

综述

退变性脊柱侧凸手术治疗远端融合椎选择的研究进展

Advancement of the selection for the distal fusion vertebra during surgical management of degenerative scoliosis

薛旭红, 沈建雄, 刘家明

(中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院骨科 100730 北京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2013.02.15

中图分类号: R682.3, R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2013)-02-0170-04

退变性脊柱侧凸是指骨骼发育成熟后因脊柱的退行性变而新出现的脊柱侧凸,多发生于中老年人,主要位于胸腰段或腰段,部分患者常因持续疼痛(腰背痛或根性疼痛)、神经源性间歇性跛行或畸形的加重影响心肺功能需要选择手术治疗。手术的主要目的是为了解除疼痛、防止侧凸进展、重建脊柱平衡、恢复正常功能和提高生活质量。在手术治疗中如何选择融合椎一直存在很多争论。笔者就退变性脊柱侧凸手术治疗时远端融合椎选择的相关问题作一综述。

1 退变性脊柱侧凸的临床特征

退变性脊柱侧凸常在椎间盘退变的基础上发生,椎管狭窄发生率较高,顶椎最常位于 L3/4 或 L2/3 间隙,其次是 L1/2 间隙^[1-6],常有 L3、L4 椎体的旋转半脱位和 L4、L5 椎体倾斜^[3,7]。退变性脊柱侧凸出现的疼痛可能因为退变性腰椎间盘突出病和导致椎管狭窄症状的小关节增生引起,也可能因为畸形使脊柱冠状面和矢状面失平衡导致生物力学改变,使肌肉疲劳所致。

同其他退变性腰椎疾病相比,退变性脊柱侧凸有较大不同:一般退变性疾病(腰椎管狭窄、腰椎间盘突出、腰椎滑脱)最好发于 L4/5 或 L5/S1 节段,手术时往往只需要对病变节段进行干预即可,但退变性脊柱侧凸除了有椎管狭窄、椎间盘突出、椎体移位(矢状面或者冠状面)外,还存在椎体三维旋转的问题^[2-5,8]。研究报道^[8-10],退变性脊柱侧凸冠状面的 Cobb 角大小与手术效果无显著相关性,而腰前凸的恢复、冠状面上腰椎椎体(L3)倾斜度和滑移程度的矫正以及脊柱骨盆矢状面力线的重建是影响预后的关键因素。基于退变性脊柱侧凸的特点,手术除了要解决椎管狭窄,还要考虑腰椎乃至整个脊柱冠状面、矢状面的平衡问题,因此融合的节段往往比较长^[8]。

2 退变性脊柱侧凸的手术治疗

退变性脊柱侧凸手术干预的指征主要有三个方面^[8]:(1)严重的腰背部疼痛影响正常生活,保守治疗无效;(2)胸弯 Cobb 角 $\geq 50^\circ \sim 60^\circ$,腰弯 Cobb 角 $\geq 30^\circ$;腰部冠状面和/或矢状面畸形进展每年超过 5° ;(3)神经根受压出现根性疼痛、神经源性间歇性跛行以及马尾神经损伤症状。手术的目的是改善患者的功能,通过手术达到两个基本目标,即受损神经的完全减压以及冠状面和矢状面平衡的重建。术前必须进行多方面评估和仔细考虑患者可能出现的并发症和手术效果。Birknes 等^[8]认为术前需要从以下几个方面综合考量:(1)畸形本身。如:冠状面侧凸 Cobb 角大小、矢状面前凸丢失、顶椎偏移及旋转;脊柱整体矢状面平衡、骨盆投射角(PI)和腰前凸(LL)的关系、骨盆倾斜(PT)、骶骨倾斜(SS)以及脊柱骨盆平衡力线的重建等。(2)退变相关。如:椎间盘退行性改变的程度、小关节增生情况、骨质疏松及退行性滑移情况,椎管狭窄的范围及具体节段。Schwab 等^[9]研究认为 PI 可用来评估最佳的腰前凸度数: $LL=PI \pm 9^\circ$;骨盆倾斜是维持正常站姿的代偿机制,正常 $PT < 25^\circ$;脊柱畸形矢状面的平衡是通过骨盆的平移来代偿的。Li 等^[11]研究发现成人脊柱侧凸患者 PI 比正常人群明显增高,除了胸段后凸与骨盆投射角外,年龄也是影响脊柱骨盆矢状位参数的重要因素。因此术前对骨盆参数的评估对术后脊柱骨盆整体躯干的平衡至关重要。

Silva 和 Lenke^[12]将退变性脊柱侧凸根据神经症状、背痛程度、前后及侧方滑移、冠状面 Cobb 角大小、骨赘形成、腰椎前凸以及脊柱整体平衡分为 6 个等级,即 I~VI 级,不同分级采用不同的手术方法:I 级,单纯腰椎减压;II 级,腰椎减压+后路有限固定;III 级,腰椎减压+腰弯融合固定;IV 级,腰椎减压+前路联合脊柱融合固定;V 级,延长至胸段的固定与融合术;VI 级,腰椎减压+截骨矫形手术。单纯腰椎减压主要适用于:(1)中央管狭窄引起的间歇性跛行,狭窄范围有限。(2)小关节半脱位不超过 2mm,矢状面和冠状面平衡满意。(3)没有或仅有轻微背痛。(4)侧凸小于 30° ,不合并胸段后凸畸形。Frazier 等^[13]对 15 例退行性

第一作者简介:男(1985-),临床医学博士生,研究方向:脊柱外科
电话:(010)69156080 E-mail: xuexuhong@163.com
通讯作者:沈建雄 Email: shenjianxiong@medmail.com.cn

侧凸伴椎管狭窄的患者采用单纯后路减压手术,所有患者术后 VAS 疼痛评分明显改善。但单纯减压可能导致畸形进展或症状加重。腰椎减压+后路有限固定主要适用于:(1)伴间歇性跛行或下肢放射性痛;(2)侧凸小于 30° ,小关节半脱位超过 2mm,减压区域前方没有骨赘形成;(3)没有/轻微背痛,不合并胸段后凸畸形。但此种方法的缺点在于假关节发生率较高,Grubb 等^[14]报道采用后路减压后单纯后路融合治疗退变性脊柱侧凸时术后假关节的发生率约 40%。腰椎减压及腰弯融合固定,主要适用于由脊柱畸形所引起的原发性腰痛,因此在患者的选择上显得至关重要。通常患者腰椎侧凸大于 45° ,小关节半脱位超过 2mm;腰椎减压区前方缺乏骨赘形成。腰椎减压及前后路联合脊柱融合固定:采用前路固定,有助于重建腰前凸及矢状面平衡;此外,椎间孔撑开能够起到间接减压作用;并且能够降低假关节的发生率。延长至胸段的固定与融合术,主要适用于合并胸段后凸畸形或椎管狭窄的退变性脊柱侧凸患者,特别是存在躯干失平衡或者冠状面失平衡时,一般而言,患者侧凸大于 45° ,小关节半脱位超过 2mm。腰椎减压及截骨矫形手术适用于:(1)Bending 像上侧弯柔韧性 $<30\%$ (僵硬性畸形);(2)间歇性跛行或下肢放射性痛;(3)侧凸大于 30° ,小关节半脱位超过 2mm,减压区域前方没有骨赘形成;(4)腰段后凸畸形。

3 固定融合范围的选择

手术融合节段的选择非常重要,总体原则是尽可能地减少融合节段,其目的不仅是为了保留腰椎的活动度,还可以防止邻近节段的进一步退变。Tsai 等^[15]认为融合不应止于以下节段:后柱结构不完整的椎体、侧凸/后凸的顶椎、滑脱移位/旋转半脱位的椎体。存在交界性后凸,冠状面或矢状面的顶椎。因为顶椎、滑脱移位、旋转移位的椎体往往是整个侧凸区域内最不稳定的椎体,止于该椎体会导致该处的椎弓根螺钉应力过大,易于松动、断裂、拔出,导致内固定失败,尤其在骨质疏松严重的患者;另外,固定于一个不稳定的椎体,无法重建腰椎和整个脊柱的稳定性,易导致侧凸的失代偿,出现侧凸的快速进展^[4-8,16]。同时,融合也不能止于一个有明显退变椎间盘的邻近节段,否则术后会出现退变加速,不得不行再次翻修手术^[7,8,17]。

4 远端融合椎的选择

成人退变性脊柱侧凸远端融合椎的选择一直存在较大的争议,目前的焦点在于是否需要保留 L5/S1 节段的活动以及在什么情况下可以保留。

4.1 远端融合椎至 L5

一般来说,应在中立椎和稳定椎之间进行融合,融合区必须包含退变和半脱位的相关椎体,这是融合成功的必要条件。

4.1.1 远端融合椎至 L5 的适应证 Polly 等^[7]认为,如果

L5/S1 椎间隙高度相对正常,椎间盘没有退变,同时患者维持基本正常的腰前凸角度和整体的矢状面平衡,可以考虑远端融合止于 L5,保留 L5/S1 节段的运动功能。Bridwell 等^[10]认为,如果 L5/S1 椎间盘轻度退变,又位于髂棘间线以下,双侧髂骨对 L5/S1 的活动起到一定的稳定和保护作用,L5/S1 椎间盘的进一步退变也受到相对的保护,远端融合可以止于 L5,但是目前缺乏有力的证据支持这一观点;若 L5/S1 没有腰椎滑脱、退变性倾斜等结构畸形,虽有椎间盘退变,但该节段仍稳定,可以融合至 L5;对于腰前凸消失但矢状位仍保持平衡的患者也没有必要融合到骨盆。Kuklo 等^[18]认为如果 L5/S1 存在明显的退变合并椎间盘钙化,那么这个节段很可能是稳定的,因此可以不融合至 S1。

4.1.2 远端融合椎至 L5 的优点 保留 L5/S1 节段的优点在于^[11,19,20]:①保留了腰骶部的活动、减轻了 S1 应力和骶髂关节应力、减少了内固定失败率;②减少了手术时间,降低手术风险;③减少了融合节段,降低和内固定相关的并发症;④降低假关节发生率;⑤不融合 L5/S1,避免进行 360° 融合和骨盆的固定;⑥减小对髋关节功能和步态的影响,尤其当髋关节存在骨关节炎时。

4.1.3 远端融合椎至 L5 的缺点 Edwards 等^[19]研究表明,远端融合椎止于 L5 最常见的近期并发症是 L5 椎体内固定的失败,原因包括固定不当、骨质较差及多节段关节融合;相比其他椎体,L5 的椎弓根较短,骨质较疏松,并且向中间成角;短节段融合时通过 2 枚椎弓根螺钉就可以获得足够坚强的固定,但融合节段较长时 2 枚螺钉的力量就相对不足;另外,螺钉的力量与角度有关,位置较深的 L5 椎体稳定性好,不利于应力的分散,应力易集中在 L5 椎弓根螺钉;这些因素都易导致 L5 椎弓根螺钉抗拔出力减弱。当 L5 内固定失败时,常会在 L4/5 出现腰前凸的丢失、轻度的后凸或侧后凸畸形;尤其是长节段融合,常会导致矢状面的不平衡;为减少 L5 椎体内固定失败,可以通过经后路椎间融合 (PLIF)或经椎间孔入路椎间融合 (TLIF)行 L4/5 椎体间前柱的支撑融合,以保护 L5 椎弓根螺钉^[11,19-22]。

远端融合止于 L5 最常见的远期并发症是术后较高的 L5/S1 椎间盘继发性退变,这也是争议的焦点,尤其当融合节段较长时;即使 L5 椎板和后弓结构完整的患者也可以发生退变,可能与腰前凸 (LL) 的减小和明显的矢状面不平衡有关,退变率为 $38\% \sim 61\%$ ^[11,18,23]。由于腰骶部比较僵硬,一旦该节段上方进行长节段的矫形融合之后,L5/S1 常不能自行代偿,L5/S1 椎间盘、小关节将会承受更大的应力,会导致退变加速并出现相应的临床症状^[22]。研究结果表明^[5,11,16-18],融合止于 L5,即使 L5/S1 椎间盘正常也会导致过度负荷,从而诱发继发性退变,导致该节段的后凸畸形、前柱高度的丢失、椎间盘突出、椎管狭窄、退变性滑脱以及总体矢状面平衡的丢失。如果发生这种情况,补救措施是延长融合节段至骶骨。Edwards 等^[19,20]研究发现,小部分因 L5/S1 继发性退变需要延长融合至 S1 的患者,再次

手术后临床效果仍不太满意;此外,融合至 L5 与融合至骶骨相比,术后矢状面的矫形效果和维持时间明显较差,但融合至 L5 的并发症发生率明显低于融合至 S1,两者的脊柱侧凸研究学会(SRS)-24 功能评分无明显差异。

4.2 远端融合椎至 S1

L5/S1 保留与否取决于 L5/S1 椎间盘的质量,而退变性脊柱侧凸多见于四五十岁以上中老年人,L5/S1 椎间盘通常有退变,融合止于 L5 术后因继发性退变需要翻修的比例较高,并可合并矢状面脊柱前滑移,导致矢状面矫正效果的丢失,因此很多学者主张远端融合应止于 S1^[11-15]。但如果 L5/S1 只有轻度退变,是否融合 S1 以及何时融合就存在较大争议。目前临床上主要通过 X 线平片、MRI 和椎间盘造影对椎间盘的退变程度进行评估,评估的一致性存在很大差异,哪一种方法更有助于治疗决策还有待进一步研究^[5,17]。

4.2.1 远端融合椎至 S1 的适应证 包括:①因不平衡的腰骶弯导致的骨盆倾斜;②在 L5~S1 节段存在椎间盘退变及椎管狭窄或脊椎滑脱;③有 L5/S1 椎板切除手术史,后方结构不完整^[7,19,20,24,25]。

4.2.2 远端融合椎至 S1 的优点 Kuklo 等^[18]指出融合至骶骨有保护 L5 椎弓根螺钉、允许对 L5 神经根进行减压、防止脊柱滑脱、消除 L5/S1 继发退变等优点。Cho 等^[22]认为,对有矢状面不平衡或腰前凸减小的患者,即使 L5/S1 椎间盘只有较轻的退变,也应融合至 S1。

4.2.3 远端融合椎至 S1 的缺点 Aebi^[9]通过匹配的队列分析发现,长节段融合远端融合椎到骶骨的并发症发生率更高(包括假关节、骶髂关节炎和骶骨骨折);与融合止于 L5 相比,远端融合至骶骨手术暴露范围增大、时间延长、相关的并发症增多;可能引起骶髂关节和髋关节退变、步态改变,尤其当患者已有髋关节骨关节炎时;骶骨螺钉脱出风险较高,L5/S1 假关节发生率较高。Emami 等^[26]发现假关节发生与内固定失败呈正相关,且与固定方式密切相关。他们发现使用 Luque Galveston 技术的患者假关节发生率为 36%,而采用骶骨和髂骨螺钉者假关节发生率为 14%。Weistroffer 等^[27]在一项 50 例长节段固定到骶骨的研究中发现,假关节发生率为 24%。而 Bridwell 等^[24]则认为虽然各种并发症发生率增加,但仍推荐成人退变性脊柱侧凸的远端融合应该延长至 S1,并指出需固定髂骨和前柱融合。Tsuchiya 等^[28]指出,虽然通过骶髂关节置入螺钉可能导致骶髂关节的继发性退变,但还不至于造成严重的临床问题,因为螺钉没有破坏骶髂关节的软骨,而且骶髂关节是一个非常宽大的关节,仅放置 2 枚螺钉不会真正固定该关节导致骶髂关节炎的发生。有关融合至骶骨可能会改变患者步态的观点,目前尚缺乏可信的对比研究^[11,25]。对于 L5/S1 假关节发生率高的原因,目前一些研究认为^[5,11,17],从生物力学角度,L5/S1 处于 2 个主要的杠杆力臂之间——僵硬的骨盆和融合节段,是腰椎活动的转化部位,应力集中。同时,骶骨不是一个独立的单位,它与骨盆紧密相连,

单纯进行 S1 的两点固定对骶骨—骨盆联合体来讲是不充分、不牢固的。为降低假关节的发生率,除了可应用双皮质骶骨螺钉、严格处理植骨床外,目前多主张在 L5/S1 前柱椎体间应用 cage 支撑和骨形态发生蛋白(BMP)行 360°融合,同时加用双侧髂骨固定或 S2 骶骨螺钉固定,除了可以提高腰骶融合率,还可以增加生物学稳定、改善腰前凸、增加椎间隙和椎间孔高度、减小椎间孔狭窄,但并不能完全避免假关节的发生^[4,5,11,25,29]。由于髂骨部位皮下组织薄弱,髂骨螺钉比较突出,尤其是比较瘦的患者,有时可引起强烈的不适感,这部分患者可考虑在术后 2 年获得坚强的融合后去除髂骨螺钉^[11,20,28]。脊柱长节段固定融合后 42% 的患者出现矢状面的失代偿;术前矢状面的不平衡以及骨盆 PI 的增高为术后失代偿的高风险因素;矢状面的失代偿导致远端并发症的发生,包括假关节形成和腰骶交界处的内固定失败^[9]。

5 小结

总之,最终固定融合范围的确定需要在神经减压范围和畸形矫正范围确定后进行,多数情况下减压范围在畸形矫正范围内,根据头尾侧交界区椎间盘退变情况、椎间隙的稳定性、交界椎体有无压缩骨折等情况进而决定是否扩大固定范围。对于腰弯患者手术时,远端融合固定止于 L5 比延伸到骶骨和/或骨盆需要的手术时间少,但遗留一个潜在的引起疼痛的节段,并可能在后期导致矢状面的失平衡。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。尽管目前涉及成人退变性脊柱侧凸远端融合椎的研究很多,但 L5/S1 的保留与否仍将在较长时间里成为争论和研究的重点。

6 参考文献

1. Kobayashi T, Atsuta Y, Takemitsu M, et al. A prospective study of de novo scoliosis in a community based cohort [J]. Spine, 2006, 31(2): 178-182.
2. Weidenbaum M. Considerations for focused surgical intervention in the presence of adult spinal deformity[J]. Spine, 2006, 31(19 Suppl): 139-143.
3. Cho SK, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Major complications in revision adult deformity surgery: risk factors and clinical outcomes with two- to seven-year follow-up [J]. Spine, 2012, 37(6): 489-500.
4. Cho SK, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Comparative analysis of clinical outcome and complications in primary vs. revision adult scoliosis surgery [J]. Spine, 2012, 37(5): 393-401.
5. Aebi M. The adult scoliosis [J]. Eur Spine J, 2005, 14(10): 925-948.
6. Kebaish KM, Neubauer PR, Voros GD, et al. Scoliosis in adults aged forty years and older: prevalence and relationship to age, race, and gender [J]. Spine, 2011, 36(9): 731-736.

7. Polly DW Jr, Hammill CL, Bridwell KH. Debate: to fuse or not to fuse to the sacrum, the fate of the L5/S1 disc [J]. *Spine*, 2006, 31(19 Suppl): 179–184.
8. Birknes JK, White AP, Albert TJ, et al. Adult degenerative scoliosis: a review[J]. *Neurosurgery*, 2008, 63(3 Suppl): 94–103.
9. Schwab F, Lafage V, Patel A, et al. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient[J]. *Spine*, 2009, 34(17): 1828–1833.
10. Bridwell KH, Edwards CC 2nd, Lenke LG. The pros and cons to saving the L5–S1 motion segment in a long scoliosis fusion construct[J]. *Spine*, 2003, 28(20): S234–242.
11. Li WS, Li G, Chen ZQ, et al. Sagittal plane analysis of the spine and pelvis in adult idiopathic scoliosis[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2010, 123(21): 2978–2982.
12. Silva FE, Lenke LG. Adult degenerative scoliosis: evaluation and management[J]. *Neurosurg Focus*, 2010, 28(3): E1.
13. Frazier DD, Lipson SJ, Fossel AH, et al. Associations between spinal deformity and outcomes after decompression for spinal stenosis[J]. *Spine*, 1997, 22(17): 2025–2029.
14. Grubb SA, Lipscomb HJ, Suh PB. Results of surgical treatment of painful adult scoliosis[J]. *Spine*, 1994, 19(14): 1619–1627.
15. Tsai TH, Huang TY, Lieu AS, et al. Functional outcome analysis: instrumented posterior lumbar interbody fusion for degenerative lumbar scoliosis[J]. *Acta Neurochir(Wien)*, 2011, 153(3): 547–555.
16. DeWald CJ, Stanley T. Instrumentation related complications of multilevel fusions for adult spinal deformity patients over age 65: surgical considerations and treatment options in patients with poor bone quality[J]. *Spine*, 2006, 31(19 Suppl): 144–151.
17. Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Pseudarthrosis in long adult spinal deformity instrumentation and fusion to the sacrum: prevalence and risk factor analysis of 144 cases[J]. *Spine*, 2006, 31(20): 2329–2336.
18. Kuklo TR. Principles for selecting fusion levels in adult spinal deformity with particular attention to lumbar curves and double major curves[J]. *Spine*, 2006, 31(19 Suppl): 132–138.
19. Edwards CC 2nd, 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.
20. 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.
21. Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Pseudarthrosis in primary fusions for adult idiopathic scoliosis: incidence, risk factors, and outcome analysis[J]. *Spine*, 2005, 30(4): 468–474.
22. 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.
23. Glassman SD, Bridwell KH, Dimar JR, et al. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity[J]. *Spine*, 2005, 30(18): 2024–2029.
24. Bridwell KB. Selection of instrumentation and fusion levels for scoliosis: where to start and where to stop. Invited submission from the joint section meeting on disorders of the spine and peripheral nerves[J]. *J Neurosurg Spine*, 2004, 1(1): 1–8.
25. Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al. An analysis of sagittal spinal alignment following long adult lumbar instrumentation and fusion to L5 or S1: can we predict ideal lumbar lordosis [J]. *Spine*, 2006, 31(20): 2343–2352.
26. Emami A, Deviren V, Berven S, et al. Outcome and complications of long fusions to the sacrum in adult spine deformity: luque–galveston, combined iliac and sacral screws, and sacral fixation[J]. *Spine*, 2002, 27(7): 776–786.
27. Weistroffer JK, Perra JH, Lonstein JE, et al. Complications in long fusions to the sacrum for adult scoliosis: minimum five-year analysis of fifty patients[J]. *Spine*, 2008, 33(13): 1478–1483.
28. Tsuchiya K, Bridwell KH, Kuklo TR, et al. Minimum 5-year analysis of L5–S1 fusion using sacropelvic fixation(bilateral S1 and iliac screws) for spinal deformity[J]. *Spine*, 2006, 31(3): 303–308.
29. Schwarzenbach O. Short segment treatment of adult degenerative scoliosis with TLIF L3/L4[J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(3): 510–511.

(收稿日期:2012-10-15 修回日期:2012-12-25)

(本文编辑 李伟霞)