

## · 临床研究 ·

## 拇趾外翻足负重位和非负重位下 X 线测量指标与跖骨头下疼痛的相关性分析

龚浩, 桑志成, 温建民, 孙卫东, 胡海威, 张永超, 左建刚, 王海雄

(中国中医科学院望京医院, 北京 100102)

**【摘要】** 目的: 通过拇外翻足负重位和非负重位 X 线测量指标分析, 探讨拇外翻畸形时足弓塌陷程度与跖骨头下疼痛的相关性。方法: 对 2012 年 5 月至 2012 年 10 月 120 例 (240 足) 拇外翻患者跖骨头下疼痛观察并摄患足负重位和非负重位下 X 线正侧位片, 分别测量拇外翻角 (HVA)、1-2 跖间角 (IM1-2)、1-5 跖间角 (IM1-5)、内弓顶角和前弓角, 比较其负重与非负重位下的差异, 并分析其 (除 HVA) 差值与拇外翻畸形、跖骨头下疼痛的相关性。结果: 120 例拇外翻患者 240 足中 148 足存在跖骨头下疼痛, 拇外翻足负重位 IM1-2、IM1-5、内弓顶角较非负重位均明显增加, 而拇外翻角和前弓角则反之; 负重与非负重位下 IM1-2、IM1-5、内弓顶角的差值与拇外翻畸形程度及跖骨头下疼痛密切相关。结论: 拇外翻足弓塌陷程度随拇外翻畸形的增加而加重, 跖骨头下疼痛随着足弓塌陷程度加重而加重。通过足负重、非负重位下 X 线测量指标分析可评价拇外翻足弓塌陷程度, 对防治跖骨头下疼痛有重要意义。

**【关键词】** 放射摄影术; 拇外翻; 足畸形; 跖痛症

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2014.04.010

**Correlative analysis on metatarsalgia and the X-ray measurement indexes under weight-bearing and non-weight-bearing of hallux valgus** GONG Hao, SANG Zhi-cheng, WEN Jian-min, SUN Wei-dong, HU Hai-wei, ZHANG Yong-chao, ZUO Jian-gang, and WANG Hai-xiong. Wangjing Hospital of China Academy of Chinese Medicine Sciences, Beijing 100102, China

**ABSTRACT Objective:** To study changes in the radiographic appearance during weight-bearing and non-weight-bearing in hallux valgus, and to analyse the correlation between the elasticity of plantar soft tissue of hallux valgus and the pain under the metatarsal head. **Methods:** From May 2012 to October 2012, 240 feet of 120 patients with hallux valgus were enrolled in the study. The degrees of the pain under the metatarsal head of all the patients were observed. AP and lateral X-ray films of feet were taken on the condition of weight-bearing and non-weight-bearing. So the hallux valgus angle (HVA), the inter-metatarsal angle between the first and second metatarsals (IM1-2), the inter-metatarsal angle between the first and fifth metatarsals (IM1-5), top angle of the medial longitudinal arch (TAOTMLA), and anterior angle of the medial longitudinal arch (AAOTMLA) were measured on the X-ray films. The differences of HVA, IM1-2, IM1-5, TAOTMLA and AAOTMLA between two groups were compared, and the correlation between the changes of IM1-2, IM1-5, TAOTMLA, AAOTMLA and the degree of the pain under the metatarsal head were analysed. **Results:** One hundred and forty-eight feet had the pain under the metatarsal head. The IM1-2, IM1-5 and TAOTMLA increased on weight-bearing position compared with those on non-weight-bearing position, but the HVA and AAOTMLA decreased on weight-bearing position compared with those on non-weight-bearing position. There was a moderate relationship between the changes of IM1-2, IM1-5 and the degree of the hallux valgus deformity, as well as the relationship between the different of IM1-5 and the degree of the pain under the metatarsal head. **Conclusion:** The degree of the collapse of the arch of foot with hallux valgus becomes serious with its deformity increasing. The pain under the metatarsal head of hallux valgus increases with the increased changes of IM1-2, IM1-5 and TAOTMLA. Analysis of the X-ray observation indexes of hallux valgus on weight-bearing position and non-weight-bearing position has important significance in evaluating the degree of the collapse of the arch of foot with hallux valgus, preventing and curing the the pain under the metatarsal head.

**KEYWORDS** Radiography; Hallux valgus; Foot deformities; Metatarsalgia

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2014, 27(4): 303-307 www.zggszz.com

拇外翻是临床常见的前足畸形, 早期症状不明

显。随着畸形的发展, 患者足底肌肉韧带劳损松弛, 逐渐出现前足纵弓下降及横弓塌陷, 从而引起跖骨头下疼痛 (第 2、3 跖骨头下) 的发生<sup>[1]</sup>。本研究采用临床病例观察性研究方法, 通过对 2012 年 5 月至

通讯作者: 桑志成 E-mail: sangzhch@126.com

Corresponding author: SANG Zhi-cheng E-mail: sangzhch@126.com

2012 年 10 月在中国中医科学院望京医院骨关节二科住院治疗的 120 例(240 足)拇外翻患者跖骨头下疼痛(第 2、3 跖骨头下)的观察,并对患者的足部负重位和非负重位的 X 线测量指标的变化进行分析,探讨拇外翻畸形时足底应力松弛程度对跖骨头下疼痛的相关性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 所有研究对象来自中国中医科学院望京医院骨关节二科 2012 年 5 月至 2012 年 10 月治疗的拇外翻患者。纳入病例 120 例 (240 足),女 113 例(226 足),男 7 例(14 足);年龄 20~70 岁,平均 48 岁。其中,148 足存在跖骨头下疼痛,约占纳入病例总数的 61.7%。

1.2 诊断标准 拇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<sup>[2]</sup>: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。伴或不伴有足底胼胝体、锤状趾等相关病症。②X 线示拇外翻角(HVA)>15°。

1.3 纳入标准 ①符合拇外翻诊断;②年龄在 20~70 岁(含 20 岁和 70 岁)。

1.4 排除标准 ①合并风湿、类风湿、系统性红斑狼疮、痛风、神经系统疾病等。②有下肢外伤、手术史。③合并有跖间神经瘤及其他足部畸形患者。④有精神疾病或理解力障碍。

1.5 观察项目及方法

1.5.1 跖骨头下疼痛(第 2、3 跖骨头下) 采用 VAS 疼痛评分<sup>[3]</sup>:数字分级法用 0~10 代表不同程度的疼痛,0 cm 处为无痛,10 cm 为剧痛,随着尺度的增加,疼痛程度增加。让患者自己在 10 cm 长的标尺上画出 1 个最能代表自身跖骨头下(第 2、3 跖骨头下)疼痛程度长度,观察者测量患者画的点到 0 cm 的距离,测得长度数值记为疼痛指数,精确到小数点后 1 位。

1.5.2 X 线片测量指标 X 线正位片(负重加非负重)测量:①拇外翻角(HVA);②第 1-2 跖间角(IM 1-2);③第 1-5 跖间角(IM 1-5)。X 线侧位片(负重加非负重)测量前弓角和内弓顶角。

(1)摄片方法<sup>[4-5]</sup>。①负重正位片:受试者站于线片盒上,膝关节伸直,小腿垂直于地面,X 线投照方向与人体纵轴成 15°角,球管距片盒 1 m。如果单足摄片,则中心光束对准足舟骨外侧部;如双足摄片,则中心光束对准两舟骨之间位置。摄片条件:50 kV, 6 mAs。②非负重正位片:患者仰卧屈膝,将足置于 X 线胶片上,足底紧靠暗盒,X 线管焦点与胶片距离为 1 m,并以 15°的角度投射于第 3 跖骨基底。摄片条件同负重正位。③负重位侧位片:固定架使片盒直立,

足内侧紧贴摄片盒,受试者单腿站立,膝关节伸直,小腿与地面垂直,为维持平衡可以手扶支持物。X 线球管距片盒 1 m,投照方向与地面平行,中心光束对准骰骨上缘。摄片条件:55 kV,9.5 mAs。④非负重侧位片:患者仰卧屈膝,将足置于 X 线胶片上,足底紧靠暗盒,X 线束向头侧与垂直轴呈 10°角聚焦于第 3 跖骨基底,摄片条件同负重侧位。

(2)X 线测量。将足负重和非负重位拍摄所得 CR 正侧位片导入计算机中,采用 Image Pro Plus6.0 专业图像分析软件,进行角度的测量,确定每个跖骨干纵轴线为各个骨的纵轴线由骨干近、远端横径中点连线构成<sup>[6]</sup>。①拇外翻角(HVA):指第 1 跖骨中轴线与第 1 近节趾骨中轴线间所成夹角(见图 1)。②第 1-2 跖间角(IM 1-2):指第 1、2 跖骨中轴线间的夹角(见图 1)。③第 1-5 跖间角(IM 1-5):指第 1、5 跖骨中轴线间的夹角(见图 1)。④前弓角:第 1 跖骨头最低点分别与第 1 跖楔关节最低点和跟骨最低点连线的交角(见图 2)。⑤内弓顶角:距骨头最低点分别与跟骨、第 1 跖骨头最低点连线的交角(见图 2)。所有 X 线角度测量均由同一测量者用同一方法测得,至少间隔 1 周后重复 3 次,误差不超过 1°~2°。



图 1 患者,女,58 岁,左足正位 X 线片,拇外翻角、第 1-2 跖间角和第 1-5 跖间角的测量

Fig.1 Female, 58-year-old, measurement of HVA, IM1-2 and IM1-5 on AP X-ray of left foot

1.6 统计学处理 使用 SPSS 13.0 软件,对负重、非负重位 X 线测量值比较采用 t 检验,并对拇外翻畸形程度、疼痛指数与负重、非负重足正侧位 X 线测量指标 IM 1-2、IM 1-5、前弓角、内弓顶角差值进行 Pearson 相关分析,以 P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 拇外翻跖骨头下疼痛观察结果 本组 120 例(240 足)中,148 足存在跖骨头下疼痛。其中年龄

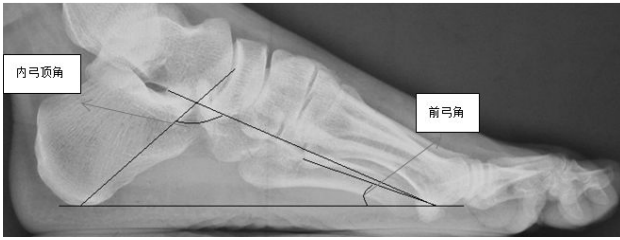


图 2 患者,女,54 岁,右足侧位 X 线片,内弓顶角和前弓角的测量  
Fig.2 Female, 54-year-old, measurement of TAOTMLA and AAOTMLA on lateral X-ray of right foot

20~39 岁 24 例,40~59 岁 34 例,60~70 岁 16 例。

**2.2 拇外翻患者负重和非负重足正侧位 X 线测量结果** 120 例(240 足)拇外翻患者负重、非负重下 HVA、IM1-2、IM1-5、前弓角和内弓顶角差异均有统计学意义,其中 IM1-2、IM1-5 和内弓顶角负重位大于非负重位,HVA 和前弓角负重位小于非负重位(见表 1)。

**2.3 不同程度拇外翻患者负重和非负重位 X 线测量指标差值(负重-非负重)与拇外翻畸形程度(非负重拇外翻角)的相关性分析** 结果显示(表 2):在所有拇外翻患者中,其拇外翻畸形程度与 IM1-2 差值、IM1-5 差值和内弓顶角差值有相关性;经过拇外翻畸形分度后,在重度拇外翻患者中,其拇外翻畸形程度与 IM1-5 差值有相关性。其它则无相关性。

**2.4 不同程度拇外翻患者负重和非负重位 X 线测量指标差值(负重-非负重)与拇外翻跖骨头下疼痛**

表 1 拇外翻患者 120 例(240 足)负重和非负重位足 X 线测量值比较( $\bar{x} \pm s, ^\circ$ )

Tab.1 Comparison of the X-ray measurement indexes under weight-bearing and non-weight-bearing of 120 patients(240 feet) with hallux valgus( $\bar{x} \pm s, ^\circ$ )

负重状态	HVA	IM1-2	IM1-5	前弓角	内弓顶角
负重位	32.2±8.2	12.4±2.4	31.5±5.0	15.8±3.9	128.6±8.0
非负重位	34.9±8.7	10.3±2.2	30.4±4.6	21.4±3.9	113.4±9.4
t 值	-3.23	3.98	3.21	4.74	-5.87
P 值	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

指数的相关性分析 结果显示(表 3):在所有拇外翻患者中,其跖骨头下疼痛指数与 IM1-2 差值、IM1-5 差值和内弓顶角差值有相关性;经过拇外翻畸形分度后,在轻度拇外翻患者中,其跖骨头下疼痛指数与 IM1-5 差值有相关性。其他则无相关性。

### 3 讨论

**3.1 拇外翻足底应力松弛导致跖骨头下疼痛** 拇外翻是足踝外科的常见疾病,跖骨头下疼痛是患者前来就诊的主要原因之一<sup>[7]</sup>。目前,大多学者认为跖骨头下疼痛是因为横弓的塌陷、跖骨头下压力增高引起的,其根本原因可能由足底应力松弛所造成。人类足弓是由跗骨与跖骨借韧带、关节及辅助结构连接而成的穹隆结构,可分为纵弓和横弓,在行走、负重时具有减轻震荡等作用。这些作用是依靠足骨、韧带、肌肉来维持,其中足底肌肉尤为重要<sup>[8]</sup>。拇外翻

表 2 拇外翻患者 120 例(240 足)拇外翻畸形程度(HVA)与足负重和非负重位 X 线测量指标差值的相关性

Tab.2 Correlative analysis between the degree of the hallux valgus deformity and the changes of X-ray measurement indexes under weight-bearing and non-weight-bearing of 120 patients(240 feet) with hallux valgus

分度	足数(足)	IM1-2 差值		IM1-5 差值		前弓角差值		内弓顶角差值	
		r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值
轻度	58	-0.068	0.930	0.049	0.826	-0.013	0.899	-0.172	0.063
中度	117	-0.123	0.156	-0.012	0.733	0.066	0.281	0.052	0.431
重度	65	0.023	0.654	0.200	0.000	0.011	0.953	0.101	0.145
轻中度	175	0.036	0.524	0.119	0.053	0.063	0.371	-0.049	0.397
轻中重度	240	0.281	0.000	0.245	0.000	0.088	0.235	0.199	0.032

表 3 拇外翻患者 120 例(240 足)跖骨头下疼痛指数与足负重和非负重位 X 线测量指标差值的相关性

Tab.3 Correlative analysis between the degree of pain under the metatarsal head and the changes of X-ray measurement index in 120 patients(240 feet) with hallux valgus under weight-bearing and non-weight-bearing

分度	足数(足)	VAS ( $\bar{x} \pm s$ , 分)	IM1-2 差值		IM1-5 差值		前弓角差值		内弓顶角差值	
			r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值
轻度	58	4.08±2.2	0.077	0.392	0.143	0.005	-0.021	0.799	0.027	0.713
中度	117	4.46±2.5	0.074	0.229	0.119	0.053	-0.115	0.061	0.128	0.083
重度	65	3.33±2.1	0.087	0.356	0.019	0.838	-0.109	0.244	0.134	0.151
轻中度	175	4.34±2.6	0.052	0.400	0.121	0.062	-0.111	0.128	0.044	0.475
轻中重度	240	4.06±2.5	0.291	0.000	0.167	0.006	-0.072	0.212	0.136	0.018

畸形时第 1 跖骨的内翻、抬升、旋前及籽骨的外侧移位,前足横弓的三维结构遭到破坏,同时足内侧纵弓也受到影响。经过足部长期负重、行走,因解剖力学的平衡遭到破坏,使得足底软组织如拇内收肌、拇长屈肌、跖骨间肌、跖间横韧带<sup>[9]</sup>长期紧张劳损,尤其是造成足底肌肉应力下降,维持足弓力量减弱,表现为足弓塌陷畸形<sup>[10-11]</sup>。横弓塌陷引起跖骨头下压力改变,分布异常从而产生疼痛。温建民等<sup>[12]</sup>研究发现跖骨头下疼痛与跖骨头下压力增高有关,当第 2 跖骨头下压力增高超过体重的 5.20%, 极易出现跖骨头下疼痛。温建民等<sup>[13]</sup>报道当足部负重比例增加时,拇外翻足前足横弓降低的程度较正常足明显,尤其是第 2、3 跖骨头。与正常足相比,相同的负重即可引起拇外翻足的横弓塌陷。这样第 1 跖骨承受的负荷值减少了,第 2、3 跖骨承受的负荷值明显增加,使第 2 跖骨容易发生疼痛性胼胝体。综上所述,拇外翻时足部的病理改变将引起足底肌肉的应力松弛而出现足弓不同程度的塌陷,然后导致跖骨头下负重外移,使得第 2、3 跖骨头下压力增大则产生疼痛。

**3.2 通过足负重和非负重位下 X 线测量指标分析可评价拇外翻足弓塌陷程度** 从国内外研究报道,负重是足部的主要生理功能之一,一些足部畸形只有在负重下才能表现出来<sup>[14]</sup>。非负重位片是在非生理位下拍摄的,没有反映肌肉、韧带等软组织对足部的稳定作用,当以上软组织损伤时,在非负重位下,足结构对位可表现正常,但在负重位下将呈现明显的病理状态,如足弓塌陷<sup>[10]</sup>。本研究结果中,拇外翻患者负重位、非负重位下 HVA、IM1-2、IM1-5、前弓角、内弓顶角存在着明显的差异。拇外翻足负重位下测量的 IM1-2、IM1-5、内弓顶角均大于非负重位下测量的结果;拇外翻足负重位下测量的前弓角小于非负重位下测量的结果;这些与文献报道相同<sup>[15]</sup>。说明足从非负重状态到负重状态,前足扇形张开,足弓压低。在影像学上表现为 IM1-2、IM1-5 的增大,提示前足横弓的降低。而前弓角的减小及内弓顶角增大提示内侧纵弓降低,根据结果中 IM1-2、IM1-5、内弓顶角的差值随拇趾外翻畸形的增加而增加,可以推测拇趾外翻畸形越重,足弓塌陷的越严重。这样从侧面反映足底软组织在体重的作用下维持足弓的力量存在不同程度的减弱。将拇外翻畸形分度后发现:轻度、中度拇外翻中没有得出明显的相关性;而在重度拇外翻中,IM1-5 差值与拇外翻畸形具有相关性,这说明当畸形程度尚轻时,维持足弓的足底肌肉力量未出现明显减弱,使得足弓未出现明显塌陷。并且在结果中跖骨头下疼痛指数随负重、非负重下测得 IM1-2、IM1-5、内弓顶角的差值的增加而增加,说明

了前足跖骨头下疼痛由足弓的塌陷引发。通过对畸形程度的分度分析,在轻度结果中可得到跖骨头下疼痛指数与 IM1-5 差值具有相关性,即跖骨头下疼痛程度随 IM1-5 差值的增加而增加,提示在拇外翻畸形程度初期,跖骨头下疼痛程度与横弓塌陷程度呈正相关。然而在中或重度拇外翻中,跖骨头下疼痛与足弓塌陷并无相关性。综上,在临床上负重及非负重位下测量 IM1-5 的差值对评估足弓塌陷程度有重要意义。当拇外翻畸形初期,通过负重及非负重位下摄患足 X 线片测量 IM1-5 差值变化以了解足弓塌陷程度和足底应力松弛情况,并在早期通过足底肌肉功能锻炼加强足内、外肌力或使用矫正垫等可防止足弓塌陷进一步加重;当足弓塌陷严重产生明显症状时,可能需要软组织重建、截骨矫形等手术来纠正拇外翻畸形,重建足弓结构来解决临床症状。而通过测量这些角度进行手术前后对比,反映术后是否纠正畸形及足弓恢复,对预防跖骨头下疼痛有重要意义。所以,通过足负重、非负重位下 X 线测量指标分析可评价拇外翻足弓塌陷程度,对防治跖骨头下疼痛有重要意义。

#### 参考文献

- [1] Yavuz M, Hetherington VJ, Botek G, et al. Forefoot plantar shear stress distribution in hallux valgus patients[J]. *Gait Posture*, 2009, 30(2): 257-259.
- [2] 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.
- [3] Xu ST, Ge BF, Xu YK. Practical Orthopaedics[M]. Beijing: People's Military Medical Press, 2005: 1863-1864. Chinese.
- [4] Park JY, Jung HG, Kim TH, et al. Intraoperative incidence of hallux valgus interphalangeus following basilar first metatarsal osteotomy and distal soft tissue realignment[J]. *Foot Ankle Int*, 2011, 32(11): 1058-1062.
- [5] 戴鹤玲, 温建民, 孙天胜. 拇外翻负重位与非负重位影像学分析[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2011, 26(10): 897-898.
- [6] Dai HL, Wen JM, Sun TS. Radiographic analysis of hallux valgus on wright-bearing and non wright-bearing[J]. *Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi*, 2011, 26(10): 897-898. Chinese.
- [7] 王旭, 马昕, 陈飞雁, 等. 拇外翻足 X 线二维测定的意义[J]. *中国临床医学*, 2006, 13(3): 469-472.
- [8] Wang X, Ma X, Chen FY, et al. Significance of measurement of hallux valgus foot with radiograph[J]. *Zhongguo Lin Chuang Yi Xue*, 2006, 13(3): 469-472. Chinese.
- [9] Sanhudo JV, Gomes JE, Rabello MC, et al. Interobserver and intraobserver reproducibility of hallux valgus angular measurements and the study of a linear measurement[J]. *Foot Ankle Spec*, 2012, 5(6): 374-377.
- [10] Damiano J. Forefoot pain[J]. *Rev Prat*, 2010, 60(3): 345-352.
- [11] 王正义. 足踝外科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006: 431-432.
- [12] Wang ZY. Surgery of the Foot and Ankle[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2006: 431-432. Chinese.