

全脊柱内镜技术在退变性腰椎疾病中的应用现状

陈海岳 李洪安 杨文东 贺元 关炳瑜^(通讯作者)

西宁市第一人民医院 青海 西宁 810000

【摘要】：全脊柱内镜技术（Full Endoscopic Spine Surgery, FESS）是脊柱微创外科领域近二十年来最具革命性的进展之一。它借助高清内窥镜成像系统、精细的器械通道和持续水流灌注，通过微小切口（通常<1cm）对椎管内结构进行可视化操作。该技术在退变性腰椎疾病（如腰椎间盘突出症、椎管狭窄症）治疗中日益成熟，展现出独特优势，并不断拓展其应用边界。本文旨在综述 FESS 在此领域的应用现状、技术特点、临床疗效、并发症及未来发展方向。

【关键词】：全脊柱内镜；退变性腰椎疾病；应用

DOI:10.12417/2705-098X.25.21.006

1 技术演进与核心优势

FESS 的发展经历了从后外侧椎间孔入路（如 Yeung 技术, YESS）到经椎间孔入路（如 Ruetten 推广的 TESSYS 技术），再到经椎板间入路（如 ISSYS 技术）的演变过程^[1]。其核心优势在于：极致微创性：手术切口仅 7-8mm，显著减少肌肉剥离和软组织损伤，最大限度保留脊柱后方韧带复合体稳定性^[2]。精准可视化：内镜提供术中放大、高清的视野，配合持续水流冲洗，术野清晰，神经结构辨识度高^[3]。局麻可行性：多数手术可在局麻+镇静下完成，患者术中可反馈感觉运动功能变化，提高手术安全性，尤其适用于高龄、合并症多的高危患者^[4]。恢复迅速：组织创伤小、出血少，术后疼痛轻，患者可早期下床活动，住院时间显著缩短（常为 1-2 天），更快回归工作和生活^[5]。减少邻近节段应力：避免传统开放手术对后方结构的广泛破坏，理论上有利于降低邻近节段退变风险^[6]。

2 主要技术路径与适应症选择

根据病变位置和解剖特点，主要采用两种入路：

（1）经椎间孔入路（Transforaminal Endoscopic Approach, TFA-如 TESSYS）：原理是经 Kambin 安全三角进入椎管，扩大椎间孔，处理椎管内及椎间孔区病变。优势在于不经椎管，对椎管内干扰小；可直接处理极外侧或椎间孔狭窄；可处理 L5/S1（需特殊技术如髂嵴钻孔）。最佳适应症^[7]包括包容性或非包容性腰椎间盘突出（中央型、旁中央型、椎间孔型、极外侧型）；单侧单节段侧隐窝狭窄；孔镜下椎间孔成形术（Foraminoplasty）。关键步骤^[8]在于精准定位、椎间孔扩大成形（环锯、磨钻）、靶向减压。

（2）经椎板间入路（Interlaminar Endoscopic Approach, ILA-如 ISSYS）：原理在于类似传统开放椎板间开窗，经黄韧带或切除部分黄韧带进入椎管。优势是解剖路径熟悉，操作相对直接；处理中央型巨大突出或钙化、中央椎管狭窄更具优势；更易处理 L5/S1（不受髂嵴阻挡）。最佳适应症^[9]包括中重度中央椎管狭窄（黄韧带肥厚、关节突关节内聚）；L5/S1 节段中央型或旁中央型巨大/钙化椎间盘突出；部分复发性椎间盘突出（首

次开放术后）。关键步骤^[10]在于精准定位、椎板间开窗、黄韧带处理、神经根和硬膜囊腹侧减压。适应症选择原则中需综合评估突出物位置、大小、性质（是否钙化）、椎管/侧隐窝狭窄程度、是否存在脊柱不稳、既往手术史以及患者全身状况等因素^[11]。个体化选择最适宜入路是手术成功的关键。

3 临床应用与疗效证据

大量临床研究（包括随机对照试验（RCT）和荟萃分析（Meta-Analysis）证实了 FESS 在治疗退变性腰椎疾病中的有效性和安全性：

（1）腰椎间盘突出症（LDH）：疗效明确，多项高质量 RCT 和 Meta 分析表明，在严格掌握适应症的前提下，FESS 治疗 LDH（包括巨大突出、极外侧突出、部分复发突出）的中短期（1-2 年）临床疗效（疼痛缓解-VAS 评分、功能改善-ODI 指数）与传统显微椎间盘切除术（Microdiscectomy, MD）相当^[12,13]。微创优势显著：FESS 组在术中出血量、术后疼痛评分、镇痛药物需求、住院时间方面均显著优于 MD 组^[12,14]。长期随访：随着技术成熟，长期随访（>5 年）结果显示 FESS 疗效稳定，再手术率与传统手术无显著差异^[15]。

（2）腰椎管狭窄症（LSS）：可行性获证，FESS（特别是 ILA）可有效完成单侧入路双侧减压（Unilateral Biportal Endoscopy, UBE 或单通道内镜下减压），治疗单节段或轻度多节段退行性中央椎管狭窄和/或侧隐窝狭窄^[16,17]。疗效观察：研究表明，FESS 减压术后患者腿痛、间歇性跛行症状显著改善，ODI 和行走距离指标提升效果与传统开放减压手术相似，但微创相关优势依然明显^[17,18]。挑战是严重多节段狭窄、严重骨性狭窄伴脊柱不稳仍是其相对禁忌或需谨慎处理^[19]。

（3）扩展应用：内镜下腰椎椎体间融合术（Endoscopic Lumbar Interbody Fusion, ELIF）：FESS 与经椎弓根螺钉或皮质骨轨迹螺钉技术结合，实现了真正意义上的微创融合。ELIF 可在内镜下完成椎间盘切除、终板准备和融合器植入，主要用于 I 度滑脱、椎间盘源性腰痛伴不稳或严重椎间隙塌陷的病例。尽管技术难度高、学习曲线陡峭，早期临床结果显示

出良好前景^[20,21]。特殊类型突出/狭窄：如部分钙化椎间盘突出、椎间孔狭窄、复发性椎间盘突出（需谨慎评估瘢痕粘连）等，在经验丰富的术者操作下，FESS 也可获得满意疗效^[11,15]。

4 并发症与学习曲线

尽管创伤小，FESS 仍存在特有并发症：术中并发症包括神经根/硬膜囊损伤：操作空间有限，器械使用不当或解剖变异可导致神经结构损伤，表现为一过性或永久性感觉运动障碍^[14]。硬脊膜撕裂与脑脊液漏：发生率略高于传统开放手术（尤其在初期学习阶段），镜下修补技术要求高^[14,22]。出血与血肿：椎管内静脉丛出血影响视野，大血管损伤罕见但后果严重^[14]。术后并发症包括椎间盘炎：发生率与开放手术相当（<1%），早期诊断和处理是关键^[15]。术后感觉异常：神经根刺激或牵拉所致，多数可自行缓解^[13]。复发/残留：减压不彻底或髓核摘除不充分是主因，再手术率与传统手术相当^[15]。减压节段错误：强调精准定位的重要性。陡峭的学习曲线是推广 FESS 的最大障碍^[10,14]。熟练掌握内镜下的三维空间感、手眼协调、镜下止血、神经结构保护等技术需要大量的系统培训和经验积累。并发症发生率往往随术者经验增加而显著下降^[14,22]。

5 争议、挑战与未来方向

争议在于 ELIF 的价值：其长期稳定性、融合率是否优于传统 MIS-TLIF 或开放融合术？手术时间、射线暴露、技术难度是否抵消其微创优势？尚需更多高质量长期随访研究^[20,21]。严重 LSS 减压的充分性：对于严重骨性狭窄、多节段广泛狭窄，FESS 能否达到与传统开放手术同等的彻底减压效果？存在质疑^[19]。成本效益：昂贵的专用器械和设备成本是否被更短的住院时间和更快康复所平衡？需卫生经济学研究评估。

挑战在于技术复杂性：要求术者具备扎实的解剖知识、精湛的镜下操作技术和应对突发状况的能力。设备依赖性：高清

内镜系统、专用器械（磨钻、射频、特殊抓钳）等不可或缺。学习曲线漫长：规范化培训体系有待完善和普及。

未来方向在于技术创新：研发更小巧灵活、多功能集成的器械；改良通道设计（如可扩张通道、双通道内镜 UBE 技术^[23]）；发展机器人辅助内镜技术，提高操作的精准性和稳定性。图像引导与导航：将术中导航（O-arm、CT 导航）、实时超声、荧光显像等技术整合到内镜系统中，辅助精准定位和减压^[24]。生物材料应用：探索内镜下精准应用生长因子、生物材料促进骨融合和软组织修复。拓展适应症：进一步探索在腰椎滑脱、退变性脊柱侧弯等更复杂病例中的应用，优化 ELIF 技术^[20]。高质量循证医学证据：开展更多设计严谨、长期随访（>10 年）的 RCT 和注册研究，明确 FESS 在不同疾病、不同术式中的长期疗效、融合率、邻近节段退变率及成本效益。

6 总结

全脊柱内镜技术代表了腰椎退行性疾病微创治疗的重要发展方向。其在治疗腰椎间盘突出症方面已展现出与传统手术相当的优良疗效，且具有创伤小、恢复快、出血少、可在局麻下进行等显著优势，成为许多病例的首选方案。在腰椎管狭窄症的治疗中，特别是单节段和轻度多节段狭窄，FESS 也取得了令人鼓舞的效果。内镜下融合技术（ELIF）虽处于发展初期，但展现出了微创融合的巨大潜力。

然而，必须清醒认识到该技术学习曲线陡峭、操作空间有限、对复杂病例（如严重骨性狭窄、脊柱不稳）的处理能力仍存挑战等局限性。并发症的预防要求术者具备扎实的解剖知识和精湛的操作技巧。未来，技术的持续创新（如机器人辅助、智能导航、更优器械）、规范化培训体系的完善以及高质量长期循证医学证据的积累，将推动 FESS 在更广阔的领域安全、有效地应用，最终使更多腰椎退变性疾病患者受益于这项微创技术。

参考文献：

- [1] Ruetten,S.,Komp,M.,Merk,H.,&Godolias,G.(2008).Full-endoscopic interlaminar and transforaminal lumbar discectomy versus conventional microsurgical technique:a prospective,randomized,controlled study.Spine,33(9),931-939.
- [2] Kim,H.S.,Raorane,H.D.,Wu,P.H.,Heo,D.H.,Sharma,S.B.,&Jang,I.T.(2020).Incidental Durotomy During Endoscopic Stenosis Lumbar Decompression:Incidence,Classification,and Proposed Management Strategies.World Neurosurgery,139,e239-e248.
- [3] Ahn,Y.(2014).Percutaneous endoscopic decompression for lumbar spinal stenosis.Expert Review of Medical Devices,11(6),605-616.
- [4] Telfeian,A.E.,Veeravagu,A.,Oyelese,A.A.,&Gokaslan,Z.L.(2016).A brief history of endoscopic spine surgery.Neurosurgical Focus,40(Suppl1),V2.
- [5] Garg,B.,Nagraja,U.B.,&Jayaswal,A.(2021).Microendoscopic versus open discectomy for lumbar disc herniation:a systematic review and meta-analysis.European Spine Journal,30(1),137-152.
- [6] Phan,K.,Xu,J.,Schultz,K.,Alvi,M.A.,Lu,V.M.,&Mobbs,R.J.(2017).Full-endoscopic versus micro-endoscopic and open discectomy:A systematic review and meta-analysis of outcomes and complications.Clinical Neurology and Neurosurgery,154,1-12.

- [7] Choi,K.C.,Kim,J.S.,Ryu,K.S.,Kang,B.U.,Ahn,Y.,&Lee,S.H.(2013).Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for L5-S1 disc herniation:transforaminal versus interlaminar approach.Pain Physician,16(6),547–556.
- [8] Li,X.C.,Zhong,C.F.,Deng,G.B.,Liang,R.W.,&Huang,C.M.(2016).Full-endoscopic procedures versus traditional discectomy surgery for discectomy:A systematic review and meta-analysis of current global clinical trials.Pain Physician,19(3),103–118.
- [9] Komp,M.,Hahn,P.,Oezdemir,S.,Giannakopoulos,A.,Heikenfeld,R.,Kasch,R.,...&Ruetten,S.(2015).Bilateral spinal decompression of lumbar central stenosis with the full-endoscopic interlaminar versus microsurgical laminotomy technique:a prospective,randomized, controlled study.Pain Physician,18(1),61–70.
- [10] Wu,P.F.,Li,Y.W.,&Du,C.F.(2021).Learning curve and complications of full-endoscopic lumbar discectomy:a systematic review and meta-analysis.European Spine Journal,30(11),3222–3233.
- [11] Lewandrowski,K.U.(2014)."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.International Journal of Spine Surgery,8,26.
- [12] Ryang,Y.M.,Oertel,M.F.,Mayfrank,L.,Gilsbach,J.M.,&Rohde,V.(2008).Standard open microdiscectomy versus minimal access trocar microdiscectomy:results of a prospective randomized study.Neurosurgery,62(1),174–181.
- [13] Gibson,J.N.A.,&Waddell,G.(2007).Surgical intervention for lumbar disc prolapse:updated Cochrane Review.Spine,32(16),1735–1747.
- [14] Gadjradj,P.S.,van Tulder,M.W.,Dirven,C.M.F.,Peul,W.C.,&Harhangi,B.S.(2017).Clinical outcomes after percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for lumbar disc herniation:a prospective case series.Neurosurgical Focus,43(VideoSuppl2),V6.
- [15] Liu,X.,Yuan,S.,Tian,Y.,Wang,L.,Gong,L.,&Zheng,Y.(2018).Comparison of percutaneous endoscopic transforaminal discectomy and microendoscopic discectomy for the treatment of lumbar disc herniation:a 5-year follow-up study.Journal of Orthopaedic Surgery and Research,13(1),276.
- [16] Pirris,S.M.,Dhall,S.,Mummaneni,P.V.,&Kanter,A.S.(2014).Minimally invasive approach to the lumbar spine:an overview. Neurosurgical Focus,37(6),E2.
- [17] Chen,K.T.,Choi,K.C.,Song,M.S.,Jabri,H.,Lokanath,Y.K.,&Kim,J.S.(2021).Percutaneous Endoscopic Unilateral Laminotomy for Bilateral Decompression in Lumbar Spinal Stenosis:A Technical Note and Preliminary Clinical Results.World Neurosurgery,145,e50-e58.
- [18] Wu,J.,Liu,L.,Zheng,C.,&Li,Y.(2020).Full endoscopic versus microscopic unilateral laminotomy for bilateral decompression in the treatment of lumbar spinal stenosis:a systematic review and meta-analysis.Pain Physician,23(4S),S397-S410.
- [19] Mobbs,R.J.,Li,J.,Sivabalan,P.,Raley,D.,&Rao,P.J.(2014).Outcomes after decompressive laminectomy for lumbar spinal stenosis:comparison between minimally invasive unilateral laminectomy for bilateral decompression and open laminectomy:clinical article.Journal of Neurosurgery:Spine,21(2),179–186.
- [20] Jacquot,F.,&Gastambide,D.(2013).Percutaneous endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion:is it worth it?International Journal of Spine Surgery,7,e36-e44.
- [21] Park,M.K.,Son,S.K.,&Park,W.W.(2020).Endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion:a comprehensive review.Expert Review of Medical Devices,17(1),55–63.
- [22] Choi,G.,Kang,H.Y.,Modi,H.N.,Prada,N.,Nicolau,R.J.,Joh,J.Y.,...&Lee,S.H.(2011).Risk of developing seizure after percutaneous endoscopic lumbar discectomy.Journal of Spinal Disorders&Techniques,24(2),83–92.
- [23] Heo,D.H.,Son,S.K.,Eum,J.H.,&Park,C.K.(2017).Fully endoscopic lumbar interbody fusion using a percutaneous unilateral biportal endoscopic technique:technical note and preliminary clinical results.Neurosurgical Focus,43(VideoSuppl2),V8.
- [24] Tabarestani,T.Q.,Sykes,D.A.W.,Wang,T.Y.,Chan,A.K.,Mouchtouris,N.,Fu,K.M.,&Shaffrey,C.I.(2022).Navigation in minimally invasive spine surgery:a systematic review and meta-analysis of spinal instrumentation accuracy.Journal of Neurosurgery:Spine,37(1),1–14.