

• 临床研究 •

拇趾外翻足弓形态参数与第二跖骨头下胼胝体形成的相关性分析

刘旭^{1,2} 王闯^{1,2} 冯凤鸣^{1,2} 陶世武² 杨宗宇^{2△}

[摘要] 目的:探讨拇趾外翻足弓形态参数与第二跖骨头下胼胝体形成的相关性。方法:选择 2020 年 2 月至 2023 年 3 月收治的 180 例(360 足)拇趾外翻患者为研究对象,根据 X 线检查结果将患者按拇趾外翻程度分为轻中度组(127 例)和重度组(53 例),比较两组患者的一般资料及拇趾外翻足弓形态参数,通过 Logistic 回归分析和构建校正模型,分析患者足弓形态参数与重度拇趾外翻的关系;另根据第二跖骨头下有无胼胝体将患者分为有胼胝体组(66 例)和无胼胝体组(114 例),比较两组患者的一般资料及拇趾外翻足弓形态参数,采用分层回归模型分析拇趾外翻足弓形态参数对第二跖骨头下胼胝体形成的影响;采用广义估计方程模型分析拇趾外翻患者第二跖骨头下胼胝体形成的影响因素。结果:轻中度组与重度组患者拇趾外翻角(HVA)、第一跖和第二跖骨间角(IMA1-2)、前弓角、内弓顶角差异均有统计学意义($P < 0.05$);通过 Logistic 回归分析可知,校正混杂因素后患者足弓形态参数与重度拇趾外翻的 OR 值分别为 1.905, 2.317, 0.769 和 2.147,得出拇趾外翻角、第一跖和第二跖骨间角、前弓角、内弓顶角是重度拇趾外翻的独立影响因素($P < 0.05$);与无胼胝体组患者相比,有胼胝体组拇趾外翻角、第一跖和第二跖骨间角、内弓顶角更大,前弓角更小,差异均有统计学意义($P < 0.05$);分层回归分析结果显示,拇趾外翻角、第一跖和第二跖骨间角、前弓角、内弓顶角会对第二跖骨头下胼胝体形成产生显著影响($P < 0.05$);广义估计方程模型分析结果显示,拇趾外翻角、第一跖和第二跖骨间角、前弓角、内弓顶角均显著影响拇趾外翻患者第二跖骨头下胼胝体形成($P < 0.05$)。结论:拇趾外翻足弓形态参数与第二跖骨头下胼胝体形成之间存在一定的相关性,其中拇趾外翻角、第一跖和第二跖骨间角、前弓角、内弓顶角的变化会导致第二跖骨头下胼胝体形成。

[关键词] 拇趾外翻;足弓形态;跖骨;胼胝体;相关性分析

[中图分类号] R682.6 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2024)11-0036-06

DOI: 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.241108

Correlation Analysis between Morphological Parameters of Hallux Valgus Arch and Occurrence of Corpus Callosum under the Second Metatarsal Head

LIU Xu^{1,2} WANG Chuang^{1,2} FENG Fengming^{1,2} TAO Shiwu² YANG Zongyu^{2△}

¹ Affiliated Cangzhou Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine in Hebei Province, Hebei University of Chinese Medicine, Cangzhou 061000, Hebei China;

² Cangzhou Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine in Hebei Province, Cangzhou 061000, Hebei China.

Abstract Objective: To investigate the correlation between the morphological parameters of the hallux valgus arch and the occurrence of the corpus callosum under the second metatarsal head. **Methods:** A total of 180 patients (360 feet) with hallux valgus admitted from February 2020 to March 2023 were selected as the research objects. According to the results of

X-ray examination, the patients were divided into mild-moderate group (127 cases) and severe group (53 cases).

The general data and the morphological parameters of the hallux valgus arch of the two groups were compared. Logistic regression analysis and correction model were used to analyze

基金项目:河北省中医药管理局科研项目(2022594)

¹ 河北中医药大学附属沧州中西医结合医院(河北 沧州, 061000)

² 河北省沧州中西医结合医院

△通信作者 E-mail: 2832264044@qq.com

the relationship between the foot arch morphological parameters and severe hallux valgus. According to the presence or absence of the corpus callosum under the second metatarsal head, the patients were divided into the corpus callosum group (66 cases) and the non-corpus callosum group (114 cases). The general data and the morphological parameters of the hallux valgus arch were compared between the two groups. The generalized estimating equation (GEE) model was used to analyze the influencing factors of the occurrence of corpus callosum under the second metatarsal head in patients with hallux valgus. **Results:** There were significant differences in hallux valgus angle (HVA), 1st/2nd intermetatarsal angle (IMA1-2), anterior arch angle and medial arch apex angle between the mild to moderate group and the severe group ($P < 0.05$). Logistic regression analysis showed that after adjusting for confounding factors, the OR values of the arch morphological parameters and severe hallux valgus were 1.905, 2.317, 0.769 and 2.147, respectively. HVA, IMA1-2, anterior arch angle and medial arch apex angle were independent influencing factors for severe hallux valgus ($P < 0.05$). Compared with the patients without corpus callosum, the patients with corpus callosum had significantly larger HVA, IMA1-2, and medial arch apex angle and significantly smaller anterior arch angle ($P < 0.05$). Hierarchical regression analysis showed that HVA, IMA1-2, anterior arch angle, and medial arch apex angle had significant effects on the occurrence of the corpus callosum under the second metatarsal head ($P < 0.05$). GEE model analysis showed that HVA, IMA1-2, anterior arch angle and medial arch apex angle significantly affected the occurrence of corpus callosum under the second metatarsal head in patients with hallux valgus ($P < 0.05$). **Conclusion:** There is a certain correlation between the morphological parameters of hallux valgus foot arch and the occurrence of the corpus callosum under the second metatarsal head. The changes of HVA, IMA1-2, anterior arch angle, and medial arch apex angle can lead to the occurrence of the corpus callosum under the second metatarsal head.

Keywords: hallux valgus; morphology of the foot arch; metatarsal bone; corpus callosum; correlation analysis

拇趾外翻初期症状隐匿,主要表现为拇趾外侧偏移伴第一跖骨外翻,引发跖趾关节内侧及跖骨头下疼痛,行走时加剧^[1-2]。胼胝体是皮肤因反复摩擦而形成的硬结,常见于足底受力点。而第二跖骨头下胼胝体形成与拇趾外翻相关,系足部力学改变致其成为新受力点,长期受压摩擦所致^[3-4]。目前,拇趾外翻与足弓形态及胼胝体间相关性研究少见。本研究探讨三者相关性,为理解拇趾外翻病理机制及优化治疗提供参考,现报告如下。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

选择 2020 年 2 月至 2023 年 3 月本院收治的 180 例(360 足)拇趾外翻患者为研究对象,根据 X 线检查结果将患者按拇趾外翻程度分为轻中度组(127 例)和重度组(53 例)。本研究已通过本院医学伦理委员会审核批准,批准文号为 20190544,患者及家属知情并同意。

1.2 诊断标准

拇趾外翻分度^[5]方法:轻度拇趾外翻,即拇趾外翻角(HVA) $< 25^\circ$;中度拇趾外翻, $25^\circ \leq$ 拇趾外翻角 $< 35^\circ$;重度拇趾外翻,拇趾外翻角 $\geq 35^\circ$ 。

胼胝体观察(第二跖骨头下):在细致检查患者足部时,需要特别关注跖骨头下方的皮肤状况,看是否存在特定区域呈现扁平或显著隆起的角质增厚现象,这些增厚部分通常表现为蜡黄色调。这种增厚部位的质地较为坚硬且韧性十足,当触摸时可能感觉不够敏感,且可

能伴随轻微的压痛感^[6]。基于详细的病历记录,需要准确记录胼胝体的存在情况,即是否出现(有或无)。

1.3 纳入标准

拇趾外翻的诊断目前尚无统一标准,一般按照畸形进行诊断。本研究参照《实用骨科学》诊断标准^[7]:1)外观拇趾外展外翻畸形,可有拇囊处红肿、疼痛,穿鞋行走受限,伴或不伴足底胼胝体、锤状趾等相关病症;2)X 线示拇趾外翻角 $> 15^\circ$ 。

1.4 排除标准

1)合并风湿、痛风等;2)下肢外伤;3)跖间神经瘤或其他足部畸形。

1.5 方法

采用比利时 RSscan 公司研发的 Footscan Plate System 力学分析平台,该平台整合了 2004XL 1 m 规格的平板、Footscan2Dbox 数据捕获装置以及配备有 Footscan7. X 软件的计算机。传感器尺寸为 $0.5 \text{ cm} \times 0.7 \text{ cm}$ 。1 m 的测试板分布着 8 129 个传感单元,实现了每平方厘米覆盖 4 个传感点的密集网络。通过 USB 接口连接计算机,采样频率为 253 Hz。足底划分为十个区域,包括拇趾、第二至第四趾、第一至第五跖骨头、中足、足跟内侧及足跟外侧。

1)摄片方法^[8-9]:负重正位片,被测试者需站在线片盒上,确保膝关节处于完全伸直状态,小腿垂直于地面。在 X 线投照过程中,光线方向与人体纵轴形成 15° ,确保 X 线球管与片盒之间距离为 1 m。单足摄片则需将中心光束指向足舟骨的外侧部分;而当双足摄

片时,中心光束则应对准两足舟骨之间的中央位置。电压为 50 kV、电流为 6 mA。拍摄负重位侧位片,使用固定架来确保片盒保持直立状态,被测试者的足内侧需要紧密贴合摄片盒。被测试者需单腿站立,膝关节依然保持伸直,小腿与地面垂直。在此摄片过程中,X线球管与片盒之间的距离同样为 1 m,且 X 线投照方向与地面保持平行。此时,中心光束需要准确地对准骰骨的上缘。该摄片条件下电压为 55 kV,电流为 9.5 mA。

2)X 线测量:将足部在负重状态下拍摄的 CR 正侧位影像导入计算机,采用 Image Pro Plus6.0 软件测量角度。在确定每根跖骨的纵轴线时,选取骨干近端和远端横径的中点连线,以此作为各骨的纵轴线参考^[10]。测量拇趾外翻角,该角度由第一跖骨的中轴线和第一近节趾骨的中轴线构成。此外,测量第一跖和第二跖骨间角(IMA1-2),即第一和第二跖骨中轴线之间的夹角。测量第一和第二跖骨头两水平线之间的垂直距离。在评估足部弓形时,测量前弓角,该角度由第一跖骨头最低点分别与第一跖楔关节最低点和跟骨最

低点的连线形成。测量内弓顶角,即由距骨头最低点分别与跟骨和第一跖骨头最低点的连线所构成的角度。

1.6 统计学方法

利用 SPSS 23.0 统计软件进行数据统计分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 的形式表示,两组间比较采用 t 检验;计数资料用百分数(%)的形式表示,组间比较采用 χ^2 检验。通过 Logistic 回归分析并构建校正模型,分析患者足弓形态参数与重度拇趾外翻的关系;采用分层回归模型分析拇趾外翻足弓形态参数对第二跖骨头下胼胝体形成的影响;采用广义估计方程模型分析拇趾外翻患者第二跖骨头下胼胝体形成的影响因素, $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同畸形程度拇趾外翻患者临床资料比较

不同畸形程度拇趾外翻患者年龄、体重指数、性别、吸烟史、饮酒史等一般资料差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

2.2 不同畸形程度拇趾外翻患者足弓形态参数比较

表 1 不同畸形程度拇趾外翻患者临床资料比较

组别	性别		年龄/岁	体重指数/(kg·m ⁻²)	吸烟史/例
	男/例	女/例	($\bar{x} \pm s$)	($\bar{x} \pm s$)	
轻中度组	65	62	53.26 ± 3.44	21.68 ± 1.75	28
重度组	33	20	53.42 ± 3.08	21.35 ± 1.66	18
统计检验值	$\chi^2 = 1.852$		$t = 0.293$	$t = 1.170$	$\chi^2 = 2.790$
P	0.174		0.770	0.243	0.095

组别	饮酒史/例	高血压病/例	糖尿病/例	高脂血症/例	侧别		
					左侧/例	双侧/例	右侧/例
轻中度组	32	25	18	26	49	35	43
重度组	20	14	12	15	23	12	18
统计检验值	$\chi^2 = 2.862$	$\chi^2 = 0.998$	$\chi^2 = 1.931$	$\chi^2 = 1.303$	$\chi^2 = 0.563$		
P	0.091	0.318	0.165	0.254	0.755		

轻中度组与重度组患者拇趾外翻角、第一跖和第二跖骨间角、前弓角、内弓顶角差异均有统计学意义

($P < 0.05$),第二跖相对长度差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。

表 2 不同畸形程度拇趾外翻患者足弓形态参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	拇趾外翻角/(°)	第一跖和第二跖骨间角/(°)	第二跖相对长度/cm	前弓角/(°)	内弓顶角/(°)
轻中度组	25.14 ± 5.02	9.86 ± 2.25	0.36 ± 0.29	154.40 ± 18.23	128.89 ± 6.85
重度组	36.20 ± 6.16	13.87 ± 2.68	0.31 ± 0.14	102.76 ± 19.55	131.92 ± 7.34
t	12.576	10.287	1.197	16.955	2.648
P	<0.001	<0.001	0.233	<0.001	0.009

2.3 拇趾外翻足弓形态参数与重度拇趾外翻的相关性分析

通过 Logistic 回归分析可知,未矫正混杂因素下,患者拇趾外翻足弓形态参数中的主拇趾外翻角、第一跖和第二跖骨间角、前弓角、内弓顶角与重度拇趾外翻的 OR 值分别为 1.779,2.146,0.752 和 1.850;校正年龄、体重指数、性别、吸烟史、饮酒史后,OR 值分别为 1.905,2.317,0.769 和 2.147,得出拇趾外翻角、第一

跖和第二跖骨间角、前弓角、内弓顶角是重度拇趾外翻的独立影响因素,见表 3。

2.4 有无胼胝体形成的患者临床资料及弓形态参数比较

与无胼胝体组患者相比,有胼胝体组拇趾外翻角、第一跖和第二跖骨间角、内弓顶角更大,前弓角更小,差异均有统计学意义($P < 0.05$),两组患者其余指标差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 4。

表 3 拇趾外翻足弓形态参数与重度拇趾外翻的 Logistic 多因素分析

模型	变量	回归系数	OR(95%CI)	P
模型 1	拇趾外翻角	0.576	1.779(1.133~2.210)	0.014
	第一跖和第二跖骨间角	0.764	2.146(1.584~2.796)	0.018
	前弓角	-0.285	0.752(0.306~0.933)	0.033
	内弓顶角	0.615	1.850(1.242~2.175)	0.020
模型 2	拇趾外翻角	0.611	1.843(1.224~2.208)	0.031
	第一跖和第二跖骨间角	0.888	2.430(1.640~2.832)	0.020
	前弓角	-0.216	0.806(0.327~0.912)	0.022
	内弓顶角	0.585	1.795(1.402~2.644)	0.016
模型 3	拇趾外翻角	0.644	1.905(1.354~2.830)	0.035
	第一跖和第二跖骨间角	0.840	2.317(1.785~2.783)	0.006
	前弓角	-0.263	0.769(0.228~0.865)	0.022
	内弓顶角	0.764	2.147(1.579~2.721)	0.017

注:模型 2 校正年龄、体重指数、性别、吸烟史、饮酒史、高血压病、糖尿病、高血脂症的影响;模型 3 校正居住地、婚姻状态、工作情况、侧别的影响。

表 4 有无胼胝体形成的患者临床资料及足弓形态参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	性别		年龄/岁	体重指数/(kg·m ⁻²)	吸烟史/例
	男/例	女/例			
有胼胝体组	38	28	53.40±3.50	21.52±1.63	16
无胼胝体组	60	54	53.76±3.26	21.47±1.55	30
统计检验值	$\chi^2=0.412$		$t=0.695$	$t=0.205$	$\chi^2=0.094$
P	0.521		0.488	0.838	0.759

组别	饮酒史/例	高血压病/例	糖尿病/例	高血脂症/例	侧别		
					左侧/例	双侧/例	右侧/例
有胼胝体组	20	17	13	18	28	20	18
无胼胝体组	32	22	17	23	44	27	43
统计检验值	$\chi^2=0.101$	$\chi^2=1.028$	$\chi^2=0.689$	$\chi^2=1.197$	$\chi^2=2.201$		
P	0.750	0.311	0.407	0.274	0.333		

组别	拇趾外翻角/(°)	第一跖和第二跖骨间角/(°)	第二跖相对长度/cm	前弓角/(°)	内弓顶角/(°)
有胼胝体组	28.17±6.04	11.69±2.90	0.48±0.16	110.54±17.38	132.10±7.20
无胼胝体组	26.23±5.11	10.77±2.85	0.42±0.25	146.62±18.75	129.18±6.74
统计检验值	$t=2.294$	$t=2.074$	$t=1.752$	$t=12.774$	$t=2.731$
P	0.023	0.040	0.081	<0.001	0.007

2.5 基于不同拇趾外翻足弓形态参数第二跖骨头下胼胝体形成的分层回归分析

将拇趾外翻角、第一跖和第二跖骨间角、第二跖相对长度、前弓角、内弓顶角作为自变量,将第二跖骨头下胼胝体形成作为因变量进行分层回归分析,结果表明第二跖相对长度并不会对第二跖骨头下胼胝体形成

有影响关系($P>0.05$);拇趾外翻角、第一跖和第二跖骨间角、前弓角、内弓顶角会对第二跖骨头下胼胝体形成有相关性($P<0.05$),见表 5。

2.6 拇趾外翻患者第二跖骨头下胼胝体形成影响因素广义估计方程分析

通过模型的参数估计和假设检验结果可知,拇趾

表 5 基于不同拇趾外翻足弓形态参数第二跖骨头下胼胝体形成的分层回归分析

分层	项目	非标准化系数		t	P	β
		β	标准误			
分层 1	常数	5.336	0.153	16.646	<0.001	
	拇趾外翻角	-0.142	0.187	1.557	0.030	-0.274
分层 2	常数	5.847	0.265	15.212	<0.001	
	拇趾外翻角	-0.242	0.133	1.296	0.022	-0.108
	第一跖和第二跖骨间角	-0.406	0.521	2.643	0.015	-0.163
分层 3	常数	6.518	0.149	13.502	<0.001	
	拇趾外翻角	-0.264	0.253	2.858	0.024	-0.242
	第一跖和第二跖骨间角	-0.152	0.336	2.436	0.015	-0.336
	第二跖相对长度	-0.221	0.185	1.642	0.230	-0.220

(续表 5)

分层	项目	非标准化系数		<i>t</i>	<i>P</i>	β
		β	标准误			
分层 4	常数	6.764	0.150	13.227	<0.001	
	拇趾外翻角	-0.522	0.275	1.759	0.014	-0.158
	第一跖和第二跖骨间角	-0.415	0.524	2.676	0.025	-0.270
	第二跖相对长度	-0.148	0.236	3.530	0.156	-0.135
	前弓角	-0.276	0.240	2.664	0.012	-0.306
分层 5	常数	7.302	0.182	11.352	<0.001	
	拇趾外翻角	-0.211	0.263	2.317	0.018	-0.227
	第一跖和第二跖骨间角	-0.174	0.208	1.795	0.006	-0.179
	前弓角	-0.410	0.154	1.963	0.020	-0.140
	内弓顶角	-0.142	0.380	2.613	0.022	-0.372

外翻角、第一跖和第二跖骨间角、前弓角、内弓顶角均显著影响拇趾外翻患者第二跖骨头下胼胝体形成($P<0.05$),而年龄、体重指数、性别、吸烟史、饮酒史、高血压病、糖尿病、高脂血症、居住地、婚姻状态、工作情况、侧别及第二跖相对长度对拇趾外翻患者第二跖骨头下胼胝体形成无显著影响($P>0.05$),见表 6。

表 6 拇趾外翻患者第二跖骨头下胼胝体形成影响因素广义估计方程分析

因素	分类	β	SE	95%CI		参数估计			OR(95%CI)	
				上限	下限	Wald χ^2	OR	<i>P</i>	上限	下限
年龄		0.359	0.247	1.252	1.640	2.111	1.432	0.215	0.723	1.782
体重指数		0.517	0.408	1.214	1.699	1.605	1.677	0.226	0.652	1.750
性别	男	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	女	-0.130	0.085	-1.136	0.912	2.338	0.878	0.322	0.354	1.530
吸烟史	无	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	有	0.417	0.272	-0.682	0.796	2.350	1.518	0.305	0.577	2.178
饮酒史	无	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	有	0.509	0.474	-0.153	0.684	1.153	1.664	0.090	0.752	1.849
高血压病	无	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	有	0.459	0.350	-0.462	0.697	1.719	1.582	0.126	0.720	1.954
糖尿病	无	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	有	0.568	0.369	-0.521	0.478	2.369	1.765	0.176	0.630	1.582
高脂血症	无	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	有	0.861	0.650	0.820	1.649	1.756	2.366	0.091	2.342	5.207
侧别	双侧	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	左侧	0.391	0.284	-0.117	0.725	1.896	1.478	0.175	0.903	2.285
	右侧	0.421	0.379	-0.204	0.850	1.234	1.524	0.166	0.851	1.442
拇趾外翻角		0.629	0.512	0.356	0.857	1.510	1.875	0.040	0.660	0.974
第一跖和第二跖骨间角		0.486	0.363	0.174	0.782	1.793	1.625	0.015	0.255	0.867
第二跖相对长度		-0.671	0.422	0.235	1.810	2.528	1.511	0.120	0.441	1.695
前弓角		-0.301	0.208	1.270	2.125	2.094	0.740	0.032	1.242	1.986
内弓顶角		0.499	0.372	0.285	0.813	1.798	1.647	0.016	0.272	0.920

3 讨论

拇趾外翻具体指拇趾相对于足部正常位置向外侧呈现出过度的倾斜,这种畸形一旦形成,往往难以通过自然方式得到完全矫正。这一病症在成年人群中较为常见,并且与遗传因素有一定的关联。除了拇趾本身的畸形,患者还常伴随拇囊炎症状,并可能感受到疼痛。在某些严重的情况下,甚至可能出现锤状趾和胼胝的形成,这些并发症无疑加重了患者的痛苦和不适^[11]。胼胝体是由于皮肤长期受到摩擦和压力而形

成的硬结,通常出现在受力集中的区域。在拇趾外翻的情况下,由于足弓形态的改变和力学结构的失衡,第二跖骨头往往成为新的受力点。长时间的摩擦和压力作用,使得该区域的皮肤逐渐增厚,最终形成胼胝体^[12]。一项研究^[13]揭示了站立相后期足部负荷分布的一个关键变化:随着足跟的抬起和负荷的前移,第二跖骨头成为身体重心的主要支撑点。在拇趾外翻的病理状态下,第二趾被异常地置于拇趾的背侧,导致第二趾呈现锤状趾的畸形。这种变形不仅引起第二跖趾关

节的脱位或半脱位,还导致第二跖骨头的下陷,进而使得跖骨头平面足横弓出现塌陷。此外,研究还发现在拇趾外翻的情况下,第二、三跖骨头在整个步态周期中承担了更长时间的负重任务,这种异常的负重分布导致这两个跖骨头的过度负荷。更为重要的是,由于拇趾外翻的影响,推离相对各趾骨的承重作用被削弱,从而使得原本已经承受较大应力的第二、三跖骨头承受更多的负荷转移。这种负荷的重新分配使得结构较为细弱的第二跖骨头更易发生疲劳性骨折,或者在第二、三跖骨头下方形成胼胝体^[14]。这些发现为理解拇趾外翻对足部结构和功能的影响提供了新的视角。另外拇趾外翻患者的足弓形态常发生改变,表现为足弓高度的减小或完全塌陷。这种足弓形态的改变不仅影响足部的外观,更重要的是会改变足部的力学结构,导致足部受力分布不均,增加其他足部结构如第二跖骨头的受力压力^[15]。本研究通过 Logistic 回归分析矫正混杂因素后,发现拇趾外翻角、第一跖和第二跖骨间角、前弓角、内弓顶角是重度拇趾外翻的独立影响因素,说明拇趾外翻角、第一跖和第二跖骨间角、前弓角、内弓顶角导致拇趾外翻足弓形态发生改变。随着拇趾外翻角的逐渐加剧,拇趾外翻足部内弓顶角相应增加,同时前弓顶角则呈下降趋势,这些变化明确指示了内侧纵弓的结构性塌陷。据文献^[16]报道,拇趾外翻足中第一跖骨头下的籽骨出现脱位现象,其根本原因可归结为第一跖骨的内向偏移。这种内移不仅直接导致足纵弓前部区域的塌陷,还进一步引发穿过两个籽骨之间的拇长屈肌腱的脱位,进而缩短其力臂的长度。此外,这种变化还削弱了跖腱膜的“绞盘机制”效能,从而加剧了足纵弓的整体塌陷现象。这一综合效应不仅影响足部的正常功能,还可能进一步加剧拇趾外翻的病情。

另外,本研究还发现与无胼胝体组患者相比,有胼胝体组拇趾外翻角、第一跖和第二跖骨间角、内弓顶角更大,前弓角更小,差异均有统计学意义,说明拇趾外翻角、第一跖和第二跖骨间角、内弓顶角、前弓角会导致第二跖骨头下胼胝体形成。拇趾外翻角是描述足弓前端形态的重要参数,在有胼胝体的患者中,拇趾外翻角往往更大,这意味着拇趾外翻角度更为开放。这种开放的角度可能导致足弓前端的稳定性降低,使得足部在行走或承受压力时更容易发生形变^[17]。第一跖和第二跖骨间角也是反映足部形态的关键指标,在有胼胝体的患者中,第一跖和第二跖骨间角常表现出增大的趋势,这表明第一和第二跖骨之间的角度增大,可能是由于拇趾外翻导致的足部力学结构改变,使得第二跖骨承受了更多的压力^[18]。这种压力分布的改变不仅增加了第二跖骨头下胼胝体形成的风险,还可能

对足部的整体稳定性产生不良影响。此外,内弓顶角是描述足弓内侧形态的重要参数,在有胼胝体的患者中,内弓顶角通常更大,这意味着足弓内侧的顶点更为突出,足弓的形态可能更为扁平^[19]。这种扁平化的足弓形态不仅影响足部的外观,更重要的是可能导致足部在承受压力时分散能力下降,增加足部疼痛和损伤的风险。在有胼胝体的患者中,前弓角往往更小。前弓角是描述足弓前端形态的重要参数,其减小可能意味着足弓前端的弯曲程度降低,使得足部在行走时难以缓冲冲击^[20]。本研究发现拇趾外翻角、第一跖和第二跖骨间角、前弓角、内弓顶角会对第二跖骨头下胼胝体形成有相关性,进一步说明了随着拇趾外翻角、第一跖和第二跖骨间角、前弓角、内弓顶角的变化会导致第二跖骨头下胼胝体形成。本研究尚存在一定的局限性,由于本研究属于单中心研究,且纳入的样本量有限,可能导致研究结果出现一定偏差,因此后续将扩大样本数进一步进行多中心研究。

综上所述,拇趾外翻足弓形态参数与第二跖骨头下胼胝体形成之间存在一定的相关性,其中拇趾外翻角、第一跖和第二跖骨间角、前弓角、内弓顶角的变化会导致第二跖骨头下胼胝体形成。

参考文献

- [1] 唐智,郎蕾,王任远,等.拇外翻足有限元模型构建及其第1跖趾关节生物力学分析[J].中国组织工程研究,2023,27(27):4283-4290.
- [2] 王文成,张兴飞,许亚军. Scarf 截骨横行截骨线倾斜角度与拇外翻矫正力度关系的 3D 骨骼重建分析[J].中国组织工程研究,2021,25(27):4265-4270.
- [3] 唐润,杨杰,梁晓军,等. Scarf 与第1跖骨双平面截骨治疗拇外翻畸形的病例对照研究[J].中国骨伤,2022,35(12):1121-1126.
- [4] 杨勤梦,付小勇,林国杰,等.可吸收螺钉在拇外翻畸形微创截骨术中的应用分析[J].中国骨伤,2022,35(9):836-842.
- [5] ROBINSON A H, LIMBERS J P. Modern concepts in the treatment of hallux valgus[J]. J Bone Joint Surg Br, 2005, 87(8):1038-1045.
- [6] ZAVERI A, KATMEH R, PATEL S, et al. The use of intramedullary devices for fixation of metatarsal osteotomies in hallux valgus surgery: a systematic review[J]. Foot Ankle Surg, 2022, 28(4):483-491.
- [7] 胥少汀,葛宝丰,徐印坎.实用骨科学[M].北京:人民军医出版社,2005:1863-1864.
- [8] 赵晓亮,孙梅兰,闫天元,等.拇外翻畸形截骨矫形后第一跖骨三维层面畸形指标的量化分析[J].中国组织工程研究,2024,33(33):5302-5307.

- II 型跟骨骨折[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36(10):1101-1103.
- [7] 王琳, 马玉林. 跟骨骨折的诊断与治疗[J]. 宁夏医学杂志, 2003, 25(5):316-319.
- [8] 于同军, 张宇航, 王磊, 等. 解剖锁定与普通钢板治疗闭合 Sanders II、III 型跟骨骨折的病例对照研究[J]. 中国骨伤, 2021, 34(9):801-807.
- [9] 明安世, 成国祥, 朱登峰, 等. 皮瓣间断牵开在跟骨骨折 L 形手术切口中的应用[J]. 中国骨伤, 2023, 36(4):320-325.
- [10] 廖正文, 黄承夸, 陈仕, 等. No-touch 技术与传统拉钩治疗跟骨骨折疗效及术后切口并发症比较[J]. 中国骨伤, 2023, 36(4):302-308.
- [11] 陈晔, 孙焕建, 施凤超, 等. 内外侧联合入路切开复位内固定术治疗合并载距突骨折脱位的跟骨骨折[J]. 中华骨科杂志, 2022, 42(3):172-181.
- [12] 赵雁波, 张晨阳, 陈兴康, 等. 不同入路内固定治疗 Sanders III 型跟骨骨折的疗效[J]. 局解手术学杂志, 2022, 31(8):721-725.
- [13] LUI T H. Avulsion fracture of the posterosuperior tuberosity of the calcaneus managed with lag screw fixation[J]. Foot and Ankle Surgery, 2018, 5(1):45-48.
- [14] 王明丽, 赵爱军. 双切口入路治疗跟骨骨折[J]. 临床骨科杂志, 2022, 25(2):232.
- [15] GIORDANO V, GODOY-SANTOS A L, DE SOUZA F S, et al. Combined lag screw and cerclage wire fixation for calcaneal tuberosity avulsion fractures[J]. Case Reports in Orthopedics, 2018:6207024.
- [16] PRABHAKAR G, KUSNEZOV N, RENSING N, et al. Dual fixation of calcaneal tuberosity avulsion with concomitant achilles tendon rupture: a novel hybrid technique[J]. Case Rep Orthop, 2017:9150538.
- [17] RAUER T, TWERENBOLD R, FLÜCKIGER R, et al. Avulsion fracture of the calcaneal tuberosity: case report and literature review[J]. Foot Ankle Surg, 2018, 57(1):191-195.
- [18] BLUM L E, HUNDAL R, WALTON D, et al. Percutaneous fixation of calcaneal tuberosity avulsion fracture[J]. Orthop Trauma, 2019, 33(1):S44-S45.
- [19] 王庆贤, 陈伟, 张英泽. 25 期跟骨骨折微创学习班核心内容概要[J]. 中华创伤杂志, 2022, 38(6):563-564.
- [20] 张军, 胡延春, 白云亭, 等. 骨科机器人辅助经皮撬拨治疗跟骨骨折[J]. 中国微创外科杂志, 2022, 22(4):313-317.

(收稿日期:2024-04-11)

(上接第 41 页)

- [9] 高毅, 马越, 赵泽宇. 医学影像测量分析负重站立位足部骨骼的自身调节能力[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(6):959-962.
- [10] DE CARVALHO K A M, BAPTISTA A D, DE CESAR NETTO C, et al. Minimally invasive Chevron-Akin for correction of moderate and severe hallux valgus deformities: clinical and radiologic outcomes with a minimum 2-year follow-up[J]. Foot Ankle Int, 2022, 43(10):1317-1330.
- [11] 吴俊德, 陈兆军, 马占华, 等. 第一跖趾关节融合术治疗中重度足拇外翻合并第一跖趾关节炎[J]. 国际骨科学杂志, 2021, 42(2):124-128.
- [12] 及松洁, 黄野, 唐竞, 等. 第一跖趾关节融合联合第二至五跖趾关节成形治疗类风湿前足畸形的疗效观察[J]. 基础医学与临床, 2021, 41(10):1486-1490.
- [13] WANG B, MANCHANDA K, LALLI T, et al. Identifying risk factors for nonunion of the modified lapidus procedure for the correction of hallux valgus[J]. J Foot Ankle Surg, 2022, 61(5):1001-1006.
- [14] EZZATVAR Y, LOPEZ-BUENO L, FUENTES-APARICIO L, et al. Prevalence and predisposing factors for recurrence after hallux valgus surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. J Clin Med, 2021, 10(24):5753.
- [15] 颜晓霞, 李阳. 儿童青少年拇外翻的评估和康复研究现状[J]. 医学研究生学报, 2022, 35(1):103-108.
- [16] LEWIS T L, RAY R, GORDON D J. The impact of hallux valgus on function and quality of life in females[J]. Foot Ankle Surg, 2022, 28(4):424-430.
- [17] SIMONS P, ROTH K E, KLOS K. Lapidusarthrodese in kombination mit einer osteochondralen autotransplantation in das metatarsale-i-kpfchen zur behandlung der fortgeschrittenen arthrose des grozengrundgelenkes[J]. Oper Orthop Traumatol, 2021, 33(6):495-502.
- [18] NIEHAUS R, HODEL S, EID K, et al. Plantar plating in the modified lapidus procedure: evaluation of function and impairment of the tibialis anterior tendon[J]. J Foot Ankle Surg, 2022, 61(6):1203-1208.
- [19] DEL VECCHIO J J, DEALBERA E D, BRUE J, et al. Intra- and interobserver reliability of Yamaguchi's method for the assessment of first metatarsal pronation in hallux valgus deformity[J]. J Foot Ankle Surg, 2023, 62(3):432-436.
- [20] YEUNG T, LUI T H. Arthroscopic lapidus arthrodesis of the first tarsometatarsal joint for treatment of hallux valgus deformity of the foot[J]. Arthrosc Tech, 2022, 11(6):e1065-e1069.

(收稿日期:2024-05-16)