

青少年特发性脊柱侧弯症患者的足底压力差异分析及 穿戴矫形鞋垫的影响

韩秀兰¹, 许 轶¹, 李小金², 王楚怀³, 张桂芳¹, 李 丹¹, 张梓敬¹, 张振发¹
(中山大学附属第一医院 1. 东院康复医学科; 2. 东院护理部; 3. 康复医学科, 广东 广州 510700)

摘要: 【目的】分析青少年特发性脊柱侧弯症(AIS)患者的足底压力指标,探讨AIS患者的足底压力特征。【方法】选取2015年10月至2017年3月中山大学附一院东院康复科就诊的AIS患者56例,以脊柱侧弯方向的不同分为3组:右侧弯18例,左侧弯18例,S型脊柱胸腰段侧弯20例;另选同期健康对照组19例。对4组受试者的双侧足总压力,前半足、后半足压力等生物力学指标进行检测和比较,以分析不同类型AIS患者和健康人的足底压力分布特征。对3组穿戴了矫形鞋垫的患者,分析其穿鞋垫前后足底压力变化,并对穿着矫形鞋垫条件下重新拍摄脊柱全长片的患者,分析其Cobb角度的变化。【结果】与对照组相比,右侧弯组患者的左足平均压力、左前半足压力小于对照组,右足平均压力、右后半足压力大于对照组($P < 0.017$)。左侧弯组患者的右前半足压力小于对照组,右后半足压力大于对照组($P < 0.017$)。S型胸腰弯组左前半足压力小于对照组。右侧弯组左足平均压力($44.7\% \pm 6.0\%$)明显小于右足平均压力($55.4\% \pm 6.0\%$),差异具有统计学意义($P < 0.05$),左侧弯组、S型胸腰弯组与对照组左右足底压力无差异。配制矫形鞋垫后,即刻为患者测量穿戴矫形鞋垫时的足底压力,单弯型脊柱侧弯(左侧弯或右侧弯)患者足底压力分布存在差异,而S型胸腰弯组患者穿戴前后足底压力无差异。患者在穿戴矫形鞋垫前后Cobb角度对比没有统计学意义($P = 0.102$)。【结论】右侧弯患者的左右足底压力对称性较差,S型胸腰弯患者的左、右足底压力呈现对称。矫形鞋垫可以有效调整单弯型脊柱侧弯(左或右侧弯)患者的足底压力分布,但对于患者侧弯角度的影响还需要进一步的跟踪观察。

关键词: 青少年;特发性脊柱侧凸症;足底压力;矫形鞋垫

中图分类号:R682.3

文献标志码:A

文章编号:1672-3554(2017)04-0582-08

Analysis of Plantar Pressure Differences in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis and Influence of Insoles on Patients

HAN Xiu-lan¹, XU Yi¹, LI Xiao-jin¹, WANG Chu-huai³, ZHANG Gui-fang¹, LI Dan¹, ZHANG Zi-jing¹,
ZHANG Zhen-fa¹

(1. Department of Rehabilitation Medicine, East Branch; 2. Department of Nursing, East Branch; 3. Department of Rehabilitation
Medicine; The First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510700, China)

Corresponding to: WANG Chu-huai, E-mail: rehab@163.com

Abstract: 【Objective】To explore the characteristics of the plantar pressure data of the patients with adolescent idiopathic scoliosis (AIS). 【Methods】56 AIS patients who were diagnosed from October 2015 to March 2017 in the East branch of the First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University divided into 3 groups, 18 cases in spinal lateral bending to right, 18 cases in spinal lateral bending to left, 20 cases in type S who were thoracolumbar scoliosis. Another 19 healthy persons were as the control group. The left and right foot pressure, half foot pressure and other biomechanical data were compared. The changes of the plantar pressure and the Cobb angle were analyzed with the patients who wore orthopedic insoles. 【Results】Compared with the control group, the mean pressure of the left foot and the pressure of the left anterior half of the right bending group were less than those of the control group, and the right half foot pressure were greater than those of the control group ($P < 0.017$). To the left bending group, the mean pressure of

收稿日期:2017-04-17

基金项目:广东省科技计划项目(2008B080703036)

作者简介:韩秀兰,硕士,主管技师,研究方向:骨科及神经康复,E-mail: jenyer1021@163.com;王楚怀,通信作者,研究方向:骨科康复,E-mail: rehab@163.com

right anterior half foot were less than those of the control group, and the right rear half foot pressure was greater than that of the control group ($P < 0.017$). The pressure of the left anterior half foot of the S type scoliosis group was less than that of the control group. To the right bending group, the left foot average pressure ($44.7\% \pm 6.0\%$) was significantly less than the average pressure of right foot ($55.4\% \pm 6.0\%$). There was no difference in bilateral plantar pressure of the left bending group, S type group and control group. There was difference with the plantar pressure distribution in patients with only one curve after they wore orthotic insoles, but there was no difference in patients with type S. There was no significant difference in the Cobb angle after the patients wearing the orthotic insoles ($P = 0.102$). 【Conclusions】 The right and left foot pressure symmetry of the right bending patients is poor, but the left and right plantar pressure in the patients with type S is symmetrical. The orthotic insole can be used to adjust the plantar pressure distribution in patients with a single curved scoliosis (left or right), but their effect on the patient's spinal lateral curvature should be further observed.

Key words: adolescent; idiopathic scoliosis; plantar pressure; orthopedic insole

[J SUN Yat-sen Univ (Med Sci), 2017, 38(4):582-589]

脊柱侧弯是临床常见病,国际脊柱侧弯研究学会(scoliosis research society, SRS)对脊柱侧弯的定义是,应用Cobb's方法测量站立位的脊柱正位X线全长片,如果脊柱的侧向弯曲角度 $> 10^\circ$,则为脊柱侧弯^[1]。脊柱侧弯的病因复杂,目前未有确切、唯一的致病因素,临床上将原因未明的青少年脊柱侧弯称为特发性脊柱侧弯症(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)^[1]。随着医学生物力学的发展,有学者对AIS的生物力学进行了研究,但多为从脊柱本身生物力学的改变,如椎旁肌肉的不对称性、骨盆的不对称性等方面的研究^[2-3]。也有少数学者对AIS患者的动态足底压力变化、平衡等的研究报道^[4-5]。然而,站立作为人体最常见的功能表现形式之一,同时是日常生活不可或缺的部分,对人体生物力学变化,同样具有重要影响。本研究拟分析AIS患者的双足底压力、前后半足底压力等以探索足部生物力学异常与特发性脊柱侧弯症之间联系。鞋垫作为调整下肢生物力学的工具,目前已经在膝关节骨性关节炎、下腰痛等患者中具有治疗作用^[6-8]。本研究将同时探讨穿戴矫形鞋垫对患者足底压力和Cobb角度的影响。

1 材料与方 法

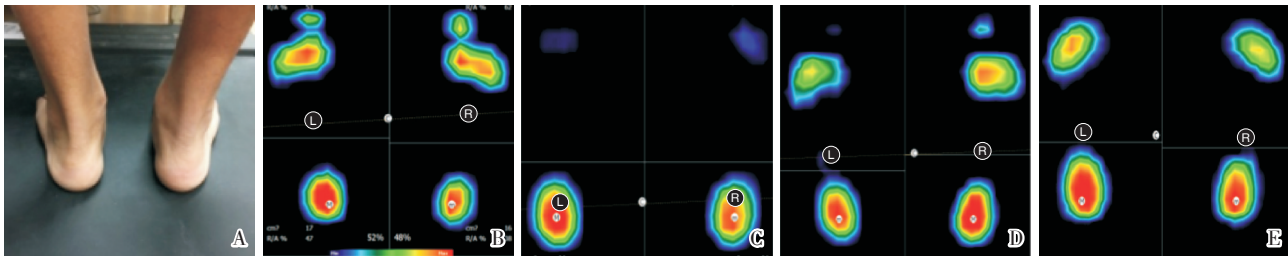
1.1 材料来源与分组

侧弯组选取2015年10月至2017年3月在中山大学附属第一医院东院康复科首次确诊的胸、腰段AIS患者,以患者脊柱侧弯的方向分为左侧弯(18例)、右侧弯(18例)、胸腰段脊柱S型侧弯(20例)。侧凸组纳入标准:①符合AIS临床诊断

标准^[1],Cobb角度在 $10^\circ \sim 40^\circ$;②年龄 $10 \sim 18$ 岁,病因不明;③无家族性脊柱侧弯和肌肉骨骼外伤史,无生长发育障碍史,不存在其他异常X线征象者;④无神经、肌肉、骨骼异常患病史;⑤双下肢长度差小于1 cm。排除标准:神经、肌肉、骨骼异常患病史;家族性脊柱侧弯;脊柱侧弯严重,Cobb角度大于 40° ;双下肢明显长度差。对照组(19例)为2015年10月至2017年3月在中山大学附属第一医院东院实习且符合纳入标准:①健康青年,年龄 $20 \sim 23$ 岁;②Cobb角 $< 10^\circ$,身体无明显不对称;③无足踝生物力学纠正史;④无神经系统疾病、骨骼肌肉外伤、生长发育障碍史,未曾配制矫形鞋垫、支具等的健康青年学生。排除标准:任何身体不对称、神经肌肉疾病、不愿配合测试人员。数据收集前报批中山大学附属第一医院东院伦理委员会,获得批准。由经专门培训的康复医师对参与对象进行检查程序讲解,并签署知情同意书。

1.2 研究方法

足底压力测量^[9]是目前比较常用的评估人体双足平面压力分布的工具。所有调查对象均进行站立位足底压力的测量。足底压力测量仪采用意大利Sensor Medica公司生产的Freestep动态光学式足底压力传感器进行,其可以敏感感知足部压力的分布。第一步,所有调查对象裸足、双足与肩同宽,站立于足底压力测试仪上,目视前方1 m处目标物。双手自然垂放于身体两侧,自然呼吸。保持身体稳定约1 min后,读取压力传感器的读数。因个体身高和体质量差异,本研究所测试的压力数据均为足底压力的百分比。所选取的读数包括左足总压力、右足总压力,双侧前半足压力和双侧后半足压力(图1)。第二步,动员所有的脊



A: Plantar pressure test; B: Distribution of plantar pressure; C: Plantar pressure of S type group; D: Plantar pressure of left bending group; E: Plantar pressure of right bending group. L: left; R: right

图1 足底压力测量及结果

Fig.1 Plantar pressure test and result

柱侧弯患者进行矫形鞋垫配置(图2),配置的方法根据患者裸足足底压力分布情况,及测量患者足前、后平面夹角,后足旋前程度等生物力学数据进行^[10]。患者配置矫形鞋垫后,在治疗室穿着步行10~15 min,无不适感时,再次测试患者穿戴矫形鞋垫时的足底压力(图3)。第三步,动员配置矫形鞋垫的患者在穿戴矫形鞋垫的情况下拍摄脊柱全长X线片,由于担心辐射等原因,最终有14名患者重新拍摄了脊柱全长X线片。为避免鞋子对患者足底压力的影响,患者统一穿支撑性较好(硬底、硬帮),宽头的运动鞋。



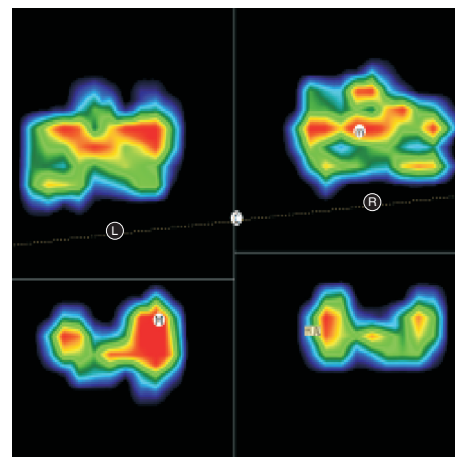
A: The front view of insoles; B: The bottom view of insoles

图2 矫形鞋垫举例图

Fig.2 Examples of orthopedic insoles

1.3 统计分析

数据处理分析采用统计学软件SPSS16.0。符合正态分布的计量资料用($\text{Mean} \pm \text{SD}$)表示,根据数据特点,多组计量资料选用方差分析或Kruskal-Wallis检验,两独立样本选用 t 检验,患者左右足底压力及矫正前后足底压力比较选用配对 t 检验。计数资料分析采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 时差异有统计学意义。



L: left; R: right

图3 穿戴鞋垫后足底压力

Fig.3 Plantar pressure with insoles

2 结果

2.1 基本情况分析

本次研究共纳入研究对象75例(表1)。分析不同组间基本情况发现,不同组间年龄和身高有统计学意义($P < 0.05$,表1),是因为对照组选择成年青年,其骨骼发育成熟,姿势形态比较稳定,不再受生长发育影响;身高已经增长到稳定阶段,处于顶峰,并且因为脊柱直立,无弯曲,因此身高上与脊柱侧弯患者对比有统计学意义。而性别、体质质量无统计学意义($P > 0.05$,表1)。

2.2 侧弯组与正常组间足底压力比较

比较不同组间足底压力,发现除左后足压力无统计学意义外,左、右足压力,左前半足压力、右前半足压力、右足后部压力均具有统计学意义($P < 0.05$,表2),提示不同组间足底压力不同。

将侧弯组与对照组足底压力进一步两两比

表1 受试者基本情况分析

Table 1 The general information of the subjects

[n(%) or $\bar{x} \pm s$]

variable	Right bending group	Left bending group	S type group	Control group	F/χ^2	P
Age/years	14.8 ± 3.0	15.7 ± 2.5	16.5 ± 2.8	21.4 ± 1.2	27.323	< 0.001
Gender						
Female	9(50.0)	9(50.0)	13(65.0)	10(52.6)	1.210	0.751
Male	9(50.0)	9(50.0)	7(35.0)	9(47.4)		
Weight/kg	47.6 ± 9.0	47.6 ± 11.9	47.8 ± 8.7	54.9 ± 8.8	2.721	0.051
Height/cm	157.2 ± 10.0	161.5 ± 9.7	163.6 ± 7.4	165.2 ± 7.4	2.921	0.040

表2 不同侧弯类型足底压力分布情况分析

Table 2 Analysis of plantar pressure distribution of different types of lateral bending

($\bar{x} \pm s, \%$)

Variable	Right bending group	Left bending group	S type group	Control group	H	P
Left foot pressure	44.7 ± 6.0	47.7 ± 7.2	50.4 ± 4.4	50.0 ± 2.7	10.8	0.013
Right foot pressure	55.4 ± 6.0	52.3 ± 7.2	49.7 ± 4.4	50.0 ± 2.7	11.2	0.011
Anterior pressure of left foot	16.3 ± 7.0	17.3 ± 9.2	17.6 ± 7.8	22.7 ± 3.2	10.0	0.018
posterior pressure of left foot	28.2 ± 10.6	30.4 ± 9.2	32.8 ± 8.7	27.3 ± 2.8	4.7	0.196
Anterior pressure of right foot	19.7 ± 9.3	17.9 ± 7.6	18.8 ± 7.8	23.3 ± 2.6	9.2	0.027
posterior pressure of right foot	35.7 ± 12.0	34.4 ± 11.6	30.9 ± 6.7	26.7 ± 3.7	12.1	0.007

No satisfy with variance analysis condition, used Kruskal-Wallis test. $P < 0.05$ means significant differences.

较,校准检验水准($\alpha = 0.05/3 = 0.017$)。结果显示(表3),右侧弯与对照组相比,左足、右足、左足前部、右足后部压力具有统计学意义($P < 0.017$,表3)。右侧弯组左足平均压力、左前半足压力均低于对照组;而右足平均压力和右后半足压力均高于对照组。左侧弯组与对照组比,右前半足、右后半足压力对比有统计学意义($P < 0.017$,表3);右前半足小于对照组,右后半足压力大于对照组。S型脊柱侧弯组与对照组比,左前半足压力小于对照组,差异具有统计学意义($P < 0.017$,表3)。

2.3 足底压力特征比较分析

各组内左、右足底压力对比分析(表4),显示右侧弯组左、右足底压力差值为-10.7%,差值标

准差12.0%,对比有统计学意义($P < 0.01$,表4),提示相对于左侧弯组、S型胸腰弯组和对照组,右侧弯组患者的左右足底压力对称性更差。

2.4 脊柱侧弯患者配制矫形鞋垫后足底压力分布情况分析

由于涉及费用和对穿戴矫形鞋垫的接受程度问题,56名脊柱侧弯患者中,最终左侧弯和右侧弯患者中各有11名,S型侧弯患者中有14名,共36名患者配置并穿戴了矫形鞋垫。本实验对穿戴矫形鞋垫前、后的足底压力进行分析(表5)。

对不同侧弯类型穿戴矫形鞋垫前后足底压力对比分析发现,右侧弯患者配制矫形鞋垫前后,左足($t = -2.997, P = 0.013$)、左前半($t = -3.504,$

表3 侧弯组与对照组足底压力比较分析

Table 3 Comparison of plantar pressure between the test group and the control group

Variable	Right bending		Left bending		S type	
	t	P	t	P	t	P
Left foot pressure	-3.426	0.002 ¹⁾	-1.293	0.210	0.301	0.765
Right foot pressure	3.501	0.002 ¹⁾	1.293	0.210	-0.301	0.765
Anterior pressure of left foot	-3.534	0.002 ¹⁾	-2.361	0.028	-2.698	0.012 ¹⁾
posterior pressure of left foot	0.373	0.713	1.362	0.188	2.643	0.114
Anterior pressure of right foot	-1.611	0.123	-2.833	0.010 ¹⁾	-2.482	0.021
posterior pressure of right foot	3.058	0.006 ¹⁾	2.685	0.014 ¹⁾	2.434	0.021

1) Significant at level of inspection $\alpha = 0.05/3 = 0.017$.

表4 各组足底压力配对 t 检验
Table 4 Paired t test of the plantar pressure in different groups

Variable	n	D -value/%	SD of D -value/%	t	P
Right bending group	18				
Left-right foot pressure		-10.7	12.0	-3.771	0.002 ¹⁾
Left-right Anterior foot pressure		-3.3	8.2	-1.732	0.101
Left-right posterior foot pressure		-7.4	17.6	-1.791	0.091
Left bending group	18				
Left-right foot pressure		-4.7	14.4	-1.373	0.188
Left-right Anterior foot pressure		-0.7	5.9	-0.478	0.638
Left-right posterior foot pressure		-4.0	13.7	-1.240	0.232
S type group	20				
Left-right foot pressure		0.7	8.7	0.358	0.724
Left-right Anterior foot pressure		-1.2	7.2	-0.717	0.482
Left-right posterior foot pressure		1.9	7.3	1.136	0.270
Control group	19				
Left-right foot pressure		0.0	5.3	0.000	1.000
Left-right Anterior foot pressure		-0.7	3.0	-0.946	0.357
Left-right posterior foot pressure		0.7	4.3	0.648	0.525

1) significant differences, $P < 0.01$.

表5 AIS患者配制矫形鞋垫后足底压力分布情况
Table 5 Plantar pressure distribution in AIS with orthopedic insoles ($\bar{x} \pm s, \%$)

Variable	Right banding group($n=11$)	Left bending group($n=11$)	S type group($n=14$)
Left foot pressure	49.8 \pm 3.4	48.1 \pm 4.1	54.0 \pm 11.2
Right foot pressure	50.3 \pm 3.4	52.0 \pm 4.1	48.2 \pm 7.1
Anterior pressure of left foot	23.6 \pm 3.5	22.4 \pm 7.2	20.0 \pm 5.2
Posterior pressure of left foot	26.2 \pm 3.6	25.7 \pm 7.5	31.8 \pm 8.1
Anterior pressure of right foot	23.1 \pm 6.5	24.5 \pm 5.8	18.1 \pm 6.3
Posterior pressure of right foot	27.1 \pm 6.8	27.5 \pm 7.2	30.1 \pm 9.9

$P = 0.006$)足底压力增加,右足($t = 3.089, P = 0.011$)、右后半($t = 3.213, P = 0.009$)足底压力降低。左侧凸患者矫形前后,右前半足压力增加($t = -2.986, P = 0.014$),右后半足压力降低($t = 2.568, P = 0.028$),其余无统计学意义(表6)。胸腰段S型患者配制矫形鞋垫前后,足底压力无统计学意义(图4、表6)。

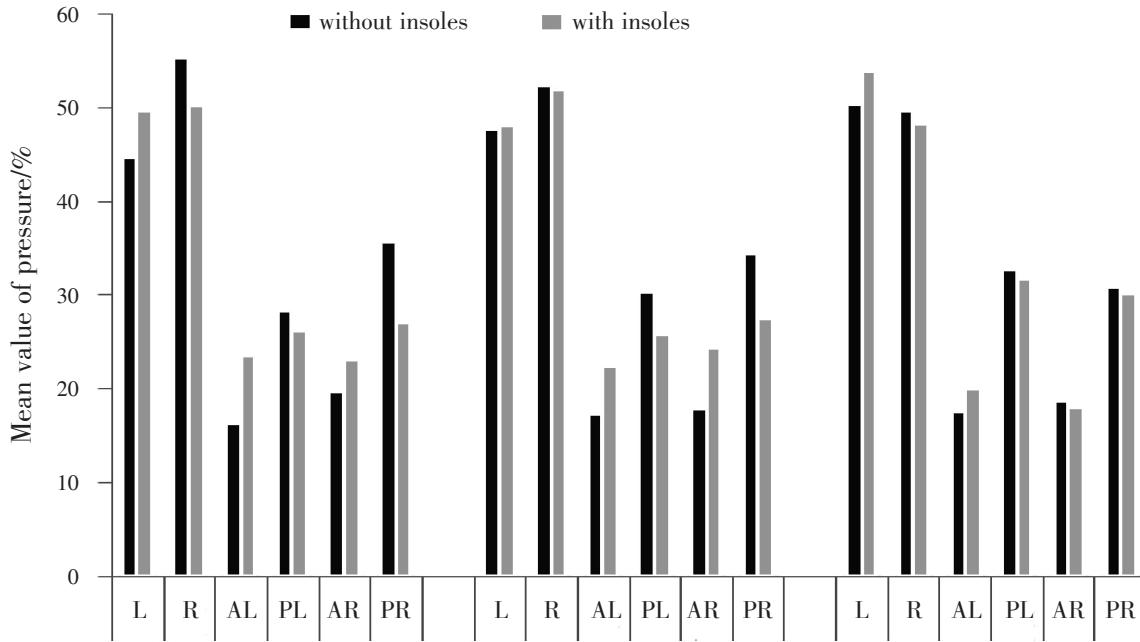
2.5 穿戴鞋垫前后Cobb角度变化的配对 t 检验

56例穿矫形鞋垫的患者中,有14侧弯患者穿着鞋垫重拍了脊柱全长正位X线片,除4名胸腰段S型患者的Cobb角度毫无变化外,其余10名患者矫正后脊柱侧弯Cobb角度均有所降低,降低程度从 $4^\circ \sim 10^\circ$ 不等,平均角度从 $24.4^\circ \pm 8.1^\circ$ 降低为 $23.4^\circ \pm 7.8^\circ$,前后结果经配对 t 检验,无统计学意义($t = 1.758, P = 0.102$),可能由于样本量较少或穿戴时间短,对Cobb角度影响暂无法观察到,需要

进一步的跟踪观察。

3 讨论

AIS是青少年最常见的脊柱畸形,占脊柱侧弯总发病人群的85%以上^[11]。其病因复杂,目前医学界认为多因素联合作用是AIS的发病机制^[12]。近年来,医学生物力学研究的发展,表明椎旁肌、骨盆等生物力学因素对于AIS的形成和发展有一定的影响^[3,13]。Sung等^[13]认为双下肢不等长引起的代偿性改变,如长腿侧的足部旋前增加,导致其负重更多,脊柱也将代偿性的向长腿侧侧弯以减少双下肢不等长所带来的步态学影响,不及时纠正可使脊柱由功能性的脊柱侧弯向结构性的脊柱侧弯进展。Mc Caw^[14]和Williams^[15]等报道,双下肢不等长所导致的足部支撑人体、下腰部不适等问题可以通过足踝矫正治疗。Solomonow-



L:left foot; R:right foot; A:anterior; P:posterior.

图4 AIS患者配制矫形鞋垫前、后足底压力分布情况

Fig.4 Plantar pressure distribution in AIS with or without orthopedic insoles

表6 不同侧弯类型矫正前后足底压力比较分析

Table 6 Comparison of plantar pressure in different bending types AIS with or without orthopedic insoles

Variable	D-value	SD of D-value	t	P
Right bending group(n=11)				
Left foot pressure	-5.6	6.1	-2.997	0.013 ¹⁾
Right foot pressure	5.7	6.2	3.089	0.011 ¹⁾
Anterior pressure of left foot	-8.82	7.7	-3.504	0.006 ¹⁾
Posterior pressure of left foot	2.5	11.6	0.703	0.498
Anterior pressure of right foot	-6.2	10.3	-2.005	0.073
Posterior pressure of right foot	12.0	12.4	3.213	0.009 ¹⁾
Left bending group(n=11)				
Left foot pressure	-0.3	6.9	-0.132	0.898
Right foot pressure	0.3	6.9	0.132	0.898
Anterior pressure of left foot	-3.9	7.3	-1.779	0.106
Posterior pressure of left foot	3.6	9.7	1.248	0.241
Anterior pressure of right foot	-5.9	6.6	-2.986	0.014 ¹⁾
Posterior pressure of right foot	6.2	8.0	2.568	0.028 ¹⁾
S type group(n=14)				
Left foot pressure	-3.0	10.4	-1.079	0.300
Right foot pressure	0.9	7.6	0.424	0.678
Anterior pressure of left foot	-2.8	6.83	-1.539	0.148
Posterior pressure of left foot	2.0	11.9	0.607	0.554
Anterior pressure of right foot	-0.6	6.4	-0.336	0.742
Posterior pressure of right foot	1.4	7.1	0.752	0.466

1) significant differences, P<0.05

Avnon 等^[16]认为,足部的压力中心的变化可以影响到髋部、腰部等的肌群的力学参数。腰部疼痛等不适者,可能是因为他们的足踝等下肢生物力学存在问题,通过定制足的矫形器,使得腰部疼痛症状得到解决。足底压力分析广泛应用于临床^[9,17],双足底压力百分比可以反映身体姿势形态及脊柱的对称性^[18]。为保持人体直立姿势下脊柱无各个方向的凸曲畸形,应做到腿部直立,身体的重量通过双下肢传递到内踝前外侧的足弓高点,并通过足弓向前、后足传递。此时两足的压力对称,前后足压力相当。非对称足底生物力学将导致适应性或代偿性的脊柱畸形或曲度的改变,可能引起功能性脊柱侧弯^[19-20]。游国鹏^[4]和周璇^[5]等也认为 AIS 患者的步态、平衡功能与正常人相比有差异。

本研究中选用足底压力指标,基于静态足底压力可以反映个体的生物力学状况。人体除了步行等方式外,站立是大多数人的一种生活状态,如搭乘公交、地铁,操场上站立听训,站立位完成日常生活的洗漱等。本研究中, AIS 患者右侧弯组足底压力的双侧对比存在统计学差异,左足压力小于右侧压力,并且前足压力小于后足压力,说明右侧弯组患者的足底压力双侧比较不对称,并且前后足压力不均匀,患者的重心趋向于右侧负重更多,并且重心后移。左侧弯组左侧压力虽小于右侧,然而并没有发现统计学意义,可能与大多数人是右利足有关,因此尽管脊柱向左侧弯,但重心仍落在右侧,在以后的研究中将加大样本量以寻求更确凿证据。左侧弯组双侧前足压力小,后足压力大,说明患者在站立时,有重心后移,使后足负重更多的趋势。胸腰“S”型侧弯组双足底压力对比没有统计学意义,前、后半足差异明显,说明这类型侧弯对患者左右足压力的对称性影响较小,可能为患者存在双弯,脊柱在冠状面的代偿较多,使身体重心置于中间位置,因此足底的压力双侧负荷较为均匀,但是对于患者前后半足压力的分布影响大,患者后半足承受压力更大。健康青年的双侧足压对比没有统计学意义,双侧足底压力较为对称,并且前后半足的受力均匀,较为符合正常人体生物力学标准。 AIS 患者与健康青年足底压力对比研究结果表明, AIS 患者存在足底压力双侧不对称,前后不均匀,前半足负重小,后半足负重大等差异。

AIS 患者穿戴矫形鞋垫后,双侧足底压力分布差值减少,呈现出左右更为对称,前后更为均匀的效果。脊柱侧弯的角度从 $24.4^{\circ} \pm 8.2^{\circ}$ 降低为 $23.6^{\circ} \pm 7.8^{\circ}$ 。正常情况下,双侧足底压力平衡,每侧承担体质量的 50% 压力,而且足的前后负重均匀,以减少因某一处受力过大带来的身体不适以及力学改变。由于脊柱向一侧弯曲,将导致重心向一侧偏歪,并且骨盆也出现横向的侧移,从而导致重心的侧向移位,因此患者足底压力的双侧对比中,双足压力中位数与正常人对比如差值更大。在患者的前、后半足的足底压力对比中,侧弯组的前半足压力小,而后半足的压力大。形成前后受力不均匀的模型,这种左右、前后受力不平衡的现象,可以引起躯体部位肌肉紧张度的不平衡,因此可能表现出脊柱弯曲度代偿性的变化。患者穿戴矫形鞋垫后,双侧足底压力,双侧前、后半足压力分布更为对称,因此使脊柱的对称性有所调整,前后对比 Cobb 角度稍降低,但由于患者的病程不同,脊柱的柔韧性不同,因此可调整的程度差异较大,并且选择重新拍摄脊柱 X 线片的患者较少,穿戴鞋垫时间短等原因,对 Cobb 角度的前后对比结果均存在一定影响,需要患者长时间穿戴鞋垫来验证其对脊柱侧弯的纠正作用。

综上所述,特发性脊柱侧弯症患者的双侧足底压力、前后半足压力与正常青年相比,有一定的差异性。右侧弯者的双侧足底压力对称性差,前后足的压力分布不均匀。左侧弯和 S 型侧弯者,左、右足压力较为对称,但前后足压力分布不均匀,前足压力小,后足压力大。健康青年的双侧足底压力比较对称,并且前后足的压力分布比较均匀。患者在穿戴矫形鞋垫后,足底压力的左右、前后分布改善。由于病例数及跟踪时限等研究的局限性,患者足底压力指标异常与脊柱侧弯之间的因果关系,需在日后更深入研究,以寻求更多足底压力指标与脊柱侧弯之间的关联证据。矫形鞋垫纠正患者的足底压力后,脊柱侧弯角度的变化需要长期跟踪,以明确足底压力变化对患者脊柱侧弯的影响,以及穿戴鞋垫对脊柱侧弯的矫治作用。

参考文献

- [1] 叶启彬. 脊柱侧凸外科学[M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2003: 46.
Ye QB. Scoliosis Surgery [M]. Beijing: The Peking

- Union Medical College Press, 2003: 46.
- [2] Gum J, Asher M, Burton D, et al. Transverse plane pelvic rotation in adolescent idiopathic scoliosis: primary or compensatory [J]. *European Spine J*, 2007, 16(2): 1579-1586.
- [3] 许轶, 王楚怀, 赖建洋, 等. 青少年特发性脊柱侧凸症患者凸凹侧椎旁肌平均肌电比值与 Cobb 角度相关度的分析研究 [J]. *中国康复医学杂志*, 2007, 22(12): 1078-1080.
- Xu Y, Wang CH, Lai JY, et al. Analysis on the correlation between the convex/concave AEMG ratio of paravertebral muscles and Cobb's angle in patients with adolescent idiopathic scoliosis [J]. *Chin J Rehab Med*, 2007, 22(12): 1078-1080.
- [4] 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.
- You GP, Du Q, Chen N, et al. Gait kinematics and foot pressure distribution in adolescent idiopathic scoliosis [J]. *Chin J Phys Med Rehabil*, 2013, 35(7): 537-541.
- [5] 周璇, 杜青, 赵黎, 等. 青少年特发性脊柱侧凸患者的静态平衡功能研究 [J]. *中国康复医学杂志*, 2010, 25(10): 953-956.
- Zhou X, Du Q, Zhao L, et al. Study of static balance in patients with adolescent idiopathic scoliosis [J]. *Chin J Rehabil Med*, 2010, 25(10): 953-956.
- [6] Hsieh R, Lee W. Clinical effects of lateral wedge arch support insoles in knee osteoarthritis—A prospective double-blind randomized study [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95: 27(e3952): 1-9.
- [7] Zhang J. Chiropractic adjustments and orthotics reduced symptoms for standing workers [J]. *J Chiropractic Medicine*, 2005, 4(9): 177-181.
- [8] Robert F. Effect of customized foot orthotics in addition to usual care for the management of chronic low back pain following work-related low back injury [J]. *J Manipul Physiol Ther*, 2013, 8(8): 359-363.
- [9] 袁刚, 张木勋, 张建华, 等. 足底压力分布测量系统及临床应用 [J]. *中国康复*, 2003, 18(1): 22-25.
- Yuan G, Zhang MX, Zhang JH, et al. The measurement system for dynamic foot pressure and its clinical application [J]. *Chin J Rehabil*, 2003, 18(1): 22-25.
- [10] Ronald L. *Clinical biomechanics of the lower extremities* [M]. New York: Maple Industrial Press, 1996: 131-177.
- [11] 柯扬, 何家雄, 潘志雄. 佛山市青少年脊柱侧凸患病率调查 [J]. *实用医学杂志*, 2012, 28(5): 832-834.
- Ke Y, He JX, Pan ZX. Prevalence of adolescent scoliosis in Foshan [J]. *J Pract Med*, 2012, 28(5): 832-834.
- [12] Rowe D, Bernstein S, Riddick M, et al. A Meta analysis of the efficacy of nonoperative treatments for idiopathic scoliosis [J]. *J Bone Joint Surg Am Vol*, 1997, 79(5): 664-674.
- [13] Sung P, Danial P. Analysis of relative kinematic index with normalized standing time between subjects with and without recurrent low back pain [J]. *Eur Spine J*, 2017, 26(2): 518-527.
- [14] McCaw ST, Bates BT. Biomechanical implications of mild leg length inequality [J]. *Brit J Sports Med*, 1991, 25(1): 10-13.
- [15] Williams A, Hill L, Christopher J. Foot orthoses for the management of low back pain: a qualitative approach capturing the patient's perspective [J]. *J FootAnkle Res*, 2013, 6(17): 1-8.
- [16] Solomonow-Avnon D, Levin D, Elboim-Gabyzon M, et al. Neuromuscular response of hip-spanning and low back muscles to medio-lateral foot center of pressure manipulation during gait [J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 2016, 28: 53-60.
- [17] 栾烁, 高宏宇, 朱小霞, 等. 综合视听觉训练改善帕金森病患者足底压力分布 [J]. *中山大学学报(医学科学版)*, 2014, 35(6): 950-955.
- Luan S, Gao HY, Zhu XX, et al. Effects of visual and auditory cues on static and dynamic plantar pressure pattern in Parkinson's disease [J]. *J SUN Yat-sen Univ (Med Sci)*, 2014, 35(6): 950-955.
- [18] 张嘉. 不对称应力对脊柱生长的影响及脊柱侧凸侧推矫正机制的研究 [D]. 中国协和医科大学/中国医学科学院, 2004.
- Zhang J. The effects of asymmetrical stress on spinal growth and the mechanism of lateral-pushing correction of scoliosis [D]. Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, 2004.
- [19] Clayson D, Luzalterman S, Cataletto M, et al. Long-term psychological sequelae of surgically versus nonsurgically treated scoliosis [J]. *Spine*, 1987, 12(10): 983-986.
- [20] Pinto R, Souza T, Trede R, et al. Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position [J]. *Man Ther*, 2008, 13(6): 513-519.

(编辑 余菁)