

运动疗法治疗青少年特发性脊柱侧凸的研究进展

彭倩, 路怀民

(四川省骨科医院, 四川 成都 610041)

摘要 脊柱侧凸常在青春生长期快速进展, 如不及时治疗, 可能会导致严重的躯干畸形、脊柱活动受限和疼痛, 还可影响心肺及腹腔脏器功能, 严重者影响患者的身心健康。因此, 青少年特发性脊柱侧凸的防治十分重要。运动疗法是非手术治疗青少年特发性脊柱侧凸的常用方法, 但治疗方案并不统一。为进一步了解运动疗法治疗青少年特发性脊柱侧凸的研究进展, 本文从该病的病因和运动疗法两大方面进行了综述。

关键词 脊柱侧凸; 青少年; 运动疗法; 综述

脊柱侧凸指脊柱在冠状面偏离身体中线, 常伴有脊柱旋转和矢状面上生理曲度的改变, 是脊柱的三维畸形^[1]。其病因可能与椎体发育、运动、神经功能、脊柱生物力学结构、遗传、激素水平、饮食、结缔组织结构、前庭功能等有关^[2]。特发性脊柱侧凸约占脊柱侧凸的 80%^[3]。青少年中特发性脊柱侧凸的患病率为 0.47% ~ 5.20%, 多发生在 10 ~ 18 岁, 且青春期初期发展最快^[4-6]。青少年特发性脊柱侧凸 (adolescent idiopathic scoliosis, AIS) 如不及时矫治, 可能会导致躯干畸形、脊柱活动受限和疼痛, 还可影响脏腑功能, 甚者可致瘫痪^[7]。对于多数 AIS 患者, 采用运动疗法、支具佩戴等非手术方法及时有效地进行干预, 可延缓病程或矫正侧凸畸形, 只有少部分患者需采用手术治疗^[8]。目前, 治疗 AIS 的运动疗法很多, 但治疗方案尚无统一的标准。为进一步了解运动疗法治疗 AIS 的研究进展, 我们从 AIS 的病因和运动疗法两大方面做一综述。

1 AIS 的病因

AIS 的发生主要与青少年快速生长发育期躯体形态、姿态的改变有关。因此, 关于 AIS 病因的研究主要聚焦于青少年生长发育和脊柱生物力学方面。AIS 的发生可能与椎体前后部的生长速度存在差异、脊柱前后受力不平衡、肋骨不对称生长及双侧下肢不等长等有关。脊柱侧凸患者均存在不同程度的生长不平衡, 而肌肉力量及所受重力的不平衡是导致生长不平衡的主要原因。三维空间负荷不对称可致脊柱

侧凸, 侧凸形成后, 脊柱凸侧产生张应力、凹侧产生压应力, 又导致侧凸加重, 且单个椎体因受压不对称会发生楔形变, 致椎体向阻力较小方向移位、旋转^[9]。“Hueter – Volkmann”定律认为, 压应力导致椎体骨骺生长板生长变缓, 持续的压应力对椎体骨骺生长板生长的抑制可达 40% 甚至更多, 而张应力则促进椎体骨骺生长板生长^[9]。“恶性循环”理论认为, 无论何种原因所致的脊柱侧凸, 都有脊柱前后左右压力负荷不对称情况, 导致脊柱侧凸进行性发展, 且青春期风险更大, 并认为脊柱负荷不对称受神经肌肉激活状态的影响^[10-12]。

2 AIS 的运动疗法

运动疗法治疗 AIS 的理论依据是根据“Hueter – Volkmann”定律逆转脊柱的受力状态, 矫正脊柱不对称, 并根据大脑可塑性理论, 通过运动疗法促进神经肌肉的激活, 刺激本体感觉, 恢复大脑对脊柱的调控, 增加脊柱稳定性, 达到矫正脊柱畸形、维持脊柱稳定的目的^[10-12]。脊柱侧凸特定运动疗法 (physiotherapeutic scoliosis specific exercise, PSSE) 是国际脊柱侧凸康复治疗学会 2011 年发布的指南中推荐的脊柱侧凸非手术治疗方案^[13]。PSSE 强调医疗团队协作和根据患者脊柱侧凸具体情况制定个性化方案, 并教育患者在日常生活活动中进行自我矫正, 将脊柱侧凸的“恶性循环”转换为“良性循环”。

运动疗法治疗 AIS 的方案并不统一, PSSE 主要分为 7 种, 即 Schroth 法、巴塞罗那脊柱侧弯物理治疗学校 (Barcelona Scoliosis Physical Therapy School, BSPTS) 法、Lyon 法、脊柱侧弯科学训练方法 (scientific exercises approach to scoliosis, SEAS)、Dobomed 法、

Side-shift 法和脊柱侧凸的功能性个体化治疗(functional individual therapy of scoliosis, FITS)法^[14]。

2.1 Schroth 法 Schroth 法由德国的 Katharina Schroth 提出,是 PSSE 中研究最多、应用最广的方法。Schroth 法强调兼顾矢状面、额状面及水平面进行运动训练,通过强化弱势肌群、拉伸紧张肌群的方式调节肌肉力量以达到矫治脊柱侧凸的目的^[15-17]。Schroth 法运用“身体模块”进行分类,通过脊柱主动拉伸和反向运动矫治侧凸,采用旋转成角呼吸法实现脊柱反旋,同时通过外部刺激增强本体感觉以维持脊柱的稳定^[18]。该方法在增强肌力、改善呼吸功能、缓解疼痛、提高患者生活质量、改善患者自我形象、延缓疾病进程、减小 Cobb 角及降低手术率等方面有较好的疗效^[19-21]。Pugacheva^[16]采用 Schroth 法对 21 例 AIS 患者进行了 6 周的运动训练,发现治疗后患者椎旁肌肉肌力及脊柱稳定性均有显著改善。Kuru 等^[17]将 45 例 AIS 患者随机分为 Schroth 三维训练组、家庭康复组、对照组,分别在治疗前和治疗第 6 周、第 12 周、第 24 周测量了患者的 Cobb 角、轴向躯干旋转角(angle of trunk rotation, ATR)及脊柱驼峰高度,并对腰部不对称情况进行评估,发现治疗后 3 组患者 Cobb 角和 ATR 均有改善,其中 Schroth 三维训练组改善最为显著,且仅 Schroth 三维训练组患者的驼背及腰部不对称情况有改善。Schreiber 等^[19-20]研究发现,采用 Schroth 法联合标准治疗矫治 AIS,较单纯采用标准治疗, Cobb 角减小更明显,并发现即使 Cobb 角的改善 $<5^{\circ}$,患者的背部症状也会有所缓解;认为 Schroth 法联合标准治疗矫正脊柱侧凸优于单纯标准治疗,且 Schroth 法的优势在于恢复躯体平衡能力及缓解症状,标准治疗的优势在于减缓侧凸进展。Kwan 等^[21]研究发现,佩戴支具联合 Schroth 法治疗 AIS,在改善 Cobb 角、矫正躯干移位、恢复 ATR 方面优于单纯佩戴支具。但 Schroth 法训练非常复杂,患者需在治疗师指导下进行,一般首次治疗要住院强化训练,出院后继续进行居家康复训练。

2.2 BSPTS 法 BSPTS 法延续并进一步发展了 Schroth 法,两者的相同之处是利用“身体模块”进行分类,通过旋转成角呼吸模式和肌肉激活进行三维矫正;不同之处是 BSPTS 法从 Schroth 法的“强化住院康复”发展为“强化门诊治疗”^[22-23]。Jelačić 等^[24]研究发现,采用 BSPTS 法治疗 4 周后,脊柱侧凸患者躯干

侧移及旋转均有改善,认为 BSPTS 法能在短期内改善背部不对称、脊柱侧移及旋转。Zapata 等^[25]发现采用 BSPTS 法治疗脊柱侧凸,可改善 Cobb 角,提高患者的运动能力和脊柱灵活性。

2.3 Lyon 法 法国的 Pierre Stagnara 创立了 Lyon 法,该方法包括运动疗法和支具佩戴两部分。Lyon 运动疗法包括呼吸训练、脊柱三维矫正、髂骨-腰椎角度松动、患者教育及坐姿控制等,并强调帮助患者意识到躯体畸形后再佩戴支具进行训练^[23]。Mauroy^[26]对 136 例 Cobb 角 $>40^{\circ}$ 的 AIS 患者采用 Lyon 法治疗 2 年后,脊柱侧凸改善 $>5^{\circ}$ 61 例(45%)、侧凸稳定 27 例(20%)、侧凸加重 $>5^{\circ}$ 48 例(35%),认为即使患者 Cobb 角 $>40^{\circ}$,Lyon 法仍可有效阻止脊柱侧凸的进展。

2.4 SEAS SEAS 起源于 Lyon 法,该方法与其他运动疗法的不同之处在于其以神经生理学为基础,通过增加运动难度提高自我控制能力,实现对躯体姿势的矫正,且对治疗师的依赖较低^[27-28]。SEAS 可延缓脊柱侧凸进程,改善 Cobb 角,降低支具佩戴率及手术率^[28-30]。Romano 等^[29-30]将 288 例 Cobb 角 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 的 AIS 患者分为支具组、SEAS 组、常规物理治疗组、不规则训练组、无干预组,其中 SEAS 组 101 例,治疗时间 (12 ± 4) 个月,治疗后脊柱侧凸改善率为 36%,侧凸进展明显减慢,并发现 SEAS 与一般物理治疗相比,对 Cobb 角、ATR 的改善更明显,可降低支具佩戴率、缩短佩戴时间,且远期疗效好。

2.5 Dobomed 法 Dobomed 法由 Dobosiewicz 创立,其核心是在闭合动力链中,躯干在严格对称位置进行不对称的脊柱移动,并通过选择性呼吸运动矫正胸椎旋转,改善机体功能,尤其是呼吸功能。Dobomed 法一般用于矫正单向侧凸患者的脊柱侧移和旋转,改善躯干形态、稳定脊柱,短期训练就可明显改善患者呼吸功能,阻止病情进展^[31-33]。Durmala 等^[32]采用 Cheneau 支具联合 Dobomed 法治疗胸椎侧凸的女性 AIS 患者 25 例,治疗后 56% 的患者脊柱侧凸稳定。Fabian 等^[33]将 49 例 14~15 岁、Cobb 角 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 的女性 AIS 患者分为 Dobomed 组 and 对称矫正训练组,结果显示 Dobomed 组最大通气量、腹肌肌力和运动耐受性改善情况均优于对称矫正训练组。

2.6 Side-shift 法 Side-shift 法由 Min Mahta 创立,其核心是通过躯干向凹侧重复横向移动,实现主

动三维姿势矫正,适合脊柱任何节段的单向或双向侧凸,对于腰段、胸腰段侧凸患者,强调提踵训练,并认为机体的生长可为儿童脊柱侧凸的矫正提供动力。Lee 等^[34]将 28 例脊柱侧凸患者随机分为 Side-shift 组和躯干稳定运动组,前者采用特制的侧移运动椅进行侧移运动训练,后者进行躯干稳定运动训练,训练 8 周后两组患者 Cobb 角及脊旁肌肌力均有显著改善,但侧移运动椅便于在工作或学习期间使用,更易被缺乏训练时间的学生患者接受。

2.7 FITS 法 2004 年, Marianna Bialek 创立了 FITS 法,该方法包括两个连续的阶段,一是通过使用不同的肌肉刺激技术,消除矫正运动时三维空间上肌筋膜的限制,二是在功能位建立新的姿势矫正模式^[35-36]。Bialek^[36]采用 FITS 法治疗 41 例 AIS 患者,平均随访 4.8 年, Cobb 角从治疗前的 $18.0^{\circ} \pm 5.4^{\circ}$ 减小至 $12.5^{\circ} \pm 6.3^{\circ}$, ATR 从治疗前的 $4.7^{\circ} \pm 2.9^{\circ}$ 减小至 $3.2^{\circ} \pm 2.5^{\circ}$, 认为 FITS 可有效矫治早期 AIS。

3 小 结

对于 AIS, 这些运动疗法各有利弊。Schroth 法、BSPTS、SEAS 在我国开展较多,前两种强调集中训练,后者强调居家训练^[23,37]; Dobomed 法和 Side-shift 法主要以二维空间矫治为主,单独使用这两种方法的情况较少,实际运用时需适当增加其他方法,以达到三维矫正的目的; Lyon 法强调呼吸训练、三维力学矫正和坐姿控制并配合佩戴支具,目前我国开展较少; FITS 法创立较晚,是其他疗法中多种技术的综合应用。临床上我们应根据患者具体情况选择适宜的治疗方案。

参考文献

- [1] REAMY B V, SLAKEY J B. Adolescent idiopathic scoliosis: review and current concepts [J]. American family physician, 2001, 64(1): 111-116.
- [2] KIKANLOO S R, TARPADA S P, CHO W, et al. Etiology of adolescent idiopathic scoliosis: a literature review [J]. Asian Spine Journal, 2019, 13(3): 519-526.
- [3] NEGRINI S, DONZELLI S, AULISA A G, et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth [J]. Scoliosis and spinal disorders, 2018, 13: 3.
- [4] KONIECZNY M R, SENYURT H, KRAUSPE R, et al. Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis [J]. Journal of children's orthopaedics, 2013, 7(1): 3-9.

- [5] WONG H K, HUI J H P, RAJAN U, et al. Idiopathic scoliosis in Singapore schoolchildren: a prevalence study 15 years into the screening program [J]. Spine, 2005, 30(10): 1188-1196.
- [6] 王谊, 吴蓓蓓, 林野. 温州市中小学生脊柱侧弯患病率调查 [J]. 中医正骨, 2013, 25(4): 25-27.
- [7] NEGRINI S, GRIVAS T B, KOTWICKI T, et al. Why do we treat adolescent idiopathic scoliosis? What we want to obtain and to avoid for our patients. SOSORT 2005 Consensus paper [J]. Scoliosis, 2006, 1(1): 4.
- [8] MONTICONE M, AMBROSINI E, CAZZANIGA D, et al. Active self-correction and task-oriented exercises reduce spinal deformity and improve quality of life in subjects with mild adolescent idiopathic scoliosis. Results of a randomised controlled trial [J]. European Spine Journal, 2014, 23(6): 1204-1214.
- [9] STOKES I A F. Mechanical effects on skeletal growth [J]. Journal of musculoskeletal & neuronal interactions, 2002, 2(3): 277-280.
- [10] HARRISON D E, COLLOCA C J, HARRISON D D, et al. Anterior thoracic posture increases thoracolumbar disc loading [J]. Eur Spine J, 2005, 14(3): 234-242.
- [11] STOKES I A F, BURWELL R G, DANGERFIELD P H. Biomechanical spinal growth modulation and progressive adolescent scoliosis - a test of the 'vicious cycle' pathogenetic hypothesis: summary of an electronic focus group debate of the IBSE [J]. Scoliosis, 2006, 1: 16.
- [12] STOKES I A, GARDNER - MORSE M. Muscle activation strategies and symmetry of spinal loading in the lumbar spine with scoliosis [J]. Spine, 2004, 29(19): 2103-2107.
- [13] NEGRINI S, AULISA A G, AULISA L, et al. 2011 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth [J]. Scoliosis, 2012, 7(1): 3.
- [14] BERDISHEVSKY H, LEBEL V A, BETTANY - SALTIKOV J, et al. Physiotherapy scoliosis - specific exercises - a comprehensive review of seven major schools [J]. Scoliosis & Spinal Disorders, 2016, 11(1): 20-71.
- [15] RAJALAXMI V, PAUL J, NITHYA M, et al. Effectiveness of three dimensional approach of schroth method and Yoga on pulmonary function test and posture in upper crossed syndrome with neck pain - a double blinded study [J]. Research journal of pharmacy and technology, 2018, 11(5): 1835-1839.
- [16] PUGACHEVA N. Corrective exercises in multimodality ther-

- apy of idiopathic scoliosis in children – analysis of six weeks efficiency – pilot study[J]. *Studies in Health Technology & Informatics*, 2012, 176(1): 365.
- [17] KURU T, YELDAN I, DERELI E E, et al. The efficacy of three – dimensional Schroth exercises in adolescent idiopathic scoliosis; a randomised controlled clinical trial[J]. *Clinical rehabilitation*, 2016, 30(2): 181 – 190.
- [18] WEISS H R. The method of Katharina Schroth – history, principles and current development[J]. *Scoliosis*, 2011, 6(1): 1 – 22.
- [19] SCHREIBER S, PARENT E C, MOEZ E K, et al. Schroth physiotherapeutic scoliosis – specific exercises added to the standard of care lead to better Cobb angle outcomes in adolescents with idiopathic scoliosis – an assessor and statistician blinded randomized controlled trial[J]. *PLoS One*, 2016, 11(12): 168.
- [20] SCHREIBER S, PARENT E C, HILL D L, et al. Patients with adolescent idiopathic scoliosis perceive positive improvements regardless of change in the Cobb angle – results from a randomized controlled trial comparing a 6 – month Schroth intervention added to standard care and standard care alone. SOSORT 2018 award winner[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2019, 20(1): 319.
- [21] KWAN K Y H, CHENG A C S, KOH H Y, et al. Effectiveness of Schroth exercises during bracing in adolescent idiopathic scoliosis; results from a preliminary study – SOSORT award 2017 winner[J]. *Scoliosis and Spinal Disorders*, 2017, 12(1): 32.
- [22] RIGO M D, VILLAGRASA M, GALLO D. A specific scoliosis classification correlating with brace treatment; description and reliability[J]. *Scoliosis*, 2010, 5(1): 1.
- [23] 周璇, 杜青. 脊柱侧凸特定运动疗法研究进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2016, 31(4): 478 – 481.
- [24] JELAČIĆ M, VILLAGRASA M, POUE E, et al. Barcelona Scoliosis Physical Therapy School – BSPTS – based on classical Schroth principles; short term effects on back asymmetry in idiopathic scoliosis[J]. *Scoliosis*, 2012, 7(Suppl 1): O57.
- [25] ZAPATA K, PARENT E C, SUCATO D. Immediate effects of scoliosis – specific corrective exercises on the Cobb angle after one week and after one year of practice[J]. *Scoliosis Spinal Disord*, 2016, 11(Suppl 2): 36.
- [26] MAUROY J D. Prospective study of 136 adolescent scoliosis of more than 40° treated with the Lyon brace[J]. *Scoliosis*, 2013, 8(1): O34.
- [27] RANGANATHAN R, NEWELL K M. Changing up the routine; intervention – induced variability in motor learning[J]. *Exercise and sport sciences reviews*, 2013, 41(1): 64 – 70.
- [28] ROMANO M, NEGRINI A, PARZINI S, et al. SEAS (scientific exercises approach to scoliosis): a modern and effective evidence based approach to physiotherapeutic specific scoliosis exercises[J]. *Scoliosis*, 2015, 10(1): 3.
- [29] ROMANO M, NEGRINI A, PARZINI S, et al. Adolescent with 10° to 20° Cobb scoliosis during growth; efficacy of conservative treatments. A prospective controlled cohort observational study[J]. *Scoliosis*, 2012, 7(1): 1.
- [30] ROMANO M, NEGRINI A, PIZZETTI P, et al. A retrospective controlled cohort study in 176 patients on the efficacy of SEAS exercises in AIS treatment; brace prescriptions, and radiographic and clinical outcomes at the end of growth[J]. *Scoliosis*, 2010, 5(Suppl 1): O25.
- [31] DOBOSIEWICZ K, DURMALA J, CZERNICKI K, et al. Radiological results of Dobosiewicz method of three – dimensional treatment of progressive idiopathic scoliosis[J]. *Stud Health Technol Inform*, 2006, 123: 267 – 272.
- [32] DURMALA J, KOTWICKI T, PIOTROWSKI J, et al. Cheneau bracing with doboxed physiotherapy for thoracic scoliosis; prospective evaluation of 25 patients followed to skeletal maturity[J]. *Scoliosis*, 2010, 5(Suppl 1): O75.
- [33] FABIAN K M, ROZEK – PIECHUR K. Exercise tolerance and selected motor skills in young females with idiopathic scoliosis treated with different physiotherapeutic methods[J]. *Ortopedia, traumatologia, rehabilitacja*, 2014, 16(5): 507 – 522.
- [34] LEE W J, KO Y M, PARK J W, et al. Effect of trunk side shift exercise on the Cobb's angle of patients with idiopathic scoliosis[J]. *The Journal of Korean Physical Therapy*, 2017, 29(5): 276 – 280.
- [35] BIAŁEK M. Conservative treatment of idiopathic scoliosis according to FITS concept; presentation of the method and preliminary, short term radiological and clinical results based on SOSORT and SRS criteria[J]. *Scoliosis*, 2011, 6(1): 25.
- [36] BIAŁEK M. Mild angle early onset idiopathic scoliosis children avoid progression under FITS method (functional individual therapy of scoliosis)[J]. *Medicine*, 2015, 94(20): 863.
- [37] 田飞, 丁桃, 闫博, 等. 运动疗法治疗青少年特发性脊柱侧弯研究进展[J]. *中国康复*, 2017, 32(5): 425 – 427.