

· 临床论著 ·

## 逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣的部分坏死相关因素分析<sup>△</sup>

彭平, 董忠根\*, 魏建伟, 刘立宏, 罗兆彪, 曹舒

(中南大学湘雅二医院, 湖南长沙 410011)

**摘要:** [目的] 总结 435 肢逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣修复下肢远端组织缺损的临床经验, 分析皮瓣发生部分坏死的危险因素。[方法] 2001 年 4 月—2019 年 12 月, 应用逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣修复下肢远端皮肤软组织缺损 435 肢。采用单项因素比较与二元多因素逻辑回归分析皮瓣坏死的危险因素。[结果] 435 肢中, 部分坏死 39 例, 占 8.97%; 完全成活 396 例, 占 91.03%。单项因素比较表明, 两组在性别构成、年龄、皮肤软组织的缺损部位的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。部分坏死组皮瓣筋膜带的长度和宽度、皮岛的宽和旋转点位置均大于成活组, 但差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ); 部分坏死组在皮岛的长度、皮瓣总长、皮瓣长宽比和皮瓣近端位置区划值均显著大于成活组 ( $P<0.05$ )。逻辑回归分析显示: 皮瓣的总长度大 ( $OR=3.462, P=0.015$ ) 和皮瓣近端位置区划值高 ( $OR=3.817, P<0.001$ ) 是皮瓣发生部分坏死的独立危险因素。[结论] 逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣的部分坏死主要与皮瓣设计不良有关, 其中, 皮瓣的总长度大、皮瓣近端位置过靠近侧是部分坏死的主要危险因素。

**关键词:** 软组织缺损, 逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣, 穿支皮瓣, 部分坏死, 相关因素

**中图分类号:** R687      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2022) 08-0673-05

**Factors related to partial necrosis of reverse sural fasciocutaneous flap for tissue defect of distal end of the lower extremity**  
// PENG Ping, DONG Zhong-gen, WEI Jian-wei, LIU Li-hong, LUO Zhao-biao, CAO Shu. The Second Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410011, China

**Abstract:** [Objective] To summarize the clinical experience of reverse sural fasciocutaneous flap for tissue defect of distal end of the lower extremity in 435 limbs, and explore the risk factors of partial necrosis of the flap. [Methods] From April 2001 to December 2019, skin and soft tissue defects in distal ends of 435 legs were repaired with reverse sural fasciocutaneous flap in our hospital. Univariate comparison and binary multiple logistic regression analysis were conducted to search the factors related to partial necrosis of the flap. [Results] Among 435 limbs, partial necrosis of the flap occurred in 39 limbs, accounted for 8.97%, while completely survival flap was seen in 396 limbs, accounted for 91.03%. In term of univariate comparison, there were no significant differences in gender composition, age and defect site of skin and soft tissue between the two groups ( $P>0.05$ ). The partial necrosis group had greater length and width of fascia pedicle, as well as greater width of skin island and position of rotation point than the survival group, but which were not statistically significant ( $P>0.05$ ). However, the partial necrosis group had significantly greater length of skin island, the total length of skin flap, the ratio of length to width of flap and extent of proximal location of the flap than the survival group ( $P<0.05$ ). As results of logistic regression analysis, the longer total length of the flap ( $OR=3.462, P=0.015$ ), and greater extent of proximal location of the flap were independent risk factors for partial necrosis of the flap. [Conclusion] The partial necrosis of reverse sural fasciocutaneous flap is mainly related to poor design of the flap, among which, the greater overall length and proximal position of the flap are the main risk factors related to partial necrosis.

**Key words:** soft tissue defect, reverse sural fasciocutaneous flap, perforator flap, partial necrosis, related factors

逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣自 1992 年由 Masquelet 教授<sup>[1]</sup>首次详细描述了它的解剖和临床应用之后, 经过近 30 年的发展, 逐渐成为修复下肢远端缺损的

主流皮瓣之一<sup>[1-3, 6-9]</sup>。很多学者对该皮瓣的解剖学以及手术技术进行了深入的研究, 并提出了很多的技术改良<sup>[4-7]</sup>, 使得该皮瓣的成功率逐渐提高, 适应证也

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.08.01

**△基金项目:** 中南大学中央高校基本科研业务费专项资金资助项目 (编号:2021zzts0360); 湖南省研究生科研创新资助项目 (编号:CX20210362); 国家自然科学基金项目 (编号:81672188)

**作者简介:** 彭平, 博士研究生, 研究方向: 创伤骨科、手显微外科, (电话) 15173156951, (电子信箱) docpeng@csu.edu.cn

\* **通信作者:** 董忠根, (电话) 13973127640, (电子信箱) doctordong@csu.edu.cn

逐渐扩大,并且衍生出了很多不同的皮瓣类型<sup>[8,9]</sup>。

然而,皮瓣的部分坏死仍然是逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣的主要并发症。文献报道该皮瓣的部分坏死率为8.26%~30.59%<sup>[10-12]</sup>。很多因素影响皮瓣的部分坏死,但是哪些因素起主要作用目前尚无定论。既往的文献报道多聚焦于手术因素和患者因素对皮瓣部分坏死的影响<sup>[13-17]</sup>,通过较大样本量分析皮瓣因素和皮瓣发生部分坏死的关系目前罕见文献报道。

2001年4月—2019年12月,作者应用逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣修复小腿中下段、踝和足部皮肤软组织的创面435肢,取得了良好的效果。本研究旨在总结435肢逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣的临床经验,对影响该皮瓣发生部分坏死的危险因素进行分析,为提高该皮瓣的成功率,改善该皮瓣的临床预后提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准:2001年4月—2019年12月应用逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣修复小腿中下段、踝和足部皮肤软组织的创面的全部病例。

排除标准:其他形式的该皮瓣,包括近端蒂皮瓣,穿支蒂螺旋桨皮瓣和交腿皮瓣。

### 1.2 一般资料

429例患者,包括6例行双侧皮瓣者,符合上述标准,纳入本研究。其中,男336人,占78.32%,女93人,占21.68%;年龄1~81岁,平均(36.59±19.89)岁。皮肤软组织缺损的病因依次是创伤,为330/435(75.86%);慢性骨髓炎和不稳定性瘢痕,为70/435(16.09%);肿瘤切除术后,为19/435(4.37%),以及医源性损伤,为16/435(3.68%)。缺损部位位于踝部266例(61.55%),足部100例(22.99%),小腿中下段69例(15.86%)。皮瓣大小为5.0 cm×4.0 cm~20.5 cm×13.0 cm。本研究通过中南大学湘雅二医院临床研究伦理委员会伦理审查,所有患者均知情同意。

### 1.3 手术方法

逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣的设计和切取已有很多文献报道<sup>[18-21]</sup>。当旋转点的位置较高、受区创面较大或者用于肥胖患者时,筋膜蒂的宽度可适当增加到4~6 cm。当皮岛的宽度大于皮岛的长度时(如用于修复胫前的纵行创面或者踝部的横行创面),采用斜形设计以缩短瓣部宽度<sup>[19]</sup>。当受区创面具有死腔时,瓣部的近端可设计筋膜瓣以填塞死腔<sup>[20]</sup>。采用

顺逆结合法切取皮瓣,确保筋膜蒂的基底具有一个较粗大的穿支血管,必要时可调整旋转点的位置<sup>[21]</sup>。当创面位于前足背部时,彻底清创后,可用1根3.0 mm斯氏针将踝关节固定于背伸位,减少蒂部的无效长度。

### 1.4 分组和评价指标

依据皮瓣的成活情况,分为部分坏死组(部分皮瓣坏死)和成活组(皮瓣完全成活)。部分皮瓣坏死定义为,皮瓣边缘坏死超过1 cm,且坏死的深度超过真皮层。皮瓣完全成活定义为,皮瓣完全成活,或者皮瓣边缘坏死不超过1 cm。

相关因素包括:患者因素(性别、年龄、病因和缺损部位)、皮瓣因素(旋转点位置、皮瓣近端位置、皮岛的长和宽、筋膜蒂的长和宽、皮瓣总长和长宽比)。将小腿后方踝间线至膝关节平面平均分为9等份,自下而上依次命名为第1~9区,皮瓣近端区划值为皮瓣转位前皮岛近端相应的分区数值。皮瓣总长为皮岛的长加上筋膜蒂的长。长宽比为皮瓣总长和筋膜蒂的宽度的比值<sup>[18]</sup>。

### 1.5 统计学方法

采用SPSS 26.0软件进行统计学分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,资料符合正态分布,两组间比较采用独立样本 $t$ 检验。等级资料两组比较采用Mann-Whitney  $U$ 检验。计数资料采用卡方检验或Fisher检验进行分析。皮瓣成活与坏死的二分变量为因变量,其他因素为自变量,行二元多因素逻辑回归分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 临床结果

435侧下肢应用该皮瓣修复创面,最远端在足背位于跖趾关节、足底位于跖骨颈<sup>[22]</sup>。部分坏死39例,占8.97%,其残余创面经植皮闭合21例,二期缝合修复4例,换药后愈合1例,其他皮瓣移植成功修复9例;完全成活396例,占91.03%。4例(0.92%)患者创面经久不愈而最终截肢,包括1例鳞癌,2例难以控制的感染和1例下肢动脉硬化闭塞症。

所有患者均获随访,随访时间1~131个月,平均(15.17±12.89)个月,随访超过6个月以上患者275例。患者术后均恢复独立行走功能,除4例截肢患者需假肢辅助外,其余患者无需辅助拐杖或支具。皮瓣均恢复一定程度的保护性感觉,患者日常生活和

劳动无碍。典型病例见图 1。

### 2.2 皮瓣成活组和部分坏死组比较

部分坏死与完全成活两组单项因素比较见表 1，两组性别构成、年龄、皮肤软组织的缺损部位的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。部分坏死组皮瓣筋膜带的长度和宽度、皮岛的宽和旋转点位置均大于成活组，但差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )；部分坏死组皮岛的长度、皮瓣总长、皮瓣长宽比和皮瓣近端位置区划值均显著大于成活组 ( $P<0.05$ )。

### 2.3 逻辑回归分析

以皮瓣坏死与成活的二分变量为因变量，其他因素为自变量的多元逻辑回归分析结果见表 2。模型分类能力为 91.00%，经卡方检验模型有效 ( $\chi^2=48.631, P<0.001$ )。结果表明：皮瓣的总长度大 ( $OR=3.462, P=0.015$ ) 和皮瓣近端位置区划值高 ( $OR=3.817, P<0.001$ ) 是皮瓣发生部分坏死的独立危

险因素。

表 1 部分坏死组与成活组间的单项因素比较

指标	部分坏死组 (n=39)	成活组 (n=396)	P 值
性别 (例, 男/女)	29/10	313/83	0.496
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	37.56±20.34	36.49±19.87	0.749
缺损部位 (例, 小腿/踝/跟/足)	9/4/21/5	62/53/195/86	0.993
筋膜带长度 (cm)	8.09±3.13	8.05±2.85	0.935
筋膜带宽度 (cm)	4.23±0.43	4.08±0.48	0.061
皮岛长度 (cm)	12.68±2.48	11.04±3.51	<b>0.005</b>
皮岛宽度 (cm)	8.97±2.63	8.21±2.39	0.059
皮瓣总长 (cm)	21.43±3.46	19.08±4.20	<b>0.002</b>
长宽比	5.03±0.88	4.69±0.92	<b>0.031</b>
旋转点位置 (cm)	8.32±2.86	7.54±1.95	0.101
皮瓣近端区划值 (区)	8.31±0.73	7.47±0.90	<b>&lt;.0001</b>

表 2 皮瓣是否部分坏死的逻辑回归分析结果

自变量	B 值	标准误	Wald 值	P 值	OR 值	95%CI
性别	-0.126	0.430	0.085	0.770	0.882	0.379~2.050
年龄	0.637	0.343	3.457	0.063	1.892	0.966~3.703
病因	-0.031	0.085	0.129	0.720	0.97	0.82~1.146
缺损部位	-0.314	0.202	2.413	0.120	0.731	0.492~1.086
旋转点	-0.497	0.475	1.095	0.295	0.608	0.24~1.543
筋膜带长	-0.223	0.268	0.693	0.405	0.8	0.474~1.352
筋膜带宽	-0.074	0.353	0.044	0.833	0.928	0.465~1.853
皮岛长	-0.307	0.246	1.556	0.212	0.736	0.454~1.192
皮岛宽	-0.299	0.181	2.739	0.098	0.741	0.52~1.057
皮瓣总长	1.242	0.511	5.914	<b>0.015</b>	3.462	1.273~9.42
长宽比	-0.842	0.479	3.089	0.079	0.431	0.169~1.102
近端位置区划值	1.339	0.268	24.922	<b>&lt;0.001</b>	3.817	2.256~6.457

## 3 讨论

导致逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣发生部分坏死的危险因素很多，例如高龄<sup>[15]</sup>、长期的不良生活习惯（如吸烟、酗酒）<sup>[16]</sup>、内科合并症（高血压、糖尿病和周围血管疾病等）<sup>[17]</sup>及术者的手术经验和技能<sup>[13-14]</sup>等。本研究中，导致皮肤软组织缺损的病因主要为创伤以及创伤后骨髓炎（91.95%，400/435），较少患者合并有糖尿病和周围血管疾病等合并症；本组所有手术均为通信作者（董忠根）主刀，故本研究可基本排除患者因素和手术因素对皮瓣部分坏死的影响。

2012 年，作者团队总结了 179 例逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣，研究皮瓣因素对部分坏死的影响，结果显示：皮瓣的瓣宽、长宽比及皮瓣近端位置是该皮瓣的危险因素<sup>[18]</sup>。截至 2019 年 12 月，本科室已行该皮瓣 435 例，为了进一步探讨远端腓肠筋膜皮瓣发生部分坏死的危险因素，本研究再次进行总结，为判断皮瓣的预后提供参考。

根据查阅 PubMed, EMBASE, 和 Cochrane 数据库，截止到 2019 年 12 月，共查询到 175 篇关于逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣的文献，其中皮瓣数超过 40 例的 25 篇。本研究结果显示：435 例皮瓣总的部分坏死率为 8.97%，保肢成功率为 99.08%，该结果低于大部

分文献报道的部分坏死率。危险因素分析结果显示：皮瓣近端位置和长宽比仍是影响皮瓣发生部分坏死的

因素，瓣部宽度的影响有所降低。



图1 患者，女，60岁，因车祸致右下肢疼痛、流血3h入院 1a: 右小腿下段皮肤软组织缺损并胫骨外露 1b: X线片示胫骨下段骨折 1c: 设计逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣修复创面，皮瓣近端位置位于第9区，皮瓣全长24.5cm，长宽比6.13:1 1d: 术后2周皮瓣远端部分坏死2cm；残余创面清创后植皮修复 1e: 术后9个月随访，骨折愈合 1f: 术后9个月皮瓣外形满意

逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣的近端界限目前尚没有定论。早期学者多认为皮瓣的近端不能超过膝关节平面下10cm<sup>[23]</sup>。随着对解剖学研究的深入，有学者提出腓肠神经的营养血管可营养至膝关节下方5cm处<sup>[24]</sup>。为了更简单、准确地描述皮瓣的近端位置对皮瓣部分坏死的影响，本研究将小腿后方自膝关节平面至踝关节平面平均分为9份<sup>[18]</sup>。本研究发现部分坏死组皮瓣近端位置区划值均显著大于成活组；随着皮瓣近端位置的增加，皮瓣的部分坏死率显著增加；当皮瓣的近端位置位于第九区时，皮瓣的部分坏死率显著高于其他区。

Taylor等<sup>[4]</sup>研究表明，腓动脉穿支间平均存在3.2个真性吻合；腓肠神经周围的血管链和腓动脉穿支间存在数个真性吻合环<sup>[25]</sup>，这是逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣能够跨多个穿支体区的解剖学基础。本研究中，完全成活皮瓣的最大皮瓣总长为30cm，皮瓣最

大的长宽比为7.14，且皮瓣均完全成活。但是皮瓣的成活长度不是无限制的，皮瓣越长跨越的choke吻合越多，皮瓣的动脉供血和静脉回流越差。因为皮瓣的蒂部宽度相对稳定，本组皮瓣蒂部宽度为3~5cm，因此皮瓣长宽比越大，皮瓣的部分坏死率越高，特别是皮瓣长宽比>5:1时，该结果和作者前期研究的结果相一致。本研究结果发现，当皮瓣的全长>20cm时，皮瓣的部分坏死率显著上升，因为蒂部平均宽4.09cm，所以该因素与皮瓣长宽比对皮瓣部分坏死影响相一致。皮瓣的瓣部因创面大小而异，所以采取有效措施减少蒂部的无效距离有利于皮瓣的成活。

本研究是单中心的回顾性研究，无法做到随机、对照和双盲是本研究的局限。后期多中心的回顾性或前瞻性的研究可对影响皮瓣成活的危险因素进行深入的探索。

综上所述，逆行带蒂腓肠筋膜皮瓣是修复下肢

远端皮肤软组织缺损创面的一种安全、有效、相对简单的方式。皮瓣的近端位置对皮瓣的成活具有良好的预测作用,当皮瓣的近端位置位于第九区、总长超过20 cm 或长宽比 $>5:1$ 时,皮瓣的部分坏死率显著升高。

### 参考文献

- [1] Masquelet AC, Romana MC, Wolf G. Skin island flaps supplied by the vascular axis of the sensitive superficial nerves: anatomic study and clinical experience in the leg [J]. *Plast Reconstr Surg*, 1992, 89 (6): 1115-1121.
- [2] Follmar Keith E, Baccarani Alessio, Baumeister Steffen P, et al. The distally based sural flap [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2007, 119 (2): 138e-148e.
- [3] 胡兴峰, 李青松, 季亮, 等. 低旋转点腓肠神经营养皮瓣修复前足皮肤组织缺损 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26 (20): 1918-1920.
- [4] Taylor GI, Chubb Daniel P, Ashton Mark W. True and 'choke' anastomoses between perforator angiosomes: part I. anatomical location [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2013, 132 (7): 1447-1456.
- [5] Gascoigne Adam C, Ian Taylor G, Corlett Russell J, et al. The relationship of superficial cutaneous nerves and interperforator connections in the leg: a cadaveric anatomical study [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2017, 139 (5): 994e-1002e.
- [6] Chang SM, Wang X, Huang YG, et al. Distally based perforator propeller sural flap for foot and ankle reconstruction: a modified flap dissection technique [J]. *Ann Plast Surg*, 2014, 72 (2): 340-345.
- [7] Chi ZL, Chen YH, Chu TG, et al. Distally based sural neuro-fasciocutaneous perforator flap for foot and ankle reconstruction: Surgical modifications for flap pedicle and donor site closure without skin graft [J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2018, 71 (2): 224-231.
- [8] Li B, Chang SM, Du SC, et al. Distally based sural adipofascial turnover flap for coverage of complicated wound in the foot and Ankle region [J]. *Ann Plast Surg*, 2020, 84 (3): 580-587.
- [9] Wang CY, Sun LY, Chai YM, et al. A "hybrid" sural flap for treatment of chronic calcaneal osteomyelitis [J]. *J Reconstr Microsurg*, 2014, 30 (3): 457-462.
- [10] Perumal R, Bhowmick K, Reka K, et al. Comparison of reverse sural artery flap healing for traumatic injuries above and below the ankle joint [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2019, 58 (2): 306-311.
- [11] Dhamangaonkar AC, Patankar HS. Reverse sural fasciocutaneous flap with a cutaneous pedicle to cover distal lower limb soft tissue defects: experience of 109 clinical cases [J]. *J Orthop Traumatol*, 2014, 15 (2): 225-229.
- [12] Schmidt K, Jakubietz M, Djalek S, et al. The distally based adipofascial sural artery flap: faster, safer, and easier? A long-term comparison of the fasciocutaneous and adipofascial method in a multimorbid patient population [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2012, 130 (2): 360-368.
- [13] 刘元波, 王欣, 张世民, 等. "带蒂穿支皮瓣常见并发症原因分析与防治"专家共识 [J]. *中华显微外科杂志*, 2017, 40 (2): 105-108.
- [14] Herlin C, Bekara F, Bertheuil N, et al. Venous supercharging reduces complications and improves outcomes of distally based sural flaps [J]. *J Reconstr Microsurg*, 2017, 33 (2): 343-351.
- [15] Parrett BM, Pribaz JJ, Matros E, et al. Risk analysis for the reverse sural fasciocutaneous flap in distal leg reconstruction [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2009, 123 (8): 1499-1504.
- [16] de Blacam C, Colakoglu S, Ogunleye AA, et al. Risk factors associated with complications in lower-extremity reconstruction with the distally based sural flap: a systematic review and pooled analysis [J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2014, 67 (4): 607-616.
- [17] Daar DA, Abdou SA, David JA, et al. Revisiting the reverse sural artery flap in distal lower extremity reconstruction: a systematic review and risk analysis [J]. *Ann Plast Surg*, 2020, 84 (3): 463-470.
- [18] Wei JW, Dong ZG, Ni JD, et al. Influence of flap factors on partial necrosis of reverse sural artery flap: a study of 179 consecutive flaps [J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2012, 72 (4): 744-750.
- [19] Wei JW, Ni JD, Dong ZG, et al. A modified technique to improve reliability of distally based sural fasciocutaneous flap for reconstruction of soft tissue defects longitudinal in distal pretibial region or transverse in heel and ankle [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2016, 55 (4): 753-758.
- [20] Zheng L, Zheng J, Dong ZG. Reverse sural flap with an adipofascial extension for reconstruction of soft tissue defects with dead spaces in the heel and ankle [J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2016, 42 (3): 503-511.
- [21] Dong ZG, Wei JW, Ni JD, et al. Anterograde-retrograde method for harvest of distally based sural fasciocutaneous flap: report of results from 154 patients [J]. *Microsurgery*, 2012, 32 (3): 611-616.
- [22] 陶世斌, 董忠根, 魏建伟, 等. 腓肠神经营养血管皮瓣的真性吻合连接及修复前足创面的疗效 [J]. *中国临床解剖学杂志*, 2020, 38 (4): 450-454.
- [23] Mojallal A, Wong C, Shipkov C, et al. Vascular supply of the distally based superficial sural artery flap: surgical safe zones based on component analysis using three-dimensional computed tomographic angiography [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2010, 126 (5): 1240-1252.
- [24] Yang D, Morris SF. Reversed sural island flap supplied by the lower septocutaneous perforator of the peroneal artery [J]. *Ann Plast Surg*, 2002, 49 (2): 375-378.
- [25] Wei JW, Ni JD, Dong ZG, et al. A Systematic review and meta-analysis of perforator-pedicled propeller flaps in lower extremity defects: identification of risk factors for complications [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2016, 138 (2): 382e-383e.

(收稿:2021-06-01 修回:2022-02-28)

(同行评议专家: 杨华清)

(本文编辑: 郭秀婷)