

功能性练习对小学生脊柱侧弯影响的干预研究

史德平¹ 郭卫东² 王旭瑞¹

1 晋中师范高等专科学校体育系 2 晋中市榆次区安宁小学

DOI:10.12238/bmtr.v7i5.16527

[摘要] 目的：探讨功能性练习对小学生脊柱侧弯的干预效果。方法：选取30名脊柱侧弯小学生，随机分为干预组和对照组各15人。干预组进行10周、每周2次的功能性练习，包括姿势感知、核心激活、呼吸训练等；对照组进行相同频次的常规体育活动。在干预前(T0)、干预10次后(T1)和20次后(T2)测量ATR角。结果：干预组在T1、T2时刻的ATR角均显著低于T0($p<0.05$)，且T2优于T1；对照组无显著变化。T2时干预组脊柱指标显著优于对照组($p<0.01$)。亚组分析显示，I度侧弯改善效果(ATR平均减少 0.81°)优于II-III度(平均减少 0.55°)。结论：功能性练习能有效改善小学生脊柱形态，对轻度脊柱侧弯的矫正效果更显著，适合作为学校干预手段。

[关键词] 功能性练习；脊柱侧弯；小学生；体育运动

中图分类号：R681.5+1 文献标识码：A

An Intervention Study on the Effect of Functional Exercises on Spinal Scoliosis in Primary School Students

Deping Shi¹ Weidong Guo² Xuru Wang¹

1 Department of Physical Education, Jinzhong Normal College 2 Anning Primary School, Yuci District, Jinzhong City

[Abstract] Objective: To explore the intervention effect of functional exercises on scoliosis in primary school students. Methods: 30 students with scoliosis were selected and randomly divided into an intervention group and a control group, with 15 students in each group. The intervention group underwent 10 weeks of functional exercises twice a week, including posture perception, core activation, and breathing training; the control group engaged in the same frequency of regular physical activities. The ATR angle was measured before the intervention (T0), after 10 times of intervention (T1), and after 20 times (T2). Results: The ATR angle of the intervention group at T1 and T2 was significantly lower than that at T0 ($p<0.05$), and T2 was better than T1; there was no significant change in the control group. At T2, the spinal indicators of the intervention group were significantly better than those of the control group ($p<0.01$). Subgroup analysis showed that the improvement effect of grade I scoliosis (average reduction of ATR by 0.81°) was better than that of grades II-III (average reduction of 0.55°). Conclusion: Functional exercises can effectively improve the spinal morphology of primary school students, and the correction effect for mild scoliosis is more significant. It is suitable as an intervention method in schools.

[Key words] Functional exercises; Scoliosis; Primary school students; Physical activities

引言

特发性脊柱侧弯(Adolescent Idiopathic Scoliosis, AIS)是其最常见类型，好发于生长发育高峰期。近年来的筛查数据显示，我国中小学生脊柱侧弯问题日益严峻。聂丹宁等的研究指出，我国中小学生脊柱侧弯检出率达4.40%，且79.5%为轻度侧弯，发病人数和程度均呈增长趋势^[1]。

脊柱侧弯的成因复杂，除遗传因素外，现代生活方式如学习压力增大、静态久坐时间延长、电子设备过度使用及体育活动

不足等被视为重要风险因素。郭宗良的调查显示，小学生中颈部前伸异常率高达68.90%，高低肩、骨盆侧倾等问题也普遍存在，且与性别、年龄、BMI密切相关^[2]。陈志远的研究进一步证实，书包过重等外在因素是导致小学生高低肩不良姿态的重要诱因^[3]。脊柱侧弯不仅影响患者的体态和外观，导致腰背疼痛、心肺功能受限等生理问题，更会引发自卑、焦虑、社交回避等负面心理，严重损害儿童的生活质量与身心健康。

传统的干预手段主要包括支具治疗和手术治疗。对于中度

侧弯, 支具是标准疗法, 但其存在舒适度差、依从性低等弊端。手术治疗则针对重度侧弯, 创伤大、风险高、费用昂贵。因此, 探寻一种无创、安全、有效且易于被儿童接受的保守治疗方法具有极其重要的现实意义。运动疗法作为保守治疗的重要组成部分, 其价值日益受到重视。众多研究已证实运动干预对改善青少年体态及脊柱侧弯的有效性。例如, 徐阳比较了身体功能性训练与武术健身操, 发现两者均能显著改善小学生的颈部前伸和胸椎后凸^[4]; 吕允壮应用Schroth疗法也成功降低了特发性脊柱侧弯小学生的躯干旋转角(ATR)^[5]。然而, 传统的常规体育活动(如跑步、体操)虽能增强青少年的一般体能, 但其缺乏针对性, 对脊柱侧弯的矫正效果存在争议且常显不足。功能性练习是一种基于人体日常生活和运动模式的训练方法, 其核心理念在于“训练动作而非单一肌肉”, 旨在增强核心稳定性, 优化脊柱的运动模式。

基于以上背景, 本研究以榆次区小学生脊柱侧弯群体为研究对象, 设计一套针对性的功能性练习方案, 并通过与常规体育活动的对比, 旨在验证以下假设: (1) 功能性练习能显著改善小学生的脊柱侧弯状况(以ATR角为指标); (2) 其干预效果优于常规体育活动; (3) 对轻度侧弯患者的改善效果更为明显。为将来在小学生中推广行之有效、易于执行的脊柱健康干预方案提供实证依据。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

研究第一阶段是脊柱侧弯筛查: 于2024年9月至10月以自然班为单位采用随机整群抽样的方法对榆次区安宁小学二年级进行脊柱形态筛查。

研究第二阶段是功能性干预: 于2025年4月至6月选取为特发性脊柱侧弯的30名学生进行试验研究。

入选标准: (1) 脊柱侧弯 I 度: $5^{\circ} \leq \text{ATR} < 7^{\circ}$; 脊柱侧弯 II 度: $7^{\circ} \leq \text{ATR} < 10^{\circ}$; 脊柱侧弯 III 度: $\text{ATR} \geq 10^{\circ}$; (2) 无支具或手术治疗史; (3) 无心、肺、脑等严重器质性病变及运动禁忌症。

最终纳入的30名受试者中, I 度侧弯20人, II 度6人, III 度4人。采用随机数字表法将其分为干预组和对照组, 每组15人。分组时对侧弯程度进行了随机分组, 保证两组中 I 度与 II-III 度学生的比例相同(即干预组: I 度10人, II-III 度5人; 对照组: I 度10人, II-III 度5人)。两组受试者的身高、体重、初始ATR角等资料无统计学差异($p > 0.05$), 具有可比性。

表1 干预组和对照组之间的初始值

组别	ATR等级(n)	身高(m)	体重(kg)	T0时 ATR角($^{\circ}$)
干预组 I 度(10人)		1.27 \pm 0.12	28.32 \pm 2.42	5.56 \pm 0.47
II-III度(5人)		1.31 \pm 0.21	29.24 \pm 2.11	8.71 \pm 0.69
对照组 I 度(10人)		1.25 \pm 0.14	27.71 \pm 1.96	5.63 \pm 0.54
II-III度(5人)		1.33 \pm 0.25	28.65 \pm 2.21	8.82 \pm 0.81

*表示统计达到 $p < 0.05$ 的显著性水平

从表1可知, 功能性练习干预前, 干预组和对照组学生的身高、体重、初始ATR角之间无显著差异($P > 0.05$)。

1.2 研究方法

1.2.1 实验设计

本研究采用随机对照试验设计。干预组: 进行功能性练习干预。为期10周, 每周一、四下午课后进行, 每次40分钟, 共计20次。训练由一名经验丰富的运动康复师指导全程指导进行, 训练强度循序渐进。对照组: 在同一时间段进行常规体育活动, 频次和时长与实验组完全一致。活动内容为学校常规体育课程内容, 包括热身跑、广播体操、跳绳、足球传球游戏等活动。

1.2.2 功能性练习干预方案

该方案基于脊柱侧弯的“三维自我矫正”原则和功能性训练理念设计, 主要包括:

(1) 准备活动(10分钟): 动态拉伸和神经激活。

(2) 主体训练(25分钟):

姿势感知与唤醒: 靠墙站立感姿(后脑勺、肩胛骨、臀部、脚跟贴墙)、镜前自我矫正练习(颈部正中、两肩等高), 提高本体感觉。

核心激活与稳定性训练: 强调腹横肌、多裂肌等深层核心肌群的激活。动作包括: YTWL字母操、平板支撑(简化版)、猫牛式、死虫式、鸟狗式等, 以上各动作根据学生实际完成的程度, 进行及时调整, 由易到难, 刚开始时分解动作, 降低动作难度, 然后逐步回归到完整动作练习。

呼吸模式再练习: 练习腹式呼吸(手放腹部, 吸气鼓肚子, 呼气收紧); 侧重扩张凹侧的胸廓(如胸椎左凹时, 进行左侧单侧呼吸训练)。

(3) 整理活动(5分钟): 静态拉伸、呼吸放松。

1.2.3 评价指标与测试方法

分别在干预前(T0)、干预5周后(10次, T1)、干预10周后(20次, T2)进行三次测试。

脊柱形态指标: 采用Scoliometer测量患者前屈时胸椎和腰椎的ATR角, 所有测量由同一名不知分组情况的运动康复师完成。

1.3 统计学处理

采用SPSS 26.0软件进行数据处理。计量资料以平均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。采用Shapiro-Wilk检验数据正态性。两组学生的初始值比较采用独立样本t检验。采用两因素重复测量方差分析(2 \times 3)检验组别(干预组vs对照组)和时间(T0, T1, T2)对各项指标的交互作用。组内不同时间点比较采用Bonferroni事后检验, 组间在同一时间点的比较采用独立样本t检验。

2 研究结果

2.1 脊柱ATR角的变化

重复测量方差分析显示, 组别与时间对ATR角存在显著的交互作用($F=12.385, p < 0.001$)。表明干预组和对照组在不同时间点的ATR角变化趋势不同。此外, “时间”主效应显著($F=35.621, p < 0.001$), “组别”主效应也显著($F=18.934, p < 0.001$)。

表2 干预组和对照组不同时间ATR角(°)变化对比

组别 ATR等级(n)	ATR角(°)		
	T0时	T1时	T2时
干预组 I度(10人)	5.56±0.47	5.23±0.39 [△]	4.75±0.51 [△]
II-III度(5人)	8.71±0.69	8.49±0.48 [△]	8.16±0.57 [△]
对照组 I度(10人)	5.63±0.54	5.56±0.46	5.49±0.64
II-III度(5人)	8.82±0.81	8.73±0.71	8.66±0.65

“*”表示统计达到 $p<0.05$ 的显著性水平；“△”表示统计达到 $p<0.01$ 的显著性水平

从表2可知,时间效应:干预组,I度组T1时刻显著小于T0时刻($p<0.05$),T2时刻又显著小于T1时刻($p<0.05$);II-III度组T1时刻小于T0时刻,但不具统计学显著性($p>0.05$),T2时刻显著小于T1时刻($p<0.05$),呈现出持续的改善趋势。对照组,无论是I度组还是II-III度组,T0、T1、T2三个时间点的ATR角虽然也有略微的下降趋势,但差异不具有显著性($p>0.05$)。

组间效应:在T0时刻,两组ATR角无显著差异($p>0.05$)。I度组,在T1和T2时刻,干预组的ATR角均显著低于对照组($p<0.01$);II-III度组,在T1时刻虽然干预组ATR角低于对照组,但差异不具有显著性($p>0.05$),T2时刻干预组的ATR角均显著低于对照组($p<0.01$)。

2.2 不同严重程度患者的亚组分析

对干预组内部进行亚组分析发现,经过20次功能性练习干预后,I度侧弯学生($n=10$)的ATR角平均减少了(0.81°),改善幅度显著大于II-III度学生($n=5$)的平均减少(0.55°) ($p<0.05$)。

3 讨论

本研究结果表明,为期10周、每周2次的功能性练习能有效减小小学生脊柱侧弯的ATR角,且其效果显著优于在相同时长下进行的常规体育活动。这一结果进一步明确了功能性训练在解决脊柱侧弯这一问题上的相对优势。

3.1 功能性练习的有效性及其作用机制

本研究进一步证实了功能性练习对脊柱侧弯干预的有效性,在既往文献中亦可找到支持:

(1)神经肌肉控制与姿势再教育:本研究方案中的姿势感知与唤醒训练旨在重塑受试者的本体感觉和空间姿态认知。这与徐洪敏应用段前级武术干预的机理相通,其研究强调“头正、颈直、沉肩、挺胸”等身型要求能有效增强练习者的正确身型意识^[6]。通过持续的神经肌肉再教育,可以重塑大脑的运动皮质图谱,提高患者对正确身体姿态的自主控制能力,这是矫正异常体态的基础。

(2)肌力平衡与核心稳定性重塑:功能性练习的核心部分针对性地激活和强化了深层稳定肌群,如腹横肌、多裂肌等,并通过“鸟狗式”、“死虫式”等动作的练习,有效强化了凸侧被拉长、薄弱的肌肉,同时拉伸和抑制了凹侧紧张、挛缩的组织。侯太甫等的研究指出,力量训练干预通过平衡脊柱周围的肌肉,加强了儿童对脊柱的控制力量,从而改善了脊柱侧弯儿童的身

体形态^[7]。本研究的功能性训练正是基于同样的肌力平衡原理,为脊柱回归中线提供了至关重要的力学基础。

(3)呼吸模式优化与胸廓活动度改善:本方案将呼吸再训练融入其中,这对于改善脊柱侧弯伴随的“凹侧胸廓塌陷”至关重要。聂丹宁等的研究将本体感觉神经肌肉促进技术(PNF)与螺旋稳定肌链训练(SPS)结合,其作用机制之一便是通过改善呼吸和肌肉激活模式来矫正三维畸形^[1]。优化的呼吸模式不仅有助于扩张凹侧胸廓,改善肺功能,同时膈肌的正确运动也能增加腹内压,进一步提升核心稳定性,辅助脊柱的稳定。

(4)功能性动作整合与迁移效应:功能性练习的核心优势在于其“动作模式”训练导向。本方案并非孤立地训练某块肌肉,而是将上述矫正要素整合到基础功能性动作中。胡应楠的研究发现,功能性训练能显著提高小学生的功能性运动筛查(FMS)评分,这表明其改善了整体的动作模式和质量^[8]。这种训练方式确保了矫正效果能从静态的、意识控制的姿势保持,有效迁移到动态的、无意识的日常活动与运动中,从而增强了干预效果的实用性与持久性。

3.2 与常规体育活动的对比:凸显精准干预的必要性

本研究中,对照组进行的常规体育活动(包括广播体操、跳绳、球类游戏等)未能对脊柱侧弯产生显著的矫正效果。这一结果清晰地表明,单纯的“增加运动量”或进行常规的体育活动对于脊柱侧弯是远远不够的。因此,本研究结果有力地凸显了功能性练习以其针对性强、多维度干预的特点,恰好弥补了常规体育活动在体态矫正领域的不足。

3.3 严重程度对干预效果的影响:强调早期干预的价值

本研究的亚组分析发现,功能性练习对I度(轻度)侧弯的改善效果显著优于II-III度(中重度)侧弯。这一发现符合临床共识与既往研究。吕允壮在其研究中亦观察到,运动干预对轻度特发性脊柱侧弯小学生的ATR改善效果更为理想^[5]。一般而言,侧弯角度越大,病程可能越长,伴随的椎体结构性改变(如楔形变)可能越明显,其可逆性也随之降低。对于II-III度的中重度侧弯,运动疗法的主要目标可能更多地转向控制侧弯进展、改善躯体功能、缓解伴随症状、为支具治疗提供辅助或作为延缓手术的干预手段。而对于I度轻度侧弯,由于结构性改变尚不明显,脊柱及其周围软组织仍具有较大的可塑性,针对性的功能性练习有望成为一种主导性的、有效的早期矫正与一级预防手段。本研究结果则强有力地支持了在小学阶段对轻度脊柱侧弯学生进行早期、针对性运动干预的重大临床价值与公共卫生意义。

4 结论与建议

4.1 结论

为期10周、每周2次的功能性练习能显著减小脊柱侧弯小学生的ATR角,有效改善脊柱形态。与常规体育活动相比,功能性练习表现出显著优势,且对轻度侧弯的矫正效果尤为显著,凸显了其在早期干预中的重要价值。

4.2 建议

建议将功能性练习纳入小学卫生工作体系,作为筛查后阳

性学生的干预和预防方案;加强对体育教师和校医的培训,掌握基本筛查和指导要点;构建家校联动模式,通过家长会、健康讲座等形式普及脊柱健康知识,形成“学校主导-家庭巩固”的联动干预模式。

[基金课题来源]

2024年山西省高等学校哲学社会科学研究项目;课题名称:功能性锻炼对小学生脊柱侧弯的干预研究;项目编号:2024W340。

[参考文献]

[1]聂丹宁,史曙生,陶昱如.本体感觉神经肌肉促进技术联合螺旋稳定肌肉链训练治疗青少年特发性脊柱侧弯的临床效果研究[J].中国全科医学,2025,28(24):3032-3042+3052.

[2]郭宗良.小学生体态健康调查及功能性训练干预效果研究[D].济南:山东师范大学,2025.

[3]陈志远.二、三年级小学生高低肩不良身体姿态调查与运动干预研究[D].大连:辽宁师范大学,2024.

[4]徐阳.小学生不良体态的相关因素及运动干预效果研究[D].扬州:扬州大学,2024.

[5]吕允壮.运动干预对特发性脊柱侧弯小学生的ATR及身体素质效果研究[D].武汉:武汉体育学院,2024.

[6]徐洪敏.段前级武术练习对小学生不良体态的影响实验研究[D].苏州:苏州大学,2024.

[7]侯太甫,李清源,张治国.力量训练干预对脊柱侧弯儿童身体形态的影响研究[C]/第十三届全国体育科学大会论文摘要集——专题报告(运动医学分会).天津:中国体育科学学会,2023:352-354.

[8]胡应楠.功能性训练对小学生身体素质和体态影响的实证研究[D].广州:广州大学,2023.

作者简介:

史德平(1984--),男,汉族,山西运城人,硕士研究生,副教授,体育保健理论与方法。