doi:10.11659/jjssx.07E020053

·临床研究·

双向骨搬运技术联合皮瓣成形治疗开放性胫骨骨折伴大段骨缺损的疗效

陈 勋,张世辉,张文韬,喻姿瑞,宋 涛,王宇飞 (西安交通大学附属红会医院骨显微修复外科,陕西 西安 710054)

[摘 要] **目的** 分析双向 Ilizarov 骨搬运技术联合皮瓣成形术治疗 Gustilo ⅢB、C 型开放性胫骨骨折、大段骨缺损合并软组织损伤的临床疗效。**方法** 回顾性分析 18 例 Gustilo ⅢB、C 型开放性胫骨骨折、大段骨缺损合并软组织损伤患者的临床资料。所有患者均采用一期外固定架维持复位,二期远、近端双向 Ilizarov 骨搬运联合皮瓣成形术治疗。**结果** 所有患者术后连续随访 12~18 个月,平均(15±2.6)个月。所有患肢骨缺损均得以重建,且骨性愈合,创面均闭合,患肢长度与健侧差值为 0.5~2.5 cm,平均(1.4±0.5)cm。均在术后 65~119 d 内行二次手术皮瓣成形,平均(89.75±14.56)d,其中 4 例患者术后 3 个月出现软组织嵌顿,行二次手术清理嵌顿组织并皮瓣成形,二次手术后 30 d 内切口愈合。17 例患者行二次手术后创面恢复良好,无明显神经血管损伤;1 例患者出现腓总神经麻痹,于术后 4 个月恢复。所有患者骨重建完成时间为 10~14 个月,平均(12.3±1.4)个月。所有患者均未出现创面愈合延迟、皮肤坏死、针道感染现象。**结论** 双向 Ilizarov 骨搬运技术联合皮瓣成形术治疗 Gustilo ⅢB、C 型开放性胫骨骨折、大段骨缺损合并软组织损伤安全有效,骨重建时间短。

[关键词] 胫骨骨折;骨缺损;软组织损伤;Ilizarov 骨搬运;皮瓣成形

[中图分类号] R641 [文献标识码] A [收稿日期] 2020-07-13

Curative effect of bi-directional bone transfer technique combined with flap plasty in treatment of open tibial fracture with large bone defect

CHEN Xun, ZHANG Shi-hui, ZHANG Wen-tao, YU Zi-rui, SONG Tao, WANG Yu-fei (Department of Bone Microrepair Surgery, Red Society Hospital Affiliated to Xi'an Jiaotong University, Xi'an Shaanxi 710054, China)

Abstract: Objective To analyze the clinical effect of bi-directional Ilizarov technique combined with skin flap plasty in the treatment of Gustilo type ⅢB and ⅢC open tibial fracture with large bone defect and soft tissue injury. **Methods** The clinical data of 18 patients of Gustilo type ⅢB and ⅢC open tibial fractures with large bone defects and soft tissue injury were analyzed retrospectively. All patients received external fixation for maintenance of reduction at the first stage, and received distal and proximal bidirectional Ilizarov technique combined with flap plasty at the second stage. **Results** All patients were followed up for 12 to 18 months, with an average of (15±2.6) months. All the bone defects of the affected limb were reconstructed, and the bone healed and wound surfaces were closed. The difference between the length of the affected limb and the healthy side was 0.5 to 2.5 cm, with an average of (1.4±0.5) cm. All patients underwent secondary flap plasty within 65 to 119 days after surgery, with an average of (89.75±14.56) days. Of whom 4 patients developed soft tissue incarceration 3 months after surgery, and underwent secondary surgery to clean incarcerated tissues and shape the flap, and the incision healed within 30 days after the second surgery. The wounds of 17 patients recovered well after the second operation without obvious neurovascular damage. One patient developed common peroneal nerve palsy and recovered 4 months after operation. The completion time of bone reconstruction in all patients was 10 to 14 months, with an average of (12.3±1.4) months. There was no delayed healing, skin necrosis or needle tract infection in patients. **Conclusion** Bi-directional Ilizarov technique combined with skin flap plasty is a safe and effective method for the treatment of Gustilo type ⅢB and ⅢC open tibial fractures with large bone defects and soft tissue injury, which can shorten the time of bone reconstruction.

Keywords: tibial fracture; bone defect; soft tissue injury; Ilizarov technique; skin flap plasty

小腿高能量损伤常导致严重的骨与软组织缺损,部分患者甚至需要截肢。胫骨的前内侧位于皮下,前侧骨有棱角,因此骨折断端极易穿破皮肤形成开放性骨折,且通常伴有大段骨缺损和大面积软组织缺损,发生创口感染的概率极高,具有治疗难度大、周期长及并发症发生率高等特点[1-2]。Ilizarov 骨搬运技术的原理是牵张成骨,在治疗下肢骨缺损和功能重建中有良好的临床效果[3]。既往临床研究多以 Ilizarov 骨搬运技术行单节段骨搬运为治疗方案,但对于大段的胫骨骨缺损,单节段骨搬运方案虽然在临床应用中得到了认可,但仍存在治疗时间过长等问题。本研究纳入采用

[基金项目] 陕西省自然科学基金(2020JM-688)

[通信作者] 王宇飞,E-mail:3178293054@qq.com

双向Ilizarov骨搬运治疗开放性胫骨骨折、大段骨缺损合并软组织损伤患者,并对其临床效果进行分析探讨,以期为该病临床治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析2016年1月至2018年12月我院收治的18例Gustilo ⅢB、C型开放性胫骨骨折、大段骨缺损合并软组织损伤患者的临床资料。其中男14例,女4例;年龄22~55岁,中位年龄41.8岁;左侧10例,右侧8例;车祸伤8例,重物压砸伤6例,挤压伤4例;Gustilo ⅢB型12例,Gustilo ⅢC型6例。术前患侧胫骨长度较健侧缩短6.0~9.5 cm,平均(8.42±1.08)cm。3例患者就诊时曾在外院行外固定架固定,2例患者同时伴有股骨骨折,1例患者合并上肢骨折。受伤至骨搬运术时间5~22 d,平均(10.2±7.6)d。纳入标准:①Gustilo ⅢB、C型开放性胫骨骨折;②胫骨大段骨缺损合并软组织损伤;③年龄20~60岁;④一期行外固定架维持治疗,二期行远、近端双向Ilizarov骨搬运治疗联合皮瓣成形术治疗;⑤病历资料完整。排除标准:①伴有胫骨陈旧性骨折或外伤;②合并严重心脑血管疾病或不能耐受手术。本研究经我院伦理委员会审批,患者或其家属签署手术知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 术前准备 患者入院后,快速完善各项生化检测,对于生命体征不稳定的患者,预备保肢与截肢2种治疗方案。术前完善双下肢胫骨正侧位及全长X射线检查,取软组织损伤创面分泌物并进行细菌培养和药敏试验,明确感染情况并制订抗感染治疗方案。综合各项检查结果,对局部创伤、软组织、神经、血管、皮肤损伤和缺损进行评估,根据X射线检查结果测量胫骨周径、长度及缺损长度,设计合理的病灶清除范围、截骨部位,选择适当的Ilizarov外固定器。

1.2.2 创口处理 首选腰硬联合麻醉,部分患者采用全身麻醉。麻醉成功后,手术体位为仰卧位,患肢经气囊带充气止血后彻底清洗,常规铺无菌巾、术区消毒。清创,去除创面污染物、坏死组织和失去血供的游离骨块,探查神经、血管损伤,并在显微外科设备下修复损伤的神经、血管。修整骨折断端以利于骨搬运。使用3%过氧化氢和0.9%生理盐水交替清洗创面3次以上,然后使用等比稀释的安尔碘浸泡伤口30 min,松开止血带,找到出血点并彻底止血;确认止血良好后,将无血供的组织或术后坏死风险较大的组织再次彻底去除,手术人员换手套,同时更换布单和手术器械,开始骨搬运手术。

1.2.3 安装外固定支架 Ilizarov固定架和配套设备均经高温消毒。C型臂透视引导下,采用单边外固定架调整骨折断端位置,保证立线良好,患肢长度合适,根据患肢胫骨周径和长度选择大小适中的全钢环、半钢环,以及合适长度的螺纹杆、克氏针。通常安装5~7个环,近端、远端截骨平面各2个环,近端、远端搬移骨段各1个环,钢环距内侧皮肤表面留出2~3 cm距离,防止组织肿胀后出现压迫坏死。于胫骨平台下5 cm处及踝关节上1 cm处分别交叉置入2枚2.5 mm克氏针,C型臂透视保证克氏针与关节面平行;克氏针分别与外固定环连接,同1个环的2枚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。调整2环位置后,于近端环下3 cm处和远端环上3 cm处分别交叉置入2枚2.5 mm克氏针并安装固定环。第1、2环和第3、4环之间为截骨区,于第1环下1 cm处和第4环上1 cm处作微创切口并行骨膜下截骨,安装铰链;第2、3环上下创口皮肤分别置入2枚克氏针留作皮肤牵张使用。

1.3 创口处理及术后

术中再次清创,止血,去除失活组织,使用负压封闭引流材料覆盖创面,并持续负压吸引。对于重建血运者术后给予抗生素、低分子肝素钙等药物治疗,预防血管危象发生;术后7 d嘱患者行膝关节功能锻炼,术后30 d可行踝关节主、被动功能锻炼。术后7 d开始骨搬运,搬移频率为5次/天,每次2 h,每日延长0.5~1 mm。每3周复查X射线片,了解骨段轴线和搬运后的骨痂生长及矿化情况。根据滑移骨段和骨痂生长情况及时了解和调整骨搬运的速度与频率,每天按时做好针道消毒护理工作。

1.4 皮瓣成形术

负压引流1周后,适当切除创缘,根据局部皮肤软组织情况予以局部转移皮瓣或游离皮瓣覆盖创面,缝合创口。术后3个月内每月复查及随访,观察皮瓣愈合情况;以后每3个月复诊1次,行胫腓骨正侧位X射线片观察骨搬运生长情况、骨折断端是否接触、骨延长段矿化等情况。每次复诊时测量双下肢相对长度以及绝对长度,患肢生长与对侧肢体接近等长时,若两断端骨接触面积很小可给予植骨治疗,如果两断端间有皮肤嵌顿则行软组织松解术;X射线片检查两断端骨折愈合情况,患肢可完全负重时,逐渐减少外固定支架钢针数量,直至可取出整个外固定架。

2 结果

2.1 随访结果

所有患者术后连续随访 12～18 个月,平均(15±2.6)个月。所有患肢骨缺损均得以重建,并骨性愈合,创面均闭合,患肢长度与健侧差值为 0.5～2.5 cm,平均(1.4±0.5)cm。所有患者均在术后 65～119 d 内行二次手术皮瓣成形,平均(89.75±14.56) d,其中 4 例患者术后 3 个月出现软组织嵌顿,行二次手术清理嵌顿组织并皮瓣成形,二次手术后 30 d 切口愈合。17 例患者行二次手术后创面恢复良好,无明显神经血管损伤;1 例患者出现腓总神经麻痹,于术后 4 个月恢复。所有患者骨重建完成时间为 10～14 个月,平均(12.3±1.4)个月。所有患者均未出现创面愈合延迟、皮肤坏死、针道感染等并发症。

2.2 典型病例

患者,男,51 岁,因重物砸伤致右胫骨中段开放性粉碎性骨折并骨缺损,Gustilo 分型为ⅢB 型,小腿前侧广泛的软组织损伤和丢失,伴有骨膜剥脱和骨暴露,伴有严重的污染。术前 X 射线片示右胫骨中段缺损 9 cm,单侧外固定架固定,术中皮肤软组织缺损 18 cm×10 cm(图 1a、b);行 Ilizarov 环外固定后,近端、远端同时截骨,向对侧搬运(图 1c、d);术后 3 个月,近端、远端搬运骨之间发生软组织嵌顿,行二次手术皮瓣成形(图 1e、f);术后 12 个月拆除外固定,术后 15 个月复查显示骨搬运断端成骨及立线良好(图 1g、h)。



a:术前创面及外露骨折断端;b:术前 X 射线片;c:骨搬运带架外观;d:双段骨搬运 X 射线片;e:术后 3 个月软组织嵌顿;f:皮瓣成形术后外观;g:术后 12 个月拆除外固定架;h:术后 15 个月胫骨 X 射线片

图 1 典型病例治疗过程

3 讨论

近年来,高能量创伤导致的开放性四肢骨折的发病率不断增高,大段骨缺损的治疗成为临床骨科面临的一个难点。Ilizarov 骨搬运技术因其在治疗复杂性胫骨骨缺损方面的良好临床效果而获得广泛应用。Ilizarov骨搬运技术是由骨科医生 Gavrril A Ilizarov 在 Wolf 定律的基础上发明的牵拉组织再生成骨技术[4],该技术利用环形外固定架牵拉截骨的骨块,给予其持续、稳定、缓慢的牵拉应力刺激,激活机体成骨系统,加快骨、血管及软组织的再生,使截骨骨块之间缓慢形成新鲜骨痂,然后在骨痂聚集、矿化和机体塑形的影响下,逐步治愈骨缺损[5-6]。通常,将 Ilizarov 环状外固定器与胫腓骨连接固定后,在胫骨骨缺损的远端或近端进行微创截骨,形成可搬运的滑动骨块;经过至少 7 d

的潜伏期后,以 1 mm/d 的速度牵拉骨块,向骨折端靠近,利用截骨面之间的成骨逐步重建骨缺损区[7-8]。

Ilizarov 技术治疗胫骨骨缺损属于微创技术,手术造成的切口、骨膜剥离及对小腿血供和软组织的损伤极小;且环形外固定架对骨块的固定作用和稳定性高,可以减少骨与骨之间的扭转、剪切应力;此外,环形固定架还可提供轴向应力,替代胫骨的支撑作用,给予骨块之间适当压力,促进骨痂形成,预防骨不愈合的出现[9]。使用 Ilizarov 技术治疗的患者下肢可早期负重,进行适当的活动及功能锻炼,改善关节活动度,防止术后关节僵直[10-11]。Ilizarov 技术通常只进行单段截骨,然后由截骨块两端分别向骨缺损近端和远端生长[12-13]。该方法对于小于 6 cm 的骨缺损具有良好的治疗效果,但是对于大于 6 cm 的大段骨缺损患者,治疗周期长,且由于 Ilizarov 外固定架自身笨重的特点,长期佩戴会给患者的生活造成严重不便,给患者带来一定身心压力的同时也增加了手术并发症发生的风险[14-16]。因此,本研究在单段截骨的基础上,对大于 6 cm胫骨大段骨缺损患者采用双段截骨治疗,在骨缺损近端和远端分别截骨,然后双向搬运骨块,借助相同的成骨作用,可以大大加快骨缺损的治愈[17-18]。同时,对于软组织缺损较大的患者,一期皮瓣成形术对皮肤的要求较高,有时皮瓣不足难以完成手术或者会增加术后皮肤坏死的风险;但采用二期皮瓣成形术则降低了对皮肤的要求,且皮瓣成活率大大增加[19-20]。以往的文献报道,采用单节段骨搬运技术治疗开放性胫骨骨折、大段骨缺损合并软组织损伤的患者,其骨缺损重建完成时间在 10 ~ 28 个月,平均 15 个月[2]。本组患者中,术前患侧胫骨长度较健侧缩短 6.0 ~ 9.5 cm,平均(8.42 ± 1.08)cm;根据随访结果,所有患者骨重建完成时间为 10 ~ 14 个月,平均(12.3 ± 1.4)个月,提示双向截骨 Ilizarov 骨搬运可提高骨骼重建速度,缩短愈合时间;治疗过程中,患者均未出现延迟愈合、皮肤坏死、针道感染等并发症,说明该术式安全性较高。

结合本研究结果,我们认为双向截骨 Ilizarov 骨搬运具有以下优势:①针对大段长骨骨缺损,可以大大提高骨骼重建速度;②多个环形固定器固定,对骨折固定的作用更强;③双向牵拉成骨,降低了单向成骨的骨不愈合风险;④对于软组织缺损较大患者,联合皮瓣成形,降低了手术对皮肤的要求;⑤对于清创后创面皮肤软组织缺损大于骨缺损的患者,双向骨搬运术后,采用皮瓣覆盖创面,可防止肌腱、血管、神经因长时间裸露而发生坏死,后期骨搬运过程中,软组织逐渐愈合;⑥皮瓣的存在为组织的修复重建提供了部分血运,可以加速骨生长,骨折端出现软组织嵌顿时行软组织松解术即可解除嵌顿。

本研究的不足之处在于患者骨缺损近端和远端之间的距离较大,在骨形成过程中,容易出现软组织嵌顿现象,需二次行软组织松解术。同时,本研究纳入的病例数相对较少,后期需扩大样本量以进一步验证临床效果。

综上所述,双向 Ilizarov 骨搬运技术联合皮瓣成形术治疗 Gustilo ⅢB、C 型开放性胫骨骨折、大段骨缺损合并软组织损伤安全有效,可缩短骨重建时间。

[参考文献]

[1] 贺国宇,张永红,王 栋. Ilizarov 技术治疗胫骨骨缺损的优势及改进策略[J]. 中国组织工程研究,2020,24(24):3870 - 3876. doi:10.3969/j. issn. 2095 - 4344. 2752.

[2] 肖卫东,喻爱喜,潘振宇,等. Ilizarov 骨搬运技术治疗 Gustilo ⅢB 型、C 型胫骨大段骨缺损合并软组织缺损的效果分析[J]. 局解手术学杂志,2019,28(1):42 - 45. doi:10.11659/jjssx.07E018117.

[3] 王朝辉,高峻青,詹晓欢,等. 一期清创联合二期 Ilizarov 骨搬运技术修复创伤后外踝缺损[J]. 中国修复重建外科杂志,2019,33(7):865 - 870. doi:10.7507/1002 - 1892.201901091.

[4] 郭保逢,赵 巍,徐执扬,等. Ilizarov 外固定"手风琴技术"治疗成人股骨骨不连[J]. 中国矫形外科杂志,2020,28(3):267 - 270. doi:10.3977/j. issn. 1005 - 8478. 2020. 03. 15.

[5] 刘亦杨,沈立锋,郭峭峰,等. 应用 Ilizarov 技术治疗小腿下段断肢再植术后肢体短缩[J]. 中华创伤骨科杂志,2016,18(10):908 - 912. doi:10.3760/cma. j. issn. 1671 - 7600. 2016. 10. 015.

[6] 曹鑫杰,贾中伟,郭秀生,等. 胫骨横向骨搬移微血管重建技术改进的实验研究[J]. 中华医学杂志,2019,99(45):3592 - 3596. doi:10.3760/cma. j. issn. 0376 - 2491. 2019. 45. 012.

[7] 章耀华,杨华清,李 强,等. 微创截骨 Ilizarov 技术治疗胫骨大段感染性骨缺损[J]. 中国矫形外科杂志,2019,27(14):1324 - 1326. doi:10.3977/j. issn. 1005 - 8478. 2019. 14. 17.

[8] Raza A, Kumar S, Kumar D, et al. Complex tibial plateau fractures: primary fixation using the ilizarov external fixator. A two-year study at Civil Hospital Karachi, Pakistan[J]. Cureus, 2019, 11(8): e5375. doi:10.7759/cureus. 5375.

[9] 周洪翔,李钟苗,李俊杰,等. 桥式皮瓣结合 Ilizarov 技术治疗小腿 Gustilo Ⅲ-B、C 型损伤[J]. 中国矫形外科杂志,2017,25(4):317 - 320. doi:10.3977/j. issn. 1005 - 8478. 2017. 04. 07.

[10] Salih S, Mills E, McGregor-Riley J, et al. Transverse debridement and acute shortening followed by distraction histogenesis in the treatment of open tibial fractures with bone and soft tissue loss[J]. Strategies Trauma Limb Reconstr, 2018, 13(3): 129 - 135. doi:10.1007/s11751 - 018 - 0316 - z.

[11] 韩庆海,杨华清,彭爱民,等. 胫骨微创长 S 形截骨在小腿 Ilizarov 延长中的应用[J]. 北京医学,2019,41(2):118 - 121. doi:10.15932/j. 0253 - 9713. 2019. 02. 007.

[12] 厉 孟,甄 平,蓝 旭,等. Ilizarov 技术同期治疗感染性胫骨大段缺损并小腿软组织缺损[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2017,32(2):156 - 159. doi:10.7531/j. issn. 1672 - 9935. 2017. 02. 012.

doi:10.11659/jjssx.06E020133

·临床研究·

经 Wiltse 入路椎间孔椎体间融合术治疗腰椎滑脱合并腰椎管狭窄的疗效

李 锐,许财元,刘正蓬,孙贺,张义龙 (承德医学院附属医院脊柱外科,河北 承德 067000)

[摘 要] **目的** 探讨经椎旁肌间隙(Wiltse)入路椎间孔椎体间融合术(TLIF)治疗腰椎滑脱合并腰椎管狭窄的效果。**方法** 选取腰椎滑脱合并腰椎管狭窄患者 107 例,按治疗方案不同分为 Wiltse 入路组($n=53$)和传统入路组($n=54$)。Wiltse 入路组采取 Wiltse 入路 TLIF,传统入路组采取传统后正中入路 TLIF。对比 2 组患者手术情况,术后 1 年疗效、椎体融合率,术前及术后 1 d、3 d 血清促肾上腺皮质激素(ACTH)、肿瘤坏死因子-α(TNF-α)、皮质醇(Cor)水平,术前及术后 6 个月、1 年腰、腿痛视觉模拟量表(VAS)评分、日本骨科协会(JOA)评分、Oswestry 功能障碍指数(ODI),术前及术后 6 个月椎旁肌组织面积。**结果** Wiltse 入路组患者手术时间短于传统入路组($P<0.05$),术中出血量、术后引流量低于传统入路组($P<0.05$);2 组患者术后 1 年疗效、椎体融合率比较,差异无统计学意义($P>0.05$);2 组患者术后 1 d、3 d 血清 ACTH、Cor、TNF-α 水平较术前升高,但 Wiltse 入路组低于传统入路组($P<0.05$);2 组患者术后 6 个月、1 年腰、腿痛 VAS 评分、ODI 较术前降低,JOA 评分较术前提高,且 Wiltse 入路组术后 6 个月腰、腿痛 VAS 评分、ODI 低于传统入路组,JOA 评分高于传统入路组($P<0.05$);Wiltse 入路组术后 6 个月左、右侧椎旁肌组织面积大于传统入路组($P<0.05$)。**结论** Wiltse 入路 TLIF 与传统后正中入路 TLIF 治疗老年腰椎滑脱合并腰椎管狭窄效果相当,但 Wiltse 入路可减少术中出血,且手术创伤相对更小、术后应激反应水平更低,可在短期内促进腰椎功能改善。

[关键词] 经椎间孔椎体间融合术;Wiltse 入路;传统后正中入路;腰椎滑脱;腰椎管狭窄;老年;促肾上腺皮质激素;皮质醇
[中图分类号] R687.3 [文献标识码] A [收稿日期] 2020-06-27

Effect of transforaminal lumbar interbody fusion by Wiltse approach in treatment of patients with lumbar spondylolisthesis and lumbar spinal stenosis

LI Rui, XU Cai-yuan, LIU Zheng-peng, SUN He, ZHANG Yi-long (Department of Spine Surgery, Affiliated Hospital of Chengde Medical College, Chengde Hebei 067000, China)

Abstract: Objective To investigate the effect of transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) by Wiltse approach in the treatment of lumbar spondylolisthesis combined with lumbar spinal stenosis. **Methods** A total of 107 elderly patients with lumbar spondylolisthesis combined with lumbar spinal stenosis were selected and divided into Wiltse approach group ($n=53$) and traditional approach group $n=54$) according to different treatment plan. Patients in the Wiltse approach group received TLIF by Wiltse approach, and those in the traditional approach group received TLIF by traditional posterior median approach. The operation situation, the efficacy and the fusion rate of centrum 1 year after the operation, the serum levels of adrenocorticotropic hormone (ACTH), tumor necrosis factor-α (TNF-α), cortisol (Cor) before operation and 1 day, 3 days after the operation, visual analogue scale (VAS) score, Japanese Orthopaedic Association (JOA) score, Oswestry

[基金项目] 承德市科学技术研究与发展计划(201904A031)
[通信作者] 孙 贺,邮箱:ugv316@163.com

[13] 曾 勇. Ilizarov 外固定架远离断端固定技术治疗严重胫腓骨骨折疗效观察[J]. 贵州医药,2017,41(12):1300. doi:10.3969/j.issn.1000-744X.2017.12.032.
[14] 焦绍锋,秦泗河,王振军,等. Ilizarov 技术结合组合性手术治疗先天性腓侧半肢畸形[J]. 中国矫形外科杂志,2017,25(4):312-316. doi:10.3977/j.issn.1005-8478.2017.04.06.
[15] 王治国,贾宏伟,王开强,等. Ilizarov 技术分期治疗重度先天性胫骨假关节[J]. 中国修复重建外科杂志,2020,34(6):804-806. doi:10.7507/1002-1892.201911071.
[16] 张 锴. Ilizarov 外固定技术治疗小腿骨折[J]. 山东医药,2016,56(22):110-112. doi:10.3969/j.issn.1002-266X.2016.22.043.
[17] 张艳茂,刘会仁,张瑞红,等. 游离股前外侧皮瓣联合胫骨骨滑移治疗小腿大段骨及皮肤软组织缺损[J]. 中华创伤杂志,2017,33(2):129-133. doi:10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2017.02.008.
[18] 王衍彪,刘立峰,曹学成,等. 严重小腿离断伤的再植与功能重建[J]. 中华创伤骨科杂志,2019,21(10):853-858. doi:10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2019.10.006.
[19] 文 根,蔡培华,柴益民. 皮瓣移植联合 Ilizarov 技术一期修复下肢大面积复合组织缺损[J]. 中华显微外科杂志,2017,40(3):225-228. doi:10.3760/cma.j.issn.1001-2036.2017.03.005.
[20] 胡宏宇,高顺红,于志亮,等. 一期游离组织瓣移植二期 Ilizarov 技术手术治疗小腿大面积软组织缺损并大段胫骨缺损[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2017,32(2):160-163. doi:10.3760/cma.j.issn.1001-2036.2017.03.005.

(编辑:刘 艺)