

## •综述•

## 经皮后路脊柱内镜治疗神经根型颈椎病研究进展

王凯 房格 赵振鉴 王永峰

**摘要** 经皮后路脊柱内镜是近年来治疗神经根型颈椎病的热点。该术式能保留大部分生理结构,对患者颈部生理曲度影响小,生物力学整体性能最接近正常颈椎。同时,采用该术式可以避免误伤气管、食道、颈动脉等颈前邻近组织,避免术后喉头水肿压迫气管引起急性窒息的风险,因此该术式已被广大外科医生所接受。该文对经皮后路脊柱内镜治疗神经根型颈椎病研究进展进行综述。

**关键词** 神经根型颈椎病;经皮内镜下颈椎前路椎间盘切除术;经皮内镜下颈椎后路椎间盘切除术

**DOI:** 10.3969/j.issn.1673-7083.2022.05.010

神经根型颈椎病(CSR)是因颈椎退行性改变而引起的常见疾病,发病率占颈椎病的半数以上,患者常因突出的髓核或增生的骨赘压迫硬膜囊及神经根而产生相应症状。颈椎前路椎间盘切除融合术(ACDF)疗效确切,是治疗该病的金标准手术<sup>[1]</sup>,但术后由于椎间融合限制了颈椎活动度,导致邻近椎间盘受力增加,加速其退行性变。经皮脊柱内镜手术分为经皮内镜下颈椎前路椎间盘切除术(APECD)和经皮内镜下颈椎后路椎间盘切除术(PPECD),对于单节段严重CSR患者,经皮脊柱内镜手术和ACDF手术在翻修率与术后并发症发生方面并无显著差异<sup>[2]</sup>。

## 1 经皮后路脊柱内镜手术

### 1.1 手术方法

患者行局麻加强化麻醉,俯卧位头架固定,在C型臂X射线机透视下定位手术的责任节段。于责任节段椎板间隙刺入穿刺针,切开皮肤与深筋膜,置入工作通道,连接内镜系统,显露责任节段椎板间隙外缘区域。明确V点位置后用磨钻磨去部分椎板和关节突关节的骨质,切除前方部分黄韧带。辨别神经根、硬膜囊、突出椎间盘三者的相对位置关系,摘除突出椎间盘组织,待镜下明确硬膜囊及神经根充分减压后撤出内镜及套管,切口处缝合1针。

### 1.2 经皮后路脊柱内镜治疗椎间孔狭窄

一些学者对经皮后路脊柱内镜治疗椎间孔狭窄开展研究。Oertel等<sup>[3]</sup>对43例骨性椎间孔狭窄

患者进行随访发现,90.7%的患者术后临床效果满意。Ohmori等<sup>[4]</sup>对59例患者进行术后疗效比较研究,其中椎间盘突出症34例,椎间孔狭窄25例,发现采用经皮后路脊柱内镜治疗上述两种疾病的疗效无显著差异。

经皮后路脊柱内镜手术成为治疗椎间孔狭窄的一种安全的补充方法,但是对于“如何从后方完成对前方骨赘的减压”暂无详细描述。2020年陈应东等<sup>[5]</sup>对此进行了探索,他们采用后路全内镜下对椎间孔进行环形减压。手术选择V点入路,沿上关节突腹侧向外磨除骨赘对神经根背侧进行减压,通过神经根腋部摘除突出椎间盘,完成神经根尾侧减压,再调整内镜方向,显露尾侧骨赘进行磨除,完成神经根减压。该方法能有效切除钩突和椎体后方增生的骨赘,钩椎关节大部分得到保留。同年Tong等<sup>[6]</sup>的研究也证实,在治疗颈椎椎间孔狭窄时,与单纯行背侧减压相比,同时切除腹侧骨赘及增生韧带具有更好的疗效和患者满意度。

椎间孔是脊神经根离开脊髓的孔道,是有一定长度的骨性通道,其上下壁为椎弓根切迹,前方为椎体外侧缘,最狭窄处位于入口,因此应在此处充分减压。通常应切除部分椎间关节,但椎间关节切除过少,则神经根仍位于骨性通道内,可导致减压不充分,而切除过多,则神经根已穿出椎间孔,可造成术后颈椎失稳。曹禹文等<sup>[7]</sup>的研究显示,PPECD向外开窗的安全距离为 $(5.10 \pm 0.93)$  mm。

流行病学研究显示,大多数患者的椎间盘突出位于C<sub>5</sub>/C<sub>6</sub>或C<sub>6</sub>/C<sub>7</sub>水平<sup>[8]</sup>。由于神经根与椎间

作者单位:030001 太原,山西医科大学第二医院骨科

通信作者:王永峰 E-mail:wyfwf8@163.com

孔的比值由上到下呈增加趋势,且C<sub>4</sub>、C<sub>5</sub>、C<sub>6</sub>颈椎的矢状面上下径较前后径更短,导致此节段颈椎病发生率较高。同时C<sub>5</sub>神经根位于椎间盘中部,C<sub>6</sub>和C<sub>7</sub>神经根穿过椎间盘近端部分,故C<sub>5</sub>/C<sub>6</sub>、C<sub>6</sub>/C<sub>7</sub>椎间盘突出一般为腋外型,所以开窗时可适当多磨除一些下位椎体的椎板。

### 1.3 PPECD入路标志V点的邻近解剖

PPECD入路标志V点的找寻是该手术最大的难点,也是学者们讨论的热点。V点并不固定,其位置随颈部曲伸而发生动态变化,颈部屈曲时偏外,后伸时偏内。同时,颈部致密结缔组织(肌腱和韧带)更加丰富,工作通道不易建立,这导致通道末端可能偏离目标点,加之建立的工作通道较浅,术中容易出现偏移,致使V点丢失。因此,手术中镜下看到的V点,可能并非真正的入路标志点。徐宝山等<sup>[9]</sup>报道,由于手术入路开窗过程中迷失方向,向外磨除关节突过多,暴露了椎动脉。Kim等<sup>[10]</sup>也报道了2例因术中钻孔过程引起硬脊膜损伤的病例。

根据解剖学,V点前方有神经根经过,内侧紧邻硬脊膜囊,外侧深处有椎动脉通过,若磨削过深可能造成椎动脉损伤,过于偏向头侧或尾侧磨削可能偏离椎间盘,损伤椎弓根。如果V点定位错误,其偏内时穿刺针可能经椎板间隙穿入硬脊膜,甚至损伤脊髓,造成不可逆的医源性损伤;其偏外时可能磨除过多的小关节突骨质,使患者术后颈椎稳定性降低。

### 1.4 PPECD定位V点的新方法

2017年,Liao等<sup>[11]</sup>报道采用颈椎侧块垂直锚定技术定位V点。根据该方法可确定V点位置,并将X线透视由12.6次减为9.3次,避免医患反复暴露于X线辐射下,且该方法在临床效果和术后并发症方面并无明显差异。

2018年,Zhang等<sup>[12]</sup>提出手术中可以使用O型臂X射线机进行3D成像定位V点。该方法通过O型臂扫描,将三维图像传输至导航系统,在导航系统指导下进行PPECD,术后优良率达83.3%,且症状小于3个月的患者术后恢复情况明显优于症状大于3个月的患者。2019年Shu等<sup>[13]</sup>也利用O型臂X射线机辅助进行PPECD,将定位针按照预设路径穿刺后进行O型臂扫描,以确定穿刺针是否到达目标区域。他们建议,工作通道到达V点后应再次进行扫描,以确认V点位置。

王培培等<sup>[14]</sup>在3D打印模型上进行超声磁导航系统引导穿刺定位V点的可行性研究。他们将CT的Dicom图像上传至超声仪,通过自动融合技术将术前CT图像与超声实时图像相融合,利用电磁针跟踪装置穿刺V点,结果证明该方法具有较好的临床应用前景。

### 1.5 PPECD的新手术入路

Liu等<sup>[15]</sup>提出经椎板入路治疗颈椎间盘突出症,该方法也称为“后方椎板打洞经皮内镜颈椎间盘切除术(PECD)”。该方法与原手术入路最大的区别是将V点改为责任节段下位椎体侧块的中点,同时在磨除骨组织时保持椎板上缘完整。该结果表明,患者术后症状明显改善,且手术入路点为骨性结构,其位置不会随颈部活动发生变化而丢失。

在传统的PECD中,考虑到手术空间和工作通道的限制,切除腹侧或腋窝神经压迫时,神经根过度牵拉会导致患者术后出现短期疼痛、麻木和肌肉无力。因此,Xiao等<sup>[16]</sup>提出改良K-hole治疗颈椎间孔狭窄,采用PPECD联合部分椎弓根切除术。该方法也是将入路V点改变为责任节段下位椎体侧块的中点,可在一定程度上减轻对神经根的牵拉,能完整保留小关节。但是,该方法需要磨除大量骨组织,容易造成骨表面渗血,且需要术者熟练掌握脊髓腹侧减压,学习难度较大。

刘鑫等<sup>[17]</sup>提出采用O点(椎体侧块内下端与椎板外下缘交点)作为新的手术入路点,并测量了O点与邻近结构的距离,为临床应用提供了数据支持。由于PPECD是围绕V点进行骨质磨除,故V点可能因磨削而消失,但O点作为骨性结构则不会出现上述情况,因此该方法具有较高的临床可行性。2020年,黄镇等<sup>[18]</sup>提出利用术前臂丛磁共振神经成像技术定位突出的颈椎间盘,同时将O点作为手术入路进行临床应用,缩短了手术时间,减少了X线透视次数,减小了磨除骨窗的范围,提高了手术安全性。

### 1.6 双通道脊柱内镜技术

Park等<sup>[19]</sup>提出单侧双通道脊柱内镜(UBE)技术,将传统的内镜系统替换为更大的关节镜,建立双通道,即内镜通道和操作通道。该术式使用0°内镜,手术视野更大,操作空间更自由,可以及时处理出血,因而镜下视野更清晰,患者术后症状均显著改善且无并发症发生。2021年,Kim等<sup>[20]</sup>采用单侧UBE成功进行C<sub>5</sub>、C<sub>6</sub>、C<sub>7</sub>神经减压,其

通道建立于椎弓根中线。为避免手术并发症,他们建议减压过程中完整切除黄韧带与椎板,以减少对神经的刺激。该方法对于治疗多节段 CSR 不失为一种启发,但由于其仅报道 1 例患者,故手术疗效还有待进一步探索。

### 1.7 适应证和禁忌证

适应证:①MRI 或 CT 扫描显示椎间盘突出部位主要在脊髓边缘外侧;②具有典型的 CSR 症状、体征;③单间隙、一侧的软性间盘所致的根性受压症状;④经保守治疗至少 6 周后无效<sup>[21-24]</sup>。

禁忌证:①脊髓型颈椎病;②疑似感染或椎体肿瘤;③明确颈椎节段不稳定;④颈椎畸形;⑤中央型的颈椎椎间盘突出;⑥有颈椎手术史<sup>[21-24]</sup>。

### 1.8 手术并发症

手术并发症包括颈部疼痛、神经根或脊髓损伤、术中出血或术后硬膜出血、硬膜损伤、术后暂时性头痛<sup>[25-26]</sup>,其中脊髓损伤尤其需要重视。袁帅等<sup>[27]</sup>报道了 1 例术后出现脊髓损伤症状的患者,其可能为双极电凝灼烧损伤神经引起。由于颈椎椎管狭小,脊髓对于牵拉的耐受性远低于马尾,故 PPECD 应尽可能避免过度牵拉刺激脊髓。2021 年,刘鏐等<sup>[28]</sup>的报道证实了这一观点。我们认为,手术时应避免工作鞘进入椎管内,特别是应用 6.9 mm 甚至更大直径的内镜时更需注意。此外,出血也是该手术常见并发症,马俊等<sup>[29]</sup>报道了 1 例因术中止血效果不佳影响术野而被迫改行 ACDF 的病例。

基于上述问题,术者应在手术前根据影像学资料明确减压范围,避免术中因迷失方向而磨除大量骨质。镜下少量出血可行电凝止血,如果大量出血出现红屏,可置入凝胶海绵及时止血。由于椎间盘突出或椎管骨性狭窄,椎管内压力增高,从而导致静脉回流不畅,可能造成 Baston 静脉丛曲张<sup>[30]</sup>,加之关节突内壁阻挡手术视野,初学者极易损伤静脉,造成出血。同时,因椎动脉位于 V 点外侧深处,若磨削过深可能造成损伤。根据我们的经验,手术定位时,在 X 线透视下于椎弓根内上缘点进行锚定得到骨性标志点,以此点作为边界可以有效避免损伤椎动脉,保持术后颈椎稳定。

## 2 手术方式选择

APECD 是通过直接达到靶点摘除椎间盘行直接减压,该方式对于来自椎管前方的压迫有较好的处理效果。Deng 等<sup>[31]</sup>的研究显示,对于椎间盘突出位置为中央型和旁中央型的患者,该方法更

具优势。但如果椎间隙小于 4 mm,椎体前部有较大骨赘和椎间盘钙化的患者,该方法并不适用。同时,由于气管、食道、颈动脉等颈前组织的阻碍,手术过程中可能造成医源性损伤,从而引起霍纳综合征、喉返神经损伤,也可能引起急性喉头水肿或术后血肿压迫造成窒息。此外,前路手术无论是经椎间隙还是经椎体入路,是否会造成术后残余椎间盘损伤或椎间隙塌陷,从而加速邻椎退变,对此仍有争议<sup>[32-33]</sup>。

PPECD 是通过切开椎间孔,直接扩大椎间孔区,摘除突出椎间盘,从而达到减压目的。由于颈部后方无重要的血管和神经,故可以使用较大的手术通道,从而获得较清晰的术野。同时,后路手术对于椎间孔区的骨性狭窄以及脊髓外侧型的椎间盘突出疗效更佳。刘金玉等<sup>[34]</sup>的 PPECD 术后颈椎有限元分析研究表明,PPECD 术后颈椎的整体运动范围和稳定性最接近于正常,总体应力分布更有优势。Huang 等<sup>[35]</sup>的研究显示,PPECD 术后患者 Cobb 角也较术前明显好转,颈椎生理曲度有一定程度恢复。我们认为,若一味追求正常生理曲度,手术时可能需要更长的手术切口,加之颈后部的椎旁肌较发达,也可能破坏更多的供血血管,进而导致患者出现术后轴性疼痛。

因此,对于手术方式的选择应秉承“以人为本”的原则。第一,应参考患者的临床表现。例如,患者无疼痛但出现肌肉无力症状,此时最好选择开放手术,以达到彻底减压。第二,应根据患者的 X 线、CT、MRI 等影像学资料进行评估。第三,根据术者对于手术术式的了解程度进行选择。PECD 的学习曲线本就非常陡峭,加之内镜术野的限制,因此对解剖精细度要求极高。在术前和术中还应注意以下几点。①不同节段 V 点与硬膜囊外侧缘、椎动脉的距离也在相应变化。V 点与硬膜囊外侧缘在 C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub>~C<sub>6</sub>/C<sub>7</sub> 的距离逐渐减小,于 C<sub>6</sub>/C<sub>7</sub> 处距离最小;而与椎动脉的距离为递增趋势,这就需要术者根据责任节段不同适当调整开窗范围。②术中要及时止血,一定要在内镜直视下进行减压操作,避免因盲视而导致的医源性损伤。③根据影像学图像明确压迫位置,制定手术方案,避免术中因迷失方向造成磨除关节突范围过大,导致医源性颈椎失稳。

## 3 结语

PPECD 作为一项新兴技术已取得较好的临床



效果,其短、中期的临床随访结果令人满意,但仍存在学习曲线陡峭的问题,这就需要术者拥有丰富的临床经验。未来,随着科研人员的不断探索,以及机器人手术、3D打印技术在脊柱手术中的广泛应用,PPECD技术将会不断改进。

#### 参考文献

- [1] Tobing SD, Aprianto P. Single level anterior cervical discectomy and fusion in multilevel herniated disc, a case report[J]. *Ann Med Surg (Lond)*, 2020, 60: 708-713.
- [2] Emami A, Coban D, Changoor S, et al. Comparing mid-term outcomes between ACDF and minimally invasive posterior cervical foraminotomy in the treatment of cervical radiculopathy[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2022, 47(4): 324-330.
- [3] Oertel JM, Philipps M, Burkhardt BW. Endoscopic posterior cervical foraminotomy as a treatment for osseous foraminal stenosis[J]. *World Neurosurg*, 2016, 91: 50-57.
- [4] Ohmori K, Ono K, Hori T. Outcomes of full-endoscopic posterior cervical foraminotomy for cervical radiculopathy caused by bony stenosis of the intervertebral foramen[J]. *Mini-invasive Surg*, 2017, 1(6): 63-68.
- [5] 陈应东,侯国黎,许三恩,等.后路全内镜下椎间孔环形减压治疗伴骨性椎间孔狭窄的神经根型颈椎病[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2020, 30(5): 473-476.
- [6] Tong YX, Huang ZH, Hu C, et al. A comparison study of posterior cervical percutaneous endoscopic ventral bony decompression and simple dorsal decompression treatment in cervical spondylotic radiculopathy caused by cervical foraminal and/or lateral spinal stenosis: a clinical retrospective study[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21(1): 290.
- [7] 曹禹文,刘由军,袁佳,等.后路经皮内镜下颈椎椎间盘切除术的解剖学研究及临床意义[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2020, 38(3): 246-249.
- [8] 徐康俊.多层螺旋CT对神经根型颈椎病椎间孔狭窄的诊断价值[J]. *深圳中西医结合杂志*, 2020, 30(17): 17-19.
- [9] 徐宝山,马信龙,胡永成.颈椎和胸椎经皮内镜手术的并发症及预防措施[J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38(16): 1003-1008.
- [10] Kim CH, Kim KT, Chung CK, et al. Minimally invasive cervical foraminotomy and discectomy for laterally located soft disk herniation[J]. *Eur Spine J*, 2015, 24(12): 3005-3012.
- [11] Liao C, Ren Q, Chu L, et al. Modified posterior percutaneous endoscopic cervical discectomy for lateral cervical disc herniation: the vertical anchoring technique[J]. *Eur Spine J*, 2018, 27(6): 1460-1468.
- [12] Zhang C, Wu JL, Xu C, et al. Minimally invasive full-endoscopic posterior cervical foraminotomy assisted by O-arm-based navigation[J]. *Pain Physician*, 2018, 21(3): E215-E223.
- [13] Shu W, Zhu H, Liu R, et al. Posterior percutaneous endoscopic cervical foraminotomy and discectomy for degenerative cervical radiculopathy using intraoperative O-arm imaging[J]. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*, 2019, 14(4): 551-559.
- [14] 王培培,肖常明,晏铮剑,等.磁导航超声系统引导颈椎后路经皮内镜穿刺术的可行性研究[J]. *中华超声影像学杂志*, 2019, 28(6): 534-537.
- [15] Liu C, Liu K, Chu L, et al. Posterior percutaneous endoscopic cervical discectomy through lamina-hole approach for cervical intervertebral disc herniation[J]. *Int J Neurosci*, 2019, 129(7): 627-634.
- [16] Xiao CM, Yu KX, Deng R, et al. Modified K-hole percutaneous endoscopic surgery for cervical foraminal stenosis: partial pediculectomy approach[J]. *Pain Physician*, 2019, 22(5): E407-E416.
- [17] 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.
- [18] 黄镇,李岳飞,毕经纬,等.经皮颈椎后路内镜颈椎间盘切除术术前臂丛磁共振神经成像精准定位颈椎间盘突出症的疗效观察[J]. *滨州医学院学报*, 2020, 43(1): 19-22.
- [19] Park JH, Jun SG, Jung JT, et al. Posterior percutaneous endoscopic cervical foraminotomy and discectomy with unilateral biportal endoscopy[J]. *Orthopedics*, 2017, 40(5): e779-e783.
- [20] Kim J, Heo DH, Lee DC, et al. Biportal endoscopic unilateral laminotomy with bilateral decompression for the treatment of cervical spondylotic myelopathy[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2021, 163(9): 2537-2543.
- [21] 王凯,赵斌,原杰,等.椎弓根内上缘投影点锚定法在经皮内镜下颈椎后路椎间盘切除术中的应用[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2022, 32(6): 532-539.
- [22] Zou P, Zhang X, Zhang R, et al. The feasibility and safety of cocktail treatment of triple anti-inflammatory agents loaded with gelatin sponge promotes early recovery after posterior percutaneous endoscopic cervical discectomy[J]. *J Orthop Surg Res*, 2022, 17(1): 290.
- [23] Liu Y, Tang GK, Wang WH, et al. Morphology of herniated disc as a predictor for outcomes of posterior percutaneous full-endoscopic cervical discectomy in treating cervical spondylotic radiculopathy[J]. *Orthop Surg*, 2021, 13(8): 2335-2343.
- [24] Yao S, Ouyang B, Lu T, et al. Treatment of cervical spondylotic radiculopathy with posterior percutaneous endoscopic cervical discectomy: short-term outcomes of 24 cases[J]. *Medicine*, 2020, 99(20): e20216.
- [25] Yu T, Wu JP, Zhang J, et al. Comparative evaluation of posterior percutaneous endoscopy cervical discectomy using a 3.7 mm endoscope and a 6.9 mm endoscope for cervical disc herniation: a retrospective comparative cohort study[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22(1): 131.
- [26] Zhang C, Wu J, Zheng W, et al. Posterior endoscopic cervical decompression: review and technical note[J]. *Neurospine*, 2020, 17(Suppl 1): S74-S80.
- [27] 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.
- [28] 刘鏐,方杰,李涛,等.后路经皮脊柱内镜减压术治疗神经根型颈椎病42例[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2021, 29(9): 69-73.
- [29] 马俊,叶晓健,席焱海,等.后路经皮内镜椎间盘切除术治疗单节段神经根型颈椎病的临床疗效[J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38(16): 971-980.

- [30] 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.
- [31] Deng ZL, Chu L, Chen L, et al. Anterior transcorporeal approach of percutaneous endoscopic cervical discectomy for disc herniation at the C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub> levels: a technical note[J]. Spine J, 2016, 16(5): 659-666.
- [32] Haijun M, Haoping Z, Honggang Z, et al. Clinical study on the efficacy and safety of percutaneous endoscopic anterior cervical discectomy in the treatment of cervical disc herniation[J]. Int Orthop, 2021, 45(5): 1247-1256.
- [33] Oh HS, Hwang BW, Park SJ, et al. Percutaneous endoscopic cervical discectomy (PECD): an analysis of outcome, causes of reoperation[J]. World Neurosurg, 2017, 102: 583-592.
- [34] 刘金玉, 丁逸苇, 卢正操, 等. 有限元分析全可视化内镜下椎板开窗减压治疗脊髓型颈椎病的生物力学特点 [J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(24): 3850-3854.
- [35] Huang J, Sun HH, Shao Z, et al. Posterior full-endoscopic cervical discectomy in cervical radiculopathy: a prospective cohort study[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2020, 195: 105948.

( 收稿时间 : 2022-03-17 )

( 本文编辑 : 杨晓娟 )

## • 敬告读者 •

为了更好地服务读者和作者,提高稿件的处理速度和效率,缩短文章发表周期,本刊现已采用远程采编系统。进入官方网站(<http://gjgkx.paperopen.com>),点击左上侧“作者投稿”栏,登记作者信息,注册成功后即可在线投稿。或可直接将稿件以附件形式发送至官方邮箱(intjorthop@163.com)。请作者以实名、常用电子邮箱和移动电话登记,以便于后续与您联系。

《国际骨科学杂志》编辑部