

不同类型少儿型特发性脊柱侧凸患者站立位及步行中骨盆冠状面倾斜程度分析

石伟宏¹，陈丽霞¹，袁望舒¹，张宇航¹，张厚强¹，张慧玲¹，杨语盈¹，鲁建东²

¹ 中国医学科学院北京协和医院康复医学科，北京 100730

² 天津滨海汽车工程职业学院，天津 300352

通信作者：陈丽霞，E-mail：clx727@126.com

袁望舒，E-mail：ywsartemis@126.com

【摘要】目的 评估不同类型少儿型特发性脊柱侧凸（juvenile idiopathic scoliosis, JIS）患者站立位及步行中骨盆冠状面倾斜程度的差异。**方法** 回顾性纳入 2020 年 9 月—2022 年 12 月北京协和医院 JIS 患者（存在脊柱侧凸且 Cobb 角 $\geq 10^\circ$ ）及同期非 JIS 患者（存在脊柱侧凸但 Cobb 角 $< 10^\circ$ ）。根据站立时正位全脊柱 X 线片侧凸情况，将 JIS 患者分为存在腰椎/胸腰椎侧凸组（A 组），不存在腰椎/胸腰椎侧凸组（B 组）。以双侧髂嵴作为骨盆冠状面的骨性标志点，测量站立位及步行周期中双侧髂嵴高度及其变化值，以评估不同类型 JIS 患者骨盆冠状面倾斜程度。**结果** 共入选符合纳入与排除标准的 JIS 患者 73 例（A 组 54 例，B 组 19 例），非 JIS 患者 34 例。A 组站立位髂嵴较高侧与脊柱凸侧之间关系“合理”（腰椎/胸腰椎凸侧的髂嵴低于凹侧）的比例为 61.1%（33/54），非 JIS 患者站立位髂嵴较高侧与脊柱凸侧之间关系“合理”（双侧髂嵴等高）的比例为 38.2%（13/34），二者差异具有统计学意义 ($P=0.036$)。B 组“合理”的比例与非 JIS 患者无显著差异（26.3% 比 38.2%， $P=0.380$ ）。A 组在整个步态周期中（包括支撑相最小值、支撑相最大值、摆动相最小值及摆动相最大值）双侧髂嵴高度变化值均具有统计学差异（ P 均 < 0.05 ），且腰椎凸侧的髂嵴高度变化值明显高于凹侧（ P 均 < 0.05 ），而非 JIS 患者和 B 组 JIS 患者在整个步态周期中双侧髂嵴高度变化值均无统计学差异（ P 均 > 0.05 ）。**结论** 存在腰椎/胸腰椎侧凸的 JIS 患者站立位脊椎凸侧的髂嵴高度低于凹侧，在步行中依靠增大凸侧骨盆冠状面倾斜程度以维持身体双侧平衡。

【关键词】 少儿型特发性脊柱侧凸；骨盆冠状面倾斜；步行；站立；生物力学

【中图分类号】 R682.3；R49 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1674-9081(2023)06-1224-07

DOI： 10.12290/xhyxzz.2023-0224

Analysis of Pelvic Obliquity in Standing Position and during Walking in Patients with Different Types of Juvenile Idiopathic Scoliosis

SHI Weihong¹，CHEN Lixia¹，YUAN Wangshu¹，ZHANG Yuhang¹，ZHANG Houqiang¹，
ZHANG Huiling¹，YANG Yuying¹，LU Jiandong²

¹ Department of Rehabilitation Medicine, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100730, China

² Tianjin Binhai Vocational Institute of Automotive Engineering, Tianjin 300352, China

Corresponding authors: CHEN Lixia, E-mail: clx727@126.com
YUAN Wangshu, E-mail: ywsartemis@126.com

【Abstract】Objective To analyze the correlation between juvenile idiopathic scoliosis (JIS) patients

基金项目：中央高水平医院临床科研专项（2022-PUMCH-B-053）

引用本文：石伟宏，陈丽霞，袁望舒，等. 不同类型少儿型特发性脊柱侧凸患者站立位及步行中骨盆冠状面倾斜程度分析 [J]. 协和医学杂志, 2023, 14 (6): 1224-1230. doi: 10.12290/xhyxzz.2023-0224.

with lumbar and thoracic scoliosis and the degree of pelvis obliquity in standing position and during walking.

Methods The patients with JIS (Cobb $\geq 10^\circ$) admitted into Peking Union Medical College Hospital from September 2020 to December 2022 and non-JIS patients (Cobb $<10^\circ$) during the same period were retrospectively included. According to the results of anteroposterior X-ray of the whole spine in the standing position, JIS patients were divided into a group with lumbar/thoracolumbar scoliosis (group A) and a group without lumbar/thoracolumbar scoliosis (group B). The change value of the bilateral iliac crest height, used as osseous landmarks, was measured in standing position and during walking. Bilateral iliac crest heights and their change values were measured in standing position and during the walking cycle to analyze the degree of pelvic coronal tilt in patients with different types of JIS. **Results** A total of 73 JIS patients (54 patients in group A, and 19 patients in group B) and 34 non-JIS patients who met the inclusion and exclusion criteria were enrolled. In group A, 61.1% (33/54) of patients showed a “reasonable” relationship between the higher side of the iliac ridge and the convex side of the spine (the iliac ridge of the convex side of the lumbar spine/thoracolumbar spine was lower than that of the concave side), and 38.2% (13/34) of non-JIS patients showed a “reasonable” relationship between the higher side of the iliac ridge and the convex side of the spine (the iliac ridge of the convex side of the lumbar spine/thoracolumbar spine was at the same height as that of the concave side). The difference was statistically significant ($P=0.036$). The proportion of “reasonable” relationship in group B was not significantly different from that in non-JIS patients (26.3% vs. 38.2%, $P=0.380$). In group A, there were statistically significant differences in iliac crest height changes on both sides during the whole gait cycle (including minimum, maximum, minimum and maximum of the supporting phase) (all $P<0.05$), and the iliac crest height changes on the convex side of lumbar spine were significantly higher than those on the concave side (all $P<0.05$). However, there was no significant difference in bilateral iliac crest height between non-JIS patients and JIS patients in group B during the whole gait cycle (all $P>0.05$). **Conclusion** In JIS patients with lumbar or thoracolumbar scoliosis, the iliac crest height of the lumbar scoliosis was lower than that of the concave side in standing position, and therefore, the tilt degree of pelvis obliquity should be increased to maintain bilateral balance during walking.

【Key words】 juvenile idiopathic scoliosis; pelvic obliquity; walking; static; biomechanics

Funding: National High Level Hospital Clinical Research Funding (2022-PUMCH-B-053)

Med J PUMCH, 2023, 14(6):1224-1230

特发性脊柱侧凸 (idiopathic scoliosis, IS) 是一种病因未明的脊柱三维畸形, 按患者发病年龄可分为婴儿型 (0~3岁)、少儿型 (4~9岁)、青少年型 (10~18岁)^[1-2]。其中, 少儿型特发性脊柱侧凸 (juvenile idiopathic scoliosis, JIS) 发病率高于婴儿型特发性脊柱侧凸, 但低于青少年型特发性脊柱侧凸 (adultscent idiopathic scoliosis, AIS)^[3], 且病变程度一般较轻, 临床多采取保守治疗的方式进行干预。生物力学是 JIS 保守治疗的理论基础, 旨在打破脊柱侧凸发生发展过程中的恶性循环^[4], 但目前 JIS 患者形态结构与生物力学分析相关研究, 尤其 JIS 患者站立位与步行时生物力学方面的研究较匮乏。

脊柱-骨盆-下肢是一个功能复合体^[5-6], JIS 患者脊柱椎体及其周围肌肉所受应力分布不均将导致骨盆、下肢生物力学改变, 进而影响患者站立与步行时的稳定性^[7-9]。研究发现, 腰椎侧凸 AIS 患者的骨盆矢状面

和冠状面生物力学参数呈现出与其他类型 AIS 患者不同的特征^[10-11]。本研究首次以双侧髂嵴为骨性标志点^[12-13], 测定了不同类型 JIS 患者在站立及步行时双侧髂嵴高度变化, 进而判断其骨盆冠状面倾斜程度, 以期为临床诊断干预提供数据支撑和理论依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性纳入 2020 年 9 月—2022 年 12 月北京协和医院康复医学科 JIS 患者及同期非 JIS 患者。JIS 患者纳入标准: (1) 根据站立时正位全脊柱 X 线片 (拼接相) 确诊为 JIS (Cobb 角 $\geq 10^\circ$), 且符合 JIS 保守治疗协和分型系统 (下文简称“协和保守分型系统”)^[14]; (2) 年龄 4~9 岁; (3) 就诊前未接受过任何相关治疗。排除标准: (1) 合并脊柱其他疾病

或手术史；（2）脊柱及周围组织疼痛，可能影响站立、行走者；（3）合并影响髂嵴高度疾病的患者。非 JIS 患者为存在脊柱侧凸但 Cobb 角 $<10^\circ$ 的儿童，经协和保守分型系统确诊为非 JIS，余纳入与排除标准同 JIS 患者。

为记录靠近骨盆端侧凸的方向，根据站立时正位全脊柱 X 线片侧凸情况，将 JIS 患者分为存在腰椎/胸腰椎侧凸组（A 组），不存在腰椎/胸腰椎侧凸组（B 组）。其中 A 组包括单弯中的胸腰弯和腰弯，双弯中的胸弯+胸腰弯或腰弯患者；B 组包括单弯中的上胸弯和胸弯患者。

本研究已通过北京协和医院伦理审查委员会审批（审批号：S-K1870），并豁免患者知情同意。

1.2 研究方法

1.2.1 站立位髂嵴较高侧与脊柱凸侧之间的关系评估

使用 Scoliometer 测量尺分别对 JIS 患者和非 JIS 患者的站立时正位全脊柱 X 线片中双侧髂嵴最高点的连线进行测量，以判断左右两侧髂嵴是否等高，若不等高，则选取较高侧进行记录（图 1）。Yi 等^[11]针对不同类型 AIS 患者的研究显示，站立位时脊柱凸侧的髂嵴均低于凹侧。基于此研究结果，本研究团队假设：不同类型 JIS 患者站立位时脊柱凸侧的髂嵴亦低于凹侧。对于 JIS 患者而言，若脊柱凸侧的髂嵴较低，则符合本研究假设，即结果“合理”，反之则为“不合理”；对于非 JIS 患者而言，若双侧髂嵴等高，则符合本研究假设，即结果“合理”，反之则为“不合理”。

1.2.2 步行中双侧髂嵴高度变化值测量

步行中双侧髂嵴高度变化值是指 JIS 患者在步行过程中双侧髂嵴上下运动时的高度与起始站立位时髂嵴水平高度的差值。测量所用仪器为 MOVIT GAIT 步



图 1 站立位时骨盆冠状面倾斜程度测量

态系统（包括 7 个传感器），该系统通过将可穿戴传感器固定于患者特定部位（包括双侧足背、双侧外踝关节上 1 cm 处、双侧大腿根部外侧及双侧髂嵴连线的中点处），可捕捉运动过程中双侧髂嵴高度变化（图 2）。具体方法：为患者穿戴传感器后自然站立时测量其双侧髂嵴基线高度，嘱患者平视前方并在治疗师监督下向前自然步行 10 m，设备可自动捕捉并记录患者步行周期中双侧髂嵴较基线水平的变化值，如图 3 所示（橙色代表左脚，蓝色代表右脚）。1 个完整的步态周期分为两个阶段，支撑相（下肢接触地面并承受重力的时间，约占 1 个步态周期时间的 60%）和摆动相（足离开地面向前迈步到再次落地之间的时间，约占 1 个步态周期时间的 40%）^[15-16]。本研究选择 JIS 患者步行周期中具有代表性的 4 个时间



图 2 7 个传感器绑定位置示意图

A. 背面；B. 正面

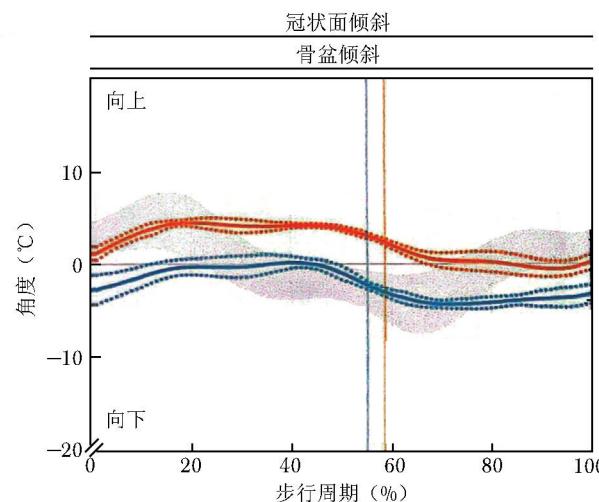


图 3 步行中骨盆冠状面倾斜角变化

间点进行分析，分别为支撑相最小值、支撑相最大值、摆动相最小值、摆动相最大值。

1.3 检验效能估算

拟纳入 JIS 患者 73 例、非 JIS 患者 34 例，采用 G*Power 软件进行检验效能估算。站立位时对照人群（包括胸椎侧凸/上胸椎侧凸患者及非 JIS 患者）“合理”人数所占比例为 34%、研究人群（腰椎侧凸/胸腰椎侧凸的 JIS 患者）“合理”人数所占比例为 61.1%，双侧检验水准 $\alpha = 0.05$ ，经计算检验效能为 98.4%，可满足研究需求。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。年龄、Cobb 角等正态分布计量资料以均数 \pm 标准差表示，组间比较采用独立样本 t 检验或配对 t 检验。性别、站立位髂嵴较高侧与脊柱凸侧间关系“合理”或“不合理”情况等计数资料以频数（百分数）表示，组间比较采用卡方检验或 Fisher 精确概率法。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般临床资料

共入选符合纳入与排除标准的 JIS 患者 73 例，非 JIS 患者 34 例。JIS 患者中，男性 21 例，女性 52 例；年龄 (7.2 ± 1.7) 岁；A 组 54 例，B 组 19 例。非 JIS 患者中，男性 16 例，女性 18 例；年龄 (7.4 ± 1.6) 岁。JIS 患者 Cobb 角大于非 JIS 患者 ($P < 0.05$)，两

组年龄、性别比例、身高、体质量等基线资料均无统计学差异 ($P > 0.05$)，见表 1。

2.2 站立位髂嵴较高侧与脊柱凸侧之间的关系

A 组胸腰弯 31 例，腰弯 12 例，胸弯+胸腰弯或腰弯 11 例；站立位髂嵴较高侧与脊柱凸侧之间关系“合理”（即腰椎或胸腰椎凸侧的髂嵴低于凹侧）33 例（61.1%），“不合理” 21 例（38.9%）。B 组上胸弯 7 例，胸弯 12 例；站立位髂嵴较高侧与脊柱凸侧之间关系“合理” 5 例（26.3%），“不合理” 14 例（73.7%）。非 JIS 患者站立位髂嵴较高侧与脊柱凸侧之间关系“合理”（即双侧髂嵴等高）13 例（38.2%），“不合理” 21 例（61.8%）。A 组“合理”的比例高于非 JIS 患者 ($P = 0.036$)，B 组“合理”的比例与非 JIS 患者无显著差异 ($P = 0.380$)。

2.3 JIS 患者步态中双侧髂嵴高度变化值与侧凸类型的关系

非 JIS 患者在整个步态周期中（包括支撑相最小值、支撑相最大值、摆动相最小值及摆动相最大值）双侧髂嵴高度变化值均无统计学差异 (P 均 > 0.05)。JIS 患者中，B 组在整个步态周期中双侧髂嵴高度变化值亦无统计学差异 (P 均 > 0.05)，A 组支撑相最小值、支撑相最大值、摆动相最小值以及摆动相最大值双侧髂嵴高度变化值均存在统计学差异 (P 均 < 0.05)，且在此 4 个时间点中 A 组患者腰椎凸侧的髂嵴高度变化值明显高于凹侧 (P 均 < 0.05)，见表 2、表 3。

表 1 JIS 患者与非 JIS 患者一般临床资料比较

组别	年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	男性 [n (%)]	身高 ($\bar{x} \pm s$, cm)	体质量 ($\bar{x} \pm s$, kg)	Cobb 角 ($\bar{x} \pm s$, °)
JIS 患者 (n=73)	7.2±1.7	21 (28.8)	136.6±12.9	29.8±7.8	13.0±4.9
非 JIS 患者 (n=34)	7.4±1.6	16 (47.1)	136.6±11.1	31.3±9.1	5.8±2.1
P 值	0.418	0.064	0.997	0.390	<0.001

JIS：少儿型特发性脊柱侧凸

表 2 JIS 患者与非 JIS 患者支撑相骨盆双侧髂嵴高度变化值的最小值和最大值比较 ($\bar{x} \pm s$, °)

指标	非 JIS 患者 (n=34)	JIS 患者 (n=73)	
		A 组 (n=54)	B 组 (n=19)
支撑相凸侧髂嵴高度最小值	-1.95±2.39	-1.31±2.24	-2.29±2.29
支撑相凹侧髂嵴高度最小值	-1.44±2.31	-2.68±2.49	-2.59±2.42
P 值	0.485	0.010	0.742
支撑相凸侧髂嵴高度最大值	2.34±2.71	3.79±2.43	3.65±2.42
支撑相凹侧髂嵴高度最大值	2.99±2.29	2.22±2.42	3.85±2.68
P 值	0.371	0.002	0.812

JIS：同表 1

表 3 JIS 患者与非 JIS 患者摆动相骨盆双侧髂嵴高度变化值的最小值和最大值比较 ($\bar{x} \pm s$, °)

指标	非 JIS 患者 (n=34)	JIS 患者 (n=73)	
		A 组 (n=54)	B 组 (n=19)
摆动相凸侧髂嵴高度最小值	-3.74±2.64	-2.40±2.37	-3.74±2.64
摆动相凹侧髂嵴高度最小值	-3.66±2.59	-4.00±2.25	-3.66±2.58
P 值	0.663	0.002	0.934
摆动相凸侧髂嵴高度最大值	-0.14±2.46	0.51±2.31	-0.51±2.59
摆动相凹侧髂嵴高度最大值	0.33±2.08	-0.83±1.95	0.17±1.96
P 值	0.490	0.010	0.689

JIS: 同表 1

3 讨论

本研究基于 73 例 JIS 患者及 34 例非 JIS 患者的临床资料, 分析了 JIS 患者站立位及步行时骨盆冠状面倾斜特征, 结果显示 A 组 JIS 患者站立位髂嵴较高侧与脊柱凸侧之间关系“合理”的比例显著高于非 JIS 患者 (61.1% 比 38.2%, $P=0.036$); A 组 JIS 患者在整个步态周期中双侧髂嵴高度变化值均存在统计学差异 (P 均 <0.05), 且存在腰椎凸侧的髂嵴高度变化值明显高于凹侧 (P 均 <0.05)。B 组 JIS 患者站立位髂嵴较高侧与脊柱凸侧之间关系“合理”的比例与非 JIS 患者无显著差异 (26.3% 比 38.2%, $P=0.380$), 且 B 组 JIS 患者在整个步态周期中双侧髂嵴高度变化值均无统计学差异 (P 均 >0.05), 提示不同类型 JIS 患者站立位及步行时骨盆冠状面倾斜程度不同。

JIS 是 IS 的主要类型之一, 研究发现 IS 在 10~18 岁人群中的发病率约为 4~9 岁人群的 10 倍, 且女性的 IS 发病率约为男性的 2 倍^[3,17]。本研究 73 例 JIS 患者中, 男女比例为 0.4:1, 基本符合既往报道^[3,17]。相较于 AIS, JIS 患者的脊柱侧凸程度通常较轻, 既往临床对 Cobb 角 $<20^\circ$ 的 JIS 患者多采用定期随访的治疗策略, 一般不予以临床干预, 但随着人们健康意识和对体态外观要求的提高, “观察”这一治疗方式已不能满足患者及家长的要求^[18]。临床实践证明, 以特定性训练 (scientific specific exercise, SSE) 为核心的保守治疗可显著改善 JIS 患者的 Cobb 角, 目前国际脊柱侧凸矫形与康复治疗协会 (Society on Scoliosis Orthopedic and Rehabilitation Treatment, SOSORT) 已将 SSE 纳入脊柱侧凸保守治疗的范畴^[19-21]。Strokes 等^[4]曾从生物力学的角度提出, “脊柱侧凸-椎体及周围肌肉所受应力分布不均-脊柱不对称生长-脊柱侧凸进一步发展”的恶性循环假设。生

物力学分析是临床进行保守治疗的基础, 对于制订 SSE 治疗策略, 提高治疗效果具有重要意义。众所周知, 脊柱-骨盆-下肢作为一个功能复合体, 在所有的脊柱节段中, 腰椎与骨盆的距离相对较近, 二者在形态结构和生物力学上联系更加紧密。Banno 等^[22]和 Yi 等^[11]研究发现, 相较于胸椎侧凸患者, 腰椎或胸腰椎侧凸的 AIS 患者更易引发骨盆冠状面倾斜及腰椎和骨盆矢状面力学结构的改变, 并导致慢性腰痛的发生和生活质量的下降。调查显示, 腰椎侧凸的 AIS 患者相较于正常人而言步行中躯体稳定性差^[11,23]。在临床实践中, 无论是 JIS 患者还是非 JIS 患者, 正位全脊柱 X 线片均可出现因骨盆旋转而导致双侧髂嵴不等高的情况; 但在实际步行过程中, JIS 患者双侧髂嵴相对高度改变较非 JIS 患者更加明显, 因此在临床诊断及康复治疗时, 仅凭借静态正位全脊柱 X 线片无法充分展现 JIS 患者骨盆在步行过程中的生物力学结构变化。

目前, 国内外尚未见不同类型 JIS 患者在步行中骨盆与脊柱间生物力学结构差异的相关研究, 骨盆生物力学改变后是否对脊柱侧凸的发生发展带来影响亦不清楚。本研究以双侧髂嵴作为骨性标志点^[12-13], 通过测量和分析站立位和步行周期中双侧髂嵴高度及其变化值, 首次评估了不同类型 JIS 患者动态时骨盆冠状面倾斜程度差异。结果显示, A 组 JIS 患者在整个步态周期中双侧髂嵴高度变化值存在统计学差异且腰椎凸侧的髂嵴变化值明显高于凹侧, 即存在腰椎/胸腰椎侧凸 JIS 患者在步行过程中凸侧骨盆在冠状面的倾斜度高于凹侧; 此外, 虽然静态正位全脊柱 X 线片无法体现骨盆在步行过程中的变化, 但从 JIS 人群分布特征来看, A 组站立位髂嵴较高侧与脊柱凸侧之间关系“合理”的比例显著高于非 JIS 患者, 即存在腰椎/胸腰椎侧凸的 JIS 患者中, 站立位时骨盆冠状面髂嵴较低侧为凸侧的患者占比较高, 但仍有部分病例不符合此规

律，其原因尚不清晰。因此，在JIS患者的常规诊断中，应在静态正位全脊柱X线片的基础上进行步态分析，以综合判断骨盆冠状面的倾斜程度。本研究团队曾尝试对存在腰椎/胸腰椎侧凸患者予以“垫增高鞋垫”的方式抬高脊柱凸侧的骨盆高度，以促进其双侧髂嵴对称，但目前JIS患者步行过程中双侧髂嵴相对高度需要进行干预的最小临床差异值尚未明确，“垫增高鞋垫”矫正方法的实施细则及其治疗效果需进一步探索。

本研究局限性：(1)研究对象未包含上胸弯+胸弯、上胸弯+腰弯及三弯的病例，无法严格按照协和保守分型系统对JIS患者进行分型，这与上述3种分型的JIS患者较罕见有关^[3]；(2)仅发现存在腰弯/胸腰弯JIS患者脊柱侧凸方向与步行周期中骨盆冠状面倾斜程度具有相关性，未阐明侧凸影响患者步行中骨盆双侧冠状面倾斜程度的机制。

综上所述，作为脊柱侧凸保守治疗的重要手段，临床为患者制订SSE运动训练方案的同时需考虑个体化JIS患者骨盆冠状面旋转情况。本研究结果显示，存在腰椎/胸腰椎侧凸的JIS患者站立位脊椎凸侧的髂嵴高度低于凹侧，在步行中依靠增大凸侧骨盆冠状面倾斜程度以维持身体双侧平衡，为此类人群的临床干预提供了一定参考依据。未来仍需评估双侧髂嵴高度变化对存在腰椎/胸腰椎侧凸JIS患者全身肌力、平衡以及病情进展的影响，以及采取临床措施（如“垫增高鞋垫”矫正法等）纠正步行中骨盆冠状面倾斜程度对其疾病控制的临床意义。此外，还需明确进行干预的双侧髂嵴相对高度的最小临床差异值。

作者贡献：石伟宏、张宇航负责对患者进行特定性训练、数据采集及论文撰写；张慧玲、张厚强参与研究设计，并负责统计分析；杨语盈、鲁建东提供设备调试以及技术支持；陈丽霞、袁望舒负责结果解读，并指导论文修订。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Trobisch P, Suess O, Schwab F. Idiopathic scoliosis [J]. Dtsch Arztebl Int, 2010, 107: 875-884.
- [2] El-Hawary R, Chukwunyerenwa C. Update on evaluation and treatment of scoliosis [J]. Pediatr Clin North Am, 2014, 61: 1223-1241.

- [3] Bondar K, Nguyen A, Vatani J, et al. The Demographics and Epidemiology of Infantile, Juvenile, and Adolescent Idiopathic Scoliosis in a Southern California Integrated Health Care System [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2021, 46: 1468-1477.
- [4] Stokes IA, Burwell RG, Dangerfield PH, et al. 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.
- [5] Miura K, Kadone H, Koda M, et al. Thoracic kyphosis and pelvic anteversion in patients with adult spinal deformity increase while walking: analyses of dynamic alignment change using a three-dimensional gait motion analysis system [J]. Eur Spine J, 2020, 29: 840-848.
- [6] Hu W, Song Y, Ma H, et al. Correlation Analysis of the Characteristics of Spino-Pelvic Parameters and Health-Related Quality of Life After Long-Segment Fixation for Lenke-Silva Type 5 or 6 Degenerative Scoliosis [J]. J Pain Res, 2022, 15: 2171-2179.
- [7] da Silveira GE, Andrade RM, Guilhermino GG, et al. The Effects of Short- and Long-Term Spinal Brace Use with and without Exercise on Spine, Balance, and Gait in Adolescents with Idiopathic Scoliosis [J]. Medicina (Kaunas), 2022, 58: 1024.
- [8] Garg B, Gupta M, Mehta N, et al. Influence of Etiology and Onset of Deformity on Spatiotemporal, Kinematic, Kinetic, and Electromyography Gait Variables in Patients with Scoliosis-A Prospective, Comparative Study [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2021, 46: 374-382.
- [9] Syczewska M, Graff K, Kalinowska M, et al. Influence of the structural deformity of the spine on the gait pathology in scoliotic patients [J]. Gait Posture, 2012, 35: 209-213.
- [10] Mak T, Cheung PWH, Zhang T, et al. Patterns of coronal and sagittal deformities in adolescent idiopathic scoliosis [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22: 44.
- [11] Yi L, Houwei L, Lin W, et al. Evaluation of correlation between sagittal balance and plantar pressure distributions in adolescent idiopathic scoliosis: A pilot study [J]. Clin Biomech, 2021, 83: 105308.
- [12] Ploumis A, Trivedi V, Shin JH, et al. Progression of idiopathic thoracic or thoracolumbar scoliosis and pelvic obliquity in adolescent patients with and without limb length discrepancy [J]. Scoliosis Spinal Disord, 2018, 13: 18.
- [13] Ferland CE, Sardar ZM, Abduljabbar F, et al. Bilateral vascularized rib grafts to promote spinopelvic fixation in patients with sacral agenesis and spinopelvic dissociation: a new surgical technique [J]. Spine J, 2015, 15: 2583-2592.

- [14] 袁望舒, 陈丽霞, 沈建雄, 等. 青少儿特发性脊柱侧凸保守治疗协和分型系统 [J]. 协和医学杂志, 2022, 13: 1012-1019.
- [15] Mirelman A, Shema S, Maidan I, et al. Gait [J]. Handb Clin Neurol, 2018, 159: 119-134.
- [16] Kim DS, Park SH, Goh TS, et al. A meta-analysis of gait in adolescent idiopathic scoliosis [J]. J Clin Neurosci, 2020, 81: 196-200.
- [17] Yilmaz H, Zateri C, Kusvuran Ozkan A, et al. Prevalence of adolescent idiopathic scoliosis in Turkey: an epidemiological study [J]. Spine J, 2020, 20: 947-955.
- [18] Ridderbusch K, Spiro AS, Kunkel P, et al. Strategies for Treating Scoliosis in Early Childhood [J]. Dtsch Arztebl Int, 2018, 115: 371-376.
- [19] Miura K, Kadone H, Koda M, et al. Thoracic kyphosis and pelvic anteversion in patients with adult spinal deformity increase while walking: analyses of dynamic alignment change using a three-dimensional gait motion analysis system [J]. Eur Spine J, 2020, 29: 840-848.
- [20] Schreiber S, Parent EC, Hill DL, 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: 319.
- [21] 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: 3.
- [22] Banno T, Yamato Y, Hasegawa T, et al. Impact of pelvic obliquity on coronal alignment in patients with adolescent idiopathic scoliosis [J]. Spine Deform, 2020, 8: 1269-1278.
- [23] Park HJ, Sim T, Suh SW, et al. Analysis of coordination between thoracic and pelvic kinematic movements during gait in adolescents with idiopathic scoliosis [J]. Eur Spine J, 2016, 25: 385-393.

(收稿: 2023-05-06 录用: 2023-07-18)

(本文编辑: 董 哲)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊对来稿中参考文献著录的有关要求

本刊执行 GB/T7714-2015 《信息与文献参考文献著录规则》中有关参考文献著录的规定。参考文献采用顺序编码制著录, 按照引文先后顺序, 用阿拉伯数字连续编号, 在正文引出处加方括号标注于句尾右上角, 或标注于引文作者的右上角。参考文献引用仅限作者亲自阅读过的文献, 作者须仔细核对原文以保证文字和原意无误, 同时保证文献著录的各项内容准确。

本刊参考文献著录格式如下:

[期刊] 作者 (3名及3名以内全部著录; 超过3名仅著录前3名, 后加“, 等”或“, et al”). 题名 [文献类型标志]. 刊名, 年, 卷: 起页-止页.

[专著] 作者. 书名 [文献类型标志]. 其他责任者 (如翻译者). 版本 (第1版不著录). 出版地: 出版者, 出版年: 起页-止页.

[专著中析出文献] 析出文献作者. 题名 [文献类型标志] // 专著主要作 (编) 者. 专著名. 版本 (第1版不著录). 出版地: 出版者, 出版年: 起页-止页.