

本文引文格式:罗富强,谢康麒,李载永,等. Ilizarov 技术胫骨横向骨搬移术治疗糖尿病足溃疡的临床效果[J]. 右江民族医学院学报, 2022, 44(4): 504-508.

【论著与临床报道】

Ilizarov 技术胫骨横向骨搬移术治疗糖尿病足溃疡的临床效果

罗富强^{1,2}, 谢康麒^{1,2}, 李载永^{1,2}, 周海东^{1,2}, 罗昌泰^{1,2}, 韦积华³

(1. 右江民族医学院临床医学院, 广西 百色 533000;

2. 右江民族医学院研究生学院, 广西 百色 533000;

3. 右江民族医学院附属医院创伤医学中心, 广西 百色 533000)

摘要:目的 探讨 Ilizarov 技术胫骨横向骨搬移术治疗糖尿病足溃疡的临床效果。方法 选取 2017 年 12 月—2019 年 12 月某医院收治的 36 例通过 Ilizarov 技术胫骨横向骨搬移术治疗的糖尿病足溃疡患者。记录糖尿病足溃疡愈合率, 对比术前和术后 3 个月患者的视觉模拟评分法(VAS)评分、创面面积、踝肱指数(ABI)及患足皮温等。结果 术后创面愈合率为 94.44%(34/36); 36 例患者术后 3 个月 VAS 评分和创面面积与术前情况相比较明显减小, ABI 和患足皮温高与术前情况相比较明显提高, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。结论 Ilizarov 技术胫骨横向骨搬移术有助于促进糖尿病足溃疡患者创面愈合, 值得临床应用。

关键词: Ilizarov 技术; 胫骨横向骨搬移术; 糖尿病足; 溃疡

中图分类号: R587.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-5817(2022)04-0504-05

doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2022.04.006

Clinical effects of transverse tibial bone transport by Ilizarov technique for treatment of diabetic foot ulcer

Luo Fuqiang^{1,2}, Xie Kangqi^{1,2}, Li Zaiyong^{1,2}, Zhou Haidong^{1,2}, Luo Changtai^{1,2}, Wei Jihua³

(1. School of Clinical Medicine, Youjiang Medical University for Nationalities, Baise 533000,

Guangxi, China; 2. Graduate School, Youjiang Medical University for Nationalities, Baise

533000, Guangxi, China; 3. Medicine Center of Trauma, The Affiliated Hospital of

Youjiang Medical University for Nationalities, Baise 533000, Guangxi, China)

Abstract: **Objective** To investigate the clinical effects of transverse tibial bone transport by Ilizarov technique for treatment of diabetic foot ulcer. **Methods** This study selected 36 patients with diabetic foot ulcer-treated by Ilizarov technique in a hospital from December 2017 to December 2019. This study moved on to record the healing rate of diabetic foot ulcer and to compare the scores of visual analogue scale (VAS), the wound area, ankle-brachial index (ABI), and skin temperature of the patients before operation and in 3 months after operation. **Results** The wound healing rate was 94.44% (34/36). The scores of VAS and wound area of 36 patients in 3 months after operation significantly decreased in comparison with those before operation. The ABI and skin temperature of the affected foot significantly increased in comparison with those before operation, with statistical significance ($P < 0.05$). **Conclusion** Ilizarov technique is helpful to promote wound healing of diabetic foot ulcer, it is worthy of clinical application.

Key words: Ilizarov technique; transverse tibial bone transport; diabetic foot; ulcer

基金项目: 广西自然科学基金项目(2020GXNSFAA259068); 广西科技计划项目(2019JJA140177); 右江民族医学院附属医院 2019 年度第一批高层次人才科研项目(R20196321)

第一作者简介: 罗富强(1994—), 男, 在读硕士研究生, 住院医师, 研究方向: 运动医学, E-mail: 1396852373@qq.com

通讯作者简介: 韦积华(1980—), 男, 博士, 主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向: 运动医学, E-mail: 126129095@qq.com

近年来,据报道世界上有 4.22 亿人患有糖尿病,这几乎占了全人类人数的 8.5%,其中大部分糖尿病患者生活在发展中国家^[1-2]。糖尿病足并发症包括溃疡、Charcot 足、疼痛的神经病、坏疽和截肢。如果患者长期患有糖尿病而且没有经过规范治疗的话往往会发生糖尿病足溃疡,严重者甚至要进行截肢^[3]。以前使用药物进行调节血糖并且结合外科清创、外用重组牛碱性成纤维细胞生长因子凝胶来医治糖尿病足溃疡^[4]以及自体表皮移植治疗^[5]等,但是对糖尿病足溃疡治疗效果不能令人满意,随着医疗行业的发展和深入研究,发现横向骨搬移技术是一种能够促进糖尿病足溃疡愈合的有效治疗干预方式,横向骨搬移技术通过促进伤口愈合可以提高保肢率^[6]。本研究采用 Ilizarov 技术胫骨横向骨搬移术治疗糖尿病足溃疡取得良好的临床效果,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择 选择 2017 年 12 月—2019 年 12 月在右江民族医学院附属医院就诊的 36 例糖尿病足溃疡患者,患者入院时的一般资料见表 1。纳入标准:①糖尿病足溃疡已经诊断明确;②患肢腘动脉通畅、无明显的狭窄或者闭塞;③所有糖尿病足溃疡患者的 Wagner 分级为 3~4 级;④全部糖尿病足溃疡患者都签好了相关同意书;⑤右江民族医学院附属医院伦理委员会已经审查并同意开展此项目。排除标准:①患者麻醉药过敏或拒绝手术;②凝血功能障碍者;③患有严重基础疾病者;④妊娠者;⑤精神有异常者。

表 1 患者入院时的一般资料

项目	数值
年龄/岁	66.28±3.17
性别(男/女)	20/16
糖尿病持续时间/年	8.56±4.45
糖尿病足溃疡持续时间/d	35.04±5.73
溃疡大小/cm ²	60.42±42.52
糖尿病足溃疡位置(足趾/足背/足底)	24/10/2
空腹血糖值/(mmol·L ⁻¹)	24.20±11.63
WAGNER 分级(3 级/4 级)	22/14
糖尿病足溃疡(左足/右足/双足)	23/23/0
视觉模拟(VAS)评分/分	5.68±0.62
踝肱指数(ABI)	0.42±0.11
患足皮温/℃	29.12±0.55

注:表内计量资料数据以($\bar{x} \pm s$)表示,计数资料数据用(n)表示。

1.2 方法

1.2.1 胫骨横向骨搬移术前准备 在进行 Ilizarov

技术胫骨横向骨搬移术前,糖尿病足溃疡患者都需要进行调节血糖,维持血糖波动范围在 3.9 mmol/L<空腹血糖<7.8 mmol/L,6.1 mmol/L<餐后血糖<10 mmol/L;嘱患者要加强营养,以及维持水电解质平衡;给予糖尿病足溃疡创面清创并进行细菌培养+药敏试验,必要时根据药敏试验结果可以使用对应细菌敏感的抗生素。

1.2.2 手术方法及骨搬移外固定架的安装 患者取仰卧位,麻醉成功后,以胫骨中上 1/3 内侧作为截骨区,以胫骨结节下方约 3 cm 处、胫骨内外棘的中点为胫骨搬移块的上提拉钉的进钉点,相距该点下方 5 cm 胫骨内外棘的中点为另一提拉钉进钉点,分别经皮钻孔安装 2 枚 3 mm 搬移骨块提拉钉。在胫骨内侧做手术切口约 6 cm,逐层分离至骨膜(保留骨膜的完整),显露胫骨并进行标志搬移骨块大小,用截骨器进行定位辅助 2.0 克氏针分离搬移骨块。在需要横搬骨块内置入 2~3 mm 提拉钉,用于搬移骨块。在骨窗近、远端胫骨侧各拧入 1~2 枚 4 mm 的外固定钉,安装固定各固定钉及提位钉,缝合切口,并消毒后包扎切口,手术完毕。相关手术过程见图 1。



图 1 胫骨横向骨搬移术的术中情况

1.3 术后处理 手术后进行患肢 X 线检查,见图 2。手术后对患肢有脓苔形成的患者每天进行糖尿病足溃疡创面脓苔消毒清理,同时去除已经坏死的组织,手术后第 4 天进行已经制定好的横向骨搬移方案,见图 3。首先,进行向外横向骨搬移,每次旋转 1/4 圈,早上 8:00 开始进行第 1 次横向骨搬移,每天搬移的距离是 1 mm,分 4 次完成。2 周时间后持续向外横向骨搬移距离达到 14 mm。向外横向骨搬移结束后第 2 天则进行反方向搬移 1 mm,方法同上,往回搬移 14 d 束胫骨横向骨搬移。

1.4 观察指标 疗效评价指标包括:糖尿病足溃疡愈合和溃疡创面面积缩小的情况、VAS 评分、ABI 及患足皮温等,以及有无发生患肢动静脉血栓形成、截肢等严重并发症。

1.5 统计学方法 应用 SPSS 24.0 软件进行数据分析处理,计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示,应用 t 检验,计数资料以率表示,采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。



图 2 术后 X 线检查



图 3 外固定支架在位并进行骨搬运

2 结果

对全部完成 Ilizarov 技术胫骨横向骨搬运术的糖尿病足溃疡患者进行随访 6~18 个月,平均随访时间为 12 个月。随访结果是所有糖尿病足溃疡患者溃疡创面愈合良好,而且瘢痕组织形成也较少,没有发生手术后糖尿病足溃疡患者需要进行截肢治疗的事件。在实施胫骨横向骨搬运大约 1 周的时间后,可以观察到全部糖尿病足溃疡创面已经存在新生的肉芽组织生长的情况,而且经过 4 周时间的胫骨横搬治疗,溃疡创面对比手术前已经明显缩小,见图 4 和图 5。全部糖尿病足溃疡的患者在进行 Ilizarov 技术胫骨横向骨搬运术 10~15 周后溃疡创面已经愈合,患肢局部的疼痛症状与手术前比较已经明显减轻,手术切口无感染,切口均愈合良好。手术后对 36 例糖尿病足溃疡患者患肢进行患肢的动脉血管造影检查,结果提示患肢动脉侧支循环的血管较手术前明显增多,没有发生下肢动静脉血栓形成的情况。手术后 36 例糖尿病足溃疡患者的外固定支架处的切口愈合良好、局部无红肿、无感染、无渗血渗液流脓、无继发胫骨骨折等并发症。手术后溃疡创面愈合率为 94.44%(34/36);36 例糖尿病足溃疡患者行 Ilizarov 技术胫骨横向骨搬运术术后 3 个月的 VAS 评分和溃疡创面面积与手术前情况相比较明显减小,踝肱指数和患足皮温与手术前情况相比较也明显改善,差异具有统计学意义($P < 0.05$),见表 2。



图 4 术前创面溃疡情况



图 5 术后 3 个月创面溃疡愈合情况

表 2 糖尿病足溃疡患者治疗前、治疗后相关检查资料比较

项目	治疗前	治疗后	<i>t</i>	<i>P</i>
VAS 评分/分	5.68±0.62	1.76±0.54	-2.739	<0.05
ABI	0.42±0.11	0.88±0.15	-7.017	<0.001
溃疡创面面积/cm ²	60.42±42.52	16.14±14.34	6.122	<0.001
患足皮温/℃	29.12±0.55	32.56±1.54	5.263	<0.05

注:表内计量资料数据以($\bar{x} \pm s$)表示。

3 讨论

糖尿病足溃疡是 1 型和 2 型糖尿病常见且令人担忧的并发症。患有糖尿病足溃疡的患者通常表现出显著的临床复杂性,慢性伤口是糖尿病的一个重要临床问题,近 6% 的糖尿病患者患有足部疾病,包括溃疡、感染和组织坏死。糖尿病足溃疡创面愈合受到损害和延迟,并且往往会因为糖尿病并发症而导致病情加剧。糖尿病足溃疡的治疗方法多种多样,治疗效果也存在比较大的差异,有文献报道^[7-8]营养不良可能对糖尿病足溃疡治疗效果产生负面的影响,并且在住院的糖尿病足溃疡患者中,虚弱非常普遍,虚弱已经成为糖尿病足溃疡不愈合和再次住院事件的独立风险因素。因此,医务人员有必要对糖尿病足溃疡患者的虚弱状态进行全面评估,进一步完善糖尿病足溃疡患者的管理和干预措施能够个性化。临床医生在实行治疗糖尿病足溃疡的过程中还应该关注糖尿病足溃疡患者的营养状况。糖尿病足溃疡通常会出现慢性的持续疼痛症状,病情严重的患者还可能导致肢体功能丧失或者截肢,甚至死亡,不但会导致大幅度增加住院的时间或者住院的费用,而且患有糖尿病足溃疡的患者生活质量非常低,糖尿病足溃疡已经成为健康公共问题,进一步引发社会对糖尿病足溃疡的治疗的关注^[9]。有研究表明,导致糖尿病足溃疡发生的危险因素众多,其中包括吸烟、年龄>60 岁、躯体的神经病变、无法触及的脉搏、脚部麻木、严重的愈合组织、指甲变形、既往有溃疡或截肢的病史、存在组织损伤或溃疡的征兆、足痛和不合适的鞋类等^[10]。足部的慢性伤口通常与血管的功能不全、长期的高血糖、压力和神经病变有关。不愈合的慢性溃疡有发生严重并发症的风险,包括感染、坏疽、截肢和恶性转化。有研究表明^[11]采用多学科团队方法进行糖尿病足溃疡护理,可以有效提高保肢率,明

显降低糖尿病足溃疡的医疗费用。胫骨横向骨搬移技术经过长期的发展和研究^[12-13],从糖尿病足溃疡的动物模型建立和进行动物实验到开始应用于人体研究,再到目前临床上普遍推广和采用 Ilizarov 技术胫骨横向骨搬移术进行治疗糖尿病足溃疡。该技术手术切口经过改良后越来越小,糖尿病足溃疡的临床治疗效果良好,胫骨横向骨搬移技术已经被纳入《胫骨横向骨搬移技术治疗糖尿病足的专家共识》^[14]。糖尿病患者下肢微循环缺血往往导致糖尿病足溃疡,所以重建或者修复再通糖尿病足溃疡的功能不全的血管是治疗糖尿病足溃疡的关键^[15-16]。而 Ilizarov 技术胫骨横向骨搬移术正是在胫骨横向骨搬移时,由于持续性的牵引可刺激细胞增殖及生物合成,骨窗周围产生较为丰富的血管网,从而促进下肢微循环血管再生或者复通和促进周围神经恢复以及改善下肢的血管侧支微循,以达到治疗糖尿病足溃疡等临床疾病导致的下肢的血管血流缓慢或者闭塞缺血的临床治疗效果^[17-18]。但是目前对 Ilizarov 技术胫骨横向骨搬移术治疗糖尿病足溃疡的机制还没研究清楚,仍然需要广大的医学和科研工作者继续深入研究和探索,其机制错综复杂,可能与胫骨横向骨搬移引起糖尿病足溃疡局部神经和血清血管生成相关因子再生以及激活“跨皮质血管(transcortical vessels,TCV)”的封闭血液循环系统有关^[19-21]。近年来,关于糖尿病足溃疡创面愈合的研究共性因素主要集中在减少炎症反应、恢复血管内皮细胞血管功能、增加成纤维胶原及促进新生血管形成等,而且还涉及众多的信号传导通路以及众多细胞因子的共同参与糖尿病足溃疡创面的修复过程。

术后胫骨横向骨搬移方案的实施过程将直接影响 Ilizarov 技术胫骨横向骨搬移术治疗糖尿病足溃疡的溃疡创面愈合情况,目前临床治疗上最广为接受和广泛推广应用的胫骨横向骨搬移方案是“手风琴”技术^[22],其目的是在胫骨横向骨搬移的过程中,促进患肢的神经和血管再生,再次建立缺血的肢体的侧支循环。本研究 36 例糖尿病足溃疡的患者接受 Ilizarov 技术胫骨横向骨搬移术治疗,手术后对 36 例糖尿病足溃疡患者的患肢进行动脉血管造影检查,结果提示患肢动脉侧支循环的血管也明显增多,没有发生下肢动静脉血栓形成。Ilizarov 技术胫骨横向骨搬移术可能会发生钉道感染、局部皮肤坏死、骨不愈合等并发症,但是本研究术后 36 例糖尿病足溃疡患者的外固定支架处的切口愈合良好、局部无红肿、无感染无渗液渗液流脓、无继发胫骨骨折等并发症。术后糖尿病足溃疡患者的溃疡创面愈合率高,VAS 评分和溃疡创面面积均小于术前,患者的踝肱指数以及患足的皮肤温度与术前相比较也有明显改善,说明糖尿病足溃疡患者经过

接受 Ilizarov 技术胫骨横向骨搬移术治疗是有效的。临床上治疗糖尿病足溃疡是一个漫长的过程,糖尿病足溃疡患者也要参与到整个治疗的过程,不仅要积极配合临床治疗,还要自觉控制日常生活中的糖尿病饮食和保持血糖稳定在治疗水平范围内,此外,在糖尿病足溃疡的治疗和预防中糖尿病足护理同样扮演着非常重要的角色^[23-24]。糖尿病足溃疡的患者不仅经受着身体皮肤溃疡的痛苦和承担巨大的医疗费用,心理问题也往往遭受很大的打击,使用临床护理路径式教育和医护一体化的护理方案,对糖尿病足溃疡进行胫骨横向骨搬移术后病人的康复护理,并重点加强糖尿病足溃疡患者心理护理和健康指导在糖尿病足溃疡的治疗和预防中同样极其重要^[25]。国外很早以前就有研究报道护士提供的足部特异性糖尿病筛查和教育,结合防护鞋,已经被证明是降低糖尿病足溃疡发生率和最终下肢截肢风险的成本和资源的有效方法^[26]。因此,医务人员对糖尿病足溃疡的患者在进行治疗时,不仅要考虑患者的经济负担,还要关注患者的心理问题。总而言之,糖尿病足溃疡的发病的病理生理过程复杂,胫骨横向骨搬移技术的疗效与内分泌科、血管外科协同治疗以及护理等密不可分。

综上所述,笔者认为虽然 Ilizarov 技术胫骨横向骨搬移术机制还不十分清楚,但是不可否认它是治疗糖尿病足的有效方案,可以大大降低截肢的风险,临床治疗效果得到患者的认可。Ilizarov 技术胫骨横向骨搬移术在临床治疗糖尿病足溃疡方面具有明显优势,值得临床应用。

参考文献:

- [1] LING W, HUANG Y, HUANG Y M, et al. Global trend of diabetes mortality attributed to vascular complications, 2000-2016[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2020, 19(1):182.
- [2] BOMMER C, SAGALOVA V, HEESEMANN E, et al. Global economic burden of diabetes in adults: projections from 2015 to 2030[J]. *Diabetes Care*, 2018, 41(5):963-970.
- [3] TAI C H, HSIEH T C, LEE R P, et al. Prevalence and medical resource of patients with diabetic foot ulcer: a nationwide population-based retrospective cohort study for 2001-2015 in Taiwan [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(4):1891-1899.
- [4] 韦积华, 唐乾利, 罗群强, 等. Ilizarov 微循环重建技术对糖尿病足溃疡的临床疗效观察[J]. *右江民族医学院学报*, 2019, 41(3):239-245.
- [5] SAYDAM M, YILMAZ K B, BOSTANCI M T, et al. The use of autologous epidermal grafts for diabetic foot ulcer emergencies: A clinical study[J]. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*, 2022, 28(3):262-267.

- [6] 刘铮,许超,俞益康,等. 胫骨横向骨搬运技术治疗下肢慢性缺血性疾病的研究进展[J]. 中国修复重建外科杂志, 2020,34(8):994-999.
- [7] LAUWERS P, DIRINCK E, VAN BOUWEL S, et al. Malnutrition and its relation with diabetic foot ulcer severity and outcome: a review[J]. Acta Clin Belg, 2022,77(1):79-85.
- [8] MALTESE G, BASILE G, MEEHAN H, et al. Frailty Is Associated with Impaired Diabetic Foot Ulcer Healing and All-Cause Re-Hospitalization[J]. J Nutr Health Aging, 2022,26(2):169-173.
- [9] GERAGHTY T, LAPORTA G. Current health and economic burden of chronic diabetic osteomyelitis[J]. Expert Rev Pharmacoecon Outcomes Res, 2019,19(3):279-286.
- [10] ADEGHATE J, NURULAIN S, TEKES K, et al. Novel biological therapies for the treatment of diabetic foot ulcers[J]. Expert Opin Biol Ther, 2017,17(8):979-987.
- [11] LO Z J, CHANDRASEKAR S, YONG E, et al. Clinical and economic outcomes of a multidisciplinary team approach in a lower extremity amputation prevention programme for diabetic foot ulcer care in an Asian population: A case-control study[J]. Int Wound J, 2022,19(4):765-773.
- [12] NIE X Y, KUANG X C, LIU G W, et al. Tibial cortex transverse transport facilitating healing in patients with recalcitrant non-diabetic leg ulcers[J]. J Orthop Transl, 2021,27:1-7.
- [13] CHEN Y, KUANG X C, ZHOU J, et al. Proximal Tibial Cortex Transverse Distraction Facilitating Healing and Limb Salvage in Severe and Recalcitrant Diabetic Foot Ulcers[J]. Clin Orthop Relat Res, 2020,478(4):836-851.
- [14] 赵劲民,李刚. 胫骨横向骨搬运技术治疗糖尿病足的专家共识(2020)[J]. 中国修复重建外科杂志, 2020,34(8):945-950.
- [15] KIM S, KIM J, CHOI J, et al. Polydeoxyribonucleotide improves peripheral tissue oxygenation and accelerates angiogenesis in diabetic foot ulcers[J]. Arch Plast Surg, 2017,44(6):482-489.
- [16] ZHANG E Y, GAO B, SHI H L, et al. 20(S)-Panaxadiol enhances angiogenesis via HIF-1 α -mediated VEGF secretion by activating p70S6 kinase and benefits wound healing in genetically diabetic mice[J]. Exp Mol Med, 2017,49(10):e387.
- [17] 朱跃良,浦绍全,夏桑,等. Ilizarov 微循环重建技术在创伤后缺血性肢体创面修复中的初步应用[J]. 中国修复重建外科杂志, 2020,34(8):974-978.
- [18] 曹鑫杰,贾中伟,郭秀生,等. 胫骨横向骨搬运微血管重建技术改进的实验研究[J]. 中华医学杂志, 2019,99(45):3592-3596.
- [19] 欧栓机,许长鹏,李贵涛,等. 胫骨横向骨搬运对血清血管生成相关因子表达的影响[J]. 中国修复重建外科杂志, 2020,34(1):98-101.
- [20] GRUNEBOOM A, HAWWARI I, WEIDNER D, et al. A network of trans-cortical capillaries as mainstay for blood circulation in long bones[J]. Nat Metab, 2019,1(2):236-250.
- [21] 李山郎,花奇凯,刘光炜,等. 胫骨横向骨搬运治疗下肢难愈性创面的研究进展[J]. 中华骨科杂志, 2021,41(11):705-713.
- [22] 赵晓明,刘亮,袁启令,等. 胫骨横向骨搬运技术治疗糖尿病足的研究进展[J]. 中国修复重建外科杂志, 2020,34(8):969-973.
- [23] JIANG L P, MENDAME E R. Effectiveness of a Collaborative nursing care model for the treatment of patients with diabetic foot disease by transverse tibial bone transport technique: a pilot study[J]. J Perianesth Nurs, 2020,35(1):60-66.
- [24] LUCOVEIS M D L S, ROLIM L C D S P, PEDROSA H C, et al. Development and validation of a pocket guide for the prevention of diabetic foot ulcers[J]. Br J Nurs, 2021,30(12):S6-S15.
- [25] 黄春兰,吴标良. Ilizarov 胫骨横向骨搬运术治疗糖尿病足溃疡及其护理进展[J]. 右江民族医学院学报, 2020,42(6):803-805,809.
- [26] PINZUR M S, KERNAN-SCHROEDER D, EMANUELE N V, et al. Development of a nurse-provided health system strategy for diabetic foot care[J]. Foot Ankle Int, 2001,22(9):744-746.

收稿日期:2022-03-27;修回日期:2022-04-04