

· 临床研究 ·

Ilizarov 技术联合腘绳肌延长矫正脑瘫重度屈膝畸形[△]

许红生¹, 焦绍锋^{1*}, 王振军¹, 张海涛¹, 刘志杰¹, 郭悦¹, 陈建文²

(1. 国家康复辅具研究中心附属康复医院, 北京 100176; 2. 南方科技大学医院, 广东深圳 518000)

摘要: [目的] 探讨 Ilizarov 技术联合腘绳肌延长治疗痉挛型脑瘫重度屈膝畸形的临床效果。[方法] 回顾性分析 2017 年 8 月—2020 年 4 月采用腘绳肌延长和 Ilizarov 技术矫正痉挛型脑瘫重度屈膝畸形 15 例患者的临床资料, 评价临床治疗效果。[结果] 所有患者均顺利完成手术, 术中无血管、神经损伤。7 例患者同时行髋部及足部畸形矫正术, 包括髓内收肌松解、闭孔神经缩窄术、跟腱延长术、腓肠肌腱膜切断术等。所有患者屈膝畸形在术后 28 d 内调整完毕, 继续佩戴 Ilizarov 外固定架维持矫正。佩戴外固定架时间为 36~50 d, 平均 (41.1±3.5) d。15 例患者随访时间平均为 (1.6±0.3) 年。术后 3 个月、末次随访时膝关节静态屈曲角度均比术前显著减少 ($P<0.05$), 被动 ROM、主动 ROM 较术前显著增加 ($P<0.05$)。GMFCS 分级由术前 IV 级提高为末次随访时 III 级, 根据 Herzenberg 标准, 临床结果优 9 膝、良 21 膝, 优良率 100.0%。[结论] 应用 Ilizarov 技术联合膝后内侧腘绳肌延长治疗痉挛型脑瘫重度屈膝效果满意。

关键词: 脑性瘫痪, 膝屈曲挛缩, 腘绳肌延长, Ilizarov 技术

中图分类号: R682.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 06-0559-04

Ilizarov technique combined with hamstring lengthening to correct severe knee flexion deformity due to cerebral palsy // XU Hong-sheng¹, JIAO Shao-feng¹, WANG Zhen-jun¹, ZHANG Hai-tao¹, LIU Zhi-jie¹, GUO Yue¹, CHEN Jian-wen². 1. Rehabilitation Hospital, National Research Center for Rehabilitation and Assistant Devices, Beijing 100176, China; 2. The Affiliated Hospital, Southern University of Science and Technology, Shenzhen 518000, China

Abstract: [Objective] To investigate the clinical outcomes of Ilizarov technique combined with hamstring lengthening for severe knee flexion deformities due to spastic cerebral palsy. [Methods] A retrospective study was done on 15 children who received the Ilizarov technique and hamstring lengthening for bilateral severe knee flexion deformity due to spastic cerebral palsy in our hospital from August 2017 to April 2020 and the clinical consequences were evaluated. [Results] All patients had the surgical managements conducted successfully without serious complications such as vascular and nerve injury. Of them, 7 patients had hip and foot deformities corrected simultaneously, including hip adductor muscle release, obturator nerve constriction, Achilles tendon lengthening and gastrocnemius aponeurotomy. The frame was adjusted only within the first 28 days after operation and was carried up continually. The duration of wearing the Ilizarov external fixator was 36~50 days, with an average of (41.1±3.5) days. All the patients were followed up for (1.6±0.3) years. The static flexion angle of the knee at 3 months after operation and at the last follow-up was significantly less than that before operation ($P<0.05$), while the passive range of motion (ROM) and active ROM were significantly increased over time ($P<0.05$). The GMFCS was improved from grade IV preoperatively to grade III at latest follow-up. According to Herzenberg's criteria, the clinical results were marked as excellent in 9 knees and good in 21 knees, with an excellent and good rate of 100.0%. [Conclusion] The Ilizarov technique combined with hamstring lengthening is an effective treatment for severe knee flexion deformity in spastic cerebral palsy.

Key words: cerebral palsy, knee flexion contracture, hamstring lengthening, Ilizarov technique

膝关节屈曲挛缩在脑瘫患者中常见^[1-3], 可引起步态异常, 能量消耗增加^[4-6]。严重的膝关节屈曲挛缩 (超过 40°) 导致下肢不能负重和行走, 功能明显限制, 单纯软组织手术不能完全矫正, 治疗困难。

Ilizarov 环形外架缓慢牵伸治疗多种病因导致的屈膝畸形效果满意, 使挛缩软组织再生, 畸形复发率低, 避免切口不愈合等并发症^[7-13], 且可同期行足部畸形矫正, 恢复下肢形态, 术后效果满意。2017 年 8 月

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.06.17

[△]基金项目:首都临床特色应用研究项目(编号:Z181100001718194)

作者简介:许红生,副主任医师,硕士学位,研究方向:肢体矫形与功能重建,(电话)15901086511,(电子信箱)hongshengxu2008@126.com

* 通信作者:焦绍锋,(电话)13691223521,(电子信箱)jsf0517@sina.com

—2020年4月，采用Ilizarov技术缓慢牵张联合内侧腓绳肌延长治疗痉挛型脑瘫双下肢屈膝患者，疗效满意，报告如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

回顾性分析2017年8月—2020年4月采用内侧腓绳肌延长、Ilizarov环形外架矫形术治疗的痉挛型脑瘫双侧重度屈膝畸形15例患者。其中，男10例，女5例；年龄10~15岁，平均 (13.2 ± 1.6) 岁。均为痉挛型双下肢瘫，Ashworth分级 ≥ 2 级，术前GMFCS分级为IV级。所有患儿均为双侧膝关节挛缩畸形（图1a），术前平均屈膝角度为 $(51.3\pm 7.8)^\circ$ （图1b）；7例14膝合并足部畸形，其中马蹄内翻足10足，平足外翻4足，无上肢关节畸形。本研究经医院伦理委员会审批，所有患者均知情同意。

1.2 手术方法

采用全麻，取仰卧位，垫高患肢，常规碘酒酒精消毒铺单后大腿上止血带，沿膝后方横纹上方约3cm后内侧切口依次切开皮肤、皮下组织和深筋膜，游离半腱肌、半膜肌、股薄肌，分别行Z形延长，常规缝合切口。

安装Ilizarov外固定架，根据大腿及小腿直径选择固定环大小。将大腿部位2个环，应用1枚2.5

mm克氏针和5枚4.0~5.0mm螺纹针固定。小腿2个环其中1个固定环位于胫骨结节以上部位，1枚2.5mm贯穿克氏针，和2枚4.5~5.0mm螺纹针固定；远端1个环位于踝关节上方，行1枚2.5mm克氏针加2枚4.0~4.5mm螺纹针混合固定。于股骨内、外上髁轴线，穿1枚2.0mm克氏针，定为膝关节旋转铰链中心，此克氏针穿过膝关节牵伸架两侧铰链关节，连接大腿远端环与小腿近端环，两端环的后方通过2根带弹簧牵伸螺纹杆连接，将膝关节固定于最大伸直位。酒精纱布包扎针道。对于合并髋关节内收及足部畸形患者同期行矫形手术治疗。

术后观察肢体肿胀和足部活动、感觉情况，给予镇静药物或缓解肢体痉挛药物治疗，如舒乐安定片或巴氯芬片口服，待5~7d患肢肿胀及疼痛缓解后，调整外架后方牵伸杆螺母矫正屈膝畸形（图1c）。矫正速率为每天 $0.9^\circ\sim 1.7^\circ$ ，平均每天 $(1.3\pm 0.2)^\circ$ 。调整速度依据局部软组织张力和患者耐受程度而定，每天分4~6次完成。矫正期间鼓励家属辅助患者站立，术后每周复查X线片观察膝关节对位情况。矫正完成后继续佩戴外架2~4周。所有患者去除外固定架后，常规装配长腿支具3~6个月（图1d），根据足部周围肌肉动力情况佩戴静态踝支具或动态踝支具，夜间锁定膝关节，预防畸形复发（图1e）。术后均行物理治疗及康复锻炼恢复膝关节活动度。

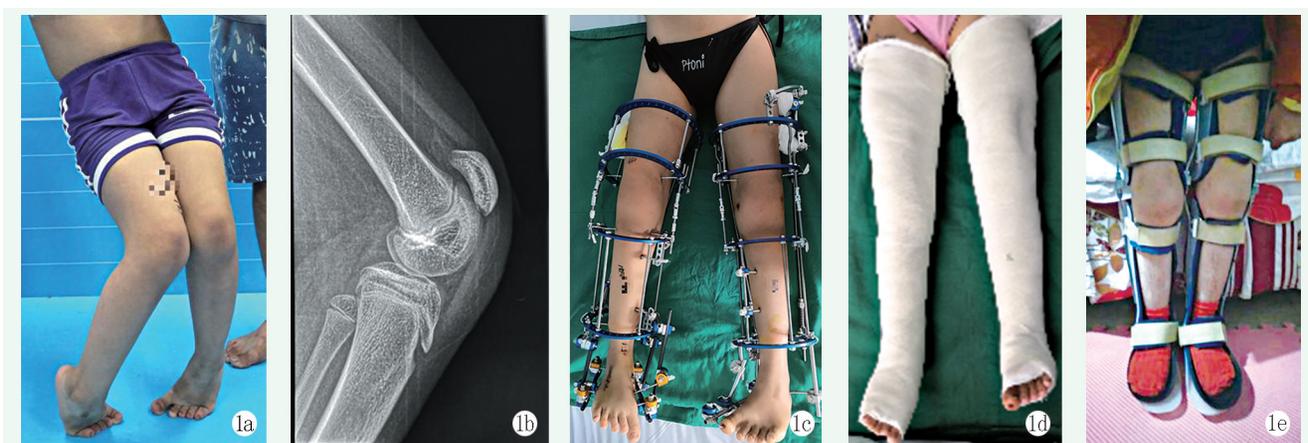


图1 患者，女，11岁，双下肢痉挛性屈膝、马蹄足畸形 1a: 术前双膝屈曲，足下垂畸形 1b: 术前左膝侧位X线片示膝关节屈曲畸形 1c: 左下肢术后4周，右下肢术后2周，左下肢畸形矫正，右下肢畸形大部分矫正 1d: 左下肢术后3个月、右下肢术后2.5个月外观，去除外架，行长腿支具伸膝位固定 1e: 术后1年双下肢外观，畸形矫正良好

1.3 评价指标

记录围手术期资料。采用恢复主动活动时间、静态屈膝角度、主动和被动膝伸屈活动度（range of motion, ROM）、是否需膝关节支具、大体运动功能评级（gross motor function classification system, GMFCS）评

价临床效果。Herzenberg等^[9]提出的分级系统评级，屈曲挛缩角度分级，优 $0^\circ\sim 5^\circ$ ，良 $6^\circ\sim 15^\circ$ ，可 $16^\circ\sim 29^\circ$ ，差 $\geq 30^\circ$ 。

1.4 统计学方法

采用SPSS 16.0软件进行统计学分析。计量数据

以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 资料呈正态分布时, 采用单因素方差分析, 资料呈非正态分布时, 采用秩和检验。等级资料采用 Kendall 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 治疗期情况

所有患者均顺利完成手术, 术中无血管、神经损伤。7例患者同时行髌部及足部畸形矫正术, 包括髌内收肌松解、闭孔神经缩窄术、跟腱延长术、腓肠肌腱膜切断术等。所有患者屈膝畸形在术后28d内调整完毕, 膝关节完全伸直, 继续佩戴 Ilizarov 外固定架维持矫正。佩戴 Ilizarov 外固定架时间为36~50d, 平均 (41.1 ± 3.5) d。调整屈膝畸形过程中发现2例患者出现胫骨后脱位趋势, 去除膝关节双侧带铰链螺杆, 安装向前推杆逐步牵拉矫正胫骨后脱位。无针道感染, 无切口感染及膝关节过伸、骨骺分离等并发症。

2.2 随访结果

所有患者均获随访, 随访时间1~2.4年, 平均 (1.6 ± 0.3) 年。恢复主动活动时间 (6.5 ± 0.9) 周。随访资料见表1。术后3个月、末次随访时膝关节静态屈曲角度均比术前显著减少 ($P < 0.05$), 被动 ROM 和主动 ROM 较术前显著增加 ($P < 0.05$)。GMFCS 由术前 IV 级改善为末次随访时 III 级。据 Herzenberg 的标准, 临床结果优9膝、良21膝, 优良率100.0%。末次随访患者均需扶助行器辅助行走, 无需佩戴膝关节支具, 无膝关节脱位及屈曲畸形复发。

表1 15例患者临床资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	术前	术后3个月	末次随访	P值
静态屈膝角度 (°)	51.3±7.8	4.7±1.7	5.6±1.6	<0.001
被动 ROM (°)	76.8±7.0	77.9±6.0	82.9±3.1	<0.001
主动 ROM (°)	72.2±6.5	73.8±4.5	79.2±3.9	<0.001

3 讨论

脑瘫重度屈膝畸形由轻度屈膝发展而来, 即由于初期的屈肌群痉挛未得到有效治疗, 而逐渐继发挛缩, 屈肌长度不够而形成固定性屈膝畸形, 加重屈肌痉挛形成从痉挛到挛缩的恶性循环, 挛缩到一定程度后, 受到股四头肌痉挛性牵拉, 形成新的病理状态下的平衡而停止发展, 屈膝畸形程度与股四头肌的肌力密切相关, 股四头肌肌力越弱, 屈膝畸形越严

重^[2, 3, 5]。长期的屈膝畸形又会继发膝关节后关节囊、腓后神经、血管、筋膜甚至皮肤的广泛挛缩, 但由于股四头肌肌张力增高, 且肌力一般不会完全丧失, 极少会出现股骨下段的屈曲畸形, 说明屈膝畸形主要由于腓绳肌的挛缩及继发的腓后全层软组织的挛缩。

脑瘫患者轻度屈膝可行腓绳肌肌腱延长和松解术等软组织手术效果满意, 腓绳肌的挛缩可以通过肌腱 Z 形切断进行延长, 腓后关节囊、深筋膜等也可以进行手术松解, 但神经、血管无法通过手术进行松解, Ilizarov 组织牵拉性再生理论完美解决了这个问题。重度屈膝畸形治疗困难, 勉强一次性矫正后容易出现皮肤坏死、神经牵拉损伤, 软骨受压和关节半脱位, 效果不满意^[10-12], 实施腓绳肌肌腱松解后, 安装 Ilizarov 膝关节牵伸外固定架, 环形外固定架通过克氏针、螺纹针固定骨骼实施有效的机械力量, 可控而且有效, 行缓慢持续牵伸使膝关节伸直, 挛缩的关节囊、神经、血管和皮肤进行再生和重塑, 保留了肢体长度和负重功能, 术后早期负重锻炼, 佩戴外架行走和膝关节伸屈活动, 避免肌肉萎缩和关节僵硬^[12-14]。

本研究7例患者同期行髌、足部畸形矫正, 实施股内收肌松解术, 增加髌关节稳定, 实施足踝部畸形矫正术, 一期恢复下肢持重力线, 利于肢体功能恢复。术后根据 Herzenberg 提出分类系统评估, 正常步态中膝关节很少过伸超过5°, 屈曲<15°的膝关节挛缩接近正常步态, 屈曲超过30°明显影响膝关节步态。本组15例患者共30膝末次随访膝关节屈曲矫正满意, 总的伸屈活动范围与术前相比明显改善, 达到满意的功能位置, 行走功能明显提高。

合理安装和应用外固定架, 确定膝关节旋转中心非常重要, Hollister 等^[15]发现通过内外侧副韧带起点的轴线近似膝关节旋转轴, 铰链轴相对于膝关节轴需轻度向远端和前方, 防止胫骨后脱位。自胫骨结节近端穿1枚克氏针与胫骨近端环固定, 拉张后使胫骨相对于股骨轻度向前, 预防矫正过程中胫骨后脱位, 矫正过程中需牵开膝关节间隙5~10mm, 避免膝关节面挤压和关节撞击^[8-10]。

有学者报告随访发现屈膝畸形复发。Herzenberg 等^[9]治疗14例膝关节屈曲挛缩, 术前屈曲挛缩60°, 所有屈曲挛缩基本矫正, 术后屈曲挛缩平均16°, 治疗末期达到膝关节功能性活动范围, 随访平均1.6年1例患者复发。拆除外固定支架后, 常规装配膝关节支具, 可有效减少甚至避免屈膝畸形复发,

本组患者在拆除外固定架后,均装配了带铰链的膝关节支具,锻炼行走时,打开铰链,可以练习正常行走,其他时间,通过固定铰链,将膝关节固定在伸直位,支具佩戴3~6个月,以巩固疗效,防止屈膝畸形复发。

Ilizarov 技术结合腓绳肌延长治疗痉挛型脑瘫双下肢重度屈膝畸形效果明确,同期矫正髋关节和足部畸形,恢复下肢力线,短期随访效果满意,应用膝关节支具维持矫正效果可有效防止术后屈膝畸形复发。

参考文献

- [1] Wick JM, Feng J, Raney E, et al. Single-event multilevel surgery to correct movement disorders in children with cerebral palsy [J]. *AORN J*, 2018, 108 (5): 516-531.
- [2] O'Sullivan R, Horgan F, O'Brien T, et al. The natural history of crouch gait in bilateral cerebral palsy: a systematic review [J]. *Res Develop Disabil*, 2018, 80 (1): 84-92.
- [3] Pawin G, Pattanakot C, Panya S. Outcome of single event multilevel soft tissue release for spastic diplegic cerebral palsy [J]. *J Med Assoc Thai*, 2017, 100 (3): 301-305.
- [4] Darbandi H, Baniasad M, Baghdadi S, et al. Automatic classification of gait patterns in children with cerebral palsy using fuzzy clustering method [J]. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2020, 73 (7): 189-194.
- [5] Aslan A, Diril SK, Demirci D. Comparison of single event multilevel surgery and multiple surgical events in the lower extremities of children with spastic cerebral palsy [J]. *Eklemler Hastalik Cerrahisi*, 2019, 30 (3): 2217-2236.
- [6] Chang CH, Chen YY, Yeh KK, et al. Gross motor function change after multilevel soft tissue release in children with cerebral palsy [J]. *Biomed J*, 2017, 40 (1): 163-168.
- [7] 王振军, 秦泗河, 焦绍锋, 等. Ilizarov 技术结合矫形支具治疗复杂膝关节畸形的临床研究 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2013, 21 (17): 1775-1777, 1798.
- [8] 陈建文, 秦泗河, 焦绍锋, 等. 膝关节牵伸器矫治膝部屈曲挛缩畸形的评价 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2007, 15 (8): 587-591.
- [9] Herzenberg JE, Davis JR, Paley D, et al. Mechanical distraction for treatment of severe knee flexion contractures [J]. *Clin Orthop*, 1994, 301 (301): 80-88.
- [10] 秦泗河, 陈建文, 夏和桃, 等. Ilizarov 技术矫治重度膝关节屈曲挛缩畸形的临床研究 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2007, 15 (8): 583-586.
- [11] Zhai J, Weng X, Zhang B, et al. Management of knee flexion contracture in haemophilia with the Ilizarov technique [J]. *Knee*, 2019, 26 (1): 201-206.
- [12] Leonchuk SS, Novikov KI, Subramanyam KN, et al. Management of severe congenital flexion deformity of the knee using Ilizarov method [J]. *J Pediatr Orthop B*, 2020, 29 (1): 47-52.
- [13] Vulcano E, Markowitz JS, Fragomen AT, et al. Gradual correction of knee flexion contracture using external fixation [J]. *J Limb Lengthen Reconstr*, 2016, 2: 102-107.
- [14] Mugalur A, Pathak AC, Shahane SM, et al. Successful correction of idiopathic bilateral flexion deformity of knee: a rare case report [J]. *J Orthop Case Rep*, 2015, 5 (1): 48-51.
- [15] Hollister AM, Jatana S, Singh AK, et al. The axes of rotation of the knee [J]. *Clin Orthop*, 1993, 290 (290): 259-268.

(收稿:2022-03-08 修回:2022-11-03)

(同行评议专家: 刘振东 李贵涛 赵巍 詹俊锋)

(本文编辑: 郭秀婷)