

· 技术创新 ·

# 弱碱性溶液泡洗后股后穿支皮瓣修复膝下截肢端慢性创面<sup>△</sup>

张永强<sup>1</sup>, 霍达<sup>1</sup>, 邓子龙<sup>2</sup>, 张秀欣<sup>1</sup>, 刘振<sup>1\*</sup>

(1. 潍坊市人民医院创伤骨科; 2. 山东第二医科大学, 山东潍坊 261000)

**摘要:** [目的] 介绍弱碱性溶液泡洗后股后穿支皮瓣修复膝下截肢端慢性创面的手术技术及其临床疗效。[方法] 2021年1月—2024年1月, 针对膝下截肢患者小腿残端慢性感染创面, 清创后应用本科自制弱碱性溶液(pH值7.5~8.0)浸泡残端创面, 3次/d, 浸泡1周, 感染控制、创面清洁后, 二期行股后穿支皮瓣移植修复残端慢性创面。[结果] 本组7例创面均顺利愈合, 皮瓣成活良好, 无皮瓣坏死、皮瓣下积液及感染复发等并发症。[结论] 弱碱性溶液泡洗后股后穿支皮瓣移植修复在膝下截肢端慢性创面治疗中疗效显著。

**关键词:** 截肢, 慢性创面, 清创, 弱碱性溶液泡洗, 股后穿支皮瓣

**中图分类号:** R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478(2025)07-0641-04

**Repair of chronic wound of below-knee amputation with posterior femoral perforator flap after soaking with weak alkaline solution** // ZHANG Yong-qiang<sup>1</sup>, HUO Da<sup>1</sup>, DENG Zi-long<sup>2</sup>, ZHANG Xiu-xin<sup>1</sup>, LIU Zhen<sup>1</sup>. 1. Department of Orthopaedics, People's Hospital of Weifang City, Weifang 261000, Shandong, China; 2. Shandong Second Medical University, Weifang 261000, Shandong, China

**Abstract:** [Objective] To introduce the surgical technique and primary clinical outcomes of the below knee amputation chronic wound repair by femoral posterior perforator flap after soaking with weak alkaline solution. [Methods] From January 2021 to January 2024, 7 patients received abovesaid treatment for chronic infected wound of below knee amputation. After debridement, the wound was soaked in a weakly alkaline solution (pH 7.5~8.0) made by our department three times a day for one week. As the infection controlled with a clear wound, the amputated stump was repaired with posterior femoral perforator flap transplantation in the second phase. [Results] All the 7 cases had the wound healed successfully with the skin flap survived well, without complications such as skin flap necrosis, fluid accumulation under the skin flap and infection recurrence. [Conclusion] The repair of femoral posterior perforator flap after intermittent soaking with weak alkaline solution is effective method in the treatment of chronic wound of below knee amputation.

**Key words:** amputation, chronic wound, debridement, soaking with weak alkaline solution, femoral posterior perforator flap

据统计,我国目前下肢截肢者已超过170万人,并逐年增加,随着生物医学工程的发展及假肢制作工艺的进步,越来越多的截肢者通过佩戴假肢恢复了大部分残缺肢体的功能,改善了生活质量,但由于长期佩戴假肢造成残端组织受压并缺血缺氧,残端慢性创面形成并感染,经久不愈,给患者身心带来沉重的负担。本科2021年1月—2024年1月应用自制弱碱性溶液泡洗残端创面后,二期股后穿支皮瓣移植修复膝下截肢端慢性感染创面7例,取得良好疗效,现报道如下。

## 1 手术技术

### 1.1 术前准备

所有患者入院完善术前检查后行清创术,术中取创面组织行细菌培养+药敏实验;术后48 h内应用本科自制弱碱性溶液(3%~5%的碳酸钠溶液,pH值7.5~8.0)浸泡患肢残端创面,3次/d,间隔至少6 h,每次浸泡1 h,浸泡完毕后干燥无菌敷料包扎,同时敏感抗生素抗感染治疗。创面新鲜感染控制

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.12004A

△基金项目:潍坊市卫健委项目(编号:WFWJSJK-2022-097)

作者简介:张永强,主治医师,硕士研究生,研究方向:创伤骨科、显微外科,(电子信箱)869400817@qq.com

\*通信作者:刘振,(电子信箱)646029965@qq.com

后(约1周),常规行超声多普勒检查定位股深动脉第3、4穿动脉皮穿支位置,确定皮瓣旋转点,择期行皮瓣移植修复。

## 1.2 麻醉与体位

所有患者行腰硬联合麻醉或全身麻醉,术中取俯卧位于手术台上。手术在气性无菌止血带状态下进行。

## 1.3 手术操作

患者麻醉成功后俯卧于手术台上。手术在气性无止血带状态下进行,常规消毒铺无菌巾单,首先对患肢残端创面再次进行“卷地毯式清创”,清除老化坏死皮缘及肉芽组织,大量生理盐水冲洗并彻底止血;按残端创面大小,于股后侧以坐骨结节到股骨外上髁连线为轴线,以术前超声探测皮穿支点为皮瓣旋转点设计合适大小皮瓣,首先切开皮瓣蒂部,确认皮穿支存在并穿深筋膜进入皮肤,然后按设计由近及远于深筋膜下向蒂部掀起皮瓣,逐一电凝沿途出血点,保留血管蒂周围约1 cm组织袖,至皮瓣仅与血管蒂相连,确认皮瓣远端皮缘渗血活跃,血供良好后,旋转皮瓣覆盖创面。

注意事项:(1)术前利用高频彩超定位股深动脉穿动脉及其皮穿支位置及走行,精确定位皮瓣旋转点,与手持便携式超声相比大大提高定位准确率,保证手术成功率<sup>[1]</sup>;(2)供区皮瓣设计大小要比受区缺损面积略大,以免移植后皮瓣紧张,影响血供;(3)皮瓣分离过程中避免过度牵拉皮瓣蒂部而影响血供;(4)皮瓣切取宽度<8 cm大多可直接拉拢缝合,如皮瓣大需植皮建议行全厚皮植皮(全厚皮富含弹力纤维及毛细血管,成活后耐磨且不易挛缩,色泽接近正常<sup>[2]</sup>),将供区外观及功能损失降到最低。

## 1.4 术后处理

术后患肢制动,摆放至舒适位置避免卡压皮瓣蒂部影响血供,持续烤灯照射保温,维持局部温度23℃~25℃,常规抗生素预防感染、罂粟碱抗痉挛、肝素钠抗凝、止痛对症治疗,密切观察皮瓣血运,若出现皮瓣张力高、远端花斑水泡、缝线局部勒痕等情况,及时温盐水或洗必泰无菌换药,检查皮瓣下有无积血、蒂部有无卡压及是否需要部分拆线处理。

# 2 临床资料

## 2.1 一般资料

2021年1月—2024年1月,选取小腿膝下截肢残端慢性感染创面形成病例7例,其中男6例,女1

例,年龄35~67岁,平均(51.8±14.6)岁,左侧5例,右侧2例,创面大小2 cm×2 cm~6 cm×5 cm。本研究经医院伦理委员会批准(批件号:KYLL20240329-1),所有患者均知情同意并签署手术同意书。

## 2.2 初步结果

本组7例创面均顺利愈合,皮瓣成活良好,无皮瓣坏死、皮瓣下积液及感染复发等并发症。术后全部获得随访,随访时间6~12个月,平均(9.6±1.7)个月。皮瓣外形无明显臃肿,质地柔软,色泽与周围组织相近。典型病例见图1。

# 3 讨论

目前慢性创面尚无统一定义,临床上通常将各种病因引起,经1个月以上正规治疗仍不能愈合,且无愈合倾向的创面称为慢性创面<sup>[3]</sup>。慢性创面形成机理比较复杂,Sharifi等<sup>[4]</sup>提出慢性创面持续不愈合的主要原因有以下3个方面:(1)没有稳定且适宜的微环境来促进细胞迁移、增殖和血管生成,2015年,Kruse等<sup>[8]</sup>首次提出创面微环境的概念,并将微环境分为两部分,即创面外的部分称为创面外部微环境,而创面下充满细胞和细胞外基质的周缘部分称为创面内部微环境,二者会共同影响创面微环境;而pH值又是影响创面微环境的重要因素<sup>[6]</sup>,目前多数专家的共识是pH值7.5~8.6的弱碱性环境可使成纤维细胞及角质形成细胞表现出最佳的活力、增殖和附着能力从而促进创面愈合;(2)细菌感染,创面长期不愈合必定合并细菌感染,2006年,Keren等研究表明,60%~80%的感染与细菌生物膜相关,细菌生物膜是微生物生长过程中附着于物体表面而形成的,由微生物及其分泌的聚合物所组成的三维结构的细胞菌体<sup>[7]</sup>。创面在形成生物膜后耐药性会加强,在慢性创面中已经明确发现细菌生物膜的存在;(3)促炎和抑炎不平衡,炎症持续时间长。以上3个方面互相促进,形成恶性循环,最终导致创面慢性化,难以愈合。清创术可以彻底清除创面感染坏死组织,是破坏和去除慢性创面生物膜最有效的方式,但研究表明在清创后48 h内细菌生物膜会重新形成<sup>[8]</sup>,这表明清创术只能暂时消除生物膜感染,短时间的创面良好并不能诱导成纤维细胞的增生迁移,不能形成良好的创基及新鲜的肉芽组织。笔者通过清创术后48 h内进行弱碱性溶液(3‰~5‰的碳酸钠溶液,pH值7.5~8.0)浸泡患肢残端创面,抑制细菌的生长和繁殖,阻止生物膜生成或者在成熟之前将其破坏,使得慢性

创面微环境中抗菌药物浓度得到提高，有效控制感染；同时弱碱性溶液能够促进成纤维细胞及角质细胞

的增生和爬行，促进创面新鲜肉芽组织生成<sup>[9]</sup>，为二期皮瓣移植修复后创面的愈合创造有利条件。



图1. 患者男性，43岁，膝下截肢残端慢性创面。1a：小腿膝下截肢残端皮肤坏死创面形成并骨外露，残端清创后弱碱性溶液浸泡；1b：按设计切取股后穿支皮瓣，并完全游离皮瓣仅穿支相连；1c：旋转皮瓣覆盖残端创面；1d：创面愈合良好。

Figure 1. A 43-year-old male suffered from chronic wounds on the stump of below knee amputation. 1a: The skin necrosis occurred on the stump of below knee amputation to form a wound with bone exposed, and the stump was soaked in weak alkaline solution after debridement; 1b: The femoral posterior perforator flap was cut according to the design, and the completely free flap was connected only with the perforator branch; 1c: Rotating the flap to cover the stump wound; 1d: Wound healed well postoperatively.

研究表明膝下截肢残端界面压力主要分布在髌韧带、腘窝区<sup>[10]</sup>，膝下截肢患者长期佩戴假肢，肢体残端的软组织长时间受压会导致毛细血管灌流受阻，引起组织缺血或缺氧，最终创面形成并经久不愈。2007年 Ahmadzadeh 等<sup>[11]</sup>首次报道了股深动脉穿动脉穿支皮瓣的应用解剖，为股深动脉穿动脉穿支皮瓣的切取提供了详细解剖信息。股深动脉在腹股沟韧带下方4 cm处从股动脉的后外侧壁或后壁发出<sup>[12]</sup>，向内下行经股内侧肌与内收肌群之间，其末端位于长收肌与大收肌之间，沿途发出旋股内、外侧动脉及第3、4支穿动脉。股深动脉穿动脉及其皮穿支众多，但主要分布在坐骨结节与股骨外上髁连线附近，若将股后外侧区分为上中下三部分，来自第1穿动脉的皮穿支位于上1/3，来自第2、3穿动脉的皮穿支位于中1/3，下1/3区域的皮穿支来自第4穿动脉和膝上外侧动脉升支，这些穿动脉皮穿支进入皮下组织后，相互交织成链状血管吻合，以任一穿动脉的皮穿支为蒂均可切取游离或带蒂皮瓣修复相应部位皮肤缺损。第1穿动脉皮穿支最粗大，位置较恒定，供血范围相对较广，可带蒂顺行转移修复坐骨结节及大粗隆皮肤缺损；第2、3、4穿动脉的皮穿支位置变化相对较大，术前需使用多普勒定位，3、4穿动脉皮穿支可带蒂逆行转移修复膝关节周围皮肤缺损<sup>[13]</sup>。股后区作为皮瓣供区修复残端慢性创面位置相对隐蔽，股深动脉穿支众多且于股后呈链状吻合，可跨供区切取，皮瓣血供可靠，成活率高，且股后皮瓣组织量多，皮

肤相对耐磨，皮肤松弛，切取合适大小皮瓣可直接缝合。但术中多取俯卧位或侧卧位，仰卧位操作困难；第3、4穿动脉皮穿支入皮点及口径均存在一定程度变异，增加了手术解剖难度。

综上所述，清创术后弱碱性溶液浸泡可有效控制慢性创面感染并促进创面新鲜肉芽组织生成，二期股深动脉穿支皮瓣移植修复，是治疗小腿膝下截肢端慢性感染创面的有效方案，临床疗效显著。

**利益冲突声明** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 张永强：研究设计实验、临床操作和论文撰写；霍达：临床操作、分析数据；邓子龙：临床操作、分析数据；张秀欣：临床操作、病人回访材料支持；刘振：设计实验、指导临床操作及论文写作、提供技术支持

## 参考文献

- [1] 王辉,戴江平,周彤,等.神经血管蒂皮瓣联合抗生素硫酸钙治疗踝周感染创面[J].中国矫形外科杂志,2025,33(1):80-84. DOI: 10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100934.  
Wang H, Dai JP, Zhou T, et al. Neurovascular pedicle flap combined with antibiotic calcium sulfate in treatment of infectious wounds around the ankle[J]. Orthopedic Journal of China, 2025, 33(1): 80-84. DOI: 10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100934.
- [2] 冯彦华,任强,李祥,等.全厚与断层皮片移植修复儿童软组织创面的比较[J].中国矫形外科杂志,2025,33(3):207-212. DOI: 10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100950.  
Feng YH, Ren Q, Li X, et al. Full-thickness versus split-thickness skin grafting for repairing wounds secondary to necrotizing soft tissue infection in children[J]. Orthopedic Journal of China, 2025,



- 33 (3) : 207–212. DOI: 10.20184/j.cnki.Issn1005–8478.100950.
- [3] 董炜, 肖玉瑞, 吴敏洁, 等. 中国慢性难愈性创面诊疗思路及原则 [J]. 中华烧伤杂志, 2018, 34 (12) : 868–873. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009–2587.2018.12.010.
- Dong W, Xiao YR, Wu MJ, et al. Ideas and principles of diagnosis and treatment of chronic refractory wounds in China [J]. Chinese Journal of Burns, 2018, 34 (12) : 868–873. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009–2587.2018.12.010.
- [4] Sharifi S, Hajipour MJ, Gould L, et al. Nanomedicine in healing chronic wounds: Opportunities and challenges [J]. Mol Pharm, 2021, 18 (2) : 550–575. DOI: 10.1021/acs.molpharmaceut.0c00346.
- [5] 朱凌雅, 郭松雪, 吴攀, 等. 创面温度与创面愈合的关系研究进展 [J]. 中华烧伤杂志, 2018, 34 (11) : 829–832. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009–2587.2018.11.021.
- Zhu LY, Guo SX, Wu P, et al. Research progress on the relationship between wound temperature and wound healing [J]. Chinese Journal of Burns, 2018, 34 (11) : 829–832. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009–2587.2018.11.021.
- [6] Tricou LP, Al-Hawat ML, Cherifi K, et al. Wound pH-modulating strategies for diabetic wound healing [J]. Adv Wound Care (New Rochelle), 2024, 13 (9) : 446–462. DOI: 10.1089/wound.2023.0129.
- [7] 崔荣涛, 霍然. 生物膜与慢性创面愈合的关系 [J]. 中国美容医学, 2018, 27 (2) : 5–10. DOI: 10.15909/j.cnki.cn61–1347/r.002188.
- Cui RT, Huo R. Relationship between biofilm and chronic wound healing [J]. Chinese Aesthetic Medicine, 2018, 27 (2) : 5–10. DOI: 10.15909/j.cnki.cn61–1347/r.002188.
- [8] Kruse CR, Nuutila K, Lee CC, et al. The external microenvironment of healing skin wounds [J]. Wound Repair Regen, 2015, 23 (4) : 456–464. DOI: 10.1111/wrr.12303.
- [9] 刘振, 邱立洁, 赵杰, 等. 糖尿病足溃疡患者清创术后创面弱碱性溶液浸泡的治疗效果 [J]. 中华全科医师杂志, 2024, 6 (23) : 661–664. DOI: 10.3760/cma.j.cn114798–20230913–00156.
- Liu Z, Qiu LJ, Zhao J, et al. Therapeutic effect of soaking in weak alkaline solution in wound after debridement in patients with diabetic foot ulcer [J]. Chinese Journal of General Practice, 2024, 6 (23) : 661–664. DOI: 10.3760/cma.j.cn114798–20230913–00156.
- [10] 贾晓红, 张明, 王人成, 等. 动态载荷对小腿截肢患者残端压力的影响 [J]. 清华大学学报 (自然科学版), 2004, 44 (2) : 186–189. DOI: 10.16511/j.cnki.qhdx.2004.02.012.
- Jia XH, Zhang M, Wang RC, et al. Effect of dynamic load on stump pressure in lower leg amputee patients [J]. Journal of Tsinghua University (Natural Science Edition), 2004, 44 (2) : 186–189. DOI: 10.16511/j.cnki.qhdx.2004.02.012.
- [11] Ahmadzadeh R, Bergeron L, Tang M, et al. The posterior thigh perforator flap or profunda femoris artery perforator flap [J]. Plast Reconstr Surg, 2007, 119 (1) : 194–200, 201–202. DOI: 10.1097/01.prs.0000244848.10434.5f.
- [12] 贺继强, 唐举玉. 股深动脉穿动脉穿支皮瓣的解剖及临床应用进展 [J]. 中国临床解剖学杂志, 2017, 35 (4) : 475–477. DOI: 10.13418/j.issn.1001–165x.2017.04.027.
- He JQ, Tang JY. Progress in the anatomy and clinical application of deep femoral artery perforator flap [J]. Chinese Journal of Clinical Anatomy, 2017, 35 (4) : 475–477. DOI: 10.13418/j.issn.1001–165x.2017.04.027.
- [13] 杜云飞, 张其川, 韩威利, 等. 游离股深动脉穿支皮瓣修复手及前臂软组织缺损 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (13) : 1227–1233. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2022.13.17.
- Du YF, Zhang QC, Han WL, et al. Free deep femoral artery perforator flap for hand and forearm soft tissue defects [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (13) : 1227–1233. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2022.13.17.
- (收稿:2025–01–20 修回:2025–02–27)  
(同行评议专家: 李振, 刘光军, 杨磊)  
(本文编辑: 闫承杰)