

腰椎椎间孔狭窄症的诊断和手术治疗进展

The progress of diagnosis and surgical treatment for lumbar foraminal stenosis

柳万国¹, 唐成林¹, 刘理迪², 朱庆三¹

(1 吉林大学中日联谊医院骨科 130021 吉林省长春市; 2 吉林大学第一医院脊柱外科 130021 吉林省长春市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2015.05.16

中图分类号: R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2015)-05-0465-06

腰椎椎间孔狭窄症 (lumbar foraminal stenosis, LFS) 是一种常见的脊柱退行性疾病, 狭窄的椎间孔可使其内走行的神经根受压, 在临床上可表现为下肢疼痛、麻木及无力等^[1]。目前临床上更多关注腰椎间盘退变和中央型腰椎管狭窄情况, 而对椎间孔狭窄情况往往重视不足, 这不仅容易导致 LFS 的漏诊, 而且影响到治疗策略的正确制定, 甚至导致术后患者症状不缓解或加重等腰椎手术失败综合征的出现^[2]。因此正确地认识、诊断和治疗 LFS 非常重要。笔者就 LFS 诊断及手术治疗的进展综述如下。

1 LFS 的诊断

Jenis 和 An^[3]详细描述了腰椎椎间孔的概念和组成: 相邻的上下椎弓根所围成的垂直区域, 其内毗邻侧隐窝, 其外为椎间孔出口区, 上界为上位椎弓根下缘, 下界为下位椎弓根上缘, 前界为上位椎体后下缘和椎间盘后外缘, 后界为关节突关节、椎板和黄韧带。正常情况下椎间孔呈圆形、椭圆形或泪滴形, 椎间孔高度为 20~23mm, 宽度 8~10mm, 面积为 40~160mm²^[4]。腰椎椎间孔的边界结构退变可能出现椎间盘高度降低、关节突关节增生、韧带肥厚、腰椎不稳、腰椎滑脱或脊柱侧凸等, 导致椎间孔形态改变和高度、宽度及面积等减小, 可使其内走行的神经根受累而出现临床症状和体征。近年来 LFS 诊断相关的影像学检查及临床研究取得了较大的进展。

1.1 发病率及好发节段

LFS 占腰椎退行性疾病的 8%~26%^[1,3], 占腰椎手术失败综合征患者的 25%~58%^[2]。腰椎间孔狭窄好发于 L4/5 和 L5/S1 节段, Aota 等^[5]报道 L4/5 和 L5/S1 分别为 52% 和 48%, Jenis 和 An^[3]发现 L3/4、L4/5 和 L5/S1 分别占 5%、15% 和 75%。

1.2 影像学检查

1.2.1 LFS 的 MRI 分级系统

MRI 检查不仅可以在 T1 加权像 (T1-weighted imaging, T1WI) 和 T2 加权像 (T2-weighted imaging, T2WI) 上观察矢状位、轴位及冠状位椎间孔狭窄情况, 而且可以观察到神经根形态、水肿及位置改变。因此目前在临床工作及研究中 MRI 检查被作为 LFS 辅助检查的首选^[4-6]。

第一作者简介: 男 (1983-), 主治医师, 博士研究生, 研究方向: 脊柱退变性疾病

电话: (0431)84997624 E-mail: liuwanguo6016@163.com

通讯作者: 朱庆三 E-mail: hotspine@163.com

一些学者基于常规仰卧位 MRI, 根据椎间孔形态、神经根周围脂肪或神经根形态改变情况等, 提出椎间孔狭窄的 MRI 分级系统, 用于评价椎间孔狭窄程度^[4-6]。Wildermuth 等^[4]基于 T1WI 矢状位椎间孔形态和神经根周围脂肪完整性提出椎间孔狭窄 MRI 分级系统, 分为 0~3 级 (图 1): 0 级, 正常, 椎间孔呈椭圆形或倒梨形, 椎间盘后外侧边界正常, 神经根周围脂肪形态正常; 1 级, 轻度椎间孔狭窄, 脂肪有缺失但仍能完整包绕神经根; 2 级, 中度椎间孔狭窄, 脂肪缺失明显仅部分包绕神经根; 3 级, 重度椎间孔狭窄, 神经根周围脂肪消失。近年来, Attias 等^[5]将 T1WI 矢状位椎间孔分为三个象限 (上前象限、上后象限、下象限), 根据椎间孔内脂肪消失部位将椎间孔狭窄分为 4 级: 0 级, 正常椎间孔; 1 级, 下象限内脂肪消失; 2 级, 上后象限内脂肪消失; 3 级, 上前象限内脂肪消失。Lee 等^[6]基于 T1WI 矢状位神经根周围脂肪及神经根形态将椎间孔狭窄分为 4 级: 0 级, 椎间孔正常; 1 级, 轻度椎间孔狭窄, 神经根周围脂肪在两个相对方向上消失, 神经根形态无改变; 2 级, 中度椎间孔狭窄, 神经根周围脂肪在四个方向上消失, 神经根形态无改变; 3 级, 重度椎间孔狭窄, 神经根形态改变。

目前关于椎间孔狭窄的 MRI 分级系统主要为上述三个, 对椎间孔狭窄程度具有一定的评价作用, 对临床工作和研究有较好指导意义。其中以 Wildermuth 分级系统应用最广。但上述分级系统仍存在一些不足之处: (1) 仅考虑 MRI 矢状位上椎间孔的改变, 未结合轴位和冠状位上的改变; (2) 分级系统的可靠性尚不明确; (3) 尚缺少与临床症状的定量分析, 诊断 LFS 存在较高的假阳性率; (4) 对治疗方案及手术入路选择指导意义有限。

1.2.2 LFS 相关 MRI 检查的研究进展 由于常规仰卧位 MRI 检查在诊断 LFS 存在的不足, 一些学者尝试借助新的

成像技术和设备来提高 LFS 诊断的准确性^[7-9]。Eguchi 等^[7]于 2011 年首次探讨 MRI 弥散张量成像 (diffusion tensor imaging, DTI) 对 LFS 的诊断价值, 结果表明 DTI 成像对 LFS 诊断的假阳性率 (0%) 显著低于常规 MRI 的假阳性率 (45.8%), 此外 DTI 成像提供的纤维示踪图可以无创、清晰地观察到神经根走行、位置及受压情况 (图 2)。Aota 等^[8]通过磁共振脊髓造影 (magnetic resonance myelography, MRM) 提高诊断 LFS 的特异性, 同时指出 MRM 尤其适用于存在多个节段的椎间孔狭窄而无法通过常规 MRI 确定责任节段的 LFS 患者。2014 年 Nemoto 等^[9]利用三维稳态采集快速成像 (fast imaging employing steady state acquisition, 3D FIESTA) 具有高信噪比特性、利于观察细微的解剖结构及病变的特性, 探讨其在诊断 LFS 的可靠性, 结果表明 3D FIESTA 冠状位诊断的敏感性和特异性分别为 100% 和 97%。此外, 有学者^[9]指出腰椎斜位 MRI 利于清晰观察到椎间孔解剖结构及神经根受压情况, 较常规 MRI 的矢状位图像更能准确地反映椎间孔狭窄情况。

上述影像学检查手段对 LFS 诊断的准确性在某种程度上优于常规 MRI, 但是对检查设备及技术要求高, 此外当前尚缺少多中心大样本的相关研究。

1.3 临床表现及诊断

影像学上表现为腰椎椎间孔狭窄并不意味着有临床症状, 所以诊断 LFS 时要充分结合临床表现。LFS 除了可表现神经根受压的症状和体征, 如下肢疼痛麻木、肌无力和

反射减弱等^[1], 还可出现一些特征性表现如下肢静息痛、坐位和夜间下肢痛、Kemp 征等。Yamada 等^[10]的一项前瞻对照研究发现下肢静息痛在 LFS 患者的发生率为 76%, 显著高于在腰椎管狭窄症患者的 35%。Watanabe 等^[11]报道坐位和夜间下肢痛的发生率分别为 50% 和 46%; 这些临床特征有助于区别中央型腰椎管狭窄症。也有学者指出 Kemp 征是 LFS 的重要体征之一, Kemp 征是指腰椎伸向疼痛侧时可导致椎间孔狭窄加重, 从而下肢疼痛症状加重即阳性, 其在 LFS 患者中的发生率为 79%~85%^[11]。选择性神经根阻滞常作为术前诊断 LFS 的重要手段之一, 尤其适用于多个节段椎间孔狭窄中的症状责任节段的确定, 然而选择性神经根阻滞并不能很好地鉴别侧隐窝狭窄和椎间孔狭窄, 此外选择性神经根阻滞是一种有创检查且存在感染、神经根损伤及粘连等并发症^[13, 12, 13]。

临床症状、仔细的查体及结合辅助检查是诊断 LFS 的关键, 其诊断要点总结如下: (1) 下肢疼痛、肌无力及反射改变, 尤其是下肢静息痛; (2) Kemp 征阳性; (3) 影像学检查表现椎间孔狭窄; (4) 选择性神经根阻滞是确定责任节段最直接方式; (5) 当合并中央型椎管狭窄和侧隐窝狭窄时, 确诊 LFS 并非易事, 但若出现明显的下肢根性疼痛且同侧椎间孔在影像学上表现严重的狭窄, 应该警惕 LFS 的存在; (6) 借助新的影像学检查手段如 DTI、MRM、斜位 MRI 及 3D FIESTA 等。

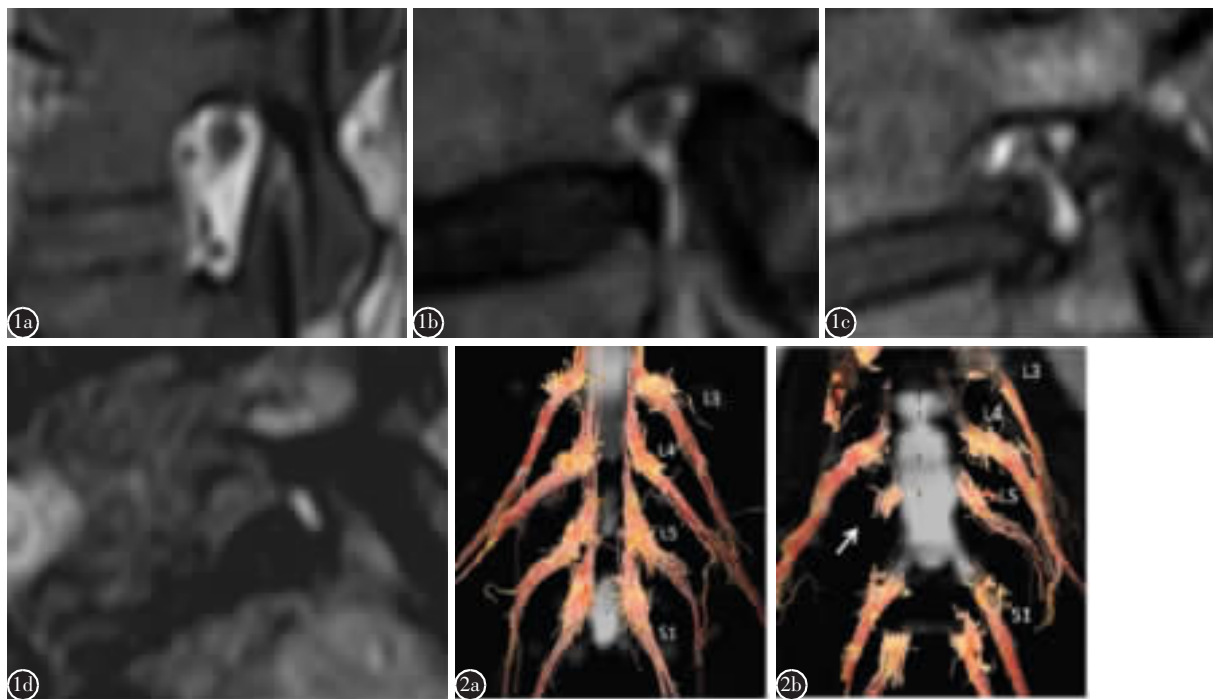


图 1 Wildermuth 提出的腰椎椎间孔狭窄 MRI 分级^[14] a 0 级正常, 椎间孔呈椭圆形或倒梨形 b 1 级轻度椎间孔狭窄, 脂肪有缺失但仍能完整包裹神经根 c 2 级中度椎间孔狭窄, 脂肪缺失明显仅部分包裹神经根 d 3 级重度椎间孔狭窄, 神经根周围脂肪消失 图 2 腰椎神经根 DTI 示踪^[7] a 双侧 L3、L4、L5 及 S1 神经根形态及连续性正常 b 右侧 L5 神经根在椎间孔区中断消失, 提示椎间孔狭窄及 L5 神经根受压

2 LFS 的治疗

在 LFS 早期和病情较轻时,应首先考虑保守治疗,包括理疗、非甾体类抗炎药应用及选择性神经根阻滞等^[13]。当保守治疗无效或神经症状严重时应选择手术治疗。由于椎间孔位于脊柱后外侧的特殊性及致狭窄因素的多方向性,同时随着显微镜技术、内窥镜技术及非融合固定技术的发展,目前针对椎间孔狭窄的手术方式较多。根据椎间孔狭窄减压的方式分为两大类:间接减压和直接减压。

2.1 间接减压

椎间孔间接减压指通过增加脊柱前中柱和/或后柱高度而非直接去除椎间孔结构,从而增加椎间孔高度和面积,达到椎间孔狭窄减压和治疗目的。根据作用机制及器械不同分为棘突间装置置入、椎弓根钉棒系统固定和椎间融合器置入。

2.1.1 棘突间装置置入 棘突间装置属于非融合动态稳定系统,种类繁多,在 LFS 应用较多的主要有 Coflex、X-stop、Wallis 和 Diam 等,就治疗 LFS 而言,其设计理念主要是棘突间装置置于棘突间达到恢复椎间孔高度或面积、限制脊柱过度后伸及提供脊柱动态稳定性^[14-18]。Celik 等^[15]的回顾性研究发现,Coflex 装置置入后椎间孔高度从术前 19.95mm 增加至 25.05mm,同时疼痛视觉模拟评分(visual analogue score,VAS)从术前的 7.85 分降至 1.7 分。Richter 等^[16]的前瞻性研究发现 Coflex 装置置入可显著改善患者的临床表现。Wan 等^[17]对 8 例老年 LFS 患者行 X-Stop 置入后发现术后腰椎过伸位时的椎间孔面积、宽度及高度较术前分别增加了 32mm²、1.1mm 及 1.8mm。Sobottke 等^[18]回顾性分析三种棘突间装置 X-stop、Wallis 和 Diam 置入的临床疗效和椎间孔变化,术后三种棘突间装置对临床症状缓解均显著,术后影像学显示椎间孔面积、宽度及高度显著增加尤其以 X-stop 明显。

棘突间装置置入时一般仅切除棘间韧带,保留棘上韧带,对脊柱维稳结构破坏少。此外手术切口小、置入过程简便,手术可在局麻下完成,因此特别适合老年及体质弱患者^[14]。棘突间装置治疗 LFS 一般不超过两个节段,腰椎滑脱、腰椎不稳、脊柱侧凸及明显关节突关节退变视为手术禁忌证^[14,16]。棘突间装置置入相关的并发症包括棘突骨折、椎间盘高度降低、腰椎后凸及棘突间装置移位或失效等^[14-18]。

2.1.2 椎弓根钉棒系统固定 一些研究发现通过椎弓根钉棒系统撑开可对椎间孔间接减压。Schlegel 等^[19]对 7 具尸体中 10 个运动节段行椎弓根固定并分别撑开 5mm 和 10mm,结果显示 5mm 撑开时 7 个运动节段的椎间孔减压明显,10mm 撑开时 9 个运动节段的椎间孔狭窄改善明显;椎体后缘骨赘或“类耳形”椎间孔与撑开后椎间孔狭窄改善差相关。Inufusa 等^[20]在 6 具新鲜尸体的 L4、L5 及 S1 的椎弓根行脊柱 ISOLA 钉棒系统固定,然后分别对 L4/5 和 L5/S1 依次进行 2mm、4mm、6mm、8mm 和 10mm 椎弓根撑开,结果显示 2~6mm 撑开时椎间盘后缘高度、椎间孔高

度及面积递增明显,6mm 撑开时 L4/5 和 L5/S1 椎间孔面积分别增加了 22.6%和 39.2%,大于 6mm 撑开时椎间孔大小递增平缓;认为 6mm 撑开对改善椎间孔大小是最合适的,过度的撑开可能导致腰椎生理前凸的丢失。

2.1.3 椎间融合器置入 椎间盘高度的降低是椎间孔狭窄的重要因素之一,因此有些学者认为通过椎间融合器增加椎间隙高度来增加椎间孔高度和面积,达到对狭窄的椎间孔间接减压的目的。Chen 等^[21]在 9 具新鲜尸体的 L4/5 和 L5/S1 椎间隙置入 BAK 椎间融合器,结果显示 L4/5 和 L5/S1 节段椎间盘后缘高度分别增加了 37.1%和 45.1%,同时椎间孔面积分别增加了 29.0%和 33.8%,说明椎间融合器可以显著增加椎间孔的体积和面积,从而改善椎间孔狭窄。Wang 等^[22]在 16 具新鲜小牛脊柱标本 L3/4 椎间隙置入椎间融合器,发现椎间融合器不仅可显著增加椎间孔高度和面积,且能够提供和维持脊柱及椎间孔的稳定性。

有些学者在临床上通过椎间融合器或联合应用椎弓根螺钉固定对椎间孔狭窄间接减压。Oliveira 等^[23]进行了一项关于经腰椎极外侧入路椎间融合器置入(extreme lateral interbody fusion,XLIF)间接减压治疗 21 例椎间孔狭窄或伴椎管狭窄患者的前瞻性研究,术后影像学检查显示椎间隙高度、椎间孔高度、椎间孔面积及椎管面积较术前分别增加了 41.9%、13.5%、24.7%和 33.1%。Castellvi 等^[24]基于他们的前期工作^[25,26]进行了一项 60 例患者的临床回顾性研究,结果显示 XLIF 术后即刻椎间隙高度增加了 67%、椎间孔面积增加了 24%~31%、椎管面积增加了 7%,术后 3 个月和 1 年的 VAS 疼痛评分及 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index,ODI)均较术前显著性改善。与以往传统的前路和后路手术相比,XLIF 可避免脊柱前路和后路手术时对韧带结构和骨性结构的破坏及大血管和输尿管损伤,此外避免了后路手术的并发症如神经根牵拉损伤、硬膜囊撕裂及硬膜外瘢痕形成;XLIF 也存在一些不足,如髂骨翼遮挡和髂静脉位于 L5/S1 椎间盘外侧限制其在 L5/S1 节段手术,此外潜在神经出口根、腰丛神经及股神经等的损伤,可通过细致的操作和小心应用撑开器及扩张套管减少上述并发症发生^[23,24,27]。

2.2 直接减压

椎间孔直接减压是指通过对椎间孔致狭窄结构如椎板、关节突关节、黄韧带、椎间盘、椎体后缘骨赘或椎弓根等直接切除,达到神经根减压及治疗椎间孔狭窄症的目的。根据手术入路的不同分为后正中入路、后外侧入路、前后联合入路。

2.2.1 后正中入路 腰椎后正中入路是脊柱外科医师所熟知及常用的腰椎手术入路之一。腰椎后正中入路能够充分暴露脊柱后方结构如棘突、韧带、椎板及关节突关节等。Watanabe 等^[11]回顾性分析经腰椎后正中入路行腰椎椎间融合术(posterior lumbar interbody fusion,PLIF)治疗的 31 例 LFS 患者,术中减压范围包括全椎板切除及双侧关节突关节切除,结果显示日本骨科协会(Japanese Orthopaedic

Association, JOA) 评分从术前的 17.1 分提高到末次随访时的 24.9 分。Seong 等^[28]通过改良 PLIF 有限地切除椎板和关节突关节治疗多节段 LFS, 并与广泛切除椎板和关节突关节减压固定术比较, 结果表明两种术式在术后症状缓解、并发症及融合率无显著性差异, 但有限减压固定术手术时间及出血量显著少于广泛减压固定术, 有限减压固定术及广泛减压固定术的并发症发生率均很高, 分别为 42% 和 57%。2012 年 Morimoto 等^[29]应用超声切骨刀通过腰椎后正中入路微创下行椎板间开窗及椎间孔减压治疗 26 例 LFS 患者, 术后 JOA 评分及椎间孔狭窄显著改善, 术后无腰椎不稳发生, 但有 1 例出现医源性椎弓峡部裂。

虽然腰椎后正中入路解剖结构为临床医师所熟知, 但显露椎间孔结构往往需要广泛剥离椎旁肌肉, 同时为了充分减压不得不牺牲脊柱的维稳结构如关节突关节、椎板峡部及韧带等; 此外后侧正中入路手术往往在非直视下对椎间孔减压, 可能造成减压不充分和椎间孔内神经尤其是背根神经节受到机械压迫或牵拉等, 这可能是术后症状持续存在或加重的原因之一^[3]。因此在临床治疗单纯 LFS 而无合并椎管狭窄或腰椎不稳时应慎重选择腰椎后正中入路手术。

2.2.2 后外侧入路 为了减少传统腰椎后正中入路对后方韧带、肌肉及骨性结构的医源性损伤, 近年腰椎后外侧入路已逐渐发展并广泛应用。目前针对 LFS 治疗的腰椎后外侧入路主要包括旁正中入路(Wiltse 入路)和微创下椎间孔入路。腰椎后外侧入路能够直接显露椎间孔及其内走行的神经根。

(1)旁正中入路。Wiltse 于 1968 年提出经多裂肌和最长肌之间的腰椎旁正中入路, 经过改进后现已广泛应用于腰椎各类手术, Wiltse 入路经肌间隙入路对软组织损伤小, 能够简便显露腰椎后外侧结构, 减少术后椎旁肌肉退变和萎缩^[34]。Fujibayashi 等^[30]回顾性分析经 Wiltse 入路治疗的 LFS 患者 16 例, 术后 JOA 评分改善率为 89.1%, 认为经 Wiltse 入路可在直视下对椎间孔减压, 是一种安全、有效及创伤小的治疗方式。最近一项前瞻性队列研究^[30]指出, 经旁正中入路微创下椎间孔减压在治疗 LFS 短期疗效与后正中入路 PLIF 治疗 LFS 的疗效相当。

(2)微创下椎间孔入路。近年来随着微创技术的发展及相关器械的改进, 微创直视下对椎间孔减压已在临床上开展。微创下椎间孔入路椎间孔减压方式有三种: ①切除突出的椎间盘和后缘骨赘; ②切除关节突关节, 进行单侧或双侧椎间孔减压; ③切除部分椎弓根。

Yamada 等^[31]回顾性分析经椎间孔入路在显微镜下行椎间孔减压治疗的 LFS 患者 46 例 (其中伴退变性腰椎侧凸 26 例、非腰椎侧凸 20 例), 44 例 (95.7%) 患者下肢疼痛在术后即刻缓解, 但有 9 例患者术后随访中再次出现下肢症状 (退变性腰椎侧凸 8 例、非腰椎侧凸 1 例), 发现术后再次出现下肢症状与退变性腰椎侧凸存在不稳有关, 认为显微镜下行椎间孔减压术可有效治疗伴退变性腰椎侧凸

的 LFS 患者。2014 年 Ahn 等^[32]经皮内窥镜下行椎间孔减压术治疗 33 例骨性椎间孔狭窄的 LFS 患者, 平均手术时间为 55.6min, 术后症状的改善率为 93.9%, 其中优良率为 81.8%。他认为虽然经皮内窥镜技术学习曲线长, 但应用该技术行椎间孔减压术可安全有效地治疗 LFS, 尤其适合年老或体质弱的患者。椎间孔减压术的生物力学研究表明, 关节突关节或椎板峡部切除不超过 50% 有利于防止术后腰椎不稳的出现^[33]。

对于双侧椎间孔严重狭窄的 LFS 患者, 往往需要一侧关节突关节全切除, 此时需要辅助内固定和融合。2014 年 Kim 等^[34]探讨了单侧微创下经椎间孔腰椎椎间融合术 (minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion, mi-TLIF) 是否可以达到双侧腰椎椎间孔狭窄减压效果, 对 66 例 LFS 患者 69 个节段的术前及术后 MRI 进行定量分析, 术后腰椎椎间孔高度、椎间孔最大宽度、椎间孔最小宽度及椎管面积均显著性增加, 说明单侧 mi-TLIF 不仅可以对同侧椎间孔狭窄直接减压, 而且可以通过椎间融合器置入达到对侧椎间孔狭窄的间接减压。有些学者尝试通过单侧 mi-TLIF 对双侧腰椎椎间孔狭窄直接减压, 2014 年 Lin 和 Chiang^[35]回顾性分析 48 例双侧椎间孔狭窄的 LFS 患者 (共 52 个节段), 该术式在显微内窥镜下通过切除一侧关节突关节及对侧大部分关节突关节对椎间孔直接减压, 术后 1 年的 VAS 和 SF-36 较术前显著改善, 术后影像学显示双侧椎间孔面积及椎管的面积较术前显著增大, 同时对侧的椎旁肌肉受到良好保护, 认为单侧 mi-TLIF 可安全有效治疗双侧椎间孔狭窄的 LFS。

有些研究发现通过椎弓根部分切除亦可到达椎间孔减压效果。Yamada 等^[36]回顾性研究通过椎间孔入路在显微镜技术下行椎弓根部分切除减压治疗 50 例 LFS 患者, 该术式通过切除上位椎体椎弓根下缘部分宽度达 3mm, 使受压的神经根向上移位达到减压的效果, 结果显示椎间孔高度从术前 5.4mm 增大到术后的 8.9mm, 术后椎弓根最窄处的直径仍有 (8.7±1.6)mm, 说明椎弓根部分切除可有效治疗 LFS, 且术后椎弓根仍可满足翻修时再次置钉的需要。

相对于腰椎后正中入路椎间孔减压术, 腰椎后外侧入路手术尤其微创下经椎间孔入路手术理论上具有以下优势: ①对后方韧带、肌肉及骨性结构破坏相对较少; ②能够充分显露椎间孔及直视下对椎间孔减压; ③对硬膜及神经根的牵拉更少; ④减少术后硬膜外瘢痕大量形成造成再次狭窄。当然微创经椎间孔入路手术仍存在一些局限性。该入路手术对设备及相关技术要求高, 同时具有较陡峭学习曲线, 此外微创下操作空间有限, 存在一些并发症如硬膜囊撕裂、深部及椎间隙感染和神经根损伤等^[14, 31-36]。目前临床研究初步提示, 腰椎后外侧入路手术可有效治疗 LFS, 但仍需大样本、多中心、前瞻性的随机对照研究进一步评估其有效性及安全性。

2.2.3 前后联合入路 有些学者尝试通过微创前路手术

对狭窄椎间孔直接减压。2013 年 Shin 等^[17]回顾性分析 40 例经前路微创下腹膜后入路椎间孔减压及前路椎间融合术(anterior lumbar interbody fusion, ALIF)同时联合后路经皮椎弓根固定治疗的峡部裂性腰椎滑脱伴椎间孔狭窄患者,结果显示术后临床症状及椎间孔大小显著改善,表明微创前路手术不仅可避免腰椎后方的破坏,且能够有效地对椎间孔直接减压,但作者也指出前路手术潜在的并发症包括血管损伤、输尿管损伤、逆行性射精及切口疝等,其治疗的患者中有 1 例在术后发生腹部切口疝。肥胖、L5/S1 节段病变及严重的关节突增生视为此手术禁忌证^[14,37]。

3 总结和展望

LFS 是一种常见的脊柱退行性疾病。LFS 诊断要充分结合临床表现和影像学检查。LFS 的特征性临床表现包括下肢静息痛、Kemp 征、坐位和夜间下肢痛等。目前常规仰卧位 MRI 是 LFS 首选的影像学检查手段,相关的分级系统主要有 3 个,其中以 Wildmuth 分级系统应用最广,但这些分级系统对 LFS 的治疗方案及手术入路选择的指导意义有限。相信随着一些新的影像学检查技术如 MRM、DTI 及 3D FIESTA 等的广泛应用,影像学技术能够更准确地诊断和指导治疗 LFS。

手术治疗根据椎间孔狭窄减压的方式分为两大类:间接减压和直接减压。间接减压根据作用机制及器械不同分为棘突间装置置入、椎间融合器置入及椎弓根螺钉固定撑开。通过 XLIF 间接减压是目前治疗进展中的亮点之一。直接减压根据手术入路的不同分为后正中入路、后外侧入路、前后联合入路。后侧正中入路手术因对脊柱结构破坏重且非直视下减压,所以应慎重选择。后外侧入路手术尤其微创下经椎间孔入路手术对脊柱维稳结构破坏少,同时可充分显露椎间孔及直视下对椎间孔减压,是治疗 LFS 的热点及趋势,但仍需大样本、多中心、前瞻性的随机对照研究进一步评估其有效性及安全性。不同的手术方式因其入路相关解剖不同及对设备器械和医师水平要求不同各有利弊,因此在制定治疗方案时应综合考虑 LFS 患者病情、医院条件、医师水平等。

4 参考文献

1. Jenis LG, An HS. Spine update: lumbar foraminal stenosis[J]. Spine, 2000, 25(3): 389-394.
2. Schofferman J, Reynolds J, Herzog R, et al. Failed back surgery: etiology and diagnostic evaluation[J]. Spine J, 2003, 3(5): 400-403.
3. Aota Y, Niwa T, Yoshikawa K, et al. Magnetic resonance imaging and magnetic resonance myelography in the presurgical diagnosis of lumbar foraminal stenosis[J]. Spine, 2007, 32(8): 896-903.
4. Wildermuth S, Zanetti M, Duewell S, et al. Lumbar spine: quantitative and qualitative assessment of positional (upright

flexion and extension) MR imaging and myelography[J]. Radiology, 1998, 207(2): 391-398.

5. Attias N, Hayman A, Hipp JA, et al. Assessment of magnetic resonance imaging in the diagnosis of lumbar spine foraminal stenosis: a surgeon's perspective [J]. J Spinal Disord Tech, 2006, 19(4): 249-256.
6. Lee S, Lee JW, Yeom JS, et al. A practical MRI grading system for lumbar foraminal stenosis [J]. AJR Am J Roentgenol, 2010, 194(4): 1095-1098.
7. Eguchi Y, Ohtori S, Orita S, et al. Quantitative evaluation and visualization of lumbar foraminal nerve root entrapment by using diffusion tensor imaging: preliminary results[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2011, 32(10): 1824-1829.
8. Nemoto O, Fujikawa A, Tachibana A. Three-dimensional fast imaging employing steady-state acquisition MRI and its diagnostic value for lumbar foraminal stenosis [J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2014, 24(1 Suppl): 209-214.
9. 赵京元, 唐小穗, 孙广才, 等. 腰椎神经根冠状位、矢状位和轴位 MR 扫描定位诊断腰椎椎间孔狭窄症[J]. 中华骨科杂志, 2014, 34(8): 839-844.
10. Yamada K, Aota Y, Higashi T, et al. Lumbar foraminal stenosis causes leg pain at rest[J]. Eur Spine J, 2014, 23(3): 504-507.
11. Watanabe K, Yamazaki A, Morita O, et al. Clinical outcomes of posterior lumbar interbody fusion for lumbar foraminal stenosis: preoperative diagnosis and surgical strategy [J]. J Spinal Disord Tech, 2011, 24(3): 137-141.
12. Morimoto D, Isu T, Kim K, et al. Microsurgical medial fenestration with an ultrasonic bone curette for lumbar foraminal stenosis[J]. J Nippon Med Sch, 2012, 79(5): 327-334.
13. Park CH, Lee SH. Effectiveness of percutaneous transforaminal adhesiolysis in patients with lumbar neuroforaminal spinal stenosis[J]. Pain Physician, 2013, 16(1): 37-43.
14. James J. 脊柱功能重建外科学[M]. 邹德威, 杨惠林, 金大地, 等译. 北京: 人民军医出版社, 2008. 141-560.
15. Celik H, Derincek A, Koksall I. Surgical treatment of the spinal stenosis with an interspinous distraction device: do we really restore the foraminal height[J]. Turk Neurosurg, 2012, 22(1): 50-54.
16. Richter A, Schütz C, Hauck M, et al. Does an interspinous device(Cofflex) improve the outcome of decompressive surgery in lumbar spinal stenosis? one-year follow up of a prospective case control study of 60 patients[J]. Eur Spine J, 2010, 19(2): 283-289.
17. Wan Z, Wang S, Kozanek M, et al. The effect of the X-Stop implantation on intervertebral foramen, segmental spinal canal length and disc space in elderly patients with lumbar spinal stenosis[J]. Eur Spine J, 2012, 21(3): 400-410.
18. Sobottke R, Schlüter-Brust K, Kaulhausen T, et al. Interspinous implants (X Stop, Wallis, Diam) for the treatment of LSS: is there a correlation between radiological parameters

- and clinical outcome[J]. *Eur Spine J*, 2009, 18(10): 1494–1503.
19. Schlegel JD, Champine J, Taylor MS, et al. The role of distraction in improving the space available in the lumbar stenotic canal and foramen[J]. *Spine*, 1994, 19(18): 2041–2047.
20. Infusa A, An HS, Glover JM, et al. The ideal amount of lumbar foraminal distraction for pedicle screw instrumentation [J]. *Spine*, 1996, 21(19): 2218–2223.
21. Chen D, Fay LA, Lok J, et al. Increasing neuroforaminal volume by anterior interbody distraction in degenerative lumbar spine[J]. *Spine*, 1995, 20(1): 74–79.
22. Wang M, Dalal S, Bagaria VB, et al. Changes in the lumbar foramen following anterior interbody fusion with tapered or cylindrical cages[J]. *Spine J*, 2007, 7(5): 563–569.
23. Oliveira L, Marchi L, Coutinho E, et al. A radiographic assessment of the ability of the extreme lateral interbody fusion procedure to indirectly decompress the neural elements [J]. *Spine*, 2010, 35(Suppl 26): 331–333.
24. Castellvi AE, Nienke TW, Marulanda GA, et al. Indirect decompression of lumbar stenosis with transpoas interbody cages and percutaneous posterior instrumentation[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2014, 472(6): 1784–1791.
25. Marulanda GA, Nayak A, Murtagh R, et al. A cadaveric radiographic analysis on the effect of extreme lateral interbody fusion cage placement with supplementary internal fixation on indirect spine decompression [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2014, 27(5): 263–270.
26. Nayak AN, Gutierrez S, Billys JB, et al. Biomechanics of lateral plate and pedicle screw constructs in lumbar spines instrumented at two levels with laterally placed interbody cages[J]. *Spine J*, 2013, 13(10): 1331–1338.
27. Davis TT, Bae HW, Mok JM, et al. Lumbar plexus anatomy within the psoas muscle: implications for the transpoas lateral approach to the L4–L5 disc [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2011, 93(16): 1482–1487.
28. Seong YJ, Lee JS, Suh KT, et al. Posterior decompression and fusion in patients with multilevel lumbar foraminal stenosis: a comparison of segmental decompression and wide decompression[J]. *Asian Spine J*, 2011, 5(2): 100–106.
29. Fujibayashi S, Neo M, Takemoto M, et al. Paraspinal–approach transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of lumbar foraminal stenosis [J]. *J Neurosurg Spine*, 2010, 13(4): 500–508.
30. Kim HJ, Jeong JH, Cho HG, et al. Comparative observational study of surgical outcomes of lumbar foraminal stenosis using minimally invasive microsurgical extraforaminal decompression alone versus posterior lumbar interbody fusion: a prospective cohort study[J]. *Eur Spine J*, 2014, 24(2): 388–395.
31. Yamada K, Matsuda H, Nabeta M, et al. Clinical outcomes of microscopic decompression for degenerative lumbar foraminal stenosis: a comparison between patients with and without degenerative lumbar scoliosis[J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(6): 947–953.
32. 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.
33. Enyo Y, Yamada H, Kim JH, et al. Microendoscopic lateral decompression for lumbar foraminal stenosis: a biomechanical study[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2014, 27(5): 257–262.
34. Kim MC, Park JU, Kim WC, et al. Can unilateral–approach minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion attain indirect contralateral decompression? a preliminary report of 66 MRI analysis[J]. *Eur Spine J*, 2014, 23(5): 1144–1149.
35. Lin JH, Chiang YH. Unilateral approach for bilateral foramen decompression in minimally invasive transforaminal interbody fusion[J]. *World Neurosurg*, 2014, 82(5): 891–896.
36. Yamada K, Matsuda H, Cho H, et al. Clinical and radiological outcomes of microscopic partial pediculectomy for degenerative lumbar foraminal stenosis[J]. *Spine*, 2013, 38(12): E723–731.
37. Shin SH, Choi WG, Hwang BW, et al. Microscopic anterior foraminal decompression combined with anterior lumbar interbody fusion[J]. *Spine J*, 2013, 13(10): 1190–1199.

(收稿日期:2015-01-21 修回日期:2015-03-02)

(本文编辑 李伟霞)