

半侧骨段纵向搬移技术治疗下肢长骨感染性半侧骨段缺损的临床观察

王鹏瑞¹, 吴国平¹, 石少辉¹, 张伟², 张群², 聂少波²

(1. 航空总医院创伤骨科, 北京 100012; 2. 解放军总医院第一医学中心骨科, 北京 100853)

【摘要】 目的: 探讨采用半侧骨段纵向搬移技术治疗下肢长骨感染性半侧骨段缺损的临床疗效。方法: 回顾性分析 2009 年 6 月至 2019 年 12 月采用半侧骨段纵向搬移技术治疗的 13 例下肢长骨感染性半侧骨段缺损患者的临床资料, 其中男 10 例, 女 3 例; 年龄 14~55 岁; 股骨 4 例, 胫骨 9 例; 创伤性骨髓炎 10 例, 血源性骨髓炎 3 例。13 例患者的骨髓炎 Cierny-Mader 解剖分型均为 III 型局限型。观察患者骨愈合、创面愈合、术后并发症及关节活动度情况。采用 Paley 评价标准观察骨性结果和功能结果。结果: 所有患者拆除外固定架后均获得随访, 时间 6~70 个月, 搬移时间 54~158 d, 带架时间 6.8~19.5 个月, 外固定指数每厘米 1.23~1.60 个月。根据 Paley 评价标准: 骨性结果, 优 13 例; 功能结果, 优 12 例, 良 1 例。2 例患者对合端愈合不良, 经自体髂骨植骨后愈合; 1 例患者延长部位骨痂矿化欠佳, 应用低强度脉冲超声波治疗后愈合; 所有患者创面愈合良好, 无骨髓炎复发, 无再骨折发生, 均未出现血管神经损伤及轴向偏移, 均对下肢外观及功能满意。术前膝、踝关节活动度分别为 120°~150°、35°~80°, 末次随访时分别为 110°~140°、30°~75°。结论: 半侧骨段纵向搬移技术治疗下肢长骨感染性半侧骨段缺损的疗效确切, 可简化外固定架构型, 减少固定针数, 降低钉道感染发生率, 缩短外固定架佩戴时间, 但该技术技术要求较高, 且需注意延长区骨痂生长及对合端骨愈合问题。

【关键词】 下肢长骨; 半侧骨段缺损; 半侧骨段纵向搬移, 骨感染

中图分类号: R681.2

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.08.012

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Hemilateral bone longitudinal transport technique for the treatment of hemilateral defects of long bones of lower limbs

WANG Peng-rui¹, WU Guo-ping¹, SHI Shao-hui¹, ZHANG Wei², ZHANG Qun², NIE Shao-bo² (1. Department of Orthopaedics Trauma, Aviation General Hospital, Beijing, 100012, China; 2. Department of Orthopaedics, the First Medical Center of PLA General Hospital, Beijing, 100853, China)

ABSTRACT Objective To explore clinical efficacy of Ilizarov hemilateral bone longitudinal transport technique in treating hemilateral bone defects associated with chronic osteomyelitis of lower extremity long bones. **Methods** Clinical data of 13 patients with hemilateral bone defects caused by chronic osteomyelitis of lower extremity long bones and treated by Ilizarov hemilateral bone longitudinal transport technique were retrospective analyzed, including 10 males and 3 female, aged from 14 to 55 years old; 4 patients occurred femoral and 9 patients occurred tibial; 10 patients were diagnosed as traumatic osteomyelitis and 3 patients as hematogenous osteomyelitis. The anatomical classification of Cierny-Mader in 13 patients was type III. Bone and wound healing, postoperative complication, and bony and functional results were observed by Paley evaluation standard. **Results** After removing external fixator, all patients were followed up from 6 to 70 months. Transporting time ranged from 54 to 158 d. And the time in external fixation ranged from 6.8 to 19.5 months. External fixation index (EFI) ranged from 1.23 to 1.6 months/cm. According to Paley's evaluation criteria, bony results were excellent in 13 patients; functional results showed excellent in 12 patients and good in 1 patient. Two patients occurred poor union on the docking sites and healed with autogenous iliac bone graft. The callus at the extended area was poorly mineralized and improved significantly when treated with low-intensity pulsed ultrasound in one patient. All patients had good wound healing without recurrence of osteomyelitis and refracture. There was no vascular and nerve injury and axial deviation in all patients and they were satisfied with the appearance and function of lower limbs. The range of motion of knee and ankle joint before operation was 120° to 150° and 35° to 80° respectively, and at the latest follow-up was 110° to 140° and 30° to 75°. **Conclusion** Ilizarov hemilateral bone longitudinal transport technique is effective in treating infective hemilateral bone defects of lower extremity long bones, which could not only simplify architecture of external fixation, but also reduce the number of fixation pins, shorten the time in external fixator and

通讯作者: 聂少波 E-mail: nieshaobo1@126.com

Corresponding author: NIE Shao-bo E-mail: nieshaobo1@126.com

decrease the incidence of pin tract infection. However, this technique is highly demanding, and the growth of callus in extended region and healing of bone apposition should be noticed.

KEYWORDS Long bones of lower extremity; Hemilateral bone defect; Hemilateral bone longitudinal transport; Bone infection

Ilizarov 骨搬移技术治疗下肢长骨感染性骨缺损或慢性骨髓炎疗效确切,即使是大面积骨感染、大段骨缺损,其疗效已得到国内外专家认可,但其临床应用主要集中在整个骨段缺损的范畴^[1-6]。而对于一些特殊类型的骨髓炎,骨感染范围相对局限,仅仅集中在骨段的一侧,病灶清除后骨缺损范围也相对局限,往往形成“半侧骨段缺损”,目前临床治疗报道较少^[7]。本研究回顾性分析 2009 年 6 月至 2019 年 12 月采用 Ilizarov 半侧骨段纵向搬移技术进行治疗的 13 例下肢长骨感染性半侧骨段缺损患者,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准:(1)下肢长骨慢性骨髓炎患者,清创后形成半侧骨段缺损 ≥ 5 cm。(2)年龄 10~65 岁。(3)具有良好的依从性。排除标准:(1)下肢长骨慢性骨髓炎患者,清创后形成半侧骨段缺损 < 5 cm。(2)慢性骨髓炎急性复发者。(3)年龄 < 10 岁,或 > 65 岁。(4)合并严重基础疾病不能耐受手术,合并影响骨形成的代谢性疾病及不配合治疗的患者。

1.2 一般资料

本研究共纳入 13 例患者,其中男 10 例,女 3 例;年龄 14~55 岁;股骨 4 例,胫骨 9 例;创伤性骨髓炎 10 例,血源性骨髓炎 3 例。13 例患者的骨髓炎 CIERNY-MADER^[8]解剖分型均为 III 型局限型。见表 1。

1.3 治疗方法

1.3.1 手术方法 采用连续硬膜外麻醉或全麻,患者取平卧位,消毒、铺巾。首先进行病灶清除,将一侧病变的骨组织彻底去除,形成半侧骨缺损,修整骨残端呈“[”形(图 1a),大量生理盐水、双氧水、碘伏反复冲洗创面 3 次。重新消毒铺单,更换全部手术器械。安装外固定架,股骨选择 Orthofix 单臂外固定架,胫骨选择 Ilizarov 环式外固定架。C 形臂 X 线机辅助正侧位透视,调整外架轴线与长骨机械轴平行,以防止骨搬移过程中搬移骨段轴向偏移。拟搬移骨段经皮单层骨皮质打入 2 枚固定钉或克氏针。骨干部位用摆锯纵行截骨,干骺端于骨膜下线锯横行截骨(图 1a)。截骨全程注意损伤控制,保护骨膜,不要过分剥离。骨和软组织缺损处直接缝合关闭创面,如果软组织缺损较大,创面旷置换药,无菌敷料包扎固定。

表 1 下肢长骨慢性骨髓炎 13 例术前一般资料

Tab.1 Preoperative general data of 13 patients with chronic osteomyelitis of lower extremity long bones

患者序号	性别	年龄/岁	下肢骨部位	骨髓炎类型	骨髓炎 Cierny-Mader 解剖分型
1	男	14	股骨	血源性	III 型局限型
2	男	43	胫骨	创伤性	III 型局限型
3	男	38	股骨	创伤性	III 型局限型
4	女	30	胫骨	创伤性	III 型局限型
5	男	28	胫骨	创伤性	III 型局限型
6	男	17	胫骨	血源性	III 型局限型
7	男	55	股骨	创伤性	III 型局限型
8	女	32	胫骨	创伤性	III 型局限型
9	男	47	胫骨	创伤性	III 型局限型
10	男	36	股骨	创伤性	III 型局限型
11	女	18	胫骨	血源性	III 型局限型
12	男	51	胫骨	创伤性	III 型局限型
13	男	45	胫骨	创伤性	III 型局限型

1.3.2 术后管理 围手术期根据术前窦道分泌物及术中深部组织细菌培养药敏结果选择敏感抗生素静脉用药。术后第 1 天即允许患者在助行器辅助下部分负重,加强下肢肌力训练及邻近关节的主被动活动。术后每 2~3 d 换药,观察骨缺损处感染控制情况及进行钉道护理。术后 1 周对患者进行外架延长教学,搬移速度 1 mm/d,分 4 次进行(图 1b)。骨搬移开始后每 2 周拍摄 1 次 X 线片。当搬移骨段端端对合后继续骨搬移进行适当加压,此时停止搬移(图 1c)。当搬移骨段对合端、延长区均达到稳定愈合时,对外固定架实施动力化,当搬移骨段对合端、延长区均达到坚强愈合时拆除外架^[9](图 1d)。拆除外架后仍保护性行走 3 个月,以防再骨折。

2 结果

2.1 疗效评价标准

采用 PALEY 等^[10]制定的 Paley 评价标准评价骨性结果和功能结果。骨性结果包括骨性愈合、无感染、畸形 $< 7^\circ$ 、下肢长度的恢复 < 2.5 cm 等 4 项指标;优,具有以上 4 项标准;良,除骨愈合外具有另外 3 项中的任意 2 项;中,除骨愈合外具有另外 3 项中的任意 1 项;差,骨不连或骨折或不含其他 3 项中任意 1 项。功能结果包括跛行、马蹄足畸形、软组织状况(皮肤过敏、足底皮肤感觉、压疮)、疼痛、日常活动

能力 5 项指标;优,恢复日常活动能力且不合并其他 4 项指标中的任何 1 项;良,恢复日常活动能力,且合并其他 4 项指标中的 1~2 项;中,恢复日常活动能力,且合并其他 4 项指标中的 3~4 项或截肢;差,无法恢复日常活动能力,无论其他几项指标结果如何。

2.2 治疗结果

13 例患者骨缺损 5~15 cm。所有患者获得随访,时间拆除外架后 6~70 个月,搬移时间 54~158 d,带架时间 6.8~19.5 个月,外固定架指数[带架时间(月)/延长长度(cm)]每厘米 1.23~1.60 个月。术后根据

Paley 评价标准;骨性结果,优 13 例;功能结果,优 12 例,良 1 例。2 例患者对合端愈合不良,经自体髂骨植骨后愈合,余患者对合端全部自然愈合,且对位及对线满意。1 例患者延长部位骨痂矿化欠佳,应用低强度脉冲超声波治疗后愈合。所有患者创面愈合良好,无骨髓炎复发,无再骨折发生。所有患者未出现血管神经损伤及轴向偏移,均对下肢外观及功能满意。术前膝、踝关节活动度分别为 120°~150°、35°~80°,末次随访时分别为 110°~140°、30°~75°。见表 2、表 3。典型病例图片见图 2、图 3。

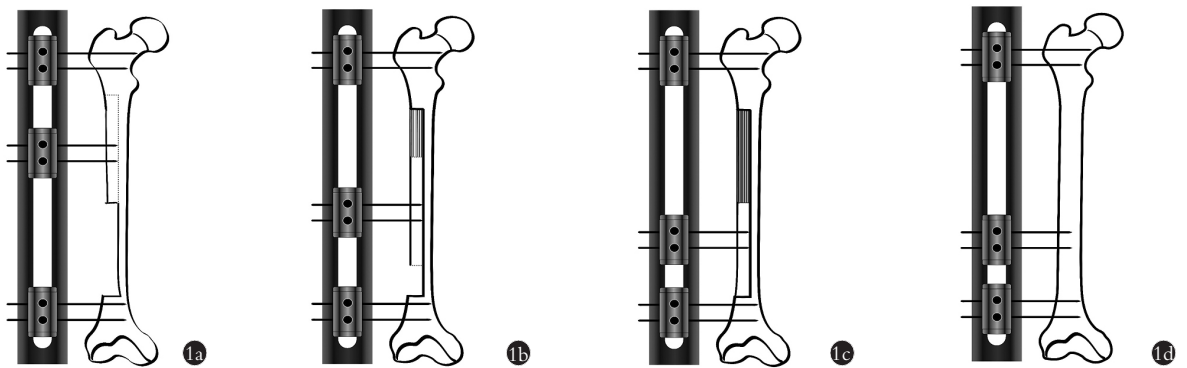


图 1 半侧骨段纵向搬移技术治疗下肢长骨慢性骨髓炎性半侧骨段缺损的手术示意图 1a. 慢性骨髓炎病灶清除术后形成半侧骨段缺损,外固定架安装完毕后,于骨缺损的一端将其临近的正常骨段进行半侧截骨 1b. 半侧骨段纵向搬移中,延长区有骨痂形成 1c. 半侧骨段纵向搬移完毕,延长区骨痂形成良好 1d. 拆除外固定架前,对合端、延长区均达到骨性愈合

Fig.1 Schematic diagram of hemilateral bone longitudinal transport technique for the treatment of the infected hemilateral bone defect of the lower extremity long bone 1a. After the removal of chronic osteomyelitis lesions, a hemilateral bone defect was formed. When the external fixator was installed, a hemilateral osteotomy was performed on the adjacent normal bone 1b. The callus was formed in the extension area during the longitudinal transport of hemilateral bone 1c. The callus was formed well in the extension area when the longitudinal transport of the hemilateral bone was completed 1d. Before removing the external fixator, both the docking site and extension area achieved bony union

表 2 下肢长骨慢性骨髓炎 13 例术后治疗结果

Tab.2 Postoperative results of 13 patients with chronic osteomyelitis of lower extremity long bones

患者序号	骨缺损/cm	搬移时间/d	带架时间/月	外固定指数*	拆除外架后随访时间/月	对合端骨愈合欠佳	延长区骨痂生长欠佳
1	15	158	19.5	1.30	20	是	是
2	7	75	9.0	1.29	12	否	否
3	5.5	59	6.8	1.24	10	否	否
4	12	129	16.0	1.33	13	否	否
5	7	75	8.8	1.26	16	否	否
6	6	64	7.6	1.27	11	否	否
7	5	56	6.8	1.36	12	否	否
8	6	69	7.4	1.23	6	否	否
9	5	54	8.0	1.60	13	否	否
10	10	107	13.5	1.35	12	否	否
11	9.5	102	12.0	1.26	70	否	否
12	6	56	7.5	1.25	15	是	否
13	8	86	10.3	1.29	14	否	否

注:*外固定指数为带架时间(月)/延长长度(cm)

表 3 下肢长骨慢性骨髓炎 13 例手术前后膝、踝关节活动度及 Paley 评价标准比较

Tab.3 Comparison of ROM of knee and ankle joints and Paley evaluation standard in 13 patients with chronic osteomyelitis of lower extremity long bones before and after operation

患者 序号	膝关节活动度/°		踝关节活动度/°		Paley 评价标准	
	术前	末次随访*	术前	末次随访*	骨性结果	功能结果
1	135	135	70	65	优	优
2	135	120	55	50	优	优
3	120	116	80	75	优	优
4	142	125	65	60	优	优
5	150	130	35	35	优	优
6	137	130	70	50	优	优
7	130	130	50	50	优	优
8	150	140	60	55	优	优
9	130	125	45	38	优	优
10	120	110	50	47	优	优
11	145	140	70	60	优	优
12	135	135	40	30	优	良
13	130	130	40	35	优	优

注: *末次随访时间为拆除外架后 6~70 个月,即术后 13.4~82.0 个月

3 讨论

3.1 常规骨搬运技术与骨髓炎的治疗

感染性骨缺损或慢性骨髓炎的治疗长期以来都是创伤骨科医生关注的热点,其治疗的难点在于“感染控制难、骨修复困难、肢体功能差”。随着 Ilizarov 骨搬运技术的发展与推广,这些问题已基本上得到了解决。Ilizarov 骨搬运技术优势明显:(1)几乎可以修复任意长度的骨缺损。(2)新生骨痂骨化速度较快,能大大缩短骨愈合时间。(3)一般无须植骨。(4)能同时修复皮肤软组织缺损,避免做皮瓣修复手术。(5)疗效确切,不易复发^[11]。目前,骨搬运技术已经成为治疗感染性骨缺损或慢性骨髓炎的首选方法。但常规骨搬运技术也存在一些问题,如外固定架佩戴时间长^[12]、患肢关节僵硬^[1,3-4,13]等。如何缩短治疗周期、减少外固定架佩戴时间、改善关节功能,是目前创伤骨科医生临床研究的一个方向。

3.2 半侧骨段纵向搬运技术治疗下肢长骨 Ciermy-Mader III 型骨髓炎的应用体会

大部分感染性骨缺损或慢性骨髓炎的患者,骨破坏往往累及整个骨段,因此术中要将病骨整段完全切除,然后在长骨的另一端进行截骨延长行常规骨搬运治疗。但是也有部分病例,骨破坏相对局限,范围集中在骨段的一侧^[8],如果将整个骨段完全切

除做常规骨搬运,骨切除较多,损伤较大。因此,自 2009 年以来对于这些病例,笔者采用将一半病骨局部切除,形成半侧骨缺损,然后利用半侧骨段纵向搬运技术来修复这种特殊类型的骨髓炎,全部取得了满意的效果。

(1)半侧骨段纵向搬运技术外固定架构型简化。由于半侧骨段纵向搬运技术保留一侧结构性骨支撑,对外固定架强度要求可适当降低,外固定架构型可适当简化。马蹄足畸形在常规胫骨远端截骨向近端搬运中发生率高,考虑与滑移骨段向近端搬运时跟腱挛缩相关,往往需要加装 1 个“U”形足环,同步反向对抗牵伸踝关节^[13],外固定架构型相对复杂,也相对笨重。而本研究均未加装“U”形足环,末次随访也未出现足下垂畸形。笔者认为这与 2 个因素相关:一是胫骨半侧骨段逆行纵向搬运技术本身对跟腱的牵拉刺激较小;二是稳定的“骨+外固定架”结构允许术后足踝关节复合体的早期适量负重功能锻炼,能够有效对抗跟腱的挛缩。

(2)半侧骨段纵向搬运技术固定针数减少。由于半侧骨段纵向搬运技术保留一侧结构性骨支撑,对外固定架强度要求可适当降低,固定针数可相应减少。常规的股骨骨搬运技术使用单臂外固定架一般需要 8 根固定针,在本研究只需要 6 根外固定针。同样胫骨环形外固定架的穿针数目也较常规骨搬运技术减少。但这并不影响外固定架的整体稳定性,不影响患者的早期活动,因为患肢尚有一侧完整结构骨支撑。本研究所有患者于术后第 1 天即在助行器辅助下部分负重功能锻炼。

(3)半侧骨段纵向搬运技术针道感染发生率低。针道感染是外固定治疗常见的并发症之一^[1,3-4,6,13-15],严重者可造成钉道骨髓炎^[16]。而随着半侧骨段纵向搬运技术外固定针数的使用减少,但同时外架整体稳定性又不受影响,该技术针道感染的发生率也自然下降。本组 13 例患者均未见针道感染,仅 2 例发生钉道反应。

(4)半侧骨段纵向搬运技术外固定架佩戴时间短。由于保留了半侧正常骨段,骨组织的整体稳定性好,可以早期拆除外架,缩短了外固定架佩戴时间。目前临床报道单平面截骨常规骨搬运外固定指数每厘米 1.48~2.5 个月^[2-5,17,18],长时间佩戴外固定架给患者生活带来了极大的不便^[12]。本研究通过半侧骨段纵向搬运,外固定指数缩短为 1.23~1.6 月/厘米,大大缩短了带架时间。

(5)半侧骨段纵向搬运技术关节功能好。由于保留了一半完整性结构骨支撑的技术优势,术后患肢长度及力线不变,骨组织的整体稳定性好,术后即可

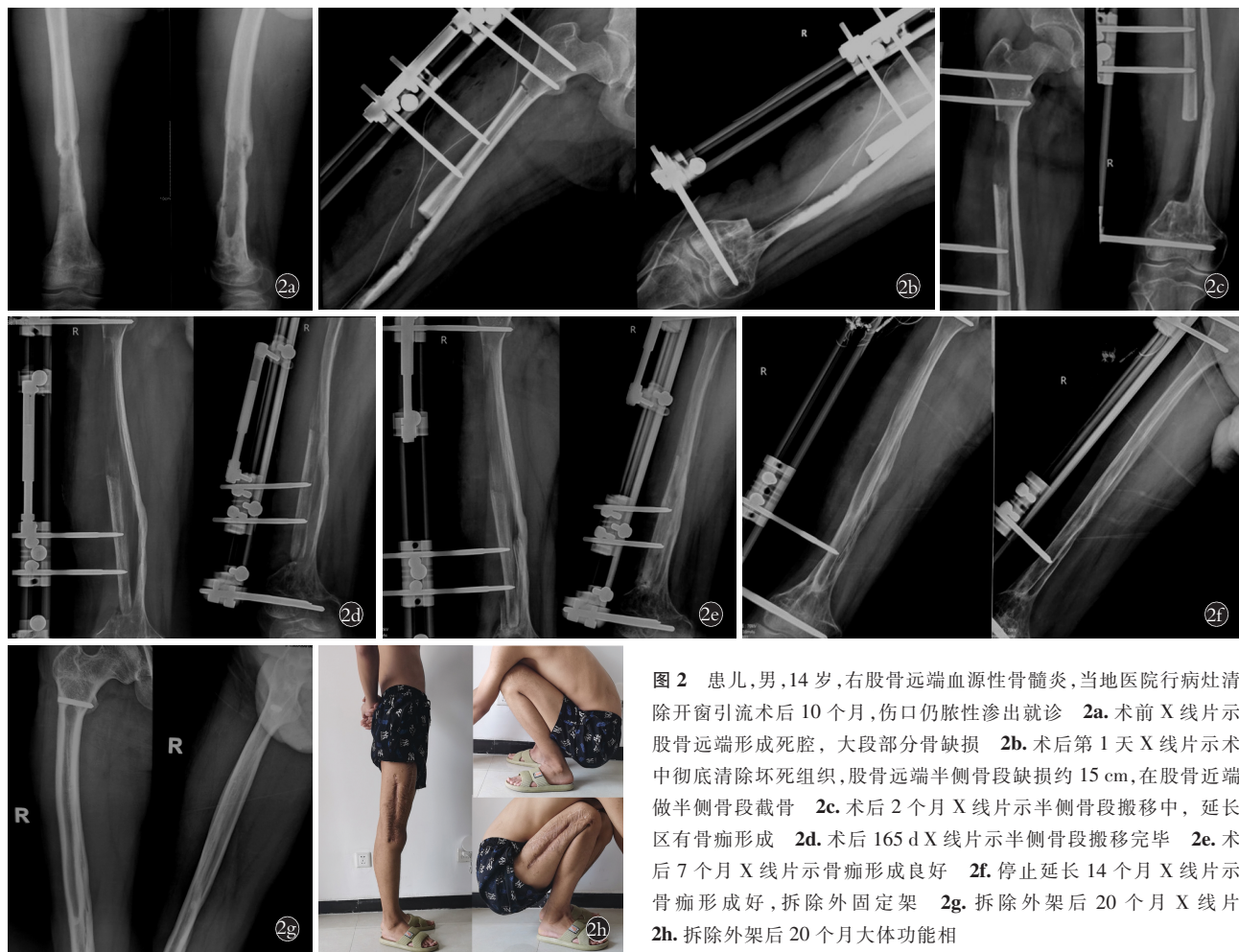


图 2 患儿,男,14 岁,右股骨远端血源性骨髓炎,当地医院行病灶清除开窗引流术后 10 个月,伤口仍脓性渗出就诊 2a. 术前 X 线片示股骨远端形成死腔,大段部分骨缺损 2b. 术后第 1 天 X 线片示术中彻底清除坏死组织,股骨远端半侧骨段缺损约 15 cm,在股骨近端做半侧骨段截骨 2c. 术后 2 个月 X 线片示半侧骨段搬移中,延长区有骨痂形成 2d. 术后 165 d X 线片示半侧骨段搬移完毕 2e. 术后 7 个月 X 线片示骨痂形成良好 2f. 停止延长 14 个月 X 线片示骨痂形成好,拆除外固定架 2g. 拆除外架后 20 个月 X 线片 2h. 拆除外架后 20 个月大体功能相

Fig.2 Male, 14 years old, hematogenous osteomyelitis of the right distal femur, admission due to purulent exudation from wound at 10 months after being performed debridement and fenestration drainage by local hospital 2a. Preoperative X-ray showed a dead space on the distal femur and large partial bone defect 2b. Postoperative X-ray on the 1st day showed after thoroughly removing the necrotic tissue, a 15 cm defect was formed at the hemilateral distal femur and then hemilateral osteotomy was performed at proximal femur 2c. Postoperative X-ray at 2 months showed hemilateral bone was being transported, and there was callus formation in the extension area 2d. Postoperative X-ray at 165 days showed hemilateral bone transport had been completed 2e. Postoperative X-ray at 7 months showed callus formed well 2f. X-ray at 14 months after completing of transportation showed callus formed well and external fixator was removed 2g. X-ray at 20 months after removal of external fixator 2h. General functional appearance at 20 months after removal of external fixator

更好地进行各关节的功能锻炼。而且相较常规骨搬移干骺端截骨延长大多会破坏关节周围的肌力平衡,半侧骨段搬移技术能将关节周围部分伸、屈肌止点及韧带等稳定装置保留在截骨一端,能最大程度维持关节结构的稳定性,对邻近关节功能干扰小,因此患者的关节功能更好。本研究虽然患者术后膝、踝关节活动度较术前有所减小,但与术前相比均没有统计学差异,术后患者对患肢关节功能满意。

(6)半侧骨段纵向搬移技术要求高。由于半侧骨段纵向搬移技术需纵行截骨,且纵行截骨切口较长,手术技术难度增加。

3.3 半侧骨段纵向搬移技术与常规骨搬移技术的共性

半侧骨段纵向搬移技术脱胎于常规骨搬移技

术,其共同点有:(1)均可通过 I 期病灶彻底清除控制感染。(2)成骨原理相同、成骨部位相当,延长区骨痂生长或矿化不佳均是并发症之一。牵拉成骨数量和质量的决定性因素是血供,成骨的本质是膜内成骨。常应用的成骨部位均是干骺端,因为干骺端侧枝循环好,血运丰富,骨小梁接触面大。尽管截骨全程注意损伤控制,低能量截骨^[19],不过分离软组织和保护骨膜,仍有 1 例患者延长区骨痂生长力不足,矿化不良,使用低强度脉冲超声波物理疗法辅助治疗,疗效确切^[20]。(3)对合端延迟愈合或不愈合均是并发症^[21]。对于对合端接触面积过小而造成的不愈合,应尽早手术,病灶端以自体髂骨植骨。本研究中 1 例患者对合端接触不良,拆除外架后 2 周予断端清理、自体髂骨植骨。植骨外层需注意避免大块板层状皮质

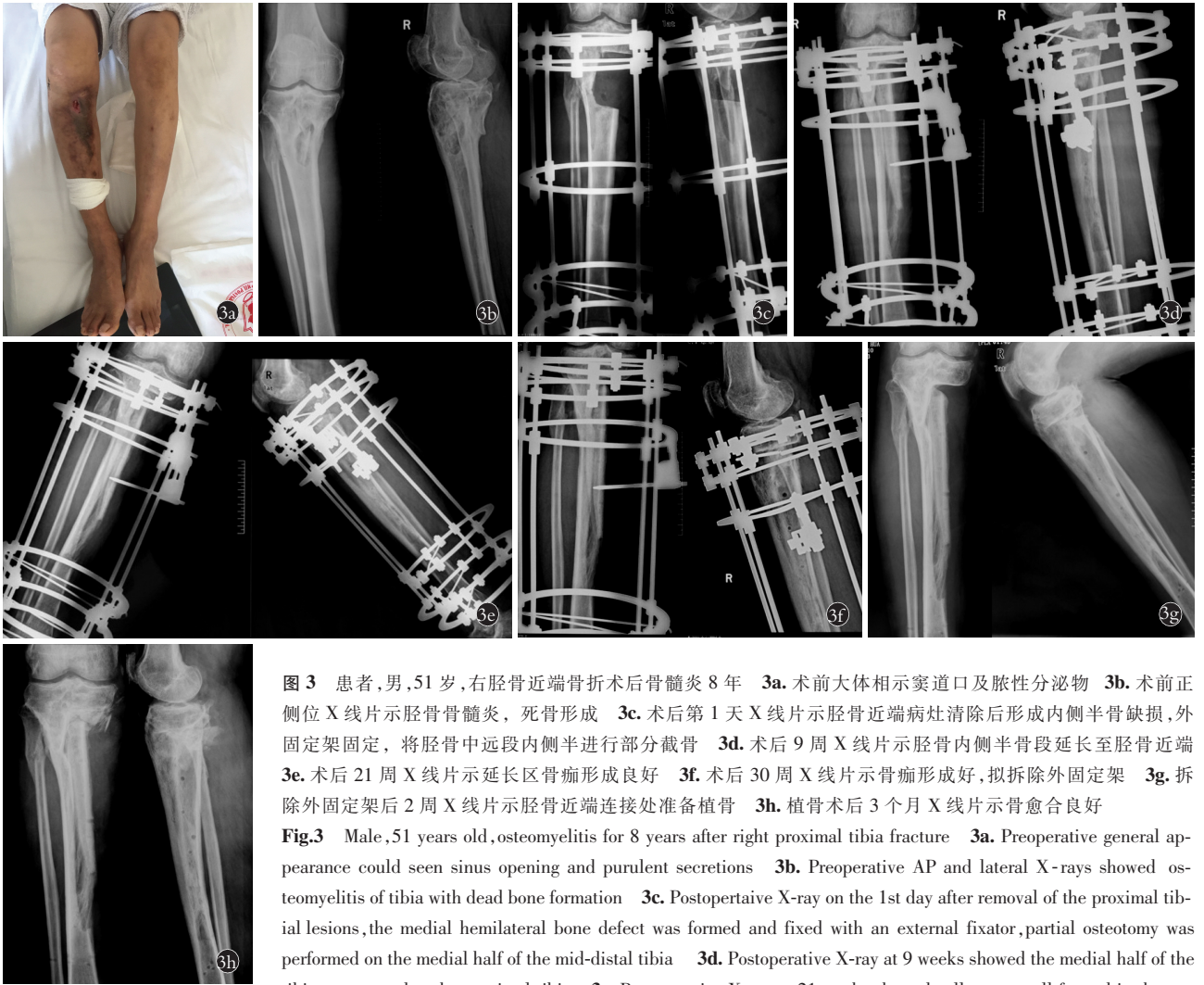


图 3 患者,男,51 岁,右胫骨近端骨折术后骨髓炎 8 年 **3a**. 术前大体相示窦道口及脓性分泌物 **3b**. 术前正侧位 X 线片示胫骨骨髓炎,死骨形成 **3c**. 术后第 1 天 X 线片示胫骨近端病灶清除后形成内侧半骨缺损,外固定架固定,将胫骨中段远端内侧半进行部分截骨 **3d**. 术后 9 周 X 线片示胫骨内侧半骨段延长至胫骨近端 **3e**. 术后 21 周 X 线片示延长区骨痂形成良好 **3f**. 术后 30 周 X 线片示骨痂形成好,拟拆除外固定架 **3g**. 拆除外固定架后 2 周 X 线片示胫骨近端连接处准备植骨 **3h**. 植骨术后 3 个月 X 线片示骨愈合良好

Fig.3 Male, 51 years old, osteomyelitis for 8 years after right proximal tibia fracture **3a**. Preoperative general appearance could be seen sinus opening and purulent secretions **3b**. Preoperative AP and lateral X-rays showed osteomyelitis of tibia with dead bone formation **3c**. Postoperative X-ray on the 1st day after removal of the proximal tibial lesions, the medial hemilateral bone defect was formed and fixed with an external fixator, partial osteotomy was performed on the medial half of the mid-distal tibia **3d**. Postoperative X-ray at 9 weeks showed the medial half of the tibia transported to the proximal tibia **3e**. Postoperative X-ray at 21 weeks showed callus was well formed in the extension area **3f**. Postoperative X-ray at 30 weeks showed callus formed well and external fixator was to be removed **3g**. X-ray at 2 weeks after removing external fixator showed preparation for bone grafting on the docking site **3h**. X-ray at 3 months after bone grafting showed good bone healing

骨,以影响血管长入。(4)动力化时机、拆除外架时机相同,当搬移骨对合端、延长区及接触区达到稳定愈合时,对外固定架实施动力化,当搬移骨对合端、延长区及接触区均达到坚强愈合时拆除外架。

综上,采用半侧骨段纵向搬移技术治疗半侧骨段感染性缺损取得了满意的疗效。半侧骨段纵向搬移技术为创伤骨科医生治疗骨髓炎提供了一个新思路,进一步丰富了 Ilizarov 技术的内涵。

参考文献

[1] YIN P,JI Q N,LI T T, et al. A systematic review and meta-analysis of ilizarov methods in the treatment of infected nonunion of Tibia and femur[J]. PLoS One, 2015, 10(11): e0141973.
 [2] YIN P,ZHANG L H,LI T T, et al. Infected nonunion of tibia and femur treated by bone transport[J]. J Orthop Surg Res, 2015, 10: 49.
 [3] LIU Y S,YUSHAN M,LIU Z H, et al. Complications of bone transport technique using the Ilizarov method in the lower extremity: a retrospective analysis of 282 consecutive cases over 10 years [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 354.

[4] ZHOU C H,REN Y,SONG H J, 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.
 [5] TETSWORTH K,PALEY D,SEN C, et al. Bone transport versus acute shortening for the management of infected tibial non-unions with bone defects[J]. Injury, 2017, 48(10): 2276-2284.
 [6] AINIZIER YALIKUN,ALIMUJIANG ABULAIT,MAIMAILI YUSHAN, et al. Trifocal bone transport by using monolateral rail system in treatment of bone defects caused by post-traumatic tibial osteomyelitis[J]. Chin J Reparative Reconstr Surg, 2020, 34(7): 862-868.
 [7] LOU T F,WEN G,WANG C Y, et al. L-shaped corticotomy with bone flap sliding in the management of chronic tibial osteomyelitis: surgical technique and clinical results[J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14(1): 47.
 [8] CIERNY G 3rd,MADER J T,PENNINCK J J. A clinical staging system for adult osteomyelitis[J]. Clin Orthop Relat Res, 2003(414): 7-24.
 [9] Leonid N. Solomin, 康庆林, 张长青, 等. Ilizarov 技术基本原理及

- 应用[M].北京:人民军医出版社,2012:294.
- Leonid N. Solomin, KANG Q L, ZHANG C Q, et al. The Basic Principles of External Fixation Using the Ilizarov Device[M]. Beijing: People's Military Medical Press, 2012:294.Chinese.
- [10] PALEY D, CATAGNI M A, ARGNANI F, et al. Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss[J]. Clin Orthop Relat Res, 1989 (241):146-165.
- [11] 张群,陶笙,唐佩福,等.小腿局部组织感染性缺损的临床分型及治疗选择[J].创伤外科杂志,2010,12(4):297-300. ZHANG Q, TAO S, TANG P F, et al. Clinical classification of infectious soft tissue defects in leg and its treatment[J]. J Tauma Surg, 2010, 12(4):297-300. Chinese.
- [12] KRAPPINGER D, IRENBERGER A, ZEGG M, et al. Treatment of large posttraumatic tibial bone defects using the Ilizarov method:a subjective outcome assessment[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2013, 133(6):789-795.
- [13] 刘福尧,潘圆,董志军,等.骨搬运技术治疗下肢长骨骨缺损的并发症[J].中国矫形外科杂志,2020,28(20):1910-1912. LIU F Y, PAN Y, DONG Z J, et al. Complications of bone transport technique in the treatment of long bone defects of lower limbs[J]. Orthop J China, 2020, 28(20):1910-1912. Chinese.
- [14] LIU K, ABULAITI A, LIU Y S, et al. Risk factors of pin tract infection during bone transport using unilateral external fixator in the treatment of bone defects[J]. BMC Surg, 2021, 21(1):377.
- [15] CERONI D, GRUMETZ C, DESVACHEZ O, et al. From prevention of pin-tract infection to treatment of osteomyelitis during paediatric external fixation[J]. J Child Orthop, 2016, 10(6):605-612.
- [16] HAMAHASHI K, UCHIYAMA Y, KOBAYASHI Y, et al. Delayed methicillin-resistant Staphylococcus aureus-induced osteomyelitis of the tibia after pin tract infection:two case reports[J]. J Med Case Rep, 2017, 11(1):23.
- [17] ERALP L, KOCAOGLU M, CELIKTAS M, et al. Is acute compression and distraction superior to segmental bone transport techniques in chronic tibial osteomyelitis? Comparison of distraction osteogenesis techniques[J]. Acta Orthop Belg, 2016, 82(3):599-609.
- [18] SIGMUND I K, FERGUSON J, GOVAERT G A M, 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):279.
- [19] 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 Y Y, SHEN L F, 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]. China J Orthop Traumatol, 2018, 31(6):556-561. Chinese.
- [20] SALEM K H, SCHMELZ A. Low-intensity pulsed ultrasound shortens the treatment time in tibial distraction osteogenesis[J]. Int Orthop, 2014, 38(7):1477-1482.
- [21] 刘亦杨,林炳远,黄凯,等.骨搬运技术治疗慢性骨髓炎伴骨缺损并发症的研究进展[J].中国骨伤,2020,33(3):288-292. LIU Y Y, LIN B Y, HUANG K, et al. Progress on complications of chronic osteomyelitis with bone defect treated by bone transportation [J]. China J Orthop Traumatol, 2020, 33(3):288-292. Chinese.

(收稿日期:2022-09-29 本文编辑:李宜)