

## 改进植骨方式结合锁定加压钢板治疗胫骨中下段骨不连

赵雪,王攀峰,章云童,张春才,许硕贵,张欣  
(第二军医大学附属长海医院骨科,上海 200433)

**【摘要】 目的:** 探讨改进植骨方式结合锁定加压钢板治疗胫骨中下段骨不连的方法。**方法:** 自 2011 年 1 月至 2012 年 12 月,采用改进植骨方式结合锁定加压钢板治疗 12 例胫骨中下段骨不连患者,其中男 8 例,女 4 例;年龄 20~69 岁,平均 47 岁。初次外伤至此次骨不连手术时间为 9 个月~5 年,平均 1 年 7 个月。伤后行外固定支架治疗 4 例,钢板内固定治疗 6 例,髓内钉治疗 2 例,其中 2 例来院时已出现钢板、螺钉断裂。11 例为非感染性骨不连,1 例为感染性骨不连。术前 X 线及 CT 检查提示全部病例有不同程度的死骨、硬化骨形成。术中记录手术时间、出血量,术后观察伤口愈合情况,并根据术后 X 线片复查情况评价骨愈合时间。术后 10 个月参照 Johner-Wruhs 标准对踝关节功能进行评分。**结果:** 手术时间 90~185 min,平均(125.00±20.15) min;术中出血量 225~750 ml,平均(415.00±120.00) ml。12 例均获随访,时间 10 个月~2.5 年,平均 1.5 年。术后复查 X 线片提示,全部病例 4 个月内骨断端形成骨桥样骨连接,3 例 6 个月达到类骨板样骨愈合,其余 9 例术后 8~12 个月达到类骨板样骨愈合。术后未出现伤口感染,神经、血管损伤,钢板、螺钉断裂等手术并发症。术后 10 个月根据 Johner-Wruhs 标准进行踝关节功能评价,优 10 例,良 1 例,可 1 例。**结论:** 采用改进植骨方式结合锁定加压钢板,在骨不连断端充分加压的基础上建立骨断端多点支撑,实现有效固定是治疗胫骨中下段骨不连的有效方法。

**【关键词】** 胫骨; 骨折; 外固定器; 骨折愈合

DOI:10.3969/j.issn.1003-0034.2014.12.008

### Advanced bone graft combined with locking compression plate for the treatment of middle and distal tibia nonunion

ZHAO Xue, WANG Pan-feng, ZHANG Yun-tong, ZHANG Chun-cai, XU Shuo-gui, and ZHANG Xin. Department of Orthopaedics, Changhai Hospital Affiliated to the Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

**ABSTRACT Objective:** To explore methods of treating middle and distal tibia nonunion with the treatment of advanced bone graft combined with locking compression plate. **Methods:** From January 2011 to December 2012, 12 patients with middle and distal tibia nonunion were treated with advanced bone graft combined with locking compression plate. Among patients, there were 8 males and 4 females aged from 20 to 69 with an average of 47 years old. The time from first injuries to bone nonunion was from 9 months to 5 years, avergaed 19 months. Four cases were treated with external fixation, 6 cases were treated with plate fixation, 2 cases of 12 patients occurred broken of plate and nail. Eleven patients were non-infective bone nonunion and 1 patient was infective bone nonunion. Preoperative X-ray and CT showed all patients had sequestration and formation of ossified bone with different degrees. Operative time, blood loss, wound healing were observed, fracture healing time was evaluated by postoperative X-ray. Johner-Wruhs scoring standards was used to evaluate ankle joint function after operation at 10 months. **Results:** Operative time ranged from 90 to 185 min with an average of (125.00±20.15) min; blood loss ranged from 225 to 750 ml with an average of (415.00±120.00) ml. All patients were followed up from 10 months to 2.5 years with an average of 1.5 years. Postoperative X-ray showed bone union was formed around fracture after operation at 4 months in all patients, 3 cases obtained bone healing within 6 months after operation, 9 cases obtained from 8 to 12 months. No infection, injury of nerve and vessles, and broken of plate and nail were occurred. According to Johner-Wruhs scoring at 10 months after operation, 10 cases obtained excellent results, 1 good and 1 moderate. **Conclusion:** Advanced bone graft combined with locking compression plate, which can build fracture multi-point supporting based on full compression of bone nonunion to get effective fixation, is an effective method in treating middle and distal tibia nonunion.

**KEYWORDS** Tibia; Fractures; External fixtors; Fracture healing

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2014, 27(12): 1008-1011 www.zggszz.com

通讯作者:张春才 E-mail:zhangchuncai@sina.vip.com

Corresponding author: ZHANG Chun-cai E-mail: zhangchuncai@sina.vip.com

随着生活节奏的加快,交通伤及高处坠落伤等  
高能量损伤导致的下肢骨折患者逐渐增多。而胫骨

中下段骨折由于骨折部位特殊,易损伤血管,尤其在损伤机制严重或多次手术切开复位,导致骨折端血运障碍,术后骨不连的发生率也相应增高,有报道<sup>[1]</sup>发现胫骨骨折中约 2%~15% 的患者可发生骨不连。胫骨中下段骨折常涉及踝关节面,且皮下软组织覆盖少,骨不连一旦发生,治疗就显得更为棘手。本文采用改进植骨方式结合锁定加压钢板共治疗 12 例胫骨中下段骨不连,疗效满意,现报告如下。

## 1 临床资料

自 2011 年 1 月至 2012 年 12 月,治疗胫骨中下段骨不连 12 例,其中男 8 例,女 4 例;年龄 20~69 岁,平均 47 岁。初次外伤至此骨不连手术时间 9 个月~5 年,平均 1 年 7 个月。伤后行外固定支架治疗 4 例,钢板内固定治疗 6 例,髓内钉治疗 2 例,其中 2 例来院时已出现钢板、螺钉断裂。骨不连按照 Weber-Cech 分型<sup>[2]</sup>:无骨痂生长,呈萎缩型骨不连 4 例;骨折端膨大、硬化,成肥大型骨不连 8 例。11 例为非感染性骨不连;1 例伤后行外固定支架治疗术后 1 年骨折不愈合,钉道出现红肿、流脓,予以拆除外固定支架,局部钉道清创,VSD 负压引流 1 周,半年内未出现局部红肿、流脓等。全部病例在初次手术术后 9 个月仍未愈合,并且已连续 3 个月没有愈合迹象,符合骨不连的诊断标准<sup>[3]</sup>。骨折断端均有不同程度的死骨、硬化骨及纤维连接形成,入院后摄患侧小腿正侧位 X 线片,行 CT 平扫,必要时行三维重建检查,充分评估断端死骨、硬化骨及骨缺损情况。

## 2 治疗方法

行连续硬膜外麻醉,取胫骨中下段前外侧切口逐层切开,显露骨折断端,取出原有钢板、螺钉。由于骨不连患者均为 2 次甚至多次手术,瘢痕组织多,原有解剖结构破坏,暴露过程中需特别注意保护重要血管、神经。清除骨折断端纤维连接组织、硬化骨及死骨,使用磨钻由细到粗依次钻通髓腔,咬除硬化骨至微渗血。彻底清除骨折远近端纤维连接组织,髓腔内外侧彻底剥离附着的软组织;髓腔及伤口纱布填塞并适当加压包扎,以减少骨断端渗血。

根据患者骨缺损量及维持力点所需骨量选择取一侧髂前、髂后或部分腓骨段为植骨材料。成功取骨后刮出皮质骨表面骨膜及软组织,皮质骨及松质骨分别以庆大霉素浸泡,备植骨用。取胫骨远端锁定加压钢板置于胫骨干前外侧,维持骨干力线情况下,远、近端分别打入 1 枚锁定螺钉及拉力螺钉,拉力螺钉不旋紧。将所取髂骨块或腓骨修整成合适大小后加垫于骨缺损处,尽可能形成“三点有效支撑”,旋紧拉力螺钉实现 1 次加压。使用锁定加压钢板尤其应注意钢板对侧骨支撑的重要性。植骨过程中应注意

“重塑髓腔”,即所植骨块应维持远近端髓腔连续性,使得髓腔内渗血可通过骨折断端,以增加骨愈合概率。成功建立力点后,再次使用加压钉实现 2 次加压,并完成锁定,检查并确保骨断端无微动及足够压应力。必要时可选取小钢板加垫于已固定钢板对侧或力学薄弱处,钢缆捆绑固定或以拉力螺钉经对侧钢板钉孔拉住小钢板,实现骨干内外侧足够的支撑力。准备好皮松质兼备、长宽适当的髂骨条横跨于骨缺损区,嵌入内固定缝隙中。剩余皮质骨修剪成宽 1.5~2 mm 细火柴棒状,松质骨修剪成米粒状,植骨于主要骨块周围,充分填充(图 1a, 1b)。

术后应用抗生素预防感染,经肌肉穿行 >5 cm 置伤口引流管 1~2 根,伤口敷料厚垫,弹力绷带加压包扎以压迫止血。术后根据伤口引流量间断开放引流管,通常术后 24 h 可持续开放引流,48~72 h 后拔出引流管。术后予以心电监护,监测患者血压、心率、氧饱和度、血红蛋白、红细胞压积等,根据以上监测情况调整术后补液量及晶胶比例。术后 1 d 指导患者在床上练习等长收缩股四头肌及小腿肌肉,训练踝泵运动。伤肢长腿石膏托固定,术后 3 周改为短腿石膏托并逐渐练习屈伸膝关节,术后 1、2、3、6、12、24 个月复查 X 线片,直至骨折愈合。

## 3 结果

**3.1 疗效评定** 记录手术时间、出血量,观察伤口愈合情况,根据术后 X 线片复查情况评价骨愈合时间。参照 Johner-Wruhs<sup>[4]</sup>标准对踝关节功能进行评定:优,骨折愈合,膝、踝关节活动正常并能够对抗力量,步态正常,无疼痛,胫骨无成角畸形,短缩 <5 mm,无感染、神经血管损伤等并发症;良,骨折愈合,膝、踝关节活动达到正常的 75%,对抗力量稍差,步态正常,偶有疼痛,胫骨成角畸形 <5°,短缩 5~10 mm,旋转 10°~20°,无感染,伴轻度神经、血管损伤等并发症;中,骨折愈合,膝、踝关节活动超过正常的 50%,对抗力量明显受限,跛行步态,中等疼痛,胫骨成角畸形 10°~20°,短缩 10~20 mm,旋转 10°~20°,无感染,伴中度神经、血管损伤等并发症;差,骨折愈合延迟或不连,膝、踝关节活动不足正常的 50%,无对抗力量,明显跛行步态,疼痛明显,胫骨成角畸形 >20°,短缩 >20 mm,旋转 >20°,可并发感染,伴中度神经、血管损伤等并发症。

**3.2 治疗结果** 手术时间 90~185 min,平均(125±20.15) min;术中出血量 225~750 ml,平均(415±120) ml。12 例均获随访,时间 10 个月~2.5 年,平均 1.5 年。术后复查 X 线片,提示全部病例 4 个月内骨断端形成骨桥样骨连接,3 例 6 个月达到类骨板样骨愈合,其余 9 例术后 8~12 个月达到类骨板样骨愈



图 1 患者,男,44 岁,车祸外伤致右胫骨中下段开放性骨折行外固定支架治疗,术后 14 个月出现骨不连 1a. 术前 X 线片可见骨断端硬化骨形成 1b. 术中予切开复位内固定加自体髂骨取骨植骨术治疗,利用较坚硬的髂骨脊充分建立断端骨支撑 1c. 术后 6 个月,骨断端已形成类骨桥样骨愈合

Fig.1 A 44-year-old male patient with right middle and distal tibial open fractures caused by traffic accident, and treated with external fixation, bone nonunion appeared at 14 months after operation 1a. Preoperative X-ray showed formation of ossified bone at bone stump 1b. Open reduction and internal fixation combined with autogenous iliac bone grafting were performed, effective fracture supporting was established by using hard iliac crest 1c. Post-operative X-ray at 6 months showed the section of fracture formed bone union like bone bridge

合(图 1c)。1 例术前存在外固定支架钉道感染史,由于胫骨前外侧切口途经该钉道,术中予以梭形切除,感染未达骨面,术后伤口愈合良好。术后 10 个月根据 Johner-Wruhs 标准进行踝关节功能评价,骨折均愈合,未发现伤口感染,神经、血管损伤,钢板、螺钉断裂等手术并发症,其中 10 例踝关节活动基本正常,可正常负重行走,无疼痛,患肢短缩 0~5 mm,无旋转或成角畸形,评价为优;1 例患肢踝关节跖屈、背伸轻度受限,负重行走偶感疼痛,患肢短缩 5 mm,无明显旋转或成角畸形,评价为良;1 例因患肢短缩约 15 mm,跛行步态,评价为可。

#### 4 讨论

4.1 植骨方式及骨断端的处理 治疗骨不连的主要原则是稳定的内固定联合充分植骨,而植骨的主要作用包括促进骨形成和提供结构性支持。通常认为,骨折端局部植入自体髂骨是目前治疗骨折不愈合的金标准,应用髂骨植骨不仅可以填充局部骨缺损,而且髂骨为松质骨,富有红骨髓及多种成骨诱导因子,利于骨折端愈合。因此,术中需根据骨缺损的程度选择合适的取骨部位及取骨量。

由于人类胫骨紧贴小腿前内侧,皮下软组织覆盖少,特别是内侧皮肤条件较差时,临床医生更愿意将钢板置于胫骨外侧。吴新江等<sup>[5]</sup>认为在置入胫骨外侧钢板后,为解决偏心固定稳定性问题,采用自体髂骨骨板固定于钢板对侧,可承担原本加载于钢板上的部分应力,从而提高钢板内固定后的稳定性,防止内固定应力过于集中而导致固定失败。许硕贵等<sup>[6]</sup>则采用改进植骨方式,即加垫式植骨+夹板式植

骨+播种式植骨相结合的办法治疗骨不连,取得了显著疗效。张鹏等<sup>[7]</sup>采用支点式植骨完成骨支撑,夹板式植骨加强植骨的稳定性,播种式植骨增加了植骨接触面积并最大限度发挥骨诱导的作用,取得了疗效。本文采用锁定加压钢板治疗骨不连,其主要在于充分利用加垫式植骨原理,在骨断端利用较硬的髂骨脊或腓骨作为支撑骨,建立“三点有效支撑”;并利用锁定加压钢板加压孔实现 2 次以上加压,确保骨断端稳定无微动。同时准备好皮松质兼备、长宽适当的髂骨条横跨于骨缺损区,嵌入内固定缝隙中,形成“夹板”,并将剩余皮质骨修剪成宽 1.5~2 mm 细火柴棒状,松质骨修剪成米粒状,播种植骨于主要骨块周围,充分填充。

植骨成功的基本条件是可靠固定、充分植骨及保持良好的血供,为保证骨折固定的稳定性,笔者强调尤其注意钢板对侧骨支撑的重要性,必要时可选取小钢板加垫于已固定钢板对侧或力学薄弱处,钢缆捆绑固定或以拉力螺钉经对侧钢板钉孔拉住小钢板,实现骨干内外侧足够的支撑力。骨不连病例大部分表现为断端大量纤维肉芽组织增生和死骨形成。薛汉中等<sup>[8]</sup>认为,盲目切除断端死骨、硬化骨是不恰当的,并在细胞分子水平证实了硬化死骨中存在一定数量的成骨细胞及新生血管,但其成骨能力尚未得到进一步验证。徐忠世等<sup>[9]</sup>主张采用髓内植骨方式治疗骨不连。但笔者认为无论采用腓骨髓内植骨或松质骨颗粒髓内植骨都是无益于骨折愈合的,反而在成骨过程中容易阻塞髓腔,影响断端血供。笔者认为,清除纤维肉芽组织、残端硬化骨、死骨,显露断

端新鲜骨质是必要的手术步骤,骨膜组织不可能保留,基于对骨不连处血供的考虑,强调钻通远近端髓腔,在完成加垫式植骨的同时保持髓腔畅通,即“重塑髓腔”,使髓腔血液可通至骨折端。另外,播种植骨过程中,其填塞密度应等同于正常松质骨密度,使得髓腔血液可渗出。这样,为血液中的诱导因子促进不连端血管化、刺激骨形成创造了条件。

**4.2 手术时机的选择** 本组全部病例在初次手术后 9 个月仍未愈合,并且已连续 3 个月没有愈合迹象,符合骨不连的诊断标准。对于初次手术行钢板或髓内钉内固定,且无钢板、螺钉断裂,骨不连残端稳定者,应于骨不连手术前 2~3 个月指导患者床上练习等长收缩股四头肌及小腿肌肉,练习踝泵运动,以训练患侧小腿肌肉,改善患肢术后软组织覆盖及肌肉的抗感染能力,同时为术后康复训练做好准备。对于行支架外固定或内固定断裂者,应予以拆除原有外固定支架,短腿石膏托固定,维持骨不连残端基本对位、对线,同样方式训练患侧小腿肌肉。感染性骨髓炎 I 期植骨内固定成功率低,笔者主张在感染治愈后至少半年内未出现患肢红肿热痛、流脓渗液,且体温监测正常,白细胞、中性粒细胞比例、血沉、CRP 无明显升高者,可纳入本组骨不连治疗标准。

**4.3 术中注意事项** 术前做好充分准备,准确测量骨缺损长度,选择合适的钢板,确定取骨部位及取骨量。钢板固定时仔细观察胫骨嵴纵轴线,避免成角或旋转。先固定钢板,使骨缺损断端保证初步稳定,再将较硬的髂骨脊或腓骨修剪为支撑骨,加垫式植骨于骨断端,注意在一定压力下将骨块“嵌入”,在此基础上利用锁定加压钢板充分加压,稳定固定。

**4.4 术后功能训练** 张春才等<sup>[10]</sup>认为,骨不连残端愈合的关键,在于能够向骨块间提供持续的生理性力值,其力值一直维持到骨板样骨愈合与功能的恢复相同步。因此,在维持骨断端稳定固定的基础上,术后功能训练应尽可能向骨断端提供生理性的成骨力值,即变固定段为生长段。笔者主张,术后 1 d 起即指导患者床上练习等长收缩股四头肌及小腿肌肉,训练踝泵运动。伤肢长腿石膏托固定,术后 3 周改为短腿石膏托并逐渐练习屈伸膝关节。利用肌肉的收缩力量向骨断端提供生理性成骨力值,同时预防深静脉血栓形成等手术并发症。根据术后复查情况,待骨断端形成骨桥样骨连接时,即可指导患者拄双拐,患肢负重体重 1/5 下地行走,且根据骨愈合情况逐渐增加负重比例,直至骨端完全愈合。

#### 参考文献

[1] 殷兵,张奇,张英泽. 胫骨骨不连的手术治疗进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2010, 18(20): 1701-1703.

Yin B, Zhang Q, Zhang YZ. Surgical treatment of tibial nonunion progress[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2010, 18(20): 1701-1703. Chinese.

[2] 邱贵兴,费起礼,胡永成. 骨科疾病的分类与分型标准[M]. 北京:人民卫生出版社, 2009: 2-3.

Qiu GX, Fei QL, Hu YC. Classification and Classification Criteria of Orthopedic Disorders[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2009: 2-3. Chinese.

[3] Brinker MR, Bailey DE. Fracture healing in tibia fractures with an associated vascular injury[J]. J Trauma, 1997, 42(1): 11-19.

[4] Johner R, Wruhs O. Classification of tibial shaft fractures and correlation with results after rigid internal fixation[J]. Clin Orthop Relat Res, 1983, (178): 7-25.

[5] 吴新江,张元生,刘云龙. 应用自体骨板移植加钢板固定治疗非感染性胫骨骨不连骨缺损[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2011, 26(2): 158-159.

Wu XJ, Zhang YS, Liu YL. Using autogenous bone grafting and plate fixation for the treatment of noninfectious tibial nonunion with bone defect[J]. Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi, 2011, 26(2): 158-159. Chinese.

[6] 许硕贵,张春才,付青格,等. 利用天鹅记忆接骨器改进植骨方式治疗骨不连 134 例[J]. 中华创伤骨科杂志, 2003, 5(3): 200-202.

Xu SG, Zhang CC, Fu QG, et al. 134 cases of nonunion treated by modified bone grafting models with swan shape memory connector [J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2003, 5(3): 200-202. Chinese.

[7] 张鹏,张春才,许硕贵,等. 应用组合式植骨内固定方法治疗肱骨髁部骨不连[J]. 中国骨伤, 2007, 20(6): 370-372.

Zhang P, Zhang CC, Xu SG, et al. Application of composite bone graft and internal fixation in the treatment of nonunion of the humeral condylar fracture[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2007, 20(6): 370-372. Chinese with abstract in English.

[8] 薛汉中,孙亮,李忠,等. 自体髂骨改良结构植骨治疗四肢骨不连[J]. 中华创伤骨科杂志, 2013, 15(8): 671-675.

Xue HZ, Sun L, Li Z, et al. Extremity nonunion treated by modified autologous iliac grafting[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2013, 15(8): 671-675. Chinese.

[9] 徐忠世,肖德明,林博文,等. 髓内植骨加长接骨板内固定治疗股骨髓内钉断裂后骨不愈合[J]. 中华创伤骨科杂志, 2006, 8(7): 690-691.

Xu ZS, Xiao DM, Lin BW, et al. Intramedullary bone graft with lengthened plate fixation for the treatment of femoral nonunion after intramedullary nail fracture[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2006, 8(7): 690-691. Chinese.

[10] 张春才,禹宝庆,许硕贵,等. 应用生理性成骨力值概念治疗骨折与骨不连——兼论 MO 现象与有效固定[J]. 中国骨伤, 2007, 20(6): 361-363.

Zhang CC, Yu BQ, Xu SG, et al. Treatment of fracture and nonunion using the concept of physiological osteogenic stress discussion of MO phenomenon and valid fixation[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2007, 20(6): 361-363. Chinese.

(收稿日期: 2014-02-17 本文编辑: 连智华)