

胫骨骨运输术中对接端新鲜化技术的临床观察

滕星, 黄雷, 杨胜松, 王陶, 公茂琪, 蒋协远

(北京积水潭医院创伤骨科, 北京 100035)

【摘要】 目的: 研究胫骨骨运输术中对接端应用骨面新鲜化处理技术的效果。方法: 对 2014 年 1 月至 2019 年 12 月胫骨骨运输术中对接端骨面新鲜化处理手术的 20 例患者进行分析。其中男 15 例, 女 5 例; 年龄 19~62(42.3±11.5) 岁; 感染性 7 例, 非感染性 13 例。对接端达到接触后即刻通过使骨面新鲜化处理的手术技术, 清除卡入断端的皮肤和软组织, 切除硬化封闭的骨端, 改善对位, 增加接触面积, 术中即刻对对接端进行加压, 并就近取骨植骨。术后继续逐渐加压。结果: 缺损长度 5~15(9.2±2.9) cm, 从截骨到对接端接触需要 26~243(109.1±51.1) d。所有患者对接端达到骨性愈合。达到影像学愈合标准需要 3~7(3.7±1.1) 个月, 20 例中 15 例需要腓骨截骨, 其中 14 例腓骨的截骨端达到骨性愈合。胫骨牵开端的骨痂达到影像学坚实化的时间需要 5~28(15.0±6.5) 个月, 骨愈合指数 (bone healing index, BHI) 为每厘米需 0.8~2.8(1.6±0.5) 个月。20 例中 1 例胫骨切口出现感染。拆除外固定架后随访时间为 12~73(37.6±20.3) 个月, 所有患者对接端未发生骨折。结论: 胫骨骨运输术中, 当对接端接触后尽早进行骨面新鲜化处理能缩短对接端的愈合时间, 避免对接端再骨折, 术中收集的松质骨和钻孔产生的骨屑能消除缺损和间隙, 避免在其他部位取自体骨植骨。

【关键词】 胫骨骨运输术; 对接端; Ilizarov 技术; 牵开成骨

中图分类号: R683.42

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.10.003

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effect of freshening technique on docking site in tibial bone transport management TENG Xing, HUANG Lei, YANG Sheng-song, WANG Tao, GONG Mao-qi, and JIANG Xie-yuan. Orthopaedic Trauma Department, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing, 100035, China

ABSTRACT Objective: To study the effect of freshening technique on docking site in tibial bone transport management. **Methods:** Retrospective cohort study was conducted about the effect of freshening technique on docking site in 20 cases (15 males and 5 females) treated with tibial bone transport from January of 2014 to December of 2019. The age of patients ranged from 19 to 62 years old, with an average of (42.3±11.5) years old. Seven patients had infectious bone defect and 13 patients had non-infectious. Application of freshening technique immediately after docking included resection of invaginated skin or soft tissue, removal of closed sclerotic bone, re-apposition, increasing the contact, acute compression of freshened docking site and grafting from adjacent medullary or bone debris, followed by post-operative gradual compression. **Results:** The amount of segmented bone defect ranged from 5 to 15 cm, with an average of (9.2±2.9) cm. Time required from osteotomy to contact of butt end ranged from 26 to 243 days, with an average of (109.1±51.1) days. The duration needed from 3 to 7 months with an average of (3.7±1.1) months before reaching radiological healing criterion in docking site. Fourteen out of 15 concurrent fibular osteotomy were united. Consolidation time for distracted callus ranged from 5 to 28 months, with an average of (15.0±6.5) months. Bone healing index (BHI) ranged from 0.8 to 2.8 months/cm, with an average of (1.6±0.5) months. One surgical site infection (5%) in tibial was noted. No refractures were found in follow-up ranged from 12 to 73 months, with an average of (37.6±20.3) months after fixator removal. **Conclusion:** Freshening technique immediately after docking had advantages of the shorter healing time, avoidance of refracture, and independence of necessity for remote autograft harvest.

KEYWORDS Tibia bone transport; Docking site; Ilizarov technique; Distraction osteogenesis

节段性骨缺损是骨科治疗的常见难题之一。基于 Ilizarov 的张力-应变定律, 即刻短缩加压, 逐渐延

长技术和骨运输技术是行之有效的治疗方法之一^[1]。通常建议: 胫骨节段性缺损 ≤ 3 cm 和股骨节段性缺损 ≤ 5 cm 能够安全地在术中进行即刻短缩, 使断端接触并加压^[2]。更新的观点将胫骨即刻短缩的安全上限增加到 5 cm 的胫骨节段缺损^[3]。超过上述范围的节段性骨缺损, 建议进行骨运输术。骨运输术治疗中, 对接端的不愈合^[4]、再骨折^[5]等并发症使其成为关注和争议的焦点。对接端的并发症和骨运输

基金项目: 首都临床特色应用研究(编号: Z161100000516052)

Fund program: Application Research of Capital Clinical Characteristics (No: Z161100000516052)

通讯作者: 杨胜松 E-mail: yangshengsongjst@qq.com

Corresponding author: YANG Sheng-song E-mail: yangshengsongjst@qq.com

的过程中周围软组织的卡入^[6],骨端出现纤维软骨帽,运输骨段的轴向偏移导致对接端对位不良或接触差等原因有关^[7]。文献中提到的促进对接端愈合的方法包括清除卡入对接端的软组织^[8],调整对线、新鲜化处理、再次截骨^[3],植骨^[9],植入骨髓浓缩物和脱钙骨基质的混合物^[10]等多种方法。本组使用的新鲜化处理技术,是将对接端两侧的骨端变成新鲜的横断骨折,将对接端愈合转变为新鲜骨折愈合的方法。本研究的假设:对接端达到接触后尽早通过新鲜化技术,能避免从其他部位取自体骨,缩短对接端的愈合时间,改善愈合强度,防止对接端出现再骨折。

1 临床资料

1.1 病例选择

回顾性观察 2014 年 1 月至 2019 年 12 月收治的胫骨骨缺损患者。纳入标准:胫骨单节段截骨骨运输的患者;胫骨的节段性缺损长度 ≥ 5 cm;最短随访时间不短于取外固定架后 12 个月。排除标准:失访的患者;双节段截骨骨运输患者;对接端需要行踝关节或膝关节融合的患者;对接端出现或可疑骨感染,需要进一步治疗的患者。

1.2 一般资料

本组 20 例,均为单侧。其中男 15 例,女 5 例;年龄 19~62(42.3 \pm 11.5)岁;感染性 7 例,非感染性 13 例;单边和环形外固定架各 10 例。

2 治疗方法

2.1 环形外固定架固定

胫骨远、近端的主骨分别用 1~2 个环进行固定,经环或环上的立柱直径 2.0 mm 张力细针和直径 6.0 mm 螺纹针数总计 3~4 个。经过胫骨远端环的固定针中有 1 枚直径 2.0 mm 张力细针需固定下胫腓。用 1 个环固定运输骨段,通过直径 2.0 mm 的张力细针和直径 6.0 mm 的螺纹针数总计达到 2~3 个进行固定。连接环的螺丝杆正侧位均和胫骨解剖轴平行。

2.2 单边外固定架固定

在小腿内侧用滑轨上带 3 个夹钳的单边外固定架进行固定。延长的滑轨在正侧位均平行胫骨解剖轴,胫骨远、近端的主骨各用 1 个夹钳、经夹钳用 3~4 枚直径 6.0 mm 螺纹针固定。经过中央的夹钳用 2 枚直径 6.0 mm 螺纹针运输的骨段。

2.3 截骨和骨运输牵拉骨块

完成固定后,对非感染性胫骨骨折不愈合的患者,手术中节段性切除死骨后,于干骺端用 3.2 mm 的钻头钻孔,通过骨刀进行横断截骨。术中牵开骨折端,通过透视显示截骨端的牵开间隙确认完全截断。再重新恢复截骨端的接触并进行加压。对于感染性骨折不愈合的患者,Ⅰ期行扩创术,术中彻底清除周

围的感染软组织,节段性切除感染和失活的骨段。术后根据术中深部组织培养的药敏结果应用敏感抗生素 6 周后,再次评估。期间如果伤口愈合顺利,复查血沉、C-反应蛋白正常,Ⅱ期进行胫骨干骺端的截骨。

截骨后 7 d 开始逐渐牵开运输骨块,开始骨运输。最初以 1 mm/d 的速度牵开,分 4 次进行。之后每月复查,根据邻近关节是否出现关节挛缩、针道的评估、X 线平片牵开间隙的钙化表现调整牵开的速度,必要时暂停牵拉骨块,待关节挛缩、针道感染改善后继续牵开运输骨段。

2.4 对接端的新鲜化处理

运输骨段对接后(和对侧骨段接触),对不存在骨感染复发的患者,临床评估有无皮肤卡入或软组织内陷。通过 X 线平片,必要时 CT 检查,评估胫骨对接端的对位、接触程度、骨端的形态是否适合加压,评估腓骨的完整性和骨折的愈合状况。对不存在软组织和针道感染的患者,选择在对接端进行新鲜化手术。

新鲜化处理手术的具体步骤包括:(1)取平卧位,包括外固定架一起消毒。(2)固定下胫腓。对既往没有固定下胫腓的患者,根据腓骨直径选择 3.5 mm 或 4.5 mm 的皮质骨螺钉,以 4 层皮质固定下胫腓。(3)切除卡入对接端的皮肤及软组织。通常沿原切口入路,如果术前发现有明确的皮肤内卷卡入,可做横行切口,切除坏死的皮肤。显露对接端骨质后,先将运输骨段回牵 5~10 mm,增加对接端的间隙。切除卡入对接端的软组织。(4)切除硬化和封闭的断端,开通髓腔。切除断端的硬化骨端和纤维软骨帽,确认新鲜的断端没有死骨和硬化骨。(5)调整对位。即刻通过调整运输的骨段,获得最大的对位,必要时更换外固定架固定针。(6)就近取骨。从邻近的髓腔内挖取松质骨备用。如果需要更多的自体骨进行植骨,将邻近断端的骨质用钻头低速钻孔后收集骨屑。(7)处理腓骨。既往中、下段腓骨骨折明确不愈合的患者,如果术中胫骨对接端不能即刻短缩达到接触,或即刻短缩会出现内翻畸形,对腓骨不愈合端进行松解。如果腓骨中、下段无骨折或骨折愈合,为避免出现踝关节不稳定,于外踝近侧 ≥ 10 cm 处截断腓骨^[11]。腓骨截骨后的处理方式,早期应用腓骨节段切除术。切除节段的长度比预计胫骨对接端需要即刻短缩的长度长 1 cm。经过改良,后期行腓骨横断截骨、短缩重叠术。(8)修整断端。将胫骨对接端修整成尽可能垂直解剖轴的平齐横断形态。(9)短缩加压。通过即刻短缩小腿,使胫骨对接端获得最大的接触并进行加压。(10)自体骨植骨。用骨刀将对接端两侧的骨皮质表面削成“鱼鳞”样的去皮质化后,必要时依次在残余

缺损处、断端的缝隙内和对接端远近侧皮质外表面植入髓腔内挖取的松质骨和钻孔收集的骨屑。

2.5 术后处理

根据肢体不等长的长度,术后继续从截骨端逐渐延长肢体至等长,延长的速度、频率和调整原则和骨段的牵拉运输阶段相同。对接端继续进行逐渐加压:每次加压 0.25 mm,每周加压 2 次,共加压 3 个月^[7]。术后如果没有其他合并损伤,如下肢其他部位的骨折不能负重、马蹄挛缩等。患侧肢体开始部分负重。恢复肢体长度期间每 2~4 周拍 X 线片直至肢体等长。停止延长后每 1~2 个月拍 X 线片,评估牵开端和对接端的愈合。影像学愈合标准是:正侧位 X 线片上,牵开端和对接端都达到 ≥ 3 层皮质出现连续性^[12]。达到影像学愈合标准后,开始完全负重。

3 结果

3.1 观测指标

观测指标包括以下内容:缺损长度(节段性缺损+肢体短缩),达到对接前牵拉骨段的时间,经过新鲜化手术后胫骨和腓骨切口是否存在感染,胫骨对接端的愈合时间,牵开骨痂影像学达到坚实化的时间(截骨-牵开骨痂达到影像学愈合标准的时间),计算骨愈合指数(bone healing index, BHI)(每延长 1 cm,牵开骨痂坚实化达到影像学愈合的时间)^[13],观察腓骨断端是否愈合和最长随访期内对接端是否出现骨折。

3.2 治疗结果

20 例患者的缺损长度 5~15(9.2±2.9) cm,从截骨到对接端接触需要 26~243(109.1±51.1) d。胫骨对接端经过新鲜化手术后,1 例在胫骨切口出现感染,经过保守治疗治愈且没有复发。16 例需要对腓骨进行手术,所有腓骨切口无感染;4 例腓骨存在合并缺损的不愈合,不影响胫骨的短缩和牵开而未进行腓骨的手术。所有患者的胫骨对接端实现骨性愈合(典型病例见图 1),对接端达到影像学愈合标准需要 3~7(3.7±1.1)个月。胫骨牵开端的骨痂达到影像学坚实化的时间是 5~28(15.0±6.5)个月, BHI 为每厘米 0.8~2.8(1.6±0.5)个月。16 例进行腓骨手术的患者中,1 例行陈旧的腓骨断端松解术,2 例行腓骨节段切除术,13 例行腓骨的截骨短缩重叠术。15 例行腓骨截骨术的患者,14 例达到骨性愈合,包括 13 例行截骨短缩重叠术,1 例行节段切除术。拆除外固定架后随访 12~73(37.6±20.3)个月,所有患者对接端无骨折发生。

4 讨论

4.1 新鲜化手术的技术要点

针对骨运输术对接端的策略在逐渐改变,目前

仍存在争议。Ilizarov 等^[14]报道的骨运输术治疗 19 cm 的节段性缺损,通过对接端的单纯加压,即使不手术干预也可以达到愈合。Lovisetti 等^[7]提出,如果希望通过单纯加压达到愈合,值得引起重视的细节包括前期的手术必须彻底清创,缺损两端骨质的血供丰富,避免剥离断端骨的骨膜,断端的截骨平面严格垂直胫骨轴线,对接端加压时,加压骨段的对线良好,他认为对接端两侧存在失活或血供差的骨质、对接后接触面积小、对接端加压时的对线不良都是导致不愈合的重要因素。随着骨运输技术在全球的普及,最近报道的对接端不愈合率在 5%~45%^[6,15-16]

因为存在上述对于对接端愈合不利的因素,针对这些不利因素采取必要的措施能减少不愈合,缩短愈合时间。最近 Miraj 等^[8]针对对接端软组织的内陷,单纯清除内陷的软组织后进行加压,不进行植骨,使患者 5.5~9 个月达到愈合。Sigmund 等^[3]建议常规不对对接端进行手术,为了促进愈合,13/27(48%)的患者后续需要对对接端进行单纯植骨、调整对线、新鲜化处理或再次截骨等手术最终获得愈合。Paley 等^[9]报道了 53%的患者单纯加压会出现对接端的延迟愈合,认为需要在对接端的骨端进行清创和植骨手术;还注意到 32%的运输骨段因为轴向偏移导致愈合时接触面积降低,需要延长固定时间甚至植骨治疗。Hatzokos 等^[10]对比对接端行清创后取自体髂骨植骨、清创后植入骨髓浓缩物和脱钙骨基质的混合物、对接端进行单纯加压 3 种干预方法,结果前两种均比单纯加压需要更短的愈合时间。

本组患者在达到对接后尽早进行了新鲜化手术,希望通过消除或改善不愈合的常见因素(皮肤和软组织的卡入,断端存在死骨、硬化和纤维软骨帽,接触面积小、断端形态不利于加压),缩短愈合时间,避免再骨折。同时,通过使用就近髓腔内取骨和收集骨屑的技术,避免了从其他部位取自体骨。笔者认为新鲜化手术值得强调之处:(1)运输骨块进行少许的即刻回牵,利于清理对接端卡入的软组织、硬化封闭的骨端和即刻调整对位。尽量避免为了术中获得即刻接触或即刻复位导致牵开骨痂的即刻拉长,预防手术导致牵开骨痂后期出现延迟愈合或不愈合。(2)将陈旧封闭骨端变成新鲜的骨折断端,将不利于加压的断端形态变成利于加压的横断骨折形态。(3)积极对腓骨进行截骨或腓骨骨折断端的瘢痕进行松解,避免胫骨的即刻短缩出现内翻畸形。(4)通过调整移动运输骨段实现改善对位、增大接触面积,但调整胫骨两端的骨段可能会改变力线(胫骨远端截骨,向近端运输,近端对接)或踝关节的关节走行

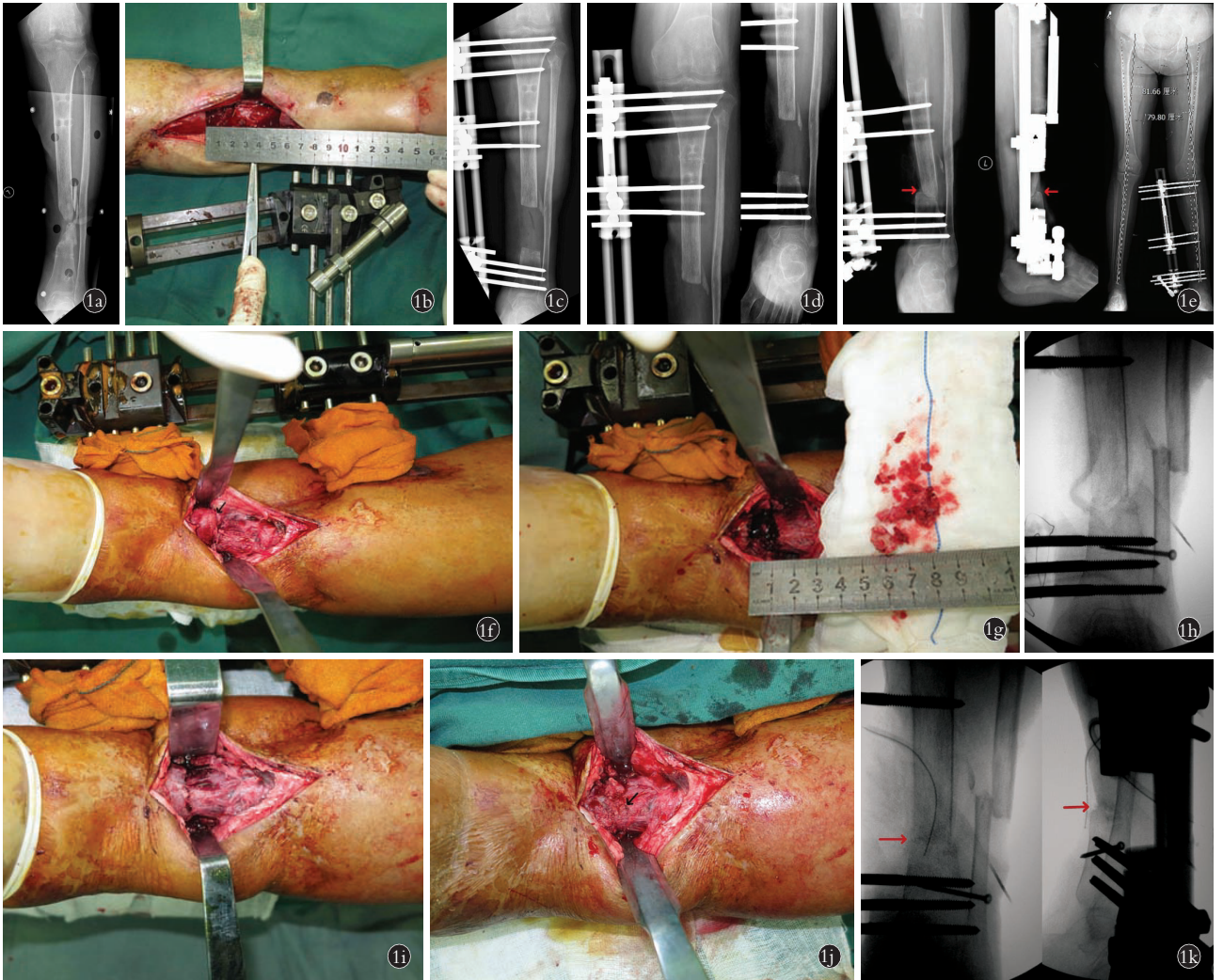


图 1 患者,女,62岁,车祸致伤 **1a**.左胫腓骨开放骨折后8个月伴窦道 **1b**.清创术中产生5.5cm节段性骨缺损 **1c**.清创单侧外固定架固定术后正位X线片 **1d**.清创6周后感染控制,行胫骨近端截骨术后正位X线片 **1e**.截骨后88d,对接端接触时正侧位X线片和全长测量X线片示:接触端对位不良(箭头所示),接触面小,骨端形态不利于加压,患肢短1.8cm **1f**.新鲜化手术中大体相:软组织卡入对接端,骨端被纤维软骨帽(箭头所示)封闭 **1g**.将运输骨段即刻回牵5~10mm,切除卡入的软组织和骨端的纤维软骨帽。将骨端修整成横断骨折,从邻近髓腔内挖取松质骨 **1h**.术中透视:固定下胫腓,腓骨截骨后短缩重叠 **1i**.术中体位相:调整对位后立即短缩肢体使对接端接触并加压 **1j**.术中体位相:将胫骨断端两侧的皮质表面去皮质化,削成“鱼鳞”样后(箭头所示),植骨 **1k**.术中透视:调整对位(箭头所示)、短缩加压,植骨

Fig.1 A 62-year-old woman patient with injured in road traffic accident **1a**. Left tibia and fibula open fracture with sinus tract 8 months later **1b**. A 5.5 cm segmental bone defect created during debridement **1c**. AP X-ray film after debridement and fixation with unilateral external fixator **1d**. Infection control after 6 weeks debridement, anteroposterior radiograph after proximal tibial osteotomy **1e**. Eighty-eight days after osteotomy, AP and lateral X-ray films and the full-length measurement X-ray films when the butt end was in contact: the contact end was poorly aligned (arrow mark), the contact surface was small, the shape of the bone end was not conducive to compression, and the affected limb was 1.8 cm shorter **1f**. Gross phase in the freshening procedure: soft tissue stuck into the butt end, bone end closed by the fibrocartilage cap (arrow mark) **1g**. Immediately retract the transport bone segment by 5~10 mm, and remove the stuck soft tissue and the fibrocartilage cap at the bone end. Trimming of bone ends into transverse fractures and excavation of cancellous bone from the adjacent medullary canal **1h**. Intraoperative fluoroscopy: fixation of lower tibia and fibula, shortening and overlapping after fibula osteotomy **1i**. Intraoperative body phase: immediately after adjusting the alignment, shorten the limb to make the butt end contact and pressurize **1j**. Intraoperative posture: the cortical surfaces on both sides of the tibial stump were decortified and cut into a "fish scale" shape (arrow mark), followed by bone grafting **1k**. Intraoperative fluoroscopy: adjustment of alignment (arrow mark), shortening and compression, bone grafting

(胫骨近端截骨,向远端运输,远端对接),需要慎重选择。(5)通过短缩胫腓骨即刻使胫骨对接端再次接触,避免术后长入瘢痕。(6)通过对对接端术中的即刻加压和术后的逐渐加压进一步减少骨端的间隙,

并获得更好的稳定性。(7)充分利用周围髓腔内的松质骨和钻头钻孔产生的骨屑粉末,填充残留的缺损或间隙。(8)手术导致的肢体短缩,术后通过继续牵开尚未完全坚实化的骨痂逐渐恢复肢体长度。

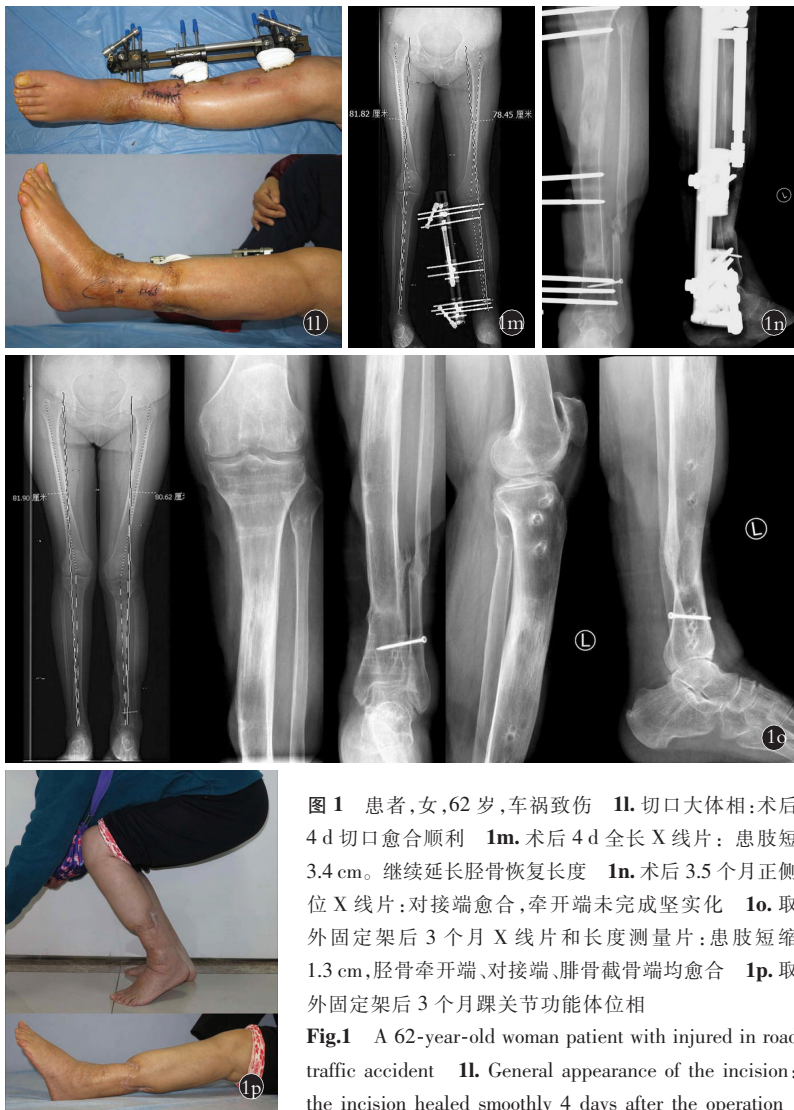


图 1 患者,女,62 岁,车祸致伤 1l.切口大体相:术后 4 d 切口愈合顺利 1m.术后 4 d 全长 X 线片:患肢短 3.4 cm。继续延长胫骨恢复长度 1n.术后 3.5 个月正侧位 X 线片:对接端愈合,牵开端未完成坚实化 1o.取外固定架后 3 个月 X 线片和长度测量片:患肢短缩 1.3 cm,胫骨牵开端、对接端、腓骨截骨端均愈合 1p.取外固定架后 3 个月踝关节功能位体位相

Fig.1 A 62-year-old woman patient with injured in road traffic accident 1l. General appearance of the incision: the incision healed smoothly 4 days after the operation

1m. Postoperative at 4 days full-length measurement film:

the affected limb was 3.4 cm shorter. Continue to extend the tibia recovery length after surgery 1n. AP and lateral X-ray films 3.5 months after operation; the butt end was healed, but the retraction end was not solidified 1o. X-ray films and length measurement films 3 months after the removal of the external fixator; the affected limb was shortened by 1.3 cm, and the open end of the tibia, the butt end, and the osteotomy end of the fibula were all healed 1p. Ankle joint function and body posture 3 months after removal of external fixator

4.2 新鲜化手术的优势

骨运输术的愈合时间是牵开端和对接端都达到愈合时所需要的时间。牵开端的坚实化时间和牵开长度相关。缺损越大,需要的坚实化时间越长。缩短对接端的愈合时间,避免对接端的愈合时间超过牵开端的坚实化时间能缩短骨运输术的整体治疗时间。Li 等^[17]报道的单节段截骨骨运输术单纯加压平均需要 10.85 个月达到愈合。Miraj 等^[8]单纯清除内陷的软组织后进行加压,平均 7 个月达到对接端愈合。本组患者中理想的缩短对接端愈合时间的策略包括:达到对接后缩短对接端观察、等待的时间,尽快改善

或消除对愈合不利的因素。新鲜化手术的目的是通过为对接端创造最佳的生物学和力学环境,缩短对接端的愈合时间,达到更好的愈合强度,避免出现再骨折。本组患者从截骨到对接端接触需 26~243(109.1±51.1) d,当运输骨段达到对接时已经变为陈旧断端。本组病例均在达到对接后,尽快使陈旧骨折转变为新鲜骨折,有效缩短了对接端的愈合时间。本组病例对接端的愈合时间是 (3.7±1.1) 个月,远远短于牵开端坚实化需要的平均 15 个月的愈合时间,有效避免了因为对接端不愈合或延迟愈合导致治疗过程的延长。文献报道拆除外固定架后对接端有 3%~5% 的再骨折率^[5,18-19]。本组病例在拆除外固定架后平均 38 个月的随访中没有出现再骨折,这使新鲜化手术的长期效果得到肯定。

4.3 新鲜化手术的选择时机

随着对对接端不愈合的深入认识和治疗理念的更新,对接端的干预态度由“单纯加压,发现不愈合后针对对接端不愈合采取治疗”的模式,过渡到“积极寻找可能导致不愈合的因素,一旦发现延迟愈合的迹象尽早采取手术”。Sigmund 等^[3]认为常规对接端进行手术会导致 1/3 的患者过度治疗,但建议如果对接后 8 周发现对接端没有明显的桥接骨痂,需要通过新鲜化过程促进愈合,针对存在的骨缺损进行植骨。为了减少外固定架的使用时间,增加患者对骨运输术的接收能力和依从性,Paley 等^[9]建议

达到对接端的接触后 1 个月,评估愈合状况,必要时采取早期植骨。Lovisetti 等^[20]认为对接端的干预手术是达到对接后的一个常规过程。

新鲜化手术能方便地切除断端软组织和硬化骨端,从邻近髓腔取骨,即刻有效地调整对位和增加接触面积,均利用了牵开骨痂坚实化前的弹性,运输骨段能够成功回牵。切除硬化骨端、皮质骨钻孔收集骨屑后增加的节段性骨缺损,为了使经过新鲜化处理后的对接端即刻接触采取的即刻短缩,还有利于术中的切口缝合。术中短缩的长度在牵开端还没有完全坚实化的阶段,可以通过继续延长胫骨恢复肢体

长度。上述过程成功的关键,在于新鲜化处理的过程需要在牵开骨痂完全坚实化之间进行。图 2 详细描述了胫骨骨运输术中,当对接端发生接触后选择新鲜化手术的时机和推荐的临床流程。笔者主张在骨运输术达到对接后,对没有骨感染及软组织、针道感染的患者,积极进行新鲜化的手术干预。对存在软组织和针道感染的患者,如果存在皮肤和软组织卡入、对位不良、接触差及不适合加压的断端形态,在积极

处理软组织和针道感染后,牵开端尚未达到坚实化前尽早进行新鲜化手术。

4.4 新鲜化手术中取自体髂骨的指征

本组患者均未取自体髂骨或从对接端以外的其他部位取骨,而是充分利用对接端周围髓腔内的松质骨和从钻头收集的骨屑。但在一些病例中不排除仍需取自体髂骨实现愈合。笔者推荐取自体髂骨的指征包括:(1) 术中可能出现断端部分皮质的缺损,

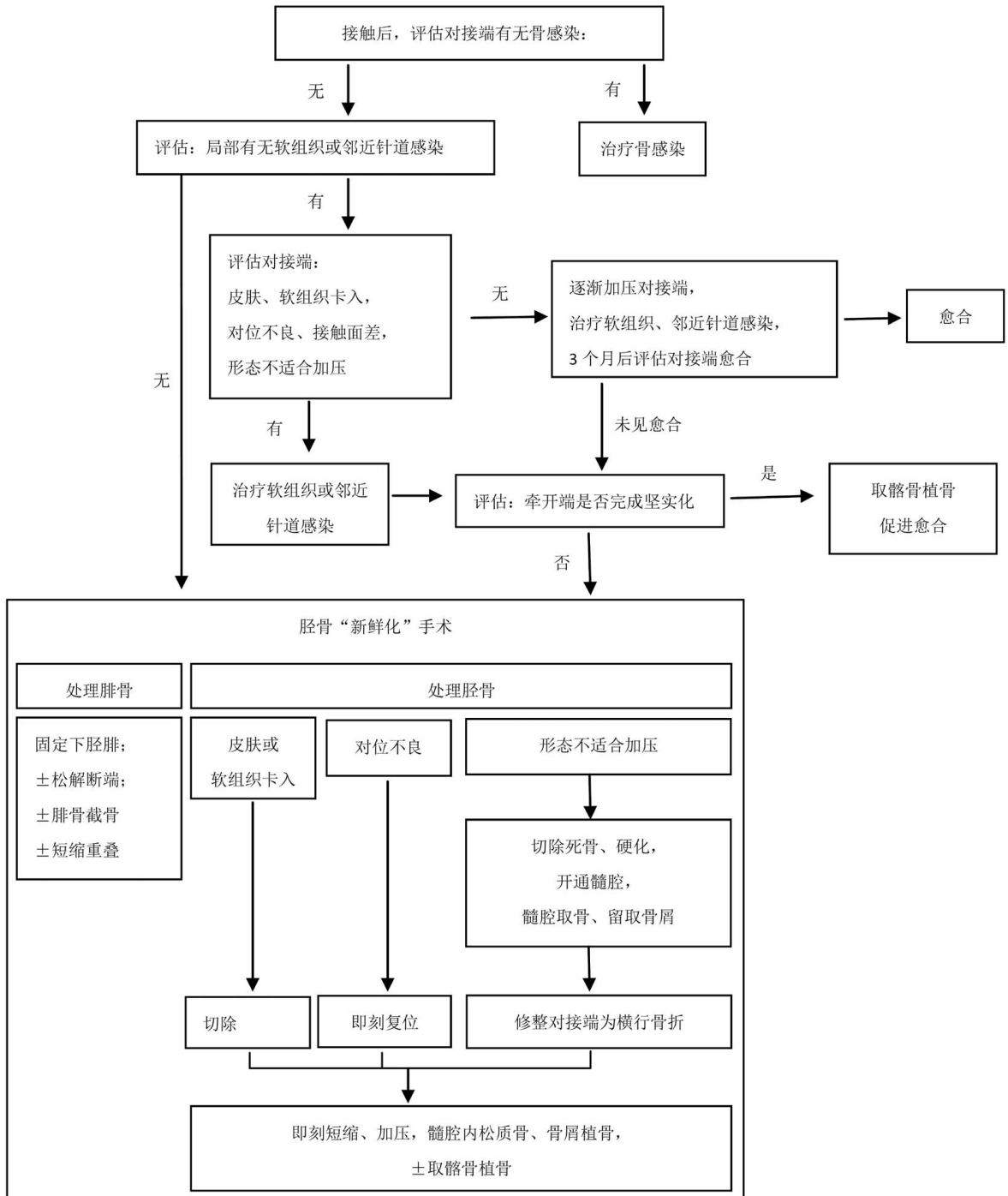


图 2 胫骨骨运输对接端接触后处理流程及新鲜化手术的选择时机

Fig.2 Protocol for options after docking in tibial bone transport treatment ,and recommended timing for freshening technique

尤其是长节段的部分缺损。为了避免将部分缺损变为节段缺损导致治疗更长节段的骨缺损,取自体髂骨植骨是缩短治疗时间的有效选择。(2)牵开骨痂已经坚实化后,改善对接端的对位和接触可能出现力线异常、成角或短缩畸形,取髂骨植骨能在不改变力线和关节走行的前提下促进愈合。(3)对接端非常靠近关节面,关节周围骨质内的固定物妨碍对接端的有效加压,或预计加压后仍会出现间隙。取髂骨植骨能填充更大的缺损。(4)使用混合式(hybrid)外固定架进行骨运输术的病例,在环形部分和单边部分之间不适合加压,建议取髂骨植骨^[21]。

总之胫骨骨运输术中,当对接端接触后尽早进行新鲜化手术能缩短对接端的愈合时间,获得更好的愈合质量,避免对接端出现再骨折。新鲜化手术中收集利用邻近的松质骨和钻孔得到的骨屑能消除缺损和间隙,避免从其他部位取自体骨。

参考文献

- [1] Schwartsman V, Choi SH, Schwartsman R. Tibial nonunions. Treatment tactics with the Ilizarov method[J]. Orthop Clin North Am, 1990, 21(4): 639-653.
- [2] Saleh M, Rees A. Bifocal surgery for deformity and bone loss after lower-limb fractures; comparison of bone-transport and compression-distraction methods[J]. J Bone Joint Surg Br, 1995, 77: 429-734.
- [3] Sigmund IK, Ferguson J, Govaert GAM, et al. Comparison of Ilizarov bifocal, acute shortening and relengthening with bone transport in the treatment of infected, segmental defects of the tibia[J]. J Clin Med, 2020, 9(2): E279.
- [4] Zhang Q, Zhang W, Zhang Z, et al. Femoral nonunion with segmental bone defect treated by distraction osteogenesis with monolateral external fixation[J]. J Orthop Surg Res, 2017, 12(1): 183.
- [5] Abuomira IE, Sala F, Elbatrawy Y, et al. Distraction osteogenesis for tibial nonunion with bone loss using combined Ilizarov and Taylor spatial frames versus a conventional circular frame[J]. Strategies Trauma Limb Reconstr, 2016, 11: 153-159.
- [6] Baruah RK, Baruah JP, Shyam-Sunder S. Acute shortening and re-lengthening (ASRL) in infected non-union of tibia-advantages revisited[J]. Malays Orthop J, 2020, 4(2): 47-56.
- [7] Lovisetti G, Sala F, Miller AN, et al. Clinical reliability of closed techniques and comparison with open strategies to achieve union at the docking site[J]. Int Orthop, 2012, 36(4): 817-825.
- [8] Miraj F, Nugroho A, Dalitan IM, et al. The efficacy of Ilizarov method for management of long tibial bone and soft tissue defect[J]. Ann Med Surg(Lond), 2021, 68: 102645.
- [9] Paley D, Maar DC. Ilizarov bone transport treatment for tibial defects[J]. J Orthop Trauma, 2000, 14(2): 76-85.
- [10] Hatzokos I, Stavridis SI, Iosifidou E, et al. Autologous bone marrow grafting combined with demineralized bone matrix improves consolidation of docking site after distraction osteogenesis[J]. J Bone Joint Surg Am, 2011, 93(7): 671-678.
- [11] Beris AE, Lykissas MG, Korompilias AV, et al. Vascularized fibula transfer for lower limb reconstruction[J]. Microsurgery, 2011, 31(3): 205-211.
- [12] Mahaluxmivala J, Nadarajah R, Allen PW, et al. Ilizarov external fixator; acute shortening and lengthening versus bone transport in the management of tibial non-unions[J]. Injury, 2005, 36(5): 662-668.
- [13] Fischgrund J, Paley D, Suter C. Variables affecting time to bone healing during limb lengthening[J]. Clin Orthop Relat Res, 1994, 301: 31-37.
- [14] Ilizarov GA, Ledyev VI. The replacement of long tubular bone defects by lengthening distraction osteotomy of one of the fragments[J]. Clin Orthop Relat Res, 1992, 280: 7-10.
- [15] 刘亦杨, 沈立锋, 张春, 等. 骨搬运技术治疗下肢长骨干慢性骨髓炎伴骨缺损术后骨性愈合不良的原因分析及对策[J]. 中国骨伤, 2018, 31(6): 556-561.
- LIU YY, SHEN LF, ZHANG C, et al. Causes and strategies for postoperative bone nonunion after bone transport of lower limb bone of chronic osteomyelitis with bone defect[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2018, 31(6): 556-561. Chinese with abstract in English.
- [16] Zhou CH, Ren Y, Song HJ, et al. One-stage debridement and bone transport versus first-stage debridement and second-stage bone transport for the management of lower limb post-traumatic osteomyelitis[J]. J Orthop Translat, 2021, 28: 21-27.
- [17] Li Y, Shen S, Xiao Q, et al. Efficacy comparison of double-level and single-level bone transport with Orthofix fixator for treatment of tibia fracture with massive bone defects[J]. Int Orthop, 2020, 44(5): 957-963.
- [18] Kinik H, Kalem M. Ilizarov segmental bone transport of infected tibial nonunions requiring extensive debridement with an average distraction length of 9,5 centimetres. Is it safe[J]. Injury, 2021, 52(8): 2425-2433.
- [19] Catagni MA, Azzam W, Guerreschi F, et al. Trifocal versus bifocal bone transport in treatment of long segmental tibial bone defects[J]. Bone Joint J, 2019, 101-B(2): 162-169.
- [20] Lovisetti G, Sala F. Clinical strategies at the docking site of distraction osteogenesis: Are open procedures superior to the simple compression of Ilizarov[J]. Injury, 2013, 44(Suppl 1): S58-S62.
- [21] 滕星, 黄雷, 杨胜松, 等. 应用混合式外固定支架骨搬运技术治疗胫骨干骺端骨缺损[J]. 中华创伤骨科杂志, 2013, 15(10): 834-839.
- TENG X, HUANG L, YANG SS, et al. Management of bone defects at tibial metaphysis by bone transport technique with linear-circular hybrid external fixators[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2013, 15(10): 834-839. Chinese.

(收稿日期: 2022-09-02 本文编辑: 朱嘉)