

扁平足合并特发性脊柱侧凸的影像学特征及危险因素分析

李瑞琛^{1,2} 黄继辉^{1,2} 周治国² 伍兴² 李雄涛²

【摘要】 目的 探讨扁平足病人中特发性脊柱侧凸(idiopathic scoliosis, IS)的发病情况及影像学特征,分析扁平足病人合并IS的危险因素。方法 回顾性分析2021年10月至2023年3月于武汉儿童医院就诊的608例扁平足病人的一般情况和影像学资料,统计扁平足病人中IS的发病率,采用秩和检验比较IS病人与非IS病人、IS中Cobb角 $>20^\circ$ 病人与Cobb角 $\leq 20^\circ$ 病人的一般情况及足影像学参数。采用单因素分析IS病人与非IS病人、IS中Cobb角 $>20^\circ$ 病人与Cobb角 $\leq 20^\circ$ 病人左足踝外翻角(hallux valgus angle, HVA)、右足HVA、左足(侧位)距骨第1跖骨角(Meary's angle, MA)、右足MA、HVA差值、MA差值等指标,将 $P < 0.20$ 的指标纳入多因素Logistic回归分析,评估扁平足病人发生IS的危险因素,扁平足合并IS病人Cobb角 $>20^\circ$ 的危险因素。结果 608例扁平足病人中,发生IS的有67例(67/608, 11.01%)。扁平足合并IS病人与非IS病人比较,存在双侧踝外翻角不对称和双侧足弓不对称,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。大于10岁病人($OR=2.866$, 95% $CI: 1.683\sim 4.881$, $P < 0.001$),女性病人($OR=1.892$, 95% $CI: 1.121\sim 3.193$, $P=0.017$),双侧足弓不对称的扁平足病人($OR=1.194$, 95% $CI: 1.023\sim 1.393$, $P=0.025$),有更高的IS患病风险。IS病人Cobb角 $>20^\circ$ 病人左足足弓水平低于Cobb角 $\leq 20^\circ$ 病人($P=0.019$)。结论 IS在扁平足病人中的发病率可能较正常人群发病率高。扁平足合并IS病人存在双侧足形态不对称,包括双侧踝外翻角不对称及双侧足弓不对称,且双侧足弓不对称是扁平足合并IS的危险因素。

【关键词】 足形态;扁平足;特发性脊柱侧凸;生物力学;影像学;危险因素

Imaging Characteristics and Risk Factors of Flatfoot Combined with Idiopathic Scoliosis. LI Ruichen^{1, 2}, HUANG Jihui^{1, 2}, ZHOU Zhiguo², WU Xing², LI Xiongtao². ¹School of Medicine, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430000, China; ²Department of Orthopedics, Wuhan Children's Hospital, Wuhan 430000, China

Corresponding author: ZHOU Zhiguo, E-mail: huanlewuq@sina.com

【Abstract】 Objective Explore the incidence and radiographic features of idiopathic scoliosis (IS) in individuals with flatfoot, and analyze the risk factors for the coexistence of flatfoot and IS. **Methods** Retrospectively analyze the general characteristics and imaging data of 608 flatfoot patients treated at Wuhan Children's Hospital from October 2021 to March 2023. Calculate the incidence in flatfoot patients with a focus on IS. Employ rank-sum tests to compare the general characteristics and foot imaging parameters between IS and non-IS patients, as well as between IS patients with Cobb angles $>20^\circ$ and $\leq 20^\circ$. Use univariate analysis for IS versus non-IS patients and IS patients with Cobb angles $>20^\circ$ versus $\leq 20^\circ$, considering hallux valgus angle (HVA), Meary's angle (MA), HVA difference, MA difference, and other indicators. Include $P < 0.20$ indicators in multifactorial Logistic regression analysis to assess risk factors for IS in flatfoot patients and risk factors for Cobb angles $>20^\circ$ in flatfoot patients with IS. **Results** Among the 608 flatfoot patients, 67 cases (11.01%) developed IS. Patients with flatfoot and IS exhibited statistically significant asymmetry in bilateral hallux valgus angles and asymmetry in bilateral foot arches ($P < 0.05$). Patients older than 10 years ($OR=2.866$, 95% $CI: 1.683 - 4.881$, $P < 0.001$), female patients ($OR=1.892$, 95% $CI: 1.121 - 3.193$, $P=0.017$), and flatfoot patients with asymmetrical foot arches ($OR=1.194$, 95% $CI: 1.023 - 1.393$, $P=0.025$) had a higher risk of developing IS. In flatfoot patients with IS and Cobb angles $>20^\circ$, the left foot arch was horizontally lower than in the Cobb angles $\leq 20^\circ$ group ($P=0.019$). **Conclusion** The incidence of idiopathic scoliosis (IS) in individuals with

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2024.01.010

基金项目:湖北省自然科学基金(2022CFB460)

作者单位:1. 武汉科技大学医学部医学院,武汉 430000;2. 武汉儿童医院骨科,武汉 430000

通信作者:周治国, E-mail: huanlewuq@sina.com

flatfoot might be higher compared to the general population. Patients with flatfoot and IS exhibit bilateral asymmetry in foot morphology, including asymmetry in bilateral hallux valgus angles and asymmetry in bilateral foot arches. Additionally, bilateral foot arch asymmetry is identified as a risk factor for the coexistence of flatfoot and IS.

【Key words】 Foot morphology; Flatfoot; Idiopathic scoliosis; Biomechanics; Imaging; Risk factors

扁平足是一种常见的足部畸形,主要特征为内侧纵弓的减少或缺失,伴或不伴前足外展及跟骨外翻。有研究表明,儿童扁平足的发病率为 56.1%,发病率随着年龄的增长呈下降趋势,同时扁平足双侧发病多于单侧发病,男性发病率高于女性发病率^[1-2]。特发性脊柱侧凸(idiopathic scoliosis, IS)是一种三维脊柱畸形,其 Cobb 角大于 10°,多见于青春期或青春期前后,发病率为 1.00%~5.33%,女性发病率高于男性发病率^[3-5]。IS 的病因较为复杂,遗传因素、激素水平、环境因素、生物力学因素等均与 IS 发病相关^[6]。足作为生物力学因素中的重要一环,与下肢、骨盆、脊柱紧密联系,承担着重要的支撑和动态机械结构功能。扁平足因其形态异常,除了会导致足部疲劳及酸痛感外,还会引发人体生物力学的改变,扁平足的病人更容易出现臀部、膝盖和背部的疼痛或不适,同时其膝关节、髋关节的关节力矩不对称性增高,且骨盆旋转和骨盆倾斜也有一定程度的增加^[7-9]。IS 生物力学相关研究有椎旁肌肉不对称、椎体不对称生长、椎间盘楔形变、臀部压力不对称、足底压力不对称等^[10],但鲜有对 IS 病人双侧足形态对称性的研究。有研究报道了 IS 病人的足弓水平随着侧凸程度的加重而降低,且扁平足是 IS 的独立危险因素^[11-13],但鲜有对扁平合并 IS 病人影像学特征的研究。基于上述考虑,本研究拟探讨扁平足病人中 IS 的发病情况、影像学特征及两种疾病之间的关系。

资料与方法

一、纳入标准与排除标准

纳入标准:①年龄为 7~18 岁,性别不限;②诊断为柔软型扁平足,且符合(侧位)距骨第 1 跖骨角(Meary's angle, MA)对扁平足的分级,正常足 MA 在 -4°~+4°,轻度扁平足 MA 在 4°~15°,中度扁平足 MA 在 15°~30°,重度扁平足 MA > 30°^[14];③Adam 前屈试验阳性病人行全脊柱正侧位 X 线片检查,影像学资料齐全。

排除标准:①脊柱、下肢和足有肿瘤病史、外伤史等异常患病史或功能、结构异常;②有脊柱、下肢和足的相关手术史;③先天性脊柱侧凸、有明确病因为的脊柱侧凸;④曾经佩戴矫形鞋垫、脊柱支具等;⑤

临床资料不完整。

二、一般资料

回顾性分析 2021 年 10 月至 2023 年 3 月于武汉儿童医院就诊的 608 例扁平足病人的临床资料,其中男 369 例,女 239 例;年龄为(9.54±6.39)岁。本研究已获得武汉儿童医院伦理委员会批准,批件号 2023R023-E01,并豁免病人知情同意。

三、观察指标及分组方法

采用 PACS 系统测量角度,测量工作由 2 名经验丰富的小儿骨科住院医师共同完成,测量病人脊柱和足的影像学参数并计算取平均值。①Cobb 角:侧凸头侧和尾侧倾斜度最大的椎体分别为上、下端椎,上端椎上缘的垂线与下端椎下缘垂线之间的夹角即为 Cobb 角(图 1 a)。②跖外翻角(hallux valgus angle, HVA):第一跖骨中轴线和近节趾骨干中轴线之间的夹角(图 1 d)。③MA:距骨中轴线为距骨体和距骨头最高点与最低点两连线中点的连线,第一跖骨长轴线为第一跖骨骨干远端和近端两中点的连线,距骨中轴线与第一跖骨长轴线的夹角即为 MA(图 1 b、c)。④HVA 差值:取双足跖外翻角度差值,反映双侧足跖外翻角的对称性;⑤MA 差值:取双足 MA 差值,反映双侧足弓的对称性。⑥分组方法:根据 IS 诊断标准^[15],将扁平足病人中 Cobb 角 ≥ 10°的病人分为 IS 组, Cobb 角 < 10°的病人分为非 IS 组;根据 Cobb 角大小,将扁平足合并 IS 病人分为 Cobb 角 > 20°组和 Cobb 角 ≤ 20°组。

四、统计学分析

采用 SPSS 26.0 统计学软件(IBM 公司,美国)对数据进行处理。符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验;非正态分布计量资料以中位数(四分位间距)表示,组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验;计数资料用率和构成比表示,组间比较采用 χ^2 检验;结局为二分类变量时采用二分类 Logistic 回归进行影响因素分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、一般情况

608 例扁平足病人中 67 例(67/608, 11.01%)合

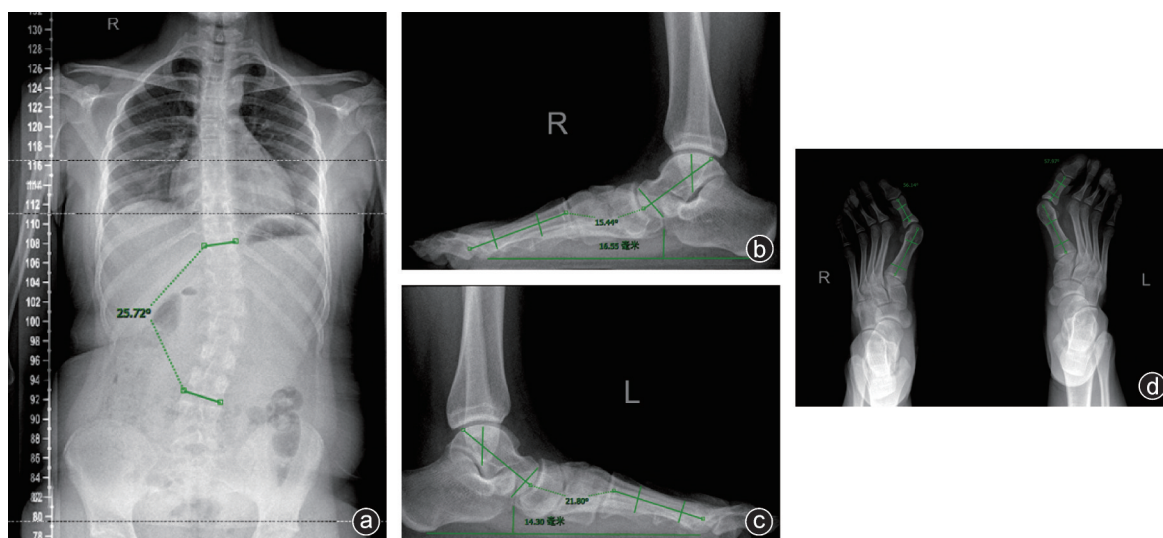


图1 病人,女,13岁3个月 a:全脊柱正位X线片可见脊柱侧凸,冠状位Cobb角25.72°,为腰弯左侧弯;b,c:足部负重位X线片测量MA,右足15.44°,左足21.80°,测量内侧纵弓高度,右足16.55 mm,左足14.30 mm;d:足部负重位X线片测量HVA,右足56.14°,左足57.97°

并IS,Cobb角为 $19.28^{\circ} \pm 7.31^{\circ}$ 。67例IS病人中,43例Cobb角 $\leq 20^{\circ}$,24例Cobb角 $> 20^{\circ}$;41例主弯侧为左,26例主弯侧为右;IS的主弯类型分为上胸弯、胸弯、胸腰弯、腰弯,其中3例为上胸弯,均为左侧弯;7例胸弯,包括3例左侧弯,4例右侧弯;12例胸腰弯,包括6例左侧弯,6例右侧弯;45例腰弯,包括29例左侧弯,16例右侧弯。图1为1例扁平足合并IS的病人,冠状位Cobb角 25.72° ,为腰弯左侧弯。

二、扁平足病人足部参数与IS的关系

非IS组与IS组病人年龄、性别的差异均有统计学意义($P < 0.05$)。IS组病人的HVA差值、MA差值均大于非IS组,且差异有统计学意义($P < 0.05$)。两组病人的其他足部参数左足HVA、右足HVA、左足MA、右足MA的差异均无统计学意义($P > 0.05$,表1)。将年龄(> 10 岁)、性别(女)、左足HVA、右足HVA、左足MA、右足MA、HVA差值、MA差值作为单因素分析指标加入Logistic回归方程,排除单因素分析 $P > 0.20$ 的指标,将其他指标全部加入多因素回归分析。多因素Logistic回归分析结果显示:大于10岁病人有更高的IS患病风险($OR=2.866, 95\% CI: 1.683 \sim 4.881, P < 0.001$);女性病人较男性病人有更

高的IS患病风险($OR=1.892, 95\% CI: 1.121 \sim 3.193, P=0.017$);双侧足弓不对称的病人有更高的IS患病风险($OR=1.194, 95\% CI: 1.023 \sim 1.393, P=0.025$)。见表2。

三、扁平足合并IS病人的足部参数与Cobb角的关系

Cobb角 $> 20^{\circ}$ 组左足足弓水平低于Cobb角 $\leq 20^{\circ}$ 组,差异具有统计学意义($P < 0.05$)。两组病人的其他足部参数左足HVA、右足HVA、右足MA、HVA差值、MA差值均无统计学意义($P > 0.05$,表3)。将左足HVA、右足HVA、左足MA、右足MA、HVA差值、MA差值作为单因素分析指标加入Logistic回归方程,排除单因素分析 $P > 0.20$ 的指标,将其他指标全部加入多因素回归分析。多因素Logistic回归分析结果显示:左足HVA、右足HVA、左足MA、HVA差值、MA差值均无统计学意义($P > 0.05$,表4)。

讨 论

扁平足是儿童最常见的足部畸形,扁平足会导致足的负担增加,引起身体的不适和运动受限,影响其发病的因素包括:性别、年龄、体重、韧带松弛、关

表1 非IS组与IS组病人足部参数比较

组别	例数	年龄 [M(Q ₁ , Q ₃), 岁]	男/女 (例)	HVA[M(Q ₁ , Q ₃), °]		HVA差值 [M(Q ₁ , Q ₃), °]	MA[M(Q ₁ , Q ₃), °]		MA差值 [M(Q ₁ , Q ₃), °]
				左足	右足		左足	右足	
非IS组	541	9.00(8.00, 10.00)	337/204	14.66(10.76, 18.99)	14.83(10.33, 18.79)	1.18(0.39, 3.18)	13.87(10.11, 18.74)	13.27(9.91, 18.44)	0.36(0.20, 0.71)
IS组	67	10.00(8.00, 12.00)	32/35	14.52(11.50, 18.56)	15.50(11.31, 18.60)	1.98(0.55, 4.83)	14.11(11.73, 17.83)	14.10(11.98, 16.43)	0.86(0.30, 1.97)
Z(χ) ² 值	-	-4.058	5.276	-0.449	-0.366	-2.151	-0.697	-0.594	-3.942
P值	-	<0.001	0.022	0.653	0.714	0.031	0.486	0.553	<0.001

表 2 扁平足患儿发生 IS 的多因素 Logistic 回归分析

变量	β	SE(β)	Wald χ^2 值	OR 值	95% CI	P 值
性别(女)	0.638	0.267	5.704	1.892	1.121~3.193	0.017
年龄(>10岁)	1.053	0.272	15.031	2.866	1.683~4.881	<0.001
MA 差值	0.177	0.079	5.056	1.194	1.023~1.393	0.025

表 3 Cobb 角 $\leq 20^\circ$ 组与 Cobb 角 $> 20^\circ$ 组的足部参数比较

分组	例数	HVA [$M(Q_1, Q_3), ^\circ$]		HVA 差值 [$M(Q_1, Q_3), ^\circ$]	MA [$M(Q_1, Q_3), ^\circ$]		MA 差值 [$M(Q_1, Q_3), ^\circ$]
		左足	右足		左足	右足	
Cobb 角 $\leq 20^\circ$	43	14.52(11.00, 18.56)	15.75(11.31, 18.10)	1.61(0.52, 4.00)	13.56(9.39, 17.27)	13.92(9.15, 15.96)	0.64(0.26, 1.60)
Cobb 角 $> 20^\circ$	24	14.68(13.10, 19.60)	14.20(10.27, 21.20)	3.27(0.88, 5.35)	15.25(13.88, 19.39)	15.23(12.50, 18.79)	1.46(0.47, 2.19)
Z 值	-	-0.654	-0.196	-1.687	-2.354	-1.752	-1.602
P 值	-	0.513	0.844	0.092	0.019	0.080	0.109

表 4 扁平足合并 IS 患儿 Cobb 角 $> 20^\circ$ 的多因素 Logistic 回归分析

变量	β	SE(β)	Wald χ^2 值	OR 值	95% CI	P 值
左足 MA	0.254	0.203	1.565	1.289	0.866~1.918	0.211
右足 MA	-0.118	0.213	0.310	0.888	0.585~1.348	0.578
左足 HVA	0.059	0.041	2.073	1.061	0.979~1.150	0.150
MA 差值	0.343	0.294	1.361	1.409	0.792~2.505	0.243
HVA 差值	0.218	0.122	3.181	1.244	0.979~1.581	0.074

节过度活动等。IS 是儿童最常见的脊柱畸形,其危害严重,发病机制复杂,目前普遍认为 IS 是多种因素共同作用的结果。近年来,随着生物力学的发展以及对人体结构整体观认识的加深,IS 病人的相关研究已经不再局限于脊柱侧凸,而是关注身体其他部位与脊柱侧凸之间的生物力学关系。目前研究认为,IS 病人存在脊柱、骨盆、下肢的不对称及足弓水平降低。同时,跟骨外翻及肢体不对称引起的生物力学变化能够影响 IS 的发生发展^[10,16]。本研究发现,扁平足合并 IS 病人存在双侧足形态不对称,且双侧足弓不对称是扁平足合并 IS 的危险因素。这为临床工作提供了一个新的诊疗思路。

一、扁平足病人足部参数与 IS 的关系

有研究表明,超重或肥胖儿童的足弓水平明显低于正常儿童,提示异常的足部负重对儿童的足弓水平产生了影响^[17]。值得注意的是,IS 病人双足负重始终处于不对称状态,这可能与 IS 病人的本体感觉感受器受损有关,也可能与 IS 病人的重心偏移有关。游国鹏等^[18]的研究指出 IS 病人主弯凹侧足底压力大于主弯凸侧,Catan 等^[19]的研究指出 IS 病人主弯凸侧足底压力大于主弯凹侧。虽然既往 IS 病人的足底压力分布规律的研究结果不一致,但研究均

指出 IS 病人存在双侧足底压力分布不对称。在本研究中 IS 病人存在双侧足弓不对称,双侧踝外翻角不对称,结合本研究结果,作者提出假设,IS 病人长期的双侧足底压力分布不对称,会对双侧足形态产生影响,导致 IS 病人出现双侧踝外翻角不对称及双侧足弓不对称。同时,双侧足形态不对称也可能影响 IS 的发生发展。在本研究中双侧足弓不对称是扁平足合并 IS 的危险因素。人体在步行或站立时,地面施加的反作用力通过足底向上传导,由双侧足弓不对称和双侧足底压力的异常分布产生的不平衡力矩,会引起骨盆、脊柱负荷的异常分布,可能影响侧凸的发生发展。Tateuchi 等^[16]研究了不同跟骨外翻角度下单侧负重位髋关节、骨盆和胸部的三维角度,发现足部生物力学变化可以影响骨盆的状态,进而影响脊柱。韩秀兰等^[10]的研究证实了下肢生物力学的变化与侧凸之间有一定的联系,并指出双下肢的长度差与双前后足平面夹角差值是青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)的危险因素。本研究同样证实了足部生物力学变化与脊柱侧凸之间的联系,并发现足部生物力学变化与脊柱侧凸的发生发展之间存在相互影响。

本研究中年龄 > 10 岁以及女性均为 IS 的危险

因素,这与既往 IS 的研究结果一致,IS 多见于青春期及青春期前后(年龄 > 10 岁),且女性高发^[3-4]。本研究中 IS 在扁平足病人中的发病率为 11.01%,高于 IS 在正常人群中的发病率(1%~5.33%)^[4-5],考虑到扁平足在人群中的发病率高于 IS,且扁平足病人的就诊率低于 IS 病人,本研究得出的 IS 在扁平足病人中的发病率参考价值有限。

二、扁平足合并 IS 病人的足部参数与 Cobb 角的关系

扁平足合并 IS 病人 Cobb 角 > 20° 组左足足弓水平低于 Cobb 角 ≤ 20° 组,差异存在统计学意义($P < 0.05$),右足足弓水平存在同样的规律,其 $P=0.080$,接近显著性水平。既往研究中 Zhu 等^[13]将 AIS 病人按侧凸的严重程度分组后分别与健康组进行比较,发现中度和重度 AIS 病人的足弓指数分别为 0.28 和 0.30,差异有统计学意义,提示侧凸程度重的 AIS 病人其足弓水平较低。扁平足会引发生物力学改变,可引起足的旋前、背伸和外翻畸形,儿童更容易出现臀部、膝盖和背部疼痛或不适^[9]。扁平足儿童膝关节、髋关节的关节力矩不对称性增高,且有一定程度的骨盆旋转、骨盆倾斜^[7-8]。骨盆在维持矢状面平衡方面起着重要作用,骨盆旋转和骨盆倾斜会诱发脊柱代偿性旋转和侧凸^[20]。本研究中 Cobb 角 > 20° 组与 Cobb 角 ≤ 20° 组右足足弓水平的差异无统计学意义($P=0.080$),可能与本研究 IS 病人例数较少及纳入的病人年龄区间较广有关,未来仍需要大样本研究来进一步验证。

三、双侧足形态不对称可能的临床意义

在足部干预对 IS 的影响方面,有研究报道了矫形鞋垫可以有效改善 IS 病人的双侧足底压力分布、步态特征及骨盆冠状面倾斜等生物力学异常^[21-23]。结合本研究成果,扁平足合并 IS 病人存在双侧足形态不对称,且双侧足弓不对称是扁平足合并 IS 的危险因素,矫形鞋垫很可能是通过纠正 IS 病人的双侧足形态不对称发挥作用。故对于 IS 病人,利用矫形鞋垫或足部康复训练针对足部进行治疗,既可以纠正双侧足底压力分布及双侧足形态不对称,又可以下肢生物力学进行调整。这为足部干预对 IS 的生物力学影响提供了理论依据。然而矫形鞋垫对于脊柱侧凸的疗效,各研究结果并不一致,有研究提示矫形鞋垫对脊柱侧凸无明显疗效^[21,23]。Lee 等^[24]的研究则提示佩戴矫形鞋垫可以纠正引起 IS 的功能性因素,且在(18.6±0.70)个月的佩戴后脊柱侧凸角度显著降低。

既往 IS 生物力学相关研究有椎旁肌肉不对称、椎体不对称生长、椎间盘楔形变、臀部压力不对称、足底压力不对称等,足与脊柱的研究有观察 IS 与动静态足底压力、步态特征、足弓水平之间的关系等。本研究通过分析扁平足与 IS 的影像学资料,创新性地将双侧足形态参数差值作为衡量足对称性的指标,将足对称性纳入 IS 生物力学的研究,分析 IS 与非 IS 病人双侧足形态的对称性,同时分析了不同侧凸程度病人的足弓水平。根据本研究的结果,建议在临床工作中应该关注 IS 病人的双侧足弓水平及双侧足形态的对称性,必要时综合考虑病人的年龄、性别、足和脊柱的具体情况,并选择相应的干预措施。

四、本研究局限性

①本研究为单中心研究;②IS 样本量不足,无法根据不同侧凸方向、侧凸类型、侧凸持续时间等进行更细化的研究;③本研究仅对扁平足与 IS 之间的关系进行了初步分析及理论推导,并未比较正常人群与 IS 病人间的足形态情况,并未探索其中具体机制,希望在今后工作中进一步完善。

参 考 文 献

- [1] 韩炳善, 袁媛. 西安市 2074 名学龄前儿童扁平足发生情况[J]. 中国学校卫生, 2019, 40(7): 1097-1098.
- [2] 钟雨婷, 吕婧仪, 陈天午, 等. 上海市学龄儿童足弓指数及扁平足的流行病学研究[J]. 中国学校卫生, 2020, 41(9): 1358-1361, 1364.
- [3] Dunn J, Henrikson NB, Morrison CC, et al. Screening for adolescent idiopathic scoliosis: evidence report and systematic review for the us preventive services task force[J]. JAMA, 2018, 319(2): 173-187.
- [4] Kuznia AL, Hernandez AK, Lee LU. Adolescent Idiopathic Scoliosis: Common Questions and Answers[J]. 2020, 101(1): 19-23.
- [5] 张立, 赵智, 王迎松, 等. 云南省南华县儿童及青少年脊柱侧凸流行病学特点分析[J]. 骨科, 2023, 14(2): 150-154.
- [6] Peng Y, Wang SR, Qiu GX, et al. Research progress on the etiology and pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis[J]. Chin Med J (Engl), 2020, 133(4): 483-493.
- [7] Boryczka-Trefler A, Kalinowska M, Szczerbik E, et al. Effect of plano-valgus foot on lower-extremity kinematics and spatiotemporal gait parameters in children of age 5-9[J]. Diagnostics (Basel), 2021, 12(1): 2.
- [8] Jafarnejadgero A, Majlesi M, Madadi-Shad M. The effects of low arched feet on lower limb joints moment asymmetry during gait in children: A cross sectional study[J]. Foot (Edinb), 2018, 34: 63-68.
- [9] Kothari A, Dixon PC, Stebbins J, et al. Are flexible flat feet associated with proximal joint problems in children? [J]. Gait Posture, 2016, 45: 204-210.
- [10] 韩秀兰, 许钦, 李小金, 等. 青少年特发性脊柱侧凸患者下肢的生物力学分析[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2016, 38(6): 440-443.

- [11] 谈瀛. 青少年特发性脊柱侧凸的生物力学危险因素分析[J]. 颈腰痛杂志, 2019, 40(2): 234-236.
- [12] 田飞, 杨一帆, 丁桃. 青少年脊柱侧凸的生物力学因素相关性研究[J]. 中国康复理论与实践, 2018, 24(4): 453-456.
- [13] Zhu F, Hong Q, Guo X, et al. A comparison of foot posture and walking performance in patients with mild, moderate, and severe adolescent idiopathic scoliosis [J]. PLoS One, 2021, 16(5): e0251592.
- [14] 王路军. 侧位距骨第一跖骨角研究进展[J]. 中国医学影像学杂志, 2012, 20(7): 558-560.
- [15] Horne JP, Flannery R, Usman S. Adolescent idiopathic scoliosis: diagnosis and management [J]. Am Fam Physician, 2014, 89(3): 193-198.
- [16] Tateuchi H, Wada O, Ichihashi N. Effects of calcaneal eversion on three-dimensional kinematics of the hip, pelvis and thorax in unilateral weight bearing[J]. Hum Mov Sci, 2011, 30(3): 566-573.
- [17] Abich Y, Mihiret T, Yihunie Akalu T, et al. Flatfoot and associated factors among Ethiopian school children aged 11 to 15 years: A school-based study[J]. PLoS One, 2020, 15(8): e0238001.
- [18] 游国鹏, 杜青, 陈楠, 等. 青少年特发性脊柱侧凸患者步态运动学及足底压力特征分析[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2013, 35(7): 537-541.
- [19] Catan L, Cerbu S, Amaricai E, et al. Assessment of static plantar pressure, stabilometry, vitamin d and bone mineral density in female adolescents with moderate idiopathic scoliosis [J]. Int J Environ Res Public Health, 2020, 17(6): 2167.
- [20] Stylianides GA, Dalleau G, Begon M, et al. Pelvic morphology, body posture and standing balance characteristics of adolescent able-bodied and idiopathic scoliosis girls [J]. PLoS One, 2013, 8(7): e70205.
- [21] 朱飞龙, 张明, 郭晓琦, 等. 矫形鞋垫对青少年特发性脊柱侧弯患者脊柱畸形和步行的改善效果[J]. 中国康复理论与实践, 2021, 27(6): 645-652.
- [22] 赵燕, 王楚怀, 李丹, 等. 矫形鞋垫用于青少年特发性脊柱侧弯体位调整的研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2018, 40(9): 684-686.
- [23] 韩秀兰, 许轶, 李小金, 等. 青少年特发性脊柱侧弯患者的足底压力差异分析及穿戴矫形鞋垫的影响[J]. 中山大学学报(医学科学版), 2017, 38(4): 582-589.
- [24] Lee JG, Yun YC, Jo WJ, et al. Correlation of radiographic and patient assessment of spine following correction of nonstructural component in juvenile idiopathic scoliosis [J]. Ann Rehabil Med, 2018, 42(6): 863-871.

(收稿日期: 2023-10-11)

(本文编辑: 龚哲妮)

引用格式

李瑞琛, 黄继辉, 周治国, 等. 扁平足合并特发性脊柱侧凸的影像学特征及危险因素分析[J]. 骨科, 2024, 15(1): 49-54. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2024.01.010.