

BSPTS 疗法联合核心力量训练对轻度青少年特发性脊柱侧凸影响

殷鼎^a, 王慧^b

(宁夏医科大学 a. 体育部; b. 宁夏医科大学总医院, 银川 750004)

摘要: [目的] 探讨 BSPTS (Barcelona Scoliosis Physical Therapy School, BSPTS) 疗法联合核心力量训练对轻度青少年特发性脊柱侧凸 (Adolescent Idiopathic Scoliosis, AIS) 的影响。[方法] 将 44 名轻度 AIS 患者分为自然组、对照组和实验组。自然组不采取任何措施; 对照组遵医嘱按要求自行矫治, 并定期回医院检查; 实验组给予 BSPTS 疗法联合核心力量训练矫治。比较 3 组患者矫治前、后冠状面、矢状面、水平面、体表指标和生活质量改善情况。[结果] 自然组和对对照组与矫治前比, 患者冠状面、矢状面、水平面、体表指标和生活质量均未表现出改善且部分指标更趋不良; 实验组与矫治前相比, 患者各项指标和生活质量均表现出改善和趋向良好; 实验组与自然组和对对照组矫治后相比, 各项指标和生活质量也均表现良好。[结论] BSPTS 疗法联合核心力量训练可矫治轻度 AIS, 有效改善患者冠状面、矢状面、水平面畸形, 促进体表、竖脊肌两侧趋向平衡, 提高患者生活质量。

关键词: 青少年特发性脊柱侧凸; BSPTS 疗法; 核心力量; 生活质量; 冠状面

中图分类号: G804; R682

文献标志码: A

青少年特发性脊柱侧凸 (Adolescent Idiopathic Scoliosis, AIS) 是青少年没有先天脊柱异常或骨骼疾病的情况下, 脊柱的一个或数个节段发生的侧弯并伴有椎体旋转的三维脊柱畸形^[1]。AIS 会导致青少年椎体关节和椎旁的肌肉、韧带功能障碍, 形成驼背、高低肩、长短腿等, 甚至导致内脏器官正常发育受损、呼吸和循环系统效率低下、运动能力差, 影响情绪和生活质量^[2]。国际上, 儿童青少年的患病率为 0.47%~5.20%^[3]。当前, 我国青少年脊柱侧弯发生率高达 20.0%^[4], 已成为继肥胖、近视之后危害儿童青少年健康的第 3 大“杀手”。因此, 如何有效预防和治疗 AIS 已成为人们关注的焦点。

AIS 需要早发现早治疗, 《2016 SOSORT 指南: 生长期特发性脊柱侧弯的骨科和康复治疗》推荐不同程度 AIS 患者需进行相应治疗: 轻度患者可采用特定运动疗法进行干预, 中度患者需使用支具治疗, 重度患者需进行手术治疗; 同时, 还指出运动疗法是治疗 AIS 的第 1 步, 能够避免和/或限制病情进展^[5]。巴塞罗那脊柱侧凸物理治疗法 (Barcelona Scoliosis Physical Therapy School, BSPTS) 是国际脊柱侧弯研究会推荐的脊柱侧凸运动疗法之一。它通过三维矫正和扩张收缩、肌肉张力稳定、旋转角呼吸的训练等, 能够改善 AIS 症状^[6]。但有研究显示, BSPTS 疗法因缺乏力量训练辅助, 矫治时间较长、矫治后维持效果短^[7]。核心力量是维持脊柱平衡的关键, 其缺乏或不足与脊柱侧凸的发生和康复密切相关^[8]。那么, BSPTS 疗法联合核心力量训练是否对 AIS 矫治具有更好地影响? 对此展开研究, 对 AIS 的物理矫治和现实预防具有一定意义。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

选取 2021 年 7 月至 2021 年 9 月宁夏某三甲医院骨科确诊为轻度 AIS 的患者。纳入标准: 1) 年龄范围

收稿日期: 2022-05-06; 修回日期: 2022-10-09。

基金项目: 宁夏自然科学基金 (2021AAC03331); 宁夏医科大学特殊人才启动项目 (XT2021007); 宁夏医科大学基金 (XZ2019008)。

作者简介: 殷鼎 (1985-), 男, 宁夏银川人, 宁夏医科大学教授, 博士, 硕士生导师, 研究方向为运动促进儿童青少年体质与健康, E-mail: yinding_888@126.com。

通信作者: 王慧, 宁夏医科大学总医院主治医师, E-mail: 309271165@qq.com。

12~15 岁;2)Risser 征 0~2 级;3)明确诊断为轻度特发性脊柱侧凸患者,即 $10^{\circ} \leq \text{Cobb 角度} \leq 25^{\circ}$ ^[9];4)能够坚持 3 月及以上治疗;5)未接受过药物、手术或其他运动干预疗法。排除标准:1)非特发性脊柱侧凸的骨科疾病;2)既往临床检查中的佝偻病、脊柱外伤、脊柱结核等疾病;3)前期有过支具治疗历史;4)不同意、配合本治疗方案;5)心脏或呼吸功能障碍等。

根据 AIS 患者及家长意愿,将上述 AIS 患者分为自然组、对照组、实验组。自然组有患者 16 例,其中男 6 例,女 10 例;年龄(13.1 ± 1.0)岁;Cobb 角度(16.89 ± 5.63) $^{\circ}$;胸弯型 5 例、腰弯型 3 例、胸腰单弯型 5 例、胸腰双弯型 3 例。对照组有患者 13 例,其中男 5 例,女 8 例;年龄(13.4 ± 1.4)岁;Cobb 角度(16.38 ± 5.49) $^{\circ}$;胸弯型 3 例、腰弯型 4 例、胸腰单弯型 4 例、胸腰双弯型 2 例。实验组有患者 15 例,其中男 5 例,女 10 例;年龄(12.8 ± 2.7)岁;Cobb 角度(17.18 ± 5.24) $^{\circ}$;胸弯型 4 例、腰弯型 4 例、胸腰单弯型 5 例、胸腰双弯型 2 例。参考 FAN, KURU 等人的研究^[10-11],以各组总人数的相应指标为评定数据,并经统计学检验符合要求,确定样本数量满足实验需要。3 组 AIS 患者上述一般资料经统计学比较,组间差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。本研究得到了宁夏医科大学伦理委员会审批。

1.2 研究方法

1.2.1 训练方法

自然组不采用任何措施,按时回医院检查。

对照组遵医嘱自行做好脊柱矫治,内容包括:脊柱侧凸日常注意事宜,如避免长时间单手持重物、跷二郎腿等;简易矫治方法,包括:侧弯举、单臂上提、侧卧举腿、骆驼式、跪坐鞠躬、靠墙站立、引体向上、小燕飞,要求每周一、三、五各 1 次,每次总时长 2 h,做好记录并拍图上传至微信群;每月按时回医院检查 1 次。

实验组进行 BSPTS 疗法联合核心力量训练,包括 BSPTS 疗法和核心力量训练。

BSPTS 疗法:1)三维矫正和扩张收缩,逐一摆好半悬吊、仰卧位、侧卧位、膝跪位 4 种姿势,根据脊柱侧凸分型,在冠状面、矢状面上伸展、牵引。2)开展呼吸训练,要求吸气时延伸、扩张,呼气时维持;吸气时,长收缩,横向扩张;呼气时短收缩;保持胸腔容积,引导气体至弱点和弱侧,充分打开凹陷处。3)进行肌肉激活,要求完成 3~5 次呼吸训练后,进行 12 s 肌肉激活;交替吸气 3~5 s、呼气 3 s,重复 4 组。呼气 3 s 停止后,保持胸腔容积,然后继续下一次激活,重复 4 组,最大限度激活肌肉。4)进行整合,保持脊柱矫正位置,保持轴向延长、横向扩张。以上训练在半悬吊、仰卧位、侧卧位、膝跪位姿势下,各开展 20 min。训练设备包括肋木、负重包、牵引带、体操垫。

核心力量训练:1)臀桥:每次 3 组,组间休息 20 s;2)平板支撑:每次 3 组,组间休息 20 s;3)仰卧举腿:每组 10 次,每次 3 组,组间休息 20 s;4)侧桥:每次 3 组,组间休息 30 s;5)鸟狗式:每次 3 组,组间休息 30 s。以上 BSPTS 疗法联合核心力量训练,每周一、三、五各 1 次,每次总时长 2 h,实验时间 2021 年 10 月至 12 月,连续进行 12 周。

训练质量控制:矫治过程中由 2 名专业医生开展 BSPTS 疗法和核心力量训练,1 人负责指导患者开展动作训练,另 1 人负责监督,发现不能完成或完成不到位时,及时帮助其按要求完成,同时,架设 1 台摄像机记录完整过程,矫治后即时回看,及时发现未达要求患者并进行重做,确保治疗质量。矫治开始前,告知家长治疗全程免费,与家长签署完成矫治和监督保证协议,要求患者严格管控自身行为,整个矫治期内避免生活中重复或开展矫治内容相似动作。同时,发放给患者每日身体动作登记表,由家长监督、做好记录并上传至矫治微信群。每周与家长当面沟通 2 次,及时反馈矫治效果并调整训练内容、次数、强度,严格监督和管理训练过程。以上措施保障了矫治的依从性和科学性。

1.2.2 评定方法

于训练前、训练 12 周后对 3 组患者分别进行疗效评定,具体评定内容包括以下方面。

1.2.2.1 影像学测试

依照《中国青少年脊柱侧凸筛查临床实践指南及路径指引》和《儿童青少年脊柱弯曲异常防控技术指南》的指标及标准,由影像学专科医生拍摄患者直立位全脊柱 X 片,明确冠状面、矢状面、水平面指标。

冠状面指标:1)Cobb 角:下端椎下终板切线与上端椎上终板切线的夹角。2)躯干冠状面偏移(TS):第 7 颈椎椎体中心的铅垂线与骶骨中垂线的距离在第 7 颈椎椎体宽度范围内,称为脊柱冠状面平衡(CB);当

2 条铅垂线间的水平距离超过 C7 椎体两侧边缘时,称为躯干冠状面偏移(TS).3)冠状面骨盆倾斜角(PO):连接两髂棘最高点的骨盆冠状面参考线(PCRL)与水平参考线(HRL)的夹角.4)冠状面骶骨倾斜角(SO):骶骨上终板切线(SCRL)与水平参考线(HRL)的夹角.5)锁骨角(CA):左右两侧锁骨最高点的连线与水平面参考线形成的夹角.

矢状面指标.1)胸椎后凸角(TK):第 5 胸椎上终板的切线与第 12 胸椎下终板切线的夹角.2)腰椎前凸角(LL):第 5 腰椎下缘切线与第 1 腰椎上缘切线的夹角.3)骨盆入射角(PI):身体两侧股骨头中心连线的中点做与骶骨上终板重点的连线,该连线与经过骶骨上终板重点的垂线形成的夹角.4)骨盆倾斜角(PT):身体两边股骨头中心连线的重点与骶骨上终板中点的连线,该线与竖直铅垂线之间的夹角.5)骶骨倾斜角(SS):骶骨上终板切线与水平参考线形成的夹角.6)T1 骨盆角(TPA):过第 1 胸椎椎体中心做与两侧股骨头中心连线的中点的连线,该线与身体两侧股骨头中心连线的中点和骶骨上终板中点的连线之间的夹角.

1.2.2.2 水平面测试

Raimondi:借助 X 光拍摄测量顶椎椎体宽度,找到凸侧椎根骨,在其中点划一纵线,与两侧缘连线相交,测量此交点与外侧缘中点距离,再根据数据表查询与此距离相对的旋转角度.

1.2.2.3 躯干旋转角测试

躯干旋转角(ATR):患者背部横过隆起平面与水平面之间的角度.该指标已被证明可靠、特异性好^[12].通过 Adams 前屈实验,使患者呈双脚与肩同宽,两膝伸直,两掌合十置于双脚中间位置,脊柱向前屈曲 90°的姿势,由骨科专科医生利用脊柱侧凸仪(Bunnell Scoliometer)测量.

1.2.2.4 表面肌电测试

竖脊肌表面肌电信号:采用加拿大 Thought 公司生产的 10 道表面肌电测试系统采集患者竖脊肌肌电信号,分别在上端椎、顶推、下端椎棘突左、右侧旁 2 cm 处各贴 1 个电极片,测试电极与竖脊肌纤维走向一致,参考电极置于测试电极对外侧.测试前先让患者进行 5 s 竖脊肌最大自主等长收缩(Maximal Voluntary Isometric Contraction, MVIC),记录其间最显著肌电信号,重复测试 3 次,并取最大值作为定标.MVIC 的测试方法:患者俯卧,固定足部,尽最大能力上抬躯干,检查者(专业医生)双手在患者肩胛骨持续施加 5 s 阻力.测试时患者脱鞋后在站立位下同时记录 3 个部位 6 导联肌电信号,持续时长 30 s,重复测试 3 次.

1.2.2.5 生活质量评价

采用简体中文版国际脊柱侧弯研究协会 22 项问卷(the Scoliosis Research Society, SRS-22),分别在矫治前后对不同组别进行生活质量评价.该问卷包含功能活动、疼痛、自我形象、心理健康、治疗满意度 5 个维度 22 个条目,每个条目均是 1~5 分,1 分代表极差,5 分代表极好.问卷具有良好的信效度^[13],能有效评价脊柱侧凸青少年干预前后的生活质量.

1.3 统计学分析

利用 SPSS18.0 统计软件和 Excel 处理实验数据,人例计数数据(率)进行 χ^2 检验,各组内矫治前后进行配对样本 t 检验,不同组间进行单因素 ANOVA 检验.后文中如无特殊说明,差异有统计学意义均指 $P < 0.05$.

2 结果

矫治前自然组、对照组、实验组各指标差异均无统计学意义.

2.1 矫治前后不同组别冠状面指标比较

矫治后,自然组 Cobb, CA, PO, SO 角没有表现出好转,都有不同程度的增大,但未表现出统计学差异.对照组所有指标与矫治前相比,也没有统计学差异.实验组与矫治前相比, Cobb, CA, PO, SO 角全部表现出好转,各角度明显降低,并有统计学意义.实验组矫治后各指标与自然组、对照组相比,全部具有统计学意义.见表 1,图 1.

矫治后,自然组 4 种类型脊柱侧凸患者 Cobb 角均值都表现出了增加,其中胸弯型增加 0.81°,腰弯型 0.96°,胸腰单弯型 0.72°,胸腰双弯型 0.84°.对照组与矫治前相比,对照组与矫治前相比,4 种类型脊柱侧凸患

者 Cobb 角均值都表现出了增加,其中胸弯型 0.67° ,腰弯型 0.84° ,胸腰单弯型 0.65° ;胸腰双弯型 0.73° 。实验组与矫治前相比,不同类型脊柱侧凸患者 Cobb 角均值都表现出了降低,其中胸弯型患者均值降低 3.58° ,腰弯型 4.07° ,胸腰单弯型 4.66° ,胸腰双弯型 3.89° 。

表 1 不同组别冠状面指标比较

Tab. 1 Comparison of coronal plane indexes in different groups

(°)

指标	自然组		对照组		实验组	
	矫治前	矫治后	矫治前	矫治后	矫治前	矫治后
Cobb	16.89±5.63	17.89±6.73	16.38±5.49	16.54±4.86	17.18±5.24	11.27±6.03**△△
CA	2.74±1.71	2.96±1.55	2.69±1.33	2.73±1.41	2.82±1.52	1.11±0.89*△
PO	2.81±1.45	2.94±1.62	2.71±1.57	2.77±1.63	2.89±1.68	1.13±0.94*△
SO	2.59±1.53	2.81±1.49	2.56±1.42	2.61±1.59	2.63±1.53	1.08±0.83*△

注:*,**分别为组内比较 $P<0.05$, $P<0.01$;△,△△分别为组间比较 $P<0.05$, $P<0.01$ 。下同。

矫治后,自然组由 4 人躯干面偏移上升为 6 人,偏移率从 25.00% 增加至 37.50%,矫治前后有统计学意义($P<0.01$);对照组与矫治前相比,由 3 人躯干面偏移上升为 4 人,偏移率从 23.08% 增加至 30.77%,矫治前后有统计学意义;实验组与矫治前相比,由 4 人躯干面偏移下降为 2 人,偏移率从 26.67% 下降至 13.33%,矫治前后具有统计学意义。实验组矫治后躯干偏移率与自然组、对照组相比,具有统计学意义。

2.2 矫治前后不同组别矢状面指标比较

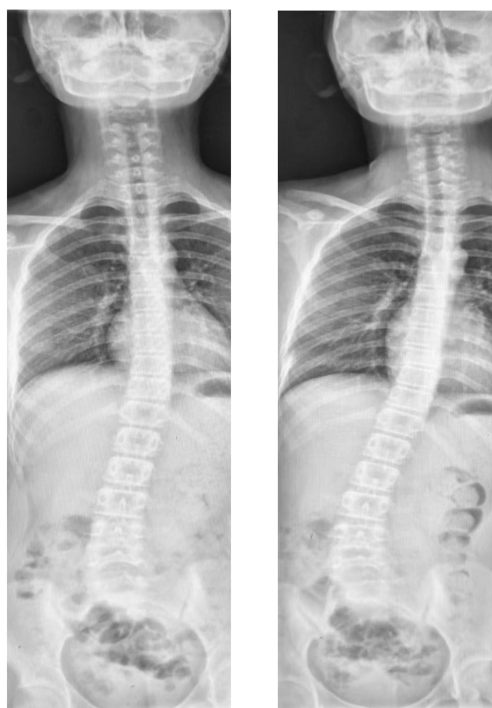
矫治后,自然组 TK,PT,TPA 有降低,LL,PI,SS 有增加,其中 TK,PT 变化有统计学意义;对照组与矫治前相比,所有指标没有统计学意义;实验组与矫治前相比,TK,PT,TPA 有增加,LL,PI,SS 有降低,所有指标具有统计学意义。实验组矫治后矢状面各指标与自然组、对照组相比,全部具有统计学意义。见表 2。

表 2 不同组别矢状面指标比较

Tab. 2 Comparison of sagittal plane indexes in different groups

(°)

指标	自然组		对照组		实验组	
	矫治前	矫治后	矫治前	矫治后	矫治前	矫治后
TK	22.12±12.59	21.03±11.25*	21.89±12.37	21.44±11.86	21.94±12.35	24.05±8.91**△
LL	7.47±5.71	7.91±5.36	6.97±5.52	7.65±5.14	7.39±6.42	6.81±5.88*△
PI	45.18±7.21	46.03±6.44	44.86±6.21	45.03±5.87	45.26±5.33	44.23±6.41*△
PT	7.54±5.62	6.11±5.33*	7.21±5.59	6.79±5.07	7.84±6.39	9.07±5.73*△
SS	37.71±7.17	38.67±6.52	37.65±6.14	38.24±5.97	37.42±5.49	35.16±6.31*△△
TPA	7.11±4.92	6.16±4.77	6.93±5.47	6.01±4.88	7.33±5.78	9.97±5.58*△△



(a) 矫治后

(b) 矫治前

图1 实验组矫治前后某患者冠状面指标对比图

Fig.1 Comparison of coronal indexes of a patient in the experimental group before and after treatment

2.3 矫治前后不同组别水平面及体表测试指标比较

矫治后,自然组 Raimondi 有所增加,ATR 角增加并有统计学意义;对照组与矫治前相比,Raimondi,ATR 角未表现出好转,各值有所增加,无统计学意义;实验组与矫治前相比,Raimondi,ATR 角表现出好转,各值有所降低,且具有统计学意义.实验组矫治后 Raimondi,ATR 与自然组和对照组相比,均具有统计学意义.见表 3.

表 3 不同组别水平面及体表指标比较
Tab. 3 Comparison of horizontal and body surface indexes in different groups (°)

指标	自然组		对照组		实验组	
	矫治前	矫治后	矫治前	矫治后	矫治前	矫治后
Raimondi	6.92±5.17	7.42±4.62	6.81±4.95	7.07±5.75	7.14±5.33	4.98±4.35*△
ATR	6.01±1.77	7.89±1.54*	5.94±1.65	6.17±2.03	6.07±1.86	4.04±1.17*△

矫治后,自然组矫治后上端椎水平、顶椎水平、下端椎水平竖脊肌凸侧、凹侧激活率相比,均有统计学意义.对照组矫治后,4 指标也均有统计学意义.实验组矫治后,4 指标均无统计学意义.见表 4.

表 4 不同组别竖脊肌激活率比较
Tab. 4 Comparison of activation rates of erector spinalis in different groups %

指标	位置	自然组		对照组		实验组	
		矫治前	矫治后	矫治前	矫治后	矫治前	矫治后
上端椎水平	凸侧	2.55±0.43	2.63±0.37	2.53±0.58	2.59±0.63	2.54±0.79	2.83±0.84
竖脊肌激活率	凹侧	2.65±0.38	2.75±0.43*	2.64±0.66	2.67±0.81*	2.66±0.86	2.85±0.77
顶椎水平	凸侧	2.78±0.51	3.11±1.06	2.76±1.04	3.04±1.13	2.75±0.85	3.17±1.12
竖脊肌激活率	凹侧	2.51±0.62	2.77±0.87**	2.49±0.97	2.75±1.08*	2.51±0.93	3.14±1.25
下端椎水平	凸侧	2.40±0.88	2.64±0.94	2.42±0.99	2.79±1.25	2.41±0.96	3.19±1.29
竖脊肌激活率	凹侧	2.91±0.94	3.28±1.04**	2.89±1.24	3.07±1.17*	2.92±1.15	3.21±1.18

2.4 矫治前后不同组别生活质量得分比较

矫治后,自然组与矫治前相比,功能活动、疼痛、自我形象、心理健康得分有所下降,其中疼痛得分有统计学意义;对照组无统计学意义;实验组,已测维度得分明显上升,并具有统计学意义($P<0.01$).实验组矫治后各维度与对照组相比,全部有统计学意义.见表 5.

表 5 不同组别生活质量得分比较
Tab. 5 Comparison of quality of life scores of different groups

指标	自然组		对照组		实验组	
	矫治前	矫治后	矫治前	矫治后	矫治前	矫治后
功能活动	12.21±4.33	12.15±4.39	11.89±3.17	12.04±3.92	12.35±5.82	19.92±4.82**△△
疼痛	12.87±3.81	11.12±4.61*	12.76±4.93	13.89±5.07	13.45±4.46	18.85±5.07**△△
自我形象	10.74±3.94	9.83±4.14	10.63±3.81	11.44±4.42	10.97±4.91	19.77±5.62**△△
心理健康	12.91±4.91	12.59±5.23	12.85±4.75	13.81±5.83	13.39±5.51	19.59±5.31**△△
治疗满意度	—	—	—	5.76±1.43	—	7.81±1.94△

3 讨论

3.1 BSPTS 疗法联合核心力量训练对轻度 AIS 冠状面影响

Cobb 角的 X 线检查是评判 AIS 的金标准^[14].本研究中实验组在矫治后 Cobb 角平均减少了 5.91°,表明 BSPTS 疗法联合核心力量训练对轻度 AIS 矫治具有积极效果.青少年处在骨骼生长的敏感阶段,若外力长期对椎体骨骺形成牵拉或抑制,脊柱会出现进行性侧凸.BSPTS 疗法根据脊柱侧凸方向,通过在冠状面平移

将弯弧的凹侧平移,患者凸侧回纳、凹侧打开,整个脊柱被动拉伸变直,再通过附加外力进行矫正,促进因抑制受到影响的骨骼生长.同时,通过肌肉收缩扩张躯干的凹陷区域,再配合旋转载重的呼吸练习,将肋骨“向外和向后”推动,帮助肋骨从胸腔内部扩张^[15],促进椎骨向正常位置回归.轻度 AIS 致使患者脊柱两侧肌肉不平衡、脊柱失去稳定性,核心力量能够在深肌和表肌之间的合作下稳定脊柱^[8].通过核心力量训练,平衡脊柱两侧肌肉,增强凹侧肌肉及韧带,在脊柱周围形成较强的肌肉保护层,调整不良姿势,纠正脊柱畸形发展^[16].以上共同作用,实现了 Cobb 角减小,实验组矫治后,胸弯型和胸腰双弯型较腰弯型、胸腰单弯型 Cobb 角均值降低幅度小,主要是因为 Cobb 角恢复需要的时间更长,胸椎周围结构复杂,胸骨和肋骨组成较为稳定的胸腔结构,椎体回纳受到更多骨性结构限制,不易发生平移,需要更长时间的矫治.这与已有研究一致^[17].

锁骨角(CA)、躯干冠状面偏移(TS)率可以对两肩的平衡和躯干偏移情况进行监测.本研究中实验组在矫治后,CA 平均减小了 1.71°,躯干 TS 人数由 4 人下降为 2 人,TS 率从 26.67%下降至 13.33%,表明患者高低肩、躯干冠状面偏移得到了改善.脊柱侧凸侵占凸侧胸廓空间及肩胛骨,使肩胛骨上移,锁骨角过大,两肩失衡.正常情况下,人体位于冠状面上头、颈、胸、腰、骨盆的中垂线在一条线上.脊柱侧凸会使部分节段发生凸侧平移,躯干冠状面发生上下相对偏移,躯干肌群负荷增加.人体为了省力会通过姿势进行代偿,过程中躯干可能回到相对平衡的位置,或向凹侧过度的偏移^[18].BSPTS 疗法中通过胸廓平移练习,将胸廓和肩胛带回归到正常的位置,配合呼吸训练与功能训练,促进侧向突出的脊柱椎体回归.同时,核心力量训练增强了背部肌群及脊柱椎旁小肌肉的力量,巩固脊柱、胸廓、肩胛带形态,逐步实现 CA 角和 TS 降低.

冠状位骨盆倾斜角(PO)、冠状位骶骨倾斜角(SO)可以帮助预估脊柱侧弯进展,发现骨盆倾斜、骶骨畸形等.本研究实验组在矫治后,PO,SO 均值分别减小了 1.76°和 1.55°,表明骨盆和骶骨倾斜有所好转.脊柱侧凸导致冠状面骨盆出现左右不等高现象.这是脊柱受累侧肌肉失衡,主要为下胸腰段脊柱两侧肌肉结构力量不均,造成凸侧肌肉筋膜长期被动拉长,凹侧肌肉筋膜挛缩,形成凹侧骨盆高而凸侧骨盆低的情况^[19].BSPTS 疗法中通过骨盆位置矫正至正常来控制脊柱侧凸,并利用呼吸训练,促使脊柱凸侧肌肉回缩变短、凹侧拉伸变长和椎体回纳,接近正常状态.再联合核心力量训练,激活凹侧肌肉力量,纠正下胸腰段两侧肌肉失衡,更好地稳定腰、骨盆、髋的位置,帮助矫正了这一区域的体位.

3.2 BSPTS 疗法联合核心力量训练对轻度 AIS 矢状面影响

躯干矢状面由脊柱和骨盆共同决定,脊柱正常生理曲度和骨盆倾斜角能确保人体在最小能耗下保持平衡与稳定直立.TK 是反映脊柱矢状面曲线的重要指标,与脊柱侧凸关系密切.TK 减小,椎体前移并接近脊柱旋转轴前方,容易使脊柱发生扭曲或旋转畸形,增加脊柱侧凸风险.青少年时期,胸椎后凸的发育一般在 10 岁左右达到最小值,15 岁时达到最大值,大概在 30°~40°之间^[20].本研究中实验组通过 BSPTS 疗法联合核心力量训练的矫治,TK 角度增大.这得益于 BSPTS 疗法中,始终使患者保持矢状面生理曲度,利用呼吸改善背部的不对称,通过从内部扩张胸廓,增加胸廓的前后径,改善胸椎前凸角;再结合核心力量训练,增加了脊柱周围力量,有助于维持矢状面姿势.

与 TK 相比,LL 受脊柱形态的影响较小^[21].本研究中实验组矫治后 LL 变化有统计学意义,一方面,随着 BSPTS 疗法联合核心力量训练,脊柱侧凸椎体回纳、Cobb 角减小,使胸腰椎曲度有所改善;另一方面,BSPTS 疗法对生理曲度的矫治与核心力量形成了合力,促进了胸腰椎矢状面曲度形成.研究表明,长期的脊柱侧凸形成的屈曲姿势,会延长椎旁肌肉和椎间韧带束内的纤维,从而拉伸 g 神经元和机械感受器,导致脊柱的位置感减弱^[22].本研究中实验组通过 BSPTS 疗法联合核心力量训练的矫治,增加了竖脊肌力量,牵拉 LL 回向平衡的位置,刺激 g 神经元和感受器,提高了脊柱的位置感和异常运动姿态,逐渐纠正 LL 的角度.

骨盆入射角(PI)反映股骨头与骶骨终板的相对解剖位置, $PI = \text{骨盆倾斜角}(PT) + \text{骶骨倾斜角}(SS)$ ^[23].骨盆倾斜角(PT)反映骨盆的前后倾程度,PT 越大骨盆后倾程度就越大;骶骨倾斜角(SS)反映矢状面内骶骨倾斜的程度,SS 越大骶骨前倾程度就越大.PI 越大骨盆对矢状面失衡的代偿能力就越高,倾斜角都越明显;PI 小,则 PT,SS 的调整范围变小.本研究中实验组矫治后 PI 为(44.23±6.41)°,PT 矫治后增大,SS 减小,表明骨盆代偿性前倾得到改善.通过随着 BSPTS 疗法联合核心力量训练,首先对髂腰肌和腹股部进行牵拉、松懈,然后调整骨盆到正常的位置的后倾姿势训练,再开展核心力量训练加强腹直肌等腹部肌群力量,巩固骨

盆姿势训练效果,提高骨盆的正常位置稳定性,降低躯干后倾姿势的依赖,逐步促进了PT,SS改善。

T1 骨盆角(TPA)反映骨盆的代偿情况与躯干倾斜程度.本研究中实验组矫治后 TPA 均值增加,并与矫治前有统计学意义,表明躯干后倾得到改善.骨盆代偿是在脊柱侧凸中,骨盆为代偿躯干后倾发生的前倾现象,它与TK,PT,SS值的关系密切.当TK,PT比例下降、SS比例上升,骨盆前倾也越明显.上文已表明,通过BSPTS疗法联合核心力量训练,逐步促进了TK,PT,SS值改善,相应带来了TPA的改善,这与已有研究结果相同^[24].BSPTS疗法中,始终使患者保持矢状面生理曲度,利用呼吸改善背部的不对称,通过从内部扩张胸廓,增加胸廓的前后径,改善了胸椎前凸角(TK);同时,随着核心力量的训练,髂腰肌和腹股部力量的平衡使PT趋向回归正常位置,较脊柱侧弯时角度变小,而SS则在此过程中受到提升;TPA是过第1胸椎椎体中心做与两侧股骨头中心连线的中点的连线,当TK,PT,SS均向好发展时,TPA也随之也产生好的变化。

3.3 BSPTS 疗法联合核心力量训练对轻度 AIS 水平面及体表指标影响

Raimondi 可以反映脊柱侧凸水平面状态,其值越小表明脊柱侧凸在水平面上的程度越小.躯干旋转角(ATR)可以通过观察脊柱侧凸导致的背部隆起,评价脊柱侧凸状态;其值越大说明脊柱侧凸越显著^[25].本研究中实验组矫治后 Raimondi 和 ATR 均值分别减小了 2.16° , 2.03° ,说明脊柱侧凸在水平面上发生好转,有效改善了患者背部隆起.脊柱侧凸中,在胸椎区域椎体通过关节与肋骨连接,胸椎的旋转带动了肋骨;在腰椎区域与腰椎连接的肌肉包括腰大肌、竖脊肌、腰方肌等,腰椎的旋转带动肌肉位移,出现背部不对称、隆起现象.通过BSPTS疗法联合核心力量训练,利用胸椎的平移、旋转后的呼吸扩张,矫正了胸椎回归正常位置.同时,通过核心力量训练,改善了腰椎两侧肌肉的对称性,间接促进了椎体旋转度改变。

表面肌电是评估运动疗法矫治训练效果的可靠手段^[26].AIS患者凸凹侧椎旁肌电,可以反映患者体表情况^[27].本研究经过矫治后,实验组上端椎水平、顶椎水平、下端椎水平、凸凹侧竖脊肌激活率没有差异.说明BSPTS疗法联合核心力量训练对轻度AIS具有改善竖脊肌激活率失衡情况,能增加躯体对两侧竖脊肌的运动控制.Hueter-Volkman定律认为,椎间盘两侧的肌肉力量不均,在脊柱生长的骨性部分形成不对称负荷,使增加的区域中骨骼生长受到相对抑制^[28].青少年骨骼不成熟,这种不正常的压力会导致脊柱形成侧凸.通过核心力量的训练,对脊柱两侧肌肉力量共同提高,能够促使其趋向均衡。

3.4 BSPTS 疗法联合核心力量训练对轻度 AIS 生活质量影响

SRS-22 问卷能够反映患者因为脊柱侧凸带来的心理感受等,评价脊柱侧凸患者生活质量;其分值越高,表明生活质量越好.本研究实验组在矫正后功能活动、疼痛、自我形象、心理健康、治疗满意度上分值全部有所提高,并与对照组有统计学意义,表明患者矫治后生活质量趋好.脊柱侧凸带来了青少年高低肩、背部隆起、运动受限等形象、功能上的不足,影响了他们生活质量.通过BSPTS疗法联合核心力量训练的矫治,患者生活质量向好.这是因为通过矫治改善了患者脊柱异常,缓解了脊柱两侧肌肉的失衡、僵硬,减少了由此带来的疼痛.同时,改善了患者的高低肩、背部隆起等外在缺陷,较矫治前提高了对自己外观的满意度。

4 结 论

本研究结果表明,BSPTS疗法联合核心力量训练对轻度AIS矫治效果显著,有效改善了冠状面、矢状面、水平面畸形,促进体表、竖脊肌两侧趋向平衡,提高了患者生活质量.建议日常生活和学习中,在对轻度AIS做好筛查和及早采用运动疗法矫治外,学校体育课程中应积极开展核心力量训练,增加青少年脊柱、骨盆核心区肌肉力量,增强脊柱、骨盆的稳定性.本研究的局限性有:1)青少年AIS患者的治疗绝大多数取决于其家长的意愿,未能实现患者的随机入组;2)本研究样本量较少,研究周期较短,缺乏长时间的跟踪观察,以明确远期效果;3)表面肌电仪的道数较少,未能全面覆盖整个竖脊肌。

参 考 文 献

- [1] PENG Y, WANG S R, QIU G X, et al. Research progress on the etiology and pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis[J]. Chinese Medical Journal, 2020, 133(4): 483-493.
- [2] KUZNIA A L, HERNANDEZ A K, LEE L U. Adolescent idiopathic scoliosis: common questions and answers[J]. American Family Physi-

- cian,2020,101(1):19-23.
- [3] 孙艺,刘伟佳,熊莉华,等.广州市中学生脊柱侧弯现状及影响因素分析[J].中国学校卫生,2021,42(12):1867-1870.
SUN Y,LIU W J,XIONG L H,et al.Scoliosis and associated factors among middle school students in Guangzhou City[J].Chinese Journal of School Health,2021,42(12):1867-1870.
- [4] 陈曦.娃的腰杆直不直,用这些方法自查一下[N].科技日报,2022-02-17(8).
- [5] 吴勤峰,张鹏,陈佳.《2016SOSORT 指南:生长期特发性脊柱侧弯的骨科和康复治疗》解读[J].反射疗法与康复医学,2021,2(1):1-5.
- [6] NIKOS K.Radiological and clinical improvement in scoliotic patients with single thoracolumbar curves,treated with Schroth BSPTS exercises[C].Lyon,France:12th International SOSORT Meeting,2019.
- [7] GIORDAMNI M A,CHANDOLIAS K,POLLATOS D,et al.Adolescent idiopathic scoliosis:review of conservative treatment with physiotherapy scoliosis specific exercises[J].Res J Hea Sci,2021,11(1):88-92.
- [8] KO K J,KANG S J.Effects of 12-week core stabilization exercise on the Cobb angle and lumbar muscle strength of adolescents with idiopathic scoliosis[J].Journal of Exercise Rehabilitation,2017,13(2):244-249.
- [9] 中华医学会.临床诊疗指南:骨科分册[M].北京:人民卫生出版社,2009:114.
- [10] FAN Y L,REN Q,TO M K T,et al.Effectiveness of scoliosis-specific exercises for alleviating adolescent idiopathic scoliosis:a systematic review[J].BMC Musculoskeletal Disorders,2020,21(1):495.
- [11] KURU T B,YELDAN İ,ELÇİN DERELİ 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.
- [12] LAITA L C,CUBILLO C T,GÓMEZ T M,et al.Effects of corrective,therapeutic exercise techniques on adolescent idiopathic scoliosis.A systematic review[J].Archivos Argentinos De Pediatría,2018,116(4):e582-e589.
- [13] ZHANG X H,WANG D,YAO M Q,et al.Reliability and validity of Chinese version of brace questionnaire for adolescent idiopathic scoliosis:a cross-sectional study[J].Medicine,2021,100(33):e26965.
- [14] 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 Musculoskeletal Disorders,2019,20(1):319.
- [15] ROBERT T,UVODICH M,ANDERSON J T,et al.Do heavier patients with adolescent idiopathic scoliosis have more preserved thoracic kyphosis and pulmonary function?[J].Spine Deformity,2018,6(6):704-706.
- [16] QI K X,FU H D,YANG Z,et al.Effects of core stabilization training on the Cobb angle and pulmonary function in adolescent patients with idiopathic scoliosis[J].Journal of Environmental and Public Health,2022,2022:4263393.
- [17] SELEVICIENE V,CESNAVICIUTE A,STRUKCINSKIENE B,et al.Physiotherapeutic scoliosis-specific exercise methodologies used for conservative treatment of adolescent idiopathic scoliosis,and their effectiveness;an extended literature review of current research and practice[J].International Journal of Environmental Research and Public Health,2022,19(15):9240.
- [18] 王阳阳,李杨.特定运动疗法在特发性脊柱侧凸患者中的应用及效果研究进展:以 Schroth 疗法为例[J].中国康复医学杂志,2019,34(11):1378-1382.
WANG Y Y,LI Y.Research progress on the application and effect of specific exercise therapy in patients with idiopathic scoliosis:taking Schroth therapy as an example[J].Chinese Journal of Rehabilitation Medicine,2019,34(11):1378-1382.
- [19] 张聪,赵岩,杜小宇,等.青少年特发性脊柱侧凸患者腰椎-骨盆的生物力学分析[J].中国组织工程研究,2020,24(8):1155-1161.
ZHANG C,ZHAO Y,DU X Y,et al.Biomechanical analysis of the lumbar spine and pelvis in adolescent idiopathic scoliosis with lumbar major curve[J].Chinese Journal of Tissue Engineering Research,2020,24(8):1155-1161.
- [20] CLEMENT J L,LE GOFF L,OBOROCIANU I,et al.Surgical increase in thoracic kyphosis predicts increase of cervical lordosis after thoracic fusion for adolescent idiopathic scoliosis[J].European Spine Journal,2021,30(12):3550-3556.
- [21] SUNAMI T,KOTANI T,AOKI Y,et al.Large lumbar lordosis is a risk factor for lumbar spondylolysis in patients with adolescent idiopathic scoliosis[J].Spine,2022,47(1):76-81.
- [22] CAO D Y,PICKAR J G.Lengthening but not shortening history of paraspinal muscle spindles in the low back alters their dynamic sensitivity[J].Journal of Neurophysiology,2011,105(1):434-441.
- [23] BANNO T,YAMATO Y,HASEGAWA T,et al.Impact of pelvic obliquity on coronal alignment in patients with adolescent idiopathic scoliosis[J].Spine Deformity,2020,8(6):1269-1278.
- [24] YOUN M S,SHIN J K,GOH T S,et al.Relationship between cervical sagittal alignment and health-related quality of life in adolescent idiopathic scoliosis[J].European Spine Journal,2016,25(10):3114-3119.
- [25] 袁望舒,陈丽霞,沈建雄,等.不同年龄、性别和类型的特发性脊柱侧凸患者轴向躯干旋转角度与 Cobb 角度的相关性[J].中国组织工程研究,2021,25(27):4386-4389.
YUAN W S,CHEN L X,SHEN J X,et al.Correlation between axial trunk rotation angle and Cobb angle in different ages,genders,and types of idiopathic scoliosis patients[J].Chinese Journal of Tissue Engineering Research,2021,25(27):4386-4389.

- [26] NG P T T,CLAUS A,IZATT M T, et al.Is spinal neuromuscular function asymmetrical in adolescents with idiopathic scoliosis compared to those without scoliosis?:a narrative review of surface EMG studies[J].Journal of Electromyography and Kinesiology,2022,63:102640.
- [27] 王帅,王连成,张书豪,等.青少年特发性脊柱侧凸患者凸凹侧椎旁肌肌电比值与 Cobb 角、顶椎偏距、冠状面平衡距离的相关性[J].中国组织工程研究,2022,26(9):1402-1406.
- WANG S,WANG L C,ZHANG S H,et al.Correlation of the electromyography ratio of the paraspinal muscles on the convex and concave sides with Cobb angle,apical vertebra translation,and coronal balance distance in adolescent idiopathic scoliosis patients[J].Chinese Journal of Tissue Engineering Research,2022,26(9):1402-1406.
- [28] SMIT T H.Adolescent idiopathic scoliosis:the mechanobiology of differential growth[J].JOR Spine,2020,3(4):e1115.

Effect of BSPTS combined with core strength training on mild adolescent idiopathic scoliosis

Yin Ding^a, Wang Hui^b

(a. Department of Physical Education; b. General Hospital of Ningxia Medical University, Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, China)

Abstract: [Objective]To explore the efficacy of BSPTS(Barcelona Scoliosis Physical Therapy School, BSPTS)therapy combined with core strength training in adolescents with mild Idiopathic Scoliosis(AIS). [Methods]44 AIS patients were divided into natural, control and experimental group. The natural group did not take any measures; The control group was treated by themselves according to the doctor's advice and returned to the hospital regularly for examination; The experimental group was given BSPTS therapy combined with core strength training correction. Coronal plane, sagittal plane, horizontal plane, body surface indexes and improvement of quality of life were compared between 3 groups before and after correction. [Results]Coronal plane, sagittal plane, horizontal plane, body surface indexes and quality of life of patients in natural group and control group were not improved, and some indexes were worse than before treatment. Compared with before treatment, the indexes and quality of life of patients in the experimental group were improved and tended to be good; Compared with the natural group and the control group, all indexes and quality of life were better in the experimental group. [Conclusion]BSPTS therapy combined with core strength training can correct AIS, effectively improving the coronal plane, sagittal plane and horizontal plane deformities, promoting the balance of body surface and erector spinal muscle, and improving the quality of life of patients.

Keywords: adolescents idiopathic scoliosis; BSPTS therapy; core strength; quality of life; coronal plane

[责任编辑 杨浦 刘洋]