

# 脊柱侧弯矫形器对 AIS 患者步态影响的探讨

罗长良<sup>1</sup>, 郑倩<sup>2</sup>

【关键词】 脊柱侧弯; 矫形器; 步态; 运动学; 能耗

【中图分类号】 R49; R682.3 【DOI】 10.3870/zgkf.2019.09.014

脊柱侧弯是 1 种脊柱常见的复杂的三维畸形,是指脊柱的 1 节或数节在冠状面上偏离身体正中线,矢状面上伴有胸椎后凸减少或腰椎前凸增加,以及水平面上椎体旋转的畸形表现<sup>[1-2]</sup>。脊柱侧弯可分为结构性、功能性和特发性 3 种类型<sup>[2]</sup>,其中特发性脊柱侧弯通常发生于青少年,也称青少年特发性脊柱侧弯(Adolescent idiopathic scoliosis, AIS),国内外发病率为 2%~4%,女性尤其多见<sup>[3]</sup>。除脊柱畸形外,脊柱侧弯可引起如本体感受器功能障碍、运动平衡功能异常等表现<sup>[4]</sup>。相关研究表明, AIS 患者在行走过程中其躯干在横截面内旋转运动具有明显不对称性<sup>[5]</sup>。在正常步行中,恰当的脊柱和下肢肌肉激活模式可以控制身体节段的活动和躯干的平衡<sup>[6-7]</sup>。有研究认为 AIS 患者会改变脊柱的连接结构,从而引起活动性和平衡的改变<sup>[4,8-9]</sup>。由于脊柱参与维持平衡的过程,脊柱出现畸形则可能引起重心活动的改变从而产生病理步态,相比正常人, AIS 患者的步态表现出步长缩短<sup>[10-11]</sup>,步幅减慢<sup>[12]</sup>,髋关节和骨盆的活动度减小<sup>[10]</sup>,能量消耗增加<sup>[13]</sup>,前进模式和地面反作用力不对称<sup>[14]</sup>等情况。

在脊柱侧弯的众多治疗方法中,除了外科手术之外,矫形器被认为是治疗中轻度侧弯最有效的保守方法之一<sup>[15-17]</sup>。脊柱侧弯矫形器能让患者保持正确的体位,辅助稳定病变关节,减少椎体承重,预防和矫正椎体畸形,在提高患者的躯体功能方面起到积极的作用<sup>[18]</sup>。但另一方面由于侧弯矫形器的设计通常包裹整个脊柱,骨盆和躯干在行走中的活动会受到限制而减少,几乎所有关于脊柱侧弯的步态研究都表明患者步态有异常,但部分研究结果也有相互矛盾之处<sup>[10,11,19]</sup>。有些研究表明因为脊柱矫形器减少了躯干、骨盆和髋关节的活动,从而引起了异常步态<sup>[20-22]</sup>。

但另外有研究认为脊柱矫形器的使用可以通过改善本体感觉、平衡功能以及律动能力来提高 AIS 患者动态姿势的控制<sup>[23]</sup>,从而改善其病理步态。

据我们所知,脊柱侧弯患者配戴矫形器后对其步态影响的研究中鲜有全面的综述,尤其是在国内文献资料中,更少有探讨相关主题的研究。本文就国外研究中关于矫形器对 AIS 患者造成的步态方面的影响进行综述,希望对未来国内的类似研究提供参考,为矫形器作为 1 种重要疗法如何达到更优化的治疗效果提供理论基础。

## 1 脊柱矫形器对于 AIS 患者步态的即时影响

有研究发现,正常人穿戴 1d 的脊柱矫形器会引起僵硬步态,表现出躯干、骨盆和髋关节活动的减少,身体肌肉肌电活动会增加以实现身体重心的转移。而对于没有接受治疗的特发性脊柱侧弯患者,也有表现出这种僵硬步态并且影响到他们的步行效率<sup>[24]</sup>。另外有研究表明配戴矫形器会影响步行时的运动学和力学活动,从而引起病理步态<sup>[24-25]</sup>。所以有研究者假设:当 AIS 患者穿上矫形器之后会加重他们的僵硬步态,并且会对步态生物力学产生即时的不利影响<sup>[21,26]</sup>。Güth 等<sup>[27]</sup>纳入 37 名特发性脊柱侧弯患者,观察他们在穿戴密尔沃基矫形器后单腿站立和行走时竖脊肌与臀中肌的肌电活动,同时记录他们躯干和骨盆在冠状面内的活动情况。结果发现竖脊肌几乎没有检测到肌电信号,但是臀中肌比起未戴矫形器时的活跃度增加,躯干和骨盆在行走过程中的偏移幅度减小。而 Mahaudens 等<sup>[22]</sup>的试验却发现臀中肌有完全不同的表现,该试验选取 13 个 AIS 女性患者作为研究对象,通过三维运动分析仪记录她们在没穿戴和穿戴矫形器的 2 种情况下,步态中的运动学、肌电图、力学和能量变化情况,研究结果发现脊柱矫形器既没有改变患者步态中的能量消耗也没有改变腰盆部肌肉的活动时间。但是对于穿戴矫形器的 AIS 患者,双侧臀中肌活跃度减少,冠状面内髋关节和肩关节活动减少,骨盆旋转减少。

另外 Karimi 等<sup>[28]</sup>纳入 10 位 AIS 患者观察其与

收稿日期:2019-2-14

作者单位:1. 昆明医科大学,云南 昆明 650000;2. 华中科技大学同济医学院附属同济医院,武汉 430000

作者简介:罗长良(1993-),女,硕士研究生,助教,主要从事康复工程方面的研究。

通讯作者:郑倩,1355372846@qq.com

正常人相比行走过程中下肢关节、骨盆、躯干的活动度以及步态对称性,同时也观察躯干矫形器对上述参数的短期影响。在前1次研究中,他们认为脊柱侧弯矫形器的使用可以改善左右两侧骨盆和髋关节的活动对称性,但是会减小这2个关节的活动度。而在之后的研究中,表明AIS患者穿戴和未穿戴矫形器的情况下均减少了骨盆、躯干、髋关节和膝关节的活动范围,但是仅骨盆在3个平面内活动和躯干在横断面内活动的减少才有统计学差异,此外两种情况下踝关节的运动学参数均没有显著变化,骨盆和躯干活动的减小说明了脊柱侧弯矫形器可能仅对近端关节产生影响。在对称性方面,有数据显示躯干矫形器降低了患者步行过程中骨盆、膝关节和踝关节在矢状面以及骨盆和髋关节在冠状面内的不对称指数。最后研究者得出结论,脊柱矫形器影响了AIS患者骨盆的关节活动度,并改善了骨盆活动的对称性,但是矫形器并没有明显影响患者髋、膝、踝关节的运动学参数<sup>[29]</sup>。Wong等<sup>[20]</sup>的研究也有相似的发现,他们观察21名AIS患者在穿戴1个月的柔性和刚性两种不同脊柱矫形器之后的下肢动力学和运动学数据,结果发现脊柱的固定不会影响行走过程中下肢的运动学,但会显著降低骨盆的倾斜度,双侧的骨盆在冠状面的活动减少,髋部的内收外展活动也减少。

除了脊柱矫形器对于AIS患者骨盆和下肢的运动参数的影响外,也有学者研究过矫形器对于脊柱侧弯患者能量消耗的影响,Lindh<sup>[30]</sup>的研究评估AIS患者穿戴和未穿戴密尔沃基式矫形器时的步态,发现穿上矫形器后患者在3km/h的低速下行走时的总摄氧量有不显著的减少趋势,在4.5和6km/h的速度下摄氧量增加。她的研究认为,矫形器引起的躯干和骨盆的活动限制可以通过其他运动得到补偿,比如通过其他肌肉的过度活跃和增加能量摄入,因此在步行速度增加到一定程度时,佩戴脊柱侧弯矫形器会引起患者能量消耗的增加。

## 2 脊柱矫形器对于AIS患者步态的长期影响

以上研究者探讨矫形器作用于脊柱短期内产生的力学和运动学效应,发现了对骨盆和能耗等方面的影响,但由于AIS患者的矫形器多是长期使用,从就诊开始持续到患者青春期生长发育停止,并且每日时长超过22h<sup>[31]</sup>,所以研究患者在长期使用矫形器后对步态的影响可能更有意义。MS等<sup>[20]</sup>的研究发现患者在穿戴两种强度不同的脊柱侧弯矫形器1年之后,患者骨盆活动度和侧方倾斜度仍然明显减少,但髋膝踝的动力学和膝踝关节的运动学没有明显改变。而Phil-

ippe和Maxime等<sup>[32]</sup>使用步态分析仪评估了患者穿戴6个月的脊柱侧弯矫形器之后步行中的运动学、生物力学、肌电图和能量消耗情况。他们的研究发现在步行中,患者冠状面的骨盆和髋部活动明显增加,肌肉的生物力学活动增加,接近但仍不同于正常人。AIS患者穿戴矫形器之前双侧腰骶肌肉活动比正常人活跃度超40%;但在穿戴矫形器6个月后,除了竖棘肌肌电活动明显减少外,其他肌肉没有变化。在步态过程中,患者肩部旋转轻度减少,以自己最舒服的速度行走时,穿上矫形器能量消耗增加30%,在未穿戴矫形器时,患者能量消耗也超过正常人的30%,所以AIS患者穿戴6个月矫形器之后能耗没有明显变化。研究者最后的结论认为,不同于他们一开始的猜想,AIS患者长时间穿戴矫形器与未接受矫形器治疗前相比,并没有出现明显的身体僵硬或损伤行走等功能活动<sup>[32]</sup>。

Khanal等<sup>[33]</sup>也观察了胸腰骶矫形器对于特发性脊柱侧弯患者姿势控制和平衡功能的影响。通过对健康和AIS的各8个女孩相比得出结论:与健康受试者相比,脊柱侧弯患者的平衡功能更差,并且在穿戴4个月的矫形器之后,AIS患者的平衡功能并未得到改善。此外,Paolucci等<sup>[34]</sup>在1个关于色努矫形器对AIS患者的姿势性平衡影响的研究中,纳入13个患有脊柱侧弯的青少年在接受8个月的矫形器治疗后和同样数量的健康青少年相比,观察他们的姿势能力和左右两侧肢体的对称性,并计算他们行走时的步速、步长、步幅和步宽,实验结果证明使用色努矫形器后患者行走速度减慢,步宽和步长没有明显变化,步幅减小,肢体对称性相比未穿戴矫形器的时候有一定改善。

## 3 小结

国内研究者关于矫形器对于脊柱侧弯cobb角和椎体旋转等方面的研究相对较多,而很少讨论矫形器对步态生物力学方面的影响。以上研究都是针对脊柱矫形器对于患者步态和运动学方面的影响而得出的相关结论,其中Güth等<sup>[27]</sup>的研究是最早关于矫形器对AIS患者步态的影响,并明确了研究过程中使用的矫形器类型为密尔沃基式的研究;Lindh<sup>[30]</sup>也同样观察密尔沃基矫形器对AIS患者的影响,而Karimi等<sup>[28]</sup>为患者选择的矫形器类型为波士顿矫形器,3个试验均表明矫形器的使用会引起患者行走时躯干和骨盆活动度的减少。另外的研究中由于矫形器类型不明,而不同矫形器的设计和矫正原理各有其特点<sup>[35]</sup>,对患者身体结构和心理接受程度的影响也会不同<sup>[36-37]</sup>,因而对患者行走时步态产生的影响可能也会有不同的结果。

Wong<sup>[20]</sup>和Karimi<sup>[28-29]</sup>的两次试验均显示脊柱矫形器对患者双下肢髌膝踝关节运动学与动力学参数无明显影响。此外Lindh<sup>[30]</sup>与Mahauden<sup>[22]</sup>以及Philippe等<sup>[32]</sup>的研究中都有涉及步行过程中能量消耗的评估,但前者认为穿上矫形器后患者在一定速度内氧耗和能耗会减少,而在加速行走时则引起能耗增加,后者均认为矫形器的穿戴与否对于患者的能耗不会产生影响。另外在Alih<sup>[38]</sup>的关于脊柱侧弯矫形器对患者能耗的研究综述中也认为其穿戴和未穿戴矫形器时与健康人群消耗同样多的能量,因此能耗并未因矫形器的使用而产生变化。在步行时下肢对称性的研究中,Karimi和Paolucci都得出同样结果,即使用矫形器后双下肢对称性得到改善<sup>[28-29,34]</sup>。在纳入讨论的试验中,仅Khanal<sup>[33]</sup>研究了矫形器对患者步行中平衡的影响,并证明平衡功能并未得到改善。Paolucci<sup>[34]</sup>的研究是众试验中唯一对穿戴脊柱侧弯矫形器的AIS患者步行的时间-空间参数进行了分析,并得出患者步速降低、步幅减小,而步长和步宽均未改变的结果,但是由于同主题的研究结果太少,矫形器对患者步速、步长等方面的影响仍需要从更多更高等级的数据研究中来进一步证实。

在上述众试验中,纳入AIS患者人数最多为37人<sup>[27]</sup>,样本数量相对较少,其研究结果虽然能反映一定问题,但是仍需纳入更多患者的研究来证明结论的普遍性和可参考性。在探讨脊柱侧弯矫形器对患者的长期影响时,Wong等<sup>[20]</sup>的研究持续到患者穿戴矫形器1年后,得出结论为骨盆活动度仍然明显减少,但下肢运动学和动力学没有明显变化。该试验比起另外两个研究中的随访时间(Philippe等<sup>[32]</sup>6个月,Khanal等<sup>[33]</sup>4个月)更具有说服力。脊柱侧弯患者通常需要在矫形器师为其适配矫形器6个月左右接受复查,对其矫形器的穿戴情况和矫正性能进行检查后再考虑是否更换矫形器或者添加力学矫正垫等,所以低于6个月时间的矫形器穿戴并不能很准确地观察出矫形器对于患者的长期影响;但是随访时间更长,研究结果可能会更可靠。

综上所述,AIS患者穿戴脊柱矫形器后,行走过程中双下肢运动对称性得到改善,躯干和骨盆的活动会减少,踝关节和足部的运动学及行走过程中的平衡功能没有明显变化,患者能量消耗保持不变,结论表明脊柱侧弯矫形器并不能达到很有效的改善患者异常步态的效果,仍需要更大样本量和更长时间随访的研究结果来证实,并且使用不同设计的脊柱侧弯矫形器对研究结果的影响变化,在以后同主题的研究中也应当纳入考虑。

## 【参考文献】

- [1] Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JC, et al. Adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Lancet*, 2008, 371(9623): 1527-1537.
- [2] 余升华, 尹得龙, 杨展翔. 青少年脊柱侧弯的研究进展[J]. *岭南现代临床外科*, 2014, 14(6): 708-710.
- [3] 倪静波, 刘金山. 支具在青少年特发性脊柱侧弯(AIS)治疗中的应用[N]. *辽宁中医药大学学报*, 2012, 14(11): 33-34.
- [4] Danielsson AJ, Romberg K, Nachemson AL. Spinal range of motion, muscle endurance, and back pain and function at least 20 years after fusion or brace treatment for adolescent idiopathic scoliosis: a case control study[J]. *Spine*, 2006, 31(3): 275-283.
- [5] Kramers-de Quervain IA, Muller R, Stacoff A, et al. Gait analysis in patients with idiopathic scoliosis[J]. *Eur Spine J*, 2004, 13(5): 449-456.
- [6] MacKinnon CD, Winter DA. Control of whole body balance in the frontal plane during human walking[J]. *Journal Of Biomechanics*, 1993, 26(6): 633-644.
- [7] Winter DA. Biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological [M]. 2nd edition. Ontario: University of Waterloo Press, 1991: 87-94.
- [8] Lenke LG, Engelsberg JR, Ross SA, et al. Prospective dynamic functional evaluation of gait and spinal balance following spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Spine*, 2001, 26(14): 330-337.
- [9] Schwender JD, Denis F. Coronal plane imbalance in adolescent idiopathic scoliosis with left lumbar curves exceeding 40: the role of the lumbosacral hemicurve[J]. *Spine*, 2000, 25(18): 2358-2363.
- [10] Mahaudens P, Banse X, Mousny M, et al. Gait in adolescent idiopathic scoliosis: kinematics and electromyographic analysis[J]. *Eur Spine J*, 2009, 18(4): 512-521.
- [11] Mahaudens P, Thonnard JL, Detrembleur C. Influence of structural pelvic disorders during standing and walking in adolescents with idiopathic scoliosis[J]. *Spine*, 2005, 5(4): 427-433.
- [12] Giakas G, Baltzopoulos V, Dangerfield PH, et al. Comparison of gait patterns between healthy and scoliotic patients using time and frequency domain analysis of ground reaction forces[J]. *Spine*, 1996, 21(19): 2235-2242.
- [13] Mahaudens P, Detrembleur C, Mousny M, et al. Gait in adolescent idiopathic scoliosis: energy cost analysis[J]. *Eur Spine J*, 2009, 18(8): 1160-1168.
- [14] Daryabor A, Arazpour M, Sharifi G. Gait and energy consumption in adolescent idiopathic scoliosis: A literature review[J]. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2016, 60(2): 107-116.
- [15] 李向东. 脊柱侧弯矫形器的终检与医嘱[J]. *中国矫形外科杂志*, 2001, 8(2): 184-185.
- [16] 王莉, 黄晓琳, 谢凌锋, 等. 青少年特发性脊柱侧凸康复治疗现状与进展[J]. *中国康复*, 2017, 32(3): 249-253.
- [17] 卢文, 杨华. 不同类型青少年脊柱侧弯支具治疗疗效观察[J]. *医药前沿*, 2016, 6(15): 90-91.
- [18] 张孝超, 杨文兵, 陈述清. 脊柱矫形器对特发性脊柱侧弯的矫正作用[J]. *中国临床康复*, 2005, 9(30): 118-119.
- [19] Schizas C, Kramers-de Quervain I, Stussi E, et al. Gait asymme-

- tries in patients with idiopathic scoliosis using vertical forces measurement only[J]. *Eur Spine J*, 1998, 7(2): 95-98.
- [20] Wong MS, Cheng CY, Ng BK, et al. The effect of rigid versus flexible spinal orthosis on the gait pattern of patients with adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Gait & Posture*, 2008, 27(2): 189-195.
- [21] Mahaudens P, Banse X, Detrembleur C. Effects of short-term brace wearing on the pendulum-like mechanism of walking in healthy subjects[J]. *Gait & Posture*, 2008, 28(4): 703-707.
- [22] Mahaudens P, Banse X, Mousny M, et al. Very short-term effect of brace wearing on gait in adolescent idiopathic scoliosis girls[J]. *Eur Spine J*, 2013, 22(11): 2399-2406.
- [23] Gozde G, Dilek B, Ayhan C. Effect of a spinal brace on postural control in different sensor conditions in adolescent idiopathic scoliosis: A preliminary analysis[J]. *Gait & Posture*, 2015, 41(1): 93-99.
- [24] Waters RL, Campbell J, Thomas L, et al. Energy costs of walking in lower extremity plaster casts[J]. *Journal of Bone & Joint Surgery*, 1982, 64(6): 896-899.
- [25] Waters RL, Mulroy S. The energy expenditure of normal and pathologic gait[J]. *Gait Posture*, 1999, 9(3): 207-231.
- [26] Mahaudens P, Banse X, Mousny M, et al. Gait in adolescent idiopathic scoliosis: kinematics and electromyographic analysis[J]. *Eur Spine J*, 2009, 18(4): 512-521.
- [27] Güth V, Abbink F, Gtze HG, et al. Investigation of gait of patients with idiopathic scoliosis and the influence of the Milwaukee brace on gait[J]. *Zeitschrift Für Orthopdie Und Ihre Grenzgebiete*, 1978, 116(5): 631-640.
- [28] Karimi MT, Kavyani M, Etemadifar MR. Gait analysis in adolescent idiopathic scoliosis walking with Boston brace[J]. *Scoliosis and Spinal Disorders*, 2014, 9(Suppl 1): 024-024.
- [29] Karimi MT, Kavyani M. Evaluation of the Immediate Effect of Bracing on Gait Symmetry, Lower Limb Kinematics, and Trunk and Pelvic Motion during Level Walking in Adolescents with Idiopathic Scoliosis[J]. *Journal of Prosthetics and Orthotics*, 2017, 29(4): 183-189.
- [30] Lindh M. Energy expenditure during walking in patients with scoliosis. The effect of the Milwaukee brace[J]. *Spine*, 1978, 3(2): 122-134.
- [31] Richards BS, Bernstein RM, D' Amato CR, et al. Standardization of criteria for adolescent idiopathic scoliosis brace studies: SRS Committee on Bracing and Nonoperative Management[J]. *Spine*, 2005, 30(18): 2068-2075.
- [32] Philippe M, Maxime R, Xavier B, et al. Effect of long-term orthotic treatment on gait biomechanics in adolescent idiopathic scoliosis[J]. *The Spine Journal*, 2014, 14(8): 1510-1519.
- [33] Khanal M, Arazpour M, Bahramizadeh M, et al. The influence of thermoplastic thoraco lumbo sacral orthoses on standing balance in subjects with idiopathic scoliosis[J]. *Prosthetics & Orthotics International*, 2015, 40(4): 460-466.
- [34] Paolucci T, Morone G, Di Cesare A, et al. Effect of Cheneau brace on postural balance in adolescent idiopathic scoliosis: a pilot study[J]. *European Journal of Physical & Rehabilitation Medicine*, 2013, 49(5): 649-657.
- [35] 周斌, 赵自平, 王治国, 等. 支具治疗青少年特发性脊柱侧弯的研究进展[J]. *中国当代医药*, 2015, 22(13): 38-41.
- [36] Climent JM, Sanchez J. Impact of the type of brace on the quality of life of Adolescents with Spine Deformities [J]. *Spine*, 1999, 24(18): 1903-1908.
- [37] 缪蓓, 杨剑, 潘正启. 团体心理辅导对青少年特发性脊柱侧凸患者矫形器治疗期间自我外观评价和生活质量的影响[J]. *中国康复*, 2018, 33(1): 29-31.
- [38] Alieh D, Mokhtar A, Mohammad S, et al. Efficacy of corrective spinal orthoses on gait and energy consumption in scoliosis subjects: a literature review[J]. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 2016, 12(4): 324-332.

• 外刊拾粹 •

### 富血小板血浆用于治疗髌腱病

髌腱病常见于涉及跳跃的运动,并且可导致实质性疼痛和运动水平降低。本研究探讨了富血小板血浆(PRP)注射治疗髌腱病的效果。

这项平行、随机、单盲和对照研究在不同国家的三个体育中心进行,涉及 18 至 50 岁的患者。所有患者均被诊断为髌腱病,症状至少存在 6 个月。参与者随机接受注射,在髌骨肌腱缺损附近注射,三组分别注射 3.5mL 白细胞贫血 PRP(LP-PRP),富含白细胞的 PRP(LR-PRP)或生理盐水。主要结果指标是维多利亚州体育评估研究所髌骨评分(VISA-P)在 12 周时的变化,疼痛评分采用 10 分数字疼痛评定量表。

在 12 周时,58% 的患者的 VISA-P 评分有所改善,治疗组之间没有显著差异。在六周时,自评为较差的参与者 5 人来自 LP-PRP 组,3 人来自 LR-PRP 组和 1 人来自盐水组。

结论:这项关于髌腱病患者的研究发现,运动与富血小板血浆注射相结合,并不优于运动联合盐水注射。(邓钰译)

Scott, A., et al. Platelet Rich Plasma for Patellar Tendinopathy. A Randomized, Controlled Trial of Leukocyte Rich PRP or Leukocyte Poor PRP versus Saline. *Am J Sports Med*. 2019; 47 (7): 1654-1661.

中文翻译由 WHO 康复培训与研究合作中心(武汉)组织  
本期由中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)倪朝民教授主译编