3 个月, 平均 1.2 个月。临床症状主要以单侧颈肩部疼痛, 同时伴有肩胛和(或)上肢放射性疼痛、乏力感, 上肢及手部麻木。进食试验(+), 对应节段神经支配区皮感、肌力异常。其中 2 例伴有下肢步态迟钝, 偶发大、小便自控能力降低。患者病史、症状、体征及相关影像学检查(颈椎 X 线、MRI、CT、肌电图)等符合 CSR 诊断标准。在全麻下采用经皮颈椎后路内镜技术完成颈椎间盘摘除、神经根分离松解及椎管扩大成形等减压工作。本研究选取病例皆经湖北六七二中西医结合骨科医院伦理委员会审批通过。所有手术均由同一名高年资主任医师完成。

### 1.2 纳入标准

由于颈椎间盘突出、关节突增生、黄韧带增生肥厚所致, 以神经根受压为主病例, 临床表现为颈项部疼痛、肩胛和(或)上肢放射性疼痛, 同时伴神经支配区域

麻木、乏力等症状, 病史迁延反复, 或急性发作痛感剧烈, 严重影响日常生活起居。

### 1.3 排除标准

1) 严重内科相关疾病, 伴有呼吸道通气障碍、恶性高血压病等, 无法耐受麻醉者。2) 潜在周围神经病变者。3) 术前影像学提示存在颈椎失稳甚至滑脱、颈椎椎间感染及存在椎管占位性病变可能。4) 既往颈椎责任节段手术史者。

### 1.4 手术器械

采用德国 Joimax CESSYS 颈椎后路内镜系统, 双极射频刀头为美国 Elliquence® Bipolar System, 动力系统采用贵州梓锐® 镜下电动磨钻。

## 2 方法

### 2.1 手术方法

全麻下施术, 患者取俯卧体位。轻度头高足低位, 以托架配合胶布稳定头颈部并保持颈椎适度张力牵引, 使颈椎处于稍屈曲。以术中 X 线透视标记预施术节段, 选择进针点位于椎板上、下关节突内侧缘处 (V 点)。穿刺针应尽可能落于骨面并时刻注意穿刺深度, 避免误入椎管, 切开皮肤约 0.7 cm (应仅切皮而不可多破坏项背部筋膜), 逐级扩张, 沿扩张器置入工作管, 使工作管尖端位于上、下关节突内侧缘, 再次透视确认工作位置及深度, 完成工作通道建立。置入颈椎后路镜, 双极射频刀头清除附着于椎板表面的残余软组织纤维, 充分止血。利用镜下动力磨钻, 按照上位椎板上缘-下关节突内缘-上关节突内缘-下位椎板上缘的顺序小心磨除外层骨板及松质骨, 范围约 4~6 mm, 内层骨板宜采用镜下枪钳咬除, 修整边缘, 祛除增生或钙化黄韧带组织, 充分解除背侧骨性压迫, 形成直径约 7~10 mm 后路骨性通道, 注意向外磨除不可超过关节突关节 1/2。在旋转深入工作通道时, 工作鞘叶不

建议进入椎管内。观察椎管内硬膜囊、神经根分布情况时,常可在神经根管入口处见神经根表面为一层质韧的系膜所覆盖固定,以神经探匙小心仔细辨别分离该系膜,同时观察神经根表面张力及充血水肿情况,避免过度牵拉和撕裂神经鞘膜。探查神经根腋下、肩上,若此时神经根张力仍较大不可强行探查其腹侧,找到突出纤维环及髓核,直视下摘除髓核组织,完成 360°神经根松解,射频刀头烧灼皱缩纤维环破口。旋转内镜自内向外探查神经根管入口。整个减压松解应确保神经根及硬膜囊表面张力降低,神经根活动度增大,椎间隙无游离髓核组织(见图 1)。停水观察镜下视野内是否存在活动性出血,视术中出血情况决定是否放置引流管。拔除内镜,切口处皮肤予一针缝合,无菌敷料粘贴覆盖。

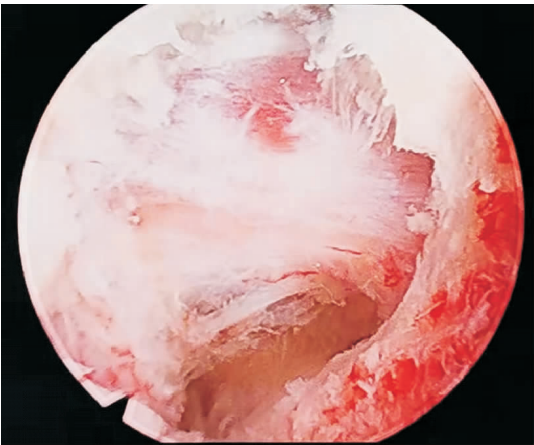


图 1 清晰的镜下视野,可直观看到神经鞘膜被剥离,神经根腋下减压,椎间隙髓核已清除

2.2 术后治疗

术后常规予以脱水、营养神经、止痛对症治疗,视野内出血较多者 48 h 内注射抗生素。卧床休息 12~24 h 后佩戴颈围下床活动。平均约术后 6 d 出院。出

表 1 VAS 及 JOA 评分结果多时间点测量单因素方差分析( $\bar{x} \pm s, n=42$ ,分)

评分	术前 1 d	术后				F	P
		1 d	2 周	3 个月	12 个月		
平均 VAS <sup>1)</sup>	8.96±0.53	2.32±0.36	1.98±0.29	1.25±0.38	1.24±0.27	370.67	<0.05
平均 JOA <sup>2)</sup>	8.47±1.23	15.23±1.69	18.35±1.43	23.21±1.33	24.55±0.88	447.67	<0.05

注:1)方差齐性检验, $P=0.00<0.05$ ,方差不齐;单因素方差分析采用 Tamhane's  $T_2$  检验;总体比较  $P<0.05$ ,差异有统计学意义。5 个时间点测量结果比较值均 $<0.05$ ,差异有统计学意义。2)方差齐性检验, $P=0.23>0.05$ ,方差齐;单因素方差分析采用 LSD 检验;总体比较  $P<0.05$ ,差异有统计学意义。5 个时间点测量结果比较值均 $<0.05$ ,差异有统计学意义。

3.2 术后 12 个月使用改良 MacNab 标准评价患者生活功能情况

1)37 例术前症状完全消失,恢复原来的工作及生活(优);2)4 例残余轻微颈肩部症状,颈项部活动轻度或无明显受限,对工作生活无影响(良);3)1 例术前症状有所减轻,对日常正常工作及生活存在少量影响(可);4)未出现症状及功能皆无改善病例(差)。

院后维持患者高分子软性颈托佩戴 3~4 周。本组病例中 2 例放置引流管,术后观察引流管 48 h 引流量皆少于 10 mL,拔管加压包扎处理。

2.3 观察指标及疗效评估

记录术前与术后 1 d、2 周、3 个月、6 个月、12 个月各时间节点颈肩及上肢 VAS 评分和颈椎病 JOA 评分数据,分别进行统计学分析。末次随访采用改良 MacNab 标准评价该术式临床疗效。术后复查颈椎 MRI、CT 平扫+三维重建,术后 2 周观察责任节段脱出髓核、增生黄韧带、Luschka 关节和关节突关节等骨性增生清除情况,术后 12 个月随访影像观察施术节段椎间稳定性、椎间塌陷及退化增生改变情况。

3 结果

3.1 所有病例均顺利完成手术

皮肤切口平均为 6~10 mm;手术操作时长为 42~120 min,平均为 59.6 min;术中取出髓核量为 0.5~0.8 g,平均为 0.63 g;下床时间为术后 12~24 h;术后住院时间为 5~14 d,平均为 6.5 d。42 例均未发生严重并发症,术中均未出现硬脊膜撕裂、神经根损伤断裂,术后未出现迟发性椎间隙感染。2 例镜下出血,考虑损伤椎管内静脉,予凝胶海绵压迫后,放置引流管,观察术后 48 h 引流量少于 10 mL 拔管。1 例术后出现下肢脊髓症状,双下肢运动、感觉障碍,观察 12 h 缓解不明显,转而行颈椎后路椎管成形术,术后下肢症状逐渐恢复,12 个月后下肢感觉肌力恢复至术前水平。42 例均获得 12 个月以上随访,无复发病例。VAS 评分均明显降低,评分结果的多时间点测量的单因素方差分析,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),见表 1。术前与术后末次随访肢体运动及感觉功能 JOA 评分相比较均显著升高,采用 JOA 评分结果的多时间点测量的单因素方差分析,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),见表 1。

3.3 复查术后相关颈椎 MRI 及 CT

平扫+三维重建+三维成像提示责任节段脱出髓核、增生黄韧带、Luschka 关节和关节突关节等骨性增生皆获得充分清除,神经根及硬膜囊周围组织松解彻底(见图 2)。术后影像学提示颈椎系统序列无明显改变,并未出现明显稳定性降低和(或)椎间隙塌陷,未新发骨性或软组织增生(见图 3)。

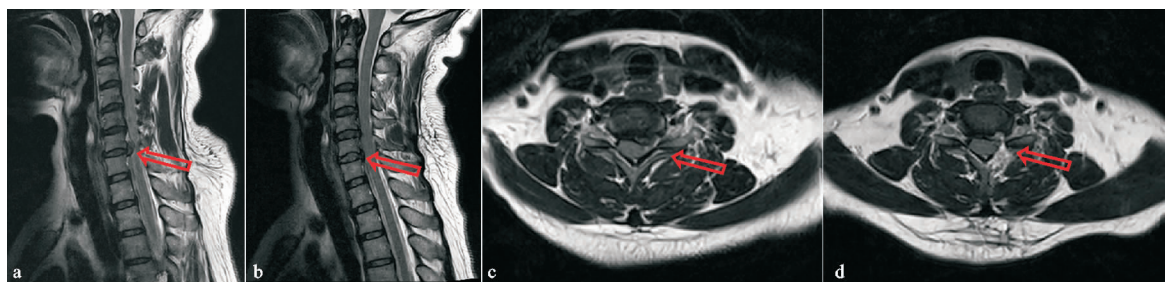


图2 术前术后对比 MRI 影像情况(a, c 为术前影像; b, d 为术后影像)

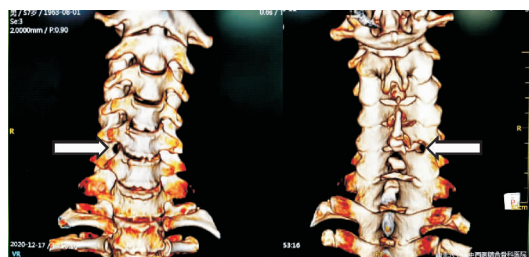


图3 术后 CT 显示椎间稳定性良好, 未见明显退变增加或失稳情况

## 4 讨论

### 4.1 CSR 治疗方案的选择和安全有效性

神经根型颈椎病作为一种退行性疾病, 临床大多为多因素致病致症。除传统观点认为的椎间盘突出和(或)游离髓核脱出直接卡压刺激神经根的致病因素外, 神经根管骨性增生、黄韧带增生钙化、神经鞘膜牵张<sup>[2]</sup>等因素同样不可忽视。根据颈神经根解剖学结构, 其可分为椎管内段、椎间孔段、椎动脉段、横突颈神经沟段<sup>[3]</sup>。除横突颈神经沟段, 在其行走的各段均有可能受到卡压, 且多与 Luschka 关节和关节突关节有关, 黄韧带增生甚至钙化也与部分卡压形成相关。Sebastian Ruttum 等<sup>[4]</sup>报道后路经皮脊柱内镜下颈椎髓核摘除术有与显微镜下颈椎前路手术相当的临床疗效, 但前者具有手术并发症少、术后康复周期短等方面的显著优势。笔者认为 PPECD 符合精准医疗的理念, 术前可根据病例实际情况设计工作路径, 让直接、准确、高效、少创的治疗选择成为可能。其主要优势在于能够同时解决包括关节突关节增生、黄韧带增生钙化、突出或游离髓核组织、增生纤维环等, 获得椎管及神经根管的充分减压。而完成以上工作, 是基于约 7 mm 手术切口且无需进一步剥离颈后软组织, 无椎旁肌血供破坏和失神经支配之虞, 故术后软组织并发症可能性更小。其次, 经皮脊柱内镜系统处理颈椎还有安全性和有效性方面的优势。颈椎管相较于胸腰段更狭小且内部结构复杂, 视界上变焦放大的镜下水介质组织间隙比远距离的肉眼观察更清晰, 故器械误伤重要神经血管组织的风险更小。灵活的视野能够深入到开放手术无法观察的区域, 一定程度上弥补了开放前路减压或后路开窗术式的局限。

### 4.2 “锁孔”建立对椎间稳定性的影响

孙兆忠等<sup>[3,5]</sup>对颈椎“锁孔”(Key-hole)技术安全性及脊柱稳定性的影响曾做过深入研究, 实验及统计学研究表明, PPECD 技术在严格遵循关节突关节磨除比例基础上有较为可靠的安全性, 后期施术节段稳定性并未出现明显异常。本组病例末次随访结果基本符合该研究结论, 42 例病例未出现明显椎间失稳和塌陷, “锁孔”在 12 个月时明显愈合, 而由于该区域内黄韧带增生层已祛除, 故再未见新的黄韧带组织出现。杨学军等<sup>[6]</sup>统计对比 PECD 与 ACDF 术后 3 个月 NDI、ROM 及 Macnab 等指标后, 认为两者皆有稳定的临床疗效, 但 PECD 对于颈椎生理曲度恢复不及 ACDF, 而保留颈椎活动度方面优于后者。本研究 12 个月随访结果与上述结论相似, 42 例患者未发现椎间明显失稳情况, 颈颈部活动单元保留, 活动度仍存在。椎管内壁及黄韧带起止点应作为重要的成形范围参考。上、下椎板咬除时见黄韧带组织已游离则不应再继续扩大, 而“锁孔”向外成形时应谨记时刻观察椎管内壁位置, 镜下枪钳避免盲目伸向神经根管方向, 不引起骨结构破坏是维持椎间稳定的基础。

### 4.3 PPECD 的相关并发症

术后出现脊髓损伤症状是需要重视的并发症。蒋毅等<sup>[7]</sup>报道 1 例 PPECD 术后出现类 Brown-Séquard Syndrome 病例, 认为颈椎椎管容积有限, 同时脊髓耐受性远低于马尾神经, 故有别于腰椎经皮内镜手术 (PELD), PPECD 术中应尽可能避免过度挤压、骚扰神经组织。本组中出现一例术后脊髓功能异常病例, 该患者术前 MRI T<sub>2</sub> 影像受累节段脊髓信号高于正常, 麻醉苏醒后下肢主要肌群肌力明显下降, 剑突以下浅感觉减退, 即刻复查 MRI, T<sub>2</sub> 影像显示施术节段脊髓信号较术前增高, 考虑术前已存在一定程度神经脱髓鞘反应, 术中工作鞘管对脊髓组织推挤骚扰加重了神经组织损伤退变进程, 故未选择观察而立即行后路减压椎管成形术, 术后甲泼尼龙琥珀酸钠针冲击治疗并维持使用 5 d, 观察肌力感觉逐渐恢复, 术后 12 个月复查下肢肌力为 V 级, 躯体及下肢浅深觉正常。笔者认为 PPECD 在技术设计上即不允许工作鞘进入椎管内, 尤其是使用 6.3 mm 外径甚至更大管径镜体施术



时,鞘叶应始终确保不超过椎板。

术中出血是 PPECD 的常见风险<sup>[8]</sup>,由于持续卡压狭窄状态致椎管内压增高,多静脉回流障碍,故 Batson 静脉丛出现曲张可能性大。镜下减压过程中,神经根腹侧椎管前壁及关节突关节内壁由于视野遮挡,是误伤静脉丛而导致出血的高危区域<sup>[9]</sup>。该区域出血压力高、出血量大,红屏后无法利用双极射频凝止,应立即关水停止施术,首先以团块状凝胶海绵经内镜工作通道置入术区初步止血,进而迅速退出镜体后,经工作管进一步填塞凝胶海绵止血。椎动脉损伤(Vertebral Artery Injury, VAI)亦是不可忽视的一项术中风险<sup>[10]</sup>,在背侧关节突关节磨除 1/2 后,垂直下前方即为钩椎关节,而椎动脉内缘距离硬膜囊神经根发出部约 4.5~8.0 mm,平均 6 mm<sup>[11]</sup>,故由骨窗深面向外,大于 4 mm 即有损伤椎动脉风险(一把椎板咬骨钳钳口的长度),所以针对神经根走行椎间孔段到椎动脉段施术时,应以神经剥离匙及探钩小心仔细分离探查为主,尽可能避免髓核钳盲抓,同时应在术前做好 VAI 抢救处理预案。

本研究病例皆取得了满意的近期临床疗效,与其他中心研究结果相类似<sup>[12-13]</sup>。PPECD 技术能在最大限度上减少颈后软组织侵扰,无需长节段剥离坚韧的颈项筋膜和肌肉,也无前路手术对椎间隙骚扰而加重椎间盘退变风险,神经根全段皆能获得有效的减压和松解,为神经根型颈椎病治疗提供了一个合理、有效、安全的解决方案。

## 参考文献

- [1] TACCONI L, BOBICCHIO P. Preliminary results of a novel pure endoscopic procedure in the treatment of degenerative lumbar spinal disorders: double endoscopic technique[J]. J Neurosurg Sci, 2018, 21(1): 51-57.
- [2] KAGAWA E, NIMURA A, NASU H, et al. Fibrous connection between cervical nerve and zygapophysial joint and implication of the cervical spondylotic radiculopathy[J]. Spine, 2020, 12(17): 23-34.
- [3] 孙兆忠, 郑振阳, 李瑞, 等. 经皮颈椎后路内窥镜术安全性的应用解剖学[J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25(7): 652-656.

- [4] RUETTEN S, KOMP M, MERK H, et al. Full-endoscopic cervical posterior foraminotomy for the operation of lateral disc herniations using 5.9-mm endoscopes: a prospective, randomized, controlled study[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33(9): 940-948.
- [5] 刘鑫, 孙兆忠, 程艳, 等. 颈椎后路经皮内镜开窗安全性 3D-CT 分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(3): 247-251.
- [6] 杨学军, 梁鹏展, 陈晓东, 等. 颈椎后路经皮内镜椎间盘切除术对单节段神经根型颈椎病患者 NDI 指数与 ROM 的影响. 临床研究[J]. 中国医学创新, 2020, 17(27): 32-36.
- [7] 袁帅, 蒋毅, 左如俊, 等. 颈椎后路经皮内镜下椎间盘切除术后脊髓损伤 1 例报道[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2020, 30(2): 188-192.
- [8] BADIEE R K, MAYER R, PENNICOOKE B, et al. Complications following posterior cervical decompression and fusion: a review of incidence, risk factors, and prevention strategies[J]. Spine Surg, 2020, 6(1): 323-333.
- [9] 赵馨扬, 于胜波. 颈椎静脉丛的解剖特点及其临床意义[J]. 中国临床解剖学杂志, 2017, 35(5): 593-595.
- [10] URBANSCHITZ L, MERAT S, BENSLER S, et al. Cervical disc degeneration reduces distance between vertebral artery and surgical landmarks[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2021, 200: 106332.
- [11] PAOLINI S, LANZINO G. Anatomical relationships between the V<sub>2</sub> segment of the vertebral artery and the cervical nerve roots[J]. J Neurosurg Spine, 2006, 5(5): 440-442.
- [12] YAO S D, OUYANG B P, LU T S, et al. Treatment of cervical spondylotic radiculopathy with posterior percutaneous endoscopic cervical discectomy: short-term outcomes of 24 cases[J]. Medicine (Baltimore), 2020, 99(20): 9-22.
- [13] REN J B, LI R, ZHU K, et al. Biomechanical comparison of percutaneous posterior endoscopic cervical discectomy and anterior cervical decompression and fusion on the treatment of cervical spondylotic radiculopathy[J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14(1): 71-79.

(收稿日期: 2021-01-14)