

Miter 构型泰勒空间外固定架治疗重度马蹄高弓足 11 例临床分析

杜辉¹, 李兴¹, 李恒¹, 赖良鹏¹, 何啸天², 王岩¹, 武勇¹

(1. 首都医科大学附属北京积水潭医院足踝外科, 北京 100035; 2. 北京大望路急诊抢救医院足踝外科, 北京 100122)

摘要 **目的:** 研究 Miter 构型泰勒空间外固定架治疗重度马蹄高弓足的疗效和安全性。**方法:** 回顾性分析 2015 年 11 月至 2021 年 12 月于首都医科大学附属北京积水潭医院收治的 11 例采用 Miter 构型治疗的马蹄高弓足患者的临床资料, 测量手术前后的负重侧位 X 线的胫骨距骨角 (TTA)、侧位距骨—第一跖骨角 (Meary 角) 等影像学指标, 记录术前及术后的美国足踝外科学会 (AOFAS) 踝—后足评分, 采用 Likert 满意度量表对患者进行满意度评价。**结果:** 11 例患者全部获得随访, 随访时间 (36.00±13.05) 个月, 男 8 例, 女 3 例, 平均年龄 (26.00±10.04) 岁, 外固定架时间为 (121.64±15.35) d。术前 TTA (151.30±10.99)°, 术后 (117.57±3.32)° 回到正常范围, 差异有统计学意义 ($P<0.001$); 术前 Meary 角 (41.98±9.86)°, 术后 (-2.43±7.97)° 回到正常范围, 差异有统计学意义 ($P<0.001$)。术后 AOFAS 评分 ((81.18±10.74) 分) 显著高于术前 ((47.18±15.00) 分) ($P<0.001$)。9 例非常满意, 2 例满意。6 例患者发生了针道感染, 1 例轻度平足, 1 例足趾屈曲挛缩畸形, 1 例前踝撞击, 1 例轻度马蹄复发, 除前踝撞击予以关节镜骨赘清理外其余均保守治疗改善。**结论:** 使用 Miter 构型泰勒空间外固定架治疗重度马蹄高弓足效果安全、可靠。

关键词 马蹄高弓足; 泰勒空间外固定架; Miter 构型; Ilizarov 技术

中图分类号: R687.3 文献标志码: A 文章编号: 1005-930X(2024)07-1063-07

DOI: 10.16190/j.cnki.45-1211/r.2024.07.016

Clinical analysis of 11 cases of severe equinovarus deformity treated with Taylor Spatial Frame Miter configuration

DU Hui¹, LI Xing¹, LI Heng¹, LAI Liangpeng¹, HE Xiaotian², WANG Yan¹, WU Yong¹. (1. Department of Foot and Ankle Surgery, Beijing Jishuitan Hospital of Capital Medical University, Beijing 100035, China; 2. Department of Foot and Ankle Surgery, Beijing Dawang Road Emergency Hospital, Beijing 100122, China)

Abstract **Objective:** To investigate the efficacy and safety of the treatment for severe equinovarus deformity with Taylor Spatial Frame Miter configuration. **Methods:** Clinical data of 11 cases of equinovarus patients treated with Miter configuration admitted at Beijing Jishuitan Hospital of Capital Medical University from November 2015 to December 2021 were retrospectively analyzed. The radiological parameters including tibiotalar angle (TTA), lateral talus-1st metatarsal angle (Meary angle) were measured on preoperative and postoperative weight-bearing lateral view X-rays. The American Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle-hindfoot score was recorded before and after the surgery. The satisfaction rate was evaluated using Likert scale. **Results:** Eleven cases were included with a mean follow-up time of (36.00±13.05) months. There were 3 females and 8 males with the mean age of (26.00±10.04) years. The external fixation time was (121.64±15.35) days. The postoperative TTA (117.57±3.32)° returned to normal range and was significant different ($P<0.001$) compared to the preoperative one

[基金项目] 北京市自然科学基金—海淀原始创新联合基金资助项目 (No.L222059)

[通信作者] 武勇, E-mail: yongwu11jst@163.com

[收稿日期] 2024-04-12

(151.30 ± 10.99)°. The postoperative Meary angle (-2.43 ± 7.97)° returned to normal range and was significant different ($P < 0.001$) compared to the preoperative one (41.98 ± 9.86)°. The postoperative AOFAS score (81.18 ± 10.74) was significantly higher than the preoperative one (47.18 ± 15.00) ($P < 0.001$). The Likert scale showed 9 cases of "very satisfied" and 2 cases of "satisfied". Six patients complicated with pin site infections, one developed mild flatfoot, one had toe contractures, one had ankle impingement and one had mild equinus recurrence. All ameliorated by conservative treatment except for arthroscopic debridement for ankle impingement. **Conclusion:** Severe equinovarus deformity can be treated effectively and safely by the Taylor Spatial Frame Miter configuration.

Keywords equinovarus deformity; Taylor Spatial Frame; Miter configuration; Ilizarov technique

足踝部畸形发生的机制各不相同,矫正的方法亦是千变万化。马蹄高弓足一般存在两个畸形顶点,一是胫距关节存在跖屈畸形,二是中足(跗横关节和(或)舟楔关节和(或)跖楔关节的跖屈内收畸形)^[1],以上畸形为轻、中度且软组织条件相对较好时,往往可以通过跟腱延长和中足截骨一期急性矫正,若为重度畸形或软组织僵硬、瘢痕黏连严重的患者,应用 Ilizarov 技术进行缓慢矫正往往是比较安全且疗效显著的方案^[2-4]。除了使用标准的 Ilizarov 环形外固定架治疗以外,还可以通过泰勒空间外固定架(Taylor Spatial Frame)使用同样的理念进行矫正。针对足踝部畸形,Charles Taylor 设计了4种不同的构型:单节段的 Ankle 构型、双节段串联的 Miter 构型、Butt 构型、双节段并联的 6+6 构型。这其中 Miter 构型尤其适合对重度马蹄高弓足进行矫正,近端单元治疗马蹄畸形,远端单元治疗高弓畸形^[5]。本研究旨在回顾性分析首都医科大学附属北京积水潭医院使用 Miter 构型治疗重度马蹄高弓足的方法、疗效和并发症,并验证该治疗方法的有效性与安全性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2015 年 11 月至 2021 年 12 月本院收治的 11 例重度马蹄高弓足患者的临床资料,病例纳入标准:(1)年龄 14 岁以上;(2)影像学证实重度马蹄高弓足,踝关节负重侧位 X 线片显示胫骨距骨角(tibiotalar angle, TTA) $\geq 140^\circ$,足负重侧位 X 线片显示侧位距骨—第一跖骨角(Meary 角) $\geq 25^\circ$;(3)应用串联 Miter 构型(见图 1a)泰勒空间外固定

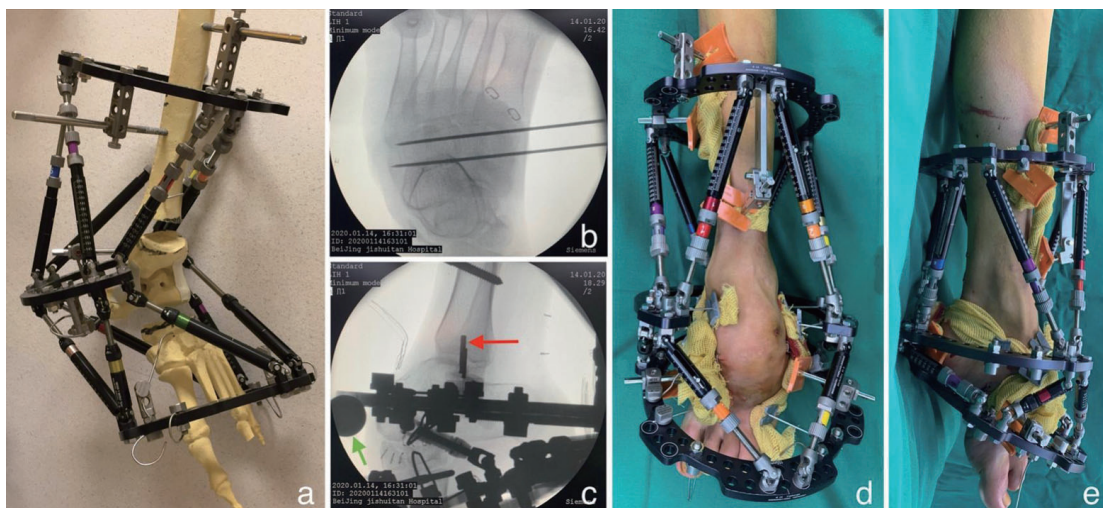
架治疗。排除标准:(1)随访不足两年;(2)术前、术后影像学资料缺失。本研究已取得本院伦理委员会批准,所有纳入患者均已签署相关知情同意书。

1.2 手术方法

患者平卧位,上气囊止血带,首先根据需要进行微创经皮松解手术,如经皮跖筋膜切断(助手顶住第一跖骨头最大背屈踝关节及第一跖趾关节紧张跖筋膜,术者使用锐刀在跖筋膜跟骨结节止点内侧缘远端 3~4 cm 处经皮切断),经皮跟腱延长(间隔 1.5~2 cm 使用三刀从中线分别向内、外、内侧半切跟腱,轻轻背屈踝关节感受到跟腱产生滑动即可)。根据术前查体决定的肌力平衡方案切取相应的供体肌腱(如胫后肌腱、拇长伸肌腱、胫前肌腱、腓骨长肌腱等),转至受体区域备用,暂不吻合(如趾长伸肌腱)。然后在中足部位进行经皮截骨,以 4 枚注射器针头透视下定位骰骨和内侧楔骨的远端,从背内侧向跖外侧打入两枚 2.0 mm 定位克氏针(见图 1b),1 枚从内侧楔骨远端打向骰骨远端,1 枚从内侧楔骨近端打向骰骨近端,透视确认位置合适。从内侧楔骨背内侧切开 1 cm 切口,以 3.2 mm 钻头沿两枚定位克氏针之间沿定位针方向从内侧楔骨穿过中间、外侧楔骨向骰骨方向钻孔,并以锐利骨刀截断 3 枚楔骨及骰骨,内、外、上、下错动远、近端骨质确认完全截断,克氏针保留,远端针折弯向远端后期与前足环相连,近端针折弯向近端与后足环相连。踝关节部位根据病情需要可选择 U 型截骨^[4]或不截骨单纯牵伸。如需联合其它截骨或松解手术(如跟骨外移截骨、第一跖骨基底截骨、Jones 手术、趾间关节成形或趾屈肌腱松解等)可在此时完成。

完成以上操作后,松止血带,安装泰勒空间外固定架(Smith & Nephew,美国;新中,天津),根据肢体周径选择合适尺寸的环片,一般胫骨环选择155或130全环,后足环选择155C环开口朝向踝关节前方,前足环选择155或130全环。首先将胫骨全环套入小腿备用,然后从跟骨结节由内向外打入1枚2.0 mm定位克氏针,方向与踝关节旋转轴平行,距骨同样沿着平行踝关节旋转轴的方向由外向内穿距骨颈打入1枚2.0 mm定位克氏针。将155C环连接两枚定位针,使得环片平行于踝关节旋转轴,环片开口方向朝向跟骨距骨中心连线的方向。拉张两枚克氏针后再从距骨前外侧向跟骨后内侧穿入1枚2.0 mm克氏针并拉张,在跟骨结节后外侧固定1枚半针,完成后足环的固定。以此环作为两组

泰勒架的共同参考环(近端组使用远端参考,远端组使用近端参考),此时可通过透视直接拍摄环的纯正侧位留作后期测量安装参数(见图1c)。然后分别连接近端组和远端组的12枚快装泰勒杆,再分别连接胫骨环和前足环,调整快装泰勒杆的长度使得两个环片分别垂直于各自骨段的轴线。之后在胫骨环片打入3枚5.0 mm或6.0 mm羟基磷灰石半针,前足环打入两枚2.0 mm克氏针交叉固定距骨,在第一、第五跖骨基底打入4.5 mm羟基磷灰石半针并固定于前足环,将1~5趾纵行贯穿1.5 mm克氏针并固定于前足环(见图1d、图1e)。如果同时做了U型截骨^[4],可使用2~3枚橄榄针固定距骨体和跟骨后关节面的骨片连到胫骨环。最后将移位的肌腱调整至合适张力吻合。



a: Miter串联构型泰勒架模型骨示意图; b: 中足截骨定位克氏针; c: 后足C环安装完毕后进行安装参数透视,红色剪头指示的为环中心的标识,绿色剪头指示的为长度标定参考球; d: Miter构型前面观; e: Miter构型内侧面观。

图1 Miter构型泰勒架示意图、术中透视影像及术中外观照

1.3 术后处理

术后第2天开始进行屈伸膝关节康复锻炼,并开始扶双拐下地活动,患肢外固定架下方使用泡沫垫接触地面,负重量5 kg,之后每周增加5 kg。术者将术中透视测量的安装参数填入网页版泰勒空间外固定架处方软件(Smith & Nephew,美国),计算出调整处方教予患者及家属,从术后7~10 d开始自行调节,调节期间持续强化膝关节康复训练,尤其是伸直度数。

1.4 随访计划及评价标准

外固定架调节期间,患者每两周拍摄X线片观

察畸形矫正及关节对位情况。第1期处方调整完毕后,通过外观评估及X线检查测量残余畸形并用软件出具新处方进行微调。远端组泰勒架调整目标是Meary角恢复至 0° 且距骨轴线与第一跖骨轴线基本共线,水平位X线片显示前足轻度外展,查体显示前足旋前旋后中立位。近端组泰勒架调整目标是:如果单纯踝关节牵伸,一般矫正至TTA 95° ~ 100° ,如果使用U型截骨,一般矫正至足底相对胫骨轴线背屈 5° ~ 10° 。每3~4周复查X线,至截骨端骨痂密实后拆除外固定器,使用石膏固定1~2周后穿充气行走靴开始恢复行走训练,鼓励每个患者

养成长期锻炼以防复发的习惯:睡前及醒后行踝关节活动训练,并于睡觉时佩戴防足下垂支具。

通过术前及最后一次复查的负重足踝部侧位片测量手术前、后的TTA和侧位Meary角。另外,术前、术后记录美国足踝外科学会(AOFAS)踝—后足评分。采用Likert满意度量表对患者进行满意度评价,分为非常满意、满意、一般、不满意、非常不满意。

1.5 统计学方法

采用SPSS 21.0软件进行统计学分析,所有连续变量使用Shapiro-Wilk检验验证是否正态分布,

正态分布的连续变量以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用配对t检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

11例患者均获得随访并纳入研究,其中女3例,男8例;年龄15~50岁,平均(26.00±10.04)岁;5例为左侧,6例为右侧;随访时间22~62个月,平均(36.00±13.05)个月;戴架时间92~141 d,平均(121.64±15.35) d,见表1。典型病例资料见图2、图3。

表1 患者一般资料及影像学 and 临床结果

序号	性别	年龄/岁	术前 TTA/°	术前 Meary角/°	术前 AOFAS 评分/分	病因	手术方式
1	男	27	143.4	34.0	68	小儿麻痹	AD MFO PT-PTirtius Hoke
2	男	21	154.1	32.3	52	脊柱裂	AD MFO PT-EDL PFR
3	男	35	163.7	51.7	53	小儿麻痹	UO MFO PT-EDL PFR Hoke
4	男	23	144.5	51.2	29	HSMN	UO MFO M1O PT-EDL
5	女	29	145.0	26.3	65	小儿麻痹	UO MFO M1O Jones GSR
6	女	50	175.6	36.6	41	下肢创伤	UO MFO Hoke PFR
7	男	21	143.9	56.8	38	颅脑创伤	AD MFO M1O LDCO Hoke PFR
8	男	30	140.0	44.7	30	HSMN	AD MFO LDCO PT-EDL
9	男	18	156.6	35.7	50	脊柱裂	UO MFO Jones PT-PTirtius PFR
10	男	15	146.8	51.6	65	下肢创伤	AD MFO GSR
11	女	17	140.7	40.9	28	下肢创伤	AD MFO Hoke PFR
均数±标准差		26.00±10.04	151.30±10.99	41.98±9.86	47.18±15.00		
戴架时间/d	随访时间/月	术后 TTA/°	术后 Meary角/°	术后 AOFAS 评分/分	满意度		
106	56	120.3	-3.9	93	VS		
115	35	118.2	5.5	89	VS		
125	29	116.4	-2.5	93	VS		
135	73	114.5	7.6	82	VS		
110	62	117.7	-3.3	83	VS		
116	28	114.4	-3.7	66	S		
135	35	119.5	-12.5	66	VS		
92	33	119.8	2.5	68	VS		
141	27	124.1	-19.3	84	S		
125	22	112.3	5.1	93	VS		
138	24	116.1	-2.2	76	VS		
121.64±15.35		36.00±13.05	117.57±3.32*	-2.43±7.97*	81.18±10.74*		

遗传性感觉运动神经病:HSMN;踝关节牵伸:AD;中足截骨:MFO;胫后肌腱移位至第三腓骨肌:PT-PTirtius;经皮跟腱延长:Hoke;胫后肌腱移位至趾长伸肌腱:PT-EDL;U型截骨:UO;经皮跖筋膜松解:PFR;第一跖骨基底截骨:M1O;Jones手术:Jones;腓肠肌腱膜松解:GSR;跟骨外移截骨:LDCO;非常满意:VS;满意:S。与术前比较,* $P < 0.001$ 。



a: 术前患足前面观;b: 术前患足外侧面观;c: 术前足侧位负重X线片;d: 术前踝正位负重X线片;e: 术前足正位负重X线片;f: 术后患足内侧面观;g: 术后患足前面观;h: 术后足侧位负重X线片;i: 术后踝正位负重X线片。

图2 典型病例(病例6)术前、术后外观及影像学结果比较



a: 术前患足前面观;b: 术前患足内侧面观;c: 术前足侧位负重X线片;d: 术前足正位负重X线片;e: 术后患足前面观;f: 术后患足内侧面观;g: 术后足侧位负重X线片;h: 术后足正位负重X线片。

图3 典型病例(病例11)术前、术后外观及影像学结果比较

2.2 术前、术后影像学及临床结果对比

术前、术后的影像学指标和临床结果的对比见表1。术前的TTA和Meary角明显偏离正常值,分别为 $(151.30 \pm 10.98)^\circ$ 和 $(41.98 \pm 9.86)^\circ$,术后两者均恢复到正常范围,分别为 $(117.57 \pm 3.32)^\circ$ 和 $(-2.43 \pm 7.97)^\circ$,与术前TTA和Meary角相比,差异具有统计学意义($P < 0.001$)。术前与术后AOFAS评分分别为 (47.18 ± 15.00) 分和 (81.18 ± 10.74) 分,差异具有统计学意义($P < 0.001$)。11例患者中9例对结果非

常满意,2例对结果满意,无一般及不满意患者。

2.3 并发症

并发症情况见表2,有6例患者术后发生了针道感染,全部通过加强针道换药和口服抗生素治愈,无深部感染发生。1例患者出现了轻度平足,使用矫形鞋垫支撑足弓保守治疗,踝及后足稳定,患者无明显不适症状。1例患者出现了足趾屈曲挛缩畸形,主要原因是未穿针固定,经过康复训练改善,行走无症状,后期患者通过穿针固定未再出现此并

发病。1例患者在术后两年仍有起步痛,考虑前踝撞击,予以关节镜下前踝骨赘清理后症状明显改善,活动度增加。1例患者术后有不到 10° 的马蹄复发,予以康复训练加矫形鞋垫治疗,患者行走无症状,未再行手术治疗。

3 讨论

本研究首次报道了关于 Miter 构型泰勒空间外固定架的病例,国外仅几篇文献提及这个构型^[6-8],没有系统的病例使用的结果。吴刚等^[9]报道了4例足部串联构型,示意图是 Miter 构型,但是配文写的是6+6构型。Taylor^[5]发明泰勒空间外固定架以来,这种基于计算机软件可同步矫正多维度畸形的新型环架在世界范围使用越来越广^[10-13],但在足踝部应用对很多医生是个难点,因为足踝部关节众多,很多情况下涉及不同关节的非同步复位和软组织松解肌力平衡,并非简单的单顶点骨性畸形^[14-17]。而串联的 Miter 构型使用起来对医生的经验要求更高,要在狭小的空间内准确安装两套泰勒架并且精准的矫正畸形,需要很长的学习曲线。笔者在9年的时间内完成过1145套泰勒架手术,也仅仅积累了11例 Miter 构型(22套泰勒架)的经验,占总手术量的2%。

多数经典高弓足患者表现为侧位 Meary 角增大而 TTA 减小,实际是由于中足高弓导致的假性马蹄,胫距关节并没有真正的马蹄畸形。轻度中足高弓(Meary 角 $<15^\circ$)通过第一跖骨基底截骨(偶尔联合第二或第三)可以充分纠正,中度高弓(Meary 角 $15^\circ\sim 30^\circ$)可通过 Cole、Japas 等中足截骨(距下关节或距舟关节可被动矫正至中立或接近中立时)或 Lambrinudi 三关节融合术(距下距舟僵硬或严重退变时)矫正,而重度高弓($25^\circ\sim 30^\circ$ 以上)可以通过经皮中足截骨(楔骨—骰骨或舟骨—骰骨)安装 Ilizarov 环架或单 Butt 构型泰勒架逐步矫正。如经典高弓足患者合并明显胫距关节马蹄畸形,泰勒架需从单 Butt 构型改为 Miter 串联构型,因为存在两个畸形顶点,胫距关节畸形顶点在距骨侧突水平,中足高弓顶点大致在中间楔骨水平。胫距关节马蹄畸形矫正方式可以有不同选择,如果距骨和踝穴形态的匹配度差(如平顶型的距骨,常见于8~10岁

之前出现明显马蹄的患者)、后侧皮肤瘢痕和肌肉纤维化挛缩程度重、几乎没有可用的转至前方背屈踝关节的肌腱,可以行距骨跟骨的U型截骨^[4]或踝关节牵伸到位后加压融合。如果没有以上情况,可以单纯行踝关节牵伸加肌腱移位。中足部位的高弓畸形在儿童期也可以通过单纯外架牵伸矫正,后期可以有骨的重新塑形,而成年期的高弓畸形单纯牵伸后容易复发反弹,行经皮截骨术后逐步矫正效果可以更好的维持,也跟容易纠正三维的畸形。

在泰勒架安装和后期调节的过程中容易出现两个问题是:(1)环片安装好之后发现没有足够短的泰勒杆进行连接或是连接的泰勒杆会被固定针阻挡无法正常安装;(2)随着畸形的逐渐矫正,原本远离的固定针和泰勒杆或环片逐渐靠近并发生阻挡,或后足环片在选用全环的情况下调节后期可能会非常贴近前踝皮肤伸直发生挤压。避免这样的问题,一是需要足够的泰勒架安装经验,以便预估每个固定针的安装点术中和后期是否会影响泰勒杆的调节。二是严格按照以下顺序:(1)把胫骨全环套在小腿备用;(2)穿后足环的针,连接C型开口朝后的后足环(避免后期挤压前踝皮肤);(3)连接12枚泰勒杆,调整环片位置合适再用固定针固定胫骨环和前足环,需要注意固定针的位置需要预判未来调节过程中不影响泰勒杆和环片的移动。两套泰勒架前方两枚杆会逐渐短缩,后方两枚杆会逐渐延长,而泰勒杆的长度是有极限的(最短56 mm,最长314 mm),要让胫骨环和前足环与后足环之间的距离合适,以保证后期前侧杆不会短于极限,后侧杆不会长于极限。以我们的经验,后足环片矢状位方向沿着跟骨结节中心与胫骨颈中心连线方向,前足环片位于第一跖骨颈水平并垂直于跖骨轴线(而非足底)方向,胫骨环片位于内踝尖上15~18 cm垂直于胫骨即可。

Miter 构型泰勒架矫正效能很强,本研究中的患者 TTA 和 Meary 角矫正都很充分,绝大部分患者都可以恢复跖行足,但也不是没有缺点和并发症。这种构型与传统 Ilizarov 环架及 Ankle 构型的泰勒架相比,首先,最大的劣势是术后负重不便,所以为了保证最大程度减少术后的骨质疏松程度,我们鼓励患者使用泡沫垫绑在外架下方练习行走维持足部的受力。其次,术后摄片遮挡严重,需要靠医生查

体判断相结合来进行微调,病例 9 出现平足的原因
为术后复查时后足环对距骨遮挡较为严重;另外调
节周期漫长,不适合用于相对轻症的马蹄高弓足。
本组患者术后的并发症大部分可以通过保守治疗
解决,1 例需要再次行微创手术行骨赘清理,症状得
到完全缓解,未出现严重并发症。

本研究的主要不足之处在于因病种和治疗方
式,总样本量仍然不够大,但目前这也是全球范围
关于 Miter 构型泰勒架的最大宗病例系列报道,在
今后的工作中,我们也将进一步扩充使用 Ilizarov 环
架治疗类似程度马蹄高弓足的病例数,以期完成两
种治疗方式的对照研究。

综上,使用 Miter 构型泰勒空间外固定架治疗
重度马蹄高弓足效果安全、可靠。

参考文献:

- [1] FERREIRA R C, COSTA M T, LOTTI C, et al. Republication of “minimally invasive surgery using the circular external fixator to correct neglected severe stiff equinovarus foot deformities” [J]. *Foot & ankle orthopaedics*, 2023, 8(3):1-8.
- [2] EIDELMAN M, KATZMAN A. Treatment of arthrogryptic foot deformities with the Taylor Spatial Frame[J]. *Journal of pediatric orthopedics*, 2011, 31(4): 429-434.
- [3] MANGGALA Y, ANGTONG C, PRIMADHI A, et al. The deformity correction and fixator-assisted treatment using Ilizarov versus Taylor spatial frame in the foot and ankle[J]. *Orthopedic reviews*, 2018, 9(4):114-117.
- [4] DU H, HE X T, YIN X H, et al. The gradual correction of adult severe rigid equinus deformity using minimal invasive U-osteotomy with Taylor spatial frame[J]. *Foot & ankle international*, 2023, 44(1): 62-70.
- [5] TAYLOR J C. Perioperative planning for two- and three-plane deformities[J]. *Foot and ankle clinics*, 2008, 13(1): 69-121.
- [6] EIDELMAN M, KATZMAN A. Treatment of complex foot deformities in children with the Taylor spatial frame [J]. *Orthopedics*, 2008, 31(10):1-5.
- [7] KESHET D, EIDELMAN M. Clinical utility of the Taylor spatial frame for limb deformities[J]. *Orthopedic research and reviews*, 2017, 9: 51-61.
- [8] EIDELMAN M, KOTLARSKY P, HERZENBERG J E. Treatment of relapsed, residual and neglected clubfoot: adjunctive surgery[J]. *Journal of children's orthopaedics*, 2019, 13(3): 293-303.
- [9] 吴 刚, 陈建文, 郭 悦, 等. 后足截骨结合泰勒空间外固定支架矫正严重马蹄足畸形临床研究[J]. *足踝外科电子杂志*, 2020, 7(1): 1-5, 38.
- [10] 张宁宁, 万春友, 张 涛, 等. Taylor 空间支架治疗胫腓骨中下段骨折疗效观察[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2018, 32(8): 1012-1017.
- [11] 刘志杰, 陈建文, 刘宏君. 串联式安装泰勒空间外固定器矫治创伤后遗重度马蹄内翻合并小腿内翻短缩外旋[J]. *足踝外科电子杂志*, 2020, 7(1): 62-64.
- [12] 杨 敬, 王 强, 朱 伟, 等. 泰勒空间外架技术结合足部“U”形截骨治疗创伤后马蹄内翻足畸形[J]. *骨科*, 2021, 12(3): 200-205.
- [13] 许红生, 王振军, 郭 悦, 等. 胫骨结节下截骨结合泰勒空间外固定器治疗成人特发性膝内翻[J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2023, 16(9): 773-778.
- [14] FLOERKEMEIER T, STUKENBORG- COLSMAN C, WINDHAGEN H, et al. Correction of severe foot deformities using the Taylor spatial frame[J]. *Foot & ankle international*, 2011, 32(2): 176-182.
- [15] HASSAN A, LETTS M. The management of the neglected congenital foot deformity in the older child with the Taylor spatial frame[J]. *Journal of pediatric orthopedics*, 2012, 32(1): 85-92.
- [16] DABASH S, POTTER E, CATLETT G, et al. Taylor spatial frame in treatment of equinus deformity[J]. *Strategies in trauma and limb reconstruction*, 2020, 15(1): 28-33.
- [17] LAHOTI O, ABHISHETTY N, SHETTY S. Correction of foot deformities from Charcot arthropathy with the Taylor spatial frame: a 7-14-year follow-up[J]. *Strategies in trauma and limb reconstruction*, 2021, 16(2): 96-101.

本文引用格式:

杜 辉,李 兴,李 恒,等. Miter 构型泰勒空间外固定架治疗重度马蹄高弓足 11 例临床分析[J]. *广西医科大学学报*, 2024, 41(7): 1063-1069. DOI: 10.16190/j.cnki.45-1211/r.2024.07.016

DU H, LI X, LI H, et al. Clinical analysis of 11 cases of severe equinovarus deformity treated with Taylor Spatial Frame Miter configuration[J]. *Journal of Guangxi medical university*, 2024, 41(7): 1063-1069. DOI: 10.16190/j.cnki.45-1211/r. 2024.07.016