

退变性脊柱侧凸长节段固定融合端椎选择的研究进展

Review of choosing the instrumented vertebra when long fusion was used for degenerative lumbar scoliosis

侯东坡, 海涌, 康南

(首都医科大学附属北京朝阳医院骨科 100020 北京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.06.14

中图分类号: R681.5, R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2017)-06-0557-04

退变性腰椎侧凸(degenerative lumbar scoliosis, DLS)是指成年后由于椎间盘与小关节等不对称性退变引起的椎体侧方滑移、旋转以及半脱位,形成冠状面 Cobb 角 $>10^{\circ}$ 的脊柱畸形,顶椎常为 L2/3、L3/4 椎间隙^[1]。随着老年人口的增长,DLS 的发病率有明显上升趋势,并成为引起中老年人腰腿疼痛的重要原因之一。典型的临床表现为腰背部疼痛、神经根性症状(如下肢放射性疼痛、麻木、间歇性跛行)及进展性畸形等;影像学检查可见脊柱冠状面弯曲和矢状面失平衡^[2]。好发于 50 岁以上中老年女性,常合并腰椎管狭窄和骨质疏松等^[3]。当保守治疗失败时,往往需要手术治疗,目的是神经根减压、稳定减压节段,恢复或重建腰椎力学平衡,特别是恢复腰椎生理前凸,防止畸形的进展。其适应证包括^[4]:严重腰背部疼痛和/或坐骨神经痛,症状逐渐增加,影响日常生活且非手术治疗失败;合并腰椎管狭窄症和神经功能不完全性进行性间歇性跛行;侧凸进展伴有急性和慢性马尾神经综合征;有明显的节段性不稳、旋转半脱位以及矢状面和冠状面失平衡。目前,长节段固定融合是治疗 DLS 的主要手术方式,但对于其融合端椎的选择仍然存在许多争议。笔者就长节段固定融合端椎的选择问题综述如下。

1 长节段固定融合的优势

DLS 患者最常见的症状是腰痛,腰痛通常于侧凸的凸侧,其原因是腰椎间盘和关节突关节退变及脊柱不平衡导致肌肉疲劳;而下肢放射痛的主要原因是椎体的侧方半脱位导致椎间孔狭窄在凹侧压迫神经根;椎间融合可消除因腰椎间盘和关节突关节退变导致的疼痛,恢复脊柱平衡可缓解因肌肉疲劳引起的疼痛,恢复椎间盘高度和矫正侧方半脱位可缓解下肢症状^[5]。DLS 患者的手术方式包括单纯减压、减压联合融合内固定等。单纯神经减压虽然创伤较小,但常常导致节段不稳及侧凸加重且适应证存在较大

的局限性,已逐渐被减压联合融合内固定取代。根据融合范围是否超出侧凸的端椎分为短节段融合和长节段融合:当融合未超出侧凸的端椎时定义为短节段融合而融合至或超出侧凸的端椎时则为长节段融合^[6]。Sun 等^[7]随机将 40 例 DLS 患者分为两组,第一组仅对神经或脊髓压迫节段进行减压,短节段固定融合;第二组患者充分减压、长节段固定融合并矫正三维畸形;结果表明长节段固定融合术后疼痛缓解率和 Oswestry 功能障碍指数(ODI)改善率比短节段固定融合明显提高。Michael 等^[8]回顾性对比研究 100 例平均随访 7.7 年的长节段或短节段固定融合的 DLS 患者的临床疗效,两种手术方式术后功能均得到明显改善,但长节段固定融合患者术后、随访期间及末次随访时的 VAS 评分和 ODI 均好于短节段固定融合患者。

畸形矫正率是评价 DLS 手术疗效的关键指标,研究发现长节段固定融合可获得 72% 的侧凸矫正率,而短节段固定融合则仅为 52%^[9]。Transfeldt 等^[10]对 85 例 DLS 患者的临床资料进行分析,根据手术方式不同分为三组:第一组行单纯减压,第二组行单纯减压联合短节段固定融合,第三组行充分减压联合长节段固定融合;结果显示长节段固定融合术后侧凸 Cobb 角、腰椎前凸角改善最为明显,更能充分地侧凸进行三维矫正,能更好地恢复脊柱生理弯曲,术后满意度最高。Cho 等^[6]对比分析了 50 例经单纯减压联合短节段固定融合或充分减压联合长节段固定融合治疗的 DLS 患者,认为长节段固定融合较短节段固定融合能更好地矫正侧凸畸形和冠状面失平衡,改善侧凸顶椎旋转半脱位,减少术后邻近节段病变发生。

Silva 等^[11]在综合分析临床症状、疼痛来源、节段稳定性、矢状面平衡等各种因素的基础上,指出 DLS 患者的长节段固定融合手术治疗适用指征为:椎管严重狭窄、腰痛症状明显;侧凸角度 $>45^{\circ}$ 、椎体侧方滑移 $>2\text{mm}$;腰椎前凸消失甚至后凸;胸椎过度后凸;脊柱冠状面或矢状面失平衡。Yang 等^[12]对 56 例长节段固定融合患者进行中长期随访,认为长节段固定融合可获得较为满意的临床效果,患者术后 Cobb 角、腰椎前凸角、VAS 评分均可得到改善;他发现若融合止于侧凸节段内(短节段固定融合),则在未融合邻

第一作者简介:男(1992-),硕士研究生,研究方向:脊柱外科

电话:(010)85231229 E-mail:15901591736@163.com

通讯作者:海涌 E-mail:spinesurgeon@163.com

近节段上易发生椎体退行性改变,最终导致相邻节段病变;若融合范围超出侧凸端椎时(长节段固定融合),则术后冠状面侧凸 Cobb 角得到纠正且得以维持不再进展,从而减少远期并发症。

2 近端固定融合椎的选择

选择合适的固定融合节段对矫正畸形,取得良好的手术疗效有重要意义。固定融合止点的选择目前没有统一的标准,但不论何种选择方案,旋转、脱位或半脱位的椎体因其容易导致脊柱失稳,加速融合邻近节段退变、邻近椎体骨折和继发性后凸畸形等并发症,都不能作为融合止点。通常,选择融合节段的原则包括^[13]:(1)融合不应停止于侧凸的顶椎;(2)交界性后凸应包括在融合范围内;(3)严重的侧方移位应当包括在融合范围内;(4)椎体滑脱及旋转节段应包含在融合节段内;(5)融合节段的上端椎体最好为水平椎。

目前关于融合端椎的选择仍存在较大争议,针对近端融合椎(upper instrumented vertebral,UIV)的选择,Prommahachai 等^[14]提出近端融合椎的选择应满足以下几个条件:(1)在稳定区,椎体上终板及相邻的上方椎间盘在冠状面上应该是水平的,这样可以减少剪切力;(2)能够允许在内固定区域内恢复脊柱的矢状面序列;(3)邻近未融合节段未见椎间盘或小关节的明显退变;(4)椎体无旋转;(5)椎体应稳定,其后柱结构完整。

2.1 UIV 矢状面上的选择

在矢状面上,近端融合水平是延伸至 T10 还是止于胸腰段(T11~L2)仍存在争议。胸腰段解剖特点较为独特,从不能活动的胸椎到可活动的腰椎的过渡区,关节突关节的关节面方位发生变化;从近端的冠状位逐渐变为远端的矢状位,矢状位力线逐渐从胸椎后凸变为腰椎前凸,更是应力集中区,采用内固定后近端融合椎由于不能活动,比较僵硬,理论上会更容易受到损伤或发生退行性改变^[15]。在关于 DLS 上端固定融合椎选择的研究^[16]中,Suk 等认为胸廓有效增加了胸椎横突的长度,限制胸椎在矢状面、冠状面以及垂直轴向的活动,从而增加了胸椎的稳定性,T10 有胸廓固定,比与浮肋相连的 T11 和 T12 更稳定,可加强胸腰椎交界处敏感地带的接合,且近端融合至胸腰段时更易发生相邻节段问题和矢状面不平衡,建议应将 UIV 延伸融合至 T10 及以上来延缓相邻节段退变的发生;Shufflebarger 等则认为,即使融合延伸到 T10,相邻节段的问题仍然存在,相邻节段病变是随着年龄自然退化的结果,融合至 T10 仍不可避免,且融合至 T10 或以上时手术风险增加,需要固定节段多,增加术中出血量和手术时间,同时牺牲更多节段的运动。

融合至 T9/T10 虽然手术时间长、围术期并发症多,但可降低术后邻近节段病变发生。Kim 等^[17]将 35 例退变性脊柱侧凸患者按近端融合椎选择不同水平分为三组:A 组融合至 T9/T10,7 例;B 组融合至 T11/T12,14 例;C 组融

合至 L1/L2,14 例;其邻近节段发生退变分别为 1 例(14%)、7 例(50%)、7 例(50%),认为融合至 T9/T10 近端邻近节段病变的发生率最低,因而他建议 DLS 近端椎应融合至 T10 或以上。Hey 等^[18]搜集 79 例 DLS 患者的临床资料,前瞻性随机对照测量从 T7~S1 各个节段的活动度,发现无论解剖形态学上还是生物力学上 T10 均是最低的非活动胸椎;当 UIV 融合至 T11 时,只剩下 T10/T11 一个可运动节段,术后长时间承受超出生理范围的压力最终会导致邻近节段并发症;如果选择 T10 作为 UIV,意味着只固定了一个非活动节段,难以实现固定节段的稳定性;所以推荐 T9 作为 UIV 更符合生物力学的固定桥梁。Lewis 等^[19]回顾性分析了 27 例至少固定融合 4 个节段患者的临床资料,临床随访至少 2 年,有近端邻近节段病变的发生率是 31%,而固定至 L1~L2,则高达 73%,说明近端固定椎水平对术后近端邻近节段病变发生率有重要影响。长节段固定融合更适合于 DLS 伴有腰椎管狭窄症的患者,尽管手术固定范围大,出血量多,但可避免术后近端邻近节段退变;融合范围应超过胸腰段以防止交界性后凸,尤其对于骨质疏松和平背畸形患者^[20]。

融合至 T11/T12 既可获得良好临床疗效,又可减少围术期并发症。Zhu 等^[21]回顾性分析了 95 例长节段固定融合患者的临床资料,发现近端融合椎选择至 T9 以上,术后邻近节段退变性疾病发生率最低,但患者脊柱活动明显受限;融合至侧凸上端椎及以下,邻近节段退变性疾病发生率较高;融合至 T11/T12 可获得良好结果;因此他们建议近端融合椎应选择在 T11/T12。Cho 等^[22]认为融合至 L1/L2 时,近端邻近节段病变发生率最高;而融合至 T10 或以上发生率最低,但却增加围术期并发症;而融合至 T11/T12 既可获得较低的近端邻近节段病变发生率,也可减少围术期并发症。

融合至 L1/L2 可保留更多脊柱活动度。Du 等^[23]对 43 例经长节段固定融合治疗的退变性脊柱侧凸患者(顶椎为 L3/L4,上端椎为 L2/L3,T10~L2 后凸角 $<20^{\circ}$)进行比较研究,将其分为两组,一组上端椎融合至 L2,二组融合至 T9~T11,发现两组术后影像学参数(侧凸 Cobb 角、矢状面参数)和 ODI 并无明显差别,随访均未出现术后交界性后凸并发症,他认为融合至 L2 能减少手术时间和术中出血,降低手术风险且保留更多运动节段,对于无严重胸腰后凸的 DLS 患者可取得满意的临床效果。

2.2 UIV 冠状面上的选择

在冠状面上,近端固定椎应选在稳定、中立且水平的椎体,其相邻椎间盘应该是无明显退变和无成角移位^[24]。然而,DLS 患者其水平椎、中立椎往往不是同一个椎体^[25]。手术时,UIV 可有多种选择^[26];例如,当患者水平椎为 T9、上端椎为 L1 时,若试图融合侧凸的所有节段,则近端固定椎可以是 T9 和 L1 之间任一个椎体;若选择水平椎为 UIV,则可融合至 T9;如果 UIV 选择在胸腰段之上,则可选择融合至 T10;如果融合范围只需包括侧凸端椎,则融合

至 T11 和 T12 也是可以接受的。Kim 等^[26]对 125 例至少随访 2 年的 DLS 患者进行分组对比研究,发现三组(UIV:1 组融合至 T9-10;2 组至融合 T11-12;3 组融合至 L1-2)术后近端交界性后凸发生率、随访影像学参数(近端后凸角,矢状位铅垂线)及临床疗效均无明显差异;他认为 UIV 融合至稳定、中立的椎体时,不论矢状位上 UIV 位于下胸椎、胸腰椎还是上腰椎,都可取得满意的临床疗效。

UIV 融合至水平椎可更好地改善 DLS 患者侧凸畸形,融合至中立椎可预防邻近节段病变,而融合至上端椎则有利于减少围术期并发症。Cho 等^[22]将 58 例 DLS 患者从冠状面上分成三组:融合至水平椎组,水平椎与上端椎之间组,上端椎组;他发现融合至上端椎组术后随访交界性后凸发生率最高,融合至水平椎组能更好地纠正冠状面侧凸 Cobb 角。Ha 等^[27]回顾性对照研究 59 例 DLS 患者不同融合水平的临床资料,将其分成两组,第一组融合至近端中立椎之下,第二组融合至近端中立椎水平;第一组 41.4% 的患者出现影像学邻近节段病变而第二组仅为 13.3%;其观点为融合至中立椎以下不能改变 DLS 的自然发展病程,容易出现邻近节段退变且易恶化加重最终导致翻修手术,而融合至中立椎及以上节段则可防止邻近节段病变的发生。徐用亿等^[28]对 55 例 DLS 长节段固定融合的患者随访,分为 3 个组:A 组,近端融合椎固定至水平椎;B 组,至中立椎体;C 组,至上端椎;发现:(1)各组临床疗效没有区别,都能够获得满意的症状改善(VAS 评分和 ODI 都较术前明显改善),从临床症状改善上考虑选择近端融合椎时,侧凸上端椎及以上椎体都可以;(2)各组都能有效恢复矢状位参数、重建脊柱-骨盆矢状面平衡,且彼此之间无明显差异,但是在改善冠状面畸形方面固定至水平椎优于侧凸的上端椎;(3)固定至侧凸的上端椎有利于减少早期并发症,与切口暴露相对较小、出血少、手术时间短、术后恢复较快有关,但是较选择水平椎更容易发生影像学上的远期近端邻近节段病变。

3 远端融合椎的选择

DLS 患者远端融合椎(lower instrumented vertebra, LIV)的主要争议是应选择 L5 还是 S1。当 L5/S1 节段无明显退变,无椎管狭窄、腰椎峡部裂性滑脱、椎间滑移等病变,L5 椎体冠状面上倾斜 $<15^{\circ}$,并且在整体上无矢状面及冠状面失平衡的条件下,可考虑融合至 L5^[11,29]。融合至 L5 的优点是保留 L5/S1 运动节段,减少手术时间,降低手术风险,减少融合节段,降低内固定相关的并发症,降低假关节发生率;缺点是可能加速 L5/S1 椎间盘退变,造成术后侧凸和矢状面失衡的进一步加重^[30,31]。远端融合椎选择 S1 的适应证包括^[11,29]:①因不平衡的腰骶弯导致骨盆倾斜;②出现 L5/S1 间的滑脱、不稳;③L5/S1 椎间盘重度退变;④有 L5/S1 椎板切除手术史,后方结构不完整;⑤L5 在侧凸范围内以及存在椎管狭窄需行减压;⑥术前矢状面、冠状面失平衡。融合至 S1 的优点是比融合至 L5 能更好地纠正

矢状面失衡,防止脊柱滑脱、消除 L5/S1 继发退变等,缺点是损失了 L5/S1 运动节段,而且增加了手术暴露范围和手术时间。

综上所述,长节段固定融合治疗 DLS 患者可取得较好的临床疗效(恢复脊柱冠状面和矢状面平衡,重建脊柱生物力线),侧弯严重伴有旋转半脱位、矢状位失衡的患者应选择长节段固定融合。DLS 患者长节段固定融合选择 UIV 时,应综合考虑患者矢状面和冠状面的情况,确定 UIV 在矢状面上应该融合至上腰椎或胸腰椎还是下胸椎,结合冠状面上水平椎、中立椎和上端椎的关系,制定科学、有效的个体化治疗方案;术前充分了解和掌握 DLS 患者的特点和全身健康状况,对于全身情况差,不能耐受大手术者,建议融合至胸腰椎,减少手术时间和术中出血,有利于患者术后早日下床活动,减少并发症;对于一般情况良好,可耐受大手术者,应融合至上胸椎防止邻近节段病变,以期获得满意的长期临床疗效。此外,对 DLS 患者 LIV 的选择是融合至 L5 还是 L1,应充分考虑局部和整体的畸形情况、患者主要的临床表现及 L5/S1 的退变程度,一般认为当 L5/S1 椎间盘存在严重退变、L5/S1 滑脱、有 L5/S1 椎板切除手术史、L5 在侧凸范围内以及需要进行 L5/S1 椎管减压时,远端融合应止于 S1。

4 参考文献

1. Aebi M. The adult scoliosis[J]. Eur Spine J, 2005, 14(10): 925-948.
2. Palmisani M, Dema E, Cervellati S, et al. Surgical treatment of adult degenerative scoliosis[J]. Eur Spine J, 2013, 22(Suppl 6): S829-S833.
3. Wang H, Ma L, Yang D, et al. Incidence and risk factors for the progression of proximal junctional kyphosis in degenerative lumbar scoliosis following long instrumented posterior spinal fusion[J]. Medicine(Baltimore), 2016, 95(32): e4443.
4. Illingworth KD, Rahman R. Adult degenerative scoliosis: determination of fusion and decompression parameters[J]. Semin Spine Surg, 2015, 27(3): 122-125.
5. Cho KJ, Kim YT, Shin SH, et al. Surgical treatment of adult degenerative scoliosis[J]. Asian Spine J, 2014, 8(3): 371-381.
6. Cho KJ, Suk SI, Park SR, et al. Short fusion versus long fusion for degenerative lumbar scoliosis[J]. Eur Spine J, 2008, 17(1): 650-656.
7. Sun Y, Shen Y, Ding W, et al. Comparison in clinical outcome of two surgical treatments in degenerative scoliosis [J]. Cell Biochem Biophys, 2014, 70(1): 189-193.
8. Chang MS, Immediato MD, Wilp C, et al. Long-term surgical outcomes of degenerative lumbar scoliosis: a comparison of long versus short fusion [J]. Spine J, 2016, 16 (10 Suppl): S245.
9. Wang G, Hu J, Liu X, et al. Surgical treatments for degenerative lumbar scoliosis: a meta analysis[J]. Eur Spine J, 2015,

- 24(8): 1792–1799.
10. Transfeldt EE, Topp R, Mehdood AA, et al. Surgical outcomes of decompression, decompression with limited fusion, and decompression with full curve fusion for degenerative scoliosis with radiculopathy[J]. *Spine*, 2010, 35(20): 1872–1875.
 11. Silva FE, Lenke LG. Adult degenerative scoliosis: evaluation and management[J]. *Neurosurg Focus*, 2010, 28(3): 1–10.
 12. Yang Y, Zheng J, Lou S. Medium to long-term curative effects of long-segmental fixation and fusion on degenerative scoliosis[J]. *Int J Clin Exp Med*, 2015, 8(5): 8129–8134.
 13. Palmisani M, Dema E, Cervellati S. Surgical treatment of adult degenerative scoliosis[J]. *Asian Spine J*, 2014, 8(3): 371–381.
 14. Prommahachai A, Wittayapirot K, Jirarattanaphochai K, et al. Correction with instrumented fusion versus non-corrective surgery for degenerative lumbar scoliosis: a systematic review [J]. *J Med Assoc Thai*, 2010, 93(8): 920–929.
 15. Wang NG, Wang YP, Qiu GX, et al. Radiological evaluation of intervertebral angles on short-segment fusion of degenerative lumbar scoliosis[J]. *Chin Surg J*, 2010, 48(7): 506–510.
 16. Shuffelbarger H, Suk SI, Mardjetko S. Debate: determining the upper instrumented vertebra in the management of adult degenerative scoliosis: stopping at T10 versus L1[J]. *Spine*, 2006, 31(31): 185–194.
 17. Kim JH, Kim SS, Suk SI. Incidence of proximal adjacent failure in adult lumbar deformity correction based on proximal fusion level[J]. *Asian Spine J*, 2007, 1(1): 19–26.
 18. Hey HWD, Tan KA, Neo CS. T9 versus T10 as the upper instrumented vertebra for correction of adult deformity – rationale and recommendations[J]. *Spine J*, 2017, 17(5): 615–621.
 19. Lewis SJ, Abbas H, Chua S, et al. Upper instrumented vertebral fractures in long lumbar fusions[J]. *Spine*, 2012, 37(16): 1407–1414.
 20. Yasuhara T, Takahashi Y, Kumamoto S, et al. Proximal vertebral body fracture after 4-level fusion using L1 as the upper instrumented vertebra for lumbar degenerative disease: report of 2 cases with literature review[J]. *Acta Med Okayama*, 2013, 67(3): 197–202.
 21. Zhu Y, Wang K, Wang B, et al. Selection of proximal fusion level for degenerative scoliosis and the entailing proximal-related late complications[J]. *Int J Clin Exp Med*, 2015, 8(4): 5731–5738.
 22. Cho KJ, Suk SI, Park SR, et al. Selection of proximal fusion level for adult degenerative lumbar scoliosis [J]. *Eur Spine J*, 2013, 22(2): 394–401.
 23. Du J, Tang X, Li N, et al. Limited long-segment fusion for degenerative lower lumbar scoliosis: a special kind of scoliosis[J]. *Int Orthop*, 2016, 40(6): 1227–1231.
 24. Bridwell KH. Selection of instrumentation and fusion levels for scoliosis: where to start and where to stop[J]. *J Neurosurg Spine*, 2004, 1(1): 1–8.
 25. Kuklo TR. Principles for selecting fusion levels in adult spinal deformity with particular attention to lumbar curves and double major curves[J]. *Spine J*, 2006, 31(Suppl 19): 132–138.
 26. Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Is the T9, T11, or L1 the more reliable proximal level after adult lumbar or lumbosacral instrumented fusion to L5 or S1[J]. *Spine*, 2007, 32(24): 2653–2661.
 27. Ha KY, Kim YH, Ahn JH. Is it real adjacent segment pathology by stress concentration after limited fusion in degenerative lumbar scoliosis[J]. *Spine*, 2014, 39(13): 1059–1066.
 28. 徐用亿, 田纪伟, 赵庆华, 等. 长节段近端融合固定椎的选择对治疗退变性腰椎侧凸疗效的影响 [J]. *中华医学杂志*, 2016, 96(45): 3674–3679.
 29. Edwards CC, Bridwell KH, Patel A, et al. Long adult deformity fusions to L5 and the sacrum: a matched cohort analysis[J]. *Spine*, 2004, 29(18): 1996–2005.
 30. Edwards CC 2nd, Bridwell KH, Patel A, et al. Thoracolumbar deformity arthrodesis to L5 in adults: the fate of the L5/S1 disc[J]. *Spine*, 2003, 28(18): 2122–2131.
 31. Cho KJ, Suk SI, Park SR, et al. Arthrodesis to L5 versus S1 in long instrumentation and fusion for degenerative lumbar scoliosis[J]. *Eur Spine J*, 2009, 18(4): 531–537.

(收稿日期:2017-03-09 末次修回日期:2017-04-21)

(本文编辑 卢庆霞)