

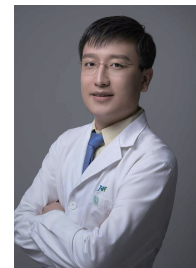
· 论著 · 复杂创面的修复 ·

本文亮点:

- (1) 对于肢体恶性肿瘤,采用肿瘤切除与削薄皮瓣同期修复的策略,可避免在综合治疗周期内行二次皮瓣整复手术,且不影响术后放射治疗和化学治疗的进程。术后皮瓣外观良好,患肢功能影响小。
- (2) 拓展削薄皮瓣在肢体恶性肿瘤切除后创面修复中的临床应用,术后随访结果证实该策略未改变患者肿瘤预后,提示其在肿瘤保肢创面修复中优势明确、风险可控。

Highlights:

- (1) For malignant extremity tumors, the strategy of one-stage tumor resection combined with simultaneous thinned flap reconstruction could avoid secondary flap revision during the comprehensive oncological treatment period, and did not interfere with the schedule of postoperative radiotherapy and chemotherapy. The flap exhibited favorable cosmetic appearance, with minimal functional impairment of the affected limb.
- (2) This study extended the clinical application of thinned flaps in wound reconstruction following limb malignant tumor resection. Postoperative follow-up results confirmed that this strategy did not alter the oncological prognosis of patients, indicating that it offered clear advantages and manageable risks in limb-salvage wound reconstruction.



削薄游离皮瓣在修复肢体恶性肿瘤切除后创面中的临床效果

李斌¹ 杨勇¹ 栗鹏程¹ 杨发军² 童德迪¹ 王志新¹ 李峰¹ 王扬¹

¹首都医科大学附属北京积水潭医院手外科,北京 100035;²首都医科大学附属北京积水潭医院骨肿瘤科,北京 100035

通信作者:杨勇,Email:0414yang@sina.com

【摘要】 目的 探讨削薄游离皮瓣在修复肢体恶性肿瘤切除后创面中的临床效果。 **方法** 该研究为回顾性病例系列研究。2023年6月—2026年2月,首都医科大学附属北京积水潭医院手外科收治17例符合入选标准的肢体恶性肿瘤患者,其中男11例、女6例,年龄38~91岁,肿瘤位于上肢者9例、下肢者8例;属于鳞状细胞癌者6例、隆突性皮肤纤维肉瘤者2例、脂肪肉瘤者2例、滑膜肉瘤者2例、恶性周围神经鞘瘤者2例、上皮样肉瘤者1例、血管肉瘤者2例。行肿瘤广泛切除术,切除后创面均伴有深部组织外露,软组织缺损面积为4 cm×4 cm~24 cm×12 cm。采用削薄游离皮瓣进行创面修复,其中选用股前外侧皮瓣者7例、腹股沟皮瓣者6例、腓肠内侧动脉穿支皮瓣者2例、腹壁下动脉穿支皮瓣者1例、足底内侧皮瓣者1例。皮瓣切取面积为4 cm×4 cm~24 cm×13 cm,厚度为4~10 mm,平均5.8 mm。供区创面行直接缝合、局部接力皮瓣或植皮修复。记录术后皮瓣成活情况,以及受区感染、血肿、创面延迟愈合等发生情况;同时,记录供区创面愈合情况及并发症发生情况。末次随访时,

DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20260426-00167

收稿日期 2026-04-26

引用本文:李斌,杨勇,栗鹏程,等.削薄游离皮瓣在修复肢体恶性肿瘤切除后创面中的临床效果[J].中华烧伤与创面修复杂志,2026,42(8):1-9. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20260426-00167.

Li Bin, Yang Yong, Li Pengcheng, et al. Clinical efficacy of thinned free flaps for wound reconstruction after extremity malignant tumor resection[J]. Chin J Burns Wounds, 2026, 42(8): 1-9. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20260426-00167.



综合评估皮瓣修复效果(优、良、差)。随访记录患者肿瘤预后。 **结果** 术后 16 例患者皮瓣颜色红润、皮温正常、毛细血管充盈反应正常,顺利成活;1 例采用腹股沟皮瓣修复手背部血管瘤切除后缺损者,术后第 3 天皮瓣远端表皮坏死,经换药处理后愈合。所有皮瓣受区均未发生感染、血肿或创面延迟愈合。15 例患者供区创面顺利愈合,2 例供区创面延迟愈合,所有供区创面均无严重并发症。末次随访时,14 例患者皮瓣修复效果评为优,3 例为良。术后随访 2~34 个月,3 例患者肿瘤局部复发,复发时间分别为术后 24、10、3 个月;2 例患者发生肿瘤转移,分别为淋巴结转移和远处转移,转移时间均为术后 11 个月;其余 12 例患者未见局部复发或远处转移征象。 **结论** 采用削薄游离皮瓣修复肢体恶性肿瘤切除后创面,皮瓣成活率高,修复效果佳,供区并发症少。

【关键词】 四肢; 肿瘤; 软组织损伤; 外科皮瓣; 显微外科手术; 削薄皮瓣

基金项目:北京市医院管理中心“登峰”计划(DFL20240402);北京市卫生系统高层次卫生技术人才培养计划项目(2015-3-036)

Clinical efficacy of thinned free flaps for wound reconstruction after extremity malignant tumor resection

Li Bin¹, Yang Yong¹, Li Pengcheng¹, Yang Fajun², Tong Dedi¹, Wang Zhixin¹, Li Feng¹, Wang Yang¹

¹Department of Hand Surgery, Beijing Jishuitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100035, China; ²Department of Orthopedic Oncology, Beijing Jishuitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100035, China

Corresponding author: Yang Yong, Email: 0414yang@sina.com

【Abstract】 **Objective** To evaluate the clinical efficacy of thinned free flaps in repairing soft tissue defects following resection of extremity malignant tumors. **Methods** This study was a retrospective case series study. From June 2023 to February 2026, 17 patients with extremity malignant tumors who met the inclusion criteria were admitted to the Department of Hand Surgery, Beijing Jishuitan Hospital of Capital Medical University. The cohort consisted of 11 males and 6 females, aged 38–91 years. Tumors were located in the upper extremity in 9 cases and in the lower extremity in 8 cases. Pathological diagnoses included squamous cell carcinoma (6 cases), dermatofibrosarcoma protuberans (2 cases), liposarcoma (2 cases), synovial sarcoma (2 cases), malignant peripheral nerve sheath tumor (2 cases), epithelioid sarcoma (1 case), and angiosarcoma (2 cases). All patients underwent wide tumor resection, resulting in soft tissue defects with exposure of deep structures. The defect size ranged from 4 cm×4 cm to 24 cm×12 cm. Thinned free flaps were used for wound repair, including anterolateral thigh flaps (7 cases), groin flaps (6 cases), medial sural artery perforator flaps (2 cases), deep inferior epigastric artery perforator flaps (1 case), and medial plantar flaps (1 case). The flap size ranged from 4 cm×4 cm to 24 cm×13 cm, with a thickness of 4–10 mm (with mean of 5.8 mm). Donor sites were closed by direct suture and local relay flap or skin grafting. Postoperative flap survival and recipient site complications (infection, hematoma, delayed wound healing, etc.) were recorded, along with donor site healing status and associated complications. A comprehensive assessment of reconstructive outcomes (excellent, good, and poor) was conducted at the final follow-up. Tumor prognosis of all patients was tracked and documented. **Results** Sixteen flaps survived completely with ruddy color, normal skin temperature, and intact capillary refill. One patient who underwent groin flap reconstruction for a defect following resection of angiosarcoma on the dorsum of the hand developed epidermal necrosis at the distal portion of the flap on postoperative day 3, which healed after routine dressing changes. No infection, hematoma, or delayed wound healing occurred in any recipient site. Donor sites healed uneventfully in 15 patients, while 2 patients experienced delayed healing. No major complications were observed in any donor site. At the last follow-up, the reconstructive outcomes were rated as excellent in 14 patients and good in 3 patients. The follow-up period ranged from 2 to 34 months. Local recurrence occurred in 3 patients at 24, 10, and 3 months postoperatively, respectively. Metastasis (lymph node and distant) occurred in 2 patients at 11 months postoperatively in both cases. The remaining 12 patients showed no evidence of local recurrence or distant metastasis. **Conclusions** Thinned free flaps are effective for reconstructing wounds following extremity malignant tumor resection, with a high flap survival rate, satisfactory reconstructive outcomes, and low donor-site morbidity.

【Key words】 Extremities; Neoplasms; Soft tissue injuries; Surgical flaps; Microsurgery; Thinned flap

Fund program: Beijing Hospitals Authority's Ascent Plan (DFL20240402); Beijing Municipal

Health System's High-Level Health Professional Training Program (2015-3-036)

肢体软组织恶性肿瘤的治疗核心是在确保安全边界的前提下施行外科切除^[1-2]。然而,肿瘤切除后常造成大面积皮肤软组织乃至深部组织的缺损,导致肌腱、骨骼、神经、血管等重要结构外露,增加了创面修复的复杂性。此外,部分高度恶性肿瘤术后需辅以放射治疗和化学治疗,综合治疗周期可长达1年甚至更久,而放射治疗和化学治疗常对创面愈合产生不利影响,因此要求修复创面能够Ⅰ期快速愈合,并具备良好的外观和功能,以避免Ⅱ期皮瓣整复手术与后续综合治疗相互干扰。随着显微外科技术的发展,游离组织瓣移植日趋成熟,成活率稳步提高。由于游离组织瓣外观良好、组织量充足、供区多可一期闭合,在四肢创面修复中的应用日益广泛^[3-6]。但常规游离皮瓣常携带较厚的皮下脂肪层,移植至手足、前臂、小腿等皮下组织较薄的部位时易显得臃肿,影响肢体外形和功能康复。近年来,随着显微外科技术的精细化发展,可根据创面需求切取不同厚度的皮瓣,甚至可制备仅保留真皮下血管网的超薄皮瓣。通过在切取时或断蒂后精细修剪皮下脂肪,保留完整的真皮下血管网及穿支血管,可使皮瓣厚度与受区正常组织相匹配^[7-9]。本研究回顾性分析首都医科大学附属北京积水潭医院(以下简称本院)手外科应用削薄游离皮瓣修复肢体恶性肿瘤切除后创面的临床效果,旨在探讨该技术的可行性、安全性及疗效。

1 对象与方法

本回顾性病例系列研究符合《赫尔辛基宣言》的基本原则,经本院伦理委员会批准,批号:积伦[K2023]第[218号]。患者对此项研究知情,并同意在不泄露其隐私的情况下对其病历资料进行分析、使用。

1.1 入选标准

纳入标准:(1)性别、年龄不限,确诊为肢体恶性肿瘤;(2)肿瘤切除后创面存在肌腱、骨骼等重要组织外露,采用削薄游离皮瓣修复;(3)患者随访依从性良好。排除标准:(1)随访时间不足4周;(2)临床资料不全。

1.2 临床资料

2023年6月—2026年2月,本院收治17例符合入选标准的肢体恶性肿瘤患者,其中男11例、女6例,年龄38~91岁,身体质量指数18.4~33.2 kg/

m²。肿瘤位于上肢者9例(前臂1例、腕部3例、手部5例)、下肢者8例(膝关节2例、踝部2例、足部4例);其中属于鳞状细胞癌者6例、隆突性皮肤纤维肉瘤者2例、脂肪肉瘤者2例、滑膜肉瘤者2例、恶性周围神经鞘瘤者2例、上皮样肉瘤者1例、血管肉瘤者2例。1例患者合并高血压和糖尿病。

1.3 手术方法

1.3.1 术前准备 所有患者术前均行辅助检查明确肿瘤范围,并经活体组织病理检查确诊。同时,行全身评估检查,包括区域淋巴结彩色多普勒超声诊断、胸部CT检查等。检查结果显示,所有患者肿瘤未见远处转移,仅1例手部复发性鳞状细胞癌患者存在同侧滑车上淋巴结及腋淋巴结转移(属区域淋巴结转移)。

1.3.2 肿瘤切除与创面床准备 所有患者均在全身麻醉或区域阻滞麻醉下行肿瘤广泛切除术,淋巴结转移者同时行淋巴结清扫术。肿瘤切除方案和皮瓣术前设计,严格遵循外科无瘤原则。肿瘤切除后,对创面(软组织缺损面积为4 cm×4 cm~24 cm×12 cm)进行彻底止血并标记受区血管。所有创面均伴有深部组织(如肌腱、骨骼或重要血管、神经)外露,无法直接缝合或植皮。

1.3.3 皮瓣设计与切取 皮瓣切取采用基于彩色多普勒超声和数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)穿支定位的浅筋膜浅层切取方案。股前外侧皮瓣的切取过程如下。术前常规使用彩色多普勒超声定位皮瓣穿支;如患肢需行DSA明确受区血管条件,则在DSA术中再次对供区穿支进行验证。根据术前穿支定位和受区创面形状常规设计皮瓣,以髂嵴线为皮瓣轴线,以穿支穿出点为皮瓣中心。皮瓣切取过程均在放大倍数为2.5~4.0倍的头戴式放大镜下进行。首先切开内侧皮肤和浅筋膜浅层,仔细辨别浅筋膜浅层与深层之间的间隙,并在该间隙内掀起皮瓣。在距穿支穿出点2 cm处,纵行切开阔筋膜,切开阔筋膜时,注意保护位于阔筋膜浅层的股外侧皮神经,从阔筋膜深面显露并游离皮肤穿支;结合术前DSA显示的浅筋膜分支分布,显露并游离穿支的浅筋膜分支。随后,横行切开自阔筋膜纵行切缘至穿支穿出点的阔筋膜,将穿支及其在浅筋膜中的分支与阔筋膜完全游离。注意保护穿支血管及其分支。皮瓣其他区域在浅筋膜深层与浅层之间进行切取。最终仅在

穿支周围保留直径 1~2 cm 的浅筋膜深层结构,并进一步在其他区域修剪粗大的脂肪颗粒。然后,根据所需血管蒂长度,向近端游离穿支及旋股外侧血管主干。观察皮瓣血运稳定后,断蒂并移至皮瓣受区。

除股前外侧皮瓣外,其余类型皮瓣均在切取后进行修薄。将切取的皮瓣置于显微镜下(放大倍数 6~10 倍)进行修薄去脂处理:仔细剪除皮瓣周边多余脂肪组织,保留穿支血管周围 0.5~1.0 cm 范围的脂肪袖,以保护穿支血管主干;在穿支血管穿出深筋膜进入皮下组织处,呈放射状向四周分离脂肪小叶;使用显微剪刀锐性修剪皮下脂肪,直至保留约 3~5 mm 厚的真皮下脂肪层。皮瓣切取面积为 4 cm×4 cm~24 cm×13 cm,厚度为 4~10 mm,平均 5.8 mm。

1.3.4 血管吻合与皮瓣移植及供区创面处理将修薄后的皮瓣转移至受区,注意血管蒂无扭转、无张力。在显微镜(放大倍数 10~16 倍)下行血管吻合,通常吻合 1 条动脉和 2 条静脉(静脉条件允许时),采用 8-0~10-0 显微缝线间断缝合。吻合完毕后开放血管夹,观察皮瓣颜色、毛细血管充盈反应及边缘渗血情况。确认血运良好后,将皮瓣边缘与创缘间断缝合,皮瓣下放置负压引流管。本组患者创面选用股前外侧皮瓣修复者 7 例、腹股沟皮瓣修复者 6 例、腓肠内侧动脉穿支皮瓣修复者 2 例、腹壁下动脉穿支皮瓣修复者 1 例、足底内侧皮瓣修复者 1 例。14 例患者供区创面行直接缝合,1 例患者供区创面采用局部接力皮瓣修复,1 例患者供区创面减张后行延期植皮修复,1 例切取足底内侧皮瓣者供区创面行植皮修复。

1.4 术后处理

术后常规行抗痉挛(罂粟碱)、抗凝(低分子肝素)、扩容及抗感染治疗。患肢制动保暖,密切监测皮瓣颜色、温度、张力及毛细血管充盈反应。术后 3~5 d,根据引流情况拔除负压引流管。术后 14 d 拆线,拆线后即指导患者进行适度功能锻炼,预防关节僵硬。对于低度恶性肿瘤,创面愈合后密切随访监测肿瘤复发及转移情况;对于高度恶性及复发性肿瘤,术后 4 周转至肿瘤专科行综合治疗。

1.5 评价指标与随访

记录术后皮瓣成活情况,以及受区感染、血肿、创面延迟愈合等发生情况;同时,记录供区创面愈合情况及并发症发生情况。末次随访时,由两名高

年资医师及患者根据皮瓣外形饱满度、色泽、质地,对修复效果进行综合评估,分为优、良、差三个等级。优:皮瓣与周围组织平齐,无明显臃肿,色泽接近正常皮肤;良:皮瓣轻度臃肿,色泽与周围组织略有差异;差:皮瓣明显臃肿或凹陷,色泽与周围组织差异明显。随访并记录患者肿瘤预后。如肿瘤复发,则建议患者转至肿瘤专科进一步行化学治疗和/或放射治疗。

2 结果

2.1 皮瓣相关情况

术后 16 例患者皮瓣颜色红润、皮温正常、毛细血管充盈反应正常,顺利成活;1 例采用腹股沟皮瓣修复手背部血管肉瘤切除后缺损的患者,术后第 3 天皮瓣部分区域出现发绀、张力增高,皮瓣远端约 3 cm×2 cm 区域表皮坏死,经换药处理后愈合。术后 8 周,所有患者皮瓣均顺利成活。所有皮瓣受区均未发生感染、血肿、创面延迟愈合等情况。15 例患者供区创面顺利愈合,1 例延期植皮患者供区创面于植皮后愈合,1 例采用接力皮瓣修复供区创面者,经门诊规律换药后延迟愈合;所有供区创面均无严重并发症发生。

末次随访时,14 例患者皮瓣与周围肢体轮廓过渡自然、皮瓣厚度适中,不影响患者穿衣及佩戴支具,修复效果评估为优;3 例患者皮瓣略显臃肿但不影响患肢功能,修复效果评估为良。

2.2 肿瘤预后

术后随访 2~34 个月,平均 17 个月。3 例患者肿瘤出现局部复发,复发比例为 3/17,分别为足部上皮样肉瘤、腕部滑膜肉瘤、手部鳞状细胞癌,复发时间分别为术后 24、10、3 个月。2 例患者发生肿瘤转移,转移比例为 2/17,其中淋巴结转移者 1 例(手部鳞状细胞癌),骨盆转移者 1 例(腕部皮肤来源癌),转移时间均为术后 11 个月;其余 12 例患者未见局部复发或远处转移征象。

2.3 典型病例

例 1 男,91 岁,身体质量指数 22.9 kg/m²。左手背出现肿物 2 年,后续进行性增大伴破溃 5 个月,于本院手外科就诊。入院后活体组织病理检查提示肿物为鳞状细胞癌(分期为 II 期),全身检查未见淋巴结及远处转移。对肿瘤行广泛切除术,切除后创面软组织缺损面积为 12 cm×10 cm。用彩色多普勒超声定位穿支,设计并切取削薄游离股前外侧皮

瓣。转移皮瓣至受区创面,吻合皮瓣动脉与鼻烟窝处桡动脉、皮瓣静脉与头静脉及桡动脉伴行静脉,缝合皮瓣边缘于创面边缘。皮瓣切取面积为 12 cm×10 cm,厚度为 4 mm。供区创面采用局部接力皮瓣修复。术后皮瓣顺利成活,供区创面于门诊换药后延迟愈合。术后随访 33 个月,皮瓣修复效果评估为优,手部功能良好;未见肿瘤复发。见图 1。

例 2 女,51 岁,身体质量指数 24.3 kg/m²。左足肿瘤进行性增大伴破溃 5 个月,于本院手外科就诊。入院后活体组织病理检查提示肿物为上皮样肉瘤(分期为 IIB 期),全身检查未见淋巴结及远处转移。对肿瘤行广泛切除术,切除后创面软组织缺损面积为 24 cm×13 cm。用彩色多普勒超声定位穿支,设计并切取削薄游离股前外侧皮瓣。转移皮瓣至受区创面,吻合皮瓣动脉与胫前动脉、皮瓣静脉与胫前动脉的伴行静脉,缝合皮瓣边缘于创面边缘。皮瓣切取面积为 24 cm×13 cm,厚度为 4 mm。直接缝合供区创面。术后皮瓣顺利成活,供区创面顺利愈合。术后随访 24 个月,皮瓣修复效果评估为优;肿瘤复发,患者于肿瘤专科医院行手术切除复发灶,联合术后化学治疗控制肿瘤。见图 2。

3 讨论

肢体恶性肿瘤的安全切除边界是保证患者生存期的关键^[1-2,10]。肿瘤切除边界的选择与其恶性程度密切相关。低度恶性肿瘤可行边缘切除,但为保证肿瘤学安全性,临床实践中绝大多数恶性肿瘤仍采用广泛切除边界,而由此产生的创面软组织缺损修复是重建外科的难点之一。肢体恶性肿瘤切除

后创面具有以下特点:(1)缺损范围大,常累及深部组织,如肌腱、骨骼、神经、血管等^[11]。(2)伴有放射治疗和化学治疗史时,受区基底条件差;部分肉瘤或鳞状细胞癌因肿瘤快速生长,局部存在破溃和感染,需用血运良好、抗感染能力强的组织覆盖^[12-13]。(3)除成活率和并发症外,修复后的外形和功能亦是评价修复皮瓣疗效的重要指标,对四肢远端尤其如此。臃肿的皮瓣会严重影响抓握、行走和穿戴支具^[5,14]。(4)创面需在有限时间窗内愈合,以保证术后肿瘤综合治疗的进行^[15-16]。

随着显微外科技术的发展,游离组织移植在肿瘤切除后重建中的应用日益广泛,不仅显著提高了肢体恶性肿瘤患者的保肢率^[3-4,17-18],且使部分因累及重要结构导致复合组织巨大缺损的患者亦得以实现极限保肢^[19]。

1996 年,研究者开始提出削薄皮瓣技术^[20],此后游离皮瓣的削薄技术持续受到显微外科医师的关注^[21]。2014 年,Hong 等^[22]提出在浅筋膜深浅层之间的平面切取股前外侧皮瓣。在此基础上,杨勇等^[9]进一步结合彩色多普勒超声及 CT 血管成像(computed tomography angiography, CTA)定位穿支,改良了股前外侧皮瓣的切取方法。目前,不同平面穿支皮瓣的应用已较为成熟^[23-24]。彩色多普勒超声、CTA、DSA 等方法在穿支定位中的应用日益广泛^[25-30],为削薄皮瓣的切取提供了安全保障。彩色多普勒超声经济、方便、无创,确定血管穿支穿出点准确,但无法评估穿支的分支在浅筋膜中的分布,且对超声科医师的专业水平要求较高^[29-30]。CTA 无创,可提供穿支血管的直径及走行特点,但传统虚



图 1 采用削薄游离股前外侧皮瓣修复例 1 患者手背鳞状细胞癌切除后创面的效果。1A. 入院时手背鳞状细胞癌情况;1B. 对肿瘤行广泛切除后的创面情况;1C. 设计股前外侧削薄皮瓣;1D. 切取皮瓣即刻;1E. 皮瓣移植后即刻;1F. 术后 2 周,皮瓣存活良好;1G. 术后 33 个月,手背皮瓣外形;1H. 术后 33 个月,大腿供区恢复情况

Figure 1 The defect following resection of dorsal hand squamous cell carcinoma in Case 1 repaired with a thinned anterolateral thigh flap

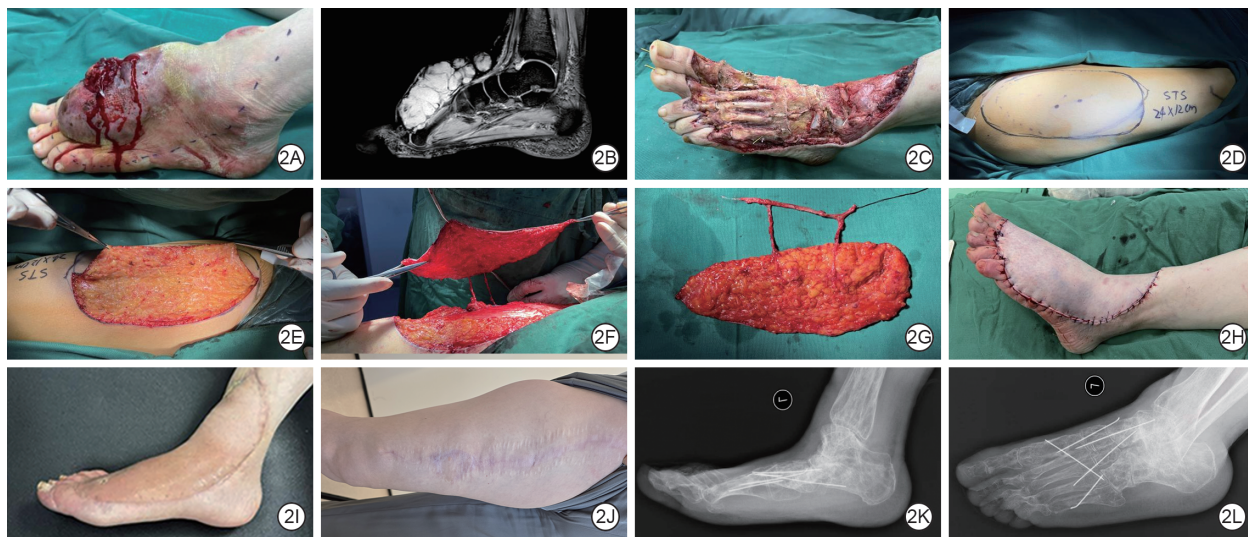


图 2 采用削薄游离股前外侧皮瓣修复例 2 患者足背上皮样肉瘤切除后创面的效果。2A. 术前足背肿瘤破溃出血情况; 2B. 术前患足冠状面的磁共振成像; 2C. 对肿瘤行广泛切除后的创面情况; 2D. 设计股前外侧削薄皮瓣; 2E. 皮瓣切取过程中, 保留浅筋膜深层脂肪于供区; 2F. 术中掀起皮瓣后可见皮瓣厚度较薄; 2G. 游离皮瓣后即刻; 2H. 皮瓣移植后即刻, 可见厚度适宜, 无臃肿; 2I. 术后 15 个月, 足背皮瓣外形良好; 2J. 术后 15 个月, 供区创面愈合良好; 2K、2L. 分别为术后 15 个月, 患足侧面、正面观 X 线片

Figure 2 The defect after resection of dorsal foot epithelioid sarcoma in Case 2 repaired with a thinned anterolateral thigh flap.

拟参考线定位法的精确度有限。有研究者采用铅丝作为体表显影线, 建立了在 CTA 图像和大腿体表均可视的坐标系, 从而更精确地定位穿支^[31-33]。DSA 显影清晰, 可动态显示穿支走行及其分支在浅筋膜中的分布, 目前该技术仍是血管检查的“金标准”^[34-36], 但存在有创、费用高、对操作者技术要求高等不足, 在一定程度上限制了其在临床的推广应用。

本研究采用削薄游离皮瓣修复创面, 术后效果良好。其中削薄股前外侧皮瓣具有如下优点: (1) 可保留完整的阔筋膜; (2) 可保留皮神经, 如股外侧皮神经前支; (3) 皮瓣切取面积减小, 增加了供区直接缝合的可能性; (4) 皮瓣削薄缩容后, 减少了皮瓣所需的血流灌注负荷; (5) 皮瓣移植后, 受区外观良好, 无须行二次整复。该皮瓣适合体形较胖患者或特殊部位(头面部和手足部)创面的修复。

削薄游离皮瓣技术的核心理念是“按需取材, 精细塑形”, 即通过显微外科技术, 在保留皮瓣主要供血穿支及真皮下血管网的前提下, 去除多余脂肪组织。对于躯干或足底等部位皮瓣的切取, 由于浅筋膜的深浅层分隔较为模糊, 可采用切取后再修薄的方法。该类皮瓣的削薄技术需在显微镜下精细操作, 采用阶梯式削薄法, 保留真皮下血管网, 血管蒂周围需保留适量脂肪组织以维持血供稳定^[37-39]。本组患者的皮瓣厚度为 4~10 mm, 平均 5.8 mm, 与既往文献报道的削薄皮瓣厚度相近^[20-22]。无论采用

何种方式的皮瓣削薄, 均会在一定程度上延长手术时间, 对高龄患者而言, 手术时间的延长意味着麻醉及围手术期风险的增加。本组高龄患者术前均经严格的麻醉科医师评估, 在完善的围手术期管理支持下, 均能耐受较长时间的手术操作。术中皮瓣切取与肿瘤切除可同期进行, 两者操作时间大致重合。由于皮瓣来源及削薄方式各异, 削薄操作的耗时难以量化分析。本团队操作经验, 削薄过程可在 20 min 内完成, 相较于常规游离皮瓣移植手术数小时的总用时, 这一额外增加的时间及相应风险均在可控范围内。本组患者肿瘤切除后创面均采用削薄游离皮瓣覆盖, 在该策略下, 既避免了后期皮瓣整复手术, 又可更好地保留肢体外观与功能。与二次手术带来的额外创伤和风险相比, 该术式使患者整体获益更多。

本研究结果显示, 削薄游离皮瓣在肿瘤切除后创面修复中具有较高的成活比例(16/17), 且修复效果佳。该术式的优势主要体现在: (1) 创面修复与皮瓣削薄同期进行, 患者无须行后期皮瓣整复手术, 缩短了治疗周期; (2) 受区功能恢复佳, 皮瓣厚度适中, 减少了软组织对关节活动的束缚, 有利于早期功能锻炼; (3) 受区皮瓣外形佳, 修复后肢体轮廓自然, 减轻患者心理负担, 提高了生活质量; (4) 血运可靠, 皮瓣削薄后未影响其血运, 为后续肿瘤综合治疗提供了基础。得益于削薄皮瓣良好的临床疗效及可控的并发症发生率, 近年来, 无论是肿

瘤专科医师还是患者,均更倾向于联合显微外科技术积极尝试保肢。对于部分低度恶性、肿瘤进展缓慢的高龄患者,尽管截肢的围手术期风险更低,但肢体缺失会给患者心理及家庭护理带来沉重负担。此类患者的治疗目标除控制肿瘤外,在有限生存期内获得较高生活质量也是临床医师需重点考虑的因素。本组 60 岁以上 8 例患者中,仅 1 例 70 岁滑膜肉瘤患者术后出现局部复发。该患者就诊时,肿瘤累及钩骨、三角骨、尺神经、尺动脉及尺侧屈肌腱,医师建议行前臂截肢,但患者强烈拒绝截肢,遂行肿瘤广泛切除,并用削薄腹股沟皮瓣覆盖软组织缺损。术后患者桡侧三指功能正常,日常生活可自理。术后 10 个月随访时,局部肿瘤复发,再次行肿瘤广泛切除后将患者转至肿瘤专科医院。术后 27 个月随访时,患者为无瘤生存状态,前期保留的手部功能大大提高了患者的生存质量和心理状态。

尽管重建技术在肢体恶性肿瘤综合治疗中的地位不断提高,但肿瘤的安全切除仍非常重要。不论采用何种重建技术,均须在肿瘤能够以安全边界切除的前提下进行。通过术前影像学可设计广泛切除边界,但术中完全按术前设计实施往往存在一定困难,尤其是需对腕骨或跗骨、掌指骨或跖趾骨行冠状面切除时,可能导致肿瘤外科屏障破坏。削薄皮瓣适合修复肢体远端(腕关节、踝关节以远)创面。然而,肢体远端韧带、肌腱、血管、神经复杂交织,该部位恶性肿瘤缺乏明确的间室限制。本组 3 例局部复发患者均为肢体远端恶性肿瘤,其中 2 例为高度恶性,1 例为多次复发,提示术者对肢体远端高风险恶性肿瘤,需谨慎选择手术方案,避免因过度追求修复重建效果而增加肿瘤局部复发风险。

削薄皮瓣在各类创伤导致的软组织缺损修复中已得到广泛应用,并展示了可靠的疗效^[40]。然而,不同于创伤创面,肿瘤创面修复的核心原则为无瘤。因此,在皮瓣切取、削薄及供区创面关闭的过程中,应与肿瘤术区进行严格的区域和器械区分,避免医源性肿瘤扩散。在本团队的临床实践中,肿瘤切除与皮瓣切取常同期进行,可在一定程度上缩短手术时间。但对于外科边界实施难度大、局部复发风险较高的患者,同期修复创面是否仍为最佳选择,尚需更大样本量和更严谨设计的临床研究验证。本组病例存在一定的肿瘤复发和转移比例(分别为 3/17、2/17)。

本研究样本量相对较小(17 例),且为单中心回

顾性分析,可能存在选择偏倚。此外,削薄皮瓣技术对操作者显微外科水平要求较高,学习曲线较长。未来需开展多中心、大样本前瞻性研究,进一步明确削薄皮瓣应用于肿瘤创面的适应证,建立标准化操作流程,量化皮瓣削薄的技术标准,并探索术前影像学评估在皮瓣设计中的精准应用。

综上所述,应用削薄游离皮瓣修复肢体恶性肿瘤切除后创面,是一种安全、有效且美观的重建策略。该技术能够在同期手术中实现创面的高质量覆盖,显著改善肢体外形和功能,减少二次手术概率,值得在临床尤其是显微修复重建领域推广应用。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 李斌:研究酝酿和设计、论文撰写和修改、手术实施、数据收集;杨勇:研究酝酿和设计、论文修改、手术实施、研究指导、经费支持;栗鹏程、杨发军、童德迪、王志新、李峰、王扬:手术实施、数据收集

参考文献

- [1] Kawaguchi N, Ahmed AR, Matsumoto S, et al. The concept of curative margin in surgery for bone and soft tissue sarcoma [J]. Clin Orthop Relat Res, 2004(419): 165-172. DOI: 10.1097/00003086-200402000-00027.
- [2] Enneking WF, Spanier SS, Goodman MA. A system for the surgical staging of musculoskeletal sarcoma[J]. Clin Orthop Relat Res, 1980(153):106-120.
- [3] Karakawa R, Yoshimatsu H, Fuse Y, et al. Impact of technological advancements on short-term outcomes in flap reconstruction after soft tissue sarcoma resection: a retrospective comparative analysis[J]. J Reconstr Microsurg, 2025,41(9):761-771. DOI: 10.1055/a-2508-6628.
- [4] Lucattelli E, Luseti IL, Cipriani F, et al. Reconstruction of upper limb soft-tissue defects after sarcoma resection with free flaps: a systematic review[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2021,74(4):755-767. DOI: 10.1016/j.bjps.2020.10.065.
- [5] Haldeman PB, Harfouche C, Rosales R, et al. Immediate and delayed flap reconstruction have equivalent outcomes and associated costs following soft tissue sarcoma surgery[J]. J Surg Oncol, 2024, 130(3):562-568. DOI: 10.1002/jso.27770. Epub 2024 Aug 19. PMID: 39155702.
- [6] Krishnan CK, Ramanujan V, Ramachandran V, et al. Single-stage free flap reconstruction following extremity sarcoma resection: a regional cancer center experience[J]. Indian J Surg Oncol, 2024, 15(Suppl 1): S45-S51. doi: 10.1007/s13193-023-01713-z.
- [7] Hyakusoku H, Gao JH. The "super-thin" flap[J]. Br J Plast Surg, 1994, 47(7): 457-464. DOI: 10.1016/0007-1226(94)90027-2.
- [8] Diamond S, Seth AK, Chattha AS, et al. Outcomes of subfascial, suprafascial, and super-thin anterolateral thigh flaps: tailoring thickness without added morbidity[J]. J Reconstr Microsurg, 2018, 34(3): 176-184. DOI: 10.1055/s-0037-1607426.
- [9] 杨勇,李斌,李金勇,等.基于 CDU 和 DSA 穿支定位的分层切取方案在削薄股前外侧皮瓣中的应用[J].中华显微外科杂志,

- 2024,47(3):248-253. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20231215-00103.
- [10] von Mehren M, Randall RL, Benjamin RS, et al. Soft Tissue Sarcoma, Version 2.2018, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology[J]. J Natl Compr Canc Netw, 2018, 16(5): 536-563. DOI: 10.6004/jnccn.2018.0025.
 - [11] Elmorsi R, Hancock M, Camacho L, et al. Perforator versus traditional flaps in extremity soft-tissue sarcoma reconstruction: a comparative cohort study[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2026, 115: 427-434. DOI: 10.1016/j.bjps.2026.02.024.
 - [12] Abouarab MH, Salem IL, Degheidy MM, et al. Therapeutic options and postoperative wound complications after extremity soft tissue sarcoma resection and postoperative external beam radiotherapy[J]. Int Wound J, 2018, 15(1): 148-158. DOI: 10.1111/iwj.12851.
 - [13] Townley WA, Mah E, O'Neill AC, et al. Reconstruction of sarcoma defects following pre-operative radiation: free tissue transfer is safe and reliable[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2013, 66(11): 1575-1579. DOI: 10.1016/j.bjps.2013.06.029.
 - [14] Karakawa R, Yoshimatsu H, Fuse Y, et al. Comparison of outcomes following pedicled and free flap transfers for the defect after shoulder sarcoma resection[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2023, 83: 373-379. DOI: 10.1016/j.bjps.2023.04.049.
 - [15] Lese I, Baesu C, Hoyos IA, et al. Flap reconstruction outcome following surgical resection of soft tissue and bone sarcoma in the setting of (neo)adjuvant therapy: a sarcoma center experience[J]. Cancers (Basel), 2023, 15 (9): 2423. DOI: 10.3390/cancers15092423.
 - [16] Suresh V, Gao J, Jung SH, et al. The role of reconstructive surgery after skeletal and soft tissue sarcoma resection[J]. Ann Plast Surg, 2018, 80(6S Suppl 6): S372-S376. DOI: 10.1097/SAP.0000000000001419.
 - [17] Qiao J, Mao H, Wen L, et al. Reconstruction of soft tissue defect with a free vascularized anterolateral thigh flap after resection of soft tissue sarcoma in extremities[J]. Orthop Surg, 2022, 14(2): 215-220. DOI: 10.1111/os.12840.
 - [18] Sanniec KJ, Velazco CS, Bryant LA, et al. Immediate versus delayed sarcoma reconstruction: impact on outcomes[J]. Sarcoma, 2016, 2016: 7972318. DOI: 10.1155/2016/7972318.
 - [19] Abe Y, Nagasaka S, Yamashita Y, et al. Functional outcomes of reconstructive flap surgery for soft tissue sarcoma: Long-term outcomes of functional restoration using innervated muscle transplantation[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2024, 91: 312-321. DOI: 10.1016/j.bjps.2024.02.018.
 - [20] Kimura N, Satoh K. Consideration of a thin flap as an entity and clinical applications of the thin anterolateral thigh flap [J]. Plast Reconstr Surg, 1996, 97(5): 985-992. DOI: 10.1097/00006534-199604001-00016.
 - [21] Kimura N, Satoh K, Hasumi T, et al. Clinical application of the free thin anterolateral thigh flap in 31 consecutive patients [J]. Plast Reconstr Surg, 2001, 108(5): 1197-1208; discussion 1209-1210. DOI: 10.1097/00006534-200110000-00015.
 - [22] Hong JP, Choi DH, Suh H, et al. A new plane of elevation: the superficial fascial plane for perforator flap elevation[J]. J Reconstr Microsurg, 2014, 30(7): 491-496. DOI: 10.1055/s-0034-1369807.
 - [23] 张丕红. 浅谈薄型穿支皮瓣切取与穿支血管探测和皮瓣血运评估[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2023, 39(10): 911-918. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20230812-00047.
 - [24] Viviano SL, Liu FC, Therattil PJ, et al. Peripheral pruning: a safe approach to thinning extra-large anterolateral thigh flaps[J]. Ann Plast Surg, 2018, 80(4 Suppl 4): S164-S167. DOI: 10.1097/SAP.0000000000001401.
 - [25] 赵书明, 刘娜, 刘学亮, 等. 彩色多普勒超声辅助下超薄胸背动脉穿支皮瓣的切取方案及临床应用效果[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2024, 40(3): 281-288. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20231012-00111.
 - [26] 董帅, 王石, 滕志成, 等. 吡啶菁绿血管造影联合彩色多普勒超声在股前外侧穿支皮瓣穿支定位中的临床应用效果[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2025, 41(11): 1091-1100. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20240629-00254.
 - [27] 郑炜, 魏在荣, 马琳, 等. 高频彩色多普勒超声在旋股外侧动脉降支穿支分叶皮瓣术前导航中的应用效果[J]. 中华烧伤杂志, 2017, 33(10): 616-618. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.10.006.
 - [28] 孙丰坤, 王立民, 宋兴华, 等. 彩色多普勒超声探测下应用以旋股外侧动脉斜支为蒂的 ALTPF 修复四肢皮肤软组织缺损的临床效果[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2026, 42(1): 81-90. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20240623-00247.
 - [29] 王珏, 刘海峰, 王旭东, 等. 彩色多普勒超声和 CT 血管造影技术在下肢穿支皮瓣临床应用中的对比研究[J]. 组织工程与重建外科杂志, 2021, 17(5): 400-404. DOI: 10.3969/j.issn.1673-0364.2021.05.007.
 - [30] 王晓冰, 纪旭, 马春燕. 彩色多普勒超声在股前外侧穿支皮瓣移植术前穿支动脉评估中的作用[J]. 中国医科大学学报, 2022, 51(6): 513-517. DOI: 10.12007/j.issn.0258-4646.2022.06.007.
 - [31] 唐举玉, 卿黎明, 贺继强, 等. 数字化技术辅助旋股外侧动脉降支分叶穿支皮瓣设计的初步应用[J]. 中华显微外科杂志, 2016, 39(2): 123-126. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-2036.2016.02.006.
 - [32] 李雪栋, 田惠玲, 冯小辉, 等. CTA 联合增强现实技术在股前外侧皮瓣术中的应用[J]. 中国矫形外科杂志, 2026(6): 558-562. DOI: 10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.120075.
 - [33] Zhang A, Dong Y, Yuan S, et al. Preoperative perforator mapping of anterolateral thigh flaps using computed tomographic angiography and visual coordinate system for the reconstruction of head and neck defects[J]. Ear Nose Throat J, 2025 , 104(4): NP195-NP202. DOI: 10.1177/01455613221108367.
 - [34] Kapoor DA, Chattopadhyay DD, Chauhan DU. Perforator anastomosis of the sural artery system and its application in extended gastrocnemius flap[J]. Injury, 2023: S0020-1383(23)00116-X. DOI: 10.1016/j.injury.2023.02.018.
 - [35] 杨林, 程俊楠, 刘胜哲, 等. 基于 DSA 的旋股外侧动脉斜支的形态学研究及其临床意义[J]. 中华显微外科杂志, 2021, 44(6): 642-646. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20210604-00142.
 - [36] Yang L, Cheng J, Liu Z, et al. Morphological study of branches of lateral femoral circumflex artery based on digital subtraction angiography[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2023, 80: 18-24. DOI: 10.1016/j.bjps.2022.08.075.
 - [37] Park SO, Chang H, Imanishi N. Anatomic basis for flap thinning[J]. Arch Plast Surg, 2018, 45(4): 298-303. DOI: 10.5999/aps.2017.01543.
 - [38] Kimura N, Saitoh M, Okamura T, et al. Concept and anatomical basis of microdissected tailoring method for free flap transfer[J]. Plast Reconstr Surg, 2009, 123(1): 152-162. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3181934756.

- [39] Park BY. Flap thinning: Defatting after conventional elevation[J]. Arch Plast Surg, 2018, 45(4): 314-318. DOI: 10.5999/aps.2018.00787.
- [40] Seth AK, Iorio ML. Super-thin and suprafascial anterolateral thigh perforator flaps for extremity reconstruction[J]. J Reconstr Microsurg, 2017, 33(7): 466-473. DOI: 10.1055/s-0037-1601422.