

Ilizarov 骨搬移技术

杨华清, 曲龙

(首都医科大学附属北京康复医院骨科, 北京 100144)

关键词 Ilizarov 技术; 外固定; 骨搬移; 骨缺损; 骨不连; 骨髓炎

中图分类号: R683

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.10.001

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Ilizarov bone transport technique YANG Hua-qing and QU Long. Department of Orthopaedics, Beijing Rehabilitation Hospital, Capital Medical University, Beijing 100144, China

KEYWORDS Ilizarov technique; External fixation; Bone transport; Bone defect; Bone nonunion; Osteomyelitis



(杨华清教授)

前苏联 Ilizarov 教授发明的以张力-应力法则为理论基础 Ilizarov 骨外固定技术体系, 是 20 世纪骨科发展的里程碑之一^[1]。骨搬移(bone transport)技术则是 Ilizarov 外固定技术体系的重要组成部分^[1]。在 Ilizarov 技术面世之前, 临床大量无菌性或感染性骨不连、骨缺损患者的治疗一直是一个

棘手的难题, 直到 Ilizarov 骨搬移技术的诞生, 凭借张力-应力法则基础下的牵张成骨技术, 通过科学安全的骨与软组织再生, 才使临床有了对付这类疾病的真正利器^[2]。有关 Ilizarov 骨搬移技术最早的记载始于 20 世纪 60 年代末。1968 年, Ilizarov 应用自行研制的外固定器和骨搬移技术, 治愈了前苏联著名跳高运动员 Brumel 久治不愈的胫骨骨髓炎, 使其重返赛场^[3]。1980 年, Ilizarov 使用该技术治愈了意大利著名记者 Mauri 感染性胫骨骨不连, 从而使这一技术从库尔干小镇传遍了全世界, 此后, 全世界的骨科医生采用该项技术治愈了众多骨不连、骨缺损患者^[3]。

1 Ilizarov 骨搬移技术在中国的发展

Ilizarov 骨搬移技术诞生至今已有 70 余年, 并且在 20 世纪 90 年代传入中国, 因其人体组织自我修复、再生技术和确切的临床效果, 很快在全世界和中国得到了大范围的推广和应用。曲龙等^[4]对 Ilizarov 骨搬移技术开展了大量的研究, 并发现了

“骨搬移哈尔滨现象”, 即在骨搬移治疗骨缺损过程中, 骨缺损处纤维瘢痕的组织可以转化成骨组织。“组织转化再生原理(transformation histogenesis, TH)”, 也被称为 Ilizarov 第二生物学原理^[4-5], 与 Ilizarov 第一生物学原理(牵拉组织再生原理)互为补充, 共同成为骨搬移治疗的基础, 指导骨缺损的治疗^[5-6](表 1)。

2 Ilizarov 骨搬移技术的优势

Ilizarov 骨搬移技术通过截断病灶远端或近端的骨质, 使用外固定器固定并缓慢持续稳定向缺损端牵张截骨断端, 刺激骨组织的新陈代谢, 调动自身组织的修复潜能, 达到骨再生的目的, 并且周围的神经、肌腱、结缔组织以及皮肤均在牵拉刺激下也可逐渐生长^[7]。相对于传统的骨移植技术, Ilizarov 骨搬移技术最大的优点是使用时不受骨缺损长度的限制, 利用肢体和皮肤延长技术还可同时解决治疗肢体短缩和皮肤软组织缺损的问题, 同时在牵张成骨过程中, 还可通过外固定器同期逐步矫正畸形问题, 恢复正常力线^[8]。骨搬移技术使大量的骨不连、骨缺损患者得到了治疗, 以骨搬移技术治疗胫骨中段的骨缺损为例, 具体方法是在胫骨近端做截骨, 然后将截断的骨块逐渐向胫骨缺损远端移动, 最后缺损间隙逐渐被埋修复, 移动骨块搬移后形成的缺损间隙则按照骨延长方式修复(图 1)。

3 Ilizarov 骨搬移技术应用的问题及改进

3.1 Ilizarov 骨搬移技术的适应证

Ilizarov 骨搬移技术在长期的临床实践过程中也存在着一些问题和争议。环式外固定器是 Ilizarov 技术的经典外固定器构型, 其具有三维空间构型, 为中心固定, 较为牢靠, 应力分布均匀, 但也存在构型庞大、组合安装较为复杂、日常携带不便等不足^[9]。因此, 一些医生和学者在使用骨搬移技术的时候, 采

通讯作者: 杨华清 E-mail: yhq402@126.com

Corresponding author: YANG Hua-qing E-mail: yhq402@126.com

表 1 Ilizarov 第一生物学原理(骨延长)与 Ilizarov 第二生物学原理(骨搬运)

Tab.1 Ilizarov's first biological principle (bone lengthening) and Ilizarov's second biological principle (bone transport)

原理来源	骨延长	骨搬运
原理名称	Ilizarov 第一生物学原理, 张力应力法则——牵张组织再生原理 ^[1]	Ilizarov 第二生物学原理, 骨搬运哈尔滨现象——组织转化再生原理 ^[5]
英文名称	distraction histogenesis(DH)	transformation histogenesis(TH)
命名者	Ilizarov GA ^[1]	Kurokawa T, 曲龙
原理内容	在 Ilizarov 张力牵拉效应作用下, 骨骼和软组织, 包括皮肤、肌肉、神经和血管, 在应力状态下会以可预见的方式再生修复	在有节律的张应力(牵拉)和压应力(压缩)的同时作用下, 缺损间隙内的病理组织(瘢痕等)会按照局部的形态及功能需求转化再生成所需要组织

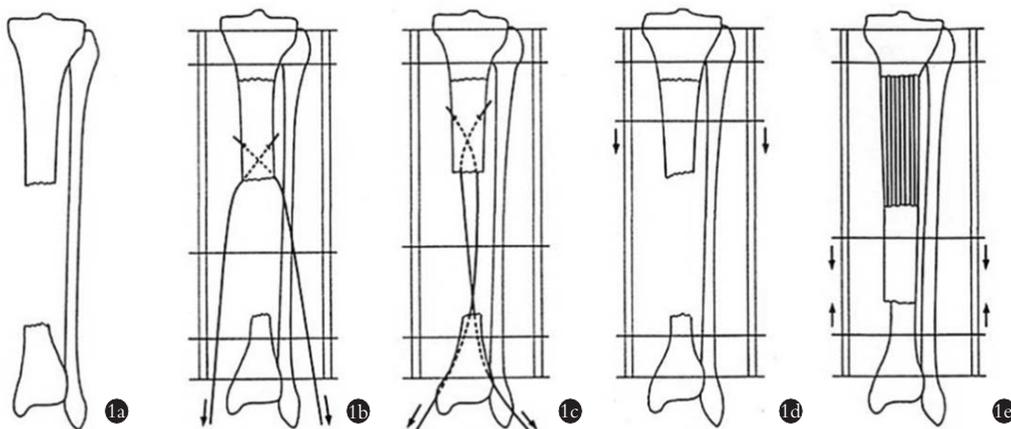


图 1 骨搬运技术治疗骨缺损示意图 1a. 胫骨干部骨缺损 1b. 外固定器固定并进行截骨, 运用对侧钢丝方向骨搬运方法(钢丝不通过骨搬运骨块和骨远端的骨髓腔) 1c. 外固定器固定并进行截骨, 运用骨髓内钢丝骨搬运方法(钢丝通过搬运骨块和骨远端的骨髓腔) 1d, 1e. 外固定器固定并进行截骨, 运用横穿钢钉骨搬运方法, 搬运骨块与骨缺损远端对接(箭头所示截骨的牵拉移动方向)

Fig.1 Figure of bone defect treated by bone transport technique 1a. Bone defect of tibia shaft 1b. External fixation and osteotomy were performed using contralateral wire-directed bone transport (the wire not through the bone mass and distal bone marrow cavity) 1c. External fixation and osteotomy were performed using intramedullary wire for bone transport (the wire through the bone mass and distal bone marrow cavity) 1d, 1e. External fixation and osteotomy were performed using transversal pin for bone transport. The bone mass butted the distal end of the bone defect (the arrow was the direction of traction movement of the osteotomy)

用了单边外固定器固定的方法, 如 Bastiani 单边外固定器, 在实现骨搬运的基础上, 器械构型相对简单, 利于携带, 同时减少了针道数量, 降低了针道感染风险, 但相对于环式外固定器存在骨折端应力分布不均、为偏心受力, 易导致轴向偏移等缺点^[10]。两种方式各有利弊, 但在临床的选择上, 绝不应该拘泥于外在形式, 以死板的教条主义约束自己, Ilizarov 骨搬运技术是一项建立在 Ilizarov“张力-应力法则”牵张成骨技术基础上的, 可以依据人为意愿自由调控的组织再生技术, 只要是符合 Ilizarov 的肢体组织自然重建与再生理念, 都可以将其归于 Ilizarov 技术的范畴。在具体的临床使用上, 应根据患者的病灶部位、疾病特点, 灵活使用。根据笔者临床应用经验, 建议如上肢和股骨骨搬运, 可采用单边延长外固定器, 相对轻便, 患者易耐受。环形外固定器便于矫正复杂畸形, 可以用于胫骨骨搬运。但不论采用何种外固定器, 都必须能够提供稳固的力学支撑, 避免骨段承受

不良应力, 影响骨愈合。

3.2 Ilizarov 骨搬运技术的并发症

不论采用何种外固定器, 都不可避免的存在着治疗周期长, 治疗过程中出现针道感染、疼痛、关节挛缩等并发症, 特别是在临床最常见的胫骨骨搬运的使用上, 容易出现跟腱挛缩性足下垂、踝关节软骨损伤、踝关节僵硬、脱位等并发症^[11]。长时间佩戴外固定器会给患者生活带来诸多不便, 影响治疗的依从性和耐受性。因此, 国内的医生和学者对传统的 Ilizarov 外固定器进行了改良和创新, 如改变了全针、全环的固定方式, 改为全针与螺纹半针相结合、全环与半环相结合的固定方式, 以简化外固定器构型^[12-16]。在传统 Ilizarov 外固定器的基础上增加了动态跨关节装置, 减小了对关节活动的影响, 降低了固定期间关节挛缩和关节软骨损害发生的概率^[17]。此外, 还积极探索 Ilizarov 骨搬运技术与内固定技术的结合使用, 在无菌性骨不连、骨缺损或是各类肢体不

等长的治疗中,通过内固定的使用,一方面可以减少外固定器佩戴的时间;另一方面拆除外固定器后,患肢在功能锻炼中产生周期性轴向微动应力,可以促进骨愈合和骨结构重建^[18]。应用骨搬运技术与带锁髓内钉相结合治疗长骨缺损和肢体短缩^[14-15,19]。黄雷等^[20]在保留原锁定接骨板的基础上通过外固定架骨搬运技术治疗股骨无菌性骨缺损。在感染性骨缺损的治疗中,内固定的置入被认为是禁忌证,一直存在较大争议,是否能够在 I 期彻底清创、治愈感染之后,通过结合髓内固定来缩短佩戴外固定器的时间,提高患者治疗期间的生活质量值得临床中进一步探索。

3.3 Ilizarov 骨搬运技术的改进

Ilizarov 外固定器构型的一个重要特点是可以根据临床需要自由组合,通过基本的部件任意组装成许多不同构型从而适应不同的治疗需求^[21]。尽管外固定器构型为临床复杂的疾病种类提供了更多的选择,但这也带来一个问题,就是在 Ilizarov 外固定器构型的选择和组装上尚缺乏统一的标准。在临床使用时,更多的是医生根据自己的经验和熟练程度来进行选择,对医生技术水平要求高,临床效果一致性和可重复性相对较低。具体到骨搬运技术的使用上,术后的牵伸幅度、速度也往往依赖于医师的个人经验,难以有一个精确量化的调整标准。随着科学技术的发展,通过与数字化技术的结合,以及计算机技术对骨髓炎、骨缺损的范围、肢体力线等空间特征进行数字化采集、模拟、分析,辅助术前手术方案和术后外固定调整各项参数的制定,已逐渐在临床得到开展^[22],从而保证了治疗的精准化和同质性,也是 Ilizarov 骨搬运技术未来的发展方向。

经典的 Ilizarov 骨搬运技术在临床的使用上,更多的是采用纵向骨搬运的方法,尽管早在 1972 年,Ilizarov 教授就提出了将骨皮质劈开后横向搬运来实现骨质增粗的方法并发明了下肢骨的横向重塑技术,通过胫骨和腓骨的横向搬运以改变骨的形态,并做了一定的动物实验,通过实验观察到胫骨的横向搬运可以促进毛细血管网的再生。但很遗憾的是,这一技术和现象并未引起 Ilizarov 教授本人及其团队的重视,此后并未再进一步的深入进行基础和临床试验,迄今为止,库尔干的 Ilizarov 国家创伤修复与肢体矫形重建科学中心仍很少进行此项技术的研究和临床应用。而国内的研究人员通过大量的基础和临床研究之后,将 Ilizarov 技术的再生与重建理念进行了更深度和更大范围的延伸,进一步拓展到了血管外科等领域。曲龙等^[23]根据 Ilizarov 的微血管网再生、微循环重建、孪生开窗效应等理论,将 Ilizarov 胫骨横向骨搬运技术应用到糖尿病足等下肢缺血性疾

病的治疗上,治疗了大量的糖尿病足、血栓闭塞性脉管炎、动脉硬化闭塞症等下肢缺血性疾病患者,取得了较好的效果。

4 Ilizarov 骨搬运技术的发展趋势

在临床应用中,根据治疗需要任意组合的 Ilizarov 外固定器都可以实现牵拉组织再生的结果,不论是骨搬运的器械构型还是搬运的时间、空间参数都可因人而异的制定个体化治疗方案,显示了骨搬运技术巨大的包容性和灵活性,也赋予了骨搬运技术无限的发展潜力。进入 21 世纪以来,新的骨搬运概念和理论在继承传统概念的同时,进一步突出了智能控制和微创意识,不仅在技术内涵上有了新的提升,更重要的是基础理论已发生了质的变化。基础理论从传统的牵张组织再生上升到组织转化再生的生物学理论。在技术层面上,与血管外科技术、计算机数字技术、生物力学、机械工程学等交叉学科的结合,进一步拓展了骨搬运技术的应用范围,并创造性的引入了时空理论和智能控制理论,使骨搬运技术从感性和经验,走向理性和科学,在器械上从传统走向现代化和智能化,为骨搬运技术增添了新的生命力。

本期 Ilizarov 骨搬运技术专栏^[24-27],分别从不同的角度对 Ilizarov 骨搬运技术的最新研究进展和临床应用经验进行了详细的介绍。滕星等^[24]对胫骨骨搬运中对接端新鲜化技术的研究,缩短了对接端的愈合时间,获得更好的愈合质量,避免了二次自体取骨植骨。聂少波等^[25]通过较多病例的单边和环形外架治疗感染性胫骨骨不连的临床对照研究,为临床应用骨搬运技术时如何选择外固定器提供了试验依据。张彦龙等^[26]对胫骨骨搬运后再骨折的诊疗策略进行了详细的介绍,为骨搬运技术的使用提供了保障。杨华清等^[27]通过骨搬运技术和 NRD 技术的结合应用,为感染性骨与软组织缺损的治疗提供了新的思路。相信通过上述专家对 Ilizarov 骨搬运技术的基础理论、临床应用管理、手术技巧、并发症的预防与治疗等多角度、全方位的介绍,会使读者对 Ilizarov 骨搬运技术有更深刻的认识。

随着医疗技术不断的推陈出新,在骨髓炎、骨缺损、肢体不等长等疾病的治疗上,尽管临床上产生了许多新的治疗技术,但这些新的技术依然存在一定的不足,尚无法取代 Ilizarov 骨搬运技术。Ilizarov 技术也随着科学技术的进步与诸多的新技术、新理论融会贯通、相互借鉴、有机结合,使这项技术始终仍在肢体重建方面发挥着举足轻重的作用。世界上并没有一项技术可以适用于所有疾病的治疗,也并没有一项治疗技术没有任何的缺陷和不足,作为医生

而言,应摒弃门户之见,不对任何技术有所偏见,过于偏执于某一项技术的使用。具体到疾病的治疗,不管是治疗方法还是手术时机、固定方式的选择上,都要因地制宜、因人而异、因时求新,针对不同的类型、严重程度,结合患者的经济情况、机体状况、心理状态等各方面因素综合考虑。择善而行,循道而为,方显医者仁心。

参考文献

- [1] Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part 1. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation[J]. Clin Orthop Relat Res, 1989, (238): 249-281.
- [2] Ilizarov GA. Transosseous osteosynthesis-theoretical and clinical aspects of regeneration and growth of tissue[M]. Berlin: Springer-Verlag, 1992: 137-257.
- [3] 夏和桃. 实用骨外固定学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 2-9.
XIA HT. Practical External Bone Fixation[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2013: 2-9. Chinese.
- [4] 曲龙, 陈蔚蔚. “骨搬运哈尔滨现象”组织转化再生原理的发现与临床意义[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2021, 14(6): 553-557.
QU L, CHEN WW. Clinical significance of the transformation histogenesis discovered from the "Harbin phenomenon of bone transport" [J]. Zhonghua Gu Yu Guan Jie Wai Ke Za Zhi, 2021, 14(6): 553-557. Chinese.
- [5] Chen W, Qu L. The discovery and clinical significance of Ilizarov's second principle of biology (the "Harbin phenomenon" of bone transport) [J]. Genij Ortopedii, 2021, 27(3): 296-298.
- [6] 曲龙. 骨搬运——治疗骨缺损与骨不连[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2009: 14-20.
QU L. Bone Transport—Treatment of Bone Defect and Nonunion [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2009: 14-20. Chinese.
- [7] Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues; Part II. The influence of the rate and frequency of distraction [J]. Clin Orthop Relat Res, 1989, (239): 263-285.
- [8] 张彦龙, 彭阿钦, 吴希瑞. 双平面截骨骨搬运治疗胫骨大段感染性骨缺损[J]. 中华创伤杂志, 2016, 32(7): 638-644.
ZHANG YL, PENG AQ, WU XR. Double-level bone transport for treatment of massive post-infectious tibial bone defects [J]. Zhonghua Chuang Shang Za Zhi, 2016, 32(7): 638-644. Chinese.
- [9] Bishay SN. Simultaneous femoral and tibial lengthening in combined congenital complete fibular hemimelia and congenital short femur using Ilizarov ring external fixator [J]. J Orthop, 2014, 11(4): 183-187.
- [10] Abd Aziz AU, Abdul Wahab AH, Abdul Rahim RA, et al. A finite element study: finding the best configuration between unilateral, hybrid, and ilizarov in terms of biomechanical point of view [J]. Injury, 2020, 51(11): 2474-2478.
- [11] 刘亦杨, 林炳远, 黄凯, 等. 骨搬运技术治疗慢性骨髓炎伴骨缺损并发症的研究进展[J]. 中国骨伤, 2020, 33(3): 288-292.
LIU YY, LIN BY, HUANG K, et al. Progress on complications of chronic osteomyelitis with bone defect treated by bone transportation [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2020, 33(3): 288-292. Chinese with abstract in English.
- [12] 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.
HAN QH, YANG HQ, PENG AM, et al. Application of minimally invasive long-shaped tibial osteotomy in Ilizarov lengthening [J]. Bei Jing Yi Xue, 2019, 41(2): 118-121. Chinese.
- [13] 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.
ZHANG YH, YANG HQ, LI Q, et al. The Ilizarov technique of minimally invasive osteotomy for the treatment of large infected bone defect of tibia [J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2019, 27(14): 1324-1326. Chinese.
- [14] 夏和桃, 李刚. 现代骨外固定概念的生物学基础及应用原则[J]. 中华创伤骨科杂志, 2011, 13(10): 964-968.
XIA HT, LI G. Biological basis and application principle of modern concept of external fixation [J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2011, 13(10): 964-968. Chinese.
- [15] 秦泗河. Ilizarov 发明、发现与系统创新对中国医学界的启示: 谨以此专刊纪念 Ilizarov 教授百年诞辰[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2021, 14(6): 457-461.
QIN SH. Enlightenment of invention, discovery and system innovation of Ilizarov to medical community of China; Special issue for commemorating centennial birthday of professor Ilizarov [J]. Zhonghua Gu Yu Guan Jie Wai Ke Za Zhi, 2021, 14(6): 457-461. Chinese.
- [16] 张伟, 张群, 唐佩福, 等. Ilizarov 技术治疗胫骨感染性骨缺损[J]. 解放军医学院学报, 2014, 35(11): 1105-1108.
ZHANG W, ZHANG Q, TANG PF, et al. Treatment of infected bone defect of tibia by Ilizarov technique [J]. Jie Fang Jun Yi Xue Yuan Xue Bao, 2014, 35(11): 1105-1108. Chinese.
- [17] 彭爱民, 韩义连, 韩庆海, 等. 仿踝关节生理运动跟腱弹性牵伸器在小腿 Ilizarov 延长中的应用[J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20(21): 1939-1943.
PENG AM, HAN YL, HAN QH, et al. Application of Achilles tendon stretch apparatus imitating ankle physiological movement in Ilizarov lengthening [J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2012, 20(21): 1939-1943. Chinese.
- [18] 黄雷, 朱峰, 王慎东, 等. 外固定架结合髓内钉延长术治疗股骨缺损和不等长[J]. 中华创伤骨科杂志, 2006, 8(7): 634-638.
HUANG L, ZHU F, WANG SD, et al. Femoral lengthening or transport in combination with an intramedullary nail [J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2006, 8(7): 634-638. Chinese.
- [19] 杨华清, 章耀华, 韩庆海, 等. 微创截骨 Ilizarov 技术结合髓内钉行股骨延长的疗效观察[J]. 中国修复重建外科杂志, 2018, 32(12): 1524-1529.
YANG HQ, ZHANG YH, HAN QH, et al. Effectiveness of minimally invasive osteotomy Ilizarov technique combined with intramedullary nail for femoral lengthening [J]. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi, 2018, 32(12): 1524-1529. Chinese.
- [20] 黄雷, 夏志林, 滕星, 等. 应用单边重建外固定架骨运输并保留原钢板治疗股骨骨缺损[J]. 中华外科杂志, 2015, 53(6): 455-457.
HUANG L, XIA ZL, TEGN X, et al. Unilateral reconstruction of external fixator bone transport and preservation of the original plate for the treatment of femoral defects [J]. Zhonghua Wai Ke Za Zhi, 2015, 53(6): 455-457. Chinese.

- [21] 杨华清,彭爱民,韩庆海,等. 微创截骨 Ilizarov 骨延长术治疗先天性跖骨短小症[J]. 足踝外科电子杂志,2017,4(1):25-29. YANG HQ,PENG AM,HAN QH, et al. The treatment of congenital brachymetatarsia by minimally invasive osteotomy and metatarsal lengthening with Ilizarov[J]. Zu Huai Wai Ke Dian Zi Za Zhi, 2017,4(1):25-29. Chinese.
- [22] Abe Y,Shimada M,Takeda Y, et al. Evaluation of patient positioning during digital tomosynthesis and reconstruction algorithms for Ilizarov frames;a phantom study[J]. Strategies Trauma Limb Reconstr,2020,15(1):1-6.
- [23] 曲龙,王爱林,汤福刚. 胫骨横向搬移血管再生术治疗血栓闭塞性脉管炎[J]. 中华医学杂志,2001,81(10):49-51. QU L,WANG AL,TANG FG. The therapy of transverse tibial bone transport and vessel regeneration operation on thromboangitis obliterans[J]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi,2001,81(10):49-51. Chinese.
- [24] 滕星,黄雷,杨胜松,等. 胫骨骨运输术中对接端新鲜化技术的临床观察[J]. 中国骨伤,2022,35(10):914-920. TENG X,HUANG L,YANG SS, et al. Effect of Freshening technique on docking site in tibial bone transport management [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,2022,35(10):914-920. Chinese with abstract in English.
- [25] 聂少波,吴韬光,郝明,等. 单边和环形外架在感染性胫骨骨不连治疗中的对比研究[J]. 中国骨伤,2022,35(10):908-913. NIE S,WU TG,HAO M, et al. Comparative study of monolateral and circular fixator in the treatment of infectious tibial nonunion [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,2022,35(10):908-913. Chinese with abstract in English.
- [26] 张彦龙,刘士波,王泳,等. 胫骨骨搬移后再骨折的诊疗策略[J]. 中国骨伤,2022,35(10):927-932. ZHANG YL,LIU SB,WAANG Y, et al. Clinical therapeutic strategies of refracture after bone transport for tibial bone defect [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,2022,35(10):927-932. Chinese with abstract in English.
- [27] 杨华清,章耀华,李强,等. NRD 辅助 Ilizarov 技术治疗胫骨感染性骨与软组织缺损[J]. 中国骨伤,2022,35(10):921-926. YANG HQ,ZHANG YH,LI Q, et al. NRD drainage assisted Ilizarov technique in the treatment of infected bone and soft tissue defect of tibia[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2022,35(10):921-926. Chinese with abstract in English.

(收稿日期:2022-09-25 本文编辑:朱嘉)