

• 骨与关节修复重建 •

胫骨横向骨搬运术治疗糖尿病足溃疡的疗效



李宏烨, 尤加省, 刘超, 马彦

浙江大学医学院附属邵逸夫医院下沙院区骨科 (杭州 310018)

【摘要】 目的 探讨胫骨横向骨搬运术治疗糖尿病足溃疡的疗效。方法 2014 年 6 月—2017 年 12 月, 收治 17 例糖尿病足溃疡患者。男 11 例, 女 6 例; 年龄 46~72 岁, 中位年龄 57 岁。糖尿病病程 2.4~32.0 年, 中位时间 16.0 年。Wagner 分期: 2 期 7 例、3 期 8 例、4 期 2 例。下肢 CT 血管造影 (CT angiography, CTA) 显示膝关节以下动脉闭塞或不同程度狭窄。患者均接受胫骨横向骨搬运术, 术后 3~5 d 开始牵拉搬运胫骨截骨块 (1 mm/d), 14 d 后逆向搬运; 总搬运时间 28~30 d。结果 患者均获随访, 随访时间 5~12 个月, 平均 8.5 个月。骨搬运期间, 4 例出现局部钉道感染, 3 例钉道脂肪液化、渗液。15 例糖尿病足溃疡愈合, 愈合时间 35~72 d, 平均 48 d; 溃疡愈合后的疼痛视觉模拟评分 (VAS)、足部皮温、踝肱指数较术前显著改善, 差异均有统计学意义 ($P<0.05$); CTA 复查示侧支循环形成。2 例 (Wagner 3、4 期各 1 例) 治疗后足部溃疡仍进展, 行足部及小腿截肢治疗。结论 胫骨横向骨搬运术治疗糖尿病足溃疡可取得较满意疗效。

【关键词】 胫骨横向骨搬运术; 糖尿病足; 溃疡

Effectiveness of transverse tibial bone transport in treatment of diabetic foot ulcer

LI Hongye, YOU Jiaxing, LIU Chao, MA Yan

Department of Orthopedics, Xiasha Campus, Sir Run Run Shaw Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou Zhejiang, 310018, P.R.China

Corresponding author: YOU Jiaxing, Email: jiaxingyou@126.com

【Abstract】 Objective To evaluate the effectiveness of transverse tibial bone transport in treatment of diabetic foot ulcer. **Methods** Between June 2014 and December 2017, 17 patients with diabetic foot ulcer were treated. There were 11 males and 6 females, with a median age of 57 years (range, 46-72 years). The duration of diabetes was 2.4-32.0 years (mean, 16.0 years). According to the Wagner grading criteria, 7 cases were rated as grade 2, 8 cases as grade 3, and 2 cases as grade 4. The CT angiography (CTA) showed the arterial occlusion or stenosis of varying degrees below knee joint. All cases were treated with transverse tibial bone transport. Bone transport started at 3 to 5 days after placing external fixator and lasted 14 days (1 mm per day), and then reverse transport started. The total transport time was 28-30 days. **Results** All 17 patients were followed up 5-12 months (mean, 8.5 months). During transportation, 4 cases had screw orifice infection, and 3 cases had liquefaction and seepage. And other 15 cases ulcers healed and the healing time was 35-72 days (mean, 48 days). There were significant differences in visual analogue scale (VAS) scores, skin temperature, ankle brachial index (ABI) between before and after ulcer healed ($P<0.05$). The CTA showed that the collateral circulation was established. The foot ulcer of 2 cases (Wagener grade 3 in 1 case and grade 4 in 1 case) still progressed after treatment, and amputation was performed. **Conclusion** Transverse tibial bone transports has good effectiveness for diabetic foot ulcer.

【Key words】 Transverse tibial bone transport; diabetic foot; ulcer

Foundation items: Science and Technology Program of Health and Family Planning of Hangzhou (2017A72); Zhejiang Traditional Chinese Medicine Foundation Project (2017ZB062); Zhejiang Provincial Natural Science Foundation (LY17H060006, LQ18H250001); Zhejiang Provincial Medical and Health Science Project (2017198461)

DOI: 10.7507/1002-1892.201807143

基金项目: 杭州市卫生计生科技计划项目 (2017A72); 浙江省中医药科学研究基金项目 (2017ZB062); 浙江省自然科学基金资助项目 (LY17H060006, LQ18H250001); 浙江省医药卫生科技项目 (2017198461)

通信作者: 尤加省, Email: jiaxingyou@126.com

糖尿病足是导致糖尿病患者致残、致死的严重慢性并发症之一。在我国住院的糖尿病患者中, 糖尿病足发病率为 8.0%, 其中多数溃疡合并感染^[1-2], 治疗困难, 花费巨大, 给家庭及社会带来极大的经济负担^[3]。糖尿病足溃疡多因动脉硬化闭塞、微血

管功能障碍及周围神经功能障碍所致,因此其治疗核心问题是如何恢复患肢血运、改善溃疡及其邻近组织的微循环与氧代谢。目前,糖尿病足下肢血管病变主要采用血管外科治疗方法,包括动脉旁路移植、血管腔内成形和下肢干细胞移植等,但此类患者下肢血管病变多累及远端细小动脉,降低了上述方法的临床疗效。2014年6月—2017年12月,我们采用胫骨横向骨搬运术治疗17例糖尿病足溃疡患者,取得了较满意疗效。报告如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

本组男11例,女6例;年龄46~72岁,中位年龄57岁。糖尿病病程2.4~32.0年,中位时间16年。左足6例,右足11例。骨科医师及伤口护理中心专科护士共同评估溃疡情况,按照Wagner分期:2期7例、3期8例、4期2例。Wagner 2、3期患足有不同程度红肿、渗出等感染症状,4期患足末端干性坏疽。下肢CT血管造影(CT angiography, CTA)显示,17例患者膝关节以下动脉闭塞或不同程度狭窄,排除其他原因引起的动脉病变。

1.2 治疗方法

1.2.1 术前准备 患者入院后完善常规术前检查,内分泌科会诊,定时监测血糖,控制血糖波动(餐前血糖<8 mmol/L,餐后2 h血糖<12 mmol/L)。15例足部溃疡伴明显感染者,取渗出物行细菌培养和药敏试验,根据药敏结果选择敏感抗生素;Wagner 3、4期患者均行足部彻底清创、去除感染坏死组织,其中3例予以持续封闭式负压引流处理。

1.2.2 手术方法 全麻或蛛网膜下腔阻滞麻醉后,患者取仰卧位。术前设计胫骨中1/3段为骨搬运区,在骨搬运区两端平行植入4枚外固定骨钉,小腿内侧作一长约12 cm的弧形切口,锐性分离,暴露骨膜,沿胫骨内侧切开并完整剥离骨膜,向内侧或外侧翻开,在胫骨上用克氏针钻孔后再用骨刀开窗,开骨窗范围:长约10 cm、宽约2 cm。在骨窗内钻入2枚直径3 mm骨搬运外固定针,安装外固定架。缝合骨膜,逐层缝合皮下组织及皮肤,敷料包扎。见图1。

1.2.3 术后处理 术后继续监测并严格控制血糖水平,餐前血糖<8 mmol/L、餐后2 h血糖<12 mmol/L。根据术前创面渗液及术中深层组织药敏培养结果,选择敏感抗生素。定期换药及清洁钉道口,钉道口用浸湿稀释聚维酮碘纱布包扎。术后3~5 d开始横向骨搬运,每天搬运1 mm,分早、中、晚3次完

成,共搬运14 d;然后逆向搬运复位骨块,每天搬运1 mm、分3次完成;如患者感觉疼痛不能耐受时,改2 d搬运1 mm,待疼痛明显缓解后再改为每天搬运1 mm。总搬运时间28~30 d。每月复查X线片,待骨窗初步愈合后拆除外固定架。

1.3 疗效评价指标

治疗期间密切观测患者足部皮温、疼痛视觉模拟评分(VAS)、踝肱指数及创面愈合情况。CTA复查了解血管增生情况。

1.4 统计学方法

采用SPSS19.0统计软件进行分析。数据以均数±标准差表示,治疗前后比较采用配对t检验;检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

本组患者均获随访,随访时间5~12个月,平均8.5个月。骨搬运期间,4例出现局部钉道感染,为轻度红肿、渗液,经加强换药后好转。3例发生钉道脂肪液化、渗液,未作特殊处理,自行结痂。经骨搬运术治疗后,15例糖尿病足溃疡愈合,愈合时间35~72 d,平均48 d;患者疼痛麻木症状不同程度减轻,溃疡愈合后VAS评分、足部皮温、踝肱指数与术前比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表1。CTA复查示侧支循环形成,下肢浅动脉较术前变多、变粗,并交织成网。见图2。2例(Wagner 3、4期各1例)经骨搬运术治疗后足部溃疡仍进展,行足部及小腿截肢治疗。本组均未出现切口区皮肤坏死、溃疡及搬运处骨不连、骨髓炎等并发症。

3 讨论

3.1 糖尿病足溃疡与糖尿病下肢血管病变

糖尿病足是由下肢血管病变、神经病变及两者共同作用的结果,其感染形成的溃疡多累及深部

表1 手术前后足部评价指标比较($n=15, \bar{x} \pm s$)

Tab.1 Comparison of foot indexes at pre- and post-operation ($n=15, \bar{x} \pm s$)

时间 Time	VAS 评分 VAS score	足部皮温(℃) Skin temperature (℃)	踝肱指数 Ankle brachial index
术前 Preoperative	4.1±0.8	25.9±1.7	0.60±0.09
溃疡愈合后 After ulcer healed	2.8±0.7	27.5±1.7	0.72±0.11
统计值 Statistic	$t=-2.74$ $P=0.01$	$t=5.44$ $P=0.00$	$t=-3.44$ $P=0.00$

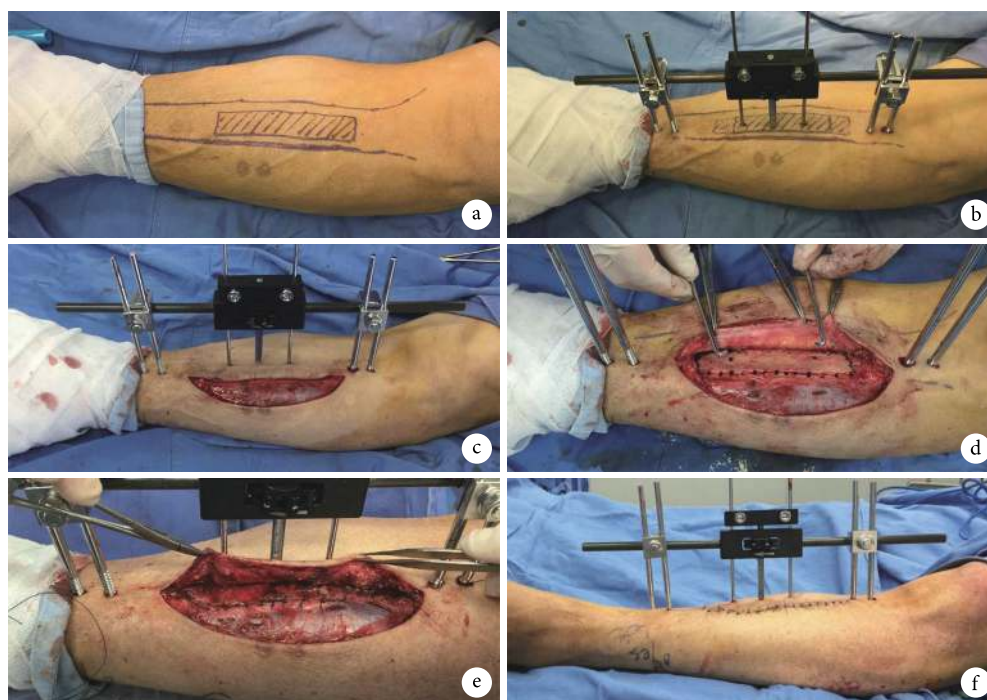


图 1 手术操作步骤 a. 术前设计; b. 植钉并预装外固定架; c. 皮肤切开; d. 胫骨开窗; e. 缝合骨膜; f. 装外固定架, 缝合皮肤

Fig.1 Surgical procedure a. Preoperative design; b. Placing screws and prefabricating external fixator; c. Incision of skin; d. Tibial corticotomy; e. Suturing periosteum; f. Installing external fixator and closing the incision

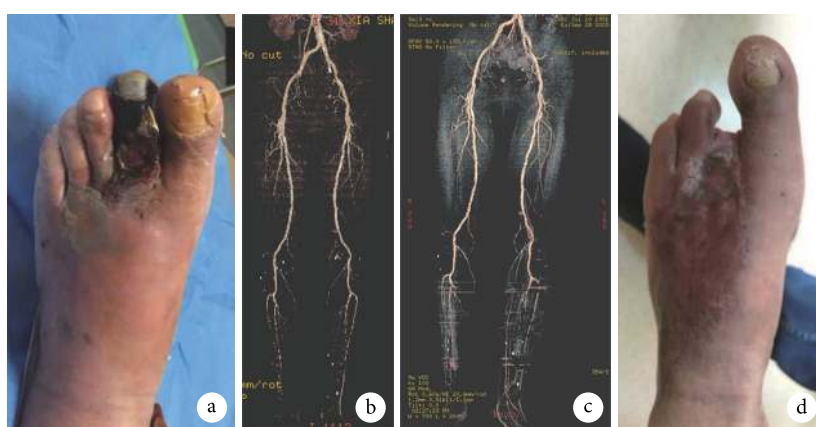


图 2 患者, 女, 67 岁, 左侧糖尿病足溃疡 (Wagner 3 期) a. 术前外观; b. 术前 CTA; c. 术后 1 个月 CTA; d. 术后 2 个月溃疡愈合后外观

Fig.2 A 67-year-old female patient with left diabetic foot ulcer (Wagner grade 3) a. Preoperative appearance; b. Preoperative CTA; c. CTA at 1 month after operation; d. Ulcer healed and the foot appearance at 2 months after operation

组织, 病程迁延, 治疗困难, 截肢/趾往往难以避免^[4-5]。目前有研究认为, 糖尿病足是以混合型为主, 其次为缺血型, 单纯神经型比较少见。神经病变目前缺少有效的治疗方法, 而缺血型病变可以通过重建下肢血流来达到治疗目的^[6]。因此, 下肢动脉血流重建在治疗糖尿病足下肢缺血性病变中至关重要。与单纯下肢动脉硬化闭塞累及大、中动脉不同, 糖尿病足下肢动脉病变呈阶段性分布, 且更易累及膝下动脉, 如胫前动脉、胫后动脉、腓动脉等^[7]。这些膝下动脉具有直径小、形成的斑块质地

更硬、血管不易充分扩张, 以及距离心脏远、动脉压力小, 且远端流入道差, 扩张后易再次形成血栓造成闭塞等特点, 导致足部血液微循环障碍, 组织缺乏足够营养, 溃疡经久难愈。目前重建下肢血供的方法有经腔内血管成形术、经皮腔管成形术联合支架植入术、动脉旁路移植术等, 但重建膝以下尤其是足部血液微循环效果不确切, 所以在糖尿病足治疗中的临床应用有限。

3.2 胫骨横向骨搬运术的原理及应用

牵张组织再生技术是 Ilizarov 教授在 20 世纪

60年代提出的一个生物学理论^[8],指当生物组织受到缓慢、持续牵伸产生一定张力,可刺激组织的再生和活跃生长。根据此理论,Ilizarov教授设计了相应的外固定器械,并提出一系列操作流程。这一“原位组织再生,自然修复重建”理论被誉为近代矫形外科领域的第四大里程碑,具有创伤小、疗效好、手术时间短、费用低等优势。大量动物实验和临床研究表明^[9-11],通过促进牵引的骨痂和周围软组织中的血管生成,血液流量可进行再分布,从而增加功能性毛细血管数量,促使局部供血增加,静脉回流也相应增加。在Ilizarov张力应力法则的基础上,曲龙等^[12]对胫骨横向骨搬运术进行了详细的研究,提出张力作用于活性组织,以每天1 mm左右的速度牵拉搬运骨块,能使毛细血管得到良好生长。徐显章等^[13]使用胫骨横向骨搬运术治疗血栓闭塞性脉管炎,取得了良好效果。血栓闭塞性脉管炎发病机制和糖尿病足部溃疡基本相似,都是肢体缺血引起难以控制的溃疡及坏死,继发感染等严重问题。冼呈等^[14]及花奇凯等^[15]将胫骨横向骨搬运术用于治疗糖尿病足及下肢缺血性疾病,取得了良好临床效果。但目前缺乏大样本临床资料,上述结论有待进一步验证。

3.3 胫骨横向骨搬运术治疗糖尿病足溃疡的并发症

胫骨纵向骨搬运术治疗骨不连、骨髓炎等时,主要并发症为钉道感染、局部皮肤坏死、骨不愈合等。本组胫骨横向骨搬运治疗期间出现4例钉道感染,无其他并发症,可能与植钉过程中高速电钻产热导致部分组织灼伤有关。在手术方法上,曲龙等^[12]建议采用大小为12 cm×2 cm的骨窗,搬运时间为3周。但花奇凯等^[16]认为南方人身材矮小,可适当缩小骨窗,经临床应用验证,疗效未受影响。他们改良了搬运方法,加入了“手风琴”技术(将截骨块拉出再推回),搬运时间由3周延长至6周,通过增加应力刺激时间促进组织再生;同时,该技术还可以将骨块复位,以免胫骨内侧面出现骨块隆起及出现骨窗处皮肤压迫坏死。本组参考花奇凯等^[16]的手术方法,但进行了部分改进。①术中使用电钻、骨刀截骨,不使用电锯截骨,有效避免电锯摆动过大而产生的骨组织热损伤;②术中尽量减少皮下组织分离,以免破坏皮肤血运,防止皮肤坏死感染;③搬运时将骨块拉出时间由3周进一步缩短为2周,避免局部骨块过度隆起压迫胫前皮肤引起坏死。胫前骨块搬运时,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,重建微循环,这可能降低了骨不连和骨髓炎等并发症的发生率。

3.4 胫骨横向骨搬运术治疗糖尿病足溃疡的血运评价

目前间接测定组织血流量的影像学方法有CTA、MRI灌注成像、超声造影、动脉彩色多普勒超声检查等。根据2017年中国糖尿病足诊治指南,CTA和MRA具有成像清晰的特点,可以显示血管有无狭窄或闭塞,虽准确率低于数字减影血管造影,但目前仍作为糖尿病足下肢血管病变的首选影像学检查手段。周强等^[17]、冼呈等^[18]应用CTA评价胫骨横向骨搬运后远端组织血液灌注情况,认为CTA可清楚显示治疗前后腘动脉、胫后动脉、足背动脉的管腔内径、血流量情况,便于判定实际病变情况,且不会对患者造成创伤,为疾病治疗提供较为可靠的依据。本组患者CTA未能完整显示全足部血运情况,究其原因,可能为造影剂显影时间与扫描延迟时间不同步以及影像截图所致。CTA显示较差时,可采用超声造影评估足部细小动静脉血流情况。

3.5 注意事项

①糖尿病足发病的病理生理过程复杂,胫骨横向骨搬运术疗效与内分泌科、血管外科协同治疗以及护理等密不可分。②手术操作方面,切开皮肤前应定位进针点并预装外固定架,避免胫骨开窗后调整外固定困难;分离骨膜时应锐性切开并完整剥离掀起,待胫骨开窗完成后再缝合,确保足够血供以缩短骨愈合时间。③因骨搬运时间较长,且外固定架会影响生活,需要患者有很强的依从性,如有需要可以请精神卫生科及心理咨询介入调整精神状态。④骨搬运期间避免摔跤,定期来院复查。

综上所述,胫骨横向骨搬运术治疗糖尿病足溃疡可取得较满意疗效,但本组治疗例数较少且随访时间较短,其远期疗效仍需进一步观察。

参考文献

- 1 Jiang YJ, Wang XM, Xia L, et al. A cohort study of diabetic patients and diabetic foot ulceration patients in China. *Wound Repair and Regeneration*, 2015, 23(2): 222-230.
- 2 高磊,王硕,王雷,等.皮肤牵张闭合器在糖尿病足创面修复中的应用. *中国修复重建外科杂志*, 2018, 32(5): 591-595.
- 3 李来春,王爱红,胡呈炜,等.糖尿病足患者住院费用调查及影响因素的研究. *中国糖尿病杂志*, 2017, 25(4): 339-343.
- 4 余霄,俞光荣.糖尿病足截肢技术进展. *中国修复重建外科杂志*, 2011, 25(6): 750-754.
- 5 徐波,杨彩哲,吴石白,等.糖尿病足患者截肢相关危险因素分析. *中华内科杂志*, 2017, 56(1): 24-28.

- 6 王江宁, 高磊. 糖尿病足慢性创面治疗的新进展. 中国修复重建外科杂志, 2018, 32(7): 832-837.
 - 7 Coxon JP, Gallen IW. Laterality of lower limb amputation in diabetic patients: retrospective audit. BMJ, 1999, 318(7180): 367-369.
 - 8 Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of the rate and frequency of distraction. Clin Orthop Relat Res, 1989, 239: 263-285.
 - 9 Makarov M, Birch J, Samchukov M. The role of variable muscle adaptation to limb lengthening in the development of joint contractures: an experimental study in the goat. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 2009, 29(2): 175-181.
 - 10 镇普祥, 陈炎, 高伟, 等. 应用 Ilizarov 技术胫骨横向骨搬运术治疗合并全身性炎症反应综合征的重度糖尿病足. 中国修复重建外科杂志, 2018, 32(10): 1261-1266.
 - 11 王斌, 杨漪舸. 股-股动脉旁路移植联合胫骨横向骨搬运术治疗动脉硬化闭塞症一例. 中国修复重建外科杂志, 2015, 29(9): 1188.
 - 12 曲龙, 王爱林, 汤福刚. 胫骨横向搬运血管再生术治疗血栓闭塞性脉管炎. *中华医学杂志*, 2001, 81(10): 622-624.
 - 13 徐显章, 王爱林, 靖冬梅. 胫骨迁移血管再生治疗血栓闭塞性脉管炎 35 例分析. 中国实用外科杂志, 2011, 31(6): 523-524.
 - 14 洗呈, 赵劲民, 苏伟, 等. 胫骨横向骨搬运微循环再生技术治疗糖尿病足的临床疗效观察. 广西医科大学学报, 2015, 32(4): 605-607.
 - 15 花奇凯, 王林, 洗呈, 等. Ilizarov 胫骨横向骨搬运微循环重建术治疗下肢慢性缺血性疾病的临床疗效. 中国矫形外科杂志, 2015, 23(21): 2007-2011.
 - 16 花奇凯, 秦泗河, 赵良军, 等. Ilizarov 技术胫骨横向骨搬运术治疗糖尿病足. 中国矫形外科杂志, 2017, 25(4): 303-307.
 - 17 周强. CTA 评价胫骨横向骨搬运术治疗老年糖尿病足的临床疗效. *影像研究与医学应用*, 2018, 2(3): 154-156.
 - 18 洗呈, 赵劲民, 苏伟, 等. 外固定架骨搬运系统修复糖尿病足: 功能与影像学评价. *中国组织工程研究*, 2015, 19(46): 7539-7544.
- 收稿日期: 2018-07-31 修回日期: 2018-12-10
本文编辑: 刘丹