

· 临床论著 ·

两种植骨治疗胫骨中下段骨不连的比较[△]

叶 剑, 廖明新, 林伟明*, 吴冯春

(福建医科大学附属南平第一医院, 福建南平 353000)

摘要: [目的] 比较混合植骨与颗粒植骨治疗胫骨中下段骨折术后骨不连的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2013 年 5 月—2020 年 5 月本院收治的胫骨中下段无菌性骨不连病例 48 例患者的临床资料。按照术前医患沟通结果, 28 例采用混合植骨治疗, 20 例采用颗粒植骨治疗。比较围手术期、随访与影像等相关指标。[结果] 两组患者手术均顺利完成, 术中均未发生重要血管、神经损伤。混合组手术时间和手术切口总长度显著长于颗粒植骨组 ($P<0.05$), 但混合组下地行走时间显著早于颗粒组 ($P<0.05$)。两组术中失血量、术中透视次数、术后引流量、切口愈合程度及总住院时间的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。两组患者均获随访 (15.9±2.6) 个月, 混合组术后完全负重活动时间显著早于颗粒组 ($P<0.05$)。随时间推移, 两组的 AOFAS 评分和踝关节背伸-跖屈 ROM 显著增加 ($P<0.05$)。术前两组间 AOFAS 评分、踝关节背伸-跖屈 ROM 的差异均无统计学意义 ($P>0.05$); 术后 3 个月混合组的 AOFAS 评分及踝关节背伸-跖屈 ROM 显著优于颗粒组 ($P<0.05$)。末次随访时, 混合组的 AOFAS 评分显著大于颗粒组 ($P<0.05$), 但踝关节背伸-跖屈 ROM 的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。末次随访时, 混合组的 Johner-Wruh 评分显著优于颗粒组 ($P<0.05$)。影像学方面, 混合组骨折影像愈合时间显著早于颗粒组 ($P<0.05$)。[结论] 两种植骨治疗方式均可有效治疗胫骨中下段骨不连, 相比之下, 混合植骨的临床疗效优于颗粒植骨。

关键词: 胫骨干骨折, 不愈合, 髂骨, 骨移植

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 12-1063-06

Comparison of two bone autografting techniques for middle and lower tibial shaft nonunion // YE Jian, LIAO Ming-xin, LIN Wei-ming, WU Feng-chun. Nanping First Hospital, Fujian Medical University, Nanping 353000, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical outcomes of mixed bone autografting (MBAG) versus granular bone autografting (GBAG) in the treatment of postoperative nonunion of middle and lower tibial shaft fractures. [Methods] A retrospective study was conducted on 48 patients who received bone autografting for aseptic bone nonunion of the middle and lower tibial shaft secondary to previous surgical treatment in our hospital from May 2013 to May 2020. According to the results of preoperative doctor-patient communication, 28 patients received MBAG, while the other 20 patients received GBAG. The documents regarding perioperative period, follow-up and imaging were compared between the two groups. [Results] All patients in both groups were operated on successfully without important vascular and nerve injuries during the operation. The MBAG group consumed significantly longer operative time with a significantly longer total incision length than the GBAG group ($P<0.05$), however, the former resumed postoperative walking significantly earlier than the latter ($P<0.05$). There were no significant differences in terms of intraoperative blood loss, intraoperative fluoroscopy times, postoperative drainage volume, incision healing grade and total hospital stay between the two groups ($P>0.05$). All patients in both groups were followed up for (15.9±2.6) months on an average, and the MBAG group returned to full weight-bearing activity significantly earlier than the GBAG group ($P<0.05$). The AOFAS score and dorsal extension-plantar flexion range of motion (ROM) increased significantly in both groups over time ($P<0.05$), which were not significantly different before operation between the two groups ($P<0.05$), whereas the MBAG group proved significantly superior to the GBAG group in terms of AOFAS score and ROM 3 months postoperatively ($P<0.05$), and AOFAS score at the latest follow-up ($P<0.05$). In addition, the MBAG group was significantly superior to the GBAG in term of Johner-Wruh criteria at the latest follow-up ($P<0.05$). Radiographically, the MBAG group got healing of the nonunion significantly earlier than the GBAG group ($P<0.05$). [Conclusion] Both bone autografting techniques do effectively treat nonunion of the middle and lower shaft of the tibia. In contrast, the clinical efficacy of mixed bone autografting is superior to granular bone autografting.

Key words: tibial shaft fracture, nonunion, iliac crest, bone graft

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.12.02

[△]基金项目:福建医科大学启航基金项目(编号:2019QH1221);福建省自然科学基金项目(编号:2020J011307)

作者简介:叶剑,副主任医师,研究方向:足踝外科,(电话)15359950088,(电子信箱)yejian9903032@163.com

* 通信作者:林伟明,(电话)13850900811,(电子信箱)741446011@qq.com

在骨折的愈合过程中的一个或多个时期受到阻碍，都有可能导导致骨的愈合过程终止，从而出现骨折不愈合（又称骨不连）。由于胫骨中下段解剖结构的特殊性，血供模式单一，骨折后出现骨不连的概率较大，最高可达 20.0%^[1]。根据骨不连断端的活力情况可将非感染性骨不连分为三型：肥大型、萎缩型、营养不良型^[2]。在各种骨不连的治疗方案中，手术治疗的有效率高达 80%^[3]。萎缩型和营养不良型骨不连的骨折端都无明显的骨痂形成，骨折端成骨能力差，均需要进行骨折端的植骨，以改善局部的生物学环境，促进愈合。髂骨颗粒植骨可以充分填充骨缝隙、诱导骨生成，但缺乏支撑能力；混合式植骨不仅有大块髂骨块的结构支撑，同时在残余的骨缝隙中填塞髂骨颗粒。这两种植骨方式在手术并发症、骨愈合时间、肢体功能康复等方面是否存在差异，目前尚无明确的研究。本文通过回顾性分析相关资料，比较这两种植骨方式的临床疗效。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：(1) 符合胫骨骨不连的 AO 诊断标准；(2) 骨不连处无明显红肿、渗液、窦道等炎症反应症状；(3) 影像学检查提示内固定物稳定；(4) 依从性好，可配合随访者，且随访时间>12 个月。

排除标准：(1) 感染性骨不连或内固定物衰竭者；(2) 合并严重内科疾病无法接受手术者；(3) 有影响骨折愈合的疾病，如代谢性疾病、糖尿病等；(4) 有长期吸烟史、酗酒史等不良嗜好者。

1.2 一般资料

回顾性分析 2013 年 5 月—2020 年 5 月收治胫骨中下段无菌性骨不连病例资料，根据上述纳入与排除标准，共 48 例纳入本研究。按照术前医患沟通结果，将所有的患者分为两组，一般资料见表 1。两组性别、年龄、BMI、骨折性质、骨折分型、初次固定方式、初次术后时间等一般资料差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。本研究已获得南平市第一医院伦理委员会批准 (NPSY202190009)，所有患者均知情同意并签署知情同意书。

1.3 手术方法

所有患者根据术前麻醉医师评估分别行腰硬联合麻醉或气管插管静脉全身麻醉，取仰卧位，患者臀部垫高，大腿近端上气囊止血带。有 3 例胫骨外支架固定术后骨不连者，予拆除外支架改为石膏固定两周

后，采用胫骨内侧 MIPPO 固定方式固定骨折端。所有患者保留内固定，在胫骨骨不连处取胫骨前缘偏外侧 (MIPPO 钢板固定) 或胫骨前缘偏内侧 (髓内钉) 1 cm 纵行手术切口，依次切开皮肤及皮下组织，显露胫骨前外侧面骨不连断端。用骨刀和刮匙做断端清理，去除骨不连断端的瘢痕组织及硬化骨，直至出现骨面点状出血 (红辣椒征)。将断端瘢痕组织送检，快速镜检白细胞计数，明确为无菌性骨不连。

表 1 两组患者一般资料与比较

指标	混合组 (n=28)	颗粒组 (n=20)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	49.2±11.8	47.9±12.7	0.704
性别 (例, 男/女)	21/7	14/6	0.148
BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	24.8±2.9	25.1±2.8	0.074
OTA 骨折分型 (例, A/B/C)	14/6/8	11/4/5	0.122
Gustilo 分型 (例, 0/I/II/IIIA)	20/7/0/1	12/6/1/1	0.793
骨折性质 (例, 开放/闭合)	10/18	9/11	0.421
初次固定 (例, 髓内钉/钢板/外支架)	8/19/1	5/13/2	0.841
初次术后时间 (月, $\bar{x} \pm s$)	9.5±1.2	9.6±1.3	0.783
侧别 (例, 左/右)	11/17	9/11	0.157
Weber 分型 (例, 萎缩型/营养不良型)	10/18	8/12	0.091

混合组：于胫骨前外侧或前内侧面，设计跨越骨不连断端的骨槽，长约 4 cm、宽约 1 cm。用 2.5 mm 钻头于榫槽边缘打孔，后用骨刀截骨，取出两端骨块。取出的骨块使用咬骨钳咬碎成颗粒，备植骨。取自体全板髂骨骨块，长约 6 cm，咬骨钳去除内、外侧骨皮质，修整成比骨槽略长、宽 2~3 mm 的植骨块，并刮取适量的髂骨松质骨颗粒。将胫骨和髂骨的骨颗粒混合，取一部分填充在胫骨骨不连断端的深部及周围，再将修整好的髂骨块通过钝头击打器缓慢嵌入骨槽中，最后再将剩余的骨颗粒填塞至可见的骨缝隙中。放置引流管，缝合创口。

颗粒组：取自体全板髂骨骨块，长约 6 cm，咬骨钳去除骨皮质，制备成髂骨颗粒。再将髂骨颗粒植入骨缺损区域及骨折远近端的周围 2 cm 区域。放置引流管，缝合创口。

术中常规应用预防性抗生素 24 h，术后 12 h 开始使用低分子肝素 5 000 IU 抗凝治疗，预防深静脉血栓形成。根据引流液情况，引流管放置 48~72 h。术后第 1 d 即开始指导患肢进行股四头肌收缩锻炼及踝关节主动屈伸功能锻炼。术后第 1、2、3、6、9 个月复查 X 线片，评估骨折愈合情况，根据骨折愈合情

况指导后续复查时间及康复训练方案。

1.4 评价指标

记录围手术期资料，包括手术时间、切口长度、术中失血量、术后引流量、切口愈合等级、下地行走时间、住院时间、早期并发症。采用患肢完全负重活动时间、美国足踝骨科协会（American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS）踝与后足评分、踝背伸-跖屈活动度（range of motion, ROM），以及跛行和下蹲情况，Johner-Wruh 评级评定临床效果。行影像检查，记录骨折对位情况，优为骨折解剖对位；良为骨折块移位 <3 mm，无成角；差为骨折块移位 ≥ 3 mm，伴成角畸形。测量双侧胫骨长度差，即健侧-患侧，正值为短缩，负值为过长。记录影像骨折愈合时间和内固定物改变情况。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 t 检验；组内时间点比较采用配对 T 检验或单因素方差分析；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-whitney U 检验，组内比较采用多个相关资料的 Friedman 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

48 例患者均顺利完成手术，术中均未发生重要血管、神经损伤。两组的围手术期资料见表 2。混合组手术时间和手术切口总长度显著长于颗粒植骨组 ($P < 0.05$)，但混合组下地行走时间显著早于颗粒组 ($P < 0.05$)。两组术中失血量、术中透视次数、术后引流量、切口愈合程度及总住院时间的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。混合组中有 2 例患者术后出现手术切口愈合不良，持续肿胀、渗液，细菌学检查阴性，后经 2 周换药治疗后切口愈合。颗粒植骨组中有 1 例患者术后出现切口边缘皮肤坏死、豁开，经 3 周换药治疗后切口愈合。其余患者术后均未发生早期并发症，于术后 2 周顺利拆除缝线。两组切口愈合等级的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.2 随访结果

两组患者均获随访，随访时间 12~22 个月，平均 (15.9 ± 2.6) 个月。随访期间所有患者均无局部感染、畸形、内固定失效及髁骨供区疼痛等术后并发

症。混合组 1 例患者随访 6 个月仍然骨折未愈合，拒绝在本院继续治疗。

表 2 两组患者围手术期资料与比较

指标	混合组 (n=28)	颗粒组 (n=20)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	81.0 \pm 10.8	74.2 \pm 7.5	<0.001
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	6.3 \pm 1.1	5.4 \pm 0.6	<0.001
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	76.7 \pm 15.7	75.9 \pm 13.2	0.110
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	2.4 \pm 1.1	2.7 \pm 1.1	0.898
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	27.3 \pm 1.6	33.3 \pm 2.4	<0.001
术后引流量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	99.1 \pm 7.6	99.0 \pm 7.3	0.628
切口愈合 (例, 甲/乙/丙)	26/2/0	19/1/0	0.091
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	11.9 \pm 1.9	11.7 \pm 1.6	0.130

两组患者随访资料见表 3。混合组恢复术后完全负重活动时间显著早于颗粒组 ($P < 0.05$)。随时间推移，两组的 AOFAS 评分和踝关节背伸-跖屈 ROM 显著增加 ($P < 0.05$)。术前两组间 AOFAS 评分、踝关节背伸-跖屈 ROM 的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)；术后 3 个月，混合组的 AOFAS 评分和踝关节背伸-跖屈 ROM 均显著优于颗粒组 ($P < 0.05$)。末次随访时，混合组的 AOFAS 评分显著大于颗粒组 ($P < 0.05$)，但踝关节背伸-跖屈 ROM 的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。末次随访时，而两组的步态、下蹲能力的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)，但是，混合组 Johner-Wruh 评分显著优于颗粒组 ($P < 0.05$)。

表 3 两组患者随访结果与比较

指标	混合组 (n=27)	颗粒组 (n=18)	P 值
术后完全负重活动时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	165.2 \pm 61.7	182.9 \pm 56.0	<0.001
AOFAS (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	70.2 \pm 4.3	70.0 \pm 4.3	0.104
术后 3 个月	81.9 \pm 4.7	78.7 \pm 3.6	<0.001
末次随访	92.9 \pm 2.9	89.7 \pm 2.5	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	
踝背伸-跖屈 ROM ($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)			
术前	38.7 \pm 1.8	38.7 \pm 1.6	0.321
术后 3 个月	43.3 \pm 2.1	40.9 \pm 2.1	<0.001
末次随访	48.3 \pm 2.0	48.2 \pm 2.2	0.240
P 值	<0.001	<0.001	
跛行 (例, 无/轻度)	25/2	16/2	0.183
下蹲 (例, 完全/部分受限)	18/9	10/8	0.567
Johner-Wruh 评分 (例, 优/良/可)	20/5/2	6/9/3	0.025

2.3 影像评估

两组患者影像资料见表 4。与术前相比, 术后即刻及末次随访时两组患者胫骨对位对线、胫骨长度差均无显著改变 ($P>0.05$); 相应时间点, 两组间胫骨

对位对线及胫骨长度差的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。混合组影像骨折愈合时间显著早于颗粒组 ($P<0.05$)。末次随访两组患者内固定物均未见松动。混合组患者典型影像见图 1。

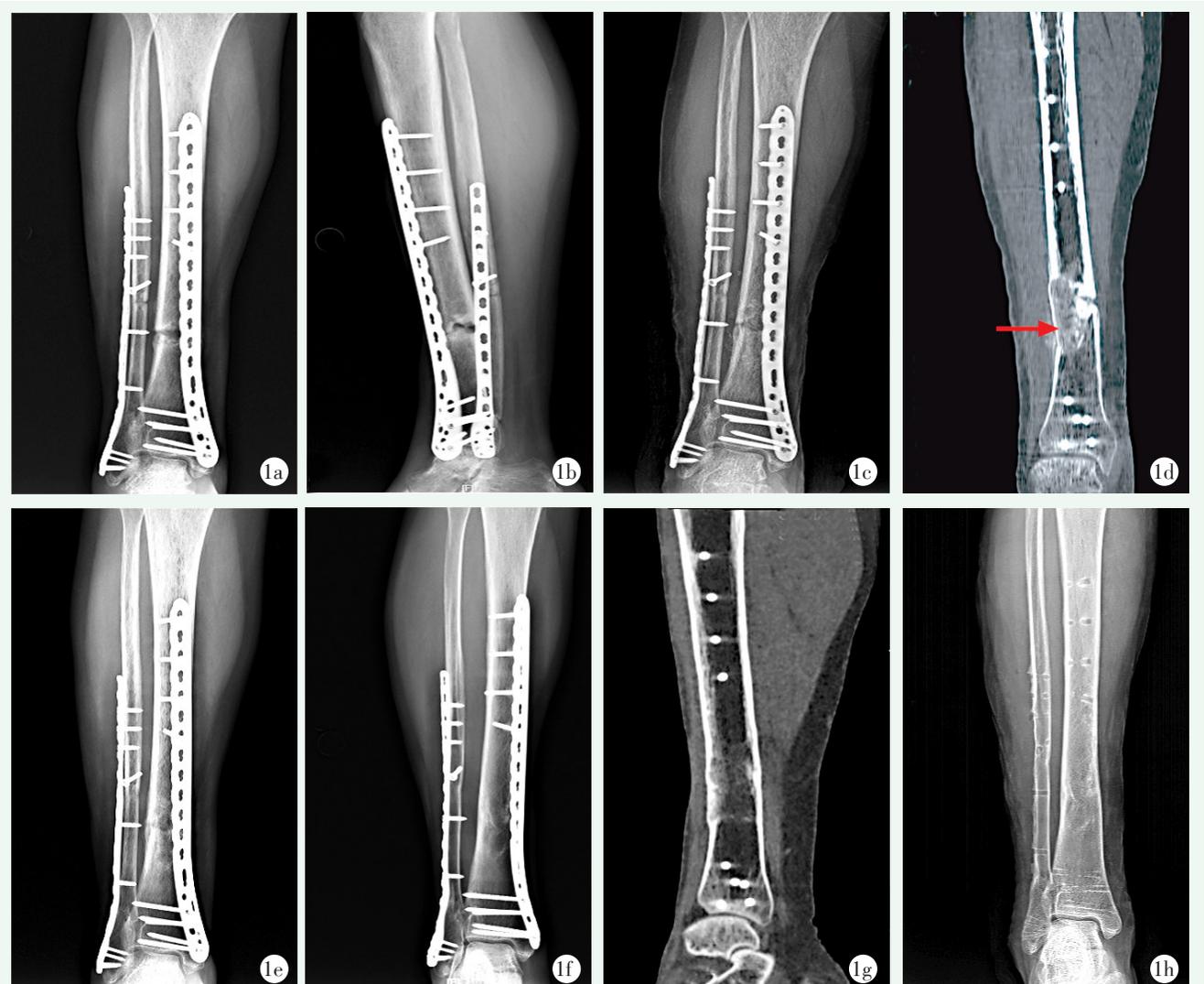


图 1 患者, 女, 54 岁, 右侧胫骨骨折术后骨不连, 行胫骨骨折端切开清理及混合式植骨术 1a, 1b: 胫腓骨正侧位 X 线片可见胫骨初始骨折线清晰, 骨折端无连续骨痂, 断端硬化, 提示存在胫骨骨不连 1c: 胫腓骨正位 X 线片可见骨不连处植入自体髂骨 1d: 胫骨冠状面 CT 示胫骨骨不连处嵌入髂骨块, 红色箭头指示嵌入的髂骨块 1e: 胫腓骨正位 X 线片见骨不连处已有连续骨痂形成, 提示骨折端愈合 1f, 1g: 植骨术后 1 年胫骨正位 X 线片及 CT 可见胫骨骨折线完全消失, 提示骨折完全愈合 1h: 植骨术后 1 年取出内固定物后胫骨正位 X 线片见初始骨折端已完全愈合, 骨重建良好

3 讨论

胫骨中下段骨折的治疗方式主要有髓内钉固定、切开钢板固定或 MIPPO 技术固定^[5-7]。无论何种方案, 均有较高的概率出现骨不连。鉴于局部的解剖学特点, 大多数的骨不连类型为萎缩型或者营养不良型。针对这两种类型的骨不连, 自体髂骨移植术是最主要的治疗方式。本研究的骨不连病例中, 混合组采

用髂骨块联合髂骨颗粒植骨, 颗粒组采用单纯髂骨颗粒植骨, 两组均获得较高的骨愈合率。

除去切开髂骨颗粒植骨外, 学者们也在不断探索新的植骨方式, 如滑动植骨^[8]、结构性植骨^[9]、“J”形植骨等^[10]。屠永刚等^[11]则采用微创精准定位法对骨不连处进行植骨, 取得了较好的治疗效果。本研究髂骨块的植入借鉴了建筑学的榫卯结构, 胫骨上开槽, 做成“卯”; 再将髂骨块修剪略大的“榫头”, 利用松质骨的可形变性, 将这略大的“榫头”嵌入

“卯”中。这种方法嵌入的髂骨块更加的稳定，不易松动、滑移。大多数学者推荐使用辅助钢板固定治疗髓内钉治疗长骨骨折后骨不连，以增强骨折端的稳定，促进骨折愈合^[9, 12, 13]。但是在本研究中的所有病例均未辅助钢板内固定或增加外固定，骨不连处亦顺利愈合。但混合组的骨愈合时间及愈合质量优于颗粒植骨组，可能是与榫卯式植骨具有一定的稳定性有关，当然这需要进一步的研究加以证实。

表 4 两组患者影像评估结果与比较

指标	混合组 (n=27)	颗粒组 (n=18)	P 值
胫骨对位对线 (例, 优/良/差)			
术前	20/5/2	11/5/2	0.847
术后即刻	20/6/1	11/5/2	0.289
末次随访	20/6/1	11/5/2	0.289
P 值	0.961	>0.999	
骨折愈合 [例 (%)]			
0.037			
<12 周	6 (22.2)	2 (11.1)	
12~20 周	12 (44.4)	3 (16.7)	
≥20 周	9 (33.3)	13 (72.2)	
胫骨长度差 (mm, $\bar{x} \pm s$)			
术前	2.9±1.4	2.8±1.4	0.764
术后即刻	2.8±1.2	2.7±1.2	0.756
末次随访	2.6±1.0	2.5±1.0	0.768
P 值	0.528	0.720	

在众多的骨不连植骨病例中，仍有部分病例无法得到良好的愈合，其原因可能与骨折端成骨环境不良、成骨能力不足等因素有关。为了促进骨不连的愈合，有的学者建议采用 Judet 骨膜剥离技术来处理骨不连断端^[14, 15]；也有学者推荐增加局部或游离的骨膜瓣覆盖移植骨，以增加局部血供，促进骨愈合^[4, 16, 17]；还有学者推崇通过增加局部生长因子或有成骨作用的生物诱导因子的浓度改善骨折端的成骨环境，从而促进骨折的愈合，比如骨髓基质^[18]、富血小板血浆^[19, 20, 21]、骨形态发生蛋白^[22-24]。本研究未增加其他辅助措施改善局部成骨环境，因为自体髂骨、髂骨颗粒本身就含有大量的活性细胞，可发挥骨传导、骨诱导及骨生成的作用。研究中的所有获得随访的患者最终均获得了骨性愈合，也再次证实自体髂骨的“优异性”。

通常在手术中需要将骨不连断端处理到出现“红辣椒”征，再进行植骨。薛汉中等^[25]将骨不连断端

分为成骨活跃区与成骨失活区；要求在植骨时，植骨块的长度能够跨越成骨失活区，桥接成骨活跃区，从而提高骨不连的治愈率。本研究中，骨折端的处理即在出现“红辣椒征”后向骨折端的近侧、远侧开槽，嵌入髂骨块。这种处理方式既可以避免骨量的过度丢失，亦可以桥接两侧的“成骨活跃区”，提高骨折端的成骨能力，促进骨折端的骨愈合。与常规处理方式的颗粒组相比，混合组无论从骨愈合时间、骨愈合质量，还是肢体功能评分，均获得更好的临床疗效。

综上所述，采用混合植骨和颗粒植骨均可有效地治疗胫骨骨不连。混合植骨下地行走时间、术后完全负重时间以及骨愈合时间均早于颗粒组；术后患肢的 AOFAS 评分、踝关节背伸-跖屈 ROM、Paley 功能恢复评分、Paley 骨折愈合评分和 Johner-Wruh 评分均优于颗粒组。因此在临床实践中，通过严谨的术前评估及病例筛选后，采用混合植骨方式进行胫骨骨不连的治疗，可以有更好的临床治疗效果。

参考文献

- [1] 邓伟, 巨积辉, 李雷, 等. 胫骨骨不连的原因分析及自体骨移植的治疗进展 [J]. 中国临床解剖学杂志, 2019, 37 (6): 726-728.
- [2] Frölke JP, Patka P. Definition and classification of fracture non-unions [J]. Injury, 2007, 38 (Suppl 2): S19-22.
- [3] Rodriguez-Merchan EC, Forriol F. Nonunion: general principles and experimental data [J]. Clin Orthop Relat Res, 2004, 419 (419): 4-12.
- [4] 邓伟, 巨积辉, 李雷, 等. 以膝降动脉为蒂的股骨内侧髁骨膜瓣联合植骨治疗胫骨骨不连 [J]. 中华显微外科杂志, 2020, 43 (2): 145-150.
- [5] 王春秋, 王新国, 王俊, 等. 两种微创手术治疗胫骨下段骨折的临床对比研究 [J]. 中国矫形外科杂志, 2016, 24 (22): 2049-2053.
- [6] Xue XH, Yan SG, Cai XZ, et al. Intramedullary nailing versus plating for extra-articular distal tibial metaphyseal fracture: a systematic review and meta-analysis [J]. Injury, 2014, 45 (4): 667-676.
- [7] 陈帆成, 敖荣广, 黄晓微, 等. 髓内钉与内侧锁定钢板对胫骨中下段骨折固定的效果比较 [J]. 中华创伤杂志, 2018, 34 (7): 597-604.
- [8] Xing W, Pan Z, Sun L, et al. Sliding bone graft combined with double locking plate fixation for the treatment of femoral shaft non-union [J]. J Int Med Res, 2019, 47 (5): 2034-2044.
- [9] Sun L, Li Z, Ma T, et al. Treatment of atrophic nonunion via autogenous ilium grafting assisted by vertical fixation of double plates: a case series of patients [J]. J Int Med Res, 2019, 47 (5): 1998-2010.
- [10] Lu J, Guo SC, Wang QY, et al. Bone graft with double locking plate: a symphony of mechanics and biology for atrophic distal fem-

- oral non-union with bone defect [J]. J Orthop Surg Res, 2020, 15 (1): 144.
- [11] 屠永刚, 任绍东, 戚蕉妹, 等. 两种植骨方式治疗骨延迟愈合和骨不连的比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (8): 717-720.
- [12] 徐泽, 阮洪江, 徐佳, 等. 附加锁定加压钢板固定联合植骨治疗股骨转子下无菌性骨不连的疗效分析 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2021, 23 (3): 228-232.
- [13] 张伟, 张卓, 陈华. 附加钢板技术治疗股骨干髓内钉术后骨不连的现状和研究进展 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2019, 33 (12): 1467-1473.
- [14] 吴敏, 官建中, 代秀松, 等. 皮质剥脱术联合皮质外骨桥技术治疗肱骨干骨折术后萎缩型骨不连 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2017, 19 (12): 1085-1088.
- [15] 张刚, 刘亚, 冯源, 等. 桥接系统去皮质术治疗股骨干骨折不连接 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (16): 1523-1526.
- [16] 张大卫, 黄东, 牟勇, 等. 游离骨膜瓣联合自体骨治疗胫骨下段粉碎性骨折及骨不连 [J]. 中华显微外科杂志, 2015, 38 (1): 88-90.
- [17] 倪玉龙, 高顺红. 胫骨骨膜瓣治疗胫骨骨不连及骨缺损的应用进展 [J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23 (18): 1683-1686.
- [18] 陈克伟, 程少文, 顾运涛, 等. 自体骨髓移植治疗胫骨中下段骨折延迟愈合或不愈合的疗效研究 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2017, 6 (32): 91-92.
- [19] 张福田, 刘瑞文, 李慧, 等. 富血小板血浆复合自体髂骨治疗骨不连的临床疗效 [J/CD]. 中华关节外科杂志 (电子版), 2016, 10 (6): 598-603.
- [20] Malhotra R, Kumar V, Garg B, et al. Role of autologous platelet-rich plasma in treatment of long-bone nonunions: a prospective study [J]. Musculoskelet Surg, 2015, 99 (3): 243-248.
- [21] 于凌佳, 陈开放, 黄振飞, 等. 富血小板血浆联合骨搬运技术治疗胫骨骨缺损的前瞻性随机对照研究 [J]. 中华骨科杂志, 2017, 37 (5): 291-297.
- [22] Haubruck P, Tanner MC, Vlachopoulos W, et al. Comparison of the clinical effectiveness of bone morphogenetic protein (BMP)-2 and-7 in the adjunct treatment of lower limb nonunions [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2018, 104 (8): 1241-1248.
- [23] Marupanthorn K, Tantrawatpan C, Kheolamal P, et al. Bone morphogenetic protein-2 enhances the osteogenic differentiation capacity of mesenchymal stromal cells derived from human bone marrow and umbilical cord [J]. Int J Mol Med, 2017, 39 (3): 654-662.
- [24] 谢程欣, 余城墙, 王维, 等. 骨形态发生蛋白与自体骨移植治疗四肢长骨骨不连的 Meta 分析 [J]. 中国组织工程研究, 2020, 24 (5): 803-810.
- [25] 薛汉中, 孙亮, 李忠, 等. 断端成骨能力区域划分对锁定钢板桥接技术联合植骨治疗骨不连的临床意义 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2014, 16 (10): 829-833.

(收稿:2022-07-04 修回:2023-01-05)

(同行评议专家: 刘 炯 林 臻)

(本文编辑: 闫承杰)

读者·作者·编者

本刊关于学术不端处理意见的声明

为维护学术刊物的严肃性和科学性, 也为维护本刊的声誉和广大作者的正当权益, 本着对广大读者、作者负责的精神, 本刊编辑部再次重申坚决反对剽窃、抄袭他人稿件的行为; 一经查实, 给予如下处理: 撤稿、杂志和网站通告、通知作者单位给予相应处理、3年内不刊登该作者为第一作者的稿件。对信息虚假及数据伪造、篡改和剽窃、一稿两投、一稿两用等学术不端行为, 据其性质、情节轻重以及造成的影响程度, 给予如下处理: 如稿件未刊登一律退稿, 如稿件已刊登一律撤稿, 并通知作者单位, 2年内不刊登该作者为第一作者的稿件。

为倡导优良学风, 规范学术行为, 净化学术空气, 凡向本刊投稿的作者均须严格遵守《中华人民共和国著作权法》等国家有关法律、法规, 杜绝学术不端行为。

附: 一稿两投和一稿两用的认定: 凡属原始研究的报告, 同语种一式两份投寄不同的杂志, 或主要数据和图表相同, 只是文字表达可能存在某些不同之处的两篇文稿, 分别投寄不同的杂志, 属一稿两投; 一经为两个杂志刊用, 则为一稿两用。会议纪要、疾病的诊断标准和防治指南、有关组织达成的共识性文件、新闻报道类文稿分别投寄不同的杂志, 以及在一种杂志发表过摘要而将全文投向另一种杂志, 不属于一稿两投。但作者若要重复投稿, 应向有关杂志编辑部作出说明。

中国矫形外科杂志编辑部