

椎间孔镜技术的发展和未来

钱济先

(空军军医大学唐都医院骨科, 陕西 西安 710038 E-mail: pasmiss2012@163.com)

关键词 椎间盘移位; 外科手术, 微创性; 椎间盘切除术, 经皮; 内窥镜

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2018.04.001

Development and future of transforaminal endoscopic spine system QIAN Ji-xian. Tangdu Hospital, the Fourth Military Medical University, Xi'an 710038, Shaanxi, China

KEYWORDS Intervertebral disk displacement; Surgical procedures, minimally invasive; Discectomy, percutaneous; Endoscopes

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2018, 31(4): 297-301 www.zggszz.com



随着近年微创脊柱外科的发展, 各种微创技术层出不穷。以椎间孔镜技术为代表的微创手术方式亦快速发展。由单纯摘除突出的椎间盘到全椎管狭窄的减压, 由腰椎到胸椎、颈椎, 适应证不断的拓展。

1 椎间孔镜技术的发展

脊柱内镜最早是一种诊断辅助检查设备, 由于其创伤大, 感染率高, 被各国学者放弃。1986 年 Kambin 等^[1]提出了基于椎间孔外入路的第 1 个全内镜下脊柱手术治疗非脱出于椎管内的椎间盘突出。1987 年 Kambin 等^[2]首次描述了安全三角或三角形工作区, 其外侧边是神经根, 下边为下位椎体的上关节突和终板, 内侧边为走行神经根, 为后续利用更大的工作套管和内镜设备奠定了基础。1999 年 Yeung 和 Tsou^[3]介绍了 YESS (Yeung endoscopic spine system), 并于 2002 年将其应用于椎间孔入路下的椎间盘突出症的治疗。2006 年 Hoogland 等^[4]在 YESS 内镜应用的基础上发展提出了 TESSYS (Transforaminal endoscopic spine system) 技术, 应用环钻磨除部分上关节突, 提高了内镜下椎间孔的探查范围, 进一步拓展了椎间孔镜的手术适应证。椎间孔镜技术通过脊柱固有通道—椎间孔进入椎间盘区域进行操作, 骨组织破坏小, 不影响脊柱稳定性, 皮肤切口仅为 1 cm 左右, 凭借其创伤小、恢复快、疼痛轻等优势, 目前已在国内外广泛开展并进行了改良。

椎间孔镜技术源于欧美, 兴于中日韩, 国人对椎间孔镜技术进行了诸多的改良, 并拓展了该技术的

临床应用, 直接拓展了椎间孔镜技术的手术范围及适应证, 显著提高了临床效果^[5-9]。

2 椎间孔镜技术的微创理念

回顾微创脊柱外科的发展历程和医患对手术的认知过程, 发现两者不但关注手术切口大小, 而且关注做了什么手术操作。传统的开放手术具有疗效确切的特点, 但是要以广泛减压为前提, 牺牲了过多的正常结构, 可能导致脊柱不稳, 从而需要固定甚至融合。患者的关注与肌肉的失神经病变, 出血瘀痕, 术后残留, 复发以及全身麻醉所带来并发症有关。不但耗费医疗成本, 同时给患者带来一定程度的身心损害。所谓微创的理念并不是指更小的手术切口和通过小切口应用更新的手术器械, 而是只做有必要的手术, 最大限度地保留正常组织。经皮椎间孔镜技术是以精准为前提, 在透视下进行“精准的穿刺”“精准的椎间孔成形”“精准的靶点减压”, 真正做到了“只做必要的手术”。在获得满意的临床效果同时, 更小的组织损伤, 几乎无稳定结构的破坏, 因此椎间孔镜手术是符合微创理念的手术方式, 获得更多脊柱外科医生和患者的认可。

3 椎间孔镜技术的适应证及临床疗效

3.1 腰椎椎间孔镜技术

腰椎椎间孔镜技术根据手术入路主要分为经皮椎间孔入路腰椎间盘切除术 (percutaneous endoscopic transforaminal discectomy, PETD) 和经皮椎板间入路腰椎间盘摘除术 (percutaneous endoscopic interlaminar discectomy, PEID)。其中 PETD 以 Yeung 等^[3]介绍的 YESS 技术和 Hoogland 等^[4]在 YESS 技术基础上发展并提出的 TESSYS 技术最具代表性。这两项技术均可在局麻下操作, 在 C 形臂 X 线机引导下, 从 Kambin 三角穿刺进入椎间盘/椎管, 采用“由

内向外”和“由外向内”的技术摘除退变的髓核和突出的椎间盘,达到神经根减压的目的,并可采用射频和激光技术对纤维环等结构进行烧灼、成形,治疗窦椎神经等病变诱发的腰痛。该技术将椎间盘内窥镜技术、经皮切吸技术和射频技术三者的优势有机结合,通过光电信号转换系统,直视下进行操作,有着其他技术不可比拟的优势,仅需去除部分上关节突骨质或不去除骨质从而不破坏脊柱生物力学结构,麻醉简单易行,切口小,出血小,手术时间短并可早期下地活动^[10]。两者的区别在于,经典的 YESS 技术强调椎间盘内减压,通过摘除椎间盘内的退变髓核,降低椎间盘内压,从而减低神经的压迫,缓解症状。但是有些患者的临床症状并没有解除,原因是 YESS 是一种间接减压技术,无法实现神经根的充分探查和减压。TESSYS 技术则强调椎管内的减压,通过磨除部分关节突扩大镜下的探查和操作范围,直视下解除神经压迫,并可进入椎间盘内进行操作,摘除退变的椎间盘组织,在处理复杂椎间盘突出和椎管狭窄方面具有更大的优势。而 PEID 技术作为 PETD 技术的重要组成部分,对于高髂嵴遮挡和侧路椎间孔镜术后翻修和一些复杂的椎间盘突出患者的治疗具有更大的优势,并在腰椎中央管狭窄减压手术方面具有独到的优势。目前,腰椎椎间孔镜技术应用广泛,且取得了良好的临床疗效,在有些医院已经发展为日间手术,在门诊即可完成。

Yeung 等^[3]提出 YESS 技术后应用经皮椎间孔镜髓核摘除术治疗 307 例患者,优良率为 89.3%,并发症发生率为 3.5%,满意率 90.3%。周跃等^[11]报道了 150 例行 YESS 手术的患者术后优良率为 87.5%,51 例 TESSYS 手术的患者术后优良率为 88.4%,证明这两种技术虽然适应证和入路不同,但均可达到有效治疗腰椎间盘突出目的。随后有学者^[12]提出了靶向穿刺技术(target techniques),根据突出的位置建立工作通道,精准的靶向穿刺,使通道末端准确穿入突出的椎间盘内,直接进行减压,取得了良好的效果,扩大了手术适应证。

传统观点认为 PETD 适应证包括^[10]:(1)单节段腰椎间盘突出症;(2)极外侧型椎间盘突出;(3)椎间盘源性腰痛;(4)年龄、心肺功能等一般情况差无法行开放手术的椎间盘突出症。目前,随着技术的进步,一些曾经认为的禁忌证已成为相对适应证,如中央型椎间盘突出严重钙化,马尾综合征,椎间盘突出术后复发伴神经根硬膜囊粘连,向头端或尾端游离的椎间盘突出等^[10-11,13-14]。并逐渐开展一些椎间孔镜下翻修手术。但对于严重脊柱退变、腰椎管狭窄、脊柱不稳等以及髂嵴较高的 L₅S₁椎间盘突出患者椎间

孔镜技术仍然有一定的局限性。

3.2 颈椎椎间孔镜技术

颈椎椎间孔镜技术包括前路经皮内镜(anterior percutaneous endoscopic cervical discectomy, APECD)和后路经皮内镜 (posterior percutaneous endoscopic cervical discectomy, PPECD)。各有其优势和特点。

颈椎前路内镜技术包括两种入路,即经椎间盘入路和经椎体入路;通过椎间盘或椎体穿刺减压,降低了神经损伤的风险。颈椎前方的疏松软组织为通道的置入提供了有利条件,重要脏器及血管位置相对固定,能够用手推移至对侧,为穿刺及减压提供了一个相对“安全区”^[15-16];多数患者可选择局部麻醉,患者清醒对监控神经损伤具有更多的优势。但该项技术也存在诸多局限性和风险。椎间盘内操作,对于来自后方的压迫(如小关节增生等)导致的侧隐窝狭窄以及椎间孔狭窄无法达到减压的目的,且术后椎间盘退变加速仍是一个无法解决的问题,限制了该技术的发展。椎体入路虽能部分规避经椎间盘入路间盘退变的缺点,但因为通道为骨性组织,位置固定,对手术的精准性要求极高,一旦偏离规划路线,可能导致减压不彻底,残留压迫等问题^[15-20]。因颈椎前方有气管、食管、动静脉重要的解剖结构,穿刺操作过程一旦有偏差就可能出现严重的并发症,所以前路技术应当慎重。

APECD 的适应证包括^[21-23]:(1)CT 及 MRI 影像上的“软”性颈椎间盘突出;(2)与影像学一致的颈部疼痛和相关神经根放射痛症状;(3)有全麻风险的“软”性椎间盘突出导致的脊髓型颈椎病;(4)正规保守治疗 6 周失败;(5)通过椎间盘造影能够诱发症状,明确责任节段的多节段颈椎间盘突出。APECD 的禁忌证包括^[22-23]:(1)“硬”性间盘突出;(2)明确的节段不稳;(3)严重的脊髓型颈椎病;(4)小关节增生导致的侧隐窝区狭窄;(5)神经和血管的病理改变导致的似间盘突出症。其并发症主要为术后上肢放射痛、颈部肌肉麻痹及颈痛,并且伴有脊髓损伤等严重并发症^[24-26]。

已有文献证明 APECD 是一种安全有效的技术,在颈椎间盘突出为主要病因的患者中,椎间孔部位突出效果最佳,后外侧型次之,中央型相对较差。合并上肢放射痛的外侧型突出预后总体比合并颈痛的中央型突出疗效好。Ruetten 等^[17]报道一项前瞻性的随机对照研究,比较 103 例颈椎间盘突出患者,行 APECD 或者颈椎前路减压融合术 (anterior cervical discectomy and fusion, ACDF),对手术疗效进行分析,85.9%的患者不再有上肢疼痛,10.1%的患者明显缓解,两组数据差异无统计学意义,作者认为

APECD 是一种安全有效的手术方式。Tzaan 等^[19]报道了 86 例颈椎间盘突出患者行 APECD 手术 1 年的疗效,按 MacNab 标准,优 34% (29 例),良 57% (49 例),可 7% (6 例),差 2% (2 例)。91% 的患者获得优良的手术效果。说明只要选择好适应证,APECD 是一种安全有效的手术方式。

PPECD 是在镜下进行椎间孔扩大成形,切开椎间孔及部分椎板后探查并取出压迫神经的髓核,因此颈椎间孔扩大成形是 PPECD 的技术要点与难点,精准选择成形的位置是手术成功的关键。与 APECD 相比,其优势包括入路无大血管、食管、气管等重要结构,降低了重要器官损伤的风险;更大的通道可以提供更好的视野,并且能够实现对侧减压。但也有学者认为,单手操作及传统后路不同的解剖定位都会增加该技术的难度,如果没有很好地掌握该技术,将可能影响手术效果^[27-28]。

PPECD 的适应证包括^[21,23,29]:(1)单侧神经根放射性麻木疼痛的颈椎间盘突出症;(2)MRI 显示侧后方软性突出物造成神经根压迫,同时伴有继发性神经根孔狭窄等。禁忌证包括^[21,23,29]:(1)致压物来自脊髓神经前方的脊髓型颈椎病;(2)严重的颈椎管狭窄、颈后纵韧带骨化症以及合并颈椎不稳者。

文献报道后路经皮内镜的临床疗效可以与 ACDF 和开放的后路手术相当。Ruetten 等^[30]报道了随机对照试验,比较颈椎间盘突出患者行 PPECD 或显微镜辅助下的 ACDF 的疗效,175 例中 84 例行 ACDF,91 例行 PPECD,经过 2 年随访,155 例 (88.5%) 上肢疼痛完全缓解,13 例 (7.5%) 疼痛症状明显减轻只是偶有疼痛,7 例 (4%) 疼痛无好转,两组数据差异无统计学意义。在并发症方面,PPECD 组在保护运动功能、精神创伤及康复时间上有明显优势。Ruetten 等^[31]另一篇前瞻性研究报道,87 例颈椎间盘突出患者行 PPECD 或显微镜辅助下 ACDF 手术疗效比较,87.4% 的患者无上肢疼痛,9.2% 的患者疼痛明显减轻,两组数据差异无统计学意义,两组患者均未出现严重并发症。以上研究显示 PPECD 是一种安全有效的手术方式。

3.3 胸椎椎间孔镜技术

胸椎解剖结构特殊,呈生理性后凸,活动度小,有肋骨阻挡,椎管容积相对较小,脊髓血供呈节段性分布且吻合支少,使得胸椎手术难度较高预后较差,早期由于上述特点及设备限制,一定程度影响了脊柱内镜在胸椎的应用。近年来,由于脊柱内镜技术的革新和镜下动力系统的改进,已有学者开展了脊柱内镜治疗胸椎管狭窄的探索,并取得一定疗效^[32-34]。

脊柱内镜治疗胸椎疾病,首先应用在胸椎间盘

突出导致的胸椎管狭窄上,2010 年,Choi 等^[35]通过改良椎间孔镜技术治疗 14 例胸椎间盘突出症,首次介绍了经椎间孔胸椎间盘切除技术,平均手术时间 61 min,无相关并发症的发生,平均随访 60.2 个月;背痛 VAS 评分平均从术前的 6.5 分改善至 3 分,下肢痛从 5.8 分改善至 2.5 分,韩版 ODI 评分由术前 58.1 分提高到 24.5 分;在 7 例术前存在肌力减弱的患者中,6 例术后肌力深反射得到提高,减压良好。作者总结,对于钙化或游离的胸椎间盘突出由于设备的限制椎间孔镜技术并不适用。但内镜手术创伤小、并发症少以及良好的治疗效果为该技术在胸椎上的应用拓展打下了基础。Nie 等^[34]应用椎间孔镜技术治疗 13 例胸椎间盘突出症 (thoracic disc herniation, TDH) 患者,平均随访 17 个月,术后满意率为 76.9%;VAS 背痛评分自术前的 9.1 分改善至 4.2 分,ODI 评分自 61.0 分提高到 43.8 分;平均每个椎间盘突出手术时间约为 50 min,术中失血少。仅有 1 例发生术后位置性头痛并发症,应用硬膜外补片修补后完全缓解。作者认为椎间孔镜在治疗巨大中央型椎间盘突出伴严重椎管狭窄时还存在很大挑战,其适应证并不包括游离性椎间盘的处理,但其仍是治疗胸椎间盘突出的一项安全有效的选择。

2018 年,有学者对椎间孔镜治疗黄韧带骨化导致的胸椎管狭窄症的技术方法和临床效果进行了报道。Jia 等^[32]首先报道 1 例经皮椎间孔镜技术治疗双节段黄韧带骨化所致的胸椎管狭窄的患者,术前患者双下肢麻木无力,左下肢肌力 I 级,右侧 II 级。术中患者自觉下肢症状明显改善,术后 7 d 双下肢肌力各提高 1 级,术后 1 年可借助工具短距离行走。Miao 等^[33]报道 2 例经皮椎间孔镜下胸椎黄韧带骨化切除椎管减压术,术后效果良好。虽然经皮椎间孔镜胸椎管减压具有损伤小、出血少、恢复快等优点,但目前其治疗胸椎黄韧带骨化的适应证还限制在单边骨化而非中部融合的类型,与传统手术类似,硬脊膜撕裂是术者所担心的问题。上述两篇均采用局麻手术,术中可随时与患者沟通,了解运动及感觉情况,确保手术安全,也说明了局麻下后路内镜手术的可行性。

目前,椎间孔镜技术在胸椎间盘突出症和胸椎管狭窄症方面进行了有益的探索,取得了良好的效果。但目前对于重度狭窄、游离性和钙化型胸椎间盘突出症还是禁忌证。由于胸椎的解剖特殊性,而且此类手术风险极大,尤其是上胸椎,此类手术技术难度大,要求高,学习曲线陡峭。胸椎椎间孔镜技术的开展一定要在熟练掌握腰椎椎间孔镜和颈椎椎间孔镜技术的基础上逐步进行,避免严重并发症的发生。

4 回顾与展望

回顾文献发现,相对于传统开放手术,椎间孔镜技术可达到相似的临床效果,甚至优于开放手术,在手术时间、出血量、住院时间、返回工作时间、患者满意度等方面有明显的优势。对于伴有内科疾病的老年人以及一些无法行开放手术的患者具有不可取代的优点。但也暴露了一些缺点,陡峭的学习曲线,建议初学者应在具备丰富的开放手术经验、坚实的脊柱解剖学知识(尤其是椎间孔入路相关解剖和影像学知识)和正规的技术培训等基础之上,自简单无钙化旁侧型椎间盘突出开始进行工作,降低并发症和复发率,术前系统评估患者的症状和体征,分析影像学资料,术中规范操作,逐渐适当拓展手术适应证,从而获得良好的临床疗效。

随着微创技术的不断发展,“经皮椎间孔镜”的概念已经发生了颠覆性的变化,适应证的扩大,技术的多样性,使得当前“椎间孔镜”的命名变得狭义,并逐渐提出“全脊柱内镜”的概念,这也是未来微创脊柱外科发展的方向。随着术中 CT 及导航的应用,脊柱内镜的操作难度降低,精准定位、精细操作为预后提供了保障,同时机器人手术在心胸外科与泌尿科的熟练应用,也展示出在脊柱外科应用的无限可能。脊柱椎间孔镜技术的适应证也不断地扩大,从治疗失稳、退变及狭窄扩展到包括脊柱内肿瘤的治疗,目前已有文献报道^[26]。相信随着手术器械、影像设备以及手术技术的不断改进,微创技术治疗腰椎管狭窄症会成为发展趋势。相信不久的将来,内镜下脊柱微创外科技术将突破更多的禁忌,拥有更广泛的适应证,更低的并发症率和复发率,给患者带来更好的手术效果。

参考文献

- [1] Kambin P, Sampson S. Posterolateral percutaneous suction-excision of herniated lumbar intervertebral discs. Report of interim results [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1986, 207: 37-43.
- [2] Kambin P, Brager MD. Percutaneous posterolateral discectomy: anatomy and mechanism [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1987, 223: 145-154.
- [3] Yeung AT, Tsou PM. Posterolateral endoscopic excision for lumbar disc herniation: surgical technique, outcome, and complications in 307 consecutive cases [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2002, 27(7): 722-731.
- [4] 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): E890-E897.
- [5] 桑裴铭, 张明, 陈斌辉, 等. 靶向成形椎间孔镜技术治疗游离脱垂型腰椎间盘突出症 [J]. *中国骨伤*, 2018, 31(4): 302-305. SANG PM, ZHANG M, CHEN BH, et al. Treatment of migrated lumbar disc herniation with percutaneous endoscopic lumbar discectomy and target foraminoplasty [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2018, 31(4): 302-305. Chinese with abstract in English.
- [6] 张迎春, 陈太声, 朱华, 等. 经皮椎间孔镜后路治疗神经根型颈椎病早期疗效观察 [J]. *中国骨伤*, 2018, 31(4): 306-310. ZHANG YC, CHEN TS, ZHU H, et al. Observation of early clinical effect of percutaneous transforaminal endoscopic technology in treating cervical spondylotic radiculopathy [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2018, 31(4): 306-310. Chinese with abstract in English.
- [7] 钟毓贤, 丁宇, 刘金玉, 等. 腰椎经皮椎间孔镜围手术期运动康复和步态分析的临床研究 [J]. *中国骨伤*, 2018, 31(4): 311-316. ZHONG YX, DING Y, LIU JY, et al. Clinical study of exercise rehabilitation and gait analysis during the perioperative period of lumbar percutaneous transforaminal endoscopic discectomy [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2018, 31(4): 311-316. Chinese with abstract in English.
- [8] 张世民, 吴冠男, 靳蛟, 等. 椎间孔镜 BEIS 技术治疗老年腰椎侧隐窝狭窄症 [J]. *中国骨伤*, 2018, 31(4): 317-321. ZHANG SM, WU GN, JIN J, et al. Application of broad easy immediate surgery in percutaneous transforaminal endoscopic technology for lumbar lateral recess stenosis in the early [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2018, 31(4): 317-321. Chinese with abstract in English.
- [9] 郑琦, 金阳辉, 应小樟, 等. 经皮内镜下病灶清除灌洗引流术治疗单节段化脓性脊柱炎的早期效果 [J]. *中国骨伤*, 2018, 31(4): 361-367. ZHENG Q, JIN YH, YING XZ, et al. Early clinical effects of percutaneous endoscopic focal cleaning and drainage in the treatment of single-level suppurative spondylitis [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2018, 31(4): 361-367. Chinese with abstract in English.
- [10] 吴小程, 周跃. 脊柱内镜下腰椎间盘切除术的技术进展与展望 [J]. *中国微创外科杂志*, 2009, 9(3): 283-285. WU XC, ZHOU Y. Advance and future on lumbar discectomy by endoscopic technology [J]. *Zhongguo Wei Chuang Wai Ke Za Zhi*, 2009, 9(3): 283-285. Chinese.
- [11] 周跃, 李长青, 王建, 等. 椎间孔镜 YESS 与 TESSYS 技术治疗腰椎间盘突出症 [J]. *中华骨科杂志*, 2010, 30(3): 225-231. ZHOU Y, LI CQ, WANG J, et al. Case control study of YESS and TESSYS in treating lumbar disc herniation [J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2010, 30(3): 225-231. Chinese.
- [12] 古伟文, 徐峰, 蔡贤华, 等. 经皮椎间孔镜靶向穿刺技术治疗腰椎间盘突出症的疗效分析 [J]. *脊柱外科杂志*, 2013, 11(3): 149-153. GU WW, XU F, CAI XH, et al. Therapeutic effect analysis of targeted percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for lumbar disc herniation [J]. *Ji Zhu Wai Ke Za Zhi*, 2013, 11(3): 149-153. Chinese.
- [13] Ahn Y, Lee SH, Park WM, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for recurrent disc herniation [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2004, 29(16): E326-332.
- [14] Lee SH, Kang BU, Ahn Y, et al. Operative failure of percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a radiologic analysis of 55 cases [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31(10): E285-290.
- [15] Yadav Y, Parihar V, Ratre S, et al. Endoscopic anterior decom-

- pression in cervical disc disease[J]. *Neurol India*, 2014, 62:417.
- [16] Lee SH, Lee JH, Choi WC, et al. Anterior minimally invasive approaches for the cervical spine[J]. *Orthop Clin North Am*, 2007, 38(3):327-337.
- [17] Ruetten S, Komp M, Merk H, et al. Full-endoscopic anterior decompression versus conventional anterior decompression and fusion in cervical disc herniations[J]. *Int Orthop*, 2009, 33:1677-1682.
- [18] Deng ZL, Chu L, Chen L, et al. Anterior transcorporeal approach of percutaneous endoscopic cervical discectomy for disc herniation at the C₄-C₅ levels: a technical note[J]. *Spine J*, 2016, 16:659-666.
- [19] Tzaan WC. Anterior percutaneous endoscopic cervical discectomy for cervical intervertebral disc herniation: outcome, complications, and technique[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2011, 24(7):421-431.
- [20] Birkenmaier C, Komp M, Leu HF, et al. The current state of endoscopic disc surgery: review of controlled studies comparing full-endoscopic procedures for disc herniations to standard procedures[J]. *Pain Physician*, 2013, 16:335-344.
- [21] Du Q, Wang X, Qin JP, et al. Percutaneous full-endoscopic anterior transcorporeal procedure for cervical disc herniation: a novel procedure and early follow-up study[J]. *World Neurosurg*, 2018, 112: E21-E30.
- [22] Ahn Y. Percutaneous endoscopic cervical discectomy using working channel endoscopes[J]. *Expert Rev Med Devic*, 2016, 13:601-610.
- [23] Kim CH, Kim K, Chung CK, et al. Minimally invasive cervical foraminotomy and discectomy for laterally located soft disk herniation[J]. *Eur Spine J*, 2015, 24:3005-3012.
- [24] Oertel JM, Philipps M, Burkhardt BW. Endoscopic posterior cervical foraminotomy as a treatment for osseous foraminal stenosis[J]. *World Neurosurg*, 2016, 91:50-57.
- [25] Papavero L, Kothe R. Minimally invasive posterior cervical foraminotomy for treatment of radiculopathy. An effective, time-tested, and cost-efficient motion-preservation technique[J]. *Oper Orthop Traumatol*, 2018, 30(1):36-45.
- [26] Ahn Y, Lee SH, Chung SE, et al. Percutaneous endoscopic cervical discectomy for discogenic cervical headache due to soft disc herniation[J]. *Neuroradiology*, 2005, 47:924-930.
- [27] Kim CH, Chung CK, Kim HJ, et al. Early outcome of posterior cervical endoscopic discectomy: an alternative treatment choice for physically/socially active patients[J]. *J Korean Med Sci*, 2009, 24:302.
- [28] Wen H, Wang X, Liao W, et al. Effective range of percutaneous posterior full-endoscopic paramedian cervical disc herniation discectomy and indications for patient selection[J]. *Biomed Res Int*, 2017, 2017:3610385.
- [29] Winder MJ, Thomas KC. Minimally invasive versus open approach for cervical laminoforaminotomy[J]. *Can J Neurol Sci*, 2011, 38:262-267.
- [30] Ruetten S, Komp M, Merk H, et al. A new full-endoscopic technique for cervical posterior foraminotomy in the treatment of lateral disc herniations using 6.9 mm endoscopes: prospective 2-year results of 87 patients[J]. *Minim Invasive Neurosurg*, 2007, 50:219-226.
- [31] 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, 33:940-948.
- [32] Jia ZQ, He XJ, Zhao LT, et al. Transforaminal endoscopic decompression for thoracic spinal stenosis under local anesthesia[J]. *Eur Spine J*, 2018 Jan 20 [Epub ahead of print].
- [33] Miao X, He D, Wu T, et al. Percutaneous endoscopic spine minimal invasive technique for the decompression therapy of thoracic myelopathy caused by ossification of the ligamentum flavum[J]. *World Neurosurg*, 2018, Mar 7. pii:S1878-8750(18)30425-X [Epub ahead of print].
- [34] Nie H, Liu KX. Endoscopic transforaminal thoracic foraminotomy and discectomy for the treatment of thoracic disc herniation[J]. *Minim Invasive Surg*, 2013, 2013:264105.
- [35] Choi KY, Eun SS, Lee SH, et al. Percutaneous endoscopic thoracic discectomy; transforaminal approach[J]. *Minim Invasive Neurosurg*, 2010, 53(1):25-28.

(收稿日期:2018-04-09 本文编辑:王宏)

·读者·作者·编者·

本刊关于作者姓名排序的声明

凡投稿本刊的论文,其作者姓名及排序一旦在投稿时确定,在编排过程中不再作改动,特此告知。

《中国骨伤》杂志社