

经皮微创截骨术联合 8 字绷带和分趾垫外固定治疗中度拇外翻

陶宝琛¹, 杨凯², 赵颖林¹, 赵军¹, 宋铁兵¹

(1. 西安市中医医院, 陕西 西安 710021; 2. 陕西中医药大学, 陕西 咸阳 712046)

【摘要】 目的:探讨经皮微创截骨术联合“8”字绷带和分趾垫外固定治疗中度拇外翻的临床疗效。**方法:**自 2019 年 8 月至 2021 年 1 月采用经皮微创截骨术联合“8”字绷带和分趾垫外固定治疗中度拇外翻患者 23 例, 失访 1 例, 最终纳入 22 例(30 足), 男 4 例 6 足, 女 18 例 24 足, 年龄 27~66 (50.59±11.95) 岁。比较术前和术后 6 个月患足拇外翻角(hallux valgus angle, HVA), 第 1、2 跖骨间角(intermetatarsal angle, IMA), 跖骨跨度(第 1、5 跖骨头之间的距离)和软组织宽度变化情况, 并采用美国足踝外科协会踝-后足评分标准(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS)进行临床疗效评价, 采用视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)评价足部自觉疼痛情况。**结果:**22 例患者获得随访, 时间 5.7~6.4(6.13±0.85)个月。患者第 1 跖骨截骨处均获得骨性愈合, 足趾外观畸形得到纠正, 术后患足未出现跖骨头缺血性坏死、转移性跖骨痛等并发症。术后 6 个月患足 HVA、IMA、跖骨跨度、软组织宽度、VAS、AOFAS 评分较术前改善($P<0.01$)。术后 6 个月根据 AOFAS 评分, 优 10 足, 良 18 足, 差 2 足, 2 例评分差患足经过延长“8”字绷带和分趾垫外固定时间达到优。**结论:**经皮微创截骨术联合“8”字绷带和分趾垫外固定治疗中度拇外翻能够较好地纠正足部拇外翻畸形, 减轻足部症状, 术后功能恢复良好, 临床疗效显著。

【关键词】 拇外翻; 经皮微创截骨术; 外固定

中图分类号: R682.6

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.04.016

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Percutaneous minimally invasive osteotomy with 8-shaped bandage and hallux valgus splint fixation for the treatment of moderate hallux valgus

TAO Bao-chen¹, YANG Kai², ZHAO YING-lin¹, ZHAO Jun¹, SONG Tie-bing¹ (1. Xi'an Hospital of Traditional Chinese Medicine, Xi'an 710021, Shaanxi, China; 2. Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang 712046, Shaanxi, China)

ABSTRACT Objective To observe clinical effect of percutaneous minimally invasive osteotomy with 8-shaped bandage and hallux valgus splint fixation in treating moderate hallux valgus. **Methods** Totally 23 patients with moderate hallux valgus were treated with percutaneous minimally invasive osteotomy with 8-shaped bandage and hallux valgus splint fixation from August 2019 to January 2021, and 1 patient was loss to follow-up, and finally 22 patients(30 feet) were included, 4 males (6 feet) and 18 females(24 feet), aged from 27 to 66 years old with an average of (50.59±11.95) years old. Hallux valgus angle (HVA), intermetatarsal angle (IMA), metatarsal span (the distance between the first and the fifth metatarsal bones), changed of soft tissue width, American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) score, and Visual Analogue Scale (VAS) were collected and compared before operation and 6 months after operation. **Results** Twenty-two patients were followed up from 5.7 to 6.4 months with an average of (6.13±0.85) months. The first metatarsal osteotomy of patients were obtained bone union, and deformity of the toes was corrected. Complications such as avascular necrosis of metatarsal head and transfer metatarsalgia were not occurred. Postoperative HVA, IMA, metatarsal span, soft tissue width, VAS, AOFAS score at 6 months were significantly improved compared with pre-operation ($P<0.01$). According to AOFAS score at 6 months after operation, 10 feet were excellent, 18 good and 2 poor. Two feet with poor were excellent after prolonged 8-shaped bandage and hallux valgus splint fixation time. **Conclusion** Percutaneous minimally invasive osteotomy with 8-shaped bandage and hallux valgus splint fixation for the treatment of moderate hallux valgus could better correct deformity of hallux valgus, relieve foot symptoms, good recovery of postoperative function, and has a significant clinical efficacy.

KEYWORDS Hallux valgus; Percutaneous minimally invasive osteotomy; External fixation

基金项目:陕西省科技厅重点项目(编号:2019SF-282);西安市中医药管理局(编号:SZL202019)

Fund program:Key Project of Shaanxi Provincial Science and Technology Department(No. 2019SF-282)

通讯作者:宋铁兵 E-mail:398279691@qq.com

Corresponding author:SONG Tie-bing E-mail:398279691@qq.com

拇外翻是指拇趾向外偏斜超过正常生理角度的一种足部畸形,是骨科临床常见的前足病变之一^[1],具有一定的遗传倾向,表现为第 1 跖趾关节畸形改变,跖骨头背内侧增生伴疼痛,合并拇囊炎发作疼痛、第 2、3 跖骨下疼痛等。患者负重、行走及功能障碍严重影响患者的生活质量。拇外翻手术方式多样,任何手术术式都会取得临床疗效,但都会存在一定的复发率^[2]。单纯软组织矫形术后复发率较高,很少单独应用,配合截骨术可获得更好矫形,降低复发率^[3-4]。手术目的主要是平衡软组织力量以及纠正骨关节畸形。微创治疗拇外翻已经应用 20 余年,取得了很好的社会和经济效益^[5]。采用“8”字绷带及分趾垫外固定方式始见于清代《医宗金鉴·正骨心法要旨》一书中“裹帘法”的应用,现临床应用于拇外翻的治疗中^[6]。自 2019 年 8 月至 2021 年 1 月采用经皮微创截骨术联合“8”字绷带和分趾垫外固定治疗 23 例中度拇外翻患者,失访 1 例,最终纳入 22 例(30 足)疗效显著,现报告如下。

1 临床资料

纳入标准:(1)根据患者临床表现及拇外翻影像学严重度依据拇外翻诊疗专家共识分型^[7],选取拇外翻中度患者,20°<拇外翻角(hallux valgus angle, HVA)≤40°,13°<跖骨间角(intermetatarsal angle, I-MA)≤16°。(2)疼痛及畸形经系统保守治疗无明显改善。(3)非代谢骨病导致拇趾外翻患者。(4)年

龄 20~70 岁。排除标准:(1)拇外翻无不适症状者。(2)轻度及重度拇外翻患者。(3)足部有感染、溃疡、血运不良患者。(4)深静脉血栓患者。(5)足踝部畸形不能正常负重患者。(6)跖楔关节失稳患者。

本组 22 例(30 足),男 4 例 6 足,女 18 例 24 足;年龄 27~66(50.59±11.95)岁。临床症状主要为足拇趾外翻畸形,第 1 跖趾关节内侧疼痛及压痛,第 2、3 跖骨头跖面形成胼胝,20°<拇外翻角 HVA≤40°,13°<IMA≤16°。本研究经医院医学伦理委员会审批(批号:LLSC2020036),所有患者签署知情同意书。

2 治疗方法

2.1 手术方法

患者取仰卧位,双足略超出手术台边缘,视野常规消毒、铺巾,局部浸润麻醉方式。麻醉满意后,牵拉拔伸活动拇趾近节趾骨感受其外翻的牵拉力同时找到跖趾关节。手术小针刀紧贴关节外侧切断拇内收肌横头肌腱止点以及内侧籽骨悬韧带,感受到拇趾近节趾骨的外翻力明显降低即可。松手后拇趾外翻力明显减弱为标准,切忌不可切断拇内收肌斜头肌腱(图 1a)。在跖趾关节的远端内侧面用小圆刀切开 0.5~0.8 cm 切口,直达骨质,用弯钳从远到近在拇囊和内侧跖骨头之间钝性分离关节囊,注意不切除拇囊(图 1b),用高速磨钻打磨内侧跖骨头增生骨赘,生理盐水冲洗碎片及骨沫,小骨锉锉平打磨骨赘后粗糙的骨面(图 1c)。随后用小圆刀在第 1 跖骨头颈



图 1 手术示意图 1a. 小针刀松解拇内收肌 1b. 跖趾关节远端内侧切口 1c. 高速磨钻打磨增生骨赘 1d. 第 1 跖骨头颈内侧切口 1e. 切割钻头截断第 1 跖骨 1f. 术后“裹帘法”包扎固定

Fig.1 Surgical diagram 1a. Small needle knife lysis in hallux adductor muscle 1b. Distal medial incision of metatarsophalangeal joint 1c. High speed drill grinding hyperplasia osteophyte 1d. Medial incision of the first metatarsal head and cervix 1e. Cutting drill amputating the first metatarsal 1f. Postoperative "wrapped curtain method" fixation

部内侧切开 0.5~0.8 cm 切口(图 1d),弯钳分开周围软组织暴露骨膜即可,截骨时磨钻头方向确保垂直于第 5 跖骨,截骨同时用生理盐水持续冲洗伤口切骨断端粉碎的骨屑以及降低钻头的温度(图 1e)。截骨术后者手摸心会由内向外推移截骨远端、胫腓侧籽骨、拇长短伸屈肌、关节囊、拇外展肌等联合结构,必要时手法整复脱位的跖趾关节,同时用手拔伸牵引拇趾并使得拇趾与第 1 跖骨干长轴一致,纠正拇外翻畸形。术毕冲洗切口并采用“裹帘法”包扎固定(图 1f),用绷带卷成直径约 0.8~1.5 cm 的圆柱形分趾垫,放置于 1、2 趾蹠之间,分趾垫紧靠拇趾,下方与拇趾平齐。先用绷带固定拇趾与分趾垫,再通过前足底做“8”字形包扎,将拇趾固定在内翻位固定。术后采用 C 形臂 X 线透视,如位置不满意可用手法整复,直至位置满意为止。

2.2 术后处理

术后嘱患者抬高患肢,密切观察足趾血运,避免包扎过紧导致足趾血液循环不畅情况发生,适当下地进行功能锻炼。术后第 1 天换药并观察纠正裹帘固定位置。换药后可以穿宽松硬底板鞋下床行走,疼痛明显者给予口服止痛药。术后第 2 天复查负重位 X 线片。维持患足“裹帘”固定 8 周确保截骨处临床愈合后去除。

3 结果

3.1 疗效评价标准

分别于术前和术后 6 个月测量 HVA,IMA,跖骨跨度(第 1 跖骨头内侧缘切线与第 5 跖骨头外侧缘切线距离)和软组织宽度(第 1 跖骨头内侧软组织影切线与第 5 跖骨头外侧软组织影切线距离)。并采用美国足踝外科评分(American Orthopaedic Foot and Ankle Society,AOFAS)^[8]从疼痛(40 分),功能、活动、支撑(10 分),最大步行距离(5 分),地面步行(5 分),异常步态(8 分),前后活动(8 分),后足活动(6 分),踝-后足稳定性(8 分),足部对线(10 分)等方面进行临床疗效评价,满分 100 分;总分≥90 分为优,70~90 分为良,<70 分为差。采用疼痛视觉模拟评分法(visual analogue scale,VAS)^[9]进行足部自觉疼痛评价。

3.2 治疗结果

本组共 22 例(30 足)患者获得随访,时间 5.7~6.4(6.13±0.85)个月,1 例患者失访,失访原因为该例患者术后返回原籍,予以剔除。其余患者切口均 I 期愈合,截骨断端愈合良好,裹帘法固定后无趾端血液循环异常、无跖骨头坏死、转移性跖骨痛、无腓浅神经内支损伤等情况发生,患足拇囊炎于手术后均恢复正常,行走时无摩擦疼痛不适感。2 例患者(2 足)

出现复发。术后 6 个月患足 HVA、IMA、跖骨跨度、软组织宽度与术前比较,差异有统计学意义($P<0.01$)。见表 1。

表 1 中度拇外翻患者 22 例 30 足术前和术后 6 个月各项指标比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.1 Comparison of indexes of 22 patients (30 feet) with moderate hallux valgus before opeation and 6 months after operation($\bar{x}\pm s$)

时间	HVA/°	IMA/°	跖骨跨度/ mm	软组织宽 度/mm
术前	29.06±5.45	11.73±2.68	89.57±4.50	101.61±5.39
术后 6 个月	11.09±2.58	7.88±1.28	82.72±5.00	95.82±4.54
<i>t</i> 值	10.822	5.533	6.797	8.1
<i>P</i> 值	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

术后 6 个月 VAS(1.2±0.3)分,较术前(5.1±1.4)分明显下降($t=6.834,P<0.01$)。术后 6 个月 AOFAS 评分高于术前($P<0.01$),见表 2。术后 6 个月根据 AOFAS 评分,优 10 足,良 18 足,差 2 足;评分差患足经过延长“8”字绷带和分趾垫外固定时间达到优良。典型病例图片见图 2。

表 2 中度拇外翻患者 22 例 30 足术前和术后 6 个月 AOFAS 评分比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.2 Comparison of AOFAS scores of 22 patients (30 feet) with moderate hallux valgus before opeation and 6 months after operation($\bar{x}\pm s$)

单位:分				
观察项目	术前	术后 6 个月	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
疼痛	20.33±1.826	26.00±4.983	-6.158	0.000
功能、活动、支撑	7.17±4.170	9.30±1.291	-3.436	0.002
最大步行距离	4.07±1.230	4.83±0.379	-4.323	0.000
地面步行	3.57±2.112	4.53±0.086	-3.994	0.000
异常步态	4.27±2.559	4.80±1.627	-1.000	0.326
前后活动	7.60±1.221	7.73±1.015	-0.571	0.573
后足活动	5.50±1.137	5.80±0.761	-1.795	0.083
踝-后足稳定性	7.73±1.461	8.00±0.000	-1.000	0.326
足部对线	8.67±2.249	8.67±2.249	0.000	1.000
总分	68.90±13.989	79.67±9.022	-7.829	0.000

4 讨论

4.1 微创截骨术配合“8”字绷带和分趾垫外固定的优势

经皮微创截骨术联合“8”字绷带和分趾垫外固定治疗中度拇外翻是微创截骨矫形与“裹帘法”弹性固定理念的结合,手术操作均在局部浸润麻醉下进

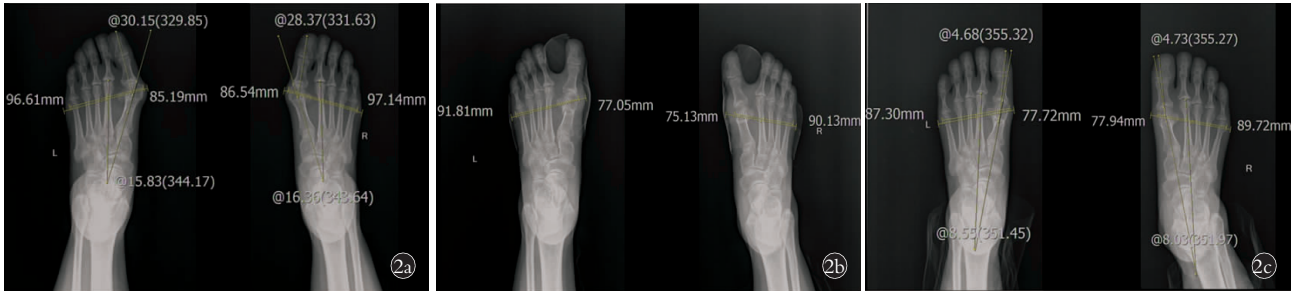


图 2 患者,女,57 岁,双足拇外翻 **2a.** 术前双足负重正位 X 线片示双足拇趾外翻改变,跖骨跨度增宽,第 1 跖骨头内侧骨赘形成 **2b.** 术后第 2 天双足负重正位 X 线片示双足拇外翻矫形术后,双足第 1 跖骨颈局部可见透亮线,第 1 跖骨远端轻度外侧方移位,骨端局部嵌插,对线良好,第 1、2 趾间可见低密度外固定阴影,跖骨跨度较前明显减小 **2c.** 术后 6 个月双足负重正位 X 线片示双足拇外翻矫形术后,双足第 1 跖骨颈部可见透亮线,局部可见骨痂形成,骨端对位对线良好,愈合良好

Fig.2 Female, 57 years old, bilateral hallux valgus **2a.** Preoperative AP X-ray of both feet on weight-bearing position showed bilateral moderate hallux valgus, increased metatarsal span, osteophyte formation on the medial side of the first metatarsal head **2b.** Postoperative AP X-ray at two days on weight-bearing position showed orthopaedic surgery of bilateral hallux valgus was performed, locally translucent line on the neck of the first metatarsal of both feet, mild lateral displacement of the distal end of the first metatarsal, the bone tip partially embedded, good alignment. Low density external fixation shadow could be seen between the first and the second toe. Metatarsal span was significantly reduced than that of pre-operation **2c.** Postoperative AP X-ray at 6 months on weight-bearing position showed orthopaedic surgery of bilateral hallux valgus was performed, locally translucent line on the neck of the first metatarsal of both feet, locally visible callus formation, good alignment on bone tip, good bone union

行。经皮微创截骨可减小手术创伤,其拇内收肌松解无切口,通过小针刀经皮松解,拇囊远端切削骨赘及跖骨颈截骨 2 处切口均长 0.5~0.8 cm,均无须缝合,手术次日即可下地负重行走。加之“裹帘法”的弹性固定,通过肢体肌肉收缩和负重产生的力保持截骨端微动,可以促进骨痂形成与钙化^[10],减少矫形后骨折迟缓愈合及不愈合事件发生。在中度拇外翻的矫形中此术式具有创伤小、疼痛轻,手术操作简便,矫形愈合后瘢痕浅,畸形纠正效果显著,无须二次手术取出内固定,适用于绝大多数中度拇外翻患者。

4.2 术中操作要点

术中操作遵循微创个体化原则,术前拍摄患足负重正位 X 线片,根据术前测量结果采取个体化矫形。要点如下:(1)术中首先松解拇内收肌,紧贴跖趾关节外侧松解拇内收肌横头肌腱止点以及内侧籽骨悬韧带,松解需一定程度保留拇内收肌斜头,使其发挥原有的生理功能。(2)跖骨宽度矫正需打磨拇趾外侧骨赘,打磨前顿性分离拇囊与跖骨头,用高速磨钻打磨过程中需用生理盐水冲洗持续物理降温,防止高温导致皮肤坏死、切口愈合不良情况发生。(3)在 IMA 角度矫正过程中,截骨平面需位于拇囊近端以外,最大程度保护跖骨头血运情况^[11-12],同时钝性分离跖骨表面与拇伸肌腱,防止截骨过程中拇伸肌损伤,截骨保留跖骨外侧约 1/5 皮质,手法推动截骨端至离断,冲洗断端骨沫,防止磨钻高温形成坏死骨沫钳夹于截骨端,导致骨不愈合情况发生。(4)截骨远端根据术前 IMA 大小向外侧推移,推移距离一般不宜超过 5 mm,并下压跖骨头,防止截骨端背侧成角

情况发生,直至足外观矫形满意。

4.3 采用“8”字绷带及分趾垫外固定要点

本研究“裹帘法”外固定遵循弹性固定准则,动静结合理念,其理念设计采用“8”字绷带和分趾垫外固定,允许截骨端存在一定幅度的微动,患者早期功能锻炼中跖骨轴向微动产生压应力可促进截骨处骨痂形成,从而Ⅱ期愈合^[13-14]。“裹帘法”外固定要点如下:(1)趾间分趾垫采用纱布卷做成直径 0.8~1.5 cm、宽约 1 cm 的圆柱形,置于 1、2 趾蹠之间,直径大小选择以放置分趾垫后直视下足内侧第 1 序列力线纠正为准。(2)夹垫紧靠拇趾,下方与拇趾平齐,先用绷带固定拇趾与分趾垫,再通过前足底做“8”字形包扎,将拇趾在内翻位固定,以达到截骨端、拇趾内在肌力量相对均衡。(3)固定完毕后用 C 形臂 X 线机透视标准足正位及侧位 X 线片,评估外固定情况下跖骨头外移情况, HVA、IMA, 根据矫形需要调整趾间分趾垫直径。

4.4 治疗体会

为避免单纯软组织松解或单纯截骨手术带来的缺陷,本术式在治疗过程中需做到以下几点:(1)拇收肌松解需一定程度保留拇内收肌斜头,使其发挥原有的生理功能,维持前足横弓稳定性。(2)在跖骨跨度矫正过程中,不可盲目追求减小跖骨跨度,导致第 1 跖骨头骨量减少,后期导致应力性骨折。(3)通过控制冠状面截骨角度在 5°~8°,以保证截骨远端向外推移时更充分矫形。(4)“8”字绷带和分趾垫外固定可通过趾间分趾垫“8”字固定,达到拇趾截骨术后截骨端与拇内在肌力量均衡,维持骨折端相对稳定,

后期通过动态调整,维持 HVA 及 IMA,减少复发事件发生。本研究发现,患者跖骨跨度和软组织宽度较术前显著降低,可见术中纠正了第 1 跖骨的异常,从而改变了前足宽度,通过骨赘打磨、截骨推移、软组织力量均衡、“8”字绷带和分趾垫外固定,纠正了异常跖骨跨度、软组织宽度、HVA、IMA,通过内侧序列力线恢复,解除第 1 跖骨的内翻与抬高,减小了前足足宽。本组患者术后均未出现转移性跖骨痛、腓浅神经内支损伤、跖骨头坏死等,取得了良好的临床疗效和影像学标准。患者足底胼胝体疼痛症状较术前明显减轻,范围缩小,体现了此项技术可改善患者前足压力分布,重建患者前足横弓结构。

综上所述,经皮微创截骨术联合“8”字绷带和分趾垫外固定治疗中度拇外翻是中西医理念结合运用于骨科临床的具体尝试,手术过程操作简便、畸形纠正效果显著。此手术操作方法及固定方法虽然简单,但操作需要严格培训,长期临床经验总结。本研究虽证实了中度拇外翻患者治疗的短期疗效,但因纳入病例随访时间短,样本量小,还需进一步扩大样本量,延长随访时间,以评价其对应中度拇外翻治疗的远期疗效。

参考文献

[1] 王正义. 足踝外科学[M]. 第 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2014;83-126.
WANG Z Y. Surgery of Foot and Ankle[M]. 2nd Edition. Beijing: People's Medical Publishing House, 2014;83-126. Chinese.

[2] CHOI G W, KIM H J, KIM T S, et al. Comparison of the modified McBride procedure and the distal Chevron osteotomy for mild to moderate hallux valgus[J]. J Foot Ankle Surg, 2016, 55(4):808-811.

[3] 丁徐, 赵毅, 黄涛, 等. Scarf 截骨联合微型钢板内固定与 Ludloff 截骨术治疗中重度足拇外翻畸形的比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36(8):876-879.
DING X, ZHAO Y, HUANG T, et al. Comparison of Scarf osteotomy combined with mini plate internal fixation and Ludloff osteotomy in the treatment of moderate and severe hallux valgus deformity[J]. Chin J Bone Joint Injury, 2021, 36(8):876-879. Chinese.

[4] 范东华, 邢润麟, 王培民, 等. 第 1 跖骨远端 Chevron 截骨联合软组织松解术治疗拇外翻[J]. 中国骨伤, 2019, 32(1):70-73.
FANG D H, XING R L, WANG P M, et al. Distal Chevron osteotomy of the first metatarsal and soft tissue release for hallux valgus[J]. China J Orthop Traumatol, 2019, 32(1):70-73. Chinese.

[5] 温建民. 拇外翻诊断与治疗方法的探讨[J]. 中国骨伤, 2018, 31(3):199-202.

WEN J M. Explore of choice for diagnosis and treatment method for hallux valgus[J]. China J Orthop Traumatol, 2018, 31(3):199-202. 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;147-150.
WEN J M. Minimally Treatment of Hallux Valgus by Integrated Chinese and Western[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2010;147-150. Chinese.

[7] ILIOU K, PARASKEVAS G, KANAVAROS P, et al. Correlation between manchester grading scale and American Orthopaedic Foot and Ankle Society Score in patients with hallux valgus[J]. Med Princ Pract, 2015, 25(1):21-24.

[8] SCHNEIDER W, JURENITSCH S. Normative data for the American Orthopedic Foot and Ankle Society ankle-hindfoot, midfoot, hallux and lesser toes clinical rating system[J]. Int Orthop, 2016, 40(2):301-306.

[9] 孙兵, 车晓明. 视觉模拟评分法(VAS)[J]. 中华神经外科杂志, 2012, (6):645.
SUN B, CHE X M. Visual analogue scale(VAS)[J]. Chin J Neurosurgery, 2012, (6):645. Chinese.

[10] 谢飞, 常程, 温建民, 等. 拇外翻足有限元模型建立及“裹帘”外固定下的生物力学分析[J]. 中华中医药杂志, 2020, 35(3):1559-1563.
XIE F, CHANG C, WEN J M, et al. Biomechanical study on establishment of the finite element model for hallux valgus with "curtain wrapped method" external fixation[J]. Chin J Tradit Chin Med Pharm, 2020, 35(3):1559-1563. Chinese.

[11] 温冠楠, 佟云, 张杰, 等. 微创截骨手法整复术治疗拇外翻[J]. 中国骨伤, 2021, 34(5):467-471.
WEN G N, TONG Y, ZHANG J, et al. Minimally invasive osteotomy and manual reduction for hallux valgus[J]. China J Orthop Traumatol 2021, 34(5):467-471. Chinese.

[12] 余建华, 方添顺, 宋涛, 等. 改良 Chevron 截骨术治疗中重度足拇外翻[J]. 中国骨伤, 2022, 35(1):90-94.
YU J H, FANG T S, SONG T, et al. Modified Chevron osteotomy in the treatment of moderate and severe hallux valgus[J]. China J Orthop Traumatol, 2022, 35(1):90-94. Chinese.

[13] TATARINOV A, SARVAZYAN A. Topography of acoustical properties of long bones: from biomechanical studies to bone health assessment[J]. IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control, 2008, 55(6):1287-1289.

[14] 李晏乐, 常程, 岳肖华, 等. 拇外翻微创截骨联合“8”字绷带外固定的生物力学分析[J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(23):3659-3664.
LI Y L, CHANG C, YUE X H, et al. Biomechanical study of minimally invasive osteotomy with 8-shaped bandage external fixation of hallux valgus[J]. Chin J Tissue Eng Res, 2018, 22(23):3659-3664. Chinese.

(收稿日期:2022-04-11 本文编辑:李宜)