

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

杨敬¹ 王强¹ 朱伟¹ 何保华¹ 赵鹏¹ 商玉臣¹ 杜辉²

【摘要】 目的 探讨泰勒空间外架(Taylor spatial frame, TSF)技术结合足部“U”形截骨治疗创伤后马蹄内翻足的临床疗效。方法 回顾性分析2016年7月至2019年7月应急总医院收治的42例创伤后马蹄内翻足病人的临床资料,其中男31例,女11例,平均年龄为24.3岁。马蹄足畸形平均跖屈70°。术前测量畸形参数。术中依据Ilizarov穿针原则安装TSF,足部“U”形截骨同期行微创软组织松解术。术后根据处方调整TSF,行康复训练。截骨处愈合后去除外固定架,佩戴支具。定期门诊复查,记录疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分及美国足踝外科医师协会(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS)踝与后足功能评分。结果 本组平均手术时间为85.6 min(60~110 min),术中平均出血量为15.5 mL(10~20 mL)。42例病人均获随访,平均随访时间为18个月(12~24个月)。术后平均40.7 d(26~80 d)踝关节恢复背伸5°~10°;佩戴外支架行走时间平均为12.7周(10~16周)。5例病人6处针道轻度感染。1例发生近端半针断裂。所有病人无血管、神经损伤。3例患足复发跖屈畸形,约10°。随访结束时所有病人均可达到不扶拐步行状态。末次复诊时AOFAS评分,优18例,良18例,可4例,差2例,优良率为85.7%;AOFAS评分为(89.4±8.0)分,较术前(52.7±1.0)分显著增加,差异有统计学意义($t=-6.085$, $P=0.010$)。VAS评分为(2.8±1.3)分,较术前的(6.7±1.4)分明显降低,差异有统计学意义($t=0.464$, $P=0.025$)。结论 TSF结合足部“U”形截骨是治疗创伤后马蹄内翻足畸形的有效方法。

【关键词】 马蹄内翻足;泰勒空间外架;外固定架;“U”形截骨

Correction of posttraumatic talipes equinovarus deformity with Taylor spatial frame and scythe-shaped osteotomy. YANG Jing¹, WANG Qiang¹, ZHU Wei¹, HE Bao-hua¹, ZHAO Peng¹, SHANG Yu-chen¹, DU Hui². ¹Department of Orthopaedics, Emergency General Hospital, Beijing 100028, China; ²Department of Orthopaedics, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China

Corresponding author: DU Hui, E-mail: harveydu@hotmail.com

【Abstract】 Objective To explore the clinical effect of Taylor spatial frame (TSF) technique combined with scythe-shaped osteotomy on foot in the treatment of posttraumatic talipes equinovarus. **Methods** From July 2016 to July 2019, we applied TSF to treat 42 patients with a posttraumatic talipes equinovarus deformity. The mean age was 24.3 years. There were 31 males and 11 females. The average plantar flexion of deformity was 70°. The deformity parameters were measured before operation. TSF was installed according to Ilizarov's principle, and U-shaped osteotomy was performed at the same time. After operation, TSF was adjusted according to the prescription and rehabilitation training was carried out. The external fixator was removed after the osteotomy healed. Then an orthosis was worn. The visual analogue scale (VAS) and American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle and hindfoot function scores were recorded. **Results** In this group, the operation time was 85.6 min (60-110 min), the intraoperative bleeding volume was 15.5 mL (10-20 mL). 42 cases were followed up for 12 to 24 months, with an average of 18 months. The joint range of motion recovered to 5°-10° dorsiflexion on average 40.7 d (26-80 d) after operation, and walked for 12.7 weeks (10-16 weeks) with external fixation. There were 6 cases of slight pin infection in 5 patients, and 1 case of breaking of half-pin after falling. All patients had no vascular and nerve injury. Three patients failed to follow the advice to wear orthosis and exercise, and relapse occurred after operation. The plantar flexion deformity was about 10°. At the last follow-up, all patients could walk normally without crutches. The AOFAS score was 89.4±8.0, which was significantly higher than the preoperative score of 52.7±1.0, and the difference was statistically significant

DOI:10.3969/j.issn.1674-8573.2021.03.003

作者单位:1. 应急总医院骨科,北京 100028;2. 北京积水潭医院矫形外科,北京 100035

通信作者:杜辉, E-mail: harveydu@hotmail.com

($t=-6.085, P=0.010$). The AOFAS score was excellent in 18 cases, good in 18 cases, fair in 4 cases, poor in 2 cases, and the excellent and good rate was 85.7%. The VAS score was 2.8 ± 1.3 , which was significantly lower than that before operation (6.7 ± 1.4), the difference was statistically significant ($t=0.464, P=0.025$).

Conclusion TSF combined with scythe-shaped osteotomy is an effective method to treat post-traumatic talipes equinovarus deformity.

【Key words】 Talipes equinovarus; Taylor spatial frame; External fixation; Scythe-shaped osteotomy

创伤后马蹄内翻足是足踝部创伤后常见的畸形之一。目前临床常用的治疗方法为开放式足部三关节截骨融合术,对于畸形严重者术中需要通过大量去除跗骨组织达到恢复力线矫正畸形的目的^[1-2],但外伤后的肢体局部瘢痕严重,软组织情况较差,不宜行较大的侵入性手术。在 Ilizarov 技术张力-应力法则的基础上出现多种六轴骨外固定器械,其中泰勒空间外架(Taylor spatial frame, TSF)及其相应的计算机软件较为成熟,开始应用于临床^[3]。该外固定器械结构稳定,且可以任意构型,微创安置后调整方便、快捷,逐步矫正足踝部畸形,为治疗此类复杂疾病提供了一种新的方法。本研究回顾性分析 2016 年 7 月至 2019 年 7 月应急总医院应用 TSF 技术治疗的 42 例创伤后马蹄内翻足病人的临床资料,探讨该术式的治疗效果。

资料与方法

一、纳入标准与排除标准

纳入标准:①外伤导致的创伤后马蹄内翻足;②患肢无其他畸形;③X线片示骨骺线已闭合;④无严重骨质疏松症;⑤病人或家属具备外固定架护理能力。

排除标准:①柔软型马蹄足;②局部皮肤条件良好,适用其他术式;③跖屈畸形不足 40° 且无不适主诉;④主因中前足畸形引起,跟腱延长后无法矫正的马蹄足;⑤马蹄足畸形及合并的内外翻畸形需截骨。

二、一般资料

本研究共 42 例病人,其中男 31 例,女 11 例,平均年龄为 24.3 岁(18~39 岁),左足 23 例,右足 19 例。本组病例按“秦泗河马蹄内翻足的分型”^[4]描述:Ⅰ度 25 例,Ⅱ度 17 例。致伤原因:交通伤 21 例,坠落伤 11 例,烧伤 3 例,挤压伤 2 例,骨及软组织感染 5 例。患肢均有不同程度的陈旧手术瘢痕;均有跛行,患侧足跟不能着地,足外缘或前足着地受力,马蹄足畸形平均跖屈 $70^\circ(45^\circ\sim 90^\circ)$,踝关节平均活动度为 $5^\circ(0^\circ\sim 10^\circ)$,病程 6 个月~6 年,平均 2.7 年。

三、术前准备

术前采集病史、查体,记录外观及步态。完成美

国足踝外科医师协会(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS)踝与后足功能评分及疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评价^[5]。与病人充分沟通治疗目标及预期,并书面告知术后外固定架管理及外固定针护理方法。据查体、足踝负重正侧位、足正斜位 X 线片,测量跟骨第一跖骨角(Meary 角)、跟骨倾斜角(Pitch 角)。根据畸形情况设计治疗方案,设计并预组装外支架。对于畸形严重者行足踝部 CT,三维重建后用 Mimics 17.0 模拟手术,并验证畸形参数。

四、手术方法

病人全部采用全身麻醉,取仰卧位,截骨及肌腱转位手术在气压止血带下完成。行经皮跟腱微创延长术,用 11 号尖刀分别于三处半切跟腱。第一处位于跟腱止点内侧,切断内侧半肌腱;第二处位于近端 3 cm 处,切断外侧半肌腱;第三处位于 4~6 cm 处,紧靠肌腱移行下方内侧,切断内侧半肌腱。强力背伸踝关节,使跟腱滑移延长^[6]。完成胫前肌腱移位,旷置。待截骨完成,外固定架安装完毕后,维持踝关节于最大背伸位,将游离的胫前肌腱以合适长度固定于中间楔骨或伸趾肌腱上。

在踝关节近端先安装两个基本环,用螺丝杆连接后垂直于胫腓骨骨干,用 3 枚 4.0 mm 螺纹半针不同平面交叉固定,钉间角度约为 $30^\circ\sim 45^\circ$ 。再安装远端环,远端环均为足环,预先调整两环间的最佳距离,确认两环不会撞击且间距大于最短型号的伸缩连接杆,以便于术后调整。前足用 2 枚 1.8 mm 克氏针分别贯穿 5 根跗骨远端干骺端,注意尽量保证该针从跗骨中心穿过。若病人存在前足内翻则使用橄榄针自内向外穿过。足跟用 2 枚 1.8 mm 克氏针穿过跟骨交叉固定,克氏针均经过截骨面远端。若骨质条件不佳,可在足跟后方加用 1 枚 3.0 mm 螺纹半针固定。以上克氏针张力保持在 900 N。以足环为参考环用“C”型臂 X 线机透视标准正侧位,测量后获得安装参数。

取跟骨外侧切口,截骨线经过距骨颈及距下关节下方,保留跟骨结节,截骨采用骨刀。确认截骨成功后,缝合切口。用 1 枚 1.8 mm 克氏针于截骨线远

端自内向外贯穿距骨头,并固定于远端足环上。用2枚1.8 mm克氏针或橄榄针于截骨线近端贯穿近端跟骨骨块及部分距骨,并固定于近端圆环上。组装各伸缩连接杆,将远端环设定为参考环,按要求安装连接杆,按序标记1~6。记录各伸缩连接杆的型号及初始读数。若存在爪形趾畸形,切断各爪形趾屈趾肌腱。克氏针沿纵轴贯穿相应序列趾骨及跖骨头,针尾固定于足环的附件装置上。

五、术后处理及评价指标

术后2~3 d鼓励病人下床活动,外固定架预紧之前患肢不负重,若足趾未行固定者,主、被动练习各跖趾、趾间关节背伸。所有病人均需强化膝关节伸直训练。术后24 h内使用抗生素预防感染。用纱布缠绕固定针挤压固定皮肤,指导病人及其家属根据情况用医用酒精、生理盐水、双氧水护理针道^[7]。

术后7 d使用TSF在线软件([Http://www.Spatial-frame.com](http://www.Spatial-frame.com), Smith&Nephew公司),选用ankle模式,全残存畸形矫正模式,设定为远端参考,将畸形参数、环及连接杆参数、安装参数、风险结构输入软件计算出矫正处方。告知病人根据处方旋转相应的伸缩连接杆调节旋钮,逐渐矫正畸形。每天的调整长度分为4~6次完成。若疼痛明显、瘢痕及皮肤张力过大,需减慢调整速度或暂停2~3 d^[8]。完成处方中所有调整后,复查踝关节标准正侧位X线片并测量截骨处矫正是否满意。之后每月门诊复查,随访至截骨处愈合。开始调整外固定架后即嘱病人扶拐,若病人疼痛可耐受,鼓励患肢部分负重甚至完全负重。

矫正位置基本满意后,再畸形过度牵伸 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ^[9]。将泰勒连接杆全部锁定。于足环跖侧安装厚实柔软的鞋垫,在外固定架保护下逐渐负重行走。8~12周遵循Wolf定律骨与软组织结构重新构建^[10],X线片截骨处可见新骨生长后拆除外支架,佩戴行走支具至少12周,佩戴夜用夹板6~12个月。每6个月门诊复查,再次进行VAS及AOFAS踝与后足评分。

六、统计学方法

采用SPSS 16.0统计软件(IBM公司,美国)进行数据分析。计量数据以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,手术前后VAS评分及AOFAS踝与后足评分的比较采用配对 t 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

本组病例平均手术时间为85.6 min(60~110 min),术中平均出血量为15.5 mL(10~20 mL)。病例

均获得随访,平均随访时间为18个月(12~24个月)。术后调整外固定架时间平均为40.7 d(26~80 d),踝关节恢复背伸 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$;调整完成后继续佩戴外支架行走10~16周,平均12.7周。5例病人共6处针道出现渗出增多,局部红肿,经口服抗生素、加强针道护理换药后均治愈。1例摔倒后发生近端半针断裂,及时更换后无异常。所有病人无血管、神经损伤。3例病人因自身原因未能遵医嘱佩戴支具及行功能锻炼,术后出现踝关节跖屈畸形复发,角度丢失约 10° ,病人对此种结果满意,未作特殊处理。截至末次随访时,所有病人均能正常行走。AOFAS评分为(89.4 \pm 8.0)分,明显高于术前(52.7 \pm 1.0)分,差异有统计学意义($t=-6.085, P=0.010$)。AOFAS评分优18例,良18例,可4例,差2例,优良率为85.7%。VAS评分为(2.8 \pm 1.3)分,较术前(6.7 \pm 1.4)分明显降低,差异有统计学意义($t=0.464, P=0.025$)。

典型病例,男,29岁,因“交通事故伤致左下肢马蹄内翻足畸形1年余”入院。查体:跛行。左小腿、足踝部大量陈旧贴骨瘢痕。左踝关节僵硬,固定于跖屈 45° 位、前足内翻 60° 、后足略内翻,AOFAS评分为36分,VAS评分为8分。诊断为左侧创伤后马蹄内翻足。入院后行左足“U”形截骨+跟腱延长+TSF外固定架矫正术,术后逐步调整外支架;术后44 d患足跖屈、内收畸形得到矫正,拆除外支架后佩戴可行走支具及夜用夹板。术后18个月随访时AOFAS评分为90分;日常活动走平路基本正常、上下楼梯略受限;踝关节可活动 30° ,后足活动中度受限。VAS评分为3分。见图1、2。

讨 论

一、马蹄内翻足畸形的成因及特点

依据足踝关节僵硬的程度,马蹄内翻足分为柔软型和僵硬型。成年人僵硬型马蹄内翻足的成因大多是创伤、下肢缺血、先天性马蹄内翻足延误治疗或既往手术治疗失败等,表现为踝足关节僵直,跖屈背伸活动范围 $<10^{\circ}$,踝关节固定于马蹄内翻位,同时合并有严重软组织挛缩,严重者合并骨关节结构异常和(或)神经功能障碍^[4],多见于下肢严重创伤的病人。多数情况下小腿三头肌结构和功能损伤相对较轻,跖屈功能保存尚可,足踝前方、外侧结构都有不同程度的无力及松弛,后内侧结构有明显挛缩。另外,在处理下肢骨折及软组织损伤的长时间制动过程中常忽略将踝关节保持功能位,导致小腿后侧肌群的挛缩或坏死,而丧失收缩功能。综合上述因

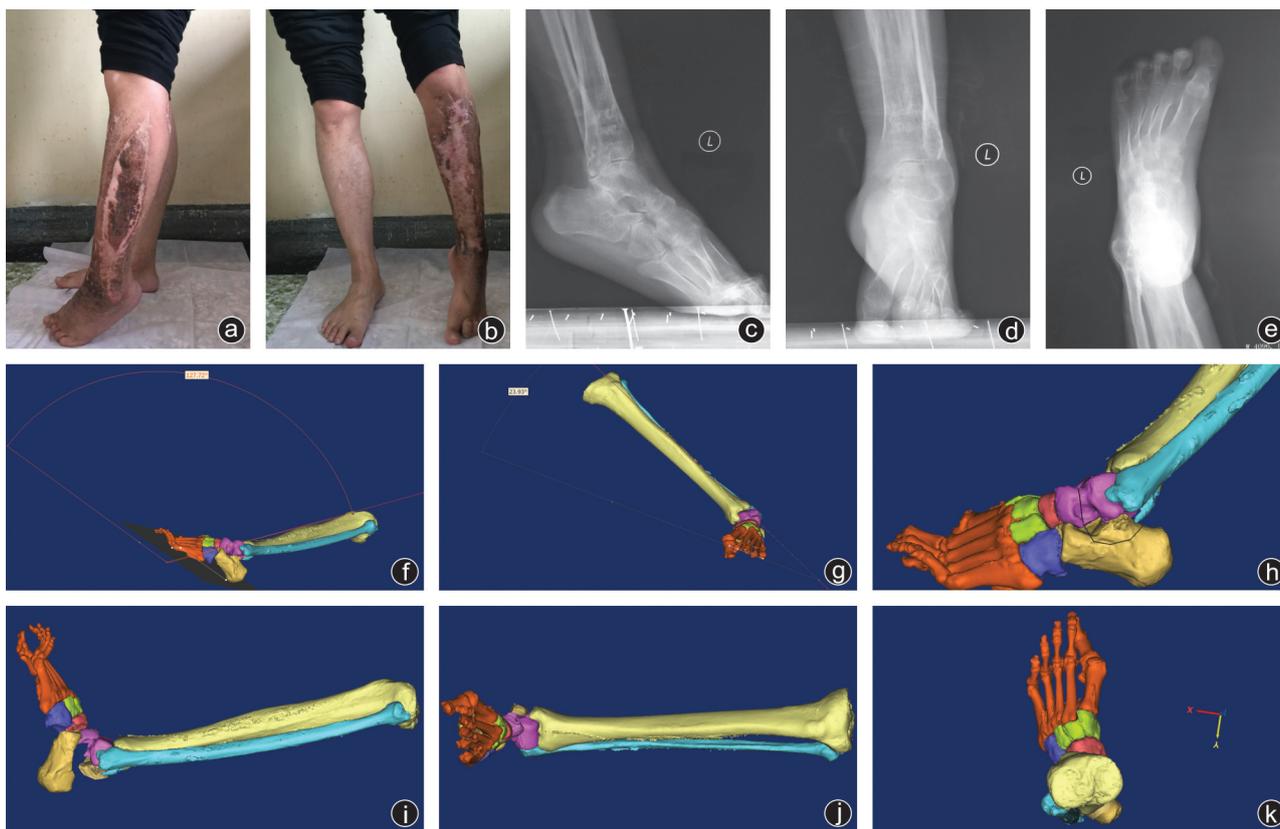


图1 病人左侧创伤后马蹄内翻足畸形,行左足“U”形截骨+跟腱延长+TSF外固定架矫形术 a,b:术前外观照,可见左足马蹄内翻畸形,局部大量陈旧瘢痕;c~e:术前X线片;f,g:术前三维重建CT测量畸形参数:h:在Mimics软件中设计截骨线;i~k:模拟矫正畸形后的效果,并记录待矫正的参数

素导致踝关节背屈和跖屈之间肌力不平衡,从而出现马蹄内翻足畸形^[11]。

二、传统治疗方式

骨性融合手术作为传统治疗创伤后马蹄足畸形的矫形手术,对治疗创伤后马蹄足具有举足轻重的作用,主要包括距下关节融合术、踝上截骨术、三关节融合术等。轻微马蹄足畸形伴严重的距骨上关节面扁平者常采用踝上截骨术^[12]。三关节融合术适用于足部关节破坏严重或关节间隙变窄的病人,可在融合的同时矫正畸形^[13]。为了维持矫形效果还需同时进行软组织松解。对于特别严重的创伤后马蹄足骨关节畸形病人,也可以分期手术治疗,一期手术松解软组织,二期行关节融合术。除此之外,还需用管形石膏外固定足够长的时间。该类病人因术区软组织条件差,血运不良,若实施一系列手术操作,对原来极其脆弱的软组织血运再次破坏,易发生切口皮肤坏死、切口感染不愈合、足畸形、畸形矫正不全等并发症。因此,创伤后马蹄内翻足一般不适宜行开放手术,应首选更加微创、更利于保护局部软组织的治疗方式。三关节融合术常引起病人足部异常疼痛及足功能退行性改变^[14]。

随着术后随访时间延长,绝大多数的病人不可避免地出现踝关节创伤后关节炎表现。而症状加重且保守治疗无效时,需通过行胫距关节融合术缓解疼痛。

三、TSF的优势及特点

根据 Ilizarov 牵伸生物学理论证明通过一定的方法不但可以矫正骨骼畸形,还可以矫正软组织挛缩造成的畸形。因此 Ilizarov 外固定架技术在临床广泛使用。1991年 Taylor 兄弟对 Ilizarov 外固定系统进行改良,使用6根并可伸缩的连接杆,通过特别的通用关节连接远、近端的固定环,并将这种独特的外固定系统称为TSF。这样就可以在一个矫正周期内同步矫正成角、错位、旋转、短缩或分离的畸形。应用TSF进行四肢畸形矫正、创伤骨折及创伤后遗症治疗、足踝畸形矫正已逐渐开展^[15],这都得益于TSF具备以下优点:TSF构型单一、易于操作和掌握;安装简便,正确安装TSF后可调节多方位畸形。在对畸形测量分析之后,可以在相应软件辅助下在成角旋转中心的位置生成虚拟的“空间铰链”,而不需要使用额外的配件,且不会影响支架的整体稳定性。矫正过程无需变换支架,无需调整构型,

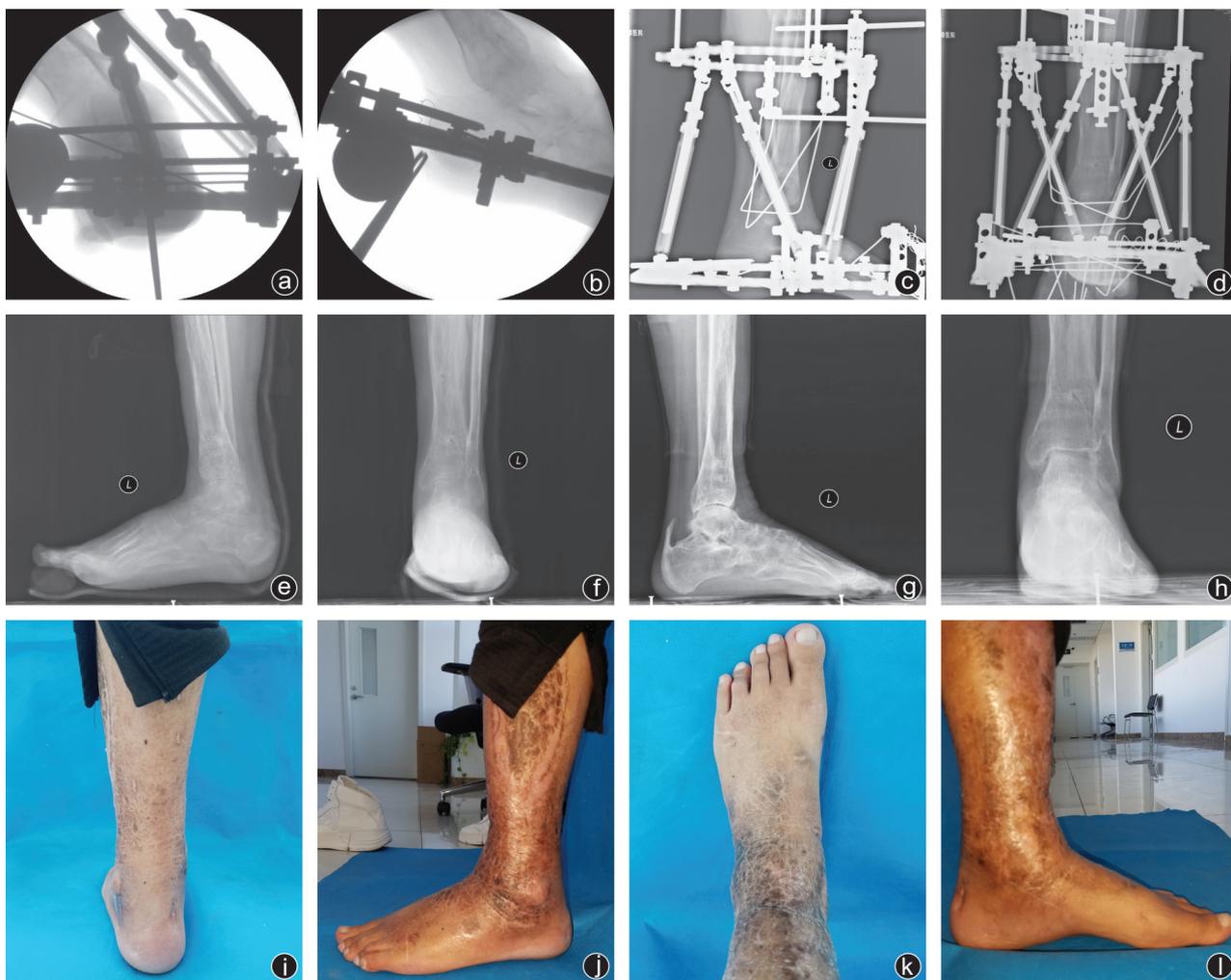


图2 病人左侧创伤后马蹄内翻足畸形,行左足“U”形截骨+跟腱延长+TSF外固定架矫形术 a,b:术中正侧位透视定位相,用来测量安装参数;c,d:TSF调整结束后X线检查;e,f:TSF拆除后石膏托外固定行X线检查;g,h:拆除石膏托后行X线检查;i-l:术后6个月复查外观

避免了传统支架在矫正多平面畸形时需要多次调整的繁琐。即使过矫或矫正不足时也不必更换配件,只需再次用全残余畸形矫正模式计算,根据相应的处方调节TSF来完成矫正目标。TSF的6根连接杆有明确的序号,刻度标识很清晰,便于病人识别和调整。

TSF的矫正速率是依据骨的生物力学状态和软组织情况来决定的。对于TSF数据的分析会达到一个更精确的水平,使得外科医生有机会去认定风险结构和决定对风险结构牵伸的速率,降低了软组织和血管神经损伤的风险。对于此类畸形风险结构可能位于截骨线的凹侧。在软件中输入风险结构的参数后能够计算出矫正需要的时间,生成详细明确的连接杆调整处方,指导病人及家属参与治疗,病人依从性好。

与相同直径的Ilizarov环形支架相比,TSF特有结构能提供足够的稳定性,其垂直抗压、三点折弯和

抗扭转性能均较优。因此病人早期负重后,反而为新骨生成和软组织愈合提供理想的生物学环境。

TSF安装过程中应熟悉穿刺解剖安全区域,防止损伤重要的神经血管组织,而且还要合理规划使用附件的安装位置,避免术后过多的调整影响TSF的稳定性;截骨部位需要仔细考虑两个因素,一是选择最容易愈合的位置截骨,二是重建正确的力线而非畸形的解剖复位;截骨处不完全离断会导致畸形受阻及严重的疼痛,只有矫正复杂畸形的情况下,才采用三环或更复杂的构型。

四、术后管理及并发症的预防。

针道感染是临床上使用骨外固定支架最常见的并发症之一^[16],如果处理不合适极易降低针-骨界面的稳定性。可能影响针位感染发展的因素包括病人特定的危险因素、手术技术、针的设计特点、预防性抗生素的使用以及术后针护理方案,包括清洁、换药和淋浴。尽管许多研究都致力于为预防针位感染

提出循证建议,但在最佳方案方面仍存在着巨大的争议。

所以对于高龄、免疫系统或代谢性系统疾病、吸烟者及畸形复杂预计带架时间较长者进行手术则应格外重视术后护理。术前备皮,预设计外架安装位置,预设穿刺部位,尽量避免穿过瘢痕或植皮区域。如果固定点太少,外架结构不稳定也会增加感染风险,所以适量增加固定点也能减少感染。针道感染与手术时皮肤张力及针的温度有关。术中精确的选择进钉点,轻柔的分离软组织,若张力高,可在针的远侧用 11 号尖刀片顺肢体方向延长 2 mm。尽量选用锋利的钻头,一定要使用软组织套筒。钻孔时不使用止血带,用湿纱布包裹或生理盐水喷淋钻头辅助降温减少骨及软组织的热损伤。使用克氏针时一旦穿透骨皮质后尽量用锤击穿出。置钉前用注射器将针道内碎屑尽量冲洗清理。在病人经济能力可以承受的前提下,尽量使用覆羟基磷灰石针涂层半针,可以明显增加与骨的把持力,同时降低针道感染率^[17]。术后早期可通过抬高患肢、冷敷等方法控制肿胀程度,亦可降低感染风险。术后 1 周由医生、病人配合护理针道,增加病人参与度,主要是局部消毒、清理渗出、更换敷料,并给予详细的书面说明及操作视频告知护理方法及对针道状况的识别。如发现感染迹象,增加针道护理频次,尽早使用抗生素。

马蹄内翻足病人因足踝长期处于一种畸形状态,在缓慢牵引的矫形过程中,疼痛症状不可避免,且以夜间明显。本组病人急性期予以冰敷患肢,均常规口服非阿片类中枢性镇痛药如曲马多,避免非甾体类药物对骨愈合产生不良的影响^[18],术后均能够正常配合进行功能锻炼。

综上所述,TSF 结合足部“U”形截骨是治疗创伤后马蹄足畸形的有效方法。尤其适用于局部软组织条件较差,特别是创伤后残留大量瘢痕、不适合行开放手术的病人。通过术前仔细研究病例,设计手术方案,正确处理术中术后的并发症,采用该技术可以获得满意的疗效。

参 考 文 献

- [1] van Bosse HJ. Treatment of the neglected and relapsed clubfoot [J]. Clin Podiatr Med Surg, 2013, 30(4): 513-530.
- [2] Akıncı O, Akalın Y. Medium-term results of single-stage postero-medial release and triple arthrodesis in treatment of neglected clubfoot deformity in adults [J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2015, 49(2): 175-183.
- [3] Paley D. Principles of Deformity Correction [M]. Berlin: Springer-Verlag, 2002: 412-436.
- [4] 中国医师协会骨科医师分会外固定与肢体重建专业委员会, 秦泗河, 张永红, 等. Ilizarov 技术治疗成人僵硬型马蹄内翻足临床诊疗专家共识(2019 版)[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2019, 12(11): 841-847.
- [5] Knupp M, Barg A, Bolliger L, et al. Reconstructive surgery for overcorrected clubfoot in adults [J]. J Bone Joint Surg Am, 2012, 94(15): e1101- e1107.
- [6] 赵巍, 任龙喜, 梁喜斌, 等. Ilizarov 技术联合跟腱经皮多点松解术治疗僵硬型马蹄足畸形的临床研究[J]. 中国矫形外科杂志, 2013, 21(23): 2356-2361.
- [7] Camathias C, Valderrabano V, Oberli H. Routine pin tract care in external fixation is unnecessary: a randomised, prospective, blinded controlled study [J]. Injury, 2012, 43(11): 1969-1973.
- [8] 刘红顺, 周细作, 康庆林. 泰勒支架矫正踝关节周围畸形[J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(7): 663-666.
- [9] Ramseier LE, Schoeniger R, Vienne P, et al. Treatment of late recurring idiopathic clubfoot deformity in adults [J]. Acta Orthop Belg, 2007, 73(5): 641-647.
- [10] Frost HM. A 2003 update of bone physiology and Wolff's law for clinicians [J]. Angle Orthod, 2004, 74(1): 3-15.
- [11] 李兵, 杨云峰, 任昊旸, 等. 踝关节骨折术后腓肠肌挛缩型马蹄足的手术治疗[J]. 中国骨与关节外科, 2014, 7(4): 289-291.
- [12] Al-Aubaidi Z, Lundgaard B, Pedersen NW. Anterior distal tibial epiphysiodesis for the treatment of recurrent equinus deformity after surgical treatment of clubfeet [J]. J Pediatr Orthop, 2011, 31(6): 716-720.
- [13] 邓玲珑, 余黎, 赵星, 等. 截骨融合治疗严重僵硬性马蹄足畸形的临床疗效观察[J]. 中国骨伤, 2018, 31(3): 222-227.
- [14] Schroeder SM. Uniportal endoscopic gastrocnemius recession for treatment of gastrocnemius equinus with a dedicated EGR system with retractable blade [J]. J Foot Ankle Surg, 2012, 51(6): 714-719.
- [15] Seybold D, Gessmann J, Ozokuy L, et al. [The Taylor spatial frame. Correction of posttraumatic deformities of the tibia and hind-foot] [J]. Unfallchirurg, 2008, 111(12): 985-986, 988-995.
- [16] Kazmers NH, Fragomen AT, Rozbruch SR. Prevention of pin site infection in external fixation: a review of the literature [J]. Strategies Trauma Limb Reconstr, 2016, 11(2): 75-85.
- [17] Saithna A. The influence of hydroxyapatite coating of external fixator pins on pin loosening and pin track infection: a systematic review [J]. Injury, 2010, 41(2): 128-132.
- [18] 李翊, 冯帆, 蔡林. 非甾体类抗炎药物对骨折愈合影响的研究进展[J]. 中国骨与关节杂志, 2016, 5(8): 601-604.

(收稿日期: 2021-02-04)

(本文编辑: 龚哲妮)

引用格式

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. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.03.003.