

# 胫骨骨折骨不连的原因分析及治疗进展

曹曦<sup>1</sup>, 崔伟<sup>1</sup>, 路通<sup>2</sup>

(1. 广西中医药大学附属瑞康医院, 广西 南宁 530011;

2. 江苏省常熟市中医院, 江苏 常熟 215500)

**摘要** 胫骨骨折骨不连较为常见,其原因不仅与损伤程度、骨折类型及合并症有关,也与治疗方法及患者的个人生活习惯有关。胫骨骨折骨不连的治疗方法分为非手术疗法和手术疗法,前者主要包括电刺激、低频脉冲超声、体外冲击波及特立帕肽注射,后者主要包括骨移植、骨形态发生蛋白注射、髓内钉固定、“铰刀-冲洗-吸引”手术、膜诱导及 3D 打印骨组织工程支架植入。本文就胫骨骨折骨不连的原因进行了分析,并对其治疗进展进行了综述。

**关键词** 胫骨骨折;骨折,不愈合;综述

胫骨骨折临床较为常见,多数患者可以通过手术治疗获得良好效果,但仍有部分患者术后出现骨不连,可导致患肢出现功能障碍,严重时需要再次进行手术治疗,容易加重其经济负担及心理压力。本文就胫骨骨折骨不连的原因分析及治疗进展进行了综述。

## 1 骨不连的定义

目前关于骨不连的定义尚存在争议,临床多采用美国食品和药品监督管理局制定的骨不连标准,即骨折术后 9 个月骨折端仍未愈合,并且已连续 3 个月没有任何愈合迹象<sup>[1-4]</sup>。

## 2 胫骨骨折骨不连的原因分析

影响胫骨骨折骨不连的因素较多,如损伤程度、骨折类型及合并症等,均不同程度影响骨折正常愈合<sup>[5]</sup>。研究表明,高能量暴力损伤导致的胫骨开放性骨折,且合并严重血管损伤者,其术后骨不连的发生率是一般胫骨骨折患者的 3 倍<sup>[6]</sup>。胫骨骨折术后继发的骨筋膜室综合征也是导致骨不连的重要因素<sup>[7]</sup>。胫骨骨折后,复位手法粗暴可破坏骨折端的血供、外固定不牢靠可导致骨折端移位,这些均是导致骨不连的重要医源性因素。而缺乏维生素 D、吸烟及使用非甾体类抗炎药,则是导致骨不连的患者自身因素中最为常见的类型。

## 3 胫骨骨折骨不连的治疗进展

胫骨骨折骨不连的影响因素多且复杂,不仅与术者的医疗技术水平有关,而且与患者的经济能力及心理状态等有重要关系,因此其治疗较为困难<sup>[8]</sup>。胫骨

骨折骨不连的主要治疗目的是促进骨折愈合、恢复患肢功能,因此临床应重视影响骨折愈合的生物力学因素,并兼顾患者的全身状况。研究表明,胫骨骨折骨不连患者的再手术率是一般胫骨骨折患者的 97 倍<sup>[9]</sup>,因此治疗前应向患者说明手术可能存在的风险,使其树立符合实际情况的期望值。

### 3.1 非手术疗法

**3.1.1 电刺激** 电刺激疗法是促进骨折愈合的常用方法,其可能通过诱导成骨细胞的增殖分化等发挥作用<sup>[10]</sup>。临床常用的电刺激疗法主要包括恒定直流电刺激及电容耦合电刺激等。虽然有研究表明,电刺激疗法治疗骨不连的成功率高达 83%<sup>[11]</sup>。但 Aleem 等<sup>[12]</sup>研究发现,电刺激疗法治疗骨不连具有一定局限性,不适用于萎缩型及缺血型骨不连,不能获得良好效果,失败率较高。非接触式电刺激器是促进骨折愈合的新型仪器,临床可采用该仪器治疗胫骨骨折骨不连,以便提高疗效、促进患者康复<sup>[13]</sup>。

**3.1.2 低频脉冲超声** 低频脉冲超声疗法属于物理疗法中的一种,临床常用于治疗骨科疾病,具有操作简单、效果明显及不良反应少等优点<sup>[14]</sup>。Potsika 等<sup>[15]</sup>认为,低频脉冲超声疗法尤其适用于高龄及合并严重内科疾病而不能耐受手术的骨不连患者。Zura 等<sup>[16]</sup>采用低频超声疗法治疗胫骨骨折骨不连患者 189 例,结果治愈 168 例、无效 21 例。

**3.1.3 体外冲击波** Vulpiani 等<sup>[17]</sup>采用体外冲击波疗法治疗骨不连,治愈率高达 84.6%,且所有患者均未出现任何不良反应。Haffner 等<sup>[18]</sup>采用体外冲击波疗法治疗内固定失败导致的胫骨骨不连,治疗 6 个月

后所有患者均可负重行走,且行走时患肢无疼痛感;认为该法治疗胫骨骨折骨不连,效果明显且无不良反应,患者更容易接受。

**3.1.4 特立帕肽注射** 特立帕肽是一种重组人甲状旁腺激素,可以调控成骨细胞增殖和凋亡,能够提高骨密度、改善骨重建,临床常用于治疗骨质疏松症。系列研究表明,特立帕肽联合抗生素治疗胫骨骨折骨不连效果明显,无需再次进行手术治疗,但目前尚缺乏大样本的临床试验证据支持<sup>[19-20]</sup>。

### 3.2 手术疗法

**3.2.1 骨移植** 骨移植能够起到良好的骨诱导及骨传导作用,是治疗骨不连的常用手术方法,植骨材料主要有人工合成骨、同种异体骨及自体骨等,临床多采用自体髂骨进行骨移植<sup>[21]</sup>。蒋李青等<sup>[22]</sup>采用富血小板血浆复合人工骨植骨治疗骨折不愈合,结果骨折愈合及患肢功能恢复情况均良好。

**3.2.2 骨形态发生蛋白注射** 骨形态发生蛋白是一种能够诱导骨形成和促进骨损伤修复的生长因子,临床常用于治疗骨不连<sup>[23]</sup>。Friedlaender 等<sup>[24]</sup>研究发现,骨形态发生蛋白-7 治疗骨不连的效果和自体骨移植相同,并且前者具有操作简单、创伤小及不良反应少等优点。

**3.2.3 髓内钉固定** 髓内钉固定治疗胫骨骨折骨不连临床较为常见,多与骨移植等联合应用,效果良好。Tsang 等<sup>[25]</sup>认为,髓内钉固定治疗肥大型、萎缩型及营养不良型骨不连效果明显,但其治疗感染性骨不连的临床效果尚有待进一步研究证实。

**3.2.4 “铰刀-冲洗-吸引”手术** “铰刀-冲洗-吸引”系统是一种多功能扩髓工具,最初主要用于降低扩髓时髓腔内的压力,减轻扩髓造成的损伤。Dawson 等<sup>[26]</sup>分别采用自体髂骨移植及“铰刀-冲洗-吸引”系统治疗胫骨骨折骨不连,结果两者的疗效相当,但是“铰刀-冲洗-吸引”的手术时间更短,认为其有助于缩短手术时间。

**3.2.5 膜诱导** 膜诱导技术是治疗骨缺损及感染性骨不连的新方法,可以引导骨组织再生、促进骨折端血管生长及刺激成骨细胞的增殖和分化<sup>[27]</sup>。Morelli 等<sup>[28]</sup>通过荟萃分析发现,膜诱导技术治疗感染性骨不连及骨缺损性骨不连效果明显。

**3.2.6 3D 打印骨组织工程支架植入** 采用 3D 生物打印技术可以制作出高精确度的骨组织工程支架,能

够重建骨缺损部位的解剖结构,是治疗骨缺损及骨不连的新型疗法,可以有效促进骨折愈合及患肢功能恢复<sup>[29]</sup>。但是采用 3D 生物打印技术制备骨组织工程支架的时间较长,且如何制备出具有良好生物活性的支架仍有待研究。

## 4 小结

影响胫骨骨折骨不连的因素较多,胫骨骨折骨不连的治疗目前尚无统一标准,临床应根据患者的病情及身体素质选择合适疗法;具体治疗时不应单纯应用一种疗法,可联合应用其他治疗方法,以便提高疗效、减少不良反应,促进患肢功能早期恢复。

## 5 参考文献

- [1] 孙月华. 骨不连的研究现状[J]. 中华创伤骨科杂志, 2005, 7(5): 415-419.
- [2] BHADRA AK, ROBERTS CS, GIANNODIS PV. Nonunion of fibula: a systematic review[J]. Int Orthop, 2012, 36(9): 1757-1765.
- [3] BHANDARI M, FONG K, SPRAGUE S, et al. Variability in the definition and perceived causes of delayed unions and nonunions: a cross-sectional, multinational survey of orthopaedic surgeons[J]. J Bone Joint Surg Am, 2012, 94(15): e1091-1096.
- [4] HERNIGOU P, POIGNARD A, BEAUJEAN F, et al. Percutaneous autologous bone-marrow grafting for nonunions. Influence of the number and concentration of progenitor cells[J]. J Bone Joint Surg Am, 2005, 87(7): 1430-1437.
- [5] WESTGEEST J, WEBER D, DULAI SK, et al. Factors associated with development of nonunion or delayed healing after an open long bone fracture: a prospective cohort study of 736 subjects[J]. J Orthop Trauma, 2016, 30(3): 149-155.
- [6] MELNYK M, HENKE T, CLAES L, et al. Revascularisation during fracture healing with soft tissue injury[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2008, 128(10): 1159-1165.
- [7] MCQUEEN MM, CHRISTIE J, COURT-BROWN CM. Acute compartment syndrome in tibial diaphyseal fractures[J]. J Bone Joint Surg Br, 1996, 78(1): 95-98.
- [8] TOH CL, JUPITER JB. The infected nonunion of the tibia[J]. Clin Orthop Relat Res, 1995, (315): 176-191.
- [9] FONG K, TRUONG V, FOOTE CJ, et al. Predictors of nonunion and reoperation in patients with fractures of the tibia: an observational study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2013, 14: 103.

- [10] COOK JJ, SUMMERS NJ, COOK EA. Healing in the new millennium: bone stimulators: an overview of where we've been and where we may be heading[J]. Clin Podiatr Med Surg, 2015, 32(1): 45-59.
- [11] ITO H, SHIRAI Y. The efficacy of ununited tibial fracture treatment using pulsing electromagnetic fields: relation to biological activity on nonunion bone ends[J]. J Nippon Med Sch, 2001, 68(2): 149-153.
- [12] ALEEM IS, ALEEM I, EVANIEW N, et al. Efficacy of electrical stimulators for bone healing: a meta-analysis of randomized sham-controlled trials[J]. Sci Rep, 2016, 6: 31724.
- [13] AHADIAN S, RAM6N - AZC6N J, OSTROVIDOV S, et al. A contactless electrical stimulator: application to fabricate functional skeletal muscle tissue[J]. Biomed Microdevices, 2013, 15(1): 109-115.
- [14] 张鑫, 刘波, 刘辉, 等. 运动疗法配合物理疗法治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折[J]. 中医正骨, 2014, 26(9): 43-45.
- [15] POTSIKA VT, GRIVAS KN, PROTOPAPPAS VC, et al. Application of an effective medium theory for modeling ultrasound wave propagation in healing long bones[J]. Ultrasonics, 2014, 54(5): 1219-1230.
- [16] ZURA R, DELLA ROCCA GJ, MEHTA S, et al. Treatment of chronic(>1 year) fracture nonunion: heal rate in a cohort of 767 patients treated with low-intensity pulsed ultrasound (LIPUS)[J]. Injury, 2015, 46(10): 2036-2041.
- [17] VULPIANI MC, VETRANO M, CONFORTI F, et al. Effects of extracorporeal shock wave therapy on fracture nonunions[J]. Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2012, 41(9): E122-127.
- [18] HAFFNER N, ANTONIC V, SMOLEN D, et al. Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) ameliorates healing of tibial fracture non-union unresponsive to conventional therapy[J]. Injury, 2016, 47(7): 1506-1513.
- [19] XIAOFENG L, DAXIA X, YUNZHEN C. Teriparatide as a nonoperative treatment for tibial and femoral fracture nonunion: A case report [J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(16): e6571.
- [20] COPPOLA C, DEL BUONO A, MAFFULLI N. Teriparatide in fracture non-unions[J]. Transl Med UniSa, 2014, 12: 47-53.
- [21] 王冲, 宁凡友. 解剖锁定加压钢板内固定联合自体髂骨板植骨治疗肱骨干骨折不愈合[J]. 中医正骨, 2017, 29(2): 62-64.
- [22] 蒋李青, 方炳木, 赵冬梅, 等. 富血小板血浆复合人工骨植骨治疗骨折不愈合合并骨缺损[J]. 中医正骨, 2016, 28(12): 58-60.
- [23] MORISON Z, VICENTE M, SCHEMITSCH EH, et al. The treatment of atrophic, recalcitrant long-bone nonunion in the upper extremity with human recombinant bone morphogenetic protein-7 (rhBMP-7) and plate fixation: a retrospective review[J]. Injury, 2016, 47(2): 356-363.
- [24] FRIEDLAENDER GE, PERRY CR, COLE JD, et al. Osteogenic protein-1 (bone morphogenetic protein-7) in the treatment of tibial nonunions[J]. J Bone Joint Surg Am, 2001, 83-A Suppl 1(Pt 2): S151-158.
- [25] TSANG ST, MILLS LA, FRANTZIAS J, et al. Exchange nailing for nonunion of diaphyseal fractures of the tibia: our results and an analysis of the risk factors for failure[J]. Bone Joint J, 2016, 98-B(4): 534-541.
- [26] DAWSON J, KINER D, GARDNER W 2ND, et al. The reamer-irrigator-aspirator as a device for harvesting bone graft compared with iliac crest bone graft: union rates and complications[J]. J Orthop Trauma, 2014, 28(10): 584-590.
- [27] 张银刚. AF 诱导骨组织再生的新理论—膜性负压说[J]. 中医正骨, 2008, 20(10): 74-75.
- [28] MORELLI I, DRAGO L, GEORGE DA, et al. Masquelet technique: myth or reality? A systematic review and meta-analysis[J]. Injury, 2016, 47(Suppl 6): S68-76.
- [29] LIU Y, CHAN JK, TEOH SH. Review of vascularised bone tissue-engineering strategies with a focus on co-culture systems[J]. J Tissue Eng Regen Med, 2015, 9(2): 85-105.  
(2017-05-25 收稿 2017-06-16 修回)

(上接第 49 页)

- [16] TANKSLEY JA, WERNER BC, MA R, et al. What's new in sports medicine[J]. J Bone Joint Surg Am, 2015, 97(8): 682-690.
- [17] 刘心, 冯华, 张辉. 膝关节后外侧结构损伤的临床研究进展[J]. 中国运动医学杂志, 2009, 28(3): 331-336.
- [18] 刘玉杰, 敖英芳, 陈世益. 膝关节韧带损伤修复与重建[M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 229-232.  
(2017-06-05 收稿 2017-07-20 修回)