

• 临床研究 •

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.15.013

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240528.1150.010\(2024-05-29\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240528.1150.010(2024-05-29))

分期个体化治疗重度马蹄内翻足合并下肢复杂畸形的临床疗效

王尚龙^{1,2}, 段宜强^{2△}, 方舟²

(1. 贵州医科大学临床医学院, 贵阳 550004; 2. 贵州医科大学附属医院关节外科, 贵阳 550004)

[摘要] **目的** 探讨采用分期个体化手术方式治疗神经源性重度马蹄内翻足合并复杂下肢畸形的临床疗效。**方法** 收集 2021 年 5 月至 2023 年 6 月于贵州医科大学附属医院医治的 10 例神经源性重度马蹄内翻足合并下肢复杂畸形患者为研究对象, 采用一期行软组织松解、肌腱转移联合 Ilizarov 技术矫正马蹄内翻畸形, 二期根据患者术后步态及下肢畸形程度予以个体化适量截骨辅助增加 Ilizarov 外架延长、踝上截骨术及股骨远端截骨术等相关手术治疗。观察患者临床治疗结果, 比较患者术前及术后 1、3、6、12、18 个月踝关节美国足踝外科协会(AOFAS)评分、视觉模拟评分法(VAS)评分, 比较术前及术后 18 个月下肢生物力线相关影像学参数。**结果** 所有患者均顺利完成手术, 术中及术后均为未出现神经、血管损伤, 无针道口、切口感染等严重并发症。所有患者随访时间 16~24 个月。术后各时间点 AOFAS 评分较术前查体时增加($P<0.05$), VAS 评分较术前查体时降低($P<0.05$)。术后 18 个月下肢生物力线相关影像学参数均较术前明显改善($P<0.05$)。**结论** 分期个体化手术方式治疗神经源性重度马蹄内翻足合并复杂下肢畸形可取得较满意的治疗效果。

[关键词] 神经源性重度马蹄内翻足; Ilizarov 技术; 软组织手术; 骨性截骨; 下肢畸形; 分期手术**[中图分类号]** R615**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2024)15-2319-05

Clinical efficacy of staged individualized treatment of severe clubfoot deformity

WANG Shanglong^{1,2}, DUAN Yiqiang^{2△}, FANG Zhou²

(1. Clinical Medical College of Guizhou Medical University, Guiyang, Guizhou 550004, China;

2. Department of Joint Surgery, Affiliated Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang, Guizhou 550004, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the clinical efficacy of staged individualized surgical method for treating neuromuscular origin severe clubfoot complicating complex lower limb deformity. **Methods** Ten cases of neurogenic severe clubfoot deformity treated in the Affiliated Hospital of Guizhou Medical University from May 2021 to June 2023 were collected as the research subjects. In the first stage, the soft-tissue release, tendon transfer combined with Ilizarov technique were adopted to correct the clubfoot deformity, and in the second stage, according to the patients' postoperative gait and the degree of lower limb deformity, the patients were given individualized and appropriate osteotomy assisted by the increase of Ilizarov external frame lengthening, supra-ankle osteotomy, and distal femoral osteotomy. The clinical results of treatment in the patients were observed. The American Orthopaedic Association Division of Foot and Ankle Surgery (AOFAS) scores and visual analog scale (VAS) scores were compared between before operation and 1, 3, 6, 12 and 18 months after operation. The lower extremity biodynamic line related imaging parameters were compared between before and 18 months after operation. **Results** All patients successfully completed the surgery without nerve or vascular injury during and after operation and there were no serious complications such as pinhole or incision infection. All patients were followed up for 16–24 months. The ankle joint AOFAS score at each time point after operation was increased compared with the physical examination before operation ($P<0.05$), and the VAS score was decreased compared with the physical examination before operation ($P<0.05$). The lower extremity biodynamic line related imaging parameters at 18 months after operation were significantly improved compared with before operation ($P<0.05$). **Conclusion** Adopting the staged individualized surgical method for the treatment of neuromuscular origin severe clubfoot complicating complex deformity of the lower limbs could achieve more satisfactory and relatively ideal therapeutic effect.

[Key words] neurogenic severe clubfoot; Ilizarov technique; soft tissue surgery; bony osteotomy; deformities of the lower limbs; staging surgery

重度马蹄内翻足是一种小腿、踝关节、足三维的复杂性骨性软组织畸形,主要特征为踝关节马蹄形和前足内收、后足内翻及足跟跖屈,根据病因可分为神经源性、先天性和创伤性,其中神经源性最为常见,行走时表现为足外侧缘或足尖着地,足跟跖屈挛缩,旋后畸形。此类患者往往合并膝外翻、下肢旋后畸形、肢体短缩、踝关节内翻等一系列下肢复杂畸形^[1]。在治疗上除了注重纠正足部畸形外,还要根据患者下肢畸形的程度进行个体化手术方案,以恢复下肢的力线和步态。但长久以来,众多足踝矫形手术仅考虑在单一的足踝关节处矫正畸形,对于患肢整体生物力学的平衡研究并无清晰认识^[2]。本研究针对 10 例重度马蹄内翻足合并下肢复杂畸形患者采用分期个体化手术治疗,能实现有效矫正畸形的同时,也重塑了整个下肢生物力线^[3],治疗效果均良好,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究选取 2021 年 5 月至 2023 年 6 月贵州医科大学附属医院采用一期行软组织松解、肌腱转移维持肌力平衡联合 Ilizarov 外固定架安装技术矫正足踝马蹄内翻畸形,二期根据患者步态及下肢畸形程度予以个体化适量截骨恢复正常步态治疗的 10 例(12 足)患者为研究对象。其中男 5 例、女 5 例,年龄 18~40 岁,平均(30.4±5.8)岁。纳入标准:(1)重度马蹄内翻足合并下肢复杂畸形;(2)由同一组手术医生进行手术;(3)BMI 正常且不伴有其他疾病;(4)踝关节无外伤及手术史。排除标准:(1)跟骨严重内翻者(内翻胫骨跟骨角 $>45^\circ$);(2)术前 CT 显示跟骨载距突发育不良者;(3)踝关节有外伤及手术史者。患者的手术治疗根据软组织的挛缩程度(包括肌腱、神经、血管、韧带、关节囊、皮肤),还有骨骼的变形程度来制订具体手术方案^[4](表 1),记录患者术前术后美国骨科协会足踝外科协会(American orthopedic foot and ankle society, AOFAS)评分和视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)评分以评估患者术后功能。查体可见所有患者均跛行、足背前外侧着地行走(图 1),踝关节重度僵直、跖筋膜紧张及跟腱挛缩,僵硬性足下垂内翻畸形(足内翻 $>45^\circ$ 或马蹄内翻畸形 $>45^\circ$),或合并下肢短缩超过 2 cm,或伴下肢髋膝关节明显畸形。足部皮肤完整、无感染病灶、畸形依据 DiMeglio 分型均在 IV 型^[5]。本研究经贵州医科大学附属医院伦理委员会审核批准(审批号:2024 伦审第[147]号),所有患者均签署手术知情同意书。

1.2 方法

患者全身麻醉,取仰卧位,垫高患肢,大腿上止血带。以软组织松解、肌腱延长或转位及安装外固定支架的顺序进行手术。所有患者结合术前症状、体征、步态及影像学检查、术前查体软组织挛缩程度选择行

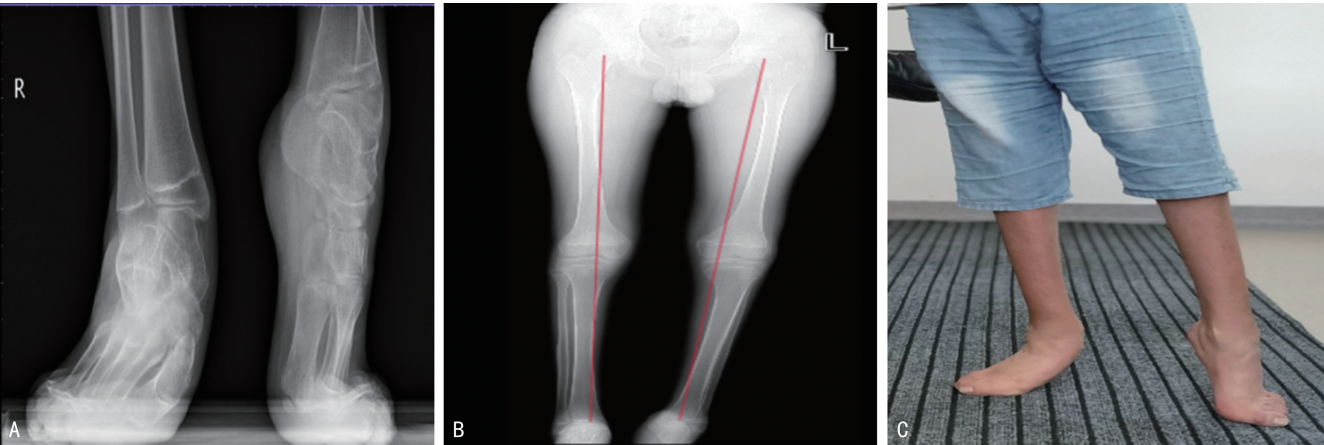
经皮跖筋膜松解术(stcindler 剥离)、经皮跟腱延长(percutaneous achilles tendon lengthening, PATL)或切断(percutaneous tendoachilles tenotomy performed, PTPP)、踇长伸肌腱转位及趾间关节融合术(Jones 手术)。为维持术后肌力平衡选择性采用腓骨长肌腱(peroneus longus, PL)转位至腓骨短肌腱(peroneus brevis, PB)、胫前肌腱(tibialis anterior, TA)外移^[6]。为解除患者后足内翻及高弓足畸形,必要时采用非闭合性跗骨 V 型截骨(JAPAS 截骨)和跟骨内移截骨(medial displacement calcaneal osteotomy, MDCO)为解除患者高弓足畸形。最后所有患者均配合使用 Ilizarov 外固定架安装技术的组合式或环式外固定^[7]。根据畸形程度合理安装外固定架,确保外固定架旋转中心与踝关节一致,外固定架安装成功后,检查末梢皮肤血供以确保无针道灼伤、神经血管损伤等。术后患肢抬高消肿,对症使用抗生素预防感染及镇痛药物缓解患者不适;定期伤口换药、针道口敷料。术后 3~5 d 后可适当下地负重并开始矫形,采用渐进式矫正,每天延长 1 mm,根据患者耐受及胫骨后方的皮肤软组织评估矫正风险肿胀程度予以调整矫形速度,最大不能超过 2 mm/d,一个月后完全负重^[8]。术后影像学复查并观察患者足部形态、步态^[9]。待患者保持踝关节过伸 $5^\circ\sim10^\circ$ 伴外翻 $10^\circ\sim15^\circ$ 的水平后拆除外固定架予以二期个体化适量截骨手术如三关节融合(triple arthrodesis, ta)或四关节融合(pantalar arthrodesis, PA)、跖骨楔形截骨进行骨性矫正^[10]。部分患者爪形趾畸形采用趾间关节成形术(DuVrie),针对合并下肢畸形,辅助增加 Ilizarov 外架延长、踝上截骨术(supramalleolar osteotomy, SMOT)及股骨远端截骨术(distal femoral osteotomy, DFO)等相关手术以重新恢复下肢力线、稳定关节、缓解疼痛^[11]。

1.3 收集指标

入院后所有患者手术前、后(术后 1、3、6、12、18 个月)均完善标准负重下肢影像学检查,包括负重位足正侧位、负重位踝正侧位、后足力线位、负重位双下肢全长、负重位膝关节正侧位、足 CT 及三维重建检查、肌电图等,并进行肌力评估。利用患者术前及术后 18 个月负重位下肢全长片测量胫骨远端关节面角(distal tibia articular angle, DTAA)、股骨-胫骨角(femoral tibial angle, FTA)、股骨外翻角(femoral valgus angle, FVA)、髌-膝-踝关节角(hip, knee and ankle angles, HKA)、距骨倾斜角(talar tilt angle, TT)、胫骨角(tibial angle, TA)、股骨角(femur angle, FA)^[12]。患者术前、术后各时间点采用 AOFAS 评分、VAS 评分以评估治疗效果^[13-14]。观察术后有无神经、血管损伤等并发症发生,以及术后切口及针道口愈合情况并行红细胞沉降率、C 反应蛋白等炎症指标检查确认患者有无感染征象。

表 1 纳入患者具体手术方案

患者	性别	一期手术方式	术后活动 后疼痛	合并畸形	二期手术方式
患者 1	男	左侧 PL 转位至 PB+左足 steinder 剥离术+左 TA 外移+左侧 Jones 手术+左侧 PTPP+非闭合性 JAPAS 截骨+左侧 MDCO+双侧外固定架安装、调整	是	左膝外翻	左外固定架拆除+左侧 ta+左侧 DFO+左侧 SMOT
患者 2	男	双侧 PL 转位至 PB+双足 steinder 剥离+双侧 TA 外移+双侧 PTPP+双足 JAPAS 截骨+双侧 MDCO+双侧外固定架安装、调整	是	双下肢短缩+左膝外翻	外固定架拆除+双侧 PA+双侧 SMOT+左侧 DFO
患者 3	女	左侧 PL 转位至 PB+左足 steinder 剥离+左 TA 外移+左 PATL+左侧 JAPAS 截骨+左侧外固定架安装、调整	是	左膝外翻+左爪形足	外固定架拆除+左侧 PA+左侧 DuV-rie+左侧 DFO
患者 4	男	右侧 PL 转位至 PB+右足 steinder 剥离术+右 TA 外移+右 PTPP+右侧 JAPAS 截骨+右侧外固定架安装、调整	否	右下肢短缩	外固定架拆除+右侧 SMOT
患者 5	男	左侧 PL 转位至 PB+左足 steinder 剥离+左侧 TA 外移+左侧 PATL 术+左侧 JAPAS 截骨+左侧外固定架安装、调整	否	左膝外翻	外固定架拆除+左侧 DFO+左侧 SMOT
患肢 6	女	右侧 PL 转位至 PB+右侧 steinder 剥离+右 TA 外移+右 PTPP+右侧 JAPAS 截骨+右侧外固定架安装、调整	是	右膝外翻+右下肢短缩	外固定架拆除+右侧 PA+右侧 SMOT+右侧 DFO
患者 7	女	双侧 PL 转位至 PB+双侧 steinder 剥离+双侧 TA 外移+右侧 PATL+左侧 PTPP+双侧 JAPAS 截骨+双侧外固定架安装、调整	是	双膝外翻+双爪形足+左下肢短缩	外固定架拆除+右侧 ta+左侧 PA+左侧 DuVrie+双侧 SMOT+双侧 DFO
患者 8	女	左侧 PL 转位至 PB+左侧 steinder 剥离+左侧 TA 外移+左侧 PTPP+左侧 JAPAS 截骨+左侧外固定架安装、调整	是	左膝外翻+左下肢短缩+左爪形足	外固定架拆除+左 PA+左侧 DuVrie+左侧 SMOT+左侧 DFO
患者 9	女	左侧 PL 转位至 PB+左侧 steinder 剥离+左侧 TA 外移+左侧 PTPP+左侧 JAPAS 截骨+左侧外固定架安装、调整	是	左下肢短缩	外固定架拆除+左 PA+左侧 SMOT
患者 10	男	右侧 PL 转位至 PB+右侧 steinder 剥离+右侧 TA 外移+右侧 PATL 术+右侧 JAPAS 截骨+右侧外固定架安装、调整	是	右膝外翻	外固定架拆除+右 ta+右侧 DFO



A:术前双踝正位 X 线片;B:术前双下肢全长 X 线片;C:术前外观。

图 1 双足神经源性重度马蹄内翻足合并下肢复杂畸形影像学及外观图片

1.4 统计学处理

采用 SPSS26.0 软件进行数据统计分析。符合正

态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,比较采用方差分析,不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$,比较采用

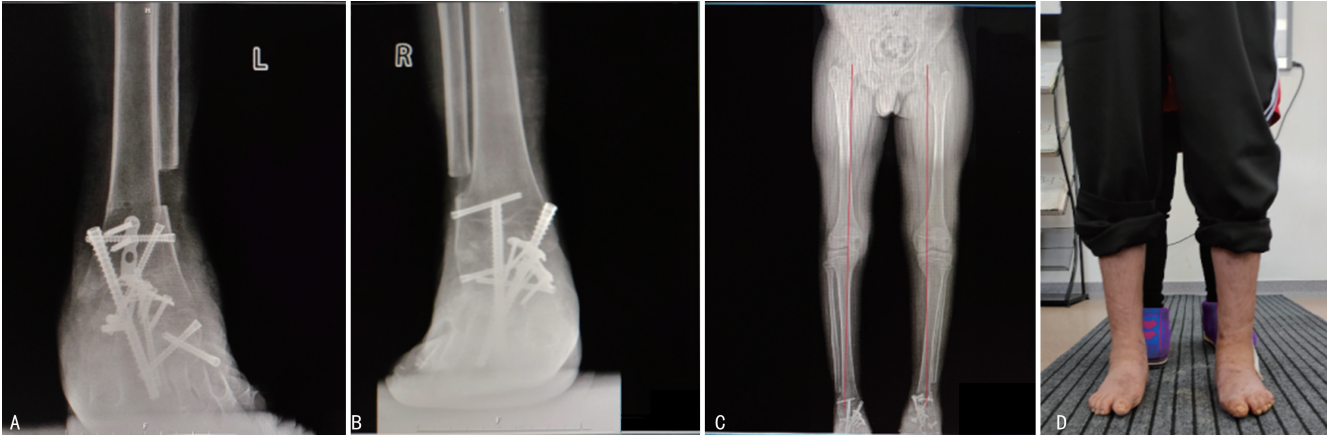
Wilcoxon 秩和检验;等级资料采用 Kendall 检验;以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 临床结果

所有患者均顺利完成手术,术中、术后均未出现

神经、血管损伤等严重并发症。术后所有切口、针道口均顺利愈合,无感染发生。患者肢体短缩、旋转及踝足马蹄内翻基本矫正。术后 18 个月后无保护下行走自如,无跛行,无疼痛,典型病例见图 2。



A:术后左踝关节正位 X 线片;B:术后右踝关节正位 X 线片;C:术后双下肢全长 X 线片;D:术后外观。

图 2 双足神经源性重度马蹄内翻足合并下肢复杂畸形矫形术后影像学及外观图

2.2 随访结果

本组 10 例(12 足)患者均获至少 18 个月随访。在影像学检查中下肢生物力线参数相较于术前得到了明显改善,差异有统计学意义($P<0.05$),AOFAS 评分由术前的(33.24 ± 8.25)分提高至术后 18 个月的(79.02 ± 11.66)分。踝关节 VAS 评分由术前 3 d 的(8.31 ± 0.54)分降低至术后 18 个月的(4.26 ± 0.51)分,术后各时间点较术前差异均有统计学意义($P<0.05$),见表 2、3。

表 2 10 例(12 足)患者手术前、后下肢生物力线参数变化($n=10,\bar{x}\pm s,^{\circ}$)

项目	术前	术后 18 个月
DTAA	85.61 ± 3.15	88.66 ± 2.15
FTA	7.85 ± 2.37	5.61 ± 2.32
FVA	6.03 ± 1.77	4.86 ± 1.57
HKA	5.27 ± 3.12	2.91 ± 2.02
TA	86.66 ± 2.23	88.36 ± 3.18
FA	83.82 ± 3.72	87.34 ± 2.77

表 3 10 例(12 足)患者手术前、后踝关节 AOFAS、VAS 评分比较($n=10,\bar{x}\pm s$,分)

项目	术前 3 d	术后 1 个月	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月	术后 18 个月
AOFAS 评分	33.24 ± 8.25	54.33 ± 8.49^a	68.90 ± 9.17^a	70.23 ± 9.55^a	75.76 ± 10.93^a	79.02 ± 11.66^a
VAS 评分	8.31 ± 0.54	6.26 ± 0.62^a	5.77 ± 0.49^a	5.29 ± 0.58^a	4.97 ± 0.56^a	4.26 ± 0.51^a

^a: $P<0.05$,与术前 3 d 比较。

3 讨 论

重度马蹄内翻足合并下肢复杂畸形是足踝外科中的一大难题,神经源性相较于其他病因性马蹄内翻足畸形,不仅畸形程度更加严重,畸形表现也更为复杂。表现为肌腱、筋膜等软组织挛缩严重,足踝部骨与关节解剖结构紊乱并伴有严重的僵硬,同时由于足踝部生物力学的异常伴随整个患肢生物力线的改变进而对膝外翻、下肢旋后畸形、肢体短缩、踝关节内翻等下肢畸形发展起了推波助澜的作用,是极具挑战的一类疾病。本次研究均为重度马蹄内翻足合并下肢复杂畸形患者,此类患者在传统治疗过程中有很大比例需经过数次手术治疗,残留的手术瘢痕挛缩造成局部软组织条件不佳。并且足踝外科医师在治疗此类

疾病是以纠正足踝部肌力不平衡,以重建无症状的跖行足为目的,往往忽视了患肢整体生物力学一系列的改变,严重影响患者术后步行及平衡能力及最终治疗效果^[15]。这些因素决定了对于重度马蹄内翻足合并下肢复杂畸形患者采用传统手术方法效果不佳,很难一次矫正,容易出现感染、皮肤坏死甚至残留畸形及再次复发等并发症。因此本研究针对此类患者在术前完善标准下肢影像学检查,评估患肢的具体畸形特征、类型和程度从而制订个体化的矫形手术方案,一期手术配合 Ilizarov 外固定架进行调整^[16],待足踝外观恢复后二期行矫形手术,一方面可降低手术创伤、减少软组织损伤及其他并发症的发生,另一方面在实施二期矫形手术前可以更加准确地判断下肢畸形的

类型和预后情况,在有限的手术下降低远期复发率^[17]。治疗上除了足踝部的畸形矫正外,也需要全面考虑整个下肢生物力线的矫正方案^[4],改善下肢负重机械轴,恢复良好的下肢应力轴线及使髌、膝、踝关节的应力合理分布,这对避免加重髌、膝、踝关节软骨磨损和骨赘形成具有重要意义^[18-19]。面对合并不同类型的下肢畸形应采取不同的治疗方案。

采用分期个体化治疗重度马蹄内翻足合并下肢复杂畸形能够有效地改善患者下肢畸形、使患肢重新负重,纠正下肢体线和异常步态,这对延缓踝、膝关节退变意义重大,是一种相对有效且安全可靠的治疗方案。目前针对此类患者的报道仍较少见,缺乏有效的研究来制订一套更加合理化、高效化、长远化的治疗方案,未来还需更深入研究以提供新的诊疗思路 and 方向。

参考文献

[1] PAREYSON D,MARCHESI C. Diagnosis, natural history, and management of charcot-marie-tooth disease[J]. *Lancet Neurol*, 2009, 8(7): 654-667.

[2] XIE K,HAN X,JIANG X,et al. The effect of varus knee deformities on the ankle alignment in patients with knee osteoarthritis[J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14(1):134.

[3] ALSAYEL F,VALDERRABANO V. Arthrodesis of a varus ankle[J]. *Foot Ankle Clin*, 2019, 24(2):265-280.

[4] KRÄHENBÜHL N,WEINBERG M W. Anatomy and biomechanics of cavovarus deformity[J]. *Foot Ankle Clin*, 2019, 24(2):173-181.

[5] LAMPASI M,TRISOLINO G,ABATI C N,et al. Evolution of clubfoot deformity and muscle abnormality in the Ponseti method: evaluation with the dimeglio score[J]. *Int Orthop*, 2016, 40(10):2199-2220.

[6] 古浩然,籍婧睿,周武平,等. 肌力平衡术治疗儿童先天性马蹄内翻足[J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28(9):859-861.

[7] 许红生,焦绍锋,王振军,等. Ilizarov 技术结合有限手术一期治疗重度马蹄内翻足合并小腿外旋畸形[J]. *临床骨科杂志*, 2020, 23(6):817-820.

[8] 秦泗河,张永红,臧建成,等. Ilizarov 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.

[9] 侯华成,杨柳. 有限矫形手术联合 Ilizarov 外固定架治疗青少年马蹄内翻足畸形的疗效观察[J]. *航空航天医学杂志*, 2021, 32(1):55-56.

[10] KLAUE K. Hindfoot issues in the treatment of the cavovarus foot[J]. *Foot Ankle Clin*, 2008, 13(2):221-227.

[11] MOLLOY A. Correction of severe foot and ankle deformities[J]. *Foot Ankle Clin*, 2020, 25(2):15-16.

[12] AYYASWAMY B,JAIN N,LIMAYE R. Functional and radiological medium term outcome following supramalleolar osteotomy for asymmetric ankle arthritis-a case series of 33 patients[J]. *J Orthop*, 2020, 21:500-506.

[13] 严广斌. AOFAS 踝-后足评分系统[J/CD]. *中华关节外科杂志(电子版)*, 2014, 8(4):557.

[14] 万丽,赵晴,陈军,等. 疼痛评估量表应用的中国专家共识(2020 版)[J]. *中华疼痛学杂志*, 2020, 16(3):177-187.

[15] YOGESH P,SITANSHU B,ANIL A. What exactly is “foot abduction” during management of idiopathic clubfoot in clinical practice? [J]. *Int Orthop*, 2023, 47(4):1109-1114.

[16] 张洪剑,杨华清,章耀华,等. Ilizarov 技术结合个体化手术治疗青少年马蹄内翻足[J]. *中国临床医生杂志*, 2022, 50(6):710-712.

[17] 杨华清,张鸿悦,章耀华,等. 马蹄内翻足的分类及外科治疗策略[J]. *中国临床医生杂志*, 2021, 49(8):883-886.

[18] KIERNAN D. The relationship of trunk kinematics and kinetics with lower limb pathology during gait in children with spastic cerebral palsy[J]. *Gait Posture*, 2021, 86(1):33-37.

[19] HIROYUKI S,NAOMICHI O,TETSURO K,et al. Visualization and quantification of the degenerative pattern of the distal tibia and fibula in unilateral varus ankle osteoarthritis [J]. *Scientific Reports*, 2021, 11(1):21628.