doi:10.11659/jjssx.04E017079

·临床研究·

# 微创闭合截骨 Ilizarov 外固定延长技术治疗复杂小腿畸形疗效分析

张文韬,段 宁,陈 勋,刘 洋,宋 涛,喻资瑞,殴学海 (西安市红会医院骨显微修复外科,陕西 西安 710054)

[摘 要] **目的** 探讨 Ilizarov 外固定技术结合微创闭合截骨、缓慢牵伸延长矫治复杂小腿畸形的临床疗效。**方法** 2006 年 6 月至 2016 年 2 月我科应用微创闭合截骨结合 Ilizarov 张力-应力法则及组织牵伸技术治疗 83 例下肢小腿复杂畸形。其中创伤骨缺损而致下肢短缩畸形的 39 例,由炎症感染性骨不连骨缺损而致下肢短缩畸形的 36 例,先天性假关节形成而导致下肢短缩畸形者 8 例;骨缺损长度为 6~11 cm,平均 8 cm。采用病灶微创闭合骨段切除、Ilizarov 技术骨段延长治疗。参照 Paley 评价标准进行功能评价,并分析其骨折愈合时间、带外固定架时间、术后患肢功能恢复情况。**结果** 83 例随访 8 个月至 3 年,平均 16 个月,畸形、负重力线获得完全或大部分矫正,步态及负重功能也基本恢复满意。带外固定架时间 6~18 个月,平均 10.3 个月;骨段搬移延长 4.5~9.0 cm,平均 6.3 cm;骨折愈合时间 6~15 个月,平均 9.8 个月。根据 Paley 骨折愈合及功能进行分级评价,优 53 例,良 24 例,可 6 例。**结论** 采用闭合微创截骨、针对性地软组织松解、缓慢牵拉成骨 Ilizarov 技术对小腿胫腓骨复杂畸形进行个体化治疗可以最大程度矫正畸形,是治疗小腿复杂畸形的可靠方法。

[关键词] Ilizarov 外固定;小腿畸形;微创闭合截骨;组织牵伸

[中图分类号] R682.6 [文献标识码] A [收稿日期] 2017-04-13

## Application of Ilizarov technology combined with closed minimally invasive osteotomy in the treatment of complex crus malformations

ZHANG Wen-tao, DUAN Ning, CHEN Xun, LIU Yang, SONG Tao, YU Zi-rui, OU Xue-hai (Department of Microsurgery, Xi'an Honghui Hospital, Xi'an Shaanxi 710054, China)

**Abstract: Objective** To explore the clinical effects of Ilizarov technology combined with closed minimally invasive osteotomy and slow tissue distraction in the treatment of complex crus malformations. **Methods** From June 2006 to February 2016, 83 cases suffering complex crus malformations in our department were treated by Ilizarov technique combined with closed minimally invasive osteotomy and slow tissue distraction. Of whom, 39 cases were traumatic bone defect, 36 cases were bone osteomyelitis, 8 cases were congenital pseudarthrosis of tibia. Bone defect ranged from 6 to 11 cm, with an average of 8 cm. All cases were conducted by segmental resection of bone lesions combined with closed minimally invasive osteotomy and Ilizarov technique. The functional evaluation was carried out according to the Paley evaluation criterion. Bone healing time, duration of external fixation, postoperative limb lengthening and limb function recovery were recorded. **Results** Eighty-three patients were followed up for 8 to 36 months, with an average of 16 months. All patients' crus malformations were completely corrected. The external fixation time was from 6 to 18 months, with an average of 10.3 months; the length of the limb lengthening was from 4.5 to 9 cm, with an average of 6.3 cm; and bone healing time was from 6 to 15 months, with an average of 9.8 months. According to the Paley evaluation criterion, 53 cases were excellent, 24 cases were good, 6 cases were general. **Conclusion** Ilizarov technology combined with closed minimally invasive osteotomy and slow tissue distraction a reliable method to correct the complex deformity of the tibia and fibula.

**Keywords:** Ilizarov technique; crus malformations; closed minimally invasive osteotomy; tissue distraction

[15] Williams MS, Rogers HL, Ziegelstein RC, et al. Do platelet-derived microparticles play a role in depression, inflammation, and acute coronary syndrome[J]. Psychosomatics, 2014, 55(3): 252 - 260. doi: 10.1016/j.psym.2013.09.004.

[16] 王立中,俞晓薇,赵冬婧,等. 替罗非班联用前列地尔对急诊经皮冠脉介入治疗术后心肌梗死患者心肌再灌注和心功能短期预后的影响[J]. 中国医药导报,2013,10(17):77 - 79. doi:10.3969/j.issn.1673 - 7210.2013.17.027.

[17] 陈春望,程 勇,张荣林,等. 替罗非班联合血栓抽吸对接受经皮冠状动脉介入治疗的急性 ST 段抬高性心肌梗死患者的梗死相关动脉血流和心功能的影响[J]. 中国循环杂志,2013,28(8):595 - 598. doi:10.3969/j.issn.1000 - 3614.2013.08.010.

[18] 郎立国,曲凌光,李振军,等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死经皮冠状动脉介入治疗患者预后与平均血小板体积相关性研究[J]. 中国心血管杂志,2014,19(3):197 - 199. doi:10.3969/j.issn.1007 - 5410.2014.03.011.

[19] 高 鹏,张 舸,黄慧贤. 尿酸与急性 ST 段抬高型心肌梗死患者急诊 PCI 术后冠脉血流及预后的相关性研究[J]. 医学研究杂志,2015,44(2):104 - 108.

[20] 周 鹤,王效增,王 耿,等. 老年女性急性 ST 段抬高型心肌梗死患者行急诊 PCI 的临床特点及冠状动脉病变特点分析[J]. 中华老年多器官疾病杂志,2016,15(2):98 - 101. doi:10.11915/j.issn.1671 - 5403.2016.02.024.

(编辑:左艳芳)

Ilizarov 外固定技术与其他外固定技术比较,在相关基础理论、器械的性能、医疗理念与治疗范围、学科性等方面有突破性的发展,可以有效矫正各种复杂的肢体畸形,重建丧失的功能[1],是骨科手术固定史上划时代的重要转折点[2]。创伤、炎症、先天发育异常等可引起短缩畸形及双下肢不等长[3],严重影响患者的身体健康,给患者的生活工作带来极大的困难,甚至威胁患者的生命。此类病变复杂、病程长、治疗困难,尤其是伴有皮肤软组织及骨缺损的长段骨髓炎、骨缺损、骨畸形患者,长期以来被认为是骨科领域中的难治之症,传统的治疗是清创、开窗灌洗引流,后期行植骨、植皮或皮瓣转移修复。患者往往遭受多次手术之苦,但临床疗效欠佳,复发率高。我科 2006 年至 2016 年共收治 83 例下肢小腿复杂畸形,根据患者不同的畸形特点,采用 Ilizarov 技术予以微创截骨缓慢牵伸延长,解决传统手术难以应对的小腿畸形,获得了满意疗效。现总结分析临床诊疗过程中的关键技术及经验教训报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

本组 83 例小腿畸形患者,其中男 48 例,女 35 例;年龄 18 ~ 62 岁,平均 36.5 岁;左下肢 39 例,右下肢 44 例。由创伤骨缺损而致下肢短缩畸形的 39 例,由炎症感染性骨不连骨缺损而致下肢短缩畸形的 36 例,这 75 例患者均合并有不同程度的短缩、成角、旋转等复杂畸形,54 例患者短缩长度为 2.2 ~ 6.5 cm,平均 5.2 cm,63 例患者肢体畸形成角为 15° ~ 110°,平均 46°,34 例患者内旋角度为 11° ~ 44°,平均 22°,28 例患者外旋角度为 14° ~ 57°,平均 28°。其余 8 例为先天性假关节形成而导致下肢短缩畸形,骨缺损长度为 6 ~ 11 cm,平均 8 cm。病变在胫骨远端的 12 例,在胫骨中段的 27 例,在胫骨近端的 11 例。纳入标准:①创伤后遗症导致下肢畸形者、炎症感染性骨畸形愈合等小腿复杂畸形;②采用病灶微创闭合骨段切除、Ilizarov 技术骨段延长治疗;③患者及家属均知情同意,并签署知情同意书。排除标准:①年龄小于 16 岁或高于 70 岁;②身体基础条件较差或合并严重内科疾病不能耐受手术;③感染性疾病活动期、治疗区域局部有感染灶;④依从性较差。

### 1.2 方法

1.2.1 创口处理 根据患者情况一般采用硬膜外或全身麻醉。患者取仰卧位,根据手术情况变化体位。有感染的情况对病灶内的坏死组织、炎性肉芽组织以及感染骨、死骨进行彻底清除。清创是整个治疗的关键,坚持宁可多切也不残留的原则,不可因担心增加缺损而姑息,以防导致感染源残留。如有固定物应取出,如有感染,术中切除感染窦道和不健康的肉芽组织,通髓腔,去除硬化骨及感染骨,并将两骨端截平。清创中双氧水及生理盐水反复冲洗,缝合缺损皮肤,如皮肤缺失过多可湿敷换药,无菌敷料包扎。一般随着骨延长,健康皮肤及血管也会缓慢生长,从而不断缩小皮肤缺损,并随着骨折断端会师残端逐渐缩小最后完全消失。

1.2.2 安装外固定支架 所有患者采用 Ilizarov 外固定架固定。根据小腿周径及长度选择大小合适的全环、半环,以及合适长度的螺纹杆。一般需要 5 ~ 7 个环,截骨平面近端(或远端)2 个环,搬移骨段上 2 个环,骨缺损远端(或近端)2 个环,若合并小腿短缩、足下垂畸形,同时行小腿延长和关节器矫正畸形。本组患者有 6 例合并足下垂畸形,同时安装踝关节矫形器给予矫正。可根据实际可增加螺纹针进行固定,增加其稳定性。穿针前需对皮肤进行消毒,同一个环的 2 根克氏针从不同平面穿入,避免相互影响,避开血管、神经穿针。穿针时需维持好胫骨力线及长度。

1.2.3 截骨 根据畸形情况及透视定位确定截骨部位,为获得良好再生,截骨要精确、低能、骨膜下截骨,尽可能避免使用骨锯或粗暴的手法。采用骨刀闭合微创切开,用细钻头皮质环形钻孔,采用薄骨刀凿穿骨空间皮质,注意保留完整骨膜,注意保护血运。截骨部位要根据畸形结合骨缺损的范围和部位,可优先选择胫骨远、近干骺端进行截骨,有利于愈合。

### 1.3 术后处理

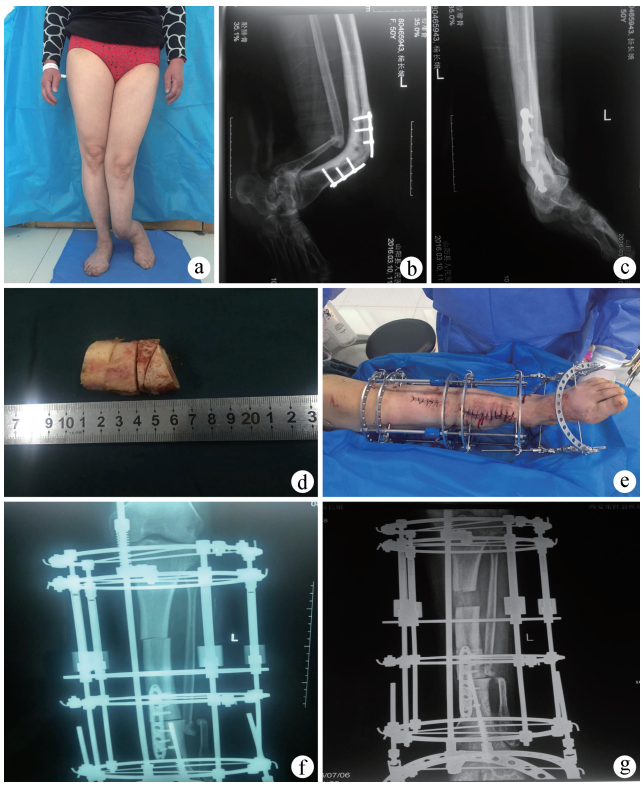
术后应用抗生素,进行常规的针道护理,指导患者进行功能锻炼。一般截骨术后 7 ~ 10 d 开始骨延长,速度按照 0.75 ~ 1.00 mm/d 进行,分 2 ~ 4 次完成。如年龄较大、体质差、营养不良、延长时疼痛难忍,可减慢延长速度。牵张延长过程中应拍 X 射线片复查,以便观察新骨的生长,注意有无提前矿化、矿化不全、错位等情况,根据患肢长度变化情况及时矫正。鼓励患者膝踝关节进行适当功能锻炼,避免关节强直,一段时间后鼓励患者带架部分负重功能锻炼。依据患者的具体情况调整外固定支架,恢复下肢力线、尽可能恢复关节位置和间隙、改善关节屈伸等活动和下肢活动功能,待骨折达到临床愈合标准后拆除外固定支架。

## 2 结果

本组患者术后均获随访,随访 8 个月至 3 年,平均 16 个月。术后均未发生内固定物感染;所有患者下肢

胫腓骨畸形、负重力线获得完全或大部分矫正,步态及负重功能也基本恢复满意。带外固定架时间6~18个月,平均10.3个月;骨段搬移延长4.5~9.0 cm,平均6.3 cm;骨折愈合时间6~15个月,平均9.8个月。根据Paley骨折愈合与功能分级评价骨搬移结果及功能,优53例,良24例,可6例。

典型病例:患者,女,48岁,左胫骨骨折术后畸形愈合,左足创伤性马蹄足。采用内固定取出,清除病灶,微创闭合截骨Ilizarov外固定延长技术矫正畸形,手术后6个月患者恢复了下肢负重行走,下肢长度恢复(图1)。



a:术前外观;b:术前X射线侧位片;c:术前X射线正位片;d:术中截骨;e:术中安装外架;f:术后当天X射线片;g:术后3个月X射线片显示延长段骨生长良好

**图1 典型病例资料**

## 3 讨论

### 3.1 Ilizarov外固定延长技术治疗复杂小腿畸形的优势

Ilizarov技术采用经皮穿针及微创截骨,对周围血循环干扰很小,远离感染病灶的区域置针,无复杂的技术操作及高精尖的设备仪器。一期行病灶清除及截骨矫正畸形延长,无需多次手术,大大减少了患者的痛苦。患者可早期下床活动,可以预防患侧膝、踝关节僵硬、畸形,避免了长时间卧床引起的其他并发症,并且外固定架拆除简单,在门诊拆除即可[4]。胫骨因其覆盖的软组织少,在创伤后特别是严重软组织创伤,极易发生组织坏死、缺损,导致骨外露[5],进一步发生骨髓炎、感染性骨不连。修复骨缺损的方法很多包括传统各种植骨、膜诱导技术以及Ilizarov骨延长技术等[6-8]。Ilizarov技术相对于传统骨移植来说断端无需植骨,可早期下地行走减少并发症,结合外固定架的巧妙应用可以同时矫正踝关节部位的畸形。Ilizarov技术牵拉成骨能解决各种小腿复杂畸形及肢体短缩导致的肢体不等长问题,同时该技术有助于彻底清除死骨等坏死组织,从而彻底消灭内感染源,使骨断端变成新鲜的有丰富血运的正常骨,同时也大大降低软组织张力,创造了软组织及骨愈合的良好环境[9]。本组患者使用Ilizarov技术治疗,患者小腿畸形、负重力线获得完全或大部分矫正,步态及负重功能也基本恢复满意。治疗过程中除5例出现轻微钉道感染外,后经积极抗炎治疗,恢复良好,无其他并发症。

### 3.2 外固定架移除时限的探讨

外固定架移除时间与骨延长术的愈合时间密切相关,而性别、年龄、截骨位置及方式等是骨延长术的愈合时间的影响因素,也跟辅助治疗措施是否得当和延长的总长度密切相关。骨延长到位后去除外固定架最佳时限目前没有统一的客观标准。一般在骨完全矿化愈合以后,可以先拆除其中的螺纹半针或全针以及部分松动螺丝,在外架仅仅起到保护作用下功能锻炼1~2个月,达到相关功能愈合,然后再拆除外固定架。国外学者认为应在骨折达到平均愈合指数后,进行完全的负重功能锻炼行走2个月,再移除外固定架[10]。应用Micro-CT来评价骨愈合相关情况,对骨进行定量定性分析,其中包括骨矿含量、骨密度、体积骨矿含量、骨小梁数量、体积骨密度、骨体积分数、骨小梁厚度等[11-12]。

### 3.3 骨延长速度的控制

根据Ilizarov张力-应力法则,在持续牵张刺激下,能够激发组织的内在活力而再生[13]。软组织有着很强的再生能力,健康软组织在正常的延长速度下,其自身会发生生理变化来适应该过程[14-15],也有可能发生某些损伤[16-17],但一般不会对其功能产生严重的影响[18]。本组病例截骨术后7~10 d开始骨延长,速度按照0.75~1.00 mm/d进行,分2~4次完成。年轻患者组织生长活跃可适当加快牵张速度,年老体弱则相应减慢。牵张速度太快会引起疼痛不适、新骨再生障碍。牵张过程中应注意X射线片复查,观察骨生成情况,按"个体化精准化"原则适当调整牵张速度,密切观察。

### 3.4 Ilizarov 外固定延长技术的不足及注意事项

应用 Ilizarov 技术基本能同时兼顾控制感染、消灭创面、骨折固定、肢体长度均衡,但任何技术都有一定的缺陷。Jabbar 等[19]报道,骨搬运技术也存在诸多不足,如治疗时间长、由于患者体质差异可能需忍受持久的慢性疼痛以及钉道红肿感染,外固定支架较内固定笨重导致不便等。其中有几个需要注意的方面:①注意手术时机的选择,避免在炎症急性期做手术,避免在硬化及髓腔有感染迹象区域截骨。骨运输时根据骨痂的生长情况调整搬运速度,避免过度搬运形成的骨痂生长不良或搬运过慢导致过早矿化。②完全截骨前安装 Ilizarov 外固定架并调整至小腿周围与全环间空隙均等,注意避免皮肤卡压。植入克氏针时应避开血管神经,避免腓总神经及胫后血管损伤。③在胫骨延长后由于肌肉韧带牵拉,可造成足下垂,可采用小切口松解跟腱及佩戴足踝矫形器预防足下垂。

综上所述,Ilizarov 外固定技术与其他外固定技术比较,在相关基础理论、器械的性能、医疗理念与治疗范围、学科性等方面有突破性的发展。lizarov 外固定架以其手术创伤小,对局部血运影响小,受局部皮肤及软组织的条件限制也较小,手术操作简单,并发症少,配合术者手术技术娴熟,加强术后管理,指导患者术后进行功能锻炼及复查随访,是治疗复杂小腿畸形有效可行的方法。

## [参考文献]


[1] 秦泗河,李 刚. Ilizarov 理论与技术的起源、发展与传播史[J]. 中国骨与关节外科,2010,26(5):417 - 423. doi:10.3969/j.issn.1674 - 1439.2010.05.017.

[2] 秦泗河. Ilizarov 技术概述[J]. 中华骨科杂志,2006,26(9):642 - 645. doi:10.3760/j.issn:0253 - 2352.2006.09.022.

[3] 陈 伟,齐新文,张英明,等. Ilizarov 技术骨搬移治疗胫骨骨不连并软组织缺损感染[J]. 西部医学,2014,26(8):993 - 995. doi:10.3969/j.issn.1672 - 3511.2014.08.011.

[4] 秦泗河. Ilizarov 技术与骨科自然重建理念[J]. 中国矫形外科杂志,2007,15(8):595 - 596. doi:10.3969/j.issn.1005 - 8478.2007.08.013.

[5] Economedes DM, Abzug JM, Paryavi E, et al. Outcomes using titanium elastic nails for open and closed pediatric tibia fractures[J]. Orthopedics, 2014, 7(7): 619 - 624. doi: 10.3928/01477447 - 20140626 - 52.

[6] Birch R. A history of limb amputation[J]. J Bone Joint Surg (Br), 2008, 90(10): 1276 - 1277. doi: 10.1302/0301 - 620X.90B10.21244.

[7] 韩立仁,穆卫东,陈志强,等. Ilizarov 骨搬移技术治疗胫骨大段骨缺损合并软组织缺损[J]. 中华创伤杂志,2011,27(10):901 - 904. doi:10.3760/cma.j.issn.1001 - 8050.2011.10.013.

[8] 张彦龙,王 泳,彭阿钦,等. 骨搬移联合开放植骨和负压封闭引流技术治疗胫骨感染性骨缺损[J]. 中华创伤杂志,2017,33(2):141 - 146. doi:10.3760/cma.j.issn.1001 - 8050.2017.02.011.

[9] 项 毅,续力民,孙振军,等. 骨搬移技术治疗胫骨感染性骨外露[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2014,29(1):92 - 93. doi:10.7531/j.issn.1672 - 9935.2014.01.040.

[10] Wu CC, Chen WJ. Tibial lengthening: technique for speedy lengthening by external fixation and secondary interal fixation[J]. J Trauma, 2003, 54(6): 1159 - 1165. doi: 10.1097/01.TA.0000046254.92637.19.

[11] Baiomy AA, Nassan MA, Abdellatif EM, et al. Experimental comparison of the effects of locally administered zoledronic acid and alendronate on the rate of mandibular distraction osteogenesis in dogs[J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol, 2014, 118(1): 35 - 42. doi: 10.1016/j.oooo.2012.09.086.

[12] Ma D, Ren L, Yao H, et al. Locally injection of cell sheet fragments enhances new bone formation in mandibular distraction osteogenesis: a rabbit model[J]. J Orthop Res, 2013, 31(7): 1082 - 1088. doi: 10.1002/jor.22336.

[13] 陈建文,颜景涛,郭 悦,等. 计算机辅助外固定支架在复杂胫腓骨畸形截骨矫正术中的应用[J]. 中华创伤骨科杂志,2015,17(7):589 - 593. doi:10.3760/cma.j.issn.1671 - 7600.2015.07.008.

[14] Ayoub AF, Richardson W, Barbenel JC. Mandibular elongation by automatic distraction osteogenesis: the first application in humans[J]. Br J Oral Maxillofac Surg, 2005, 43(4): 324 - 328. doi: 10.1016/j.bjoms.2005.02.008.

[15] Li R, Saleh M, Yang L, et al. Radiographic classification of osteogenesis during bone distraction[J]. J Orthop Res, 2006, 24(3): 339 - 347. doi: 10.1002/jor.20026.

[16] Oostenbroek HJ, Brand R, van RPM. Growth rate after limb deformity correction by the Ilizarov method with or without knee joint distraction: lengthening in 30 children followed for at least 2 years[J]. Acta Orthop, 2009, 80(3): 338 - 343. doi: 10.3109/17453670903025345.

[17] Swennen GR, Eulzer C, Schutyser F, et al. Assessment of the distraction regenerate using three-dimensional quantitative computer tomography[J]. Int J Oral Maxillofac Surg, 2005, 34(1): 64 - 73. doi: 10.1016/j.ijom.2004.03.019.

[18] Adolphs N, Kunz C, Pyk P, et al. Callus mineralization following distraction osteogenesis of the mandible monitored by scanning acoustic microscopy(SAM)[J]. J Craniomaxillofac Surg, 2005, 33(5): 314 - 317. doi: 10.1016/j.jcms.2005.03.002.

[19] Jabbar Y, Khaleel A. Experimental model for controlling shear using the Ilizarov frame[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2015, 30(9): 995 - 1001. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2015.06.017.


(编辑:刘 艺)