

## 跖外翻与足弓塌陷的相关性研究

陶经纬<sup>1</sup> 潘旭月<sup>2</sup> 马占华<sup>2</sup> 吴俊德<sup>2</sup> 黄法森<sup>1</sup> 谢坤铭<sup>1</sup> 陈兆军<sup>2△</sup>

**[摘要]** 目的:研究跖外翻与足弓塌陷的相关性。方法:对2018年10月至2019年12月就诊的跖外翻患者89例(160足)纳入研究。根据临床影像学资料,将62例(108足)纳入足弓塌陷组,将27例(52足)纳入足弓正常组。分别收集两组患者基线资料及足部负重正侧位X线片,记录跟骨倾斜角(CPA)及内侧第一跖距角(Meary's Angle),运用二元逻辑回归及多元线性回归分析,研究CPA、Meary's角与跖外翻的关系,分析跖外翻与足弓塌陷的相关性。结果:两组双足CPA、Meary's角、跖外翻角(HVA)数据存在组间差异性,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );多元线性回归分析表明足弓正常组与足弓塌陷组双足跖外翻角与CPA存在相关性( $P < 0.05$ ),与Meary's角相关性较弱( $P > 0.05$ );二元逻辑回归分析显示,二分类变量足弓塌陷与HVA及第1,2跖骨间夹角(IMA)有相关性( $P < 0.05$ )。结论:跖外翻与足弓塌陷存在相关性,在跖外翻的预防、诊断与治疗过程中应该注意弓的生理结构,采取合理的干预措施和手术方案,以获得更好的临床疗效。

**[关键词]** 跖外翻;足弓塌陷;跟骨倾斜角;内侧第一跖距角

**[中图分类号]** R681.8 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2020)12-0012-05

## Correlation between Hallux Valgus and Medial Arch Collapse

TAO Jingwei<sup>1</sup> PAN Xuyue<sup>2</sup> MA Zhanhua<sup>2</sup> WU Junde<sup>2</sup>  
HUANG Fasen<sup>1</sup> XIE Kunming<sup>1</sup> CHEN Zhaojun<sup>2△</sup>

<sup>1</sup>Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China;

<sup>2</sup>Beijing University of Chinese Medicine Third Affiliated Hospital, Beijing 100029, China.

**Abstract Objective:** To study the correlation between hallux valgus and medial arch collapse. **Methods:** A study of 89 patients with hallux valgus treated from October 2018 to December 2019 was included. According to clinical imaging, 62 cases (108 feet) were included in the medial arch collapse group, and 27 cases (52 feet) in the normal arch group. Baseline data and lateral foot X-ray information of two groups of patients were collected, and binary logistic regression and multiple linear regression analysis were used to study the relationship among calcaneal pitch angle (CPA), Meary's angle and hallux valgus angle (HVA), to study correlation between hallux valgus and medial arch collapse. **Results:** There were statistically significant differences between the two groups in CPA, Meary's angle, and HVA ( $P < 0.05$ ). Multiple linear regression analysis showed that there was a correlation between CPA and HVA in the two groups ( $P < 0.05$ ), and the correlation with Meary's angle was not significant ( $P > 0.05$ ). Binary logistic regression analysis showed that there is a correlation between medial arch collapse with HVA and IMA ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** There is a correlation between hallux valgus and medial arch collapse. In the process of prevention, diagnosis and treatment, physiological structure of the bow are worthy of notice, and reasonable intervention measures and surgical plans should be adopted to obtain better clinical efficacy.

**Keywords:** hallux valgus; medial arch collapse; calcaneal pitch angle; Meary's angle

基金项目:北京市科委计划项目—首都临床特色应用研究与成果转化推广(Z171100001017205)

<sup>1</sup>北京中医药大学(北京,100029)

<sup>2</sup>北京中医药大学第三附属医院

△通信作者 E-mail: zhaojunchen66@126.com

跖外翻是一种常见的足部畸形,常造成第一跖趾关节内侧疼痛肿胀及行走功能受限<sup>[1-2]</sup>。跖外翻畸形并非一种单纯的前足局部结构异常,而是涉及足部的一系列解剖及生物力学结构的复杂三维畸形<sup>[3]</sup>,其发生和发展由遗传因素、穿鞋习惯、解剖结构异常等多种因素引起。中足的稳定性下降常引起前足的生物力学

结构改变<sup>[4]</sup>,最终造成跗趾的外翻畸形。Matsumoto 等<sup>[5]</sup>发现相对于正常人群,内侧纵弓塌陷者患跗外翻的概率较高,约为 36.1%~48.0%。在临床观察中同样发现足弓塌陷与跗外翻的发生、发展、甚至术后复发存在一定关联,跗外翻的病因学研究也愈发受到重视。本研究将 2018 年 10 月至 2019 年 12 月就诊的跗外翻患者 89 例纳入研究,运用跟骨倾斜角(Calcaneal Pitch Angle,CPA)及内侧第一跖距角(Meary's Angle)分析跗外翻与足弓塌陷的相关性,以期为跗外翻的临床诊断及治疗提供参考。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

选取 2018 年 10 月至 2019 年 12 月,于北京中医药大学第三附属医院手足外科就诊且影像学资料完整的跗外翻患者 89 例纳入研究。

### 1.2 诊断标准

本研究采用《足踝外科学》<sup>[6]</sup>跗外翻诊断标准,内容如下:跗指向外偏斜,第一跖趾关节内侧隆起,跗趾挤压外侧足趾引起外侧足趾的畸形,跗外翻角(HVA) $>15^{\circ}$ ,第 1,2 跖骨间夹角(IMA) $>9^{\circ}$ 。

### 1.3 纳入标准

1)符合上述跗外翻诊断标准;2)经足部正侧位 X 线影像检查,临床资料完整;3)患者知情同意,自愿参与本研究。

### 1.4 排除标准

1)风湿、类风湿及痛风性关节炎患者;2)严重创伤或神经系统疾病至足部畸形者;3)影像学资料不完整者。

### 1.5 方法

本研究将 2018 年 10 月至 2019 年 12 月,于北京中医药大学第三附属医院手足外科门诊及病房就诊的符合纳入标准的跗外翻患者 89 例纳入研究。由一名经过严格培训的研究人员,收集入组患者基线资料及足部负重正侧位 X 线片信息,记录两组患者性别、年龄、BMI 指数等一般资料,测量足部负重正侧位 X 线片数据,包括 HVA,IMA,CPA,Meary's 角。以 CPA 和 Meary's 角定义足弓塌陷,将患者分为足弓塌陷组和足弓正常组。CPA 的测量采用 Ohuchi 等<sup>[7]</sup>描述的方法:跟骨前下缘与第 1 跖骨头最低点的连线和跟骨前下缘与跟骨结节最下缘的连线的夹角为 CPA(正常值为  $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ )(见图 1)。Meary's 角的测量采用 Mjaess 等<sup>[8]</sup>描述的方法:画距骨体和距骨头最高点与最低点的连线,再画两线中点的连线为距骨轴线;画第一跖骨最远端和最近端最高点与最低点的连线,再画两线中点的连线为第一跖骨轴线,距骨轴线和第一跖骨轴线夹角为 Meary's 角(正常值为  $\pm 4^{\circ}$ )(见图 2)。

运用二元逻辑回归及多元线性回归分析两组患者数据,分析跗外翻与足弓塌陷的相关性。



图 1 CPA 测量方法



图 2 Meary's 角测量方法

### 1.6 统计学方法

采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析,定量资料以  $\bar{x}\pm s$  表示,两组患者定性资料采用  $\chi^2$  检验;两组 CPA 及 Meary's 角组间差异性采用独立样本  $t$  检验;CPA,Meary's 角与跗外翻的相关性分析采用多元线性回归分析,并构建回归方程。二分类变量是否有足弓塌陷与跗外翻的相关性分析采用二元逻辑回归分析, $\alpha=0.05$  为回归模型进入标准, $\alpha=0.10$  为回归模型排除标准, $P<0.05$  差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般资料

按照患者入院的先后顺序将跗外翻患者 89 例纳入研究,将足弓塌陷患者 62 例纳入足弓塌陷组,将足弓正常患者 27 例纳入足弓正常组。足弓塌陷组男 21 例,女 41 例;年龄 22~69 岁( $54.44\pm 12.83$ );身体质量指数(BMI) $17\sim 29\text{ kg/m}^2$ ( $23.39\pm 2.38$ )。足弓正常组男 5 例,女 22 例;年龄 19~73 岁( $49.50\pm 15.46$ ),身体质量指数  $18\sim 28\text{ kg/m}^2$ ( $23.18\pm 3.16$ )。两组性别、年龄及身体质量指数差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性,见表 1。

表 1 足弓塌陷组与足弓正常组临床资料比较(±s)

组别	例数	性别/例		年龄/岁	身体质量指数/(kg·m <sup>-2</sup> )
		男	女		
足弓塌陷组	62	21	41	54.44±12.83	23.39±2.38
足弓正常组	27	5	22	49.50±15.46	23.18±3.16
统计检验量		$\chi^2=2.144$		$t=1.456$	$t=0.335$
<i>P</i>		0.143		0.149	0.739

2.2 各角度组间差异性比较 双足 CPA、Meary's 角、HVA 的组间差异性,比较结果见足弓塌陷组 62 例,足弓正常组 27 例,分别比较两组 表 2,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。

表 2 足弓塌陷组与足弓正常组双足 CPA、Meary's 角、HVA 组间差异性比较(±s, (°))

组别	例数	左足 CPA	右足 CPA	左足 Meary's 角	右足 Meary's 角	左足 HVA	右足 HVA
足弓塌陷组	62	4.70±2.01	3.91±1.83	4.49±1.42	5.15±1.46	30.47±6.95	31.46±7.05
足弓正常组	27	12.71±1.65	16.08±1.78	1.83±1.01	1.44±0.82	24.96±5.31	24.52±4.99
<i>t</i>		17.155	27.794	8.248	11.937	3.454	4.430
<i>P</i>		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

2.3 足弓塌陷与踝外翻相关性的多元线性回归分析 ( $P>0.05$ )。以右足 HVA 为自变量,右足 CPA, Meary's 角为因变量进行多元线性回归分析,回归方程为  $Y=31.101-0.558X_1-0.627X_2$ 。以左足 HVA 为自变量,左足 CPA, Meary's 角为因变量进行多元线性回归分析,回归方程为  $Y=39.779-1.294X_1-0.469X_2$ 。右足 HVA 与右足 CPA 存在相关性,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),与右足 Meary's 角相关性较弱( $P>0.05$ ),见表 3。

表 3 两组双足 HVA 与双足 CPA,IMA 的多元线性回归分析

项目	回归系数 <i>B</i>	标准误	标准回归系数 $\beta$	<i>t</i>	<i>P</i>
常数项	39.779	3.299		12.057	0.001
左足 CPA	-1.294	0.219	-0.780	5.899	0.001
左足 Meary's 角	-0.469	0.511	-0.121	0.918	0.362
常数项	31.101	3.730		8.339	0.001
右足 CPA	-0.558	0.203	-0.462	2.743	0.008
右足 Meary's 角	0.627	0.564	0.187	1.112	0.270

2.4 足弓塌陷与踝外翻相关性的二元逻辑回归分析 进入标准,  $\alpha=0.10$  为回归模型排除标准。踝外翻与二分类变量足弓是否塌陷,与双足 HVA, IMA 的相关性采用二元逻辑回归分析,  $\alpha=0.05$  为回归模型 见表 4。

表 4 足弓塌陷与双足 HVA, IMA 相关性的二元逻辑回归分析

部位	<i>B</i>	标准误	Wald2	<i>P</i>	OR	95%CI
左足 HVA	-2.692	1.134	5.636	0.018	0.068	1.046, 1.228
右足 HVA	-3.621	1.119	9.562	0.003	0.027	1.075, 1.273
左足 IMA	2.457	1.175	4.373	0.037	11.667	0.746, 1.043
右足 IMA	2.227	1.088	4.193	0.041	9.273	0.766, 1.046

3 讨论

3.1 足弓塌陷与踝外翻的生物力学关系

踝外翻是由一系列生物力学结构改变引起的足部畸形,其病情呈缓慢进展,常造成第一跖趾关节内侧肿胀疼痛,穿鞋及行走困难<sup>[9]</sup>。踝外翻的病因学研究目前还相对较少,普遍认为踝外翻的发病与遗传因素、穿鞋习惯、解剖结构异常等密切相关<sup>[10]</sup>。González-Martín 等<sup>[11]</sup>在临床观察中发现踝外翻患者多伴有内侧纵弓塌陷,二者之间存在一定的因果联系。内侧纵弓塌陷导致第 1 跖骨相对长度延长和第 1 跖骨头抬

高,限制了第 1 跖趾关节的正常运动。足部三角形稳定结构的破坏,削弱了足部的弹性和缓冲功能,这些病理改变常造成足部一系列的形态结构异常。Smyth 等<sup>[12]</sup>提出前足畸形常由中足的生物力学结构异常引起。Blackwood 等<sup>[13]</sup>研究了伴有扁平足的踝外翻患者,发现足弓塌陷是踝外翻的诱因。这类患者先出现胫后肌肌力失常造成的内侧纵弓塌陷<sup>[14-15]</sup>,而后出现踝外翻畸形。胫后肌起于小腿骨间膜,止于舟骨粗隆楔骨底面及跖骨近端。胫后肌的收缩从内侧加强距下关节和跗横关节的稳定性,防止内

侧纵弓塌陷。腓骨短肌起于腓骨外侧面下方,止于第 5 跖骨基底,腓骨短肌收缩从外侧维持跗横关节和外侧纵弓的稳定性。胫后肌和腓骨短肌从内外两侧共同维持中足的动态稳定结构,胫后肌功能失常时腓骨短肌失去内侧的对抗应力,向外侧牵拉跗横关节,跗横关节的动态稳定性遭到破坏,从而造成中足外翻。随着中足的外翻,跟腱对后足施加的应力从距下关节的中心向外侧偏移形成外翻应力,造成后足的外翻<sup>[16]</sup>。弹簧韧带也是足弓的内侧稳定结构之一,中足外翻会造成弹簧韧带变薄,加重跗跖关节半脱位,从而进一步加重内侧纵弓的塌陷。内侧纵弓塌陷造成前足整体旋前外展,前足旋前使跗展肌和跗收肌过度 and 过早收缩,籽骨位置随肌腱的移位而旋前,跗收肌的外翻肌力使跗趾旋前外翻,加之第一跖骨内收,跗长伸肌腱和跗长屈肌腱相对外移,呈弓弦样将跗趾向外侧牵拉,进一步加重外翻畸形,从而形成跗外翻<sup>[17]</sup>。足弓塌陷推动前足外展进一步加重跗趾外翻畸形,外翻畸形又会进一步加重内侧纵弓的塌陷,两者中的一种畸形都会加重另一种畸形的严重程度。

笔者在临床治疗中发现,单纯矫正前足畸形而忽略足弓的结构异常,会导致跗外翻的复发率升高。Faroug 等<sup>[18]</sup>运用 Meary's 角研究足弓塌陷与跗外翻术后复发的关系,发现足弓异常的跗外翻患者,在行 Scarf 手术后的复发率是足弓正常患者的 5 倍,推测此类患者可行 Lapidus 手术增强内侧序列的稳定性,从而达到较好的手术效果。Choi 等<sup>[19]</sup>认为单纯的前足矫正手术对存在扁平足的跗外翻患者矫正能力较弱,对于这类患者,在矫正跗外翻的同时行跟骨截骨术矫正后足外翻,在 2~3 年的随访中,入组患者对术后效果均较满意且未见复发。由此可见临床治疗跗外翻时须要注意足弓的异常,在矫正前足畸形的同时注意足部整体的生物力学结构,以获得较为理想的长期疗效。

### 3.2 足弓塌陷与跗外翻的相关性分析

CPA 和 Meary's 角在临床中常用于描述足弓的高度,常作为成人获得性扁平足的影像学诊断标准之一<sup>[20]</sup>。Ohuchi 等<sup>[7]</sup>和 Mjaess 等<sup>[8]</sup>进行了影像学的标准化研究,对比了多种 CPA 和 Meary's 角的测量方法后提出,CPA 较为准确的测量方法为:跟骨前下缘与第 1 跖骨头最低点的连线和跟骨前下缘与跟骨结节最下缘的连线的夹角。Meary's 角较为准确的测量方法为:画距骨体和距骨头最高点与最低点的连线,再画两线中点的连线为距骨轴线,画第 1 跖骨最远端和最近端最高点与最低点的连线,再画两线中点的连线为第 1 跖骨轴线,距骨轴线和第 1 跖骨轴线夹角为 Meary's 角。本研究将纳入的跗外翻患者根据临床影像学资料分为足弓塌陷组和足弓正常组,并分别将左足和右足

单独进行相关性分析以提高研究的准确性。两组的双足 CPA 及 Meary's 角存在组间差异性( $P<0.05$ ),说明两组足弓高度存在一定差异,具有可比性。在二元逻辑回归分析中,二分类变量足弓是否塌陷与双足 HVA 及 IMA 存在相关性( $P<0.05$ ),说明足弓塌陷患者跗趾外翻程度较大,跗外翻严重程度较重。HVA 为第 1 跖骨与近节趾骨的夹角,能够更直接反映跗趾的外翻程度与足弓塌陷的相关性,故进一步对双足 CPA 及 Meary's 角与 HVA 进行多元线性回归分析,两组双足 HVA 与 CPA 存在相关性( $P<0.05$ ),与 Meary's 角相关性较弱( $P>0.05$ )。说明跗趾外翻角度较大时,通常足弓塌陷程度较高,而与 Meary's 角相关性较弱可能是由于足弓塌陷不等于扁平足,扁平足的临床诊断更为复杂,需结合症状、体格检查和影像学资料等进行综合考量<sup>[21]</sup>。CPA 和 Meary's 角仅能反映足弓的塌陷程度,仅为扁平足的影像学诊断标准之一<sup>[22]</sup>。在纳入患者足弓的塌陷程度较低的情况下,相较于 Meary's 角及 CPA 的测量更为直接,更能直观反映足弓的塌陷程度。

综上所述,跗外翻与足弓塌陷存在相关性,在跗外翻的预防、诊断与治疗过程中应该注意就诊患者足弓的生理结构,采取合理的干预措施和手术方案,以获得更好的临床疗效。

### 参考文献

- [1] 陈兆军,潘旭月,祁印泽,等.老年外翻患者第一跖趾关节融合术翻修的临床疗效[J].中华骨与关节外科杂志,2019,12(3):206-210.
- [2] 邓伟,陈宇,李亚星,等.两种截骨术式治疗中重度跗外翻影像学效果与临床疗效的系统评价[J].中国骨伤,2019,32(8):765-771.
- [3] 陈兆军,潘旭月,马占华,等. Lapidus 手术结合正骨手法治疗老年足跗外翻[J].中国骨伤,2018,31(12):1124-1128.
- [4] ELLIS S J, YU J C, WILLIAMS B R, et al. New radiographic parameters assessing forefoot abduction in the adult acquired flatfoot deformity[J]. Foot & Ankle International, 2009, 30(12):1168-1176.
- [5] MATSUMOTO T, NAKADA I, JUJI T, et al. Radiologic patterning of hallux deformity in rheumatoid arthritis and its relationship to flatfoot[J]. The Journal of Foot and Ankle Surgery, 2016, 55(5):948-954.
- [6] 王正义. 足踝外科学[M]. 2 版. 北京:人民卫生出版社, 2014.
- [7] OHUCHI H, CHAVEZ J S, ALVAREZ C A D. Changes in calcaneal pitch and heel fat pad thickness in static weight bearing radiographs while wearing shoes with arch support and heel cup orthotics[J]. Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Tech-

nology, 2019, 17: 21-24.

- [8] MJAESS G, KARAM A, LABAKI C, et al. What is the most reliable radiographic method to evaluate the longitudinal foot arch application in subjects with adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Orthopaedics & Traumatology; Surgery & Research*, 2020, DOI: 10. 1016/J. otsr. 2019. 11. 024.
- [9] WELCK M J, AL-KHUDAIRI N. Imaging of hallux valgus[J]. *Foot and Ankle Clinics*, 2018, 23(2): 183-192.
- [10] HECHT P J, LIN T J. Hallux valgus[J]. *Medical Clinics of North America*, 2014, 98(2): 227-232.
- [11] GONZÁLEZ-MARTÍN C, ALONSO-TAJES F, PÉREZ-GARCÍA S, et al. Hallux valgus in a random population in Spain and its impact on quality of life and functionality [J]. *Rheumatology International*, 2017, 37 (11): 1899-1907.
- [12] SMYTH N A, AIYER A A, KAPLAN J R, et al. Adult-acquired flatfoot deformity [J]. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 2017, 27(4): 433-439.
- [13] BLACKWOOD S, GOSSETT L. Hallux valgus/medial column instability and their relationship with posterior tibial tendon dysfunction [J]. *Foot and Ankle Clinics*, 2018, 23(2): 297-313.
- [14] PIRAINO J A, THEODOULOU M H, ORTIZ J, et al. American college of foot and ankle surgeons clinical consensus statement; appropriate clinical management of adult-acquired flatfoot deformity[J]. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 2020, 59(2): 347-355.
- [15] RICHIE D. Biomechanics and orthotic treatment of the adult acquired flatfoot[J]. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, 2020, 37(1): 71-89.
- [16] OBURU E, MYERSON M S. Deltoid ligament repair in flatfoot deformity[J]. *Foot and Ankle Clinics*, 2017, 22(3): 503-514.
- [17] PERERA A M, MASON L, STEHENS M M. The pathogenesis of hallux valgus[J]. *The Journal of Bone and Joint Surgery; American Volume*, 2011, 93(17): 1650-1661.
- [18] FAROUG R, BAGSHAW O, CONWAY L, et al. Increased recurrence in Scarf osteotomy for mild & moderate hallux valgus with Meary's line disruption[J]. *Foot and Ankle Surgery*, 2019, 25(5): 608-611.
- [19] CHOI J Y, YOON H H, SUH Y M, et al. Surgical correction of hallux valgus complicated with adult-type pes plano-valgus[J]. *Journal of Orthopaedic Surgery*, 2017, 25(1): 920227920.
- [20] AKDOGAN I, AKKAYA S, AKKAYA N, et al. Comparison of the calcaneal pitch angle and modified projection area per length squared method for medial longitudinal arch evaluation of the foot[J]. *Balkan Medical Journal*, 2012, 29(4): 406-409.
- [21] YANG Z, LIU F, CUI L, et al. Adult rigid flatfoot[J]. *Medicine*, 2020, 99(7): e18826.
- [22] XU Y, LI X, XU X. Calcaneal Z lengthening osteotomy combined with subtalar arthroereisis for severe adolescent flexible flatfoot reconstruction[J]. *Foot & Ankle International*, 2016, 37(11): 1225-1231.

(收稿日期: 2020-06-06)