

学术讨论

非融合技术在青少年特发性脊柱侧凸(AIS)畸形矫形中的应用

【编者按】目前,脊柱固定融合术仍是矫形手术治疗青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)的标准术式,业已形成一套较为成熟的理论与临床数据体系。然而,脊柱节段运动功能丧失、脊柱应力传导改变、邻近节段加速退变等一系列的固定融合术“副作用”也接踵而至。近年来,非融合技术逐渐在青少年脊柱畸形矫形中尝试应用,力图在纠正脊柱力线的同时保留脊柱节段的部分运动功能,如 AVBT 技术等。本期个案报道中刊登了 1 篇“Dynesys 矫形动态内固定术治疗青少年特发性脊柱侧凸 1 例报道”的文章,也反映了国内学者在该领域中勇于探索的精神和态度,但其临床应用的安全性、有效性及相关风险仍缺少客观的数据和理论支撑。因此,特邀部分专家围绕该内容展开探讨,以期为非融合技术在 AIS 畸形矫形中安全、规范、合理的应用提供思路与见解。

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2021.10.01

中图分类号:R682.3 文献标识码:C 文章编号:1004-406X(2021)-10-0868-09

非融合技术在 AIS 手术中应用的可能性

邱 勇(南京大学医学院附属鼓楼医院脊柱外科 200080 南京市)

这是一个很有意思的病例。理论上,该病例展示的“Dynesys 非融合动态稳定系统”是治疗 Lenke 5 型患者的理想技术,即非融合手术,且手术创伤较小。该病例完整随访 10 个月,正位 X 线片随访有 17 个月,随访 X 线片显示矫形效果维持良好,具有一定的潜在临床应用价值。

但是该病例理论上的“动态内固定”在术后的左右 Bending 位 X 线片上并未显示出在固定区存在“正常”的左右侧屈活动度,这与胸椎侧凸的前路 VBT 技术(vertebral body tethering)可以保留脊柱一定活动度的原理是不一样的。VBT 技术只进行了单侧的动态固定,而作者介绍的动态固定是双侧的,因此至少在冠状面上的固定可能不是真正意义上的“动态固定”。但随访中的前屈后伸侧位片上显示了一定的活动度,表明该技术可以在矢状面上保留一定的活动度。

不管使用何种技术矫正 Lenke 5 型 AIS,融合节段的选择原则是不变的。该病例的上端固定椎(UIV)的选择为 T11,根据我们的经验和研究,该患者初诊为 13 岁(X 线片上可见),双侧 Risser 征 3 级,且胸椎存在代偿弯,表明胸椎具有一定的代偿能力,因此该病例的 UIV 选择符合 Cobb-1 标准^[1],可选择固定至 T12,而不是 T11。

参考文献

1. Shu SB, Zhang TY, Jing WT, et al. Hyper-selective posterior fusion in Lenke 5C adolescent idiopathic scoliosis: when can we stop below the upper end vertebra[J]. Spine, 2020, 45(18): 1269-1276.

AIS 弹性内固定应用病例的思考

仇建国(北京协和医院骨科 100730 北京市)

本例患者为 13 岁女性,诊断为 AIS, PUMC 分型为 II C1, Lenke 分型为 5C。术者采用了 Dynesys 系统为其进行了后路矫形手术,目前随访效果良好。

AIS 手术治疗的主要目标为矫正畸形的同时,尽可能多的保留脊柱的活动功能。对于畸形严重、骨骼发育接近成熟的患者来说,后路矫形内固定植骨融合术是目前的标准手术方式,但其缺点是脊柱融合导致了融合节段生长受限以及运动功能丧失。因此,对于骨骼发育未成熟的患者,在控制畸形的同时,应尽可能保留患者脊柱以及胸廓的生长能力。为达到这一目的,一些学者提出了多种非融合技术,其中包

括:生长棒技术、磁控生长棒技术、前路椎体约束带技术(anterior vertebral body tethering, AVBT)、前路椎体门型钉技术等。脊柱非融合技术是骨骼发育未成熟患者有效的治疗手段,但目前大多数技术仍需要进一步改进以降低并发症发生率。

其中, AVBT 为基于加压矫形理论的弹性非融合内固定系统, 是近年来脊柱非融合技术的一大创新, 最早由 Newton 等^[1]在 2011 年报道, 并以骨骼发育未成熟的猪为动物模型进行了研究。随后陆续有文献报道 AVBT 在特发性脊柱侧凸患者外科治疗的应用^[2-4]。AVBT 主要应用于胸弯的治疗。前路椎体约束带的原理是利用凸侧的弹性加压获得初始矫形, 并通过压应力抑制凸侧的生长以获得畸形的进一步矫正和维持, 并保留脊柱的运动功能。既往研究已经证明了 AVBT 治疗胸段特发性脊柱侧凸的有效性, Newton 等^[1]报道其侧凸的矫正率约为 40%。Hoernschemeyer 等^[4]报道了 AVBT 两年以上的随访结果, 其 29 例患者中, 末次随访时 27 例患者达到骨成熟, 其中作者认为其治疗成功率为 74%, 即 20 例患者侧凸度数 $\leq 30^\circ$ 。其他研究团队也已经发现, 使用 AVBT 治疗的过程中, 椎体以及椎间盘的形态会发生重构, 尤其是凹侧的椎体以及椎间盘的生长增加, 也为 AVBT 治疗的有效性提供了支持^[1,2]。尽管 AVBT 获得了良好的临床疗效, 其并发症发生率以及再手术率较高, 中期结果发现其再手术率为 21%~30%, 其主要的原因有: 内固定失败(螺钉松动、束带断裂)、畸形继续进展、畸形过度矫正, 翻修的主要方式为更换内固定或者改行后路矫形内固定融合术。中期随访研究结果表明, 与后路矫形内固定融合术相比, AVBT 的残留畸形更加明显, 且再手术率高, 但可推迟后路矫形内固定植骨融合手术的时间, 两组患者生活质量评分无统计学差异^[2-4]。AVBT 对于特发性脊柱侧凸手术治疗有一定的意义, 在矫正畸形的同时可以保留脊柱的生长潜力以及运动功能。但其适应证的选择对临床疗效非常重要, 其主要适应证为骨骼发育未成熟, 具有充足的生长潜力(Risser 征 ≤ 1); 轻中度脊柱侧弯畸形($40^\circ\sim 60^\circ$)。

腰椎的弹性内固定的设计目标为稳定脊柱、保留脊柱的运动功能并减少临近节段退变, 主要形式有棘突间内固定和基于椎弓根螺钉的弹性固定等。Dynesys 系统为使用最广泛的基于椎弓根螺钉的腰椎弹性内固定系统, 已有研究证明其应用于腰椎退行性病变的长期结果良好, 但其病例主要为单节段或者双节段减压固定患者, 无明显脊柱侧凸畸形; 该技术最常见的并发症为螺钉松动^[5,6]。

目前未见该系统用于 AIS 的报道。该例患者为 13 岁女性, 月经已经来潮, 其 Risser 征 4 级, 生长潜力有限, 适于行后路或前路内固定融合。术者采用 Dynesys 双侧固定的方式, 目的是获得侧凸的矫正但避免融合以保留腰椎的功能, 是非常有益的尝试, 并获得了非常好的短期随访结果。但正如 AVBT 技术的中长期结果所示, 随着随访时间的延长, 其未来发生内固定物失败, 尤其是螺钉松动、内置物断裂以及畸形复发的风险也越高。另外, 由于是单纯后路弹性固定, 去旋转及腰前凸维持效果也值得进一步观察。

我们对术者的有益探索表示欣赏, 也非常期待该患者的中期随访结果, 无论结果如何, 对脊柱畸形的治疗都将有重要启示和参考价值。但由于是超适应证应用, 应对可能发生的内固定相关并发症以及再手术可能与患者以及家属进行充分的沟通, 以避免医疗纠纷的发生。

参考文献

1. Newton PO, Farnsworth CL, Upasani VV, et al. Effects of intraoperative tensioning of an anterolateral spinal tether on spinal growth modulation in a porcine model[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2011, 36(2): 109-117.
2. Newton PO, Bartley CE, Bastrom TP, et al. Anterior spinal growth modulation in skeletally immature patients with idiopathic scoliosis: a comparison with posterior spinal fusion at 2 to 5 years postoperatively[J]. J Bone Joint Surg Am, 2020, 102(9): 769-777.
3. Rushton PRP, Nasto L, Parent S, et al. Anterior vertebral body tethering(AVBT) for treatment of idiopathic scoliosis in the skeletally immature: results of 112 cases[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2021, 46(21): 1461-1467.
4. Hoernschemeyer DG, Boeyer ME, Robertson ME, et al. Anterior vertebral body tethering for adolescent scoliosis with growth remaining: a retrospective review of 2 to 5-year postoperative results[J]. J Bone Joint Surg Am, 2020, 102(13): 1169-1176.
5. Lee CH, Jahng TA, Hyun SJ, et al. Dynamic stabilization using the Dynesys system versus posterior lumbar interbody fusion for the treatment of degenerative lumbar spinal disease: a clinical and radiological outcomes-based Meta-analysis[J]. Neurosurg Focus, 2016, 40(1): E7.
6. Veresciagina K, Mehrkens A, Schären S, et al. Minimum ten-year follow-up of spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis treated with decompression and dynamic stabilization[J]. J Spine Surg, 2018, 4(1): 93-101.

关于采用经椎弓根动态稳定系统治疗 AIS 的几点看法

姜建元(复旦大学附属华山医院骨科 复旦大学脊柱外科中心 200040 上海市)

随着青少年特发性脊柱侧凸(AIS)病因学研究的不断深入以及脊柱内固定矫形技术的逐步优化,AIS在诊断、分型及手术方案等方面的争议变得越来越小^[1]。然而,无论是哪种类型的AIS,其手术干预的最终结果基本上为坚固的骨融合。融合手术虽然在维持治疗效果的永久性和阻断脊柱生长潜能等方面具有优势,但其潜在不足也同样明显:首先,长节段融合势必造成脊柱运动功能的丢失,尤其在胸腰段或是腰段,融合节段数量显著影响矫形效果和患者的生活质量;其次是融合节段上下邻近节段退变的问题,胸腰段或腰段融合范围邻近节段需要承担额外的负荷,对于青少年患者需经受更为严格的考验;其他诸如融合范围内脊柱生长潜能丧失、内固定留置体内产生的潜在不良反应等也是目前尚待解决的问题^[2]。

1911年Hibbs和Albee便提出了脊柱融合术,而动态稳定系统是个相对较新的概念,由Graf于1992年首先提出,经椎弓根动态稳定系统(Dynesys)是其中临床应用较多的一种装置^[3],该系统可以有效地控制各个平面内的运动,与坚强固定的内固定相比,该系统允许一定幅度的节段活动。一些临床研究显示Dynesys可用于腰椎退变性侧凸的手术治疗,其潜在优势包括矫正部分侧凸、有效稳定腰椎、阻止侧凸进展及保留腰椎活动功能^[4]。然而,通过广泛检索国内外相关文献,尚未有采用该系统治疗AIS的公开报道。此次,国内学者率先采用Dynesys治疗1例Lenke 5型的AIS,从可以获得的临床及影像学资料来判断,术后即刻和17个月的矫形效果令人满意,说明该尝试到目前为止获得了良好的治疗效果。众所周知,AIS确切病因至今仍未完全明确,理论上讲目前的各种治疗方式皆仅为对症治疗,如何能在获得满意矫形效果的前提下保留更多的脊柱运动功能,是临床医生需要考虑的问题。从未来发展的角度看,脊柱融合术亦未必是AIS治疗的最优治疗方案。而借鉴在治疗腰椎退变性疾病方面的临床经验,将Dynesys嫁接到AIS的临床治疗,充当类似于一种新型“内支具”的尝试,是一次颇具创新、富有意义的临床探索。

结合该病例的临床初步应用结果,对于采用Dynesys治疗AIS,笔者认为需要强调以下几点:首先,以牺牲脊柱运动功能来换取外形的美观和潜在心肺功能的改善,对AIS患者而言只是当下的无奈选择,临床医生切莫因脊柱融合术的优势而忽略了它本身具有的“双刃剑”属性,不能在趋于大同的情况下选择停滞不前,需知对于AIS的研究我们仍在路上,而且路还很长。故针对AIS的临床治疗,进行符合一定科学性的干预探索与尝试均值得鼓励。其次,Dynesys用于治疗AIS,仍需明确以下诸多问题:(1)临床最佳应用指征,用于哪种类型或哪个阶段的AIS患者会获得较高的临床受益;(2)进一步明确脊柱侧凸僵硬程度对该技术应用的影响;(3)Dynesys装置是否需要取出,取出的合理时机选择;(4)手术操作技术及相关事项的标准化。再者,鉴于以上许多问题还没有明确,我们建议:(1)该尝试需控制在少数脊柱外科中心,严格把握手术适应证,严密制定术前相关计划,少量、逐步尝试开展该技术;(2)需要对每一例患者进行长期、密切的临床随访,进行完整的临床及影像学随访评估;(3)基于后续的长期随访资料,进一步明确该方法的合理性、潜在不足及最佳应用范围等科学问题。

参考文献

1. Zhang H, Daniel JS, Richards BS. 青少年特发性脊柱侧凸手术计划方略[M]. 人民卫生出版社, 2015.
2. Maruenda JL, Barrios C, Garibo F, et al. Adjacent segment degeneration and revision surgery after circumferential lumbar fusion: outcomes throughout 15 years of follow-up[J]. Eur Spine J, 2016, 25(5): 1550-1557.
3. Niosi CA, Zhu QA, Wilson DC, et al. Biomechanical characterization of the three-dimensional kinematic behaviour of the Dynesys dynamic stabilization system: an in vitro study[J]. Eur Spine J, 2006, 15(6): 913-922.
4. 中国康复医学会脊柱脊髓专业委员会腰椎研究学组. 经椎弓根动态棒固定技术治疗腰椎退行性疾病专家共识 [J]. 中华骨科杂志, 2020, 40(24): 1639-1645.

非融合技术治疗 AIS 是有价值的一种尝试

李 放(解放军总医院第七医学中心骨科 100700 北京市)

经过长期的临床实践,我们目前已经对青少年特发性脊柱侧凸(AIS)畸形有了较为系统的认识,尤其是通过 King 分型和 Lenke 分型等,分析总结了各种类型的 AIS 的特点,并制订了相应的手术策略,取得了较为肯定的临床疗效,成功的植骨融合内固定手术是 AIS 畸形矫正和维持远期疗效的关键所在^[1]。但是,在畸形得到矫正的同时,牺牲了手术节段的运动功能,这是目前不得不面对的现实问题。对于畸形位于胸椎的病例,由于其生理状态下的运动范围很小,因此矫正畸形的同时,注意冠矢状位的平衡,融合术后对患者的整体功能影响并不大;但对于胸腰段或腰椎畸形患者(如 Lenke 5),如能在矫形的同时尽量保留脊柱的部分运动功能,对于患者脊柱的整体成熟发育、日常生活能力等方面将有良好的作用^[2]。

脊柱非融合技术是针对融合术的一些弊端应运而生的,其原理是在对手术节段提供必要稳定的前提下,保留其部分运动功能,从而缓解固定术对脊柱力学的影响(如邻椎病的发生等)。目前非融合技术主要应用于脊柱退行性疾病,如腰椎间盘突出症、腰椎管狭窄症等的治疗,目前的临床应用显示,可以减少椎间盘突出症的复发、缓解邻椎病的发生、保留了手术节段的部分运动功能^[3,4]。也有作者将 Dynesys 系统用于腰椎管狭窄合并退变侧凸的病例,对畸形可以部分矫正,临床疗效满意^[5]。

在该病例中,作者经过仔细的术前评估和充分的医患沟通,将 Dynesys 系统应用于胸腰段 AIS 病例,术后 1 年的随访显示效果满意。笔者认为该病例有以下几点可取之处:(1)矫正度满意;(2)与植骨融合手术相比,并没有增加手术范围;(3)术后的确保留了手术节段的部分运动功能。

对于脊柱侧凸畸形来讲,非融合性质的手术已有应用,如生长棒技术、椎体拴系技术(VBT),对于这些技术的应用临床上尚无明确的结论^[6]。本病例报告了随访 1 年的满意结果,但仍需继续随访观察,我们期待后期的报道。如果非融合技术(如本例中使用的 Dynesys)能够取得长期、满意的效果,那么对于一些侧凸小于 60°~70°的胸腰椎畸形患者,非融合技术有望成为更好的选择。

参考文献

1. Suk SI, Kim JH, Kim SS, et al. Pedicle screw instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis (AIS)[J]. Eur Spine J, 2012, 21(1): 13-22.
2. Ilharreborde B, Ferrero E, Angelliaume A, et al. Selective versus hyperselective posterior fusions in Lenke 5 adolescent idiopathic scoliosis: comparison of radiological and clinical outcomes[J]. Eur Spine J, 2017, 26(6): 1739-1747.
3. Veresciagina K, Mehrkens A, Scharen S, et al. Minimum ten-year follow-up of spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis treated with decompression and dynamic stabilization[J]. J Spine Surg, 2018, 4(1): 93-101.
4. Zhang Y, Zhang ZC, Li F, et al. Long-term outcome of Dynesys dynamic stabilization for lumbar spinal stenosis[J]. Chin Med J (Engl), 2018, 131(21): 2537-2543.
5. Di Silvestre M, Lolli F, Bakaloudis G, et al. Dynamic stabilization for degenerative lumbar scoliosis in elderly patients[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2010, 35(2): 227-234.
6. Trobisch PD, Kobbe P, Baroncini A. Dynamic scoliosis correction as alternative treatment for patients with adolescent idiopathic scoliosis: a non-fusion surgical technique[J]. Z Orthop Unfall, 2020, 158(6): 641-646.

应用动态内固定系统治疗 AIS 病例的讨论意见

沈建雄(北京协和医院 100730 北京市)

13 岁女性,月经初潮半年,发现脊柱侧凸 4 个月。查体腰段左侧凸,伴明显的凸起。NS 检查正常。AP 示侧凸在过去的 4 个月中有明显的加重,由 2019 年 7 月 15 日的 T11~L3 Cobb 角由 37°发展到 46°。胸弯 26°,矢状位无明显的异常,躯干右侧偏移。Bending 相胸弯和腰弯有良好的柔顺性。全脊柱 CT、MRI 未见异常。诊断 AIS 成立。分型 Lenke 5 型 C,手术治疗是一种选择。当然,作为初诊患者或在上学的学生,也可考虑支具治疗 6 个月,再观察侧凸进展。原因:(1)月经初潮半年;(2)骨骼发育未成熟;(3)侧凸

柔顺性好;(4)在假期手术可以不影响学业。

在这一年龄段,手术治疗通常是选择融合手术,范围 T11~L4 或 T11~L3,可通过 Ponte 截骨、软组织松解、去旋转、撑开、加压等技术,尽可能融合至 L3。

正如作者说的,现在的融合手术是以牺牲脊柱的活动为代价。保留更多的脊柱运动功能是脊柱外科医师一直追求的目标。刘家明等证实单侧弹性固定在动物猪身上造成脊柱侧凸^[1],为弹性固定治疗脊柱侧凸提供了实验依据。这几年来 Newton 的椎体前路拴系手术(VBT)^[2],也是非融合的一种,对 AIS 胸弯有治疗价值。本例手术采用后路非融合手术治疗 AIS,短期随访效果基本满意,但还需要更长时间随访。

有几个疑问:(1)手术规划中的矫形策略:凹侧撑开,凸侧以凹侧撑开值为基准适度短缩。弹性固定,张力带是不易撑开的。术者是撑开二螺钉,还是有特殊器械?(2)凸侧通常是加压,可改善矢状位后凸或产生腰前凸,如何控制矢状后凸度?(3)非融合技术断钉、弹性固定带断裂可能会更多。

总之,AIS 发病原因仍然不清,既往肌肉电刺激疗法被证明无效。弹性固定的非融合手术是一种探索,但临床疗效有待进一步观察论证。目前阶段在法规允许、在特定情况下可申请做临床试验,但不适合推广。最终结果需在增加随访时间、增大样本的情况下才能客观评估。

参考文献

1. Liu J, Li Z, Shen J, et al. Spinal growth modulation with posterior unilateral elastic tether in immature swine model[J]. Spine J, 2015, 15(1): 138-145.
2. Takahashi Y, Saito W, Yaszay B, et al. Rate of scoliosis correction after anterior spinal growth tethering for idiopathic scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 2021, 103(18): 1718-1723.

Dynesys 系统治疗 AIS 是否可行

高延征,王红强(河南省人民医院脊柱脊髓外科 450003 郑州市)

青少年特发性脊柱侧凸(AIS)是临床最常见的脊柱畸形,发病率约为 1.5%~3%。其自然史显示在青春期快速生长期,脊柱侧凸随之快速进展,当骨骼发育成熟后,脊柱侧凸小于 30°的患者较少进展,而侧凸超过 50°的患者平均每年进展约 1°。未行手术治疗的患儿发生严重腰背痛几率明显高于融合手术患者,因此一旦 AIS 诊断确立,应采取积极方法改变其疾病进程。临床治疗方法包括观察、支具及手术治疗等。Dynesys 是一种半刚性动态稳定系统,其允许内固定椎弓根螺钉之间轻微运动,在增加脊柱稳定性的同时,保留脊柱节段性运动,临床主要应用于腰椎退行性疾病,旨在通过稳定脊柱而不融合从而防止相邻节段退变,但是文献报道显示,Dynesys 术后脊柱固定节段可以保留一定活动能力,但并不能阻止邻近节段退变的发生,也无确切证据表明其手术效果优于传统融合手术^[1,2]。

本文作者首次将 Dynesys 系统应用于 AIS 的矫正手术,短期随访结果满意,但笔者认为此类探索应谨慎进行,在没有确切生物力学评估及动物试验的基础上不建议临床应用。

脊柱侧凸手术目的是矫正畸形、改善平衡、缓解症状、稳定脊柱避免畸形加重,而脊柱动态稳定系统无法达到融合固定同样的治疗效果:(1)矫正程度无法掌控:传统脊柱侧凸矫正手术采用椎弓根钉棒系统进行融合固定,坚强的内固定可以有效矫正畸形并保持矫正效果,而动态稳定系统矫正效果术中很难评估,随着患者全麻清醒,肌肉逐渐恢复力量,动态棒可能形变 2 到何种程度?矫正效果能维持多少?及已矫正的脊柱失衡是否重新发生?等很难把控。(2)矫正效果难以维持:AIS 患者矫正手术时多数仍有一定的生长潜力,传统手术方法是依赖手术区域的骨性融合及坚强的内固定置入物共同维持,但动态稳定系统在脊柱生长的强大应力下很难维持矫正效果,生长过程中发生曲轴效应以及脊柱旋转加重等因素易导致畸形复发及加重。(3)内固定物长期效果令人担忧:Pham 等^[3]回顾了 21 篇 Dynesys 临床研究报告,共有 1166 例患者,平均年龄 55.5 岁,平均随访 33.7 个月,结果显示椎弓根螺钉松动率 11.7%,椎弓根螺钉断裂率 1.6%,11.3%患者进行了翻修手术。青少年活泼爱动,运动量大,而脊柱侧凸是三维畸形,椎体常伴有明显的旋转畸形,畸形矫正后内置物会承受更大的三维应力威胁,加上脊柱生长的不确定因

素,长期反复的应力刺激很难避免内固定钉棒松脱及断裂。(4)本文作者提到考虑远期取出内固定,恢复脊柱正常活动,对此观点笔者不敢苟同。因为该手术未进行脊柱周围软组织及骨骼的任何松解及融合操作,脊柱侧凸的致畸因素仍持续存在,无论什么时候取出内固定,脊柱畸形必定复发及加重,就失去了手术矫形的目的和意义。如果考虑只是在发育期减缓脊柱畸形的进展,相当于内支具作用,笔者认为相对一个复杂危险、花费巨大的手术操作,外固定支具更加方便、安全,且大多患者可达到良好的治疗效果。

参考文献

1. St-Pierre GH, Jack A, Siddiqui MM, et al. Nonfusion does not prevent adjacent segment disease: Dynesys long-term outcomes with minimum five-year follow-up[J]. Spine, 2016, 41(3): 265-273.
2. Peng BG, Gao CH. Is Dynesys dynamic stabilization system superior to posterior lumbar fusion in the treatment of lumbar degenerative diseases[J]. World J Clin Cases, 2020, 8(22): 5496-5500.
3. Pham MH, Mehta VA, Patel NN, et al. Complications associated with the Dynesys dynamic stabilization system: a comprehensive review of the literature[J]. Neurosurg Focus, 2016, 40(1): E2.

AIS 外科手术治疗的未来,求稳? 求新? ——非融合手术的机遇与挑战

李淳德(北京大学第一医院骨科 100034 北京市)

自从 20 世纪 60 年代 Harrington 发明了哈氏棒,脊柱侧弯的外科治疗得到了巨大的进步。在使用脊柱内固定物的半个世纪中,尤其在椎弓根钉固定和去旋转技术越来越广泛研究和应用之后,我们在获得坚固的脊柱融合和更好的脊柱畸形矫正两个方面取得了成功,脊柱畸形矫正率达到了 70%~90%。但是,我们要清醒地意识到,虽然目前 AIS 外科治疗已经具备较高的安全性和有效性,但主流的矫形手术牺牲了脊柱本身的活动度,潜在的邻近椎间盘退变是需要关注的一个焦点,早期接受外科矫形手术的 AIS 患者目前正值壮年,将来他们面临的脊柱退变风险还不得而知。那么 AIS 外科手术治疗的未来我们应该关注什么?

第一,如何尽可能保留脊柱活动度。这是我们治疗 AIS 患者一直在探索和研究的,也是我们展望未来 AIS 治疗方式时需要优先考虑的。矫形越直,矫形效果越好,但可能需要更多融合节段,我们也一直在矫形效果和保留脊柱活动度两者之间努力寻找平衡点。在过去,我们一直在尝试寻找不同 AIS 的畸形特点,制定分型系统,探寻不同类型侧弯的手术治疗策略,在保证矫形效果的前提下,尽可能减少脊柱融合节段,最大可能保留脊柱活动度。从 Moe 分型到 Linke 分型系统,是脊柱外科医生在探索更好矫形效果和保留脊柱活动度之间平衡的努力,通过影像资料等客观资料更便捷指导 AIS 手术治疗。但 AIS 脊柱畸形结构很复杂,其三维结构还有许多地方需要我们了解,虽然分型系统已尽可能将 AIS 纳入其中,但每个患者的脊柱侧弯都具有其独特的特点,想要给他们最好的治疗,找到合适的畸形矫正-活动度保留之间的平衡点,那么更加个性化、细致化治疗方案的治疗就非常重要。

第二,如何尽可能保留脊柱生长功能。脊柱融合手术牺牲了脊柱活动度的同时也破坏了脊柱的生长,而支具治疗、生长棒技术以及 VBT 等非融合手术在保留脊柱生长功能方面均有各自特点。Hueter-Volkman 定律指出,骨骼所受压力增加,骨的生长就会受到抑制;骨骼所受压力减小,骨的生长就会加速;过度施压可抑制骺板生长,跨骺板牵张力可加速其生长。这是脊柱侧弯进展的潜在机制,也是脊柱侧弯非融合技术治疗的基础。在 AIS 早期(Cobb>25°),可以运用支具方式控制脊柱生长,保留脊柱的生长功能和减少对患者身体生长的影响。但支具治疗的有效性受到许多外科医生的质疑,同时,支具的舒适性、患者耐受性也有较大的局限性。对于早发性 AIS,通过植入生长棒,间断进行人工延长,进而帮助脊柱生长,但生长棒技术需要多次手术,且多数情况下只是延缓了脊柱融合手术。目前,较前沿的技术是通过置入内置物等非融合技术限制 AIS 侧弯凸侧的生长速度,不在于直接矫形侧弯,从而调整或不对称地影响脊柱纵向生长,达到避免脊柱融合手术及保留脊柱正常的功能和活动度的目的。目前研究较多的有 Newton 等报道的椎体拴系术 VBT(anterior vertebral body tethering)和椎体吻合术 VBS(vertebral body stapling)技术,两者均为脊柱前入路在凸侧椎体侧方进行装置置入,限制凸侧生长速度。文献研究结果显

示,二者在 AIS 冠状面畸形矫正上均有不错的效果,特别是对于骨骼未发育成熟具有生长功能的 AIS 患者,但 VBT 的矫形效果优于 VBS,适用于更大 Cobb 角度的 AIS 患者。同时,VBT、VBS 配合腔镜技术,可以更加微创化治疗。但目前这两种技术的潜在矫形程度和对脊柱功能的影响程度尚待进一步研究,且采用的前入路手术方式不被大多数脊柱医生熟悉。而 Floman 等设计了后路动态畸形矫正装置 PDDC (posterior dynamic deformity correction device),采用脊柱后入路通过非融合技术矫正中度 Lenke 1 型或 5 型 AIS。PDDC 通过侧弯的凹侧支撑来调节凹凸侧生长速度,从而使脊柱正常生长,避免脊柱融合手术及保留脊柱正常的功能。但这一研究尚需要额外的研究和更长时间的随访来评估。

保留脊柱活动度和生长功能,不仅最大可能地保留了 AIS 患者脊柱的功能,也降低了外科矫形术后相应并发症。要实现这一愿望,就要找到一条为大多数脊柱外科医生所接受的技术方式。该病例采用腰椎动态内固定(Dyneys)非融合技术,一方面,该技术为脊柱后入路手术,可为大多数脊柱矫形外科医生所熟悉,不需要额外的学习曲线。同时,采用肌间隙入路,不剥离肌肉,不破坏小关节、韧带等后方复合体结构,减少了手术对于脊柱结构的破坏。另一方面,腰椎动态内固定(Dyneys)非融合技术既保留了部分脊柱活动度,远期可取出内固定,有恢复脊柱正常活动可能。同时,由于具备类似“钉-棒”矫形和去旋转能力,对于畸形矫正能力应强于 VBT 和 VBS,且术后 1 年余随访时,畸形矫正未见明显丢失。对于 AIS 患者,特别是 Linke 1 型、5 型患者,腰椎动态内固定(Dyneys)非融合技术也许是他们可以选择的一种非融合手术方式。但该技术尚需要足够病例和随访数据,明确以下几个问题:(1)对于具备生长功能的 AIS (Risser 0-1)患者是否使用,是否会限制其生长潜能。(2)对于非 Linke 1 或 5 型患者,该技术对于冠状位、矢状位畸形长期矫形能力如何。(3)该技术能保留多少脊柱活动度,二次取出内固定的时机,时间太长是否会导致手术节段的融合。

目前,AIS 的外科矫形手术治疗,特别是脊柱融合手术,我们似乎取得了巨大的成功。但对于 AIS 手术治疗的患者,未来是否会出现高于普通脊柱退变患者的手术并发症风险,我们还不得而知。从人类进化的脊柱功能特性来看还远未达到我们的目的。随着材料力学的发展,“钉-棒”金属内固定是否是我们一成不变的选择也尚不确定。求稳不变,我们可能错过提前改变某些并发症的机遇;求新,我们也面临前所未有的挑战。

参考文献

1. Coe JD, Arlet V, Donaldson W, et al. Complications in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis in the new millennium: a report of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2006, 31(3): 345-349.
2. Floman Y, El-Hawary R, Lonner BS, et al. Vertebral growth modulation by posterior dynamic deformity correction device in skeletally immature patients with moderate adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine Deform, 2021, 9(1): 149-153.
3. Newton PO, Kluck DG, Saito W, et al. Anterior spinal growth tethering for skeletally immature patients with scoliosis: a retrospective look two to four years postoperatively[J]. J Bone Joint Surg Am, 2018, 100(19): 1691-1697.
4. Trupia E, Hsu AC, Mueller JD, et al. Treatment of idiopathic scoliosis with vertebral body stapling[J]. Spine Deform, 2019, 7(5): 720-728.

正确认识动态稳定装置 Dynesys 系统治疗 AIS

徐 韬,盛伟斌(新疆医科大学第一附属医院脊柱外科 830011 乌鲁木齐市)

青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)是临床常见的三维脊柱畸形。随着对脊柱侧凸认识的逐步深入、各种新型器械的不断开发应用以及手术技术的不断提高,为 AIS 的治疗提供了各种选择可能。本期刊文中作者报告 1 例 Lenke5C 型 AIS 患者,采用腰椎动态稳定装置 Dynesys 系统治疗,经术后 10 个月随访结果令人满意。对于这一新技术在看到其积极创新同时,也应充分认识其可能面临的风险,只有这样才能有助于推动学科发展与进步。

(1)AIS 的治疗现状。AIS 的治疗包括手术和非手术治疗。非手术治疗通过系列石膏和支具阻止畸形进展并避免外科手术的可能。手术治疗可以采取前路、后路或联合前后路,其目的是在尽可能保留运动

节段的情况下有效矫正畸形并维持矢、冠状面平衡。主要适应证为非手术治疗失败, Risser 征 ≥ 2 级, Cobb 角 $\geq 45^\circ\sim 50^\circ$ 或畸形快速进展者。自 Harrington 系统应用于 AIS 以来, 畸形矫正从单平面端-端固定至 Luque、CD 多点固定融合, 逐步发展到目前广泛采用的椎弓根螺钉系统。该技术通过后路节段间撑开、加压、平移和去旋转等进行三维矫形, 成为 AIS 手术治疗普遍认可并广泛采用的标准技术^[1]。各种微创技术不管是采取小切口或 Wilse 入路, 还是经皮螺钉技术, 仍然是基于标准的后路椎弓根螺钉矫形和固定融合这一基本原则。

(2) 非融合技术在 AIS 的应用。AIS 手术治疗在矫正畸形、阻止其进展的同时也终止了固定融合节段的生长。对于早发性侧凸(EOS)和部分青春期前、Risser 征 ≤ 2 级的 AIS 患者, 由于存在较大的生长潜能, 早期手术在矫正畸形同时, 导致脊柱和胸廓发育障碍并影响心肺功能^[2]。因此, 传统的“以短而直代替短而弯躯干”的认识逐渐被有效矫正畸形, 并尽可能维持脊柱和胸廓持续生长发育的现代非融合理念所取代, 脊柱非融合技术应运而生。目前, 应用于脊柱畸形治疗的非融合技术根据其力学原理可分为撑开技术、生长引导技术和生长调节技术^[3]。撑开和生长引导技术在矫形、维持躯干发育同时推迟了终末手术, 但并不能保留运动节段, 主要适用于 EOS。以椎体 U 型钉(VBS)和椎体拴系(VBT)为代表的生长调节技术, 尤其是 VBT 无需反复多次手术并具有较好的矫形能力, 单次前路手术即可获得非融合手术的矫形效果, 能够保留节段间的活动度而无需固定融合。但由于手术适用范围有限、疗效的不可预测性及胸后突、平背畸形等原因, 目前并未得到广泛应用^[4]。

(3) 动态稳定装置 Dynesys 系统在 AIS 的应用。腰椎动态稳定装置 Dynesys 系统常见于退变性疾病的治疗, 包括部分原发或继发性侧凸, 在 AIS 的应用尚属罕见。目前来看 Dynesys 系统较上述非融合技术具有以下优点: (1) 通过凸侧加压、凹侧适当撑开矫正畸形, 虽然原理类似于 VBT 技术, 但 Dynesys 系统采取后路椎弓根螺钉技术可以提供更高的稳定性和矫形能力。(2) 在矫正畸形同时又较好地保留和维持了腰椎的活动度和矢状面序列, 避免了前路手术导致的胸后凸或平背畸形。(3) 无需经胸或腹膜外手术所导致的相关并发症及复杂的技术要求, 学习曲线较短易于掌握。(4) 手术的可逆性和可预测性较好, 翻修相对简单方便。

腰椎动态稳定装置 Dynesys 系统治疗 AIS 这一个案虽然取得了令人满意的结果, 但对可能存在的问题应该予以注意。(1) 手术适应证目前还不明确。根据作者报道, 主要用于胸腰弯/腰弯畸形, 即 Lenke 5 型或 PUMC1c 型 AIS, 仅就此型来说, 患者年龄、成熟状况、畸形角度、僵硬及旋转程度等因素对手术结果的影响尚需进一步评估。(2) Dynesys 系统主要通过凸侧加压、凹侧适度撑开矫正畸形, 单平面矫正系统如何选择手术范围、控制矢、冠状面平衡以及去旋转矫正剃刀背畸形需要进一步临床验证。(3) 本期刊文为个案报道, 随访时间也较为有限, 对其并发症和长期结果尚不清楚。因此, 需要多中心、大样本的长期随访进一步明确该技术的安全性和有效性。

综上所述, 尽管目前尚不能确定腰椎动态稳定装置 Dynesys 系统为 AIS 的治疗提供了一种值得推荐的新技术, 但相比传统固定融合手术导致的运动节段丢失以及 VBT 等非融合技术的不可预测性等问题, 应用 Dynesys 系统治疗 AIS 是一个值得关注且有益的尝试。对于一新技术应该持开放态度并鼓励其积极创新, 但临床疗效、安全性和可行性必须有待长期随访和多中心研究才能做出更为准确的评价。

参考文献

1. Addai D, Zarkos J, Bowey AJ. Current concepts in the diagnosis and management of adolescent idiopathic scoliosis[J]. Childs Nerv Syst, 2020, 36(6): 1111-1119.
2. Tambe AD, Panikkar SJ, Millner PA, et al. Current concepts in the surgical management of adolescent idiopathic scoliosis[J]. Bone Joint J, 2018, 100-B(4): 415-424.
3. Beauchamp EC, Anderson RCE, Vitale MG. Modern surgical management of early onset and adolescent idiopathic scoliosis [J]. Neurosurgery, 2019, 84(2): 291-304.
4. Hoernschemeyer DG, Boeyer ME, Robertson ME, et al. Anterior vertebral body tethering for adolescent scoliosis with growth remaining: a retrospective review of 2 to 5-year postoperative results[J]. J Bone Joint Surg Am, 2020, 102(13): 1169-1176.

是另辟蹊径还是异想天开——经椎弓根动态固定治疗 AIS

周 强(重庆医科大学附属第三医院 401120 重庆市)

经椎弓根动态固定技术是一类腰椎非融合固定技术,主要借助钉间具有一定形变功能的动态棒或连接器使固定系统具有一定的活动度,也有产品是钉的头体间可动设计。与传统经椎弓根钉棒系统的坚强固定相比,它既可维持固定节段必要的稳定又无需植骨融合,同时保留一定的活动功能。经椎弓根动态固定系统的主要功效在于:其一,部分或大部分地限制固定节段的活动度以克服病理性的不稳;其二,维持椎间隙高度和部分卸载椎间应力负荷,以对抗垂直方向的压应力为主,理论上可减缓或阻止固定节段的退行性病理进程,目前主要用于腰椎退行性疾病的外科治疗^[1,2]。

但是,不同固定系统和产品设计的力学特性不同,有的差别很大,应根据病变节段对稳定的需求进行差异化或个性化的选择。手术减压操作对节段稳定性破坏较少、以对抗压应力为主要需求者,绝大多数动态固定系统都可选用,它们的区别可能主要在保留的活动度大小不同,如包括髓核摘除在内的各种椎管减压术,即使切除了一侧关节突关节,也可以获得所需的稳定性和较好的临床疗效;对于矢状面上某些不稳,如退行性滑脱和椎间失稳等,以 Dynesys 系统更为适合,绝大多数动态棒固定系统因易于疲劳断裂而不适合选用,而结构性反屈则不适合应用动态固定技术;对于冠状位不稳、侧凸或失衡,轻中度者可以选用动态固定,以 Dynesys 系统、Waveflex 系统等较为适合,重度者则应视为禁忌;对于两个或以上节段病变需要动态固定者,则只有 Dynesys 系统可以选用。此外,并不是所有腰椎退行性疾病都适合做动态固定,有很多情况不适合或应视为禁忌,如腰椎峡部裂滑脱症等,以及合并重度骨质疏松症、严重更年期综合征和精神性疾病等。

目前,经椎弓根动态固定技术用于脊柱畸形矫治的文献报道相对较少,仅限于 Dynesys 系统应用于轻中度的老年腰椎退行性侧凸畸形^[3],我们团队在这方面也进行了探索性的尝试。中短期的随访结果表明,与长节段固定融合相比,有组织创伤小、术后康复快、无需等待融合、严重并发症发生率低等优势,且患者对术后腰椎功能恢复满意度高。不过,由于手术操作烦琐耗时长所带来的全身性麻醉风险,须高度重视和谨慎评估。目前,有关经椎弓根动态固定治疗青少年特发性脊柱侧凸(AIS)尚鲜有文献报道。

在该例患者的手术治疗上,术者基于其畸形不严重且柔韧度比较好的特点,探索性尝试应用 Dynesys 动态固定系统实施矫形及非融合固定,以期保留部分运动功能和减少或延缓与融合术相伴的系列远期问题。初期临床观察结果表明,矫形效果比较满意,尽管仅保留了固定节段 10°左右的屈伸活动度,也不可否认是一次有益尝试。但遗憾的是仅有 10 个月的随访资料,对阻止畸形进展的作用尚难以给出客观准确的判断,同时远期疗效和相关并发症等诸多问题都需要相当长时间的随访观察。值得肯定的是手术初步达到了术前设计目的,应该有其可取之处。另一方面,在患者长生命周期中腰椎运动对内置物持续且不断变化的应力作用,将可能成为远期多种不确定性并发症的风险因素,如内固定的松动断裂、感染、矫形丢失(或畸形复发)和节段自发性融合等等。作为术者,应给予充分考虑,术前与患方做好充分的沟通和必要的告知。以笔者的临床经验,这些并发症的处理相对比较容易,且预后也较好,不必过于担忧,相反,这一技术却有可能为患者提供了另一种更有益的治疗选择。尽管如此,经椎弓根动态固定治疗 AIS 目前只能作为特定条件下的尝试,从患者利益出发,应严格而谨慎选择病例,避免对患者造成不应有的伤害。总之,应通过长时间的密切随访观察,不断积累临床经验和提高认识,科学严谨地发展和应用这一技术以造福病患。

参考文献

1. Schmoelz W, Huber JF, Nydegger T, et al. Influence of a dynamic stabilisation system on load bearing of a bridged disc: an in vitro study of intradiscal pressure[J]. Eur Spine J, 2006, 15(8): 1276-1285.
2. 周强,李放,李利,等.经椎弓根动态棒固定技术治疗腰椎退行性疾病的专家共识[J].中华骨科杂志,2020,40(24):1639-1645.
3. Di Silvestre M, Lolli F, Bakaloudis G. Degenerative lumbar scoliosis in elderly patients: dynamic stabilization without fusion versus posterior instrumented fusion[J]. Spine J, 2014, 14(1): 1-10.

(收稿日期:2021-08-12 修回日期:2021-09-23)

(本文编辑 彭向峰)