

青少年特发性脊柱侧凸运动康复治疗的研究进展

Research progress of exercise rehabilitation in adolescent idiopathic scoliosis

封玉琨¹, 刘介生^{1,2}, 吕 振^{1,2}, 洪 毅^{1,2}

(1 首都医科大学康复医学院; 2 中国康复研究中心北京博爱医院脊柱脊髓外科 100068 北京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2021.11.11

中图分类号: R682.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2021)-11-1039-05

当患者在站立位脊柱全长 X 线上测量的 Cobb 角 > 10°, 并且出现轴向旋转时, 即可诊断为脊柱侧凸。特发性脊柱侧凸 (idiopathic scoliosis, IS) 是指病因不明的三维结构性脊柱弯曲^[1], 其中青少年特发性脊柱侧凸 (adolescent idiopathic scoliosis, AIS) 超过 80%。AIS 的患病率约为 2%~2.5%^[2]。由于 AIS 在青春期时最容易出现加重, 因此该时期对于 AIS 的预防和治疗更为关键。

AIS 患者往往首先考虑的治疗方式是非手术治疗。除了牵引、支具矫形等传统治疗方法, AIS 在生长期的特殊运动疗法也是一个热点。笔者拟对近年来 AIS 患者运动疗法的特点及研究进展进行综述, 对临床医师及治疗师有针对性制定个体化运动疗法方案提供参考。

1 传统运动康复治疗方法

传统治疗方法主要针对全身的训练方法, 通过躯体的平衡、肢体的牵引和力量训练, 从而减少背痛的发生, 改善肢体功能以及躯干不对称状况。传统治疗方法包括核心肌群稳定性训练、电刺激、瑜伽、普拉提、整脊等。常规的体育活动和 AIS 患者 Cobb 角的严重程度没有表现出明显的相关性。但 Fishman 等^[3]的研究显示 AIS 患者接受瑜伽训练平均 6.8 个月后 Cobb 角从平均 22.8° 下降到 11.2°。有氧训练疗法对 AIS 的长期疗效也已经得到了证实, Xavier 等^[4]的一项随机试验比较了有氧和联合抗阻训练与单独进行有氧训练两种方法的疗效, 12 周后两组 AIS 患者在呼吸功能、最大吸氧量、最大呼气量和功能性运动能力都有实质性的改善; 相较单纯有氧训练的方案, 增加抗阻训练的方案对于患者运动能力的提高更为有效。

2 特殊运动康复治疗方法 (physiotherapeutic scoliosis specific exercises, PSSE)

国际脊柱侧凸矫形和康复治疗协会 (international

scientific society on scoliosis orthopaedic and rehabilitation treatment, SOSORT) 的指南推荐使用 PSSE 作为 AIS 的治疗手段^[5]。PSSE 主要应用于: (1) Cobb 角 < 25° 的轻度 AIS; (2) 配合支具治疗, 减少支具的相关副作用 (肌肉无力、背部形态不对称等); (3) 延缓支具的使用, 减少脊柱僵硬, 提高脊柱灵活性; (4) 改善成年期脊柱侧凸曲线进展时带来的背痛、呼吸功能障碍、挛缩和进行性畸形障碍等状况^[6]。

PSSE 在国际上主要有 7 类运动疗法, 包括: 德国 Schroth 疗法 (schroth method)、西班牙巴塞罗那物理治疗体系 (barcelona scoliosis physical therapy school, BSPTS) 疗法、意大利脊柱侧凸科学锻炼 (scientific exercises approach to scoliosis, SEAS) 疗法、波兰脊柱侧凸功能性个体化 (functional individual therapy of scoliosis, FITS) 疗法、法国里昂法 (Lyon) 疗法、波兰 DoboMed 疗法和英国侧移 (Side shift) 疗法。

PSSE 在一定程度上可以延缓 AIS 患者 Cobb 角进展并且改善患者躯干不对称情况, 在改变患者的自我形象和心理健康上也有一定的效果^[7,8]。在我国一项针对轻度 AIS 患者的特殊运动疗法康复的研究中, 31 例平均年龄 12.97 岁、平均 Cobb 角 19.23° 的 AIS 患者在接受 Schroth 疗法结合 SEAS 疗法 6 个月后, Cobb 角改善了 2.9°, 轴向躯干旋转角度 (axial trunk rotation, ATR) 改善了 1.2°, 且在脊柱侧凸研究学会患者问卷-22 (scoliosis research society-22, SRS-22) 中的治疗满意度较以往明显提高^[9]。PSSE 在减轻 AIS 背痛症状, 预防 Cobb 角进展以及提高生活质量上比传统治疗方法也有着更明显的效果^[10]。

2.1 Schroth 疗法

Schroth 疗法是目前国际上应用最多且广为接受的特殊运动疗法, 其三维疗法中核心部分为特定姿势矫正、呼吸模式矫正以及姿势感知矫正。其基本原理一是肌肉的强化, 激活凹侧不活动的肌肉; 二是旋转成角呼吸, 通过活动肋骨, 提升胸腔容积, 利用肋骨作为杠杆臂, 矫正脊柱的侧凸和病理性旋转。二者之间又存在着相互依存的关系^[11]。

Schroth 疗法矫形训练原理为: (1) 提高患者对躯干姿势的自我感知, 主动伸展凹处的姿势; (2) 躯干在矢状面的

基金项目: 中国康复研究中心青年基金课题 (2020-Q6)

第一作者简介: 男 (1995-), 硕士研究生, 研究方向: 康复医学与理疗学、脊柱侧凸

电话: (010) 87569069 E-mail: 2943112954@qq.com

通讯作者: 洪毅 E-mail: hongyihyy@163.com

非对称性锻炼拉伸矫正;(3) 躯干在冠状平面的去旋转;(4) 有意识地引导气流,使空气进入胸腔凹陷部分,从而调动受限的肋骨,使肺部活动较少的部分注入更多空气;(5) 躯干的稳定性训练。Schroth 疗法将人体分为颈、腰、胸、肩四个分区,针对不同的分区开展不同的训练。通过矫正躯体的整体力线,提高脊柱的灵活性,改善两侧肌肉肌力不平衡来达到稳定 Cobb 角、减轻疼痛的目的。呼吸模式矫正对于 AIS 患者意义重大,对于 AIS 患者来说,仅在正常呼吸的基础模式上加深呼吸的力度和幅度,会导致空气在肺部的扩散更多地出现在原本已经扩张的一侧,从而导致脊柱侧凸的畸形加重。

有 II 级证据表明, Schroth 疗法对 AIS 患者 Cobb 角改善和生活质量都有提高^[12]。Schreiber 等^[13]研究表明, AIS 患者接受 6 个月 Schroth 疗法后, Cobb 角较前有明显改善; Kim 等^[14]的研究发现,在接受 Schroth 疗法 12 周后, AIS 患者的 Cobb 角及背部不对称状态都有所改善。Schroth 疗法对于 Cobb 角在 30° 以下的 AIS 患者的疗效要远远好于 Cobb 角 30° 以上的患者,对于 Cobb 角较高的病例可能仍有一定的疗效;1 例加拿大的 AIS 患者的病例报告显示,患者在 2008 年时的 X 线片显示胸弯 Cobb 角为 70°, 腰弯 Cobb 角为 48°, 在接受 1 年 Schroth 治疗后,患者的胸椎 Cobb 角改善为 38°, 腰椎 Cobb 角下降为 30°, 患者重新恢复了正常的日常活动^[15]。

2.2 BSPTS 疗法

BSPTS 疗法是在 Schroth 疗法上衍生出的一种治疗方法,由专门的治疗师提供三维的自我矫正,BSPTS 将 AIS 畸形分成 3 型:第 1 型,脊柱矢状面畸形,主要包括脊柱后凸及平背等;第 2 型,三个平面均有结构性弯曲,其中必有胸弯;第 3 型,不包含胸弯,单独腰弯或胸腰弯^[16,17]。BSPTS 疗法对不同畸形分型有不同的运动疗法,主要特点为:(1) 在外力协助下完成三维的自我纠正;(2) 通过背部肌肉等长收缩,改善肌力平衡性来稳定躯体正确姿势;(3) 反复纠正自我身体感知;(4) 通过旋转成角呼吸重塑背部形态^[11]。

近年来大量前瞻性及回顾性研究文献证实了 BSPTS 疗法对于 AIS 的治疗效果。Zapata 等^[18]将 33 例 AIS 患者分为了运动组和对照组,运动组和对照组的初始平均 Cobb 角分别为 16.3° 和 16.0°, 运动组接受 BSPTS 疗法每周训练 3 天,每天 15min,训练姿势有仰卧、坐立、侧卧、俯卧和站立 5 种。对照组仅进行观察随访,每 3 个月由骨科医生进行 1 次临床评估。通过每周两次的电子邮件确认患者在过去 1 周内具体进行锻炼的频率和时间。1 年随访后运动组和对照组的侧凸平均 Cobb 角分别为 16.3° 和 21.6°, 与运动组相比,对照组 Cobb 角加重 5.6°, 运动组显著地延缓了 Cobb 角的进展。

2.3 SEAS 疗法

SEAS 疗法最初起源于法国的 Lyon 技术,20 世纪 60 年代在意大利的维杰瓦诺由 Antonio Negrini 和 Nevia

Verzini 创办的脊柱侧凸中心(centro scoliosi negrini, CSN)得以推广。与 BSPTS 疗法以及 Schroth 疗法不同的是, SEAS 方法并不强调支具的使用,而是尽量使脊柱肌肉在不借助支具、牵引或弹力带的情况下进行运动。主要的训练场所在家中,而不是医院。通常的治疗方案:患者在家庭成员的帮助下进行每周 2~3 次,每次 45min 的 SEAS 疗法训练,或每天 20min 的 SEAS 疗法训练^[11]。

SEAS 疗法的评估包括 Cobb 角、脊柱及躯干相关的结构性参数、外观美学指标,还包括与躯体相关的状况指标以及肌肉力量、肌肉回缩力、平衡能力、运动协调能力等神经运动能力^[19]。SEAS 疗法注重采用团队合作的治疗模式,提倡临床医生、物理治疗师、支具矫形师和家庭成员共同协作,从而提高疗效,达到理想的结果^[20]。Negrini 等^[21]的研究显示,SEAS 疗法可以有效延缓 AIS 患者 Cobb 角进展,改善患者躯体不对称,降低患者对于佩戴支具的需求。

2.4 其他特殊运动疗法

DoboMed 疗法始于 1979 年,又称为“三维自动校正”技术。这种技术利用包括镜子、照片和视频在内的教学元素组合,来促进治疗练习正确进行,其主要目标有 3 个:(1) 对称固定骨盆和肩带;(2) 按照要求向正常姿势的主要曲线移动,特别强调胸椎后凸以及腰椎的“前凸化”;(3) 通过矫正保持脊柱位置稳定,并使其成为患者姿势习惯。DoboMed 疗法既可以单独使用,也可与支具联合使用^[22]。Fabian 等^[23]研究表明, AIS 患者在接受 DoboMed 疗法 4 周后呼吸功能较前明显改善,运动耐力和力量也有显著提高。

Lyon 疗法治疗脊柱侧凸 5 个原则分别为:(1) 评估患者年龄、姿势平衡以及 Cobb 角;(2) 提高患者对于躯干畸形意识;(3) 改善躯体平衡,提高肌肉力量和耐力;(4) 避免矢状面极端运动(屈曲和伸展)以及引起呼吸急促的运动;(5) 根据不同年龄提供相对应运动种类。与其他疗法相比, Lyon 疗法更加强调训练时结合不同支具的佩戴^[24]。

1985 年 Min Mehta 第一次提出了 Side shift 疗法,通过 35 例 AIS 患者的病例报告,证明了 Side shift 疗法对 AIS 的临床和影像学效果^[25]。Side shift 疗法两个主要练习为“提踵(hitch exercise)”和“侧向平移(hitch-shift exercise)”^[16]。Maruyama 等^[26]研究表明, AIS 患者平均在接受 Side shift 疗法 4.8 年后 Cobb 角进展得到了有效延缓。

FITS 疗法综合了其他几种疗法的理念和原则,其主要手段为本体感觉神经肌肉促进(proprioception neuromuscular facilitation, PNF) 和筋膜释放技术(myofascial release techniques, MRT)等物理治疗技术。与其他脊柱侧凸治疗方法不同, FITS 方法没有传统的分类体系,而是根据不同 AIS 患者弯曲的数量、位置、程度以及躯干的旋转因素等个体特征,制定出个体化治疗方案。Bialek 等^[27]研究表明, 41 名 AIS 患者在接受 FITS 疗法 4 年后有效延缓了 Cobb 角进展,并且减轻了患者的躯干失衡以及躯干旋转等问题。

特殊运动疗法既有相似之处,又有不同之处。所有特殊运动疗法都是通过肌肉收缩从而达到机体的 3D 自我矫正,有的运动疗法更注重患者的自我感知训练,有的运动疗法更强调外部辅助手段的使用。在临床上可以将几种运动疗法相互结合,为患者制定针对性的个体化治疗方案。

3 支具结合特殊运动疗法

支具治疗的效果被大家所普遍公认,当 AIS 患者 Cobb 角 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 时可以考虑佩戴支具治疗。一项著名多中心研究显示,在 286 例 AIS 患者 4 年的随访中,观察和表面电刺激有效率(Cobb 角进展 $\leq 5^{\circ}$)分别为 36% 和 33%;而支具的有效率为 74%,明显优于观察和表面电刺激的效果^[28]。但是支具也存在不利因素:支具治疗周期过长,每天较长时间的支具佩戴,不仅会导致支具对皮肤产生压力和磨损,也会限制胸廓活动度,从而影响患者呼吸功能^[29]。青少年时期患者对周围的人群的议论和评判的敏感性,对 AIS 患者的生活质量也会产生较大的影响,从而影响患者依从性,降低了支具治疗效果。

支具结合运动疗法,不仅可以增强支具矫正患者 Cobb 角的效果,而且可以减少支具的副作用,减轻长期佩戴支具引起的胸廓容积受限,背部肌肉活动度下降等问题。Gao 等^[30]对支具结合脊柱侧凸特殊运动疗法能否提高疗效进行了前瞻性试验,在随访 6 个月之后,接受脊柱侧凸特殊运动训练并佩戴胸腰骶支具的实验组 Cobb 角平均下降 4.87° ,而单纯支具治疗 Cobb 角下降为 2.05° ,从 Cobb 角矫正的疗效上看,实验组明显优于对照组($P=0.032$);与对照组相比,实验组在肺功能以及背部肌肉的耐力上也有明显改善。Negrini 等^[31]的前瞻性研究也表明 SEAS 联合支具的治疗方案可以有效延缓曲度的进展,改善患者的肢体功能。对于中重度脊柱侧凸患者,支具配合运动疗法的治疗手段成了更有效的选择。

4 运动疗法的现状

脊柱侧凸研究学会(scoliosis research society, SRS)认为 PSSE 可以为患者提供一些例如强化核心力量、缓解症状等身体益处,但这些不应该作为正式的治疗手段来改善 AIS^[5,32]。作为一项新的治疗理念和手段,运动疗法依然存在如何保证患者的依从性、如何维持疗效等问题,我国目前具备运动疗法 AIS 运动疗法资质的机构较少,频繁来往于医院的时间、精力投入以及经济因素也是影响患者训练依从性的重要因素之一。运动疗法的疗效不仅取决于技术动作的难易程度,也和患者自身状况、理解力息息相关。国内外关于不同运动疗法之间疗效的比较仍十分欠缺,多种疗法之间的搭配及其效果仍需进一步证实。

总体上来说,我国开展的针对 AIS 特殊运动疗法主要为 Schroth 疗法、SEAS 疗法及 BSPTS 疗法。Schroth 疗法强调全天的姿势纠正,将训练理念融入至日常活动中;BSPTS 疗法主要为改善并缓解脊柱弯曲的“恶性循环”,两

者均提倡对脊柱过矫正;SEAS 疗法则是可以不需要任何外部辅助针对脊柱侧凸的主动自我矫正技术,对过矫正持保守态度,在实际应用上可以将这三种理念相结合,制定更完善的个体化治疗方案。DoboMed 疗法主要注重患者矢状面(前凸、后凸)的矫正,强调骨盆和肩带的对称;Side shift 疗法主要注重患者冠状面的矫正,这两项疗法都过于强调二维空间上的矫正,忽略了对脊柱侧凸及旋转的三维矫正^[33],与其他脊柱侧凸治疗方法相比,DoboMed 法对呼吸功能的改善程度明显更高^[34]。FITS 疗法对 Cobb 角为 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 之间的 AIS 患者疗效最佳,并认为 Cobb 角 $>15^{\circ}$ 的脊柱侧凸都需要接受 FITS 治疗;Lyon 疗法主要应用于 Cobb 角 $>20^{\circ}$ 的 AIS 患者,更多时候被用于支具治疗的补充^[36]。

PSSE 除了单独使用以及与支具联合使用外,也存在与我国传统医学相结合的运动疗法。徐斯颢等^[35]将 AIS 患者随机分为对照组和观察组,对照组采用 Schroth 疗法联合肌筋膜链康复技术,观察组采用 Schroth 疗法,1 个月后两组患者的 Cobb 角、脊柱旋转角均有明显改善,对照组 Cobb 角及脊柱旋转角改善角均优于观察组。傅涛等^[36]采用手法治疗联合功能性康复训练治疗 AIS 患者 32 周后,患者的 Cobb 角及腰椎活动度均明显改善。谢锐填等^[37]采用中药酊剂联合 Schroth 疗法治疗 AIS 患者 6 个月后,患者 Cobb 角、VAS 评分、肺活量水平均优于单独采用 Schroth 疗法的患者;林宝成等^[38]报告称中医整脊手法与 Schroth 疗法结合可以有效增强治疗疗效,缩短整体疗程。国内针对 AIS 患者的运动疗法仍以结合国际运动疗法为主,中医整脊、中药酊剂、筋膜链等技术的疗效及相关理论体系仍然有待进一步探究。

5 小结

在所有 AIS 患者中真正需要支具或者手术治疗的患者仅占其中的 2.6%^[2]。当 Cobb 角超过 30° 之后,患者在成年后出现背痛或畸形进展的可能性显著升高,这使得这个阈值对于非手术治疗特别重要^[39]。而运动疗法的目的就在于防止轻度脊柱侧凸(即 Cobb 角 $<20^{\circ}$)的畸形加重,并在中度脊柱侧凸(Cobb 角在 $25^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 之间)增强支具治疗的效果和抵消其副作用^[40]。运动疗法不是支具或者手术治疗的替代方案,而是有自己适应证的一种干预治疗,既可以单独应用,也可以结合具体情况与支具或者手术联合应用。

运动疗法作为观察随访和手术治疗之间受制于多重因素影响的治疗手段,在临床实践上取得了一定成果,并逐渐为临床医师所认可,但在如何通过相应肌肉发力,把力作用到脊柱上,以及如何通过矫正肩胛骨及骨盆的位置,进一步纠正脊柱侧凸进展,则需要更多高质量前瞻性、多中心的研究,制定出更加有效的个体化运动康复体系。

6 参考文献

1. Cheng JC, Castelein RM, Chu WC, et al. Adolescent idio

- pathic scoliosis[J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2015, 9(24): 1–21.
2. Kane WJ. Scoliosis prevalence: a call for a statement of terms [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1977, 126: 43–46.
3. Fishman LM, Groessl EJ, Sherman KJ. Serial case reporting yoga for idiopathic and degenerative scoliosis [J]. *Glob Adv Health Med*, 2014, 3(5): 16–21.
4. Xavier VB, Avanzi O, de Carvalho BDMC, et al. Combined aerobic and resistance training improves respiratory and exercise outcomes more than aerobic training in adolescents with idiopathic scoliosis: a randomised trial[J]. *J Physiother*, 2020, 66(1): 33–38.
5. Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth [J]. *Scoliosis Spinal Disord*, 2018, 13(1): 3–52.
6. Romano M, Minozzi S, Bettany-Saltikov J, et al. Exercises for adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2012, (8): CD007837.
7. Thompson JY, Williamson EM, Williams MA, et al. Effectiveness of scoliosis-specific exercises for adolescent idiopathic scoliosis compared with other non-surgical interventions: a systematic review and meta-analysis[J]. *Physiotherapy*, 2019, 105(2): 214–234.
8. Ceballos LL, Tejedor CC, Mingo GT, et al. Effects of corrective, therapeutic exercise techniques on adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review[J]. *Arch Argent Pediatr*, 2018, 116(4): 582–589.
9. 袁望舒, 沈建雄, 陈丽霞, 等. 脊柱侧凸特定性训练对轻度青少年特发性脊柱侧凸的治疗价值[J]. *协和医学杂志*, 2020, 11(1): 40–44.
10. Kim G, HwangBo PN. Effects of Schroth and Pilates exercises on the Cobb angle and weight distribution of patients with scoliosis[J]. *J Phys Ther Sci*, 2016, 28(3): 1012–1015.
11. Bettany-Saltikov J, Parent E, Romano M, et al. Physiotherapeutic scoliosis-specific exercises for adolescents with idiopathic scoliosis[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2014, 50(1): 111–121.
12. Burger M, Coetzee W, du Plessis LZ, et al. The effectiveness of Schroth exercises in adolescents with idiopathic scoliosis: a systematic review and meta-analysis [J]. *S Afr J Physiother*, 2019, 75(1): 904–913.
13. Schreiber S, Parent EC, Khodayari ME, 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): e168746.
14. Kim G, HwangBo P. Effects of schroth and pilates exercises on the Cobb angle and weight distribution of patients with scoliosis[J]. *J Phys Ther Sci*, 2016, 28(3): 1012–1015.
15. Lebel A, Lebel VA. Severe progressive scoliosis in an adult female possibly secondary thoracic surgery in childhood treated with scoliosis specific Schroth physiotherapy: case presentation[J]. *Scoliosis Spinal Disord*, 2016, 11(S2): 67–71.
16. Berdishevsky H, Lebel VA, Bettany-Saltikov J, et al. Physiotherapy scoliosis-specific exercises: a comprehensive review of seven major schools[J]. *Scoliosis Spinal Disord*, 2016, 11(1): 20–72.
17. Rigo MD, Villagrasa M, Gallo D. A specific scoliosis classification correlating with brace treatment: description and reliability[J]. *Scoliosis*, 2010, 5(1): 1–11.
18. Zapata KA, Sucato DJ, Jo C. Physical therapy scoliosis-specific exercises may reduce curve progression in mild adolescent idiopathic scoliosis curves[J]. *Pediatr Phys Ther*, 2019, 31(3): 280–285.
19. 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): 3–21.
20. Fabian K, Rozek-Piechura K. Exercise tolerance and selected motor skills in young females with idiopathic scoliosis treated with different physiotherapeutic methods [J]. *Ortop Traumatol Rehabil*, 2014, 16(5): 507–522.
21. Negrini S, Donzelli S, Negrini A, et al. Specific exercises reduce the need for bracing in adolescents with idiopathic scoliosis: a practical clinical trial[J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2019, 62(2): 69–76.
22. Day JM, Fletcher J, Coghlan M, et al. Review of scoliosis-specific exercise methods used to correct adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Arch Physiother*, 2019, 9(1): 8–19.
23. Fabian KM, Rozek-Piechura K. Exercise tolerance and selected motor skills in young females with idiopathic scoliosis treated with different physiotherapeutic methods [J]. *Ortop Traumatol Rehabil*, 2014, 16(5): 507–522.
24. de Mauroy JC, Lecante C, Barral F. "Brace technology" thematic series: the Lyon approach to the conservative treatment of scoliosis[J]. *Scoliosis*, 2011, 6(4): 1–13.
25. Mehta MH. Active correction by side-shift; an alternative treatment for early idiopathic scoliosis [J]. *Scoliosis prevention*, 1985: 126–140.
26. Maruyama T, Kitagawa T, Takeshita K, et al. Conservative treatment for adolescent idiopathic scoliosis: can it reduce the incidence of surgical treatment [J]. *Pediatr Rehabil*, 2003, 6(3–4): 215–219.
27. Bialek M. Mild angle early onset idiopathic scoliosis children avoid progression under FITS method(functional individual therapy of scoliosis) [J]. *Medicine(Baltimore)*, 2015, 94(20): 1–14.
28. Nachemson AL, Peterson LE. Effectiveness of treatment with a brace in girls who have adolescent idiopathic scoliosis. a prospective, controlled study based on data from the Brace Study of the Scoliosis Research Society[J]. *J Bone Joint Surg*

磁共振功能和定量成像在腰椎间盘突出早期退变中应用的研究进展

Research progress in the application of magnetic resonance functional and quantitative imaging in early lumbar disc degeneration

靳苏日娜, 张维升

(大连医科大学附属第一医院放射科 116011 大连市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2021.11.12

中图分类号: R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2021)-11-1043-04

椎间盘退变 (intervertebral disc degeneration, IVDD) 是由生理和病理条件下椎间盘的生化结构和改变引起的。IVDD 包括髓核脱水、胶原和蛋白多糖的分解, 改变了椎体终板和纤维环内的应力模式, 导致椎间隙变窄, 刺激或压迫邻近组织, 引起症状和体征。MRI 在椎间盘退行性疾病、脊髓或神经根压迫以及终板改变的诊断方面, 被证明是有价值的。但 T2WI 不能准确地诊断椎间盘退变的严重程度, 原因是不能从以水和蛋白聚糖为主要成分构成的图像中有效的获取信息^[1]。MRI 新技术不仅对水含量敏感, 而且

对质子-基质相互作用 (PG 结合水)、基质组织和水扩散等敏感。应用于椎间盘研究的 MRI 新技术包括: 扩散加权成像 (diffusion weighted imaging, DWI)、弥散张量成像 (diffusion tensor imaging, DTI)、磁化转移成像 (magnetization transfer imaging, MTI)、磁共振波谱 (magnetic resonance spectroscopy, MRS)、T2-mapping、T1ρ 旋转坐标系下的自旋晶格弛豫时间 (the spin-lattice relaxation in the rotating frame, T1rho), 等等。笔者通过上述几个方面对 MR 功能成像和定量成像在腰椎间盘突出早期退变中的应用进行综述。

第一作者简介: 女 (1997-), 医学硕士研究生, 研究方向: 放射诊断学 (骨肌影像学)

电话: (0411) 83635992 E-mail: 597071106@qq.com

通讯作者: 张维升 E-mail: dlzws@126.com

1 磁共振功能成像

1.1 扩散加权成像、弥散张量成像

DWI 和 DTI 都是弥散成像, 是目前唯一可以无创性

- Am, 1995, 77(6): 815-822.
29. Canavese F, Kaelin A. Adolescent idiopathic scoliosis: indications and efficacy of nonoperative treatment [J]. Indian J Orthop, 2011, 45(1): 7-14.
30. Gao C, Zheng Y, Fan C, Yang Y, et al. Could the clinical effectiveness be improved under the integration of orthotic intervention and scoliosis-specific exercise in managing adolescent idiopathic scoliosis [J]. Am J Phys Med Rehabil, 2019, 98(8): 642-648.
31. Negrini S, Atanasio S, Zaina F, et al. End-growth results of bracing and exercises for adolescent idiopathic scoliosis: prospective worst-case analysis[J]. Stud Health Technol Inform, 2008, 135: 395-408.
32. Negrini S, Aulisa AG, Aulisa L, et al. 2011 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth[J]. Scoliosis, 2012, 7(3): 1-35.
33. 袁望舒, 陈丽霞, 沈建雄, 等. 物理治疗脊柱侧凸特定性体操的研究进展[J]. 协和医学杂志, 2020, 11(6): 737-741.
34. Fabian KM, Rozek-Piechura K. Exercise tolerance and selected motor skills in young females with idiopathic scoliosis treated with different physiotherapeutic methods [J]. Ortop Traumatol Rehabil, 2014, 16(5): 507-522.
35. 徐斯颢, 罗斌华, 陈蕊, 等. 施罗斯疗法与肌筋膜链康复技术联合运用对青少年特发性脊柱侧弯的疗效研究[J]. 中国医学创新, 2020, 17(32): 144-147.
36. 傅涛, 厉彦虎. 功能性康复训练改善青少年特发性脊柱侧弯的研究[J]. 中国组织工程研究, 2017, 21(28): 4462-4468.
37. 谢锐填, 魏伟明, 黄济嘉, 等. 中药酊剂联合施罗斯疗法治疗青少年特发性脊柱侧弯效果[J]. 中外医学研究, 2020, 18(9): 35-37.
38. 林宝城, 胡成想, 李知行, 等. 中医整脊手法与 Schroth 训练法在青少年特发性脊柱侧凸治疗中的协同作用[J]. 广西中医药, 2020, 43(4): 42-45.
39. Negrini S, Hresko TM, O'Brien JP, et al. Recommendations for research studies on treatment of idiopathic scoliosis: consensus 2014 between SOSORT and SRS non-operative management committee[J]. Scoliosis, 2015, 10(8): 1-12.
40. Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JC, et al. Adolescent idiopathic scoliosis[J]. Lancet, 2008, 371(9623): 1527-1537.
- (收稿日期: 2021-08-12 修回日期: 2021-10-27)
- (本文编辑 姜雅浩)