



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2023.06.005
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2023.06.005
China Journal of General Surgery, 2023, 32(6):840-849.

· 专题研究 ·

游离皮瓣联合血管重建在上肢毁损性创面合并血管损伤修复中的应用

覃凤均¹, 王成¹, 张颖¹, 杜伟力¹, 贾伟², 田轩², 沈余明¹, 刘建龙²

(北京积水潭医院 1. 烧伤科 2. 血管外科, 北京100035)

摘要

背景与目的: 肢体部位的毁损性创面, 常会合并主干血管的损伤, 如果处理不当, 会导致肢体缺血坏死而截肢的严重后果。为探索此类毁损性创面的诊治方法, 本研究分析应用游离皮瓣联合血管重建来修复上肢毁损性创面合并主干血管损伤的临床效果, 以期为此类毁损性创面的临床治疗提供参考和借鉴。

方法: 回顾性分析2017年12月—2022年12月北京积水潭医院收治的上肢毁损性创面合并主干血管损伤, 并用游离皮瓣联合血管重建来修复的患者45例, 总结血管损伤的评估及处理方法, 修复毁损性创面所用游离皮瓣的种类, 观察术后重建血管通畅情况和肢体血运情况以及皮瓣存活情况、创面和供瓣区愈合情况。最后一次随访时, 根据中华医学会手外科学会上肢部分功能评定试用标准中手部肌腱、神经修复评定标准, 评价手部屈、伸功能的肌力和手指感觉功能。

结果: 45例患者中, 男38例, 女7例; 平均年龄(39.4±15.1)岁。上臂毁损性创面合并肱动脉损伤5例, 前臂及腕部毁损性创面合并桡动脉和(或)尺动脉损伤40例。大隐静脉桥接重建肱动脉3例(6.7%), 人工血管桥接重建肱动脉2例(4.4%), 大隐静脉桥接重建尺动脉1例(2.2%), 大隐静脉桥接重建桡动脉35例(77.8%), 行血流桥接皮瓣重建桡动脉4例(8.9%)。股前外侧皮瓣移植29例(64.4%), 脐旁穿支皮瓣移植12例(26.7%), 腹股沟皮瓣移植1例(2.2%), 背阔肌肌皮瓣(面积24~10 cm×35~18 cm)移植3例(6.7%)。供瓣区直接缝合封闭24例(53.3%), 于附近转移皮瓣覆盖13例(28.9%), 取断层皮移植覆盖8例(17.8%)。游离皮瓣存活率为97.8%(44/45), 创面I期愈合率为93.3%(42/45)。38例患者获随访3~36个月, 皮瓣及患肢血运良好, 重建血管通畅率为92.1%(35/38)。最后一次随访时, 患者伸拇及伸指功能基本正常; 屈拇及屈指肌力评定: V级5例(13.2%)、IV级13例(34.2%)、III级16例(42.1%)、II级4例(10.5%); 手指感觉功能评定: S4级5例(13.2%)、S3级10例(26.3%)、S2级12例(31.6%)、S1级8例(21.0%)、S0级3例(7.9%)。

结论: 上肢毁损性创面合并主干血管损伤需及时评估和处理损伤的血管, 根据损伤血管的直径可用自体血管或人工血管桥接重建损伤的主干动脉, 以避免肢体缺血坏死; 重建的血管和毁损性创面需及时应用血循环丰富的组织瓣来覆盖, 有条件的话, 应优先采用游离皮瓣移植, 效果要优于远位带蒂皮瓣移植。

关键词

创伤和损伤; 上肢; 血管; 外科皮瓣; 修复外科手术

中图分类号: R654.3

基金项目: 国家重点研发计划“变革性技术关键科学问题”重点专项基金资助项目(2018YFA0703100)。

收稿日期: 2023-02-12; **修订日期:** 2023-05-20。

作者简介: 覃凤均, 北京积水潭医院主任医师, 主要从事严重烧伤救治及难愈性创面修复方面的研究。

通信作者: 覃凤均, Email: qfjun800@sina.com

Application of free flaps combined with vascular reconstruction in the repair of upper limb destructive wounds with vascular injuries

QIN Fengjun¹, WANG Cheng¹, ZHANG Ying¹, DU Weili¹, JIA Wei², TIAN Xuan², SHEN Yuming¹, LIU Jianlong²

(1. Department of Burn Surgery 2. Department of Vascular Surgery, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China)

Abstract

Background and Aims: Destructive wounds in the extremities often involve damage to major blood vessels. If not properly managed, they can lead to severe consequences such as limb ischemic necrosis and amputation. In order to explore diagnostic and treatment methods for such destructive wounds, this study was performed on the clinical outcomes of using free flaps combined with vascular reconstruction to repair upper limb destructive wounds combined with major vascular injuries to provide reference and guidance for the clinical treatment of such destructive wounds.

Methods: A retrospective analysis was conducted on 45 patients with upper limb destructive wounds and significant vascular injuries who underwent repair using free flaps combined with vascular reconstruction at Beijing Jishuitan Hospital from December 2017 to December 2022. The evaluation and treatment methods for vascular injuries, types of free flaps used for wound repair, postoperative vascular patency and limb perfusion, flap survival, and wound and donor site healing were summarized. During the last follow-up, hand muscle and nerve repair assessment criteria from the Hand Surgery Society of the Chinese Medical Association were used to evaluate the muscle strength of hand flexion and extension and finger sensory function.

Results: Among the 45 patients, there were 38 males and 7 females, with a mean age of (39.4±15.1) years. Five cases involved upper arm destructive wounds combined with brachial artery injuries, and 40 cases involved forearm and wrist destructive wounds combined with radial and/or ulnar artery injuries. The reconstruction methods included significant saphenous vein bridge reconstruction of the brachial artery in 3 cases (6.7%), artificial vascular bridge reconstruction of the brachial artery in 2 cases (4.4%), significant saphenous vein bridge reconstruction of the ulnar artery in 1 case (2.2%), significant saphenous vein bridge reconstruction of the radial artery in 35 cases (77.8%), and blood flow bridge flap reconstruction of the radial artery in 4 cases (8.9%). Anterolateral thigh flaps were used in 29 cases (64.4%), paraumbilical perforator flaps in 12 cases (26.7%), groin flaps in 1 case (2.2%), and latissimus dorsi muscle flaps (with an area of 24–10 cm×35–18 cm) in 3 cases (6.7%). The donor site was directly sutured and closed in 24 cases (53.3%), nearby flaps were transferred for coverage in 13 cases (28.9%), and split-thickness skin grafts were used for coverage in 8 cases (17.8%). The survival rate of free flaps was 97.8% (44/45), and the wound healing rate at stage I was 93.3% (42/45). Thirty-eight patients were followed up for 3–36 months, and the flaps and limb perfusion were satisfactory. The patency rate of reconstructed vessels was 92.1% (35/38). The patient's thumb and finger extension function was normal at the last follow-up. The muscle strength assessment of thumb and finger flexion showed grade V in 5 cases (13.2%), grade IV in 13 cases (34.2%), grade III in 16 cases (42.1%), and grade II in 4 cases (10.5%). The finger sensory function assessment showed grade S4 in 5 cases (13.2%), grade S3 in 10 cases (26.3%), grade S2 in 12 cases (31.6%), grade S1 in 8 cases (21.0%), and grade S0 in 3 cases (7.9%).

Conclusion: Prompt evaluation and treatment of vascular injuries are necessary for upper limb destructive wounds combined with major vascular injuries. Autogenous or artificial vascular

reconstruction should be performed based on the diameter of the injured vessels to prevent limb ischemic necrosis. Reconstructed vessels and destructive wounds should be covered promptly with tissue flaps rich in blood supply. Free flap transplantation should be prioritized whenever possible as it yields better results than distal pedicle flap transplantation.

Key words

Wounds and Injuries; Upper Extremity; Blood Vessels; Surgical Flaps; Reconstructive Surgical Procedures

CLC number: R654.3

最近十几年来, 外伤、自然灾害等各种原因引起的毁损性创面在临床治疗的病例中越来越多, 而毁损性创面, 特别是高压电烧伤及高能损伤引起的创面, 不仅有广泛的皮肤软组织缺损, 往往还有深部组织比如血管、神经、肌腱、骨组织甚至关节的外露和坏死, 临床治疗起来有很大的难度。目前, 国内外大部分观点都是主张在全身病情允许的情况下应用各种血循环丰富的组织瓣来修复毁损性创面^[1-10]。而肢体部位的毁损性创面, 还经常会合并主干血管的损伤, 如果处理不当, 会导致肢体缺血坏死^[4]。在治疗合并主干血管损伤的毁损性创面时, 如何能在挽救肢体的同时, 兼顾功能外观的修复以及后期功能重建的需要, 是临床医师追求的目标。本研究回顾性分析北京积水潭医院近年来应用各种游离皮瓣联合血管重建来修复伴主干血管损伤的上肢毁损性创面的方法和临床效果, 以期为此类毁损性创面的临床治疗提供参考和借鉴。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取2017年12月—2022年12月间因上肢毁损性创面伴主干血管损伤在北京积水潭医院住院治疗的患者。纳入标准: (1) 有上肢毁损性创面的患者; (2) 有主干血管损伤的患者; (3) 行游离(肌)皮瓣修复的患者。排除标准: (1) 无主干血管损伤的患者; (2) 行带蒂皮瓣或局部皮瓣修复的患者。根据上述纳入标准和排除标准, 收治上肢毁损性创面伴主干血管损伤的患者45例; 年龄25~66岁, 平均(39.4±15.1)岁; 引起创面的原因、创面部位及血管损伤情况等临床资料见表1。本研究得到北京积水潭医院伦理委员会的批准(积伦[2017]第[082]号), 所有患者均签署了知情同意书。

表1 45例患者临床资料[n (%)]

Table 1 Clinical data of the 45 patients [n (%)]

资料	数值
性别	
男	38(84.4)
女	7(15.6)
导致创面的原因	
高压电烧伤	37(82.2)
车祸伤	6(13.3)
重物砸伤	2(4.5)
创面部位	
上臂	5(11.1)
前臂及腕部	40(88.9)
血管损伤	
肱动脉	5(11.1)
桡动脉	2(4.5)
尺动脉	1(2.2)
桡动脉及尺动脉	37(82.2)

1.2 治疗方法

1.2.1 全身情况的治疗 首先处理危及生命的情况, 比如大出血、骨折、重要脏器损伤等。同时治疗各种内科合并症, 如糖尿病、凝血功能异常等, 稳定并改善患者的全身情况。

1.2.2 血管损伤的评估和处理 在急诊根据受伤原因和肢体血运情况, 及时请血管外科会诊并行血管造影, 以明确肢体血管损伤情况并做相应的处理: (1) 如果有主干血管损伤及肢体血运障碍, 急诊根据损伤部位和损伤血管直径应用自体血管或人工血管行血管重建以恢复肢体血运, 重建的血管需通过正常组织; (2) 如果是严重电烧伤创面, 没有可利用的正常组织, 可临时通过电烧伤创面的痂下组织, 入院后尽快行皮瓣移植覆盖重建的血管和毁损性创面; (3) 如果是前臂及腕部毁损性创面仅有一支主干血管损伤, 而没有明显的肢体血运障碍, 入院后行皮瓣修复创面的同时再行损伤的主干血管重建, 以最大限度恢复肢体的血流。

1.2.3 创面清创和皮瓣移植修复 患者全身病情平稳后,对于伤后或早期即来北京积水潭医院的患者,一般在伤后3~5 d行清创及修复手术,第一次手术清创时即根据创面的大小选择合适的游离皮瓣来修复创面^[11]。肢体血流重建可采取两种方法:一是应用大隐静脉桥接重建主干动脉,二是设计血流桥接皮瓣,用皮瓣覆盖创面的同时重建主干动脉。清创后如果肢体静脉回流有明显障碍,则应用大隐静脉或小隐静脉桥接重建回流静脉。对于后期由外院转来北京积水潭医院的患者,毁损性创面大部分都有不同程度的感染,一般分两次手术进行。第一次手术,先对毁损性创面进行清创,尽量清除感染灶和坏死组织,可保留神经和部分间生态组织,有功能的肌腱尽量保留连续性。清创后用负压封闭引流(vacuum sealing drainage, VSD)过渡。5~7 d后,再行第二次手术,再次对创面进行清创,同时根据创面的大小选择合适的游离皮瓣来修复创面。

1.2.4 术后处理 (1) 术后1周内每天给予输液,保证充足的血容量及皮瓣的灌注;(2) 根据细菌培养结果及创面感染情况应用合适的抗生素治疗1~2周;(3) 室温保持在25℃左右,局部应用烤灯

照射保温;(4) 术后镇痛治疗3 d左右;(5) 术后当天开始应用罂粟碱及术后第2天开始应用低分子肝素钙治疗1周左右,以防止血管痉挛和血栓形成;(6) 观察皮瓣及肢体血运至术后第8天左右。

1.3 观察指标

统计血管重建的方法、移植皮瓣的种类及数量,观察术后皮瓣存活情况、创面和供瓣区愈合情况、重建血管通畅和肢体血运情况以及随访时皮瓣外观、创面和供瓣区恢复情况。最后一次随访时,根据中华医学会手外科学会上肢部分功能评定试用标准中手部肌腱、神经修复评定标准^[12],评价手部屈、伸功能的肌力和手指感觉功能。

2 结果

2.1 血管重建结果

用大隐静脉桥接重建肱动脉3例(6.7%),用人工血管桥接重建肱动脉2例(4.4%),用大隐静脉桥接重建尺动脉1例(2.2%),用大隐静脉桥接重建桡动脉35例(77.8%),行血流桥接皮瓣重建桡动脉4例(8.9%)(表2)。此外,有3例腕部III型电烧伤创面采用大隐静脉桥接重建了回流静脉。

表2 45例患者血管重建方式[n(%)]

Table 2 Methods of vascular reconstruction in 45 cases [n(%)]

血管重建方式	数值
大隐静脉重建肱动脉	3(6.7)
人工血管重建肱动脉	2(4.4)
大隐静脉重建尺动脉	1(2.2)
大隐静脉重建桡动脉	35(77.8)
血流桥接皮瓣重建桡动脉	4(8.9)

2.2 皮瓣移植及创面愈合结果

股前外侧皮瓣移植29例(64.4%),脐旁穿支皮瓣移植12例(26.7%),腹股沟皮瓣移植1例(2.2%),背阔肌肌皮瓣移植3例(6.7%)(表3),皮瓣面积为35~18 cm×24~10 cm。供瓣区直接缝合封闭24例(53.3%),于附近转移皮瓣移植覆盖13例(28.9%),取断层皮移植覆盖8例(17.8%)。有3例腕部高压电烧伤创面行游离皮瓣修复术后当天晚上出现静脉危象,及时行血管探查、处理,重新吻合血管后有2例转危为安,有1例再次出现静脉血栓,导致游离皮瓣坏死,重新行

带蒂腹股沟皮瓣转移修复后创面方愈合。游离皮瓣存活率为97.8%(44/45),创面I期愈合率为93.3%(42/45),有3例腕部III型电烧伤因创面仍有少量坏死组织,未能I期愈合,皮瓣下仍有部分坏死组织及脓性分泌物,再次清创及换药后愈合。39例患者出院前再次行血管造影,检查重建血管均保持通畅。

2.3 随访及手功能评价结果

38例患者获随访3~36个月,大部分皮瓣外观良好,部分皮瓣较臃肿,创面愈合良好,重建血管通畅率为92.1%(35/38),但重建血管未通畅的

3例也都有侧支循环,所有患肢肢体均无血运障碍。11例腕部高压电烧伤患者在创面愈合出院后6~14个月再次入院行功能重建及皮瓣修整手术。最后1次随访时,38例患者中,伸拇及伸指功能

基本正常,屈拇及屈指肌力评定:V级者5例、IV级者13例、III级者16例、II级者4例;手指感觉功能评定:S4级者5例、S3级者10例、S2级者12例、S1级者8例、S0级者3例(表4)。

表3 45例患者游离皮瓣移植种类[n(%)]

Table 3 Types of free flap transplantation in 45 cases [n(%)]

游离皮瓣种类	数值
股前外侧皮瓣	29(64.4)
脐旁穿支皮瓣	12(26.7)
腹股沟皮瓣	1(2.2)
背阔肌肌皮瓣	3(6.7)

表4 38例随访患者手功能评价结果[n(%)]

Table 4 Results of hand function evaluation in 38 follow-up patients [n(%)]

手功能评价	数值
屈拇及屈指肌力	
V级	5(13.2)
IV级	13(34.2)
III级	16(42.1)
II级	4(10.5)
手指感觉功能	
S4级	5(13.2)
S3级	10(26.3)
S2级	12(31.6)
S1级	8(21.0)
S0级	3(7.9)

2.4 典型病例

患者 男,43岁,工作时双手触及10 kV高压电导致左腕部及左手电烧伤,伤后到当地医院诊治,创面仅给予清创及换药治疗。因创面无好转,于伤后32 d转到北京积水潭医院治疗。专科检查:创面位于左腕部掌侧、大、小鱼际、拇指及小指,左腕部掌侧屈指肌腱均已缺损,仍有部分坏死筋膜组织及脓性分泌物,大、小鱼际、拇指及小指创面为肉芽组织,左手各指血运存在,但毛细血管充血反应较慢(图1A)。血管造影显示:左尺动脉从中段以远无显影,桡动脉虽然通畅,但在腕部有一膨大,管壁不光滑(图1B)。入院诊断:左上肢高压电烧伤2%,深度III~IV度,尺动脉损伤,桡动脉损伤,屈指肌腱缺损。入院后第2天,在全麻下行左腕部扩创、取大隐静脉重建桡动脉、游离股前外侧皮瓣移植修复。彻底清创,清除坏死及感染组织,检查左腕部屈指肌腱、正中神经、

尺神经、桡神经及尺动脉均已坏死缺损,桡动脉也有6 cm颜色发暗,膨大处明显损伤,切除损伤的桡动脉,切取右侧大隐静脉14 cm,行桡动脉重建,左手血运恢复良好(图1C-D)。清创后左腕部创面面积为11 cm×17 cm,于右大腿切取13 cm×19 cm股前外侧穿支皮瓣游离移植修复左腕部创面,皮瓣动、静脉分别与尺动、静脉近端正常部位进行吻合,拇指及小指少量创面基底为肉芽组织,暂时先用人工真皮覆盖,8 d后游离皮瓣存活良好,再于左大腿切取断层皮移植修复(图1E-H)。右大腿供瓣区无法直接拉拢缝合,于大腿内侧设计穿支皮瓣转移覆盖(图1I)术后左腕部皮瓣及右大腿供瓣区穿支皮瓣均存活良好,术后15 d拆线,伤口I期愈合出院(图1J-K)。术后6个月复查,左腕部皮瓣外观及左手血运良好,造影显示重建的桡动脉通畅(图1L-M)。等待下一步行左手功能重建手术。



图1 游离股前外侧皮瓣联合大隐静脉重建桡动脉修复左腕部电烧伤创面 A: 左腕部、左手创面情况; B: 左上肢血管造影情况, 尺动脉中远端无血流, 桡动脉在腕部有膨大; C: 左腕部、左手清创及切取大隐静脉重建桡动脉后; D: 损伤的桡动脉; E-F: 股前外侧皮瓣设计及切取; G: 股前外侧皮瓣游离移植后即刻, 左拇指、小指创面用人工真皮覆盖; H: 游离皮瓣移植术后8 d, 左拇指、小指创面行自体断层皮移植修复; I: 右大腿供瓣区于大腿内侧转移穿支皮瓣修复; J-K: 游离皮瓣移植术后3周, 皮瓣存活良好, 右大腿供瓣区愈合良好; L-M: 术后6个月随访, 左腕部皮瓣外观良好, 左手血运良好, 血管造影显示重建的桡动脉通畅

Figure 1 Application of free anterolateral thigh flap combined with great saphenous vein reconstruction for repairing left wrist electrical burn wound A: Condition of the wound in the left wrist and hand; B: Vascular angiography of the left upper limb, showing no blood flow in the distal ulnar artery and dilatation of the radial artery at the wrist; C: Debridement and harvesting of the great saphenous vein for radial artery reconstruction in the left wrist and hand; D: Injured radial artery; E-F: Design and harvesting of the anterolateral thigh flap; G: Immediate free transplantation of the anterolateral thigh flap, with artificial dermal coverage for the wounds of the left thumb and little finger; H: Split-thickness skin grafting from autologous donor site for wound repair of the left thumb and little finger on 8 d after the free flap transplantation; I: Transfer of a perforator flap from the medial side of the right thigh for repair of the donor site; J-K: 3 weeks after the free flap transplantation, good flap survival and satisfactory healing of the donor site on the right thigh; L-M: Follow-up at 6 months postoperatively, showing a good appearance of the flap in the left wrist, good limb perfusion in the left hand, and angiography confirming the patency of the reconstructed radial artery

3 讨论

3.1 血管损伤的评估及处理

上肢毁损性创面（特别是电烧伤创面）合并主干血管损伤，如果不及时处理，或处理不当，会导致肢体缺血性坏死而不得不截肢的严重后果^[13-19]。因此，迅速正确的血管评估和处理是治疗毁损性创面合并主干血管损伤的重点和难点。有下列临床表现之一时需考虑有主干血管损伤：(1)创面大量出血、活动性出血；(2)毁损性创面深部有主干血管通过；(3)肢体远端动脉搏动减弱或消失，皮温明显下降，皮肤颜色苍白及毛细血管反应消失；(4)毁损性创面伴肢体严重肿胀或肿胀持续加剧；(5)肢体疼痛，用一般镇痛药难以有效，被动牵拉时疼痛加剧。必要时可结合血管造影、彩色多普勒超声、磁共振血管成像（magnetic resonance angiography, MRA）、计算机体层血管成像（computed tomography angiography, CTA）来协助判断^[20-21]。笔者单位因客观原因急诊有时无法行MRA及CTA检查，在创面上行彩色多普勒超声检查也有一定困难，因此，本组患者均请血管外科行血管造影来评估血管损伤情况，能及时检查并明确血管损伤的严重程度。诊断有肢体主干血管损伤及肢体血运障碍时应立即手术探查及处理，术中探查还可直接观察到有无主干血管损伤。手术探查时如发现动脉灰白色、无波动、无血流、血栓形成，可以明确有血管损伤；如动脉颜色发暗、肿胀、弹性差，即使血管内有血液流动也要高度怀疑有血管损伤^[22]。本组患者，血管损伤长度为5~17 cm，无法行局部修补，需行血管桥接来重建，桥接血管材料有人工血管和自体血管。人工血管可节省切取自体血管的时间，及时恢复肢体血运；可不受自体血管切取长度的限制，但其缺点是价格较贵。目前临床上应用比较成熟的人工血管直径基本上都是>5 mm，而直径<5 mm的人工血管临床效果还需要进一步研究和观察^[23]。本组患者中，只有车祸外伤导致的2例肱动脉损伤的患者使用人工血管来进行重建。与目前大多数学者的观点相似^[24]，本组患者中，因为大多数为尺、桡动脉损伤，血管直径为2~4 mm，自体大隐静脉也可切取足够的长度来进行重建，而且大部分为电烧伤创面，存在继发感染的风险，因此95.5%（43/45）的患者采用自体血管来重建损伤的

血管。特别需要强调的是，桥接血管的吻合口需在血管正常部位，以减少术后血栓及假性动脉瘤形成等并发症导致的皮瓣或肢体坏死。有学者^[25-26]认为血管吻合位置应距离毁损性创面，特别是电烧伤损伤区3~5 cm以上。因为采取了以上措施，本组患者重建血管通畅率较高，有39例患者出院前行血管造影检查，重建血管均保持通畅。本组患者及时评估及重建损伤的主干血管、恢复肢体的血运，为行皮瓣修复创面、保留患肢创造了条件。

3.2 毁损性创面的修复方法

血管重建后的创面应及时采用血循环丰富的组织瓣来修复，上肢创面常用的修复方法有：局部皮瓣、远位带蒂皮瓣及游离皮瓣。(1)局部皮瓣：简单易行，但局部皮瓣蒂部较宽，旋转幅度有限，同时局部皮瓣或其蒂部本身也可能受损伤而无法应用。另外，毁损性创面往往面积较大，而且基底通常都有重要的组织如血管、神经、肌腱、骨和关节的外露和坏死，难以设计局部皮瓣来修复。(2)远位带蒂皮瓣：比如腹股沟皮瓣，皮瓣解剖分离难度小，成活率高。但需要分两次手术，治疗时间较长，而且皮瓣蒂部往往不能与创面基底完全粘连，常导致创面不能I期愈合，部分间生态组织无法保留，保留下来的肢体功能往往也较差，后期行功能重建也很困难。另外，上肢制动时间也相对较长，会导致肩、肘关节僵直、屈肘功能受限的风险增加，特别是老年患者^[27]。(3)游离皮瓣：目前认为游离移植是修复上肢部位的毁损性创面最好的方法^[28]。近年来随着显微外科技术的普及，显微外科手术的成功率得到了很大的提高，游离皮瓣、穿支皮瓣等复杂手术被广泛应用于创面修复，重建阶梯理论也发生了变化，修复方式可直接采用重建阶梯中最高层次的游离皮瓣或肌皮瓣^[29]，可用最小的牺牲获得最大的修复效果。而且游离皮瓣能与创面基底完全粘连，创面I期愈合率明显提高。本组患者均采用游离皮瓣的方法修复上肢毁损性创面，创面I期愈合率93.3%（42/45），高于远位带蒂皮瓣的86.7%^[14]，治疗时间比远位带蒂皮瓣缩短3周以上，也能尽早进行康复锻炼及肢体功能重建，避免肩、肘关节僵直的风险。

3.3 游离皮瓣供区的选择

目前临床上游离皮瓣常用的供区有：背阔肌肌皮瓣、股前外侧皮瓣、脐旁穿支皮瓣等^[30-33]，上

述皮瓣各有优缺点。背阔肌皮瓣的优点有:(1) 血运丰富、肌瓣还可以填塞大面积缺损腔隙甚至还可行重建功能;(2) 血管口径较粗,血管蒂解剖位置也比较恒定;(3) 能够切取的面积相对来说也比较大,供瓣区也比较隐蔽。其缺点是:(1) 一般术中需要来回变换体位,增加了手术时间和术中创面污染的风险;(2) 背阔肌皮瓣血管蒂较短,不适合需要血管蒂较长部位的修复,且供瓣区往往需要植皮来修复。股前外侧皮瓣的优点是:(1) 皮瓣切取后对功能影响不大,是目前游离移植采用最多的皮瓣之一;(2) 可设计成血流桥接皮瓣,在修复肢体有大血管损伤的毁损性创面时,既可重建肢体的血流,又可同时修复创面^[6]。其缺点是:(1) 股前外侧皮瓣切取面积受到一定的限制,不适宜修复特别大的毁损性创面;(2) 股前外侧皮瓣穿支类型和位置变异比较大,术前需明确穿支的位置和类型。脐旁穿支皮瓣的优点有:(1) 穿支位置比较恒定,解剖分离皮瓣相对比较简单,术中一般不需要来回变换体位;(2) 可同时切取下腹部皮瓣,可以修复面积巨大的毁损性创面;(3) 对于不大的创面,供瓣区可直接缝合,位置也比较隐蔽;(4) 设计灵活,可根据毁损性创面修复的需要携带部分腹直肌来填塞缺损腔隙,也可设计成血流桥接皮瓣,在修复肢体有大血管损伤的毁损性创面时,既可重建肢体的血流,又可同时修复创面等^[2,34]。其缺点有:(1) 切取皮瓣后尤其是携带腹直肌后会减弱腹壁力量,术后会引起腹壁疝的风险;(2) 对供区损伤较大。

本组患者采用最多的是股前外侧皮瓣,占64.4%(29/45),其次是脐旁穿支皮瓣,占26.7%(12/45),而背阔肌皮瓣只占6.7%(3/45)。此结果符合笔者单位对于上肢毁损性创面选择游离皮瓣供区的经验和原则:如果面积不是特别大的毁损性创面,优先选择对供区损伤较小的股前外侧皮瓣游离移植;如果毁损性创面较大,特别是腕部环形毁损性创面,则选择脐旁穿支皮瓣,也可选择背阔肌皮瓣游离移植,结合术中体位变换的因素,更倾向于脐旁穿支皮瓣。

3.4 本研究的不足

本研究为回顾性分析,失访率15.6%。82.2%的病例为腕部高压电烧伤创面,由于损伤较严重,创面刚修复时手功能均较差,需进一步行功能重建及康复锻炼后才能恢复部分功能,但本

研究截止时部分患者还未再次入院行功能重建手术,部分已行功能重建手术的患者术后随访时间偏短,需进一步随访及观察手功能恢复的情况。其次,尽管游离皮瓣联合血管重建在修复上肢毁损性创面合并血管损伤中有其独特的优势,但手术比较复杂,技术要求高,有一定的局限性,不同的单位要根据自身的条件和技术力量严格掌握其适应证。

综上所述,对于合并主干血管损伤的上肢毁损性创面,采用游离皮瓣联合血管重建来修复可以获得较好的疗效。尽管该方法由于操作复杂、技术要求高等,影响了其普及,但笔者团队认为随着显微外科技术的普及和提高,该方法具有良好的推广应用前景。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明:覃凤均负责论文撰写及投稿;王成、张颖负责辅助文稿的撰写、辅助分析临床数据;杜伟力、贾伟、田轩负责收集临床数据及统计资料;沈余明、刘建龙负责选题、论文修改;覃凤均、沈余明、刘建龙为手术主要实施者。

参考文献

- [1] 沈余明. 毁损性创面的修复策略[J]. 中华损伤与修复杂志: 电子版, 2019, 14(2): 81-84. doi: 10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2019.02.001.
Shen YM. Repair strategy of destructive wound[J]. Chinese Journal of Injury Repair and Wound Healing: Electronic Edition, 2019, 14(2):81-84. doi: 10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2019.02.001.
- [2] 覃凤均,沈余明,杜伟力,等. 带腹壁下血管的脐旁穿支皮瓣在毁损性创面修复中的应用策略及临床效果[J]. 中华烧伤杂志, 2021, 37(7): 606-613. doi: 10.3760/cma.j.cn501120-20210310-00082.
Qin FJ, Shen YM, Du WL, et al. Application strategy and clinical effects of paraumbilical perforator flap with inferior epigastric vessels in repairing destructive wounds[J]. Chinese Journal of Burns and Wounds, 2021, 37(7): 606-613. doi: 10.3760/cma.j.cn501120-20210310-00082.
- [3] 刘江涛,王一勇,欧阳容兰,等. 改良胸脐带蒂皮瓣修复手部毁损性创面的临床效果[J]. 中华损伤与修复杂志: 电子版, 2022, 17(5):421-425. doi: 10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2022.05.007.
Liu JT, Wang YY, Ouyang RL, et al. Clinical effect of modified thoracic umbilical cord pedicle flap in repairing wound of hand destruction[J]. Chinese Journal of Injury Repair and Wound

- Healing: Electronic Edition, 2022, 17(5): 421-425. doi: 10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2022.05.007.
- [4] 魏在荣, 王达利, 黄广涛. 毁损性创面的治疗进展[J]. 中华损伤与修复杂志: 电子版, 2019, 14(2): 85-90. doi: 10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2019.02.002.
- Wei ZR, Wang DL, Huang GT. Progress in the treatment of destructive wounds[J]. Chinese Journal of Injury Repair and Wound Healing: Electronic Edition, 2019, 14(2): 85-90. doi: 10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2019.02.002.
- [5] 侯宏义, 郭凯, 郑朝, 等. 早期采用游离皮瓣修复头面部严重毁损伤创面的临床研究[J]. 空军军医大学学报, 2023, 44(3): 262-265. doi: 10.13276/j.issn.2097-1656.2023.03.013.
- Hou HY, Guo K, Zheng Z, et al. Clinical study on early repair of severe head and face injury with free flap[J]. Journal of Air Force Medical University, 2023, 44(3): 262-265. doi: 10.13276/j.issn.2097-1656.2023.03.013.
- [6] 沈余明, 陈旭, 张琮, 等. 旋股外侧动脉降支血流桥接皮瓣修复患者腕部高压电烧伤创面的效果[J]. 中华烧伤杂志, 2017, 33(7): 422-425. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.07.006.
- Shen YM, Chen X, Zhang C, et al. Effects of flow-through descending branch of lateral circumflex femoral artery flap on repairing high-voltage electrical burn wounds of wrist of patients[J]. Chinese Journal of Burns and Wounds, 2017, 33(7): 422-425. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.07.006.
- [7] Serror K, Chaouat M, Romano G, et al. Free-style puzzle flap as a cross-leg pedicled flap: the concept of re-using a flap in acute burns, a case report[J]. Burns Trauma, 2018, 6: 2. doi: 10.1186/s41038-018-0107-2.
- [8] 张震平. 隐动脉逆行皮瓣修复膝关节毁损性创面的临床治疗体会[J]. 中国医疗美容, 2018, 8(1): 25-28. doi: 10.19593/j.issn.2095-0721.2018.01.008.
- Zhang ZP. Clinical experience of repairing traumatic knee joint with saphenous artery flap[J]. China Medical Cosmetology, 2018, 8(1): 25-28. doi: 10.19593/j.issn.2095-0721.2018.01.008.
- [9] 张建华, 谢振军, 赵国红, 等. 包绕血管的小腿内侧Flow-through皮管在上肢严重节段性毁损伤中的应用[J]. 中华显微外科杂志, 2019, 42(4): 371-373. doi: 10.3760/cma.j.issn.1001-2036.2019.04.013.
- Zhang JH, Xie ZJ, Zhao GH, et al. Application of flow-through skin tube of inner leg surrounding blood vessels in severe segmental injury of upper limb[J]. Chinese Journal of Microsurgery, 2019, 42(4): 371-373. doi: 10.3760/cma.j.issn.1001-2036.2019.04.013.
- [10] 王国忠, 吴翮, 董全宇, 等. 游离胫后动脉穿支皮瓣修复前足软组织缺损13例[J]. 中华显微外科杂志, 2022, 45(3): 266-270. doi: 10.3760/cma.j.cn441206-20211206-00287.
- Wang GZ, Wu H, Dong QY, et al. Repair of soft tissue defect of forefoot with free posterior tibial artery perforator flap: report of 13 cases[J]. Chinese Journal of Microsurgery, 2022, 45(3): 266-270. doi: 10.3760/cma.j.cn441206-20211206-00287.
- [11] 沈余明, 覃凤均, 杜伟力, 等. 濒临截肢四肢高压电烧伤患者的保肢策略[J]. 中华烧伤杂志, 2019, 35(11): 776-783. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2019.11.003.
- Shen YM, Qin FJ, Du WL, et al. Limb salvage strategies for patients with high voltage electric burns of extremities on the verge of amputation[J]. Chinese Journal of Burns and Wounds, 2019, 35(11): 776-783. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2019.11.003.
- [12] 夏成德, 狄海萍, 邢培朋, 等. 游离股薄肌瓣联合腓肠神经移植重建腕部电烧伤患者手屈指和感觉功能的效果[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2023, 39(3): 228-233. doi: 10.3760/cma.j.cn501225-20221203-00525.
- Xia CD, Di HP, Xing PP, et al. Effects of free gracilis muscle flap combined with sural nerve transfer for reconstruction of digital flexion and sensory function of hand in patient with wrist electric burn[J]. Chinese Journal of Burns and Wounds, 2023, 39(3): 228-233. doi: 10.3760/cma.j.cn501225-20221203-00525.
- [13] 谢卫国. 电烧伤防治: 百尺竿头仍需努力[J]. 中华烧伤杂志, 2017, 33(12): 728-731. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.12.002.
- Xie WG. Prevention and treatment of electrical burn injury: much progresses achieved yet further efforts still needed[J]. Chinese Journal of Burns and Wounds, 2017, 33(12): 728-731. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.12.002.
- [14] 沈余明. 高压电烧伤创面修复与功能重建[J]. 中华烧伤杂志, 2018, 34(5): 257-262. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.05.001.
- Shen YM. Wound repair and functional reconstruction of high-voltage electrical burns[J]. Chinese Journal of Burns and Wounds, 2018, 34(5): 257-262. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.05.001.
- [15] Stockly OR, Wolfe AE, Espinoza LF, et al. The impact of electrical injuries on long-term outcomes: a Burn Model System National Database study[J]. Burns, 2020, 46(2): 352-359. doi: 10.1016/j.burns.2019.07.030.
- [16] Gentges J, Schieche C. Electrical injuries in the emergency department: an evidence-based review[J]. Emerg Med Pract, 2018, 20(11): 1-20.
- [17] Daskal Y, Beicker A, Dudkiewicz M, et al. High voltage electric injury: mechanism of injury, clinical features and initial evaluation[J]. Harefuah, 2019, 158(1): 65-69.
- [18] Dash S, Arumugam PK, Muthukumar V, et al. Study of clinical pattern of limb loss in electrical burn injuries[J]. Injury, 2021, 52(7): 1925-1933. doi: 10.1016/j.injury.2021.04.028.
- [19] Nischwitz SP, Luze HN, Kotzbeck P, et al. Electrical burns and their consequences[J]. Burns, 2020, 46(4): 982-984. doi: 10.1016/j.burns.2020.04.015.
- [20] 李利根, 柴家科. 肢体高压电烧伤软组织及血管损伤的影像学判断及临床意义[J]. 中华烧伤杂志, 2020, 36(11): 1009-1012. doi: 10.3760/cma.j.cn501120-20190904-00371.

- Li LG, Chai JK. Imaging judgment of soft tissue and vascular injuries in limbs with high-voltage electric burn and its clinical significance[J]. Chinese Journal of Burns and Wounds, 2020, 36(11):1009-1012. doi: 10.3760/cma.j.cn501120-20190904-00371.
- [21] 杨智斌, 牛建栋, 马勇, 等. CT血管造影及三维重建在组织瓣修复颈肩、腋窝及上臂高压电烧伤创面中的临床应用[J]. 中华烧伤杂志, 2018, 34(12): 874-880. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.12.011.
- Yang ZB, Niu JD, Ma Y, et al. Clinical application of computed tomography angiography and three-dimensional reconstruction in repairing high-voltage electrical burn wounds in necks, shoulders, axillas, and upper arms with tissue flaps[J]. Chinese Journal of Burns and Wounds, 2018, 34(12): 874-880. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.12.011.
- [22] 贾伟, 刘建龙, 覃凤均, 等. 高压电烧伤合并肢体血管损伤治疗10年回顾性分析[J]. 中国普通外科杂志, 2022, 31(6): 760-766. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.06.008.
- Jia W, Liu JL, Qin FJ, et al. Treatment of limb vascular injuries after high-voltage electrical burns: a 10-year retrospective analysis[J]. China Journal of General Surgery, 2022, 31(6): 760-766. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.06.008.
- [23] 武永春. 血管外科杂交手术治疗肢体烧伤后缺血临床观察[J]. 中国普通外科杂志, 2014, 23(6): 854-857. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2014.06.031.
- Wu YC. Clinical observation on hybrid vascular surgery for ischemia after limb burn[J]. China Journal of General Surgery, 2014, 23(6):854-857. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2014.06.031.
- [24] Chen X, Zhang C, Cheng L, et al. Survival and versatility of the flow-through lateral-thigh free flap in severe electrical injuries to the wrist[J]. Ann Plast Surg, 2020, 85(6): 612-617. doi: 10.1097/SAP.0000000000002355.
- [25] 沈余明, 马春旭, 覃凤均, 等. 腕部高压电烧伤创面修复与功能重建[J]. 中华烧伤杂志, 2017, 33(12):738-743. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.12.004.
- Shen YM, Ma CX, Qin FJ, et al. Wound repair and functional reconstruction of high-voltage electrical burns in wrists[J]. Chinese Journal of Burns and Wounds, 2017, 33(12):738-743. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.12.004.
- [26] Ayaz M. Precautions while handling (approaching) extremities with high voltage electrical injury[J]. Burns, 2021, 47(5): 1221-1222. doi: 10.1016/j.burns.2021.02.016.
- [27] Hu XH, Qin FJ, Chen Z, et al. Combined rectus abdominis muscle/paraumbilical flap and lower abdominal flap for the treatment of type III circumferential electrical burns of the wrist[J]. Burns, 2013, 39(8):1631-1638. doi: 10.1016/j.burns.2013.04.014.
- [28] 朱雄翔, 郑朝, 胡大海, 等. 游离复合组织瓣移植修复毁损性创面[J]. 中华烧伤杂志, 2010, 26(4):256-259. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2010.04.003.
- Zhu XX, Zheng C, Hu DH, et al. Repair of devastating wounds with free composite tissue flap[J]. Chinese Journal of Burns and Wounds, 2010, 26(4): 256-259. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2010.04.003.
- [29] 田文, 杨勇. 肢体创面修复的外科策略[J]. 中国骨与关节杂志, 2022, 11(12): 881-883. doi: 10.3969/j.issn.2095-252X.2022.12.001.
- Tian W, Yang Y. Surgical strategy and progress in extremity wound repair[J]. Chinese Journal of Bone and Joint, 2022, 11(12): 881-883. doi: 10.3969/j.issn.2095-252X.2022.12.001.
- [30] 张伟, 谢卫国, 杨飞, 等. 游离股前外侧穿支皮瓣分叶移植在四肢电烧伤治疗中的临床应用[J]. 中华烧伤杂志, 2019, 35(11):790-797. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2019.11.005.
- Zhang W, Xie WG, Yang F, et al. Clinical application of lobulated transplantation of free anterolateral thigh perforator flap in the treatment of electric burns of limbs[J]. Chinese Journal of Burns and Wounds, 2019, 35(11):790-797. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2019.11.005.
- [31] Gutwein LG, Merrell GA, Knox KR. Paraumbilical perforator flap for soft tissue reconstruction of the forearm[J]. J Hand Surg Am, 2015, 40(3):586-592. doi: 10.1016/j.jhsa.2014.12.006.
- [32] 廉洁, 施文珺, 张国佑, 等. 游离胸脐穿支皮瓣或隐动脉穿支皮瓣修复前足软组织缺损[J]. 中国美容整形外科杂志, 2020, 31(4): 230-232. doi: 10.3969/j.issn.1673-7040.2020.04.012.
- Lian J, Shi WJ, Zhang GY, et al. Free transplantation of thoraco-umbilical or saphenous artery perforator flap in the repair of soft tissue defects at the forefoot[J]. Chinese Journal of Aesthetic and Plastic Surgery, 2020, 31(4): 230-232. doi: 10.3969/j.issn.1673-7040.2020.04.012.
- [33] Nangole F, Okello A, Jowi D. Two perforators improve the extent and reliability of paraumbilical flaps for upper limb reconstruction[J]. World J Plast Surg, 2020, 9(2): 200-205. doi: 10.29252/wjps.9.2.206.
- [34] 李涛, 陈振兵, 陈燕花, 等. 以腹壁下动脉穿支为蒂的血流桥接皮瓣修复肢体创面缺损[J]. 中华整形外科杂志, 2014, 30(5):339-343. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-4598.2014.05.005.
- Li T, Chen ZB, Chen YH, et al. Flow-through deep inferior epigastric perforator flaps transplantation for reconstruction of large defects at the extremities[J]. Chinese Journal of Plastic Surgery, 2014, 30(5): 339-343. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-4598.2014.05.005.

(本文编辑 姜晖)

本文引用格式:覃凤均,王成,张颖,等.游离皮瓣联合血管重建在上肢毁损性创面合并血管损伤修复中的应用[J].中国普通外科杂志,2023,32(6):840-849. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2023.06.005

Cite this article as: Qin FJ, Wang C, Zhang Y, et al. Application of free flaps combined with vascular reconstruction in the repair of upper limb destructiv wounds with vascular injuries[J]. Chin J Gen Surg, 2023, 32(6):840-849. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2023.06.005