

单独椎间融合治疗退行性腰椎疾病的研究进展

林 捷 综述 莫志英* 审校

(梧州市人民医院骨科, 梧州 543003)

文献标识:A

文章编号:1009-6604(2021)09-0853-05

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2021.09.018

退行性腰椎疾病是导致老年人慢性腰腿痛的重要原因,保守治疗效果有限且症状反复,严重影响患者的生活质量。神经减压和椎间融合是退行性腰椎疾病治疗的基础,后路腰椎减压椎间融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF)是此类疾病的经典术式,由于广泛的脊旁肌剥离及骨性结构破坏,常引起医源性慢性腰痛,恢复过程痛苦且漫长。随着脊柱微创技术的发展,单独椎间融合(stand-alone interbody fusion)技术在退行性腰椎疾病的应用得到国内外学者的关注和认可,即利用解剖间隙微创入路显露目标椎间隙,处理椎间隙后植入单独椎间融合器(stand-alone cage),恢复椎间隙高度,利用原有的脊柱稳定结构张力维持节段稳定,实现神经的间接减压和椎间融合的同时,不需额外的钢板或椎弓根钉棒辅助内固定。与传统的后路腰椎间融合术相比^[1],运用单独椎间融合理念行腰椎间融合术具有对椎体周围结构干扰少、并发症少、恢复快等优点。本文对单独椎间融合的应用理念、生物力学研究、治疗原理、手术方式、适应证、优缺点及临床疗效等方面的研究现状予以综述。

1 单独椎间融合的应用理念、生物力学研究

1.1 单独椎间融合的应用理念

单独融合器根据手术入路、置入方式及生产厂家的不同存在多种形式^[2-5],但其核心理念是一致的,即在处理目标椎间隙的椎间盘组织及终板后,只行植骨填充的单独融合器植入,较少或不辅助任何侧方及后方内固定装置实现微创的神经减压及椎间融合。通过单独融合器植入撑开恢复椎间隙高度,

使纤维环、后纵韧带及黄韧带紧张而获得中央椎管及椎间孔间接神经减压效果^[6];宽大的单独融合器提供有效的终板支撑、较多的植骨量和更大的接触面,经解剖间隙入路使得肌肉、韧带、关节囊等脊柱稳定结构基本得以保留,为恢复节段早期稳定性及远期的椎间骨性融合提供有利环境^[7]。部分宽大的单独融合器还具有一定的矫正畸形作用,重建节段前突和冠状面对线,改善腰椎生物力学。单独椎间融合技术的合理应用可以减少额外内固定的植入及椎旁软组织的广泛剥离,减少医源性腰痛的发生,同时达到神经减压和椎间融合的要求^[8],是目前最为微创的腰椎融合方式^[9]。

1.2 单独融合器的生物力学研究

Tsantrizos 等^[10]对 42 具腰椎 L₁ ~ S₁ 标本分别植入 5 种不同类型的单独融合器,用机器进行屈伸扭转等活动测试,结果显示单独融合器能显著减少节段运动范围,增加腰椎稳定性。冯勇等^[2]运用三维有限元模型,通过志愿者提供的 CT 三维数据用计算机设置模拟腰椎无损模型,分别模拟后路、前路、椎间孔入路腰椎融合术,应用各自术式对应的单独融合器分别植入 L_{3/4} 节段,与无损脊柱模型进行各个节段活动范围、椎间盘应力的对比,结果显示 3 种单独腰椎融合器均可显著提高融合节段稳定性。Calvo-Echenique 等^[5]建立整个腰椎的非线性有限元模型,在 L_{4/5} 节段分别置入 2 种单独融合器(OLYS 和 NEOLIF),并与其增加辅助内固定后的脊柱稳定性进行对比,认为单独融合器的稳定性是可以接受的。Chioffe 等^[11]通过 6 个新鲜冷冻的人 T₁₀ ~ S₁ 脊柱标本,比较 L_{3/4} 节段单独融合器和椎弓根螺钉固

* 通讯作者, E-mail:402978693@qq.com

定在腰椎融合上的生物力学特性,测试每个标本在屈伸、侧向弯曲和轴向旋转中的运动范围,认为单独融合器可以显著减少邻近节段的活动,在生物力学上是可靠的。

2 单独椎间融合应用的优势、适应证及局限性

与经典的后路腰椎减压融合术相比,单独椎间融合方式减少了内固定的植入量及相关风险,缩短手术及麻醉时间,减少出血及感染风险,同时对脊旁肌、关节囊韧带等腰椎稳定结构影响小,恢复快,患者通常术后早期即可在支具保护下恢复功能锻炼,患者满意度普遍较高^[12]。

适应证:①退行性椎间盘病(间盘源性腰痛)。单独融合器植入融合术本身即需对纤维环与终板的处理及髓核的摘除,可有效改善局部炎症反应引起的疼痛^[13]。②椎间高度丢失为主的椎管及椎间孔狭窄症、退行性脊柱侧弯、I 度腰椎滑脱。宽大的单独融合器利于塌陷椎间隙高度的恢复,腰椎前后方韧带的张紧及单独融合器的支撑,可起到一定的滑脱复位、腰椎矫形作用以及间接神经减压效果^[14]。③邻椎病、间盘突出复发等退行性腰椎不稳定疾病。邻椎病通常因邻近节段内固定物遮挡难以实施传统后路减压融合术,使用单独融合器行椎间融合则没有这个困扰。腰椎间盘突出复发等腰椎不稳定疾病均具有髓核摘除减压椎间融合的指征,故使用单独融合器的椎间融合术同样适用^[15]。

单独椎间融合手术节段的早期稳定主要依赖于终板的支撑及撑开椎间隙后周围韧带及肌肉的张力,多节段病变、骨质疏松症等难以保证节段稳定性,故并不适用^[9]。椎管内游离间盘组织、骨性的椎管狭窄等疾病单纯间接减压往往无法达到满意的效果,同样不建议使用。其禁忌证与局限性如下:①脊柱感染是单独融合器的禁忌,感染的椎体骨质遭到破坏,本身不能提供足够的支撑稳定性,且病程进展易出现植骨周围骨吸收,进一步带来不稳定,融合器下沉风险高,需辅助后路钉棒固定;②前方张力带结构损伤、术中终板损伤、黄韧带钙化、关节突融合僵硬均影响间接减压效果;③术中试模松弛,融合器大小不匹配可导致术后融合器移位;④因融合器前凸角度固定,融合器植入对改善腰椎前凸的矫形效果有限;⑤严重的骨质疏松需要辅助后路内固定,避免终板塌陷、椎体骨折风险;⑥多节段融合器植入(≥ 3 个节段)不能提供足够的稳定性,需要加做后

路内固定;⑦椎管内游离间盘组织或严重的椎管狭窄,无法通过间接减压改善神经症状;⑧脊柱动态不稳、峡部裂型腰椎滑脱^[16]、Ⅲ度退行性滑脱、腰椎前凸过大等。

3 单独融合器腰椎间融合术的入路

单独融合器腰椎间融合的入路主要有前方、侧前方和后路 3 种。Rao 等^[17]对 27 例轻度(I 度)腰椎滑脱共 32 个节段实施前路单独腰椎间融合术(anterior lumbar interbody fusion, ALIF),认为单独 ALIF 治疗轻度腰椎退变性滑脱是可行的。Costa 等^[3]报道 119 例慢性腰椎退行性疾病(Modic Ⅲ级, Pfirrmann V 级)行后路 I-FLY 单独椎间融合,认为该术式的技术要求与传统后路腰椎减压融合术相近,术后整体效果满意。Marchi 等^[8]报道极外侧入路(extreme lateral interbody fusion, XLIF)治疗 52 例轻度退变性腰椎滑脱,使用宽 18 ~ 22 mm,长 45 ~ 55 mm 较大的单独融合器,笼内装满磷酸钙植骨,放置于两侧骺环上,达到椎间减压及融合的效果。郑召民等^[9]应用左侧小切口侧前方腹膜后入路治疗 63 例(94 个节段)腰椎退行性疾病,其中运用单独融合器 56 例,单独融合器宽度均为 18 mm,高度 8、10、12、14 mm,长度 40、45、50 mm。葛鑫等^[18]报道腰椎斜外侧腰大肌前入路对 96 例 137 个节段成功实施经扩张器套件序贯撑开通道下的单独融合器手术。Liu 等^[19]对 96 例退变性腰椎管狭窄及 I 度椎体滑脱行侧前方入路置入横跨双侧终板骺环的单独融合器手术,该方式与侧前方腰椎融合术(oblique lumbar interbody fusion, OLIF)类似,对部分手术步骤及显露方法进行调整改进,使用简单拉钩即可在直视下完成椎间隙处理及融合器置入的全部操作,安全可靠,并建议命名该融合术为 LaLIF。

由于椎板、硬膜及神经根的遮挡,通过后方入路难以植入较大的融合器^[3],间接减压的效果相对有限,后路手术不可避免地要剥离脊旁肌群,创伤较大;相比之下,前方及侧前方的经间隙入路更微创。侧前方入路较前方入路减少了前纵韧带及腹腔血管损伤风险;同时对于肥胖患者侧前方入路显露更容易^[9];而且在生物力学研究中,单独的侧方融合比单独的前路融合表现出更好的稳定性^[20]。因此,我们认为,经侧前方入路在 3 种主要手术入路中最具优势,是未来单独椎间融合术的主要发展方向。对于少部分 L_{4/5} 及 L₅/S₁ 节段,由于髂嵴的遮挡、腰大

肌粗大、腹腔血管变异等而难以通过侧前方入路处理时,需考虑其他入路方式^[6]。

4 临床疗效

腰椎退行性病变的术后疗效主要通过疼痛及活动能力评分的改善、生活质量的提高以及影像学的改变进行评价。

Rao 等^[17]对 27 例轻度椎体滑脱(I 度)共 32 个节段实施前路单独腰椎融合术,结果显示术前椎体滑脱率为 $(14.8 \pm 8.0)\%$, 术后降至 $(6.4 \pm 5.6)\%$, 术中透视椎间隙高度增加到术前的 175%。研究对象均获 3 个月以上随访,末次随访椎间隙高度为术前的 139%,VAS 疼痛评分由 7.6 改善至 2.2,ODI 由 56.9% 改善至 17.8%,放射学融合率 91%,总体患者满意指数(PSI)为 93% (25/27)。作者认为对于大多数轻度退行性脊柱滑脱,前路单独腰椎融合短期效果满意。Van de Kelft 等^[21]对单节段腰椎退变随机行单独椎间融合(SA 组, $n = 40$)和椎间融合辅助后路椎弓根钉棒内固定(PF 组, $n = 40$)进行对比研究,随访 6 年,X 线显示 SA 组 93% (37/40)、PF 组 98% (39/40)的患者结构稳定,2 组均未观察到内植物沉降或移动;术后 2 年 SA 组和 PF 组 ODI 平均改善 14.4% 和 13.8%,VAS 评分平均改善 6.4 和 6.7,2 组间差异均无统计学意义。Ahmadian 等^[22]对 59 例 96 个节段腰椎退行性疾病行腰大肌外侧入路单独椎间融合,包括退行性椎间盘疾病 37 例,腰椎滑脱 4 例,成人退行性脊柱侧凸 18 例。术后 12 个月融合率为 93% (55/59),2 例需要再次手术;VAS 由 69.1 改善至 37.8,ODI 由 51.8% 改善至 31.8%,差异均具有统计学意义;69% (41/59)的患者沉降等级为 0 级,31% (30/96)的节段有 I 级或 II 级沉降。Amaral 等^[23]对 87 例 L₅/S₁ 腰椎管狭窄和 I 度椎体滑脱行前路单独腰椎融合,术后 3 个月腰痛 VAS 由 7.4 降至 4.2,下肢痛 VAS 由 5.1 降至 2.8,ODI 由 44% 降至 31%。Manzur 等^[24]系统回顾前路单独腰椎间融合的融合率,纳入 55 项研究 5517 例 6303 个节段,前路单独腰椎间融合的加权平均融合率为 88.2% (16.6% ~ 100%);在病例数大于 50 的 42 项研究中,前路单独腰椎融合术的加权平均融合率为 88.6% (57.5% ~ 99.0%),增加前路钢板辅助内固定的融合率为 94.2%,应用新型零切迹融合器的融合率为 89.2%。作者认为前路单独椎间融合具有较高的融

合率。Agarwal 等^[25]报道 55 例 70 岁以上患者行侧方入路单独腰椎间融合,其中单节段 23 例,2 节段 14 例,3 节段或以上 18 例,平均随访 15 个月,术后 1 年 ODI 从 46.2% 下降至 31.1%,5 例因移植植物下陷且出现症状需要进行后路内固定手术。作者认为侧方入路单独腰椎间融合可以安全有效地应用于老年人。Manzur 等^[26]系统回顾侧方入路单独腰椎间融合的融合率,纳入 22 项研究共 736 例 1103 个节段,总体平均融合率为 85.6% (53.0% ~ 100.0%),融合节段数差异无统计学意义。其中 7 项研究报道关于侧方入路单独腰椎融合与联合后路内固定侧方腰椎融合术的融合率对比,融合率分别为 80.4% 和 91.0% ($P = 0.637$),认为侧方入路单独腰椎间融合具有较高的融合率。葛鑫等^[18]报道 96 例腰椎退行性疾病 137 个节段斜外侧入路单独椎间融合术,末次随访腰痛、腿痛 VAS 评分和 ODI 均较术前显著下降($P < 0.05$)。综上,目前报道显示各常见入路的单独椎间融合术后随访结果总体令人满意。

5 并发症及应对策略

神经根及交感链损伤:前方及侧前方入路时可能发生,常表现为单侧或双侧下肢肌力感觉、皮温改变及逆行性射精,多数为一过性^[6,9,27],经卧床休息、营养神经、消肿等保守治疗可得以恢复。其发生考虑与终板的处理和融合器的大小及放置的位置有关,需熟悉解剖结构,术中标准的腰椎正侧位准确定位、腰大肌间隙剥离精细操作及选择合适大小的单独融合器尤为关键,术中注意根据透视情况及时调整融合器的置入方向和深度,可有效降低神经损伤的风险。

血管及输尿管损伤:前方入路及侧前方入路并发症之一^[15,27]。因为位置较深且微创小切口不便充分显露,该并发症一旦发生处理较为棘手,主要通过术前阅片评估进行预防。腰椎 MRI 提示高血管分叉,或腰大肌与腹膜后血管间隙较小,需完善腹部血管 CTA 检查,评估手术风险^[28]。对于高损伤风险者,建议选择经典的后路腰椎减压融合术。术中一旦发现该类损伤,需立即进行修复,操作困难时请血管外科、泌尿外科协助处理。

内植物相关并发症:包括融合器移位、嵌插、下沉、椎体骨折等^[7,15]。融合器移位常因纤维环松解不够引起,坚韧的纤维环可在腰椎往复运动中对融合器施加侧方应力,引起融合器移位,术中应重视双

侧纤维环的充分松解。融合器嵌插、下沉及椎体骨折则由骨性终板破坏引起,骨质疏松、肥胖患者、椎间隙过于狭窄及多节段融合都增加终板损伤的风险^[6]。处理终板时应注意保护骨性终板的完整性;慎用铰刀,应在撑开器撑开椎间隙后再用铰刀处理间盘组织;试模及融合器置入时注意角度调整,避免暴力翘拨;避免追求椎间隙的撑开使用大型号融合器;如术中发现存在终板损伤,或术前检查明确为严重的骨质疏松症(骨密度 T 值 < -2.5,合并脆性骨折),应同期追加腰椎后路椎弓根螺钉固定。椎体骨折较少见,如无明显节段畸形成角及神经受压,通常无需特殊处理,卧床制动后,通常能自行愈合^[18]。术后对患者功能锻炼的指导同样十分重要,对于融合器下沉高风险患者或者术后已经发现融合器下沉的患者,需定制胸腰支具进行保护,适当减少活动量并进行密切随访^[18]。融合器下沉并非意味着手术失败,绝大部分早期复查即发现融合器下沉者在末次随访时 VAS 评分及 ODI 均得到明显改善^[7,18],只有约 10% 的患者经保守治疗无效不得已接受二次手术^[29]。

6 小结

单独椎间融合是治疗退行性腰椎疾病的新理念及方法,创伤小,恢复快,近期效果令人满意,但远期疗效及并发症仍需关注。运用时需严格把握适应证,使更多的患者从中获益。

参考文献

- Mobbs RJ, Phan K, Malham G, et al. Lumbar interbody fusion: techniques, indications and comparison of interbody fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF. *J Spine Surg*, 2015, 1(1): 2-18.
- 冯 勇, 刘道志. 不同腰椎融合器对邻近节段影响的生物力学研究. *中国生物医学工程学报*, 2010, 29(5): 717-723.
- Costa F, Sassi M, Ortolina A, et al. Stand-alone cage for posterior lumbar interbody fusion in the treatment of high-degree degenerative disc disease; design of a new device for an "old" technique. A prospective study on a series of 116 patients. *Eur Spine J*, 2011, 20 (Suppl 1): S46-S56.
- Phan K, Mobbs RJ. Evolution of design of interbody cages for anterior lumbar interbody fusion. *Orthop Surg*, 2016, 8(3): 270-277.
- Calvo-Echenique A, Cegoñino J, Perez Del Palomar A. Is there any advantage of using stand-alone cages? A numerical approach. *Biomed Eng Online*, 2019, 18(1): 63.
- Li JX, Phan K, Mobbs R. Oblique lumbar interbody fusion; technical aspects, operative outcomes, and complications. *World Neurosurg*, 2017, 98: 113-123.
- Bocahut N, Audureau E, Poignard A, et al. Incidence and impact of implant subsidence after stand-alone lateral lumbar interbody fusion. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2018, 104(3): 405-410.
- Marchi L, Abdala N, Oliveira L, et al. Stand-alone lateral interbody fusion for the treatment of low-grade degenerative spondylolisthesis. *ScientificWorldJournal*, 2012, 2012: 456346.
- 郑召民, 章 健, 刘 辉, 等. 微创小切口侧前方腰椎间融合术治疗腰椎退变性疾病近期疗效和围手术期并发症. *中国脊柱脊髓杂志*, 2018, 28(5): 410-417.
- Tsantrizos A, Andreou A, Aebi M, et al. Biomechanical stability of five stand-alone anterior lumbar interbody fusion constructs. *Eur Spine J*, 2000, 9(1): 14-22.
- Chioffo M, McCarthy M, Swiatek PR, et al. Biomechanical analysis of stand-alone lateral lumbar interbody fusion for lumbar adjacent segment disease. *Cureus*, 2019, 11(11): e6208.
- Hartman C, Hemphill C, Godzik J, et al. Analysis of cost and 30-day outcomes in single-level transforaminal lumbar interbody fusion and less invasive, stand-alone lateral transposas interbody fusion. *World Neurosurg*, 2019, 122: e1037-e1040.
- 冯皓宇, 何李明, 马 迅. 经皮内镜下腰椎间盘髓核切除术的应用进展. *中国微创外科杂志*, 2015, 15(3): 272-275.
- Sato J, Ohtori S, Orita S, et al. Radiographic evaluation of indirect decompression of mini-open anterior retroperitoneal lumbar interbody fusion; oblique lateral interbody fusion for degenerated lumbar spondylolisthesis. *Eur Spine J*, 2017, 26(3): 671-678.
- Kerolus M, Turel MK, Tan L, et al. Stand-alone anterior lumbar interbody fusion: indications, techniques, surgical outcomes and complications. *Expert Rev Med Devices*, 2016, 13(12): 1127-1136.
- Jaeger A, Giber D, Bastard C, et al. Risk factors of instrumentation failure and pseudarthrosis after stand-alone L5-S1 anterior lumbar interbody fusion; a retrospective cohort study. *J Neurosurg Spine*, 2019, 31(3): 338-346.
- Rao PJ, Ghent F, Phan K, et al. Stand-alone anterior lumbar interbody fusion for treatment of degenerative spondylolisthesis. *J Clin Neurosci*, 2015, 22(10): 1619-1624.
- 葛 鑫, 徐宏光, 刘 晨, 等. 腰椎退行性病单独腰椎斜外侧椎体间融合术的并发症. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28(3): 193-198.
- Liu H, Cui H, Li Z, et al. Correlation study of radiographic characteristics and operative difficulty in lateral-anterior lumbar interbody fusion (LaLIF) at the L4-5 level: a novel classification for case selection. *Eur Spine J*, 2021, 30(1): 97-107.
- Shah M, Kolb B, Yilmaz E, et al. Comparison of lumbar laminectomy alone, lumbar laminectomy and fusion, stand-alone anterior lumbar interbody fusion, and stand-alone lateral lumbar interbody fusion for treatment of lumbar spinal stenosis: a review of the literature. *Cureus*, 2019, 11(9): e5691.
- Van de Kelft E, Van Goethem J. Trabecular metal spacers as standalone or with pedicle screw augmentation, in posterior lumbar

interbody fusion; a prospective, randomized controlled trial. Eur Spine J, 2015, 24(11): 2597 – 2606.

22 Ahmadian A, Bach K, Bolinger B, et al. Stand-alone minimally invasive lateral lumbar interbody fusion; multicenter clinical outcomes. J Clin Neurosci, 2015, 22(4): 740 – 746.

23 Amaral R, Ferreira R, Marchi L, et al. Stand-alone anterior lumbar interbody fusion; complications and perioperative results. Rev Bras Ortop, 2017, 52(5): 569 – 574.

24 Manzur M, Virk SS, Jivanelli B, et al. The rate of fusion for stand-alone anterior lumbar interbody fusion; a systematic review. Spine J, 2019, 19(7): 1294 – 1301.

25 Agarwal N, Faramand A, Alan N, et al. Lateral lumbar interbody fusion in the elderly; a 10-year experience. J Neurosurg Spine, 2018, 29(5): 525 – 529.

26 Manzur MK, Steinhaus ME, Virk SS, et al. Fusion rate for stand-alone lateral lumbar interbody fusion; a systematic review. Spine J, 2020, 20(11): 1816 – 1825.

27 Quillo-Olvera J, Lin GX, Jo HJ, et al. Complications on minimally invasive oblique lumbar interbody fusion at L2-L5 levels; a review of the literature and surgical strategies. Ann Transl Med, 2018, 6(6): 101.

28 Orita S, Inage K, Sainoh T, et al. Lower lumbar segmental arteries can intersect over the intervertebral disc in the oblique lateral interbody fusion approach with a risk for arterial injury; radiological analysis of lumbar segmental arteries by using magnetic resonance imaging. Spine (Phila Pa 1976), 2017, 42(3): 135 – 142.

29 Nemani VM, Aichmair A, Taher F, et al. Rate of revision surgery after stand-alone lateral lumbar interbody fusion for lumbar spinal stenosis. Spine (Phila Pa 1976), 2014, 39(5): E326 – 331.

(收稿日期: 2021 – 03 – 10)
(修回日期: 2021 – 06 – 24)
(责任编辑: 王惠群)