

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2013.09.014 [http://www.crter.org]  
徐海栋, 陈勇, 赵建宁. 迷你双螺纹空心钉结合截骨治疗拇外翻[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(9):1611-1617.

## 迷你双螺纹空心钉结合截骨治疗拇外翻★

徐海栋, 陈勇, 赵建宁

解放军南京军区南京总医院骨科, 江苏省南京市 210002

### 文章亮点:

足部拇外翻畸形是常见的足踝畸形, 随着病程的发展部分畸形程度逐渐加重, 影响患者的生活及行走功能, 需行尽早进行矫形治疗。矫形治疗的方式多种多样, 内固定的材料及器械也有很多种, 采用微创方式及减小操作创伤是目前足踝外科研究的热点。其中迷你双螺纹空心钉材料生物相容性高、固定坚强、操作创伤小, 是目前可以用于早期干预足部拇外翻畸形的可选择材料之一。

### 关键词:

骨关节植入物; 脊柱植入物; 骨折内固定; 迷你空心钉; 双螺纹; 截骨矫形; 拇外翻; 外翻角; 跖间角; 籽骨位置; AOFAS 评分; 微创手术; 跖骨畸形; 跖骨痛; 骨关节植物入图片文章

### 摘要

**背景:** 拇外翻畸形矫正方式多样, 采用迷你双螺纹空心钉材料结合截骨矫形的方式损伤小, 能够满足拇外翻矫形的目的, 是临床上新型的微创生物型内固定材料。

**目的:** 回顾性分析迷你双螺纹空心钉材料应用于截骨矫形拇外翻治疗中的临床疗效。

**方法:** 选择拇外翻畸形患者 30 例, 其中双侧矫形患者 8 例, 单侧矫形患者 22 例。根据自愿均采用第一跖骨截骨矫形迷你双螺纹空心钉内固定, 治疗前后拍摄 X 射线片测量外翻角、跖间角、籽骨位置, 进行 AOFAS 评分, 并计算第一跖骨短缩长度。

**结果与结论:** 采用迷你双螺纹空心钉结合截骨矫形治疗后, 拇外翻畸形患者的外翻角、跖间角、AOFAS 评分及籽骨位置较治疗前明显改善, 第一跖骨短缩在矫形可控范围内避免畸形复发及跖骨痛。

徐海栋★, 男, 1980 年生, 安徽省安庆市人, 汉族, 2009 年解放军第二军医大学外科学毕业, 硕士, 主治医师, 讲师, 主要从事脊柱外科与生物材料研究。

xuhaidong1980@163.com

通讯作者: 赵建宁, 硕士, 主任医师, 教授, 博士生导师, 解放军南京军区南京总医院骨科, 江苏省南京市 210002  
zhaojianning0207@163.com

中图分类号: R318  
文献标识码: A  
文章编号: 2095-4344  
(2013)09-01611-07

收稿日期: 2012-06-20  
修回日期: 2012-08-31  
(20120620010/M·C)

## Mini double-thread hollow screw combined with osteotomy for the treatment of hallux valgus

Xu Hai-dong, Chen Yong, Zhao Jian-ning

Department of Orthopedics, General Hospital of Nanjing Military Command, Nanjing 210002, Jiangsu Province, China

### Abstract

**BACKGROUND:** Treatments for hallux valgus are diverse. Mini double thread hollow screw combined with osteotomy surgery is a small invasive surgery, which can meet the orthopedic purpose of hallux valgus and can be considered as the new minimally invasive biological fixation material in clinic.

**OBJECTIVE:** To retrospectively analyze the curative effect of mini double-thread hollow screw combined with osteotomy for the treatment of hallux valgus.

**METHODS:** Thirty patients with hallux valgus (eight patients with bilateral orthopedic operation and 22 patients with unilateral orthopedic operation) were selected and treated with the first metatarsal osteotomy combined with mini double-thread hollow screw internal fixation according to the willingness of the patients. The X-ray films were taken before and after operation to compare the hallux valgus angle, intermetatarsal angle, sesamoides position and the American Orthopedic Foot and Ankle Society Ankle Hindfoot Scale score. And the shortening length of first metatarsal bone was calculated.

Xu Hai-dong★, Master,  
Attending physician, Lecturer,  
Department of Orthopedics,  
General Hospital of Nanjing  
Military Command, Nanjing  
210002, Jiangsu Province,  
China  
xuhaidong1980@163.com

Corresponding author: Zhao  
Jian-ning, Master, Chief  
physician, Professor, Doctoral  
supervisor, Department of  
Orthopedics, General Hospital  
of Nanjing Military Command,  
Nanjing 210002, Jiangsu  
Province, China  
zhaojianing0207@163.com

Received: 2012-06-20

Accepted: 2012-08-31

**RESULTS AND CONCLUSION:** Hallux valgus angle, intermetatarsal angle, sesamoides position and American Orthopaedic Foot and Ankle Society Ankle Hindfoot Scale score post-operation were improved obviously compared with those pre-operation. The shortening length of the first metatarsal bone was in orthopedic controllable scope, thereby avoiding deformity recurrence and metatarsus pain.

**Key Words:** bone and joint implants; spinal implants; fracture internal fixation; mini hollow screw; double-thread; osteotomy; hallux valgus; hallux valgus angle; intermetatarsal angle; sesamoid position; American Orthopaedic Foot and Ankle Society Ankle Hindfoot Scale score; minimally invasive surgery; metatarsal bone deformity; metatarsus pain; photographs-containing paper of bone and joint implants

Xu HD, Chen Y, Zhao JN. Mini double-thread hollow screw combined with osteotomy for the treatment of hallux valgus. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2013;17(9):1611-1617.

## 0 引言

拇外翻畸形是临床上常见的一种足部畸形, 发病率高, 且多发生于女性。学者们认为拇外翻主要指足部第一序列异常(包括跖楔关节、第一跖骨、跖趾关节、近远节趾骨以及趾间关节), 不仅仅局限于跖趾关节异常。其治疗方式多样化, 分为骨性手术及软组织松解手术两大类, 骨性矫形方法获得稳定的矫形同时需要坚强有效的内固定维持矫形效果直至其达到骨性愈合, 软组织松解方式损伤较骨性矫形方法小, 但不能长期有效维持矫形效果, 故长期随访疗效不如骨性矫形方法满意。

采用骨性矫形治疗后多需要坚强的内固定材料维持, 临床上可以采用微型钢板固定或者迷你双螺纹空心钉固定等多种方法。而通过第一跖骨干截骨矫形内固定获得稳定的生物力学从而达到矫形目的是临床上常用的治疗方式<sup>[1-5]</sup>。迷你双螺纹空心钉的特点是微型设计, 操作起来适合于较小部位的截骨矫形方式, 且有专用的小型化工具, 暴露及固定损伤较以往的克氏针固定明显便捷和微创, 特殊设计的双螺纹结构可以再次锁定固定的骨折断端, 避免了不同平面内的加压螺钉移位并具有稳定的固定效果。采用迷你双螺纹空心钉内固定截骨矫形的跖骨端, 其力学性能稳定, 能较好的维持其矫形后的生物力学性能, 简化手术操作方式。

解放军南京军区南京总医院骨科从2009年9月起采用该材料结合截骨治疗拇外翻畸形, 通过影像学复查及随访评估该治疗方法疗效肯定。

## 1 对象和方法

**设计:** 临床回顾性分析。

**时间及地点:** 2009年9月至2010年9月在解放军南京军区南京总医院骨科完成。

**对象:** 选择2009年9月至2010年9月就诊于解放军南京军区南京总医院骨科的中、重度拇外翻畸形患者30例, 共38足进行拇外翻畸形矫形, 年龄25-65岁, 平均(42.5±4.7)岁, 男13例, 女17例, 体质量(67.4±11.2) kg, 其中双侧矫形患者8例, 单侧矫形患者22例。

**拇外翻畸形诊断标准:** 其主要表现为拇趾向外侧倾斜, 第一跖骨内翻, 第一、二跖骨间夹角增大, 跖趾关节半脱位, 第一跖骨头在足内侧形成一骨赘。长期受到鞋子的磨擦后, 局部皮肤会增厚, 严重时红肿发炎, 即形成“拇囊炎”。拇外翻严重时, 第二趾可被拇趾挤向背侧, 形成锤状指。同时由于前足主要负重区的外移, 第二、三跖骨头承重增加, 久之形成足底胼胝, 伴有疼痛, 即产生所谓的“转移性跖痛症”。另外, 拇趾外翻畸形的存在使外侧跖

骨应力负荷增加, 骨小梁结构易受到累积性应力的作用, 这种应力的过度集中会使外侧跖骨发生疲劳性骨折。其分级标准为: ①轻度: 症状轻微, 疼痛不严重, X射线片第一跖趾关节无半脱位。②中度: 拇外翻畸形明显, 拇囊炎疼痛较重。X射线片见拇趾近节向外侧半脱位, 并出现第二趾锤状畸形。③重度: 除拇囊炎疼痛外, 跖趾关节肿痛, X射线片见跖趾关节出现骨关节炎表现<sup>[6-9]</sup>。

**纳入标准:** ①持续性功能疼痛: 拇囊炎引起的疼痛, 锤状趾引起的疼痛, 足底胼胝引起的疼痛, 外侧跖骨应力集中引起的疼痛, 姿势性代偿引起的膝关节、髌关节及腰骶部的疼痛。②畸形: 拇趾外翻, 第一跖骨内翻, 第一跖趾关节内侧骨赘, 第二、三趾锤状趾等。③X射线: 第一跖趾关节半脱位, 拇趾向中线移位, 拇外翻角 $>15^{\circ}$ , 第一、二跖骨间夹角 $>10^{\circ}$ 为基本表现。

**排除标准:** ①早期拇外翻畸形的患者, 可以通过佩戴矫形支具鞋进行矫形的患者。②足部其他结构异常者, 如小趾畸形、扁平足及有足部外伤手术史。③类风湿性关节炎、痛风等病变破坏足部软组织和骨关节的正常平衡结构导致拇外翻畸形患者。④创伤、脑瘫等原因造成的神经肌肉性病导致拇外翻畸形患者。

**材料:** 由美国Wright医疗器械公司生产的中空双螺纹空心钛合金接骨螺钉, 该产品由直径 $2.4\text{ mm}$ 的双螺纹空心钉和配套垫圈组成, 垫圈可与双螺纹空心钉配合使用。由钛合金制造, 表面经过阳极氧化处理, 非灭菌包装或灭菌包装。手术器械盒中有微型摆锯、空心钉导针、空心钻头、手动柄。操作时只需牵开软组织、潜行用微型摆锯进行相关骨组织的截骨矫形、空心钉导针固定, 透视位置满意后空心钻头扩孔, 然后使用手动柄将迷你双螺纹空心钉拧入双向锁定, 可以使用或不使用垫圈固定相关骨块。该迷你双螺纹空心钉由钛合金材料制备, 生物相容性好, 且强度为 $1\ 100\text{ MPa}$ 高抗强度钛合金材料制备, 内固定生物力学性能稳定, 具有促进骨愈合作用。

#### 方法:

**手术方式:** 麻醉满意后, 使用气囊止血带止血, 在C型臂X射线机监测下手术, 经皮做拇指外侧切口, 位于第1跖骨远端干骺端外侧(略高于截骨部位)。松解外侧关节囊, 潜行扩张后松解内侧关节囊后切断拇收肌, 向跖骨背侧剥离截骨部位骨膜, 使跖骨周围组织远离截骨器械。然后用微型摆锯将第一跖骨远端内侧骨赘切除, 并在预先确定的截骨矫形位置进行截骨, 骨截断后将跖骨头向外推移, 恢复外翻角及跖间角, 然后用空心钉导针

维持固定。透视位置满意后扩张空心钉孔道后用手柄拧入迷你双螺纹空心钉, 锁定骨块, 并用截骨的骨块、骨赘填塞之间的空隙、重建骨性连接。有4人(5足)因锤状趾进行跖趾关节成形术。

**评估数据:** 术前及随访时采用AOFAS评分进行患足临床功能评价, 同时摄负重位X射线正侧位片进行影像学评价。影像学评价内容包括外翻角(hallux valgus angle, HAV)、跖间角(intermetatarsal angle, IMA)、第一跖骨短缩长度及籽骨位置。所有手术及评价均由同一组医师完成。

**足拇指外翻角:** 拇趾骨和第一跖骨之关节倾斜角度, 大于生理角度 $15^{\circ}$ 为畸形。

**跖间角:** 第一、二跖骨间角度(跖间角), 正常在 $10^{\circ}$ 以内。

**美国足踝外科协会踝-后足功能评分(American Orthopaedic Foot and Ankle Society Ankle Hindfoot Scale, AOFAS):** 根据患者足踝功能进行评分, 通过行走疼痛、下肢畸形、单足跟站立、单足跳、腓肠肌萎缩、被动背伸缺陷、被动跖屈缺陷、被动背伸增加、患者满意评分9个方面对患者足踝功能进行评估。满分为100分, 90分以上为优, 80-89为良, 79以下为一般。

**籽骨位置评级:** 分为1-4级, 参考正常足籽骨位置, 对拇外翻手术前后籽骨到第2跖骨的距离、籽骨相对于第1跖骨的位置进行分级。1级: 胫侧籽骨位置基本正常无脱位; 2级: 胫侧籽骨外移, 与第1跖骨轴线相交 $<50\%$ ; 3级: 胫侧籽骨外移, 与第1跖骨轴线相交 $>50\%$ ; 4级: 胫侧籽骨完全移位至第1跖骨轴线外侧。

**术后处理:** 术后敷料包扎后支具外固定, 将拇指放置在轻度内翻位, 术后3周去除敷料, 6-8周复查X射线用足跟行走、前足不负重, 8周后逐渐增加活动量及行走距离, 随访时间12-18个月, 平均随访13.5个月。

**主要观察指标:** 治疗前后足外翻角、跖间角、AOFAS评分及籽骨位置。

**统计学分析:** 所有结果均进入统计分析, 采用SPSS 13.0软件进行配对t检验处理,  $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

## 2 结果

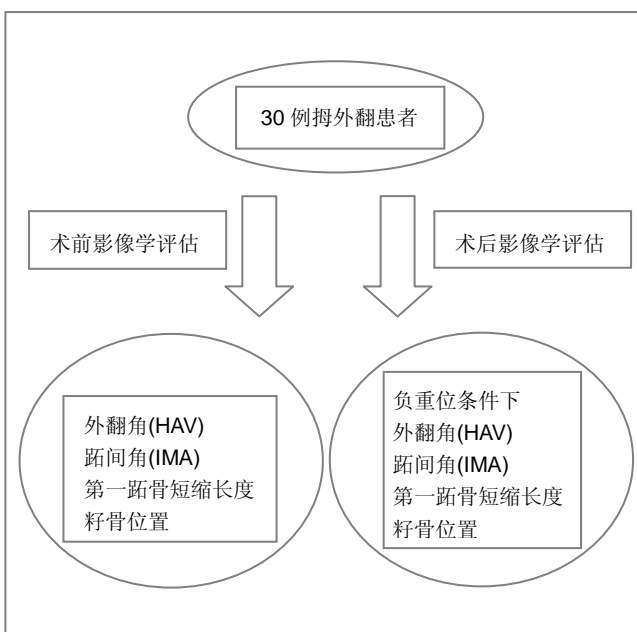
**2.1 参与者数量分析** 30例患者均进入结果分析, 双足患者数据采用两足均值进入分析。

## 30例拇外翻畸形患者一般资料:

## General information of the 30 hallux valgus patients:

序号	性别	年龄(岁)	体质量(kg)	畸形程度	患足侧别
1	男	25	64	中	左侧
2	男	42	67	重	双侧
3	女	26	55	重	双侧
4	男	42	78	重	右侧
5	女	28	67	重	左侧
6	男	35	75	重	右侧
7	女	31	66	重	左侧
8	男	55	72	中	双侧
9	女	65	56	重	左侧
10	男	45	72	中	右侧
11	女	35	64	中	右侧
12	男	41	78	重	右侧
13	女	34	66	中	双侧
14	男	55	74	重	双侧
15	女	61	58	中	左侧
16	女	63	60	重	左侧
17	男	28	71	重	右侧
18	女	55	64	重	右侧
19	男	28	72	重	双侧
20	女	58	70	重	双侧
21	女	59	67	重	双侧
22	女	42	63	重	左侧
23	男	31	79	重	左侧
24	女	57	73	重	左侧
25	女	28	61	中	左侧
26	女	26	50	中	右侧
27	男	51	78	重	右侧
28	男	57	73	重	左侧
29	女	63	68	重	左侧
30	女	62	68	重	左侧

## 2.2 迷你双螺纹空心钉材料应用于截骨矫形拇外翻治疗和疗效评估的流程图



## 2.3 迷你双螺纹空心钉材料应用于截骨矫形拇外翻治疗前后各项数据比较 见表1和表2。

表1 迷你双螺纹空心钉材料应用于截骨矫形拇外翻治疗前后外翻角、跖间角、AOFAS 评分比较

Table 1 Comparison of the hallux valgus angle, intermetatarsal angle and American Orthopaedic Foot and Ankle Society Ankle Hindfoot Scale score before and after hallux valgus treated with mini double thread hollow screw ( $\bar{x}\pm s$ ,  $n=30$ )

项目	矫形前测量值	矫形后测量值	P
外翻角(°)	40.5±5.5	15.0±2.7	< 0.05
跖间角(°)	14.6±2.5	7.3±3.6	< 0.05
AOFAS	48.2±6.4	83.7±5.1	< 0.05

注: 外翻角正常 15°以内, 跖间角正常在 10°以内, AOFAS 满分为 100 分, 评分越高足踝功能恢复越好。矫形后外翻角和跖间角明显低于矫形前, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ ), AOFAS 评分明显高于矫形前, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ )。

表2 迷你双螺纹空心钉材料应用于截骨矫形拇外翻治疗前后籽骨位置情况

Table 2 Comparison of the sesamoides position before and after hallux valgus treated with mini double thread hollow screw (n)

籽骨位置	矫形前	矫形后
1 级	0	8
2 级	0	14
3 级	14	8
4 级	16	0

注: 籽骨位置情况分为 1-4 级, 级别越高畸形越严重。结果可见矫形后籽骨位置明显改善。

另外根据随访测量, 矫形后第一跖骨短缩在 (4.1±2.8) mm, 无明显短缩影响。

2.4 迷你双螺纹空心钉材料应用于截骨矫形拇外翻治疗后不良反应 30例患者中有2例出现延期骨愈合, 考虑为过早负重所致, 建议避免负重行走、增加营养等骨折愈合。所有患者后期均外形改善且拇囊炎消失。所有患者均无生物相容性不良反应, 材料为进口纯钛合金材料, 组织相容性高, 无排异反应出现。

2.5 典型影像学资料 患者女, 26岁, 双侧拇外翻畸形, 严重影响外形及生活, 入院后予以第一跖骨截骨矫形并修整第一近节趾骨, 使用迷你双螺纹空心钉固定, 矫形效果满意, 随访12个月, 临床疗效肯定, 见图1。



A: 矫形前左足(重度外翻)



B: 矫形前右足(重度外翻)



C: 矫形后左足(基本矫正)



D: 矫形后右足(基本矫正)

注: 患者女, 26岁, 双侧拇外翻畸形, 严重影响外形及生活, 入院后予以第一跖骨截骨矫形并修整第一近节趾骨, 使用迷你双螺纹空心钉固定, 矫形效果满意, 后期随访临床疗效肯定。

图1 迷你双螺纹空心钉结合截骨治疗前后X射线片

Figure 1 X-ray films before and after treated with mini double-thread hollow screw combined with osteotomy

### 3 讨论

拇外翻是一种常见病和多发病, 形成因素尚无定论, 为临床上最常见的一种足部畸形。患者就医的主要要求是改善美观和缓解疼痛, 虽然矫形方式多种多样、内固定器械也层出不穷, 但是治疗的目的在于减少创伤的同时重建足的功能。从发病机制上讲由于拇收肌强力牵拉拇指向外偏移, 第一跖骨向内侧倾斜, 产生第一跖骨关节向外侧脱位或半脱位, 第一跖骨内侧骨赘形成, 跖趾关节内侧产生滑囊, 进一步可见跖趾关节处有创伤性关节炎的改变。虽然该疾病有遗传性因素, 但与穿鞋习惯、关节囊及足部肌肉松弛以及下肢骨的结构也有关系。从解剖学研究发现很多拇外翻患者伴有足横弓塌陷。而足纵弓有内外之分, 内侧纵弓主要功能为运动, 外侧纵弓主要功能是负重。在纵横弓中, 以纵弓为重要, 如纵弓遭破坏, 横弓必然受到影响, 因此横弓的维持有赖于纵弓的完整。两者之间互相作用是1个复合结构, 当构成足弓的1个或多个部分受累都会造成足部的疾病。如拇外翻、跖痛症、胼胝形成等。

拇外翻畸形矫形术式主要是采用骨与软组织相结合的方式, 在操作的过程中作者体验需要注意的事项有以下几点: ①手术尽可能避免损伤跖趾关节面。②任何改变跖趾关节软骨面接触的手术后期必然出现关节软骨退行性改变, 出现跖趾关节疼痛、强直。③使得第一跖骨相对增长的各种手术均可造成跖趾关节强直, 短缩跖骨会产生第二、三跖骨头下的胼胝。④在矫正拇外翻畸形时, 必须同时矫正拇趾及跖骨的旋前畸形, 拇外翻伴有第二、三锤状趾畸形时也必须同时矫形<sup>[10-11]</sup>。现在的拇外翻畸形矫形方式的选择重点是控制融合点、充分接触、坚强内固定、降低骨不连的风险, 矫形后疼痛小, 提高美观度<sup>[12-13]</sup>。根据这一原则, 采用跖骨截骨方式适用于重度或中度畸形, 截骨矫形后将跖骨干外移后用迷你双螺纹空心钉固定, 在坚强内固定的基础上, 加上软组织的彻底松解及矫形。作者研究表明在长期的随访中, 患者的各类并发症包括延期愈合、跖骨应力性骨折、拇内翻、拇指活动受限等均明显下降<sup>[14-18]</sup>。

双螺纹空心钉是近年来在临床上逐渐使用起来的一种钛合金新内固定材料, 达到既坚强锁定固定又能做到手术操作简单损伤小<sup>[19]</sup>。双螺纹空心螺钉不同于普通空心钉结合垫片技术, 其设计的要点在于两点: ①较细

的主体钉设计和高强度使用起来损伤小。②尾部设计的螺纹可以再次加压固定的骨折块。正是因为这两点设计,双螺纹空心螺钉适用于跖骨截骨矫形后骨折断端的固定,可以在复位满意的基础上进行双螺纹空心螺钉的尾部螺纹锁定,达到坚强固定的要求,且手术损伤小,不需过多暴露较多软组织床。30例患者在矫形过程中使用迷你双螺纹空心钉固定截骨矫形的跖骨断端时操作较以往钢板固定明显简化。

根据拇外翻畸形的生物力学研究结果,可以发现采用跖骨截骨矫形后往往出现远端内旋,可以明显改善跖趾关节的生物力学结构,减轻跖骨疼痛<sup>[20-24]</sup>。其病理基础在于第一跖骨头内收、旋前、抬高以至于内侧骨赘形成、拇囊肿。同时往往伴随有第一趾骨外翻、旋前、籽骨脱位。在软组织方面跖趾内侧关节囊松弛、外侧关节囊挛缩,拇内收肌腱与屈拇长肌腱外侧头挛缩,后期出现前足足弓减弱甚至消失、前足增宽。对第一跖骨截骨矫形后并予以坚强内固定,可以使得第一跖骨头像跖侧移位后增加其负重能力的同时下降其位置,恢复前足的横弓<sup>[25-29]</sup>。通过迷你双螺纹空心钉可以有效调整截骨矫形后的跖移跖屈,并紧缩关节囊使得静态的应力系统稳定,避免了过多的短缩第一跖骨。

拇外翻手术的治疗方式因人而异,采用迷你双螺纹空心钉材料后可以简化操作、提高固定时方向和强度的掌握。组织工程新型材料的应用使得拇外翻畸形的矫形方式进一步简化,通过30例患者临床研究结果可以确定其疗效是肯定的,为外科医师在临床手术中提供了新的选择方式<sup>[30]</sup>。

从结果分析中可见采用迷你双螺纹空心钉材料进行截骨矫形可以获得比较满意的外翻角、跖间角、AOFAS评分及籽骨位置的改善,并且无生物相容性的不良反应。文章属于临床回顾观察研究,只能通过矫形前后比较来分析疗效的肯定性。为了进一步了解该材料临床应用的有效性,尚需要采用其他材料进行临床对比观察研究,并进行长期的随访进行分析。

**作者贡献:** 实验设计为第一作者、通讯作者,实验实施为第一、二作者,实验评估为第一作者,资料收集为第一、二作者。第一作者成文,通讯作者审核,第一作者、通讯作者对文章负责。

**利益冲突:** 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组

织直接或间接经济或利益的赞助。

#### 伦理要求:

知情同意: 所有患者术前均告知内固定材料使用特点及手术方式,遵照国务院医疗机构管理条例知情同意后并签署手术同意书及内固定同意书。

医生资质: 临床实验参研人员均具有专业技术职称,有从事骨科研究领域工作的经验。课题的实施者均为临床医师,经过相关培训,均具有从事某项技术工作所要求的资质。

**作者声明:** 文章为原创作品,数据准确,内容不涉及泄密,无一稿两投,无抄袭,无内容剽窃,无作者署名争议,无与他人课题以及专利技术的争执,内容真实,文责自负。

## 4 参考文献

- [1] Newman AS, Negrine JP, Zecovic M, et al. A biomechanical comparison of the Z step-cut and basilar crescentic osteotomies of the first metatarsal. *Foot Ankle Int.* 2000;21(7): 584-587.
- [2] Popoff I, Negrine JP, Zecovic M, et al. The effect of screw type on the biomechanical properties of SCARF and crescentic osteotomies of the first metatarsal. *J Foot Ankle Surg.* 2003; 42(3):161-164.
- [3] Nyska M, Trnka HJ, Parks BG, et al. The Ludloff metatarsal osteotomy: guidelines for optimal correction based on a geometric analysis conducted on a sawbone model. *Foot Ankle Int.* 2003;24(1):34-39.
- [4] Nyska M, Trnka HJ, Parks BG, et al. Proximal metatarsal osteotomies: a comparative geometric analysis conducted on sawbone models. *Foot Ankle Int.* 2002;23(10):938-945.
- [5] Saxena A, McCammon D. The Ludloff osteotomy: a critical analysis. *J Foot Ankle Surg.* 1997;36(2):100-105.
- [6] Shahid MS, Lee P, Evans S, et al. A comparative study of bone shortening and bone loss with use of saw blades versus burr in hallux valgus surgery. *Foot Ankle Surg.* 2012;18(3): 195-197.
- [7] Dawoodi AI, Perera A. Reliability of metatarsus adductus angle and correlation with hallux valgus. *Foot Ankle Surg.* 2012;18(3):180-186.
- [8] Chacon Y, Fallat LM, Dau N, et al. Biomechanical Comparison of Internal Fixation Techniques for the Akin Osteotomy of the Proximal Phalanx. *J Foot Ankle Surg.* 2012;51(5):561-565.
- [9] Mertens E. Effective pain management after hallux valgus correction. *Pflege Z.* 2012;65(6):339.
- [10] Mroczek KJ, Miller SD. The modified oblique Keller procedure: a technique for dorsal approach interposition arthroplasty sparing the flexor tendons. *Foot Ankle Int.* 2003;24(7): 521-522.
- [11] Rippstein PF, Park YU, Naal FD. Combination of first metatarsophalangeal joint arthrodesis and proximal correction for severe hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int.* 2012;33(5): 400-405.
- [12] Lui TH, Chan KB, Ng S. Arthroscopic Lapidus arthrodesis. *Arthroscopy.* 2005;21(12):1516.

- [13] Lui TH, Ng S, Chan KB. Endoscopic distal soft tissue procedure in hallux valgus surgery. *Arthroscopy*. 2005;21(11):1403.
- [14] Trnka HJ, Hofstaetter SG, Easley ME. Intermediate-term results of the Ludloff osteotomy in one hundred and eleven feet. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am*. 2009;91 Suppl 2 Pt 1:156-168.
- [15] Chiodo CP, Schon LC, Myerson MS. Clinical results with the Ludloff osteotomy for correction of adult hallux valgus. *Foot Ankle Int*. 2004;25(8):532-536.
- [16] Mirzashahi B, Ahmadifar M, Birjandi M, et al. Comparison of designed slippers splints with the splints available on the market in the treatment of hallux valgus. *Acta Med Iran*. 2012;50(2):107-112.
- [17] Grawe B, Parikh S, Crawford A, et al. Hallux valgus interphalangeus deformity: A case series in the pediatric population. *Foot Ankle Surg*. 2012;18(1):e4-8.
- [18] Putti AB, Pande S, Adam RF, et al. Keller's arthroplasty in adults with hallux valgus and hallux rigidus. *Foot Ankle Surg*. 2012;18(1):34-38.
- [19] Wang Y, Wu ZD, Liu D, et al. *Zhongguo Gu yu Guanjie Shunshang Zazhi*. 2008; 23(5):356-358.  
王勇, 吴震东, 刘丹, 等. 锁骨骨折双头螺纹空心钉内固定的生物力学研究[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2008, 23(5):356-358.
- [20] Mao W, Yan H. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu*. 2011; 15(26):4919-4922.  
毛威, 闫辉. Ludloff截骨修复矫治拇外翻的三维力学特点[J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 2011, 15(26):4919-4922.
- [21] Choi WJ, Yoon HK, Yoon HS, et al. Comparison of the proximal chevron and Ludloff osteotomies for the correction of hallux valgus. *Foot Ankle Int*. 2009;30(12):1154-1160.
- [22] Scott AT, DeOrio JK, Montijo HE, et al. Biomechanical comparison of hallux valgus correction using the proximal chevron osteotomy fixed with a medial locking plate and the Ludloff osteotomy fixed with two screws. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2010;25(3):271-276.
- [23] Munuera PV, Polo J, Rebollo J. Length of the first metatarsal and hallux in hallux valgus in the initial stage. *Int Orthop*. 2008; 32(4):489-495.
- [24] Glasoe W, Pena F, Phadke V, et al. Arch height and first metatarsal joint axis orientation as related variables in foot structure and function. *Foot Ankle Int*. 2008;29(6):647-655.
- [25] Fu DL, Sha XT, Tian YL, et al. *Zhongguo Meirong Yixue*. 2012; 21(2):186-187.  
付德林, 沙雄涛, 田艳丽, 等. 第一跖骨近端斜楔形截骨联合软组织手术治疗重度拇外翻[J]. *中国美容医学*, 2012, 21(2):186-187.
- [26] Hu LD, Zheng JS, Li WQ, et al. *Zhongguo Jiaoxing Waikexue*. 2008; 16(21):1622-1624.  
胡令东, 郑建森, 李文勤, 等. Austin 手术治疗轻中度青少年拇外翻[J]. *中国矫形外科杂志*, 2008, 16(21):1622-1624.
- [27] Li ZQ. *Yixue Lilun yu Shijian*. 2010;23(6):658-659.  
李泽芹. 拇外翻的手术治疗进展[J]. *医学理论与实践*, 2010, 23(6):658-659.
- [28] Ahn JH, Choy WS, Lee KW. Arthroscopy of the first metatarsophalangeal joint in 59 consecutive cases. *J Foot Ankle Surg*. 2012;51(2):161-167.
- [29] Kim BS, Shim DS, Lee JW, et al. Comparison of multi-drug injection versus placebo after hallux valgus surgery. *Foot Ankle Int*. 2011;32(9):856-860.
- [30] Tan Q. *Yixue Yanjiusheng Xuebao*. 2011;24(2):113-116.  
谭谦. 再生医学与组织工程[J]. *医学研究生学报*, 2011, 24(2):113-116.