

拇趾外翻 X 线片观测指标及应用进展

龚浩, 桑志成

(中国中医科学院望京医院骨关节二科, 北京 100102)

【摘要】 X 线测量是拇外翻畸形最重要的诊断和评价依据之一, 选择正确的摄片方式和测量指标对拇外翻畸形的准确诊断和治疗方案的选择均有极其重要的意义。随着对拇外翻病因病理研究的深入, 有关该病的 X 线测量方法和指标也日新月异。摄片的方法包括在负重与非负重状态下拍摄足的正位、侧位、斜位及籽骨轴位片。测量指标的选择也多种多样, 包括角度测量、距离测量、籽骨位置的测量等, 可作为术前畸形程度及术后疗效的评估。本文基于对国内外有关拇外翻 X 线测量的最新研究, 对其测量方法及应用进行概述。

【关键词】 拇外翻; 体层摄影扫描仪, X 线计算机; 综述文献

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2013.02.023

Recent advances in X-ray observation index of hallux valgus and their applications GONG Hao, and SANG Zhi-cheng. Wangjing Hospital of China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100102, China

ABSTRACT X-ray measurement is one of the most important methods for diagnosing hallux valgus. To choose the right photographed way and the proper X-ray observation index has important significance on accurate diagnosis and correct treatment. As the in-depth research on the pathogenesis and pathological changes of hallux valgus, more new X-ray measuring methods and index have appeared. X-ray in the weight-bearing and non-weight-bearing position, dorsoplantar radiograph, lateral radiograph, oblique radiograph and sesamoid radiograph can be taken. Many observation index can be chosen, including angles, distances, the position of sesamoid et al, can be used to evaluate deformity degree before surgery and curative effect after surgery. The following is a summary of the international and domestic recent researches about X-ray observation index of hallux valgus and their applications.

KEYWORDS Hallux valgus; Tomography scanners, X-ray computed; Review literature

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2013, 26(2): 171-174 www.zggszz.com

拇外翻(hallux valgus, HV)由 Carl Heuter 于 1871 年首次提出^[1], 指拇趾向外倾斜、第 1 跖骨向内侧倾斜的畸形性疾病, 常伴拇囊炎和第 1 跖骨头内侧疼痛。随着对拇外翻病理改变研究的深入, X 线的摄片方式也层出不穷, 测量指标随之增多, 这无疑给临床医生的实际应用带来了极大困扰。为了更好地为临床服务, 提高拇外翻疾病的诊断、治疗水平, 现将拇外翻常用 X 线摄片方法及观测指标的研究概况综述如下。

1 常用摄片方法

根据摄片时足部的负重与否, 可分为负重位与非负重位两大类。多数患者的真正畸形只有在负重后才能表现出来^[2]。有研究^[3]发现负重位拇外翻患者第 1-2 跖骨间角增大程度明显大于正常人。Chhaya 等^[4]认为, 单纯应用负重位或非负重位摄片均不能全面评估足部的疾病, 在条件允许的情况下应同时拍摄负重位和非负重位片, 并注意对比。

1.1 非负重状态 ①足前后位(正位)片^[5]。摄片方法: 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。该角度摄片, 可清楚测得拇外翻角、跖或趾间角、跖楔角、远近端关节面固定角, 并可据此评估第 1 序列性质及诸跖骨间关系。②足侧位片。患者体位同上, X 线束向头侧与垂直轴呈 10° 角

聚焦于第 3 跖骨基底。该角度摄片, 优势在于可直观判断跖骨的上抬或下沉程度, 并可测量内外及前后足弓角和内弓顶角等, 用来判断足弓病变。③足斜位片^[6]。包括足内斜位和外斜位。内斜位: 患者仰卧于摄影台, 被检测膝部稍弯, 足底部紧贴暗盒, 对侧下肢伸直。投射中心在第 3 跖骨底, 这样可以显示所有足骨和各关节内斜位像。外斜位: 患者体位同上, 然后让整个下肢外倾, 使足底与暗盒成 30°~45°, 投射中心在第 2 跖骨底。此种摄片使得第 1 和第 2 跖楔关节间隙显影尤为清晰。通过以上摄片得到的影像能弥补侧位片上足骨间产生重影带来的不足。

1.2 负重状态 ①足正位片。患者直立于 X 线片盒上, 投照方向与人体纵轴成 15° 角, 球管距片盒 1 m, 摄片条件 50 kV、6 mAs。如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。该体位摄片可测得拇外翻角、跖骨间角等, 它的优势在于能够反映出负重状态下足部周围结构对诸骨排列的影响。②足侧位片。以 X 线片固定架使片盒直立, 患者直立, 小腿与地面垂直, 并使足内侧紧贴于片盒, 球管距片盒 1 m, 与地面平行投射于骰骨上缘。摄片条件为 55 kV、9.5 mAs^[7]。通过与非负重位的同角度摄片, 可对比评价负重前后足纵弓的变化情况。③足斜位片。患者站立于 X 线片盒上, X 线束向内侧呈 15° 角, 投射中点在第 3 跖骨基底。该片用于观察在负重位下的各足骨和关节的位置结构关

系。④籽骨轴位片。它指患者在足部负重位拇趾背伸 45°的情况下拍摄, X 线束向籽骨长轴平行方向投照。该片在显示籽骨移位和跖籽关节退行性变方面有极大的优势。而且通过此片还能测量各跖骨头最低点和胫腓侧籽骨最低点到足底的垂直距离, 据此来评估前足横弓的情况。

2 观测指标

拇外翻的病理改变复杂多样, 必须通过 X 线测量对其畸形状况进行准确判断, 以便选择最佳的手术方案。近年来, 临床常用的 X 线测量指标归纳如下^[8-10]。

2.1 角度测量

2.1.1 外翻角(正位片) ①拇外翻角(hallux valgus angle, HVA)。常用于拇外翻诊断、分度分型和预后评估。指第 1 跖骨中轴线与第 1 近节趾骨中轴线间夹角, 正常 $<15^\circ$, 但许多学者在其评价拇外翻畸形方面存在不同意见。温建民等^[11]认为 HVA $>15^\circ$, 或伴跖骨间角 $>8^\circ$ 时可诊断为拇外翻, 并确定以下分度: HVA $<25^\circ$ 为轻度; $25^\circ \leq HVA < 35^\circ$ 为中度; HVA $\geq 35^\circ$ 为重度。然而, 桂鉴超等^[12]通过对第 1 序列的研究后认为可用 HVA 和其他角度一起做拇外翻畸形分型的主要判断指标, 并提出以下分度分型来评价拇外翻: I 型, 以趾间角增大为主($\geq 22^\circ$); II 型, 单纯 HVA 增大($\geq 20^\circ$); III 型, 以近端关节面固定角增大为主($\geq 11^\circ$), 而跖间角 $\leq 15^\circ$; IV 型, 以跖间角增大为主, 其又分为 2 个亚型, 包括 IV a 型跖间角 $10^\circ \sim 15^\circ$, IV b 型跖间角 $>15^\circ$, 而近端关节面固定角在正常范围内; V 型, 混合型, 跖间角 $>15^\circ$, 近端关节面固定角 $\geq 11^\circ$; VI 型, 跖趾骨关节炎。另外, 文献报道^[13]拇外翻角和第 1、2 跖间角是评估拇外翻术后疗效的良好指标。综上所述, 虽然以 HVA 对拇外翻进行分度分型作为一种简便实用的方法沿用至今, 但随着对拇外翻研究的深入, 发现单纯测量 HVA 远不足以判断拇外翻的畸形程度, 需结合其他测量方法共同评估, 才能全面准确地进行综合评价。②第 2 趾外翻角。常用于拇外翻并发第 2 趾外翻, 指第 2 趾近节趾骨纵轴与第 2 跖骨纵轴间的夹角。张文涛等^[14]提到拇外翻患者常并发第 2 趾畸形, 建议对严重拇外翻患者进行手术设计时应该测量该角度并纠正第 2 趾的外翻畸形。③第 5 跖骨外翻角。常用于拇外翻合并小趾囊炎时, 可能存在第 5 跖骨外翻, 需测量此角度。它指第 5 跖骨头颈部纵轴与紧邻第 5 跖骨内侧骨皮质所做的平行线的夹角。李静等^[15]报道治疗小趾囊炎, 需测量此角度以评估疗效。

另外, 有学者在定义第 1 跖骨轴线上存在不同的观点^[16]: ①第 1 跖骨轴为其纵轴; ②在两个平面上均分跖骨干, 然后连接两点并延长所形成的直线代表第 1 跖骨轴; ③第 1 跖骨头关节面的中点和第 1 跖骨近端关节面的中点的连线代表第 1 跖骨轴; ④第 1 跖骨头的中心点和第 1 跖骨基底的中心点的连线代表第 1 跖骨轴; ⑤第 1 跖骨头的中心点和第 1 跖骨近端轴的中心点连线代表第 1 跖骨轴。Schneider 等^[17]对以上 5 种不同方法进行评价并发现用第 1 跖骨头的中心点和第 1 跖骨基底的中心点的连线来代表第 1 跖骨轴最为精确且术后偏差很少。张建中等^[5]报道用骨干近、远端横径中点连线代表每个跖骨干纵轴线。所以, 在临床实践当中需保证测量角度与实际角度偏差不大的情况下选择一个较准确的测定方法。

2.1.2 跖内收角(正位片) 拇外翻患者当中常并发第 2 跖骨内收的情况, 它反映了中足跖骨间的临近关系, 正常值为 $\leq 15^\circ$, 轻度为 $16^\circ \sim 19^\circ$, 中度为 $20^\circ \sim 25^\circ$, 重度为 $\geq 25^\circ$ 。当纠正拇

外翻时, 要同时测量该角度并予以纠正。Ferrari 等^[18]报道跖内收角为第 2 跖骨中轴与中间楔骨中轴所成夹角, 正常时 $5^\circ \sim 17^\circ$, 大于 20° 视为病态, 并研究发现 55% 的跖骨内收患者伴有拇外翻畸形, 跖内收 $>24^\circ$ 者均伴随异常的拇外翻角($>15^\circ$)。这与 Coughlin 等^[19]的观点不同, 他认为跖内收角应按如下方式测量: 作线段 AB, A 点为第 1 跖楔关节最内侧与距舟关节最内侧连线的中点, B 点为第 5 跖骰关节最外侧和跟骰关节最外侧连线的中点, 再作外侧楔骨纵向平分线, 使之与 AB 交于 C 点, 再通过 C 点作第 2 跖骨的纵轴线, 则两条线在 C 点处的夹角即是跖内收角。

2.1.3 关节面固定角(正位片) ①近端关节面固定角。指第 1 跖骨纵轴与远端关节面的垂线间的夹角, 可评估第 1 跖骨头关节面横向偏移的程度, 正常时 $<10^\circ$ ^[4]。Sammarco 等^[20]认为该角度的改变是一部分患者拇外翻畸形的主要原因, 不矫正该角度则拇外翻不能充分矫正。该角度异常增大可能需要跖骨远端截骨术来纠正。②远端关节面固定角。指第 1 近节趾骨纵轴与其近端关节面垂线间的夹角, 正常人一般 $<7.5^\circ$ 。此角的异常可能需要做趾骨截骨矫正。若术前未评估该角度, 且术后未得到纠正则会引起拇外翻的外翻畸形矫正过枉, 易导致拇内翻。

2.1.4 跖/趾间角(正位片) ①跖间角。根据文献报道^[5]跖间角(尤其第 1-2, 1-5 等跖间角)不仅直接反映了足部跖间的关系, 而且通过负重与非负重状态下的对比, 间接地反映了足部的缓冲弹性功能。由此为解释拇外翻是否存在足底松弛等病理改变提供依据。如第 1-2 跖间角常小于 12° , 若明显增大则出现跖骨头内收或跖骨内翻畸形, 需截去多余的第 1 跖骨内侧来改善远端跖骨关节面的外侧移位。张建中等^[5]发现负重位下第 1-2 跖间夹角的大小反映了拇外翻畸形的严重程度, 并建议作为术前指导手术方案的最佳标准之一。第 1-5 跖间角异常增大可间接反映前足变宽, 足横弓塌陷。周承涛等^[21]认为拇外翻患者的第 1-5 跖间角均较正常人增大。②拇趾间外翻角。此角异常增大时能反映远节趾骨基底和近节趾骨的异常, 它指拇趾远、近节趾骨中轴线夹角, 一般 $<10^\circ$, 当超过此角度时, 使得拇外翻表现的外翻畸形比实际的更严重, 所以在矫正时没有评估此角度则会引起外翻矫正过正。

2.1.5 其他角度测量(正位片) 这些角度主要用来反映拇外翻某些局部的病理改变, 在纠正拇外翻角的时候应同时予以纠正。①第 1 楔骨尖角。为第 1 楔骨关节面与第 1 楔骨内缘间的夹角, 与第 1 跖骨内收程度有关。②基底角。指第 1 跖骨纵轴与基底部关节面的夹角, 可反映第 1 跖骨基底部的畸形。张文涛等^[14]认为要彻底解决拇外翻, 应重点解决第 1 跖骨内收与第 1 楔骨畸形。③跖楔角。常用来评价跖楔关节是否异常, 它指第 1 跖骨纵轴与近端关节面连线的垂线所成的夹角, 正常 $6^\circ \sim 10^\circ$ 。④内侧跖楔关节面倾斜角。指沿内侧楔骨内缘切线与其远端关节面切线的夹角, 正常时 $8^\circ \sim 10^\circ$ 。⑤第 1 或第 2 跖骨倾斜角(侧位片)。第 1 或 2 跖骨纵轴与跟骨结节和跟骨的跟舟关节端最低点连线所成的夹角, 正常时两线平行或重叠, 根据该角可以判断第 1 跖骨头的抬高或下沉, 可以间接反映整体足弓的情况。

2.2 跖骨(正位片) ①第 1 跖骨内侧骨赘及远端关节面。用于评价第 1 跖骨形态异常, 这在拇外翻手术中应注意。第 1 跖骨内侧骨赘是指在正位片中由骨赘内侧缘向第 1 跖骨干

边缘做的垂线,最长者可代表其大小^[22]。Coughlin^[19]报道在跖骨远端关节面的形态中,圆形不稳定,方形较稳定。②第 1、2 跖骨相对远端长度差。常作为术前评估 1、2 跖骨长度关系,正常情况下第 2 跖骨比第 1 跖骨略长 2 mm,若第 1 跖骨过短则会引起前足横弓降低和前足负重力学改变,在制定手术方式时应予考虑。正位片上,以距舟关节最内端和跟骰关节最外端连线做为参考线。以第 2 跖骨纵轴线与此参考线相交点为中心,分别向第 1-2 跖骨远端关节面最远端做圆弧线,两弧线的长度差代表第 1-2 跖骨相对远端长度差^[8]。

2.3 籽骨位置(正位及籽骨轴位) 籽骨位置不但可以反映屈拇肌腱的位置,也可间接反映第 1 跖趾关节周围软组织力量的平衡情况。评价籽骨位置应结合足负重正位、籽骨轴位 X 线片来共同进行。在足负重正位上,籽骨位置可根据胫侧籽骨相对于第 1 跖骨干纵轴线的位置关系,将籽骨位置分为 7 级。正常足籽骨位置不超过 3 级。而在籽骨轴位 X 线片上,有两种测量方法^[23]:①由两侧籽骨沟最凹点做连线,通过籽骨嵴顶点向上述连线做垂线。根据胫侧籽骨相对于籽骨嵴的位置关系,将籽骨位置分为 7 级。②根据籽骨和籽骨嵴的位置关系可分为 A、B、C 3 级,但在此角度上,只能看出籽骨位置正常与脱位两种情况,无法准确反映跖骨头的旋转情况,实用性不大。而 Kuwano 等^[24]将籽骨旋转角(sesamoid rotation angle, SRA)定义为水平线与胫侧籽骨最低点连线的夹角,经测量发现 SRA 与籽骨脱位的分级相关性很高,可用作评估籽骨脱位程度,并可避免 7 级分级法和 4 级分级法参数不连续的缺陷。当发生拇外翻畸形时,腓侧籽骨往往相对第 1 跖骨纵轴线向外侧移位^[25]。所以在评价畸形时应注意籽骨移位的可能,术前需通过测量籽骨位置来纠正籽骨移位畸形。

2.4 关节适合性(正位片) 拇外翻常发生第 1 跖趾关节脱位及半脱位,需通过该指标来评估关节适合情况。它是拇外翻术式选择的一个直接影响因素,它指分别连接第 1 跖趾关节跖骨远端关节面内、外侧缘的连线和近节趾骨近端关节面内、外侧缘的连线,根据两条关节面连线的相对关系来评价关节适合性,可分为 3 种关系。若两条线平行,则称为关节适合;若不平行,交点交于关节之外,称关节不适合;若不平行,而交点交于关节之内,称为关节半脱位。Miller 等^[26]报道第 1 跖趾关节适合时单纯截骨即可矫正畸形,若不适合则需跖骨头截骨和软组织矫形修复来调整畸形使之适合。

2.5 足纵弓(侧位片) 足纵弓分为内侧足纵弓和外侧足纵弓,内侧足纵弓由跟骨、距骨、足舟骨、楔骨及内侧 3 块跖骨组成;外侧足纵弓由跟骨、骰骨及外侧 2 块跖骨组成。①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,正常值为 113°~130°。Komeda 等^[27]报道在拇外翻患者中存在着距骨跖屈及舟骨下沉,且内侧纵弓明显较正常人低。②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。前弓角代表了内侧足纵弓的前部。③距骨相对高度^[28]。距骨头最低点至跟骨最低点与第 1 跖骨头最低点连线的垂直距离,除以足的去趾长度。薛剑锋等^[29]通过测量内弓顶角、前弓角、距骨相对高度评估内侧纵弓,发现在拇外翻患者中内侧足纵弓存在一定程度的塌陷,这与外翻畸形有一定的相关性。④外侧足弓。跟骨、跟骰关节最低点连线和与第 5 跖骨头最低点连线之成角,平均 140°。⑤后足弓。跟骨结节最低点与第 5 跖骨头低点的连线和与跟骰关节最低点连

线所形成的向前开放的角,约 25°。

2.6 足横弓(正位及籽骨轴位) 足横弓是 5 个跖骨和 2 粒籽骨构成的向前、上的拱形结构。近年来对其研究的不断加深,发现由于第 1 跖骨的内翻、抬升、旋前、脱位和前足增宽,常出现足横弓较正常足明显塌陷,各个跖骨头承重增加,因此前足的承重比例增加^[30]。并伴随跖骨痛、胼胝等病理变化^[31-32]。所以,拇外翻足横弓的评价,对于反映拇外翻畸形程度及提供手术依据显得尤为重要。目前常用的有:①跖骨头到足底的距离。Suzuki 等^[33]在轴位片上建立二位坐标系,沿足底与地面接触缘画一条直线作为 X 轴,通过第 2 跖骨头最低点而垂直于 X 轴的为 Y 轴,测量各跖骨头最低点和胫腓籽骨最低点到 X 轴的距离来了解横弓性质。测得该距离越短说明横弓塌陷越明显。②第 1-5 跖骨间距离。在正位片上,指第 1 跖骨到第 5 跖骨的最宽长度。若变宽则提示有横弓塌陷的可能。

3 小结与展望

综上所述,不同的测量指标代表着不同的意义。根据患者畸形程度的不同,足部将产生不同的畸形改变,如第 1 序列的畸形,继而影响跖间关系,籽骨移位改变,足弓的塌陷等,通过单一或单方面的测量指标来评价其畸形显得远远不足,很容易遗漏一些重要的畸形改变。从而导致治疗方案的不全面,这无疑会造成疗效不佳。

近年来,随着对拇外翻畸形的重视和研究的加深,对拇外翻的评价已不仅仅局限于第 1 序列及跖间关系,而增加了对籽骨移位及足弓情况的判断,这使得多种 X 线的测量方法及评价指标随之出现,诸多学者专家们众说纷纭,如在定义现有的测量方法上是否能准确地反映畸形的真正情况;现有的测量指标是否就能够完全评价畸形改变;哪些必须是手术治疗拇外翻畸形必须测量的术前观测指标等,尚未形成一套统一的测量评价标准,这给临床医生的实际应用带来诸多不便。本文虽列举了临床上常见的测量方法,但对于各指标能否准确反映拇外翻畸形,各指标间是否存在必然的相关关系,是否能相互整合共同反映畸形改变并指导手术治疗等方面尚存在诸多疑问,需要进一步证实。其次,鉴于目前对这些测量指标的测量主要依赖于人工在 X 线片上绘制及测量,这无疑会增加的数据的误差,所以应该尽可能由同一个人通过计算机及图像分析软件来测量,以减少测量误差,才能更准确地为拇外翻的诊治提供有力依据。

参考文献

- [1] Kelikian H. Hallux valgus allied deformities of the forefoot and metatarsalgia[J]. American Journal of the Medical Sciences, 1966, 251(1):116.
- [2] 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. 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.
- [3] Tanaka Y, Takakura Y, Sugimoto K, et al. Precise anatomic configuration changes in the first ray of the hallux valgus foot[J]. Foot Ankle Int, 2000, 21(8):652-656.
- [4] Chhaya SA, Brawner M, Hobbs P, et al. Understanding hallux valgus deformity: what the surgeon wants to know from the conventional radiograph[J]. Curr Probl Diagn Radiol, 2008, 37(3):127-137.
- [5] 张建中,孙超,李海涛. 拇外翻足负重、非负重位 X 线测量的分

- 析研究[J]. 中华实用医学, 2003, 5(12): 47-48.
- Zhang JZ, Sun C, Li HT. Radiographic analysis of hallux valgus on weightbearing and nonweightbearing[J]. *Zhonghua Shi Yong Yi Xue*, 2003, 5(12): 47-48. Chinese.
- [6] 温建民. 中西医结合微创技术治疗拇外翻[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 85-141.
- Wen JM. Minimally Invasive Surgery of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine Treatment of Hallux Valgus[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2010: 85-141. 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.
- 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.
- [8] Coughlin MJ, Jones CP. Hallux valgus: demographics, etiology, and radiographic assessment[J]. *Foot Ankle Int*, 2007, 28(7): 759-777.
- [9] Kadakia AR, Smerek JP, Myerson MS. Radiographic results after percutaneous distal metatarsal osteotomy for correction of hallux valgus deformity[J]. *Foot Ankle Int*, 2007, 28(3): 355-360.
- [10] Bryant A, Tinley P, Singer K. A comparison of radiographic measurements in normal, hallux valgus, and hallux limitus feet[J]. *J Foot Ankle Surg*, 2000, 39(1): 39-43.
- [11] 温建民, 桑志成, 林晓新, 等. 小切口手法治疗拇外翻临床研究—附 535 例(986 足) 研究报告[J]. 中国矫形外科杂志, 2002, 9(1): 27-30.
- Wen JM, Sang ZC, Lin XX, et al. Study of hallux valgus treated by minimal incision and manipulations[J]. *Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi*, 2002, 9(1): 27-30. Chinese.
- [12] 桂鉴超, 顾湘杰, 侯明夫, 等. 正常足与拇外翻足第一序列的测量及其临床意义[J]. 中华骨科杂志, 2001, 21(3): 137-140.
- Gui JC, Gu XJ, Hou MF, et al. X-ray evaluation of the normal and hallux valgus feet and its clinical value[J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2001, 21(3): 137-140. Chinese.
- [13] Zhang FQ, Wang HJ, Zhang Q, et al. Hallux valgus deformity treated with the extensor hallucis longus tendon transfer by dynamic correction[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2010, 123(21): 3034-3039.
- [14] 张文涛, 黄英, 吴倩平, 等. 拇外翻与第一跖跗关节形态改变[J]. 中国临床康复, 2002, 6(14): 2056-2057.
- Zhang WT, Huang Y, Wu QP, et al. Anatomical changes of the first tarsometatarsal joint in the hallux valgus feet—radiographic measurement[J]. *Zhongguo Lin Chuang Kang Fu*, 2002, 6(14): 2056-2057. Chinese.
- [15] 李静, 谢鸣, 勘武生, 等. 微创截骨治疗拇外翻合并小趾囊炎[J]. 中国骨伤, 2011, 24(8): 648-651.
- Li J, Xie M, Kan WS, et al. Clinical investigation of the minimal invasive osteotomy for the treatment of hallux valgus combined with tailor's bunions[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2011, 24(8): 648-651. Chinese.
- [16] Srivastava S, Chockalingam N, El Fakhri T. Radiographic measurements of hallux angles: a review of current techniques[J]. *Foot (Edinb)*, 2010, 20(1): 27-31.
- [17] Schneider W, Csepan R, Knahr K. Reproducibility of the radiographic metatarsophalangeal angle in hallux valgus surgery[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2003, 85: 494-499.
- [18] Ferrari J, Malone-Lee J. A radiographic study of the relationship between metatarsus adductus and hallux valgus[J]. *J Foot Ankle Surg*, 2003, 42(1): 9-14.
- [19] Coughlin MJ. Hallux valgus[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1996, 78(6): 932-966.
- [20] Sammarco VJ. Surgical correction of moderate and severe hallux valgus: proximal metatarsal osteotomy with distal soft-tissue correction and arthrodesis of the metatarsophalangeal joint[J]. *Instr Course Lect*, 2008, 57: 415-428.
- [21] 周承涛, 刘旭林, 张光辉, 等. 拇外翻及正常足部的 X 线测量分析[J]. 医学影像学杂志, 2003, 13(6): 407-409.
- Zhou CT, Liu XL, Zhang GH, et al. Analysis of X-ray measurement in hallux valgus and normal feet[J]. *Yi Xue Ying Xiang Xue Za Zhi*, 2003, 13(6): 407-409. Chinese.
- [22] Thordarson DB, Krewer P. Medial eminence thickness with and without hallux valgus[J]. *Foot Ankle Int*, 2002, 23(1): 48-50.
- [23] 董岩, 张建中. 拇外翻籽骨位置变化及与跖趾关节功能关系的相关研究[J]. 中国矫形外科杂志, 2008, 16(7): 537-539.
- Dong Y, Zhang JZ. Relation between sesamoid position of hallux and the function of metatarsophalangeal joints[J]. *Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi*, 2008, 16(7): 537-539. Chinese.
- [24] Kuwano T, Nagamine R, Sakaki K, et al. New radiographic analysis of sesamoid rotation in hallux valgus: comparison with conventional evaluation methods[J]. *Foot Ankle Int*, 2002, 23(9): 811-817.
- [25] Lipsman S, Frankel JP. Criteria for fibular sesamoidectomy in hallux abducto valgus correction[J]. *J Foot Surg*, 1997, 16(2): 43-48.
- [26] Miller JW. Distal first metatarsal displacement osteotomy: its place in the schema of bunion surgery[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1974, 56(5): 923-931.
- [27] Komeda T, Tanaka Y, Takakura Y, et al. Evaluation of the longitudinal arch of the foot with hallux valgus using a newly developed two-dimensional coordinate system[J]. *J Orthop Sci*, 2001, 6(2): 110-118.
- [28] Saltzman CL, Nawoczenski DA, Talbot KD. Measurement of the medial longitudinal arch[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 1995, 76(1): 45-49.
- [29] 薛剑锋, 顾湘杰, 马昕, 等. 拇外翻足内侧足纵弓的初步研究[J]. 中华骨科杂志, 2004, 24(1): 32-35.
- Xue JF, Gu XJ, Ma X, et al. Preliminary study on the medial longitudinal arch in hallux valgus[J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2004, 24(1): 32-35. Chinese.
- [30] Schubert J. The closing base wedge osteotomy for severe hallux valgus[J]. *Tech Foot Ankle Surg*, 2007, 3: 175-184.
- [31] 温建民, 桑志成, 钟红刚, 等. 正常足与拇外翻足前足承重比例与跖骨头下压力的研究[J]. 中国骨伤, 2003, 16(11): 641-643.
- Wen JM, Sang ZC, Zhong HG, et al. The study of the changes of bearing ratio and plantar pressure under forefoot of hallux valgus foot[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2003, 16(11): 641-643. Chinese.
- [32] Piqué-Vidal C, Solé MT, Antich J. Hallux valgus inheritance: pedigree research in 350 patients with bunion deformity[J]. *J Foot Ankle Surg*, 2007, 46(3): 149-154.
- [33] Suzuki J, Tanaka Y, Takaoka T, et al. Axial radiographic evaluation in hallux valgus: evaluation of the transverse arch in the forefoot[J]. *J Orthop Sci*, 2004, 9(5): 446-451.