

综述

经皮椎间孔后外侧入路内窥镜下减压术治疗腰椎管狭窄症的进展

Percutaneous transforaminal endoscopic decompression in the treatment of lumbar spinal stenosis: a review

祝 恺, 谭 军, 张云帆

(同济大学附属上海东方医院 200120 上海市杨浦区)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.03.13

中图分类号: R681.5, R616.2 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2017)-03-0268-05

脊柱微创技术、理论体系的发展与显微镜、内窥镜等硬件设备的研发和完善密不可分,其中经皮椎间孔后外侧入路内窥镜技术作为脊柱内窥镜系统的一项开拓性成果,在脊柱微创手术领域得到广泛关注及开展。该技术在早期主要应用于突出髓核的摘除^[1,2],随着相关设备及技术的不断改进,逐渐拓展到对腰椎管狭窄症的减压,称为经皮椎间孔入路内窥镜下减压术(percutaneous transforaminal endoscopic decompression, PTED)。现就其治疗腰椎管狭窄症的历史、现状以及对未来应用的展望综述如下。

1 PTED的发展历史

经皮脊柱内窥镜技术主要涵盖椎间盘镜及椎间孔镜两大系统,其手术入路可以概括为经椎板间(interlaminar approach)及经椎间孔(transforaminal approach)两种(图1)。前者的发展从早期的MED(microendoscopic disectomy)^[3,4]到后来的METRx^[5],主要用来处理腰椎间盘突出和侧隐窝狭窄;后者一般指的是经皮椎间孔后外侧入路的脊柱内窥镜技术。1991年,Kambin根据前期的研究成果率先提出椎间孔内“安全三角工作区”的概念^[6-8],为椎间孔镜技术的安全操作奠定了理论基础。1997年,Yeung基于安全三角的概念,研制出代表性的经皮脊柱内窥镜操作系统(Yeung endoscopic spine system, YESS),这套系统专门为椎间孔入路的手术而设计,是椎间孔镜技术发展史上的重要里程碑;其原理是先进入椎间盘内部,建立一个盘内工作区域,然后再处理突出到椎管内的髓核,即“inside-out”技术^[9];这种技术主要用于治疗包容性椎间盘突出症。而对于腰椎管狭窄症的治疗,Knight等^[10]在1995年开始采用激光在内窥镜下进行椎间孔扩大成形(foraminoplasty)、侧隐窝减压。Ahn等^[11]随后报道了采用骨绞刀联合激光可以更好地处理骨性椎间孔和侧隐窝狭窄,这是PTED技术治疗

腰椎管狭窄症的初步尝试。2002年,Hoogland等发明了THESSYS(Thomas Hoogland endoscopic spine system)系统,极大地推动了PTED技术的发展。这套系统系统的穿刺部位更靠近侧隐窝(图2),采用专门的器械扩大椎间孔,目标是直接到达椎管内空间进行直视下操作,然后再进入椎间盘,即“outside-in”技术^[12]。这种技术理论上可以摘除任何部位的椎间盘突出,同时,由于其操作空间延伸至椎管内,使其对腰椎管狭窄症的减压范围得到拓展。2007年,Hoogland又在THESSYS技术的基础上进行了改良和升级,设计了MaxMore技术,该技术主要采用带神经保护钝头的高速骨钻进行骨质处理,使得椎间孔和侧隐窝减压的效率更高、效果更确切。近几年来,在基本的THESSYS技术框架下,研究者们致力于改进操作工具及技术方案。Lauryssen^[13]发明了一种可弯曲微型动力刀片系统(iO-flex)进行腰椎侧隐窝减压,该系统的特点是在保证减压效果的基础上,可以尽量保留小关节突,从而避免潜在的脊柱不稳定;Ahn等^[14]则进行了一种技术方案上的改良,他选择从椎间孔外的上关节突部分开始磨削骨质,而不是直接从椎间孔内开始进行骨质处理,从而降低了神经血管损伤的风险,这项技术尤其适用于椎间孔外口狭窄及严重的椎间孔狭窄。

2 PTED治疗腰椎管狭窄症的现状

2.1 技术优势

腰椎管狭窄按解剖分区可分为中央椎管狭窄、侧隐窝或神经根管狭窄、椎间孔狭窄^[15]。导致侧隐窝或神经根管狭窄的病因包括:腰椎间盘突出膨出、椎体骨质增生肥大、小关节突、椎间盘高度丢失、后纵韧带钙化及向椎间孔的延展等,传统的手术治疗是单侧椎板切开减压,重者需对部分小关节突切除^[16];单纯的椎间孔狭窄导致神经症状在临床上少见,但由于其症状往往更重而应引起足够重视,传统的手术方法是椎间孔切开术(foraminotomy),很多情况下需要对小关节突切除后进行椎间融合^[17]。对比上述传统手术方式,PTED技术优势明显^[12,18-23],主要包括:(1)不干扰背侧肌肉,椎板和大部分关节突得以保留,从而

第一作者简介:男(1981-),主治医师,医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(021)65982875 E-mail:zhuk_81@163.com

通讯作者:谭军 E-mail:dr.tan@139.com

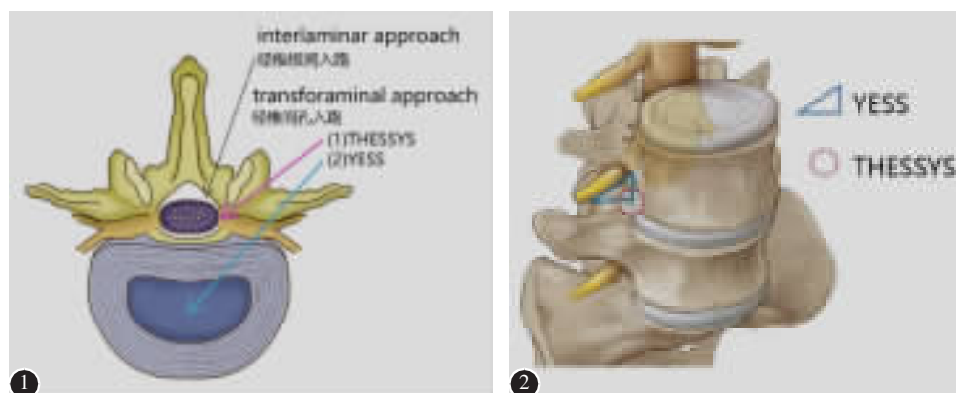


图 1、2 YES 和 THESSYS 技术对比示意图

避免后结构破坏造成的潜在不稳和非必需的融合术;(2)减少了对神经的牵拉及干扰,可降低神经并发症的发生率;(3)局麻下完成手术,对于老年患者优势更显著;(4)在实际临床病例中,同时合并有椎间孔及侧隐窝狭窄的患者多见,该技术能同时解决这两个问题。另外,作为微创技术的共同特点,尚具有切口小、出血量少、手术时间短、恢复快等优势,可纳入日间门诊手术。

2.2 手术步骤及技巧^[24,25]

PTED 手术步骤主要包括三个部分,穿刺、置放工作通道、镜下操作。(1)穿刺:术前对目标节段及突出椎间盘的位置以及狭窄部位的确定非常重要。穿刺前通过 C 型臂 X 线机透视,力求获得标准的正侧位影像,正位上,棘突在中央,上下终板应平行,上关节突应清晰可见;侧位上,上下终板应平行,椎体后缘不能有重叠,双侧小关节突重叠为一个影像。穿刺的角度及皮肤进针点应根据患者的体形及术前对目标区域的影像学定位而调整,通常情况下,皮肤进针点应距离腰椎中线 10~15cm,穿刺针尖端尽量接近目标区域,采用更为水平的穿刺方向可更容易进入硬膜外腔的腹侧及侧隐窝,避免过多切除小关节突。(2)建立工作通道:理想的工作套管的置入位置是正位尖端到达近椎管中央(上下位椎弓根内缘连线至棘突之间),侧位到达椎体后壁,利用导杆-套管-环锯/骨钻三级系统来逐级切磨关节突,扩大椎间孔。随后,即可沿着导管放入工作套管及镜下操作工具。(3)镜下操作:①处理骨质。主要采用磨钻处理下位椎体的上关节突外侧、腹侧,扩大侧隐窝,同时去除增生的关节突骨赘、肥厚的小关节囊及椎体外缘的骨赘等,并可适当切除下位椎弓根部分骨质,减压的同时扩大了安全操作空间,Ahn 将上述步骤称为“lateral recess unroofing”,即侧隐窝切开技术。②处理软组织。主要采用各种规格的抓钳、双极射频刀及激光等来清理出口神经根及行走神经根周围对其形成干扰或者潜在压迫的孔间韧带、黄韧带、肉芽组织等,目标是达到神经根的充分松懈。③椎管内减压。深入到椎管腹侧、硬膜外腔,摘除突出髓核组织、磨削椎体后缘骨赘、处理破裂的纤维环、处理局限性增厚皱褶的后纵韧带等,进行椎管内减压,进一步解放硬

膜囊及行走根。整个操作过程中,为保持视野清晰,应充分利用双极电凝、冷盐水冲洗、止血材料等方法止血。

2.3 技术限制及对策

PTED 技术面临的主要挑战是中央型椎管狭窄,这是由于其视野及操作区域的限制,无法进行对侧椎管及硬膜囊背侧的减压;而对于严重的椎间孔狭窄,经椎间孔入路操作困难。另外,经椎间孔入路治疗 L5/S1 椎间盘突出,尤其是合并高髂嵴、L5 横突肥大等情况,由于限制了工作通道的充分移动,致摘除突出的髓核组织非常困难。上述情况下,经椎板间入路脊柱内窥镜技术就是一种更好的补充和选择。Ruetten 等^[26]于 2006 年报道了完全内窥镜下经椎板间隙入路(percutaneous endoscopic interlaminar discectomy, PEID)摘除突出的髓核组织。Komp 等^[27]在 2011 年报道了完全内窥镜下通过单侧椎板间入路进行双侧减压治疗中央型椎管狭窄,经术后随访其临床疗效与开放手术相当。PEID 具有手术入路解剖为脊柱外科医生熟悉,术中透视少,不受高髂嵴、椎间孔周界、背根神经节及出行神经根限制等优点,其与 PTED 一起进一步扩大了经皮内窥镜的手术适应范围^[28]。而最新一代的 iLESSYS (Interlaminar Endoscopic Surgical System) 系统,对背侧及背外侧椎管狭窄的减压更加得心应手,其联合 THESSYS 技术可以实现全脊柱内窥镜系统下对椎管的 360°减压。总之,应根据椎管不同的狭窄区域,选择不同的脊柱内窥镜入路;侧隐窝及椎间孔狭窄首选经椎间孔入路,中央型椎管狭窄建议采用后路经椎板间入路或联合经椎间孔入路^[25]。

2.4 适应证、并发症及疗效评价

通过文献复习,可以明确的 PTED 技术治疗腰椎管狭窄症的适应证如下:(1)影像学证实的侧隐窝或者神经根管狭窄,和/或椎间孔狭窄,伴有或不伴椎间盘突出;(2)明确的神经根性症状(下肢放射痛,麻木,肌力减退),并与影像学一致;(3)保守治疗无效,其中保守治疗手段应包括理疗及选择性神经根阻滞,保守治疗时间至少 6 周;此外,术前需进行有效的椎间盘造影或选择性神经根阻滞以明确责任节段。

并发症:(1)神经根激惹或损伤^[21,29]。前者最为常见,

表现为一过性的神经根性症状或者原有根性症状加重,此类症状多在术后 1 周左右出现,经理疗、药物等保守治疗后持续 2~4 周缓解。重者可导致足下垂、伸膝无力等,恢复时间长且可能最终遗留下肢运动障碍。(2)术后感觉异常(postoperative dysesthesia, POD)。这是椎间孔镜手术特有的并发症,由于背根神经节(dorsal root ganglion, DRG)损伤所致,文献统计其发生率为 0~8.9%^[30-32]。典型表现为钝物接触痛或者烧灼痛,无肌力减退,可持续数周或者数月,这与神经根损伤的表现明显不同^[33]。有研究表明 DRG 损伤风险与两方面因素有关^[31]:①在椎间盘下缘平面,出口根至上关节突的最短距离;②手术操作时长。为了预防这种并发症,Cho 等^[32]把工作套管置向下位椎弓根的上内侧

缘,操控套管将神经根连同周围脂肪轻微牵开,从而避免了直接压迫 DRG。POD 的治疗包括使用镇痛药和选择性神经阻滞等,效果良好。其他并发症包括硬膜囊撕裂、减压失败、椎间隙感染、血肿形成等,与传统开放手术存在较多共性。

目前,PTED 治疗腰椎管狭窄的临床有效性已得到证实(表 1),然而遗憾的是,关于 PTED 与其他手术方式治疗腰椎管狭窄症的对照研究尚无相关文献报道,这使得对 PTED 技术的评价不够完善。如果未来要进一步广泛开展这项技术,甚至是全面替代传统技术,则需要更多的循证医学证据支持。

表 1 PTED 治疗腰椎管狭窄症的效果评价

作者	发表年份	证据等级	随访例数及时间	疾病类型	评价指标	疗效果	并发症
Haufe 等 ^[34]	2009	2 级	64 例 平均 38 个月	椎间孔狭窄	ODI, VAS	59% 病例可以达到 75% 以上的改善率	2 例硬膜囊撕裂,术中成功修复
Ahn 等 ^[14]	2014	2 级	33 例 2 年	椎间孔狭窄	改良 Macnab criteria, VAS, ODI	优良率 81.8%, VAS 和 ODI 改善率分别为 76.4%、70.7%	1 例患者因减压失败转为开放手术,2 例患者出现 POD,经保守治疗后改善
Knight 等 ^[29]	2014	2 级	114 例 10 年	椎间孔狭窄,前次腰椎手术失败(需再次减压)	VAS, ODI, Prolo Score	相应改善率分别为 82.2%、70%、77%	19% 患者出现术后神经根刺激症状,经保守治疗后消失
Lewandrowski 等 ^[35]	2014	2 级	220 例 平均 46 个月	椎间孔狭窄,侧隐窝狭窄	Macnab criteria, VAS	优良率 85%, VAS 改善率 62.7%	无手术相关并发症发生
Li 等 ^[36]	2016	2 级	85 例 2 年	侧隐窝狭窄	改良 Macnab criteria	优良率 90.6%	3 例患者出现 POD,保守治疗后消失

3 展望

PTED 技术治疗腰椎管狭窄症已被普遍认为是行之有效的、相比较传统开放手术有诸多优势的技术方法,但是还存在诸多问题,比如学习曲线陡峭^[37]及辐射暴露,且由于其自身设计所固有的局限性,在实际操作中仍属于“有限减压”的范畴,与椎间孔镜治疗腰椎间盘突出症的效果还存在差距^[38]。因此,可以预见,未来椎间孔镜技术的发展方向将主要集中在以下两个方面:第一,内窥镜光学系统,尤其是角度镜头、新型光纤等的研发以提供更大范围的视野;第二,操作工具的进一步改进,高速磨钻、Ho:YAG 激光、Ellman 射频消融电刀等已经使得镜下操作的效率及安全性大大提高,未来将会有可操控性更强、可提供更大操作空间的手术器械出现,使得外科医生不仅看得到,而且“够得到”病变区域。另外,新型的定位导航设备的研发、测试^[39,40]能让全程的内窥镜操作程序更为精准。

4 参考文献

1. Ditsworth DA. Endoscopic transforaminal lumbar discectomy and reconfiguration:a posterolateral approach into the spinal canal[J]. Surg Neurol, 1998, 49(6): 588-597; discussion 597-598.
2. Yeung AT, Yeung CA. Advances in endoscopic disc and

spine surgery: foraminal approach [J]. Surg Technol Int, 2003, 11: 255-263.
3. Foley KT, Smith MM. Microendoscopic discectomy: the first 100 cases[J]. Tech Neurosurg, 1997, 43(3): 301-307.
4. Perezcruet MJ, Foley KT, Isaacs RE, et al. Microendoscopic lumbar discectomy: technical note [J]. Neurosurgery, 2002, 51 (5 Suppl): S129-136.
5. Kunert P, Kowalczyk P, Marchel A. Minimally invasive microscopically assisted lumbar discectomy using the METRx X-Tube system [J]. Neurol Neurochir Pol, 2010, 44(6): 554-559.
6. Kambin P, Gellman H. Percutaneous lateral discectomy of the lumbar spine: a preliminary report[J]. Clin Orthop Relat Res, 1983, 174: 127-132.
7. 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.
8. Kambin P. Arthroscopic microdiscectomy[J]. Mt Sinai J Med, 1991, 58(2): 159-164.
9. Yeung AT. Minimally invasive disc surgery with the Yeung endoscopic spine system(YESS)[J]. Surg Technol Int, 1999, 8: 267-277.
10. Knight MT, Vajda A, Jakab GV, et al. Endoscopic laser foraminoplasty on the lumbar spine: early experience[J]. Min

- im Invasive Neurosurg, 1998, 41(1): 5–9.
11. Ahn Y, Lee SH, Park WM, et al. Posterolateral percutaneous endoscopic lumbar foraminotomy for L5–S1 foraminal or lateral exit zone stenosis. Technical note[J]. *J Neurosurg*, 2003, 99(3 Suppl): 320–323.
 12. 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*, 2006, 31(24): E890–897.
 13. Laurysen C. Technical advances in minimally invasive surgery: direct decompression for lumbar spinal stenosis [J]. *Spine*, 2010, 35(26 Suppl): S287–293.
 14. Ahn Y, Oh HK, Kim H, et al. Percutaneous endoscopic lumbar foraminotomy: an advanced surgical technique and clinical outcomes[J]. *Neurosurgery*, 2014, 75(2): 124–133.
 15. Andreisek G, Imhof M, Wertli M, et al. A systematic review of semiquantitative and qualitative radiologic criteria for the diagnosis of lumbar spinal stenosis[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2013, 201(5): 735–746.
 16. Jenis LG, An HS. Spine update: lumbar foraminal stenosis [J]. *Spine*, 2000, 25(3): 389–397.
 17. Orita S, Inage K, Eguchi Y, et al. Lumbar foraminal stenosis, the hidden stenosis including at L5/S1[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2016, [Epub ahead of print].
 18. Choi KC, Kim JS, Ryu KS, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for L5–S1 disc herniation: transforaminal versus interlaminar approach [J]. *Pain Physician*, 2013, 16(6): 547–556.
 19. Ahn Y, Lee SH, Park WM, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for recurrent disc herniation: surgical technique, outcome, and prognostic factors of 43 consecutive cases[J]. *Spine*, 2004, 29(16): E326–332.
 20. Ruetten S, Komp M, Merk H, et al. Full-endoscopic interlaminar and transforaminal lumbar discectomy versus conventional microsurgical technique: a prospective, randomized, controlled study[J]. *Spine*, 2008, 33(9): 931–939.
 21. Nellensteijn J, Ostelo R, Bartels R, et al. Transforaminal endoscopic surgery for lumbar stenosis: a systematic review[J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(6): 879–86.
 22. Nellensteijn J, Ostelo R, Bartels R, et al. Transforaminal endoscopic surgery for symptomatic lumbar disc herniations: a systematic review of the literature[J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(2): 181–204.
 23. Ruetten S, Komp M, Hahn P, et al. Decompression of lumbar lateral spinal stenosis: full-endoscopic, interlaminar technique [J]. *Oper Orthop Traumatol*, 2013, 25(1): 31–46.
 24. Ahn Y. Transformational percutaneous endoscopic lumbar discectomy: technical tips to prevent complications [J]. *Expert Rev Med Devices*, 2012, 9(4): 361–366.
 25. Ahn Y. Percutaneous endoscopic decompression for lumbar spinal stenosis [J]. *Expert Rev Med Devices*, 2014, 11(6): 605–616.
 26. Ruetten S, Komp M, Godolias G. A new full-endoscopic technique for the interlaminar operation of lumbar disc herniations using 6-mm endoscopes: prospective 2-year results of 331 patients[J]. *Minim Invasive Neurosurg*, 2006, 49(2): 80–87.
 27. Komp M, Hahn P, Merk H, et al. Bilateral operation of lumbar degenerative central spinal stenosis in full-endoscopic interlaminar technique with unilateral approach: prospective 2-year results of 74 patients [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2011, 24(5): 281–287.
 28. Ruetten S, Komp M, Merk H, et al. Surgical treatment for lumbar lateral recess stenosis with the full-endoscopic interlaminar approach versus conventional microsurgical technique: a prospective, randomized, controlled study[J]. *J Neurosurg Spine*, 2009, 10(5): 476–485.
 29. Knight MT, Jago I, Norris C. Transformational endoscopic lumbar decompression & foraminoplasty: a 10 year prospective survivability outcome study of the treatment of foraminal stenosis and failed back surgery [J]. *Int J Spine Surg*, 2014, 8. doi: 10.14444/1021.
 30. Nishimura Y. Postoperative dysesthesia after lateral lumbar fenestration for lateral disc herniation and foraminal stenosis [J]. *J Spine Res*, 2010, 1(12): 2139–2143.
 31. Choi I, Ahn JO, So WS, et al. Exiting root injury in transforaminal endoscopic discectomy: preoperative image considerations for safety [J]. *Eur Spine J*, 2013, 22(11): 2481–2487.
 32. Cho JY, Lee SH, Lee HY. Prevention of development of postoperative dysesthesia in transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy for intracanalicular lumbar disc herniation: floating retraction technique [J]. *Minim Invasive Neurosurg*, 2011, 54(5–6): 214–222.
 33. Wang H, Zhou Y, Zhang Z. Postoperative dysesthesia in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: a report of five cases[J]. *Eur Spine J*, 2016, 25(5): 1595–1600.
 34. Haufe SM, Mork AR, Pyne MA, et al. Endoscopic laminoforaminoplasty success rates for treatment of foraminal spinal stenosis: report on sixty-four cases[J]. *Int J Med Sci*, 2009, 6(2): 102–105.
 35. Lewandrowski KU. "Outside-in" technique, clinical results, and indications with transforaminal lumbar endoscopic surgery: a retrospective study on 220 patients on applied radiographic classification of foraminal spinal stenosis[J]. *Int J Spine Surg*, 2014, 8. doi: 10.14444/1026.
 36. Li ZZ, Hou SX, Shang WL, et al. Percutaneous lumbar foraminoplasty and percutaneous endoscopic lumbar decompression for lateral recess stenosis through transforaminal approach: Technique notes and 2 years follow-up [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2016, 143: 90–94.

综述

硬膜内型腰椎间盘突出症的诊治进展

Progress in diagnosis and treatment of intradural lumbar vertebral disk herniation

罗文琪¹, 李月影², 李长宽¹, 李 辉¹, 胡艳龙¹, 陈 奇¹, 顾 锐¹

(1 吉林大学中日联谊医院骨科; 2 手外科 130033 长春市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.03.14

中图分类号: R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2017)-03-0272-04

随着人民生活质量和医疗保健水平的提高, 人口老龄化的趋势日益明显, 椎间盘突出等退行性疾病的患病人数不断增加, 而硬膜内型椎间盘突出症 (intradural disc herniation, IDH) 是一种低发病率的退行性疾病, 为了更好地认识这种疾病, 笔者对 IDH 的诊治进展综述如下。

1 IDH 的定义

椎间盘内的髓核突破纤维环、后纵韧带并且进入硬膜囊称之 IDH。它既是一种非常罕见的椎间盘退行性疾病, 又是一种椎间盘突出症的复杂类型。1942 年首先由 Dandy^[1]对 IDH 进行了描述。据相关文献报道, IDH 在椎间盘突出症中仅占 0.04%~0.33%^[2-3]。1960 年由 Tovi 和 Strang 最先报道了胸椎 IDH, Marega 在 1959 年首先描述了颈椎 IDH^[4]。截至 2015 年 11 月 5 日, 大约有 150 例 IDH 被报道^[5]。

2 发病节段及类型

在文献报道中, 男性占有所有患者的 70% 以上^[6], 发病年龄多数在 42~72 岁之间, 最大年龄 90 岁^[3, 5, 6]。92% 的 IDH 发生在腰椎, 5% 的 IDH 发生在胸椎, 而发生在颈椎者仅仅约 3%^[7]。腰椎 IDH 最常见的发病节段是 L4/5,

约占 55%; 其次是 L3/4, 约占 16%; L5/S1 约占 10%; 其余的发生在 L2/3、L1/2^[7]。腰椎 IDH 多发生在 L4/5 平面, 其原因主要有: (1) 在解剖结构上, L4/5 水平面的硬膜与后纵韧带距离最近; (2) L4/5 椎间盘在生物力学上承受的压力最大; (3) L4/5 椎间盘突出是最常发生的节段, 往往合并纤维环破裂。在以上原因作用下可能通过以下机制导致腰椎 IDH 多发生 L4/5 平面。椎间盘承受一定的外力时压力就会急剧增高, 椎间盘内的髓核在急性压力下就可能穿破纤维环、后纵韧带和硬膜而进入硬膜囊内形成硬膜内型椎间盘突出^[8]。Mutt 等^[9]把 IDH 分为 A、B 两种类型: A 型, 椎间盘突入硬膜内未压迫神经根; B 型, 椎间盘突入硬膜内压迫神经根型。

3 IDH 的发病机制

目前, IDH 的发病机制并不确切, 但是, 目前认为有以下机制与 IDH 的发生密切相关。Dandy 认为脊柱突然承受外力时, 椎间盘内的压力会急剧增高, 假如合并椎间盘纤维环破裂, 则椎间盘内的髓核在急剧上升的压力下可能穿破纤维环、后纵韧带和硬膜形成 IDH^[1]。目前这种观点被大多数学者认可。Lyons 等^[10]认为椎间盘、骨赘等长期的机械压迫硬膜可使硬膜局部变薄、韧性变差, 在这种持续的机械压迫下髓核可能穿破硬膜囊。Teng 等^[11]认为硬膜囊和后纵韧带之间形成粘连也是 IDH 发病机制。硬膜腹侧和后纵韧带通常是松散的连接, 但创伤刺激 (如椎间盘

第一作者简介: 男 (1990-), 研究方向: 脊柱外科

电话: (0431) 89876939 E-mail: luowenqi0405@126.com

通讯作者: 顾锐 E-mail: ccgurui@hotmail.com

37. Wu XB, Fan GX, Gu X, et al. Learning curves of percutaneous endoscopic lumbar discectomy in transforaminal approach at the L4/5 and L5/S1 levels: a comparative study [J]. J Zhejiang Univ Sci, 2016, 17(7): 553-556.

38. Scalfani JA, Raiszadeh K, Laich D, et al. Outcome measures of an intracanal, endoscopic transforaminal decompression technique: initial findings from the MIS prospective registry [J]. Int J Spine Surg, 2015, 9: 69.

39. Tabaraee E, Gibson AG, Karahalios DG, et al. Intraoperative

cone beam-computed tomography with navigation (O-ARM) versus conventional fluoroscopy (C-ARM): a cadaveric study comparing accuracy, efficiency, and safety for spinal instrumentation [J]. Spine, 2013, 38(22): 1953-1958.

40. Moses ZB, Mayer RR, Strickland BA, et al. Neuronavigation in minimally invasive spine surgery [J]. Neurosurg Focus, 2013, 35(2): E12.

(收稿日期: 2016-09-27 末次修回日期: 2017-01-05)

(本文编辑 卢庆霞)