

青少年特发性脊柱侧凸脊柱融合术的研究进展



全文二维码

赵军 王培鑫 王兴盛 徐世红 姜朝阳 王小强 杨红娟

甘肃中医药大学 甘肃省中医院创伤中心,兰州 730000

通信作者:王培鑫,Email:1763952157@qq.com

【摘要】 青少年特发性脊柱侧凸 (adolescent idiopathic scoliosis, AIS) 是常见的脊柱畸形,常表现为脊柱侧弯结合脊柱偏移和椎体旋转。脊柱融合术是当 AIS 患者侧凸角大于 45° 时的主要治疗策略,其有助于矫正脊柱畸形、阻止侧凸进展和维持脊柱平衡。本文对脊柱融合术治疗 AIS 的相关研究进展进行综述。

【关键词】 脊柱融合术; 脊柱疾病; 外科手术; 儿童

基金项目: 甘肃省重点人才项目 (甘组通字【2022】77 号)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202209052-018

Research advances in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis

Zhao Jun, Wang Peixin, Wang Xingsheng, Xu Shihong, Jiang Zhaoyang, Wang Xiaoqiang, Yang Hongjuan

Gansu University of Traditional Chinese Medicine, Trauma Center of Gansu Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China

Corresponding author: Wang Peixin, Email: 1763952157@qq.com

【Abstract】 As a common spinal deformity, adolescent idiopathic scoliosis (AIS) is frequently characterized by scoliosis plus spinal migration and vertebral rotation. Spinal fusion is a primary treatment for AIS patients with scoliosis angle greater than 45 degrees. It helps to correct the deformity, prevent scoliosis progression and maintain spinal balance. This review summarized the latest researches on the treatment of AIS with spinal fusion.

【Key words】 Spinal Fusion; Spinal Diseases; Surgical Procedures, Operative; Child

Fund project: Gansu Provincial Key Talent Project (GZTZ-2022-77)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202209052-018

青少年特发性脊柱侧凸 (adolescent idiopathic scoliosis, AIS) 被定义为一种病因不明的、脊柱侧弯结合脊柱偏移和椎体旋转的三维脊柱畸形。临床上依据患者两肩胛下角不在同一水平、双肩不对称、双侧髂嵴不等高等典型体征,经影像学检查 Cobb 角大于 10°, 排除骨发育不良、代谢性骨病等造成继发性脊柱侧弯的原因,可诊断为 AIS。Cobb 角 > 20° 则认为 AIS 具有进展性^[1]。脊柱侧凸的分型方法主要包括 King 分型系统、Lenke 分型系统和北京协和医学院 (Peking Union Medical College, PUMC) 分型系统。AIS 在 Cobb 角小于 45° 时,一般采用支具治疗、正骨手法、针刀治疗、运动干预疗法、针灸治疗等非手术疗法,以改善局部微循环,重塑关节、椎体位置和功能形态,达到矫正脊柱侧弯的目的。对于 Cobb 角 45° 左右、骨骼尚未发育成熟的青少年,也可以采用支具治疗。但对于 Cobb 角大于 45°、骨骼已经发育成熟的 AIS 患者,脊柱融合术是矫正脊柱畸形、阻止侧凸进展和维持脊柱平衡的首选治疗手段^[2]。临床上需要根据 AIS 患者骨骼成熟程度、Cobb 角大小以及侧弯进展情况,选择合适的治疗手段,尤其是需要选择正确的融合节段和手术入路,以减少围

术期并发症和术后并发症的发生。本文对脊柱融合术治疗 AIS 的相关研究进展进行综述。

一、脊柱融合术研究现状

脊柱融合术主要包括前路脊柱融合术和后路脊柱融合术两种。其治疗目的包括对 AIS 患者冠状面侧凸的矫正、矢状面胸椎后凸和腰椎前凸的矫正、矫正脊柱畸形、保存运动节段和减少并发症发生等^[3-4]。选择前路脊柱融合术还是后路脊柱融合术取决于许多因素,包括弯曲程度、代偿性弯曲情况以及患者肺功能等。AIS 患者选择合适的手术入路对患者术后恢复和减少并发症发生具有重要意义。

(一) 前路脊柱融合术

前路脊柱融合术在 AIS 患者全身麻醉下经右侧卧位胸腹联合入路实施,在暴露需要融合的椎体区域后,将在该间隙进行彻底的椎间隙减压^[5]。前路脊柱融合术通常用于只有一个主侧凸脊柱畸形的 AIS 患者,一般是 Lenke 1 型和 Lenke 5 型。对于前路脊柱融合术而言,明确代偿性脊柱侧凸的柔韧度以及代偿性脊柱侧凸对于主侧凸的代偿性反应对于侧凸的矫正至关重要。相较于后路脊柱融合术,前路脊

柱融合术不仅提供了良好的侧凸矫正,且前路脊柱融合术包含更少的融合节段,给予 AIS 患者更大的活动自主性^[6]。此外,在骨骼发育未成熟的 AIS 患者中,前路脊柱融合术可以预防曲轴现象的发生,但是前路脊柱融合术对 AIS 患者肺功能的负面影响不容忽视^[7]。

(二)后路脊柱融合术

后路脊柱融合术采取全身麻醉下俯卧位手术,手术技术包括椎弓根螺钉内固定和 Ponte 截骨、直接顶椎去旋转技术、棘突和髂骨局部植骨等,是目前治疗 AIS 患者最常用的手术入路^[5]。后路脊柱融合术通常用于存在主胸椎侧凸、双胸椎侧凸、脊柱存在两个及以上结构性弯曲的 AIS 患者。椎弓根螺钉内固定是 AIS 患者外科治疗的主要方法^[8]。后路脊柱融合术将融合节段延伸到顶端弯曲的上一椎体,有助于维持 AIS 患者术后肩部平衡。特别是在引入椎弓根螺钉固定后,后路脊柱融合术因其稳定性、高融合率和能够实现三平面矫正的优势在临床上的应用更加广泛^[9]。脊柱后路椎弓根螺钉内固定融合术实现了牢固的脊柱矫正,且并发症发生率较低。融合更多的脊柱节段可能有助于将脊柱载荷分布在椎弓根螺钉上,以降低应力、螺钉力和脊柱的不稳定性。但是融合区域过长,融合区域正常移动性的丧失可导致 AIS 患者躯体整体移动性和身体机能的降低。一方面,因不适当的椎弓根螺钉植入导致融合区域临近神经、血管结构损伤以及感染风险增加,脊髓横断区的牵张性缺氧是后路脊柱融合术不可忽视的严重并发症。另一方面,当椎弓根螺钉的大小和椎弓根的大小接近时,可能导致术者观察不到术中可能发生的骨折,导致手术失败^[10]。而预防并发症的关键是在椎弓根范围内确定准确的椎弓根螺钉起始点^[11]。在胸椎中,假定的椎弓根进入点与腰椎一样位于上胸椎小关节外侧边缘和横突上 1/3 交界处,以及中胸椎横突的上边缘和下胸椎横突的中间。选择适合的锚定点可增加患者脊柱活动度,提高矫正力,减少并发症的发生。临床上决定采用前路脊柱融合术还是后路脊柱融合术时,因为后者术后恢复更容易且没有胸部损伤,医生更倾向于经后路进行脊柱融合,且脊柱后路椎弓根螺钉内固定融合术更加稳定,后路脊柱融合术手术量明显增加。

二、脊柱融合术融合节段的选择

AIS 患者如何在尽可能保持脊柱活动度的前提下选择更少的融合节段一直存在争议,确定远端融合水平是矫正畸形和保留运动节段的必要条件,但由于 AIS 病因不明,给临床上选择合适的近远端融合椎造成了困难。一方面,远端融合椎水平越低,脊柱的活动度就越小。选择合适的远端融合椎对于术后并发症的发生和患者脊柱活动度的大小有重要影响^[3]。确定近端融合椎,则需要考虑双肩位置、近胸弯的大小以及主弯的预期矫正度。另一方面,对于单发性胸椎侧弯伴随腰椎侧弯而言,当腰椎侧弯为代偿性时,为保留腰椎的活动度,可选择选择性胸椎融合。研究显示,对于单发性胸椎侧弯伴随腰椎侧弯患者,保留腰椎运动节段可降低前屈和侧屈的发生率。但是选择性胸椎融合术后导致远端未融

合节段过度活动也是我们需要考虑的问题,要在考虑诸多因素和测量指标的同时选择合适的上端固定椎和下端固定椎进行融合,保持较短的融合长度、保留运动节段、预防近端或远端交界性后凸,尽可能减少患者疼痛^[12-13]。此外,Lenke 分型系统考虑到患者矢状面情况和腰弯修正情况,弥补了 King 分型系统的不足,有助于临床医生根据 AIS 患者的实际脊柱侧弯情况,选择合适的融合节段,以帮助 AIS 患者实现脊柱侧弯的较大矫正。另外现有治疗方法并没有考虑到临床可能发生的意外情况,需通过进一步的研究来改善手术方式。

三、椎体去旋转技术

AIS 是一种复杂的冠状面、矢状面和旋转面三维畸形。行椎弓根螺钉内固定术后,通过使用杆脱位和直接椎体旋转缩短远侧融合水平,在 AIS 中实现了三维畸形的增强矫正和运动节段的保留。杆脱位和直接椎体旋转使脊柱轴向旋转的直接矫正成为可能,这为旋转畸形和矢状排列提供了更准确的矫正,减少了肋骨隆起,也能降低融合水平,同时最大限度减少矫正损失以及生长期间的并发症^[14]。研究表明,在 17 岁之前,对于椎体旋转的 AIS 患者,去旋转技术可以更好地改善其椎体旋转情况^[15]。直接椎体旋转对于使用节段椎弓根螺钉插入技术矫正椎体旋转是有效的。通过术后 CT 评估,直接椎体旋转可实现 43% 的轴向平面矫正,不使用直接椎体旋转者仅实现 2.5% 的轴向平面矫正。

四、脊柱融合术相关并发症

研究显示,脊柱融合术的并发症发生率为 5.4%~22.3%,脊柱侧凸的发生率可能更高^[16-17]。早期并发症主要包括神经损伤、感染、肠梗阻、肺不张、气胸等,晚期并发症主要包括近端交界性后凸、假关节形成、腰椎前凸丧失、曲轴现象、躯干失代偿等,且前路脊柱融合术比后路脊柱融合术更容易导致肺部并发症的发生。此外,我们还发现侧凸程度较大的 AIS 患者术中失血量较多,术中输血率为 18.2%~67.6%,而 23.4% 的患者需要在脊柱融合术后输血,相当一部分患者术后仍有贫血。术后贫血对疾病恢复有负面影响,而且会导致住院时间延长。这一现象可能与术中隐性失血有关,我们需要进一步明确隐性失血与术后输血之间的关系,以更好地指导围术期输血。

脊柱融合术后脊柱的生物力学发生改变,融合节段的运动丧失通过非融合节段的运动增加而得到补偿,近端和远端交界处的额外应力增加导致交界性后凸的发生也是值得临床医师注意的。交界性后凸可导致明显的功能损害和神经压迫,是脊柱融合术后公认的并发症。交界性后凸的发生率为 10%~40%,76% 的交界性后凸发生在手术后前 3 个月内,而且由于骨质疏松、融合结构过长、后方骨性韧带和软组织带的丢失等因素,交界性后凸的发生率逐渐升高^[18]。尽管大多数交界性后凸是良性的,但可能会进一步发展导致神经损伤和功能缺陷,这也增加了畸形、疼痛发生的风险,治疗会变得更加复杂。术后运动时疼痛和对疼痛的恐惧也会延迟术后恢复过程。

五、总结与展望

AIS 影响着众多儿童青少年的身心健康,而脊柱融合术的实施显著改善了 AIS 患者的脊柱畸形水平,也改善了 AIS 患者的健康相关生活质量,是严重脊柱侧凸患者的首选治疗方式。随着生物力学、内固定系统和手术操作的不断进步,新的特发性脊柱侧凸手术方式被不断提出。但是由于患者存在个体差异,如何选择手术入路和融合节段仍然是临床医师面临的一大难题。通过不断积累临床经验,选择适合患者的手术方式,减少失代偿并发症的发生是未来临床医师研究和努力的方向。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 李海侠,吴继功,宋立志,等. 支具治疗进展型早发性脊柱侧弯的临床研究[J]. 临床小儿外科杂志, 2021, 20(1): 24-28. DOI: 10. 12260/lxewkzz. 2021. 01. 005.
- Li HX, Wu JG, Song LZ, et al. Clinical study of bracing for progressive early-onset scoliosis[J]. J Clin Ped Sur, 2021, 20(1): 24-28. DOI: 10. 12260/lxewkzz. 2021. 01. 005.
- [2] Anari JB, Tatad A, Cahill PJ, et al. The impact of posterior spinal fusion (PSF) on coronal balance in adolescent idiopathic scoliosis (AIS): a new classification and trends in the postoperative period[J]. J Pediatr Orthop, 2020, 40(9): e788-e793. DOI: 10. 1097/BPO. 0000000000001622.
- [3] 张百慧,叶文松,朱伟伟,等. 青少年特发性脊柱侧凸矫形术后 adding-on 现象的研究进展[J]. 临床小儿外科杂志, 2020, 19(2): 140-144. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2020. 02. 010.
- Zhang BH, Ye WS, Zhu WW, et al. Research advances of adding-on phenomenon after corrective surgery for adolescent idiopathic scoliosis[J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19(2): 140-144. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2020. 02. 010.
- [4] Walker CT, Agarwal N, Eastlack RK, et al. Surgical treatment of young adults with idiopathic scoliosis[J]. J Neurosurg Spine, 2022, 38(1): 84-90. DOI: 10. 3171/2022. 7. SPINE2298.
- [5] Wang ZW, Shen YQ, Wu Y, et al. Anterior selective lumbar fusion saving more distal fusion segments compared with posterior approach in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis with lenke type5: a cohort study with more than 8-year follow-up[J]. Orthopaedic Surgery, 2021, 13(8): 2327-2334. DOI: 10. 1111/os. 13117.
- [6] Vavrouch L, Brink RC, Malmqvist M, et al. Surgical outcomes of anterior versus posterior fusion in lenke type 1 adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2019, 44(14): E823-E832. DOI: 10. 1097/BRS. 0000000000002984.
- [7] Addai D, Zarkos J, Bowey AJ. Current concepts in the diagnosis and management of adolescent idiopathic scoliosis[J]. Child's Nervous System, 2020, 36(6): 1111-1119. DOI: 10. 1007/s00381-020-04608-4.
- [8] Kim HJ, Yang JH, Chang D, et al. Incidence and radiological risk factors of proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis following pedicle screw instrumentation with rod derotation and direct vertebral rotation: a minimum 5-year follow-up study[J]. J Clin Med, 2021, 10(22): 5351. DOI: 10. 3390/jcm10225351.
- [9] Kaur J, Koltsov JCB, Kwong JW, et al. Does navigation make spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis safer? insights from a national database[J]. Spine, 2021, 46(19): E1049-E1057. DOI: 10. 1097/BRS. 0000000000004037.
- [10] Rocos B, Kato S, Lebel D, et al. A bony chance fracture through L1 following posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis: a case report[J]. Spine Deformity, 2021, 9(3): 859-862. DOI: 10. 1007/s43390-020-00257-4.
- [11] Xu M, Yang J, Lieberman I, et al. Stress distribution in vertebral bone and pedicle screw and screw-bone load transfers among various fixation methods for lumbar spine surgical alignment: a finite element study[J]. Med Eng Phys, 2019, 63: 26-32. DOI: 10. 1016/j. medengphy. 2018. 10. 003.
- [12] Ohashi M, Bastrom TP, Marks MC, et al. The benefits of sparing lumbar motion segments in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis are evident at 10 years postoperatively[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2020, 45(11): 755-763. DOI: 10. 1097/BRS. 0000000000003373.
- [13] Trobisch PD, Ducoffe AR, Lonner BS, et al. Choosing fusion levels in adolescent idiopathic scoliosis[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2013, 21(9): 519-528. DOI: 10. 5435/JAAOS-21-09-519.
- [14] Kim HJ, Yang JH, Chang DG, et al. Incidence and radiological risk factors of proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis following pedicle screw instrumentation with rod derotation and direct vertebral rotation: a minimum 5-year follow-up study[J]. J Clin Med, 2021, 10(22): 5351. DOI: 10. 3390/jcm10225351.
- [15] József K, Márkus I, Bogyó C, et al. Three-dimensional efficacy of correction surgeries in adolescent idiopathic scoliosis[J]. Orv Hetil, 2021, 162(39): 1573-1578. DOI: 10. 1556/650. 2021. 32214.
- [16] Chan CYW, Chiu CK, Ch'ng PY, et al. Dual attending surgeon strategy learning curve in single-staged posterior spinal fusion (PSF) surgery for 415 idiopathic scoliosis (IS) cases[J]. Spine J, 2021, 21(7): 1049-1058. DOI: 10. 1016/j. spinee. 2021. 02. 009.
- [17] Chan CYW, Lee SY, Ch'ng PY, et al. Learning curve for a dual attending surgeon strategy in posterior spinal fusion (PSF): an analysis of 105 severe adolescent idiopathic scoliosis patients (Cobb angle $\geq 90^\circ$) [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2021, 46(12): E663-E670. DOI: 10. 1097/BRS. 0000000000003866.
- [18] Ogura Y, Glassman SD, Sucato D, et al. Incidence of proximal junctional kyphosis with pedicle screws at upper instrumented vertebrae in posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis[J]. Global Spine J, 2021, 11(7): 1019-1024. DOI: 10. 1177/2192568220935107.

(收稿日期: 2022-09-29)

本文引用格式: 赵军, 王培鑫, 王兴盛, 等. 青少年特发性脊柱侧凸脊柱融合术的研究进展[J]. 临床小儿外科杂志, 2023, 22(7): 698-700. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202209052-018.

Citing this article as: Zhao J, Wang PX, Wang XS, et al. Research advances in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis[J]. J Clin Ped Sur, 2023, 22(7): 698-700. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202209052-018.