

## ·术后感染·

# 扩髓清创联合单边外固定架治疗长骨骨折髓内钉术后慢性感染的研究

傅佰圣 李庆虎 王大伟 陶扶林 王永会

**【摘要】目的** 探讨应用扩髓清创联合单边外固定架固定治疗长骨骨折髓内钉术后慢性感染的临床疗效。**方法** 回顾性分析2014年1月至2018年1月收治的22例下肢长管状骨骨折髓内钉固定治疗后慢性感染的患者资料,男16例,女6例;年龄21~62岁,平均 $(38.4\pm 9.3)$ 岁;股骨12例,胫骨10例。其中15例初始损伤为闭合性骨折;7例为开放性骨折。根据Cierny-Mader骨感染分型,I型(髓内型)10例,I型+Ⅲ型(局灶型)7例,I型+Ⅱ型(弥漫型)5例。22例患者均取出髓内钉,进行扩髓和冲洗髓腔,彻底清除髓腔内外感染及坏死的组织。对于同时存在窦道和脓肿者,将感染的软组织一并彻底清除;对于合并局灶型感染者,将感染及坏死的骨质做局部切除,局部骨缺损感染控制后二期重建,骨缺损较大的,行截骨骨搬运治疗。所有患者术后静脉滴注敏感抗生素2周,后改成口服4周,共计6周。**结果** 22例患者随访16~36个月,平均 $(24.5\pm 4.1)$ 个月,20例患者无感染复发或遗留感染,其中1例患者出现皮肤软组织感染,给予换药后伤口愈合。1例患者骨质外露,部分皮肤缺损,给予局部皮瓣转移覆盖创面后好转。12例骨折感染病灶清除后合并有骨缺损者,其中10例患者在感染控制后行取骨植骨术重建骨缺损,2例患者行骨搬运治疗。所有患者均获得骨折愈合。**结论** 应用扩髓清创联合外固定架固定是治疗长骨骨折髓内钉术后慢性感染的有效方法。

**【关键词】** 扩髓; 清创; 外固定架; 长骨骨折; 髓内钉

**Reaming and debridement combined with unilateral external fixator for chronic infection after intramedullary nailing of long bone fractures** Fu Baisheng, Li Qinghu, Wang Dawei, Tao Fulin, Wang Yonghui. Department of Trauma, Shandong Provincial Hospital affiliated to Shandong First Medical University, Jinan 250001, China

Corresponding author: Wang Yonghui, Email: sdliqinghu@163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the clinical effect of reaming and debridement combined with unilateral external fixator in the treatment of chronic infection after intramedullary nailing of long bone fractures. **Methods** The data of 22 patients with chronic infection after treatment with intramedullary nails for long bone fractures of the lower extremity who were treated from January 2014 to January 2018 were retrospectively analyzed. There were 16 males and 6 females; age ranged from 21 to 62 years, with an average of  $(38.4\pm 9.3)$  years old; 12 cases of femoral infection and 10 cases of tibial infection. Fifteen of the initial injuries were closed fractures; seven were open fractures. According to the Cierny-Mader classification of bone infection, there were 10 cases of type I (intramedullary type), 7 cases of type I + type III (focal type), and 5 cases of type I + type II (diffuse type). The intramedullary nails were removed from all 22 patients, and the pulp was reamed, meanwhile the pulp cavity was flushed. The infected and necrotic tissue inside and outside the pulp cavity was completely removed. For those with sinus tract and abscess at the same time, the infected soft tissue should be completely removed together; for those with focal infection, the infected and necrotic bone should be partially excised, and the local bone defect should be rebuilt after the infection was controlled in two stages. Bone transfer treatment were conducted in large bone defect. All patients received intravenous infusion of sensitive antibiotics for 2 weeks, and then changed to oral administration for 4 weeks, for a total

of 6 weeks. **Results** Twenty-two patients were followed up for 16-36 months, with an average of (24.5±4.1) months. There was no recurrence of infection or residual infection in 20 patients. One patient had skin and soft tissue infection, and the wound healed after dressing change. One patient had bone exposure and partial skin defect, and the wound improved after local skin flap was transferred to cover the wound. 12 patients with bone defect after infection and debridement, 10 patients underwent bone grafting after infection control to reconstruct bone defect, and 2 patients underwent bone transfer. All patients achieved fracture union. **Conclusion** Reaming and debridement combined with external fixation is an effective method for chronic infection after intramedullary nailing of long bone fractures.

**【Key words】** Reaming; Debridement; External fixator; Long bone fractures; Intramedullary nailing

髓内钉固定是治疗成人长骨不稳定和移位骨折的金标准<sup>[1]</sup>。但是在一项包括1 106例胫骨干骨折采用髓内钉治疗的回顾性研究中,闭合性骨折的感染发生率为1.9%,开放性骨折的感染发生率为7.7%<sup>[2]</sup>。长骨骨折髓内钉术后感染,是骨科医生遇到的比较棘手的术后并发症,其治疗周期长,效果差,花费高<sup>[3]</sup>。尤其是长骨骨折术后深部慢性感染的处理更具有挑战性,并且这些患者没有标准化的治疗方案<sup>[1]</sup>。

髓内钉固定术后感染的治疗目标是根除感染,实现骨愈合,改善功能。治疗的基本原则包括清创、骨折稳定、软组织重建以及全身和/或局部抗生素治疗<sup>[4]</sup>。髓内钉感染的治疗方案多种多样,一般都是基于病例特点实行个体化治疗,而不是遵循既定的方案<sup>[5,6]</sup>。治疗髓内钉感染最根本的策略就是彻底清创,而彻底清创最好的方法就是扩髓,通过扩髓可以达到清除死骨的目的,同时又不会过多损伤正常的骨段和皮质骨外膜血运,有利于后期的骨折愈合<sup>[7]</sup>。骨折的稳定固定对于骨愈合至关重要,而扩髓后骨折固定的方式多种多样,方法各异。一些作者选择使用自制的浸渍抗生素的骨水泥棒或者涂有抗生素的带锁髓内钉治疗胫骨骨折髓内钉术后的感染,可以消除死腔,达到稳定骨折、持续抗感染的目的,取得良好效果,但也会出现抗生素骨水泥棒移除困难或者断裂的情况,存在感染复发的风险<sup>[8,9]</sup>。

本文章通过回顾性分析我院收治的22例下肢长管状骨骨折髓内钉治疗术后慢性感染的患者资料,通过扩髓清创联合单边外固定架固定进行治疗,均取得满意疗效。本文章拟评估扩髓在髓内钉术后慢性感染治疗中的作用,评估单边外固定架固定治疗髓内钉术后慢性感染的优势,为临床医师行髓内钉术后慢性感染的治疗提供参考。

## 资料与方法

### 一、一般资料

纳入标准:(1)胫骨或者股骨骨折髓内钉内固定病史;(2)伤口破溃、窦道、流脓,时间>2周;(3)影像学检查提示存在骨感染,如X线、CT、MR;(4)随访时间≥12个月。

排除标准:(1)急性感染:感染时间<2周;(2)单纯皮肤软组织感染;(3)随访时间小于12个月。

本研究纳入髓内钉术后慢性骨感染患者22例,其中男性16例,女性6例;年龄21~62岁,平均38.4岁;股骨12例,胫骨10例。15例初始损伤为闭合性骨折,7例为开放性骨折。根据Cierny-Mader骨感染分型<sup>[10]</sup>,I型(髓内型)10例,I型+Ⅲ型(局灶型)7例,I型+Ⅱ型(弥漫型)5例。22例患者均随访16~36个月,平均24.5个月。

本研究已获得山东第一医科大学附属省立医院伦理委员会批准及患者的知情同意(NO.2022-245)。

### 二、治疗方法

#### (一)术前准备

所有符合纳入标准的患者,术前常规行血常规、红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate, ESR)、C-反应蛋白(C-reactive protein, CRP)等化验检查,术前常规从窦道采集标本送检,行细菌培养+药敏试验,根据培养及药敏结果选用敏感抗生素治疗;若无结果则根据经验选用广谱抗生素治疗。常规行患肢X线、CT检查,必要时行MRI检查或者PET-CT明确感染范围。

#### (二)手术方法

患者全身麻醉后,取仰卧位,术区常规消毒铺无菌巾。梭形切除窦道及周围的感染坏死皮肤,依次切开皮肤、皮下组织及筋膜,暴露骨皮质,彻底逐层清除周围的感染及坏死的软组织,直至健康组织渗

血正常,骨刀逐层凿除硬化的骨皮质,直至正常渗血,出现红辣椒征,清理骨折断端,去除周围的感染肉芽组织及坏死硬化的骨质。将远端锁钉完整取出,清理螺钉孔后,应用骨刀去除感染破坏的骨质,并进行开槽,再依次取出近端螺钉及主钉,清理近端螺钉孔及周围的感染组织及坏死肉芽组织。顺行插入导针,应用软的髓腔锉自小到大依次进行扩髓,直至正常骨质被钻头带出,一般扩至比髓腔大2 mm左右即可,远端应用吸引器持续进行吸引。然后近端进钉点应用硬钻头进行扩髓,刮匙彻底刮除周围及髓腔内的坏死感染软组织及炎性肉芽组织。髓内

取出的感染或坏死组织常规送细菌培养。应用9 L生理盐水反复冲洗伤口及髓腔。更换手套及器械后,分别于胫骨或者股骨近端、中段及远端置钉,安装外固定支架(Orthofix,意大利)。伤口内及髓腔内放置硫酸钙+万古霉素(按比例,5 ml硫酸钙+2支万古霉素均匀混合后,溶于3 ml无菌注射用水,应用模板制成合适大小颗粒状)后,分别于近端及远端各放置引流管1根,逐层缝合伤口,无菌纱布加压包扎。对于感染骨段缺损长度较大( $\geq 3$  cm)的患者,则直接切除感染骨段,进行截骨骨搬运手术治疗。(典型病例见图1~16)。

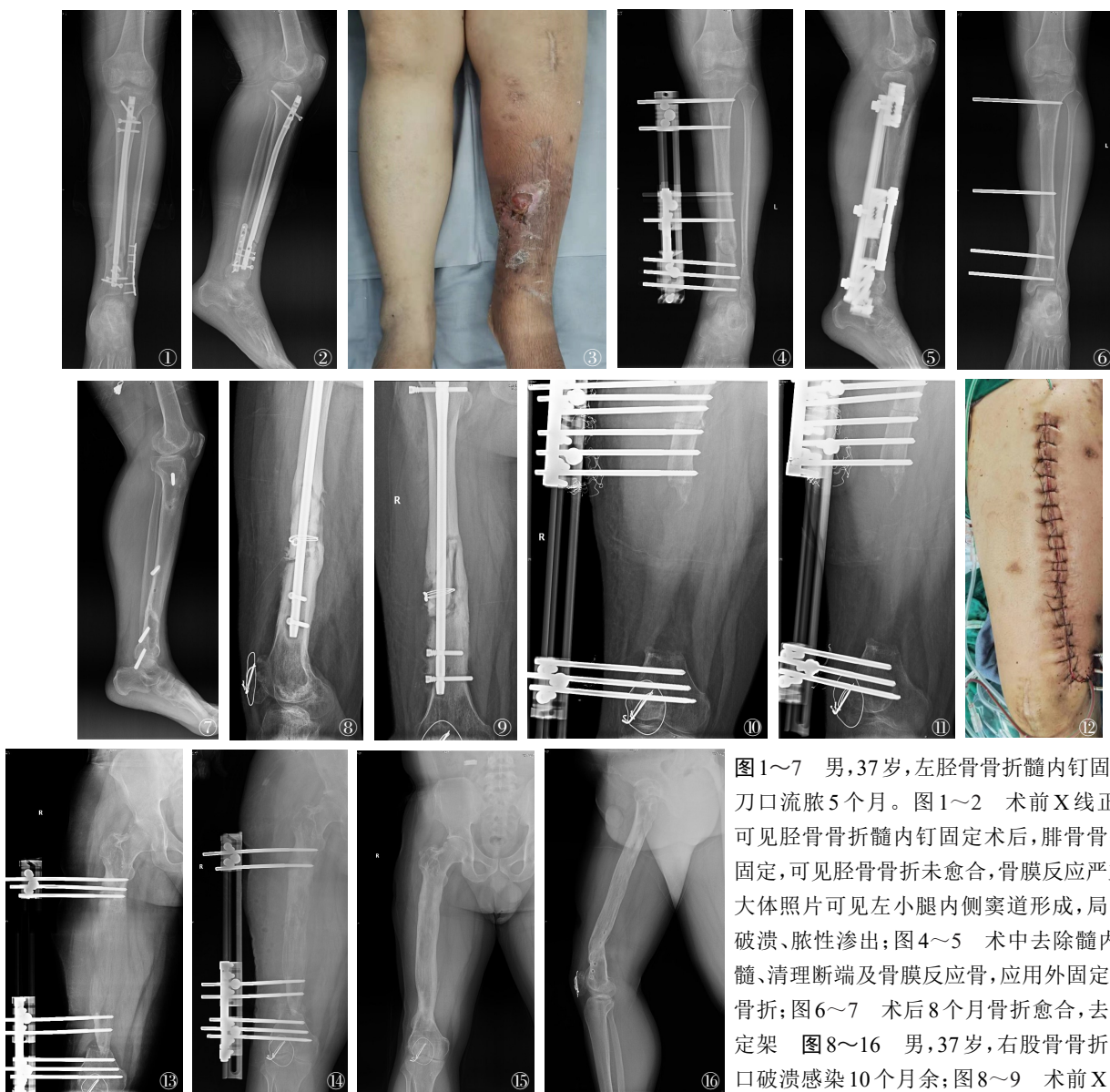


图1~7 男,37岁,左胫骨骨折髓内钉固定术后刀口流脓5个月。图1~2 术前X线正侧位,可见胫骨骨折髓内钉固定术后,腓骨骨折钢板固定,可见胫骨骨折未愈合,骨膜反应严重;图3 大体照片可见左小腿内侧窦道形成,局部皮肤破溃、脓性渗出;图4~5 术中去除髓内钉、扩髓、清理断端及骨膜反应骨,应用外固定架固定骨折;图6~7 术后8个月骨折愈合,去除外固定架 图8~16 男,37岁,右股骨骨折术后伤口破溃感染10个月余;图8~9 术前X线可见股骨骨折髓内钉固定术后,股骨骨折未愈合,部分骨质破坏吸收;图10~11 术中去除髓内钉、扩髓、截除感染破坏的骨质,长度约17 cm,外固定架固定,截骨骨搬运;图12 术后大体照片,近端及远端各放引流管1根;图13 骨搬运230 d后,X线示股骨骨搬运到位,断端会师;图14 给予会师断端取髂骨植骨;图15~16 术后10个月会师端愈合,搬运段矿化良好,给予去除外固定架

### (三)术后处理

术后常规给予抗感染、消肿、止痛等治疗,第2天打开伤口引流管,并进行伤口换药,观察皮缘血运情况及渗血情况,并进行血常规、CRP、ESR检测,贫血患者给予输血治疗。鼓励患者早期进行床上功能锻炼,预防深静脉血栓形成。术后3~7 d依据引流量确定拔除引流管时间。引流管拔除后可扶拐下地活动,患肢暂不负重。术后半个月后逐步负重直至正常行走。术后1个月、2个月、3个月、6个月、12个月分别进行X线摄片复查,评估骨折愈合情况。若有骨缺损,或者骨折不愈合,感染控制3个月后可进行二期手术植骨处理。对于骨搬运患者,术后10 d开始进行调整外固定架,3次/天,每天累计0.75 mm,调整后10 d、1个月、2个月、3个月,逐月复查,直至断端会师,并进行手术植骨处理。

### 三、术后随访

术后常规监测患者的感染控制情况,如伤口情况,是否出现红肿热痛,伤口愈合情况及是否有脓性分泌物,还要监测白细胞(white blood cell, WBC)、红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate, ESR)和C-反应蛋白(C-reactive protein, CRP)。所有患者均根据细菌培养及药敏结果,常规应用静脉抗生素2周+口服抗生素4周,共6周。同时监测患者的并发症发生情况及骨缺损愈合情况,以及患肢的功能情况。应用Iowa膝关节评分评估膝关节功能,包括以下几个方面:疼痛、膝关节活动范围、主动伸展运动、步行能力等,总分为100分,得分越高,膝关节功能越好。

## 结 果

### 一、感染控制情况

#### (一)患肢伤口情况

22例患者中,20例术后伤口未再出现感染,均一期愈合,并未再出现流脓或伤口积液、破溃等。一期感染控制率在90.9%。有1例患者出现伤口破溃,皮肤软组织感染,给予门诊清创换药后好转,伤口愈合。1例患者伤口迁延不愈,骨质外露,部分皮肤软组织缺损,给予局部皮瓣转移覆盖创面后愈合。

#### (二)WBC、ESR和CRP水平情况

术后随着时间延长,患者的WBC、ESR以及CRP的水平逐步下降至正常水平,其中ESR自术前的(52.0±3.4)mm/h降至术后第7天的(13.0±

2.0)mm/h,CRP自术前(42.5±4.2)mg/L降至术后第7天的(7.3±2.1)mg/L。

### (三)细菌培养结果情况

所有患者均行细菌培养+药敏试验,22例病例中,金黄色葡萄球菌感染8例,大肠埃希菌感染2例,鲍曼不动杆菌1例,阴沟肠杆菌2例,溶血葡萄球菌1例,大肠埃希菌+奇异变形杆菌混合感染1例,未查出细菌7例。

### 二、骨折愈合时间

22例患者均获得有效随访,随访时间为16~36个月,平均24.5个月。10例骨折感染清创后无骨缺损患者均获得愈合,愈合时间为6~10个月,平均7.5个月;12例骨折感染清创后合并有骨缺损者,其中10例骨缺损较小患者,均在感染控制后行取骨植骨术重建骨缺损,植骨后愈合时间为4~8个月,平均为5.3个月。2例骨缺损较大患者,其中股骨1例(缺损为17 cm),胫骨1例(缺损为4.5 cm),行骨搬运治疗,截骨术后第10天开始调整外固定架,分别于230 d(股骨)、60 d(胫骨)调整到位,断端会师接触,给予取髂骨植骨,植骨术于10个月、8个月骨折愈合,给予去除外架,功能恢复良好。所有患者的佩戴外固定架时间为12~28个月,平均为14个月。

### 三、患者下肢功能及并发症情况

20例患者下肢功能均恢复良好,未出现膝关节及踝关节僵硬的情况。2例患者由于外固定支架近端螺钉刺激膝关节疼痛,导致膝关节功能锻炼不足,出现膝关节僵硬,给予康复锻炼后恢复正常。所有患者在骨折愈合过程中,未出现其他的并发症情况。

## 讨 论

### 一、长骨骨折髓内钉固定术后感染的危险因素

髓腔内感染是长骨骨折应用髓内钉固定后的严重并发症<sup>[11-12]</sup>。胫骨骨折髓内钉固定术后感染的发生率,在闭合性骨折中为1.0~1.5%,而在开放性骨折中高达14%<sup>[13-14]</sup>。Galvin等<sup>[15]</sup>研究了122例闭合股骨干骨折临时外固定架更换为髓内钉固定的感染率,得出总感染率为2.5%。

髓内钉术后感染的危险因素包括严重的软组织损伤、延期手术置钉、延迟伤口闭合以及胫骨远端骨折位置等<sup>[16-18]</sup>。而一项针对开放性骨折一期外固定二期更换为髓内钉导致感染的危险因素分析研究表明,早期的皮肤覆盖创面是预防感染的最重

要因素<sup>[19]</sup>。

二、髓内钉术后感染的治疗关键:去除髓内钉、扩髓病灶清除、外固定架稳定骨折

ORS/ISFR 专家组调查结果显示,髓内钉术后感染治疗的方法有以下两种:对于一期感染(2~6周),可以考虑保留髓内钉,并通过清创和应用抗生素抑制感染,直到骨折愈合;但是对于二期(2~9月)或者三期感染(>9月),尽管有很多通过保守治疗取得成功的案例,更多的医生采用更加激进的治疗方案-去除髓内钉,旨在彻底根除骨感染并同时处理二期和三期感染导致的骨缺损<sup>[1,20-21]</sup>。

骨折髓内钉固定后贯穿整个髓腔,若出现感染,可导致整个髓腔的感染。而髓内钉置入过程中的扩髓导致髓腔内的血运差,髓内钉周围会形成细菌生物膜保护细菌,静脉应用抗生素很难到达感染部位杀灭细菌,故保守治疗效果差。而单纯的锁钉周围或者骨折断端周围的清创手术,难以彻底清除髓腔内的病灶,导致感染复发、迁延不愈。故长骨骨折髓内钉固定术后感染,尤其是慢性感染,治疗的关键在于去除髓内钉、扩髓、彻底清除髓腔内病灶,才能真正地治愈感染,为后期骨折愈合创造良好的条件<sup>[5,22]</sup>。

髓内钉术后感染的特点是感染可随着髓内钉在髓腔内蔓延,导致髓腔内的骨膜、骨质破坏,肉芽组织及感染组织填充,常规的清创方法不能清除髓腔内的感染灶,所以,清创的最好办法是扩髓。张彦龙等<sup>[23]</sup>指出,治疗髓内钉术后感染需同时解决两个问题,即清除感染和稳定骨折,扩髓清创是治疗髓内钉术后感染的基础。一般应用比原髓内钉直径大2 mm的髓腔锉进行扩髓,对于干骺端比较宽的髓腔,则用硬钻头或者刮匙进行彻底的刮除肉芽组织及感染组织。扩髓之前,要在远端锁钉处进行开槽,开槽面积无需太大,保证扩髓的软组织可以顺利取出或者吸出即可。用骨刀彻底清理骨折断端骨皮质,彻底清除硬化的骨质、骨包壳和骨膜反应骨,直至出现红辣椒征。断端的髓腔内可应用硬钻头或者刮匙再次彻底清理,保证不漏掉任何的感染部位。最后应用冲洗枪或者9 L生理盐水反复冲洗伤口及髓腔。冲洗完后再检查伤口及髓腔,反复清创、冲洗,直至肉眼下感染组织不可见。我们应用此种扩髓方法治疗的22例患者中,未见骨感染复发的病例。

稳定骨折的方法多种多样,Qiang等<sup>[24]</sup>应用抗生素骨水泥棒治疗19例髓内钉感染的病例,取得了良

好的效果,他们认为抗生素骨水泥棒可能是治疗髓内钉固定后髓内感染的一种相对有效、简单且廉价的方法。张彦龙等<sup>[23]</sup>应用扩髓清创联合抗生素骨水泥棒髓腔植入治疗12例髓内钉术后感染,取得了良好的效果。但是此种方法,一方面需二期去除骨水泥棒更换内固定;另一方面,容易出现骨水泥棒断裂或者难以去除的情况。故Rice等<sup>[25]</sup>报道了一种低成本、涂有抗生素的带锁髓内钉,一期治疗骨折术后感染的方法,共治疗了32例患者,一期治疗成功率达到了69%,提示了涂有抗生素的带锁髓内钉一期治疗骨折术后感染的有效性。但是此种方法的成功率较低,且有再次感染复发的可能性。尤其对于大段骨缺损的患者,此两种方法需要的植骨量巨大,普通植骨量不能满足植骨需求,在此方面应用欠佳。

Makridis等<sup>[26]</sup>指出,对于三期感染的治疗,去除髓内钉,彻底清创后,应用外固定架进行固定,尤其对于存在较大骨缺损的情况下,外固定架固定可提供很好的稳定性,并且在需要行骨搬运时,外固定架是唯一的选择。

对于此类患者,取出髓内钉后,我们常规应用单边外固定架固定。外固定架固定的优势在于提供良好的稳定性,不干扰髓腔内及断端血供;对于存在较大骨缺损的情况,外固定架固定可以防治肢体短缩。此外,在感染控制不佳需要去除较大骨段进行骨搬运治疗时,外固定架是唯一的选择。另外,在二期行植骨治疗时,该方法无需取出髓腔内的植入物,排除内置物取出困难或断裂的风险和因更换内固定物而产生的额外费用,不会增加再次感染或皮肤坏死的概率,并且可以提供充分的植骨空间。去除外固定架操作简单,可于门诊手术室进行,避免了再次切开皮肤进行内固定物取出的手术风险。我们有1例患者因为骨缺损较大(约4.5 cm),一期给予取出髓内钉、扩髓,去除感染骨段,单边外固定架固定,2个月后患者查血化验指标正常,伤口无异常后,给予截骨术,术后10 d开始进行骨搬运,规律复查,60 d断端会师,行断端取髂骨植骨术,术后8个月完全愈合,于门诊去除外固定架,恢复良好。

本研究的不足之处,主要是病例数较少,缺乏病例对照分析,说服力略显不足。但从现有病例可以看出,扩髓清创联合单边外固定架固定治疗长骨骨折髓内钉术后慢性感染,效果显著,为临床医师处理此类疾病提供了一个新的参考。

## 参 考 文 献

- 1 Mauffrey C, Hak DJ, Giannoudis P, et al. From the ORS/ISFR expert group on Tibial bone defects. Treatment of infection following intramedullary nailing of tibial shaft fractures-results of the ORS/ISFR expert group survey [J]. *Int Orthop*, 2019, 43(2): 417-423.
- 2 Court-Brown CM. Reamed intramedullary tibial nailing: an overview and analysis of 1106 cases [J]. *J Orthop Trauma*, 2004, 18(2): 96-101.
- 3 Seligson D, Klemm K. Adult posttraumatic osteomyelitis of the tibial diaphysis of the tibial shaft [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1999 (360): 30-36.
- 4 Chen CE, Ko JY, Wang JW, Wang CJ. Infection after intramedullary nailing of the femur [J]. *J Trauma*, 2003, 55(2): 338-44.
- 5 Chaudhary MM. Infected nonunion of tibia [J]. *Indian J Orthop*, 2017, 51(3): 256-268.
- 6 Mioc ML, Prejbeanu R, Deleanu B, et al. Extra-articular distal tibia fractures-controversies regarding treatment options. A single-centre prospective comparative study [J]. *Int Orthop*, 2018, 42(4): 915-919.
- 7 李杭. 胫骨感染性骨不连的规范化治疗现状和难点 [J]. *中华创伤杂志*, 2019, 35(2): 97-100.
- 8 Ohtsuka H, Yokoyama K, Higashi K, et al. Use of antibiotic-impregnated bone cement nail to treat septic nonunion after open tibial fracture [J]. *J Trauma*, 2002, 52(2): 364-366.
- 9 Paley D, Herzenberg JE. Intramedullary infections treated with antibiotic cement rods: preliminary results in nine cases [J]. *J Orthop Trauma*, 2002, 16(10): 723-729.
- 10 Cierny G 3rd, Mader JT, Penninck JJ. A clinical staging system for adult osteomyelitis [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2003, (414): 7-24.
- 11 Petrisor B, Anderson S, Court-Brown CM. Infection after reamed intramedullary nailing of the tibia: a case series review [J]. *J Orthop Trauma*, 2005, 19(7): 437-41.
- 12 Simpson AH, Cole AS, Kenwright J. Leg lengthening over an intramedullary nail [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1999, 81(6): 1041-1045.
- 13 Coles CP, Gross M. Closed tibial shaft fractures:management and treatment complications. A review of the prospective literature [J]. *Can J Surg*, 2000, 43(4): 256-262.
- 14 Joshi D, Ahmed A, Krishna L, et al. Unreamed interlocking nailing in open fractures of tibia [J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2004, 12(2): 216-221.
- 15 Galvin JW, Dannenbaum JH 4th, Tubb CC, et al. Infection Rate of Intramedullary Nailing in Closed Fractures of the Femoral Diaphysis After Temporizing External Fixation in an Austere Environment [J]. *J Orthop Trauma*, 2015, 29(9): e316-e320.
- 16 Whiting PS, Galat DD, Zirkle LG, et al. Risk factors for infection after intramedullary nailing of open tibial shaft fractures in Low- and Middle-Income countries [J]. *J Orthop Trauma*, 2019, 33(6): e234-e239.
- 17 王栋, 张乐, 乔虎云, 等. 分期治疗股骨骨折术后慢性骨髓炎的临床疗效研究 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2022 (04): 197-204.
- 18 段小静, 韩超, 陈洪. 骨科I类(清洁)切口早期感染相关危险因素的前瞻性研究 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2020, 6(4): 197-203.
- 19 Yokoyama K, Uchino M, Nakamura K, et al. Risk factors for deep infection in secondary intramedullary nailing after external fixation for open tibial fractures [J]. *Injury*, 2006, 37(6): 554-560.
- 20 Yang YF, Xu ZH, Zhang GM, et al. Modified classification and single-stage microsurgical repair of posttraumatic infected massive bone defects in lower extremities [J]. *J Reconstr Microsurg*, 2013, 29(9): 593-600.
- 21 Bose D, Kugan R, Stubbs D, et al. Management of infected nonunion of the long bones by a multidisciplinary team [J]. *Bone Joint J*, 2015, 97-B(6): 814-817.
- 22 薛德挺, 李杭, 潘志军, 等. 下肢长骨折髓内钉固定术后早期和迟发骨感染的处理 [J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38(9): 556-562.
- 23 张彦龙, 冯晨晨, 田书伟, 等. 扩髓清创联合抗生素骨水泥髓腔植入治疗髓内钉术后感染 [J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38(9): 523-529.
- 24 Qiang Z, Jun PZ, Jie XJ, et al. Use of antibiotic cement rod to treat intramedullary infection after nailing: preliminary study in 19 patients [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2007, 127(10): 945-951.
- 25 Rice OM, Phelps KD, Seymour R, et al. Single-Stage treatment of fracture-related infections [J]. *J Orthop Trauma*, 2021, 35(Suppl 2): S42-S43.
- 26 Makridis KG, Tosounidis T, Giannoudis PV. Management of infection after intramedullary nailing of long bone fractures: treatment protocols and outcomes [J]. *Open Orthop J*, 2013, 7: 219-226.

(收稿日期:2023-02-27)

(本文编辑:吕红芝)

傅佰圣, 李庆虎, 王大伟, 等. 扩髓清创联合单边外固定架治疗长骨折髓内钉术后慢性感染的研究 [J/CD]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2023, 9(5): 289-294.