

· 临床论著 ·

开放获取

胫骨膜与胫骨段搬运治疗糖尿病足的比较[△]

周泓宇, 杨琴, 李靖扬, 艾尔肯·热合木吐拉, 司裕, 陈辉, 黎立*

(新疆维吾尔自治区中医医院, 新疆乌鲁木齐 830000)

摘要: [目的] 比较胫骨膜搬运术与胫骨段搬运术治疗糖尿病足的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2018 年—2023 年于新疆维吾尔自治区中医医院采用骨膜或骨段搬运术治疗的 78 例糖尿病足病患者的临床资料, 根据术前医患沟通结果, 39 例采用骨膜搬运, 另外 39 例采用骨段搬运, 比较两组围手术期、随访及辅助检查资料。[结果] 两组患者均顺利完成手术。骨膜组手术时间 [(26.5±4.4) min vs (52.4±7.2) min, $P<0.001$]、术中出血量 [(30.2±11.4) mL vs (81.0±22.4) mL, $P<0.001$]、住院时间 [(11.9±2.1) d vs (13.3±3.5) d, $P=0.044$] 显著优于骨段组, 两组创面清创次数、换药次数、创面面积差异无统计学意义 ($P>0.05$)。与入院时相比, 出院时两组创面面积均显著减小 ($P<0.05$)。两组创面愈合时间的差异无明显统计学意义 ($P>0.05$)。两组治疗后 12 周 VAS 评分及足背皮温显著改善 ($P<0.05$), 相同时间点, 两组间 VAS 评分及足背皮温的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。两组患者治疗后 12 周, WBC、CRP、ESR 均显著降低 ($P<0.05$), 相同时间点, 两组间上述检验指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] 胫骨膜搬运术与胫骨段搬运术均能够通过刺激血管微循环重建, 从而加快糖尿病足的创面愈合, 效果相近, 相比之下胫骨膜搬运技术手术操作用时短, 难度明显降低。

关键词: 糖尿病足, 胫骨骨膜搬运, 胫骨段搬运, 临床疗效

中图分类号: R681.8

文献标志码: A

文章编号: 1005-8478 (2025) 04-0305-06

Tibial periosteum transportation versus tibial cortical bone transportation for treatment of diabetic foot // ZHOU Hong-yu, YANG Qin, LI Jing-yang, Elken Rehe-Mu Tula, SI Yu, CHEN Hui, LI Li. Xinjiang Uygur Autonomous Region Hospital of Traditional Chinese Medicine, Urumqi, Xinjiang 830000, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical consequences of tibial periosteum transportation (TPOT) versus tibial cortical bone transportation (TCBT) in the treatment of diabetic foot. [Methods] A retrospective study was conducted on 78 patients who received TPOT or TCBT for diabetic foot in our hospital from 2018 to 2023. According to preoperative communication between doctors and patients, 39 patients were treated with TPOT, while the other 39 patients received TCBT. The perioperative period, follow-up and auxiliary examination data of the two groups were compared. [Results] All patients in both groups had operation performed successfully. The TPOT group proved significantly superior to the TCBT group in terms of operation time [(26.5±4.4) min vs (52.4±7.2) min, $P<0.001$], intraoperative blood loss [(30.2±11.4) mL vs (81.0±22.4) mL, $P<0.001$], and hospital stay [(11.9±2.1) days vs (13.3±3.5) days, $P=0.044$]. However, there was no significant difference in wound debridement times, dressing times and wound area between the two groups ($P>0.05$). Compared with that at admission, the wound area in both groups was significantly reduced at discharge ($P<0.05$). There was no significant difference in wound healing time between the two groups ($P>0.05$). At 12 weeks after treatment, the VAS score and foot dorsal skin temperature were significantly improved in both groups ($P<0.05$), whereas which were not significantly different between the two groups at any time points accordingly ($P>0.05$). At 12 weeks after treatment, the WBC, CRP and ESR in both groups were significantly decreased ($P<0.05$), which proved not statistically significant between two groups at any matching time points ($P>0.05$). [Conclusion] Both tibial periosteum transportation and tibial cortical bone transportation do accelerate the wound healing of diabetic foot by stimulating vascular microcirculation reconstruction, achieve comparable clinical outcomes. In comparison, the tibial periosteum transportation takes considerable advantages in shortening operation time, reducing iatrogenic trauma, and declining surgical difficulty over the tibial cortical bone transportation.

Key words: diabetic foot, tibial periosteum transportation, tibial cortical bone transportation, clinical outcome

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.110196

△基金项目: 新疆维吾尔自治区自然科学基金资助项目(编号: 2021D01C212); 2023“青年拔尖人才项目—青年科技创新人才”项目(编号: 20232111362); 新疆创伤修复实验室项目

作者简介: 周泓宇, 副主任医师, 硕士研究生, 研究方向: 中西医结合骨科、肢体显微修复重建、慢性创面治疗, (电话)0901-5859195, (电子信箱) 328791748@qq.com

* 通信作者: 黎立, (电话)0901-5859195, (电子信箱) amusement2014@163.com

糖尿病足病是糖尿病晚期常见的并发症之一，相关研究发现，糖尿病患者发生足部溃疡的概率约为 25%，全球每年约有 910~2 610 万的糖尿病患者发生足部溃疡，其中 1/5 的患者最终行截肢治疗，糖尿病足溃疡患者年死亡率高达 11%，而截肢患者死亡率更高达 22%^[1]。西方国家约有 60% 的小腿截肢患者是由糖尿病足病导致，而我国糖尿病患者 1 年内新发足部溃疡率高达 8.1%，复发率为 31.6%^[2]。

糖尿病足溃疡的基础治疗措施包括清创、负压引流、控制感染、控制血糖、高压氧治疗、血管介入治疗等^[3-6]。导致糖尿病足溃疡的原因主要是血液循环障碍。Ilizarov 技术能够通过对活体组织缓慢持续牵伸所产生的张应力能够激发并维持某些组织结构的再生、刺激骨生长，引起肌肉、筋膜、皮肤、神经和血管的增生性代偿适应^[7]，之后在此基础上衍生出的胫骨搬移技术，通过动物实验证实了该技术同样能够促进骨缺损重建及刺激血管等组织再生^[8]，此技术逐步应用于临床。但早期的胫骨搬移技术通常采用 10~15 cm 胫骨前大切口，在胫骨前一处骨块进行截骨后搬移，随访发现存在皮肤组织坏死、医源性胫骨骨折、牵拉骨块游离坏死等并发症，之后胫骨搬移术不断改良，报道了采用骨段与骨膜联合搬移^[9]，将胫骨的截骨骨块由 1 处骨瓣改为 2 处骨瓣^[10]，腓骨段截骨搬移^[11]等，但截骨操作技术对部分下级医院仍存在一定应用难度，目前本院采用的胫骨膜搬移治疗术，操作便捷，治疗糖尿病足溃疡收到满意的效果，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：(1) Wagner 分级 1~3 级的糖尿病足溃疡患者；(2) 有手术治疗意愿。

排除标准：(1) 不能配合外固定架治疗者；(2) 有其他难以控制的并发症，如糖尿病肾损伤终末期、全身感染弥散等；(3) CTA 检查下肢血管完全闭塞或血栓形成，需先行介入治疗者；(4) 严重的基础疾病以及心肺功能异常，不能耐受麻醉者；(5) Wagner 4 级以上包括足部及小腿组织重度感染，必须行截肢患者；(5) 失访患者及不遵医嘱治疗者。

1.2 一般资料

回顾性分析 2018 年 1 月—2023 年 1 月本院应用胫骨搬移术治疗的糖尿病足溃疡患者的临床资料，其中 78 例患者符合以上纳入标准，纳入本研究，患

者一般资料见表 1。根据术前医患沟通结果，分为骨膜组 (39 例) 和骨段组 (39 例)。两组年龄、性别、糖尿病病程、HbA1c、糖尿病足病程、Wagner 分级、合并高血压病、冠心病、下肢动脉硬化的比率差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。本研究经医院伦理委员会批准 (伦理编号：2021XE0102-1)，患者均同意手术治疗并签署手术同意书。

表 1. 两组患者术前一般资料与比较
Table 1. Comparison of preoperative general data between the two groups

指标	骨膜组 (n=39)	骨段组 (n=39)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	49.3 $\pm$ 18.7	54.5 $\pm$ 16.3	0.217
性别 (例, 男/女)	28/11	25/14	0.762
糖尿病病程 (年, $\bar{x} \pm s$)	10.7 $\pm$ 3.4	13.2 $\pm$ 5.1	0.259
HbA1c (% , $\bar{x} \pm s$)	9.7 $\pm$ 1.6	10.4 $\pm$ 3.5	0.625
糖尿病足病程 (d, $\bar{x} \pm s$)	157.4 $\pm$ 40.1	173.5 $\pm$ 32.6	0.219
Wagner 分级 (例, 1/2/3)	2/11/26	0/8/31	0.793
高血压病 [例 (%)]	11 (28.2)	9 (23.1)	0.349
冠心病 [例 (%)]	14 (35.9)	18 (46.2)	0.684
脑卒中 [例 (%)]	0	0	ns
慢性肾衰 [例 (%)]	0	0	ns
下肢动脉硬化 [例 (%)]	33 (84.6)	35 (89.8)	0.329

1.3 手术方法

术前处理：入院时予以头孢呋辛钠 1.5 g 静脉滴注，2 次/d，就诊当日取深部组织培养，依据药敏调整敏感抗生素，调整血糖目标为空腹血糖 $\leq$ 8 mmol/L，纠正严重的电解质紊乱，存在足部感染脓腔形成者于当日急诊清创切开引流，其余患者则在住院约 3 d 后评估病情行初次清创手术，术后创面均使用负压引流，约 3~5 d 后依据创面分泌物情况再次清创更换负压引流或行胫骨搬运手术。

骨膜组：胫骨中上 1/3 段内侧面为搬运区，在搬运区体表预置搬运板确认置入区域，选择搬运板近端位置并切开长约 1 cm 横行切口，逐层锐刀切开并划开骨膜，将骨膜搬运板与固定器连接后沿切口纵行插入骨膜搬运板，经辅助定位器经皮使用 2 枚固定钉与骨膜搬运板连接，安装外固定架并在外固定架远近端各使用 1 枚粗斯氏针固定稳定，固定后调整搬运固定钉适量升降搬运板，观察切口，确保骨膜搬运板位于骨膜下方，复位搬运板紧贴胫骨，缝合骨膜固定板插入的 1 cm 切口，用 75% 酒精敷料包扎切口及钉道 (图 1)。

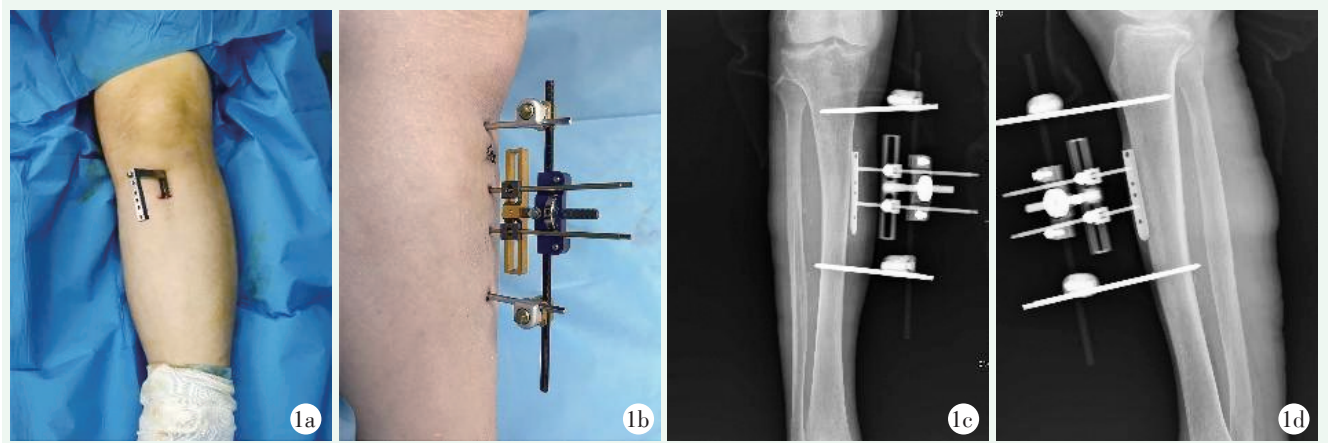


图 1. 患者女性，51 岁。1a: 术中外观照；1b: 术后外观照；1c: 术后胫腓骨正位 X 线片；1d: 术后胫腓骨侧位 X 线片。
Figure 1. A 51-year-old female. 1a: Gross view during operation; 1b: Appearance immediately after operation; 1c: Postoperative antero-posterior radiograph of the tibia and fibula; 1d: Postoperative lateral radiograph of the tibia and fibula.

骨段组：搬运区同骨膜组，在体表预置外固定架，以骨搬运针为中点确定截骨骨块位置及切口范围，确定位置后切开 2 处 5 cm 弧形切口，锐刀划开骨膜，以外固定架搬运骨块固定针为中心定位截骨 2 处 2 cm×3 cm “日”字形骨块，使用定位截骨器辅助截骨，电钻截骨时使用生理盐水冲洗，避免热损伤，

截骨后冲洗碎屑，复位骨瓣，逐层缝合骨膜及软组织及皮肤，经皮外固定架固定 2 枚搬运骨块固定针，并在外固定架远近端分别使用 1 枚斯氏针固定稳定外固定架，固定后调整搬运固定针，轻度加压截骨骨块，用 75% 酒精敷料包扎切口及钉道（图 2）。

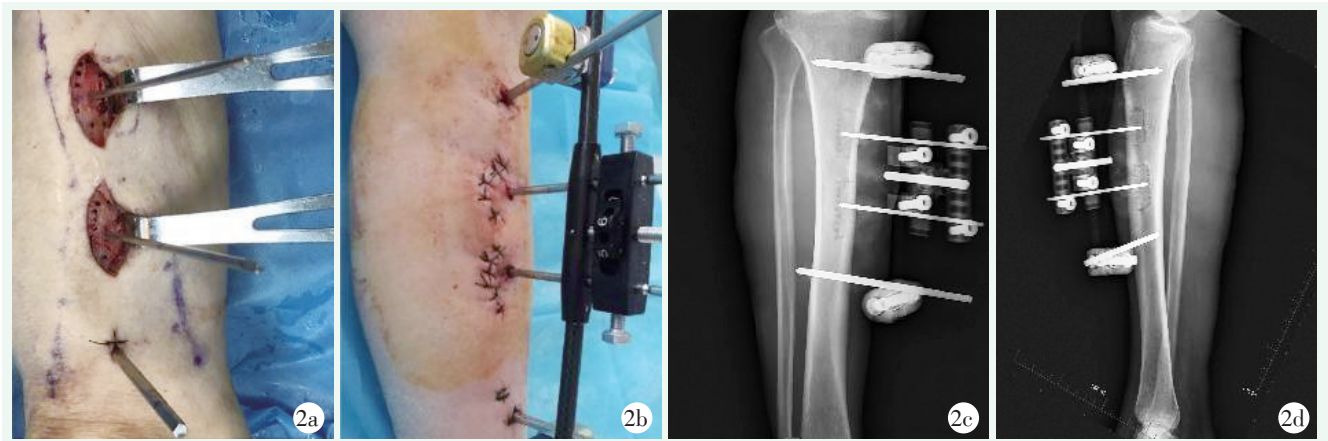


图 2. 患者女性，54 岁。2a: 术中外观照；2b: 术后外观照；2c: 术后胫腓骨正位 X 线片；2d: 术后胫腓骨侧位 X 线片。
Figure 2. A 54-year-old female. 2a: Gross view during operation; 2b: Appearance immediately after operation; 2c: Postoperative antero-posterior radiograph of the tibia and fibula; 2d: Postoperative lateral radiograph of the tibia and fibula.

骨膜组术后次日开始进行搬运，骨段组术后骨瓣加压 5 d 后开始搬运，搬运方案按每天匀速向外侧调整升高 1 mm，升高至 5~7 mm 时逆时针调整反向降低，降低持续天数与外移调整天数相同。胫骨段搬运组每隔 1 周或搬运困难时复查胫骨侧位 X 线片避免骨瓣愈合或出现其他并发症，10 周后两组患者均拆除外固定架。

1.4 评价指标

记录治疗期资料，包括住院时间、创面清创次

数、换药次数、创面面积、出院时创面闭合情况、手术时间、术中失血量。随访指标：有无死亡及截肢患者、创面愈合、疼痛视觉模拟评分（visual analogue scale, VAS）、足部皮温（以足背的内外踝水平连线中点为测量点，使用测温枪进行测量 3 次取平均值）。辅助检查指标包括 WBC、C 反应蛋白（C-reactive protein, CRP）、红细胞沉降率（erythrocyte sedimentation rate, ESR）。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 资料呈正态分布时, 两组间比较采用独立样本 t 检验; 组内时间点比较采用配对 T 检验; 资料呈非正态分布时, 采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-whitney U 检验, 组内比较采用多个相关资料的 Friedman 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 治疗期情况

所有患者均顺利完成手术, 术后依据药敏结果调整敏感抗生素治疗 2~6 周, 术中及术后均未出现神经及血管损伤并发症。骨膜组手术时间、术中出血量、住院时间显著少于骨段组 ($P < 0.05$), 两组创面清创次数、换药次数、创面面积差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 与入院时相比, 出院时两组创面面积均显著减小 ($P < 0.05$)。两组患者治疗期资料见表 2。

2.2 随访结果

两组随访结果见表 3。至末次随访两组均无死亡和截肢者。两组创面愈合时间的差异无明显统计学意义 ($P > 0.05$); 与治疗前相比, 两组患者治疗后 12 周 VAS 评分及足背皮温显著改善 ($P < 0.05$), 相同时间点, 两组间 VAS 评分及足背皮温的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 2. 两组患者治疗期资料与比较 Table 2. Comparison of perioperative data between the two groups			
指标	骨膜组 ($n=39$)	骨段组 ($n=39$)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	26.5 $\pm$ 4.4	52.4 $\pm$ 7.2	<0.001
术中失血量 (mL, $\bar{x} \pm s$)	30.2 $\pm$ 11.4	81.0 $\pm$ 22.4	<0.001
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	11.9 $\pm$ 2.1	13.3 $\pm$ 3.5	0.044
创面清创次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	2.6 $\pm$ 0.7	3.0 $\pm$ 0.9	0.062
换药次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	16.7 $\pm$ 4.9	18.3 $\pm$ 5.1	0.165
创面面积 (cm ² , $\bar{x} \pm s$)			
入院时	69.6 $\pm$ 21.7	65.4 $\pm$ 19.7	0.375
出院时	51.1 $\pm$ 18.4	48.9 $\pm$ 16.7	0.599
P 值	<0.001	<0.001	
出院时创面闭合 [例 (%)]	0	0	-

2.3 辅助检查结果

血液检测结果见表 4, 与入院时相比, 两组患者治疗后 12 周, WBC、CRP、ESR 均显著降低 ($P <$

0.05), 相同时间点, 两组间上述检验指标的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 3. 两组患者随访资料与比较 Table 3. Comparison of follow-up data between the two groups			
指标	骨膜组 ($n=39$)	骨段组 ($n=39$)	P 值
死亡 [例 (%)]	0	0	ns
截肢 [例 (%)]	0	0	ns
创面愈合时间 (周, $\bar{x} \pm s$)	11.6 $\pm$ 4.2	10.9 $\pm$ 5.1	0.356
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
治疗前	3.4 $\pm$ 1.7	3.1 $\pm$ 1.6	0.294
治疗后 12 周	1.0 $\pm$ 0.2	1.0 $\pm$ 0.5	0.258
P 值	<0.001	<0.001	
足背皮温 (°C, $\bar{x} \pm s$)			
治疗前	33.9 $\pm$ 0.6	33.4 $\pm$ 1.4	0.424
治疗后 12 周	35.8 $\pm$ 0.8	35.3 $\pm$ 0.4	0.397
P 值	<0.001	<0.001	

表 4. 两组患者辅助检查资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较 Table 4. Comparison of auxiliary examination data between the two groups ($\bar{x} \pm s$)			
指标	骨膜组 ($n=39$)	骨段组 ($n=39$)	P 值
WBC (10 ⁹ /L)			
入院时	12.7 $\pm$ 5.1	13.5 $\pm$ 4.3	0.524
治疗后 12 周	9.0 $\pm$ 1.3	10.3 $\pm$ 0.9	0.326
P 值	<0.001	<0.001	
CRP (mg/L)			
入院时	19.4 $\pm$ 14.4	15.3 $\pm$ 12.3	0.614
治疗后 12 周	9.9 $\pm$ 1.8	8.6 $\pm$ 2.5	0.495
P 值	<0.001	<0.001	
ESR (mm/h)			
入院时	22.9 $\pm$ 9.9	21.4 $\pm$ 11.2	0.593
治疗后 12 周	15.7 $\pm$ 4.8	17.7 $\pm$ 4.8	0.418
P 值	<0.001	<0.001	

3 讨 论

胫骨横向骨搬运技术具有明确的改善下肢血管病变的功效, 可以刺激周围组织生长、促进周围毛细血管网再建立^[12], 有效缓解糖尿病足的静息痛症状^[13], 相关影像学检查也证实患侧侧支血管的形成^[14], 甚至对对侧肢体血管同样具有再形成的趋势, 基础研究证明, 胫骨横向骨搬运技术能够动员干细胞迁徙, 促进足部组织重建, 促进愈合^[15]。

胫骨膜搬运术因减少了截骨的操作, 降低了手术

时间及难度。在胫骨段搬移术式中,即使采取低速电钻截骨仍会产生热能^[16],虽然可以采用在钻头周围滴水来控制温度,但热能仍会影响骨段及周围的愈合,同时电钻开孔截骨会因为边缘不齐或力度不均导致医源性骨折^[17],因个体差异及医师操作很难做到理想化的精确截骨,目前均选择在胫骨的上1/3处截骨,也是为了保证足够的胫骨强度,避免截骨后骨折的发生。虽然采用定制的截骨板辅助截骨能够保证开孔整齐,但在重度糖尿病足的患者中,常有感染弥漫至小腿中段或小腿软组织血液循环同样缺乏,容易造成后期截骨块的坏死,从而影响愈合^[18]。对于单侧肢体的患者,更要慎重选择胫骨段搬移术治疗,而胫骨膜搬移术则可明显避免截骨导致的医源性骨折,杨洋等^[19]的研究也证实了骨膜搬运术的术后无需长期卧床、无再骨折风险,皮肤坏死和钉道感染等并发症远远低于骨段搬移术。

相关研究表明,胫骨搬移技术能够降低全身的炎症反应,使患者的WBC、PCT、CRP、ESR、IL-6等炎症水平显著降低^[20],分子机制学相关研究也证明,胫骨搬移技术能够通过上调SDF-1/CXCR4信号轴激活PI3K/Akt信号通路,促进糖尿病足患者恢复^[21]。所以控制患处的炎症反应对创面的愈合具有重要的意义。围手术期的感染会影响糖尿病足创面愈合,所以本研究患者在住院期间均使用VSD负压引流辅助闭合创面控制感染,具有良好的疗效^[4],针对感染重以及出院后组织缺损难以闭合的创面,清创后在创面处使用敏感抗生素或广谱抗生素混合骨水泥覆盖。研究证实抗生素骨水泥具有良好的机械强度和抗感染能力,并且疗效不受局部血运影响^[22],在20周后拆除胫骨外固定架的同时,可同时拆除抗生素骨水泥,并依据创面肉芽生长情况,选择再次放置抗生素骨水泥覆盖或开放换药,均具有良好的效果,不用追求一期闭合创面,对于感染较轻的糖尿病足患者,可直接在首次术中清创的同时,进行胫骨搬运架。为了控制感染,术后定期及合适的护理及监测控制血糖也是必不可少的。

总之,胫骨膜搬移技术通过牵拉刺激骨膜的形式,与胫骨段搬移技术相比,虽然两种术式均有术后并发症的报道,但是胫骨膜搬移术能够避免截骨骨块坏死及医源性骨折等灾难性的并发症,优势明显。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 周泓宇: 酝酿和设计实验、实施研究、起草文章、统计分析; 杨琴: 实施研究、采集数据、统计分析; 李靖扬: 实施研究、采集数据、文章审阅; 艾尔肯·热合木吐拉: 酝酿和设计

实验、实施研究、分析及解释数据、文章审阅、统计分析、指导; 司裕: 实施研究、采集数据、统计分析、支持性贡献; 陈辉: 实施研究、采集数据、分析及解释数据、统计分析、指导; 黎立: 文章审阅、获取研究经费、提供行政及技术或材料支持、指导、支持性贡献

参考文献

- [1] 薛耀明, 邹梦晨. 中国糖尿病足防治指南(2019版)解读[J]. 中华糖尿病杂志, 2019, 11(2): 88-91. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5809.2019.02.003.
Xue YM, Zou MC. Interpretation of the Chinese guideline on prevention and treatment of diabetic foot (2019 edition) [J]. Chinese Journal of Diabetes Mellitus, 2019, 11(2): 88-91. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5809.2019.02.003.
- [2] Jiang Y, Wang X, Xia L, et al. A cohort study of diabetic patients and diabetic foot ulceration patients in China [J]. Wound Repair Regen, 2015, 23(2): 222-230. DOI: 10.1111/wrr.12263.
- [3] 夏伟, 杨森, 朱颖, 等. 团队血糖管理联合信息化血糖监测系统对糖尿病足患者血糖控制及溃疡愈合的效果评价[J]. 中国糖尿病杂志, 2022, 30(11): 825-829. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6187.2022.11.006.
Xia W, Yang M, Zhu Y, et al. The effect of team glucose management combined with information-based glucose monitoring system on glycemic control and ulcer healing in diabetic foot patients [J]. Chinese Journal of Diabetes, 2022, 30(11): 825-829. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6187.2022.11.006.
- [4] 鲁玉州, 吴亚东, 吴成强, 等. 胫骨横向骨搬移联合封闭引流治疗糖尿病足溃疡[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(1): 46-50. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.01.10.
Lu YZ, Wu YD, Wu CQ, et al. Tibial transverse transport combined with vacuum sealing drainage for diabetic foot ulcers [J]. Orthopedic Journal of China, 2021, 29(1): 46-50. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.01.10.
- [5] 罗晶, 牛瑞芳, 吕丽芳, 等. 载万古霉素骨水泥联合负压封闭引流在中重度糖尿病足感染中的应用[J]. 重庆医科大学学报, 2022, 47(6): 642-646. DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.002938.
Luo J, Niu RF, Lv LF, et al. Application of vancomycin-loaded bone cement combined with vacuum sealing drainage in moderate to severe diabetic foot infection [J]. Journal of Chongqing Medical University, 2022, 47(6): 642-646. DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.002938.
- [6] 郭小勇, 田艳霜, 曹庆, 等. 糖尿病足合并下肢动脉粥样硬化闭塞症患者腔内介入治疗效果观察[J]. 中国医药, 2022, 17(8): 1180-1183. DOI: 10.3760/j.issn.1673-4777.2022.08.014.
Guo XY, Tian YS, Cao Q, et al. Effect of endovascular interventions on patients with diabetic foot combined with atherosclerotic obliteration of lower extremity [J]. China Medicine, 2022, 17(8): 1180-1183. DOI: 10.3760/j.issn.1673-4777.2022.08.014.
- [7] Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of the rate and frequency of distraction [J]. Clin Orthop Relat Res, 1989, 238(239): 263-285. DOI: 10.1007/978-1-4471-5451-8_136.
- [8] Aktuglu K, Erol K, Vahabi A. Ilizarov bone transport and treatment of critical-sized tibial bone defects: a narrative review [J]. J Orthop Traumatol, 2019, 20(1): 22. DOI: 10.1186/s10195-019-

- 0527-1.
- [9] 董亚楠, 姜晓锐, 王凯, 等. 改良胫骨横骨搬运技术治疗 Wagner 3~4 级糖尿病足患者的效果研究 [J]. 中国全科医学, 2023, 26 (27): 3411-3416. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0822.
- Dong YN, Jiang XR, Wang K, et al. The effect of modified tibial transverse transport technique in the treatment of Wagner Grade III and IV diabetic foot patients [J]. Chinese General Practice, 2023, 26 (27): 3411-3416. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0822.
- [10] 丁小方, 袁玉松, 徐海林, 等. 传统单骨瓣弧形切口与改良双骨瓣直切口胫骨横骨搬运治疗 Wagner 3/4 级糖尿病足的对比研究 [J]. 实用骨科杂志, 2021, 27 (5): 448-452. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2021.05.017.
- Ding XF, Yuan YS, Xu HL, et al. Comparative study of traditional single bone flap arc incision and modified double bone flap straight incision transverse tibial bone transfer for Wagner 3/4 grade diabetes foot [J]. Journal of Practice Orthopaedics, 2021, 27 (5): 448-452. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2021.05.017.
- [11] 张博凯, 陈炎, 林震迅, 等. 腓骨横骨搬运术治疗重度糖尿病足的疗效观察 [J]. 广西医科大学学报, 2022, 39 (5): 826-832. DOI: 10.16190/j.cnki.45-1211/r.2022.05.024.
- Zhang BK, Chen Y, Lin ZX, et al. Efficacy of tibial transverse transport in the treatment of severe diabetic foot [J]. Journal of Guangxi Medical University, 2022, 39 (5): 826-832. DOI: 10.16190/j.cnki.45-1211/r.2022.05.024.
- [12] 张定伟, 秦泗河, 臧建成, Ilizarov 微循环重建技术治疗 Wagner 4 级糖尿病足临床疗效分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25 (4): 354-356. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.04.15.
- Zhang DW, Qin SH, Zang JC. Ilizarov microcirculation reconstruction technique for treatment clinical efficacy analysis of Wagner grade 4 diabetes foot [J]. Orthopedic Journal of China, 2017, 25 (4): 354-356. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.04.15.
- [13] 覃承河, 周春豪, 张红安, 等. 胫骨横骨搬运技术治疗糖尿病足疗效观察 [J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27 (19): 1809-1812. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.19.19.
- Qin CK, Zhou CH, Zhang HA, et al. Observation on therapeutic effect of transverse tibial bone transfer technique on diabetes foot [J]. Orthopedic Journal of China, 2019, 27 (19): 1809-1812. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.19.19.
- [14] 丁小方, 徐海林, 王元利, 等. 改良胫骨横骨搬运微循环重建术治疗终末期糖尿病足 [J]. 中国骨伤, 2021, 34 (5): 462-466. DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2021.05.013.
- Ding XF, Xu HL, Wang YL, et al. Modified transverse tibial bone transplantation and microcirculation reconstruction for the treatment of end stage diabetic foot [J]. China Journal of Orthopaedic Trauma, 2021, 34 (5): 462-466. DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2021.05.013.
- [15] 花奇凯, 秦泗河, 邝晓聪, 等. 胫骨横骨搬运术治疗 516 例糖尿病足的经验总结 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2020, 34 (8): 959-963. DOI: 10.7507/1002-1892.202003099.
- Hua QK, Qin SH, Kuang XC, et al. Clinical experience of 516 cases of diabetes foot treated with transverse tibial bone transfer [J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2020, 34 (8): 959-963. DOI: 10.7507/1002-1892.202003099.
- [16] 柯嘉, 朱云峰, 李倩, 等. 不同钻速下电钻钻孔骨质产热的比较 [J]. 中国微创外科杂志, 2015, 15 (11): 1045-1048. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6604.2015.11.025.
- Ke J, Zhu YF, Li Q, et al. Comparison of heat generation during bone drilling using different drill speeds [J]. Chinese Journal of Minimally Invasive Surgery, 2015, 15 (11): 1045-1048. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6604.2015.11.025.
- [17] 郑鸿坚, 杨金星, 刘黎军, 等. 胫骨横骨搬运术治疗糖尿病足疗效分析 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2022, 37 (4): 434-436. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2022.04.030.
- Zheng HJ, Yang JX, Liu LJ, et al. Analysis of therapeutic effect of transverse tibial bone transfer technique on diabetes foot [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Injury, 2022, 37 (4): 434-436. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2022.04.030.
- [18] 欧栓机, 许长鹏, 李贵涛, 等. 3D 打印截骨导板在胫骨横骨搬运术中的应用 [J]. 实用骨科杂志, 2021, 27 (5): 456-459. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2021.05.019.
- Ou SJ, Xu CP, Li GT, et al. Application of 3D printed osteotomy guide plate in tibial lateral bone transfer surgery [J]. Journal of Practical Orthopaedics, 2021, 27 (5): 456-459. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2021.05.019.
- [19] 杨洋, 陈益果, 王章宇, 等. 骨膜牵张技术治疗糖尿病足的初步结果 [J]. 中国矫形外科杂志, 2024, 32 (7): 658-662. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2024.07.16.
- Yang Y, Chen YG, Wang ZY, et al. Preliminary outcome of periosteal stretching for diabetic foot [J]. Orthopedic Journal of China, 2024, 32 (7): 658-662. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2024.07.16.
- [20] 苏永锋, 丁毅, 赵永鑫, 等. 胫骨横骨搬运术治疗重度感染糖尿病足 [J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (19): 1735-1741. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.19.02.
- Su YF, Ding Y, Zhao YX, et al. Tibia transverse transport for severely infected diabetic foot [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (19): 1735-1741. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.19.02.
- [21] 陈子豪, 黎立, 艾尔肯·热合木吐拉, 等. 胫骨横骨搬运术治疗糖尿病足的机制研究 [J]. 重庆医学, 2024, 53 (3): 381-386, 393. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2024.03.012.
- Chen ZH, Li L, AIERKEN·Rehemutula, et al. The mechanism of transverse tibial transfer in the treatment of diabetic foot [J]. Chongqing Medical Journal, 2024, 53 (3): 381-386, 393. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2024.03.012.
- [22] 刘敏峰, 邓智明, 朱振兴, 等. 抗生素骨水泥联合改良胫骨横骨搬运术治疗重症糖尿病足 [J]. 骨科, 2022, 13 (4): 353-357. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2022.04.013.
- Liu MF, Deng ZM, Zhu ZX, et al. Antibiotic bone cement combined with modified tibial lateral bone transport for the treatment of severe diabetic foot [J]. Orthopaedics, 2022, 13 (4): 353-357. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2022.04.013.

(收稿:2024-03-12 修回:2024-10-15)

(同行评议专家: 杨华清, 尹东)

(本文编辑: 闫承杰)