

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2025.09.023

综 述

特殊形式穿支皮瓣用于四肢软组织缺损修复的研究进展

钟泉, 侯思政, 谭建湘综述 杨志企审校

基金项目: 广东省医学科研课题(B20234459)

作者单位: 514000 广东梅州, 广东省梅州市人民医院整形外科

通信作者: 钟泉, E-mail: Chqu555577@163.com



【摘要】 四肢软组织受到撕脱、挫伤等损害时,易造成局部组织缺血性坏死导致创面形成,增加修复难度。以皮肤穿支血管(管径细小)供血的皮瓣即穿支皮瓣,为现阶段外科皮瓣移植新技术。随着美学修复技术的不断发展,特殊形式的穿支皮瓣逐渐被应用于临床,不仅扩大了穿支皮瓣应用范围,而且使得穿支皮瓣的内涵得到丰富。文章对特殊形式穿支皮瓣在四肢软组织缺损修复中的应用进展作一综述。

【关键词】 特殊形式穿支皮瓣;皮瓣外科;四肢软组织缺损;修复;研究进展

【中图分类号】 R622 **【文献标识码】** A

Research progress of special-form perforator flaps in repairing soft tissue defects in extremities Zhong Quan, Hou Sizheng, Tan Jianxiang, Yang Zhiqi. Department of Plastic Surgery, Meizhou People's Hospital, Guangdong, Meizhou 514000, China

Funding program: Guangdong Provincial Medical Research Project(B20234459)

Corresponding author: Zhong Quan, E-mail: Chqu555577@163.com

【Abstract】 Under the influence of factors such as extrusion and high-energy impact, soft tissues of extremities are susceptible to avulsion and contusion which easily cause ischemic necrosis of local tissues and lead to wound, increasing the difficulty of repair. At present, perforator flap [flap supplied by skin perforator vessels (small diameter)] transplantation is a new flap transplantation technique. With the continuous development of aesthetic repair, special-forms perforator flaps have been gradually applied in clinical practice, which not only increases the application of perforator flaps but also enriches the connotation of perforator flaps. Herein, relevant research was reviewed to clarify the application of special-form perforator flaps in repairing soft tissue defects in extremities.

【Key words】 Special-form perforator flap; Flap surgery; Soft tissue defects in extremities; Repair; Research progress

随着交通事故、工业建设事故的不断增多,严重四肢创伤病例逐渐增多,患者的保肢意愿也愈发强烈^[1]。四肢软组织缺损修复仍为显微重建领域及创伤外科面临的重难点,此类患者治疗复杂性高、难度大,骨质、肌肉肌腱、神经、血管等深部组织的暴露将导致其感染风险显著提升,感染创面长时间未得到治愈,致残率显著提升。此外,供区的皮肤软组织有限,若供区无法直接关闭则会导致该区域的软组织缺损^[2]。以往采用的传统修复技术包括肌皮瓣以及蒂皮瓣,虽然能解决部分患者的问题,但仍存在治疗费用高、供区损伤大、治疗时间长等不足之处^[3]。为改善患者恢复情况,修复血管及创面的皮瓣外科技术逐渐被应用于四肢软组织缺损,有学者首次提出穿支皮瓣^[4]。穿支皮瓣指仅以皮肤穿支血管(管径细小)进行血液供应的皮瓣,该技术可对皮瓣损伤区域的功能及皮肤外形进行修复,有效缓解了皮瓣功能以及外观受到的损伤^[5]。但不断有研究发现经典穿支皮瓣存在血供范围不确定性高、特殊人群限制、操

作复杂等局限性,使得经典的穿支皮瓣难以满足患者需求^[6]。为弥补经典穿支皮瓣的不足,我国学者提出特殊形式穿支皮瓣,使穿支皮瓣由简单覆盖向精准重建过渡。本文聚焦于特殊形式穿支皮瓣在四肢软组织缺损修复中的应用、不足及未来展望,为四肢软组织缺损修复的精准治疗提供依据。

1 特殊形式穿支皮瓣分类

在第二届中国显微外科穿支皮瓣高峰论坛中,学界对特殊形式穿支皮瓣的定义达成了共识,将其分为嵌合、血流桥接、联合体、显微削薄、分叶等 5 种基本术式,同时形成了血流桥接—分叶、血流桥接嵌合、血流桥接—显微削薄、显微削薄—嵌合、血流桥接—分叶—嵌合、显微削薄—嵌合—联合体、血流桥接—显微削薄—分叶—嵌合、血流桥接—显微削薄—嵌合—联合体等 18 种衍生术式(由 2 种或以上基本术式组合产生)^[7]。但目前关于衍生术式的相关研究较少,因此笔者特针对基本术式在临床中的研究作一综述。嵌合穿支皮瓣包含皮瓣—肌瓣—骨瓣、皮

瓣—肌瓣嵌合等多种形式,指在同一个供区(血管体区)内切取 2 个及以上独立组织瓣(包括肌肉、皮肤、骨骼等不同组织),每个独立组织瓣含有 1 个及以上营养血管起源相同(一级源血管)的穿支皮瓣^[8]。当对一级源血管进行吻合时则可对独立组织瓣血液循环的穿支皮瓣进行重建。血流桥接穿支皮瓣指穿支皮瓣一级源血管的远端、近端与皮瓣接受部位主干血管远端、近端对应吻合,且可对穿支皮瓣血液循环进行重建,避免皮瓣接受部位主干血管牺牲。临床常将其应用于组合移植中^[9]。联体穿支皮瓣指切取 2 个及以上长度超过任意血管体区穿支血管范围的穿支皮瓣浅筋膜及皮肤结构连接,且需对皮瓣近端或远端其他血管体区穿支进行重建,保证皮瓣成活。联体穿支皮瓣常需 2 个或 3 个联合应用^[10]。将穿支血管、真皮下血管网以及穿支血管浅筋膜内分支保留,在显微镜下将浅筋膜层脂肪剔除的穿支皮瓣即显微削薄穿支皮瓣^[11]。分叶穿支皮瓣即在同一供区(血管体区)切除 2 个及以上同类穿支皮瓣,只需对一组母体血管(血管蒂)进行吻合即可进行移植同时重建穿支皮瓣血液循环^[12]。

2 不同特殊形式穿支皮瓣在四肢软组织缺损修复中的应用

2.1 嵌合穿支皮瓣 嵌合穿支皮瓣在合并深部组织损伤的修复中较为常用,包括骨骼、肌肉、筋膜等的缺损。合并深部死腔的创面修复难度较高,如何对死腔进行填充为主要问题,既往采用的传统清创或者肌皮瓣移植效果不佳、费用高且所需时间较长,而穿支皮瓣技术的发展可对此问题进行有效解决^[13]。有研究采用皮瓣与肌瓣的嵌合穿支皮瓣方式对含有深部死腔的创面进行修复,结果显示患者创面死腔得到有效修复与填充^[14]。该手术方式只需对一组血管进行分离,取材较为容易且可在一定程度上降低对于患者机体的损伤,为一种修复创面及深部死腔的良好方式。随着技术的不断发展,另有研究采用嵌合穿支皮瓣,游离桡侧副动脉对手指Ⅲ度缺损进行修复,该方式可携带皮神经与骨瓣,修复缺损组织,解决单纯皮瓣修复后修复部位外形不饱满的问题,具有手术时间短、外形满意、供区损伤小等优点^[15]。但该手术方式操作难度大,对于医师技术要求较高,术后应密切监测患者皮瓣成活情况。联合治疗的方式在临床上逐渐广泛应用,李海等^[16]采用嵌合穿支皮瓣联合红外热成像仪对关节组织缺损进行修复,在红外热成像仪的辅助下,术者可对穿支血管定位,明确穿支血管管径、位置、数目等情况,且在肥胖患者中同样具有良好的效果。但将 2 种方式联合时应注意保护股外侧皮神经,保证室内温度及患者血容量稳定、探测前避免使用液体对探测区域进行刺激。

2.2 血流桥接穿支皮瓣 血流桥接穿支皮瓣在四肢皮肤缺损方面的应用较为广泛。主要适应证包括^[17]:(1)主干动脉阶段性缺损(皮瓣受区),动脉主干采用皮瓣一级源动脉桥接重建同时重建穿支皮瓣血运(最佳适应证);(2)创面损伤范围较大,需进行皮瓣组合移植;(3)浅静脉缺损,四肢存在脱套伤;(4)主干血管正常(皮瓣受区),受区主干动脉中嵌入皮瓣一级源动脉(临床最常用)。韦卫甲等^[18]采用血流桥接穿支皮瓣联合游离修薄股外侧 Flow-through 对 Gustilo ⅢC 型四肢损伤患者进行治

疗,结果显示 2 种方式联合可显著改善患者肢体功能,恢复情况良好且安全性较高。但此类损伤程度较为严重,行手术治疗时需选择最佳手术时机并进行感染预防,降低患者并发症发生风险。胡志强等^[19]采用血流桥接穿支皮瓣对足部损伤患者进行修复,患者术后可正常行走且对于外形满意度高。但随着术后患者行走时间的增加,关节稳定性是否会被破坏仍有待进一步探究。柳志锦等^[20]采用带阔筋膜血流桥接型穿支皮瓣对手部及足背创伤的患者进行修复,通过切取带阔筋膜的股前外侧穿支皮瓣,对断端进行吻合,术后患者伸肌腱缺损得以修复,伸屈功能良好。表明细小穿支皮瓣移植为一种可行的特殊创面血流桥接皮瓣修复方式。后续其对细小穿支皮瓣移植进行改进,结果发现对骨间进行游离使得该术式改善手术创面的效果更显著,可有效改善患肢远端血运情况。

2.3 联体穿支皮瓣 联体穿支皮瓣的概念最早在 1982 年提出^[21],后续逐渐有研究在穿支皮瓣的基础上分析联体穿支皮瓣,明确了该方式的可行性。随着联体穿支皮瓣技术的不断发展,其可对大面积皮肤缺损以及不规则创面进行修复,现已有多项研究将联体穿支皮瓣应用于四肢软组织缺损患者中^[22-23]。吴攀峰等^[24]采用联体穿支皮瓣对四肢环形皮肤软组织缺损进行修复,患者皮瓣均存活,随访结果显示患者受区功能改善、外观满意。超长皮瓣同样为一种特殊的穿支皮瓣,指皮瓣长度超过单一穿支所提供的最大长度。既往有研究采用超长胸脐联体穿支皮瓣对皮肤软组织缺损患者进行治疗,该术式可一次性修复大面积缺损,实用价值高。但术后需对传统的血液循环监测方式进行替换,对患者术后护理的要求更高。以腹部核心为主的皮瓣供区联体皮瓣修复在成年患者中具有较好的效果,但对于儿童或妊娠女性来说,腹部供区并非最佳选择。有研究将旋髂前动脉及旋股外侧动脉穿支供血的联体穿支皮瓣应用在儿童四肢组织损伤中,结果显示该方式皮瓣血供可靠,可依次覆盖患儿大面积组织缺损范围,具有良好的临床效果^[25]。儿童作为一类特殊群体,正处于发育阶段,当儿童四肢损伤范围较大时,单个皮瓣供区无法满足患儿需求,而该方式既不会牺牲主干血管及损伤第二供区,也不会对女童成年后的妊娠造成影响,具有良好的应用价值。但该术式在临床应用中仍存在一定局限性,如手术时间过长、不适用于创面横径过长的患儿,后续应通过完善围术期管理及优化手术操作的方式对该术式在患儿中的应用做进一步分析。

2.4 显微削薄穿支皮瓣 股前外侧皮瓣(ALTF)为一种皮瓣修复方式,可满足不同类型的修复重建需求,但在 ALTF 的临床应用中,不断有研究发现,对于肥胖患者或大腿脂肪层较厚的患者,采用该方式修复后受区外形臃肿,无法满足患者对于外形美观、平整的要求^[26]。另有研究将其应用于儿童四肢软组织缺损中,结果表明与成人相比,儿童供区瘢痕增生的发生与再手术可能性更高^[27]。为满足患者美学需求,在保证安全的基础上最大程度地削薄皮瓣则为医师所关注的重点。后续有学者提出“超薄皮瓣”的改变,显微技术的发展使得该技术逐渐被应用于穿支皮瓣移植中,显微削薄穿支皮瓣在临床上的应用逐渐广

泛,主要应用于足部、手部远端区域缺损修复。余少校等^[28]采用显微削薄腓动脉穿支皮瓣行手指背侧软组织缺损创面修复,结果显示在显微镜下多数皮瓣脂肪组织被剔除,患者术后创面外形良好,降低了二期手术率。聂开瑜等^[29]在 ALTF 的基础上 I 期进行显微削薄皮瓣操作,对创面进行修复,减少了组织浪费并达到了原组织的延展性。但此类手术同样较依赖术者操作,若需修复面积较大的创面则将导致手术难度再次增加。有研究采用腹壁下动脉显微削薄穿支皮瓣对皮肤软组织缺损进行修复,在显微镜下对血管蒂周围削薄并解剖脂肪层血管,明确血管走向与分布。结果显示该术式患者皮瓣成活率为 87.5%,随访结果显示皮瓣功能与外观均呈现良好状态^[30]。该术式弥补了传统修复方式的不足,可有效避免臃肿,为修复肢体皮肤组织缺损的有效方式。但采取该术式治疗前,需对患者腹部解剖结构以及变异情况进行了解,明确手术禁忌证(既往存在脂肪切除史或腹部整形手术史的患者)。另外,充分止血、暴露手术视野以及定期冲洗组织均为不可忽视的重要步骤。

2.5 分叶穿支皮瓣 股前外侧分叶穿支皮瓣为一种理想的治疗方式,通过切取皮瓣将长度转化为宽度对创面进行覆盖,实现供区闭合。丁桂友等^[31]采用该方式对四肢复杂创面进行修复,结果显示术后受区血运良好,虽有部分患者残留瘢痕但对生活无较大影响。但受到个体的穿支血管存在差异、皮瓣设计要求高等限制,使得该术式在临床中的应用受限。另有研究在采用该术式的基础上联合增强现实技术进行辅助治疗,结果显示,联合增强显示技术可为分叶穿支皮瓣的评估及设计提供帮助^[32]。后续有研究将数字技术应用于分叶穿支皮瓣,通过精确有效地辅助分叶穿支排版设计,手术风险及难度得到一定程度的降低^[33]。一项研究指出,前臂骨间后动脉的穿支较多,由于手部与前臂皮肤质地较为接近,因此可采用分叶穿支皮瓣对手指或手背创面进行修复^[34]。既往有研究以供区保护理念为前提对头部烧伤患者采用分叶穿支皮瓣,结果显示 8 例患者术后皮瓣成活率为 100%,术后恢复良好^[35]。有研究采用受试者工作特征(ROC)曲线对分叶穿支皮瓣在头皮创面修复患者进行分析,结果显示皮瓣切取宽度在 8.75 cm 以内最佳^[36]。但目前关于该术式在四肢缺损修复中的相关 ROC 曲线分析较少,后续有望通过开展前瞻性大样本研究对该术式在四肢软组织缺损修复中的皮瓣最佳切取宽度做进一步分析。董书男等^[37]将分叶穿支皮瓣应用于指端缺损患者中,分叶穿支皮瓣不会损伤主干血管,对于供区的损伤较小,在制定分叶穿支皮瓣修复手术时,医师可根据受区需要的皮下脂肪组织进行灵活设计,为一种修复小面积复合组织缺损较为理想的方法。但其缺点在于追踪血管蒂耗时间较长,对于显微外科技术水平要求较高,若患者穿支血管口径与部位存在变异情况,将增加血管痉挛发生风险^[38]。

3 小结与展望

对于特殊形式的穿支皮瓣修复,术者需在肌间隙完成精细的解剖穿支血管动作,分叶穿支皮瓣以及嵌合穿支皮瓣则需进行组织分割与组织重组^[39],这往往对于术者具有较高的要求,

而对于基层医院,此类方式的应用则受到一定限制。因此,应加强基层医院培训,定期开展相关知识讲座及实践操作学习,在提升医师技能的同时扩大特殊形式穿支皮瓣修复的应用范围,使更多患者得到更加安全有效的治疗。穿支皮瓣小型化与超薄化为现阶段的发展趋势,通过显微镜辅助及血管吻合技术,在保证血管丛不受损的情况下对脂肪层皮瓣进行切取。特殊形式穿支皮瓣中的显微削薄则可满足上述需求,但由于皮瓣削薄后坏死风险较高,导致其在临床中的应用较为有限^[40]。采用显微削薄皮瓣的方式仅能保证血管蒂中央区域的血液供应,但对于如何预测皮瓣成活范围、皮瓣削薄最大程度、皮瓣血运情况等问题仍未得到解决。因此后续研究可针对上述问题对显微削薄皮瓣做进一步分析,利用影像学技术、数字化成像技术对不同厚薄的皮瓣功能与形态进行分析,明确不同区域皮瓣血流方式及血管的功能,为削薄皮瓣的血管功能提供参考。此外,虽然显微削薄穿支皮瓣可弥补其他方式在合并肥胖患者中的不足,但对于合并糖尿病等其他疾病的患者来说,其血管弹性较差,穿支解剖难度较高,术者需做好术前探查及术中精确操作^[41],另外特殊形式穿支皮瓣的抗感染能力仍需进一步探究。四肢软组织缺损修复方式逐渐增多,但单独使用存在局限,联合治疗在临床中的作用逐渐凸显。对于下肢大面积皮肤软组织损伤且伴有创面感染、骨关节外露等的患者来说,为控制创面感染情况需长时间的全身应用抗生素、换药及清创进而再进行后续的皮瓣修复,但上述操作耗时耗力,患者可能因为换药痛苦引发应激反应进而再次导致感染的发生^[42]。为避免上述情况的发生,有研究将封闭负压引流技术(VSD)与带蒂穿支皮瓣联合对臀部压疮患者进行治疗,结果显示,VSD 的应用显著降低了患者术中出血量、缩短了手术时间^[43]。由此可见,联合治疗可有效提升疗效及治疗安全性,在后续的四肢软组织缺损修复中或可考虑采用特殊形式穿支皮瓣联合其他方式进行治疗。

综上,随着医疗水平的提升及科学技术的发展,四肢软组织缺损修复的方式逐渐增多,特殊形式穿支皮瓣在临床中的应用多与微环境干预、细胞因子等方式相结合,实现了四肢软组织缺损的精准修复,在四肢损伤修复中取得巨大进展。但现阶段更需对已有的特殊形式穿支皮瓣应用进行优化,突破供区功能保护、显微吻合等技术瓶颈,以达到最大程度上降低供区损伤程度及修复重建受区,为四肢软组织缺损的修复提供新思路。

参考文献

- [1] Shen H, Zhao Z, Liu J, et al. The application value of early postoperative pain management (EPPM) combined with skin temperature monitoring (STM) after flap repair of soft tissue defects in the lower limbs: a non-randomized controlled trial [J]. *Ann Palliat Med*, 2022, 11(3): 1068-1076. DOI: 10.21037/apm-22-161.
- [2] Mo Z, Zheng Y, Liang J, et al. The clinical application of arterialized venous flaps in repairing large area of soft tissue defects of extremities [J]. *Acta Chir Belg*, 2023, 123(6): 666-672. DOI: 10.1080/00015458.2022.2143060.

[3] 郑良军,郭翱,黄振宇,等. 四肢大面积皮肤软组织缺损的修复方案[J]. 中华整形外科杂志,2021,37(4):423-429. DOI:10.3760/cma.j.cn114453-20200413-00218.

[4] 欧阳容兰,刘江涛,王一勇,等. 胫后动脉穿支皮瓣与吻合皮下静脉的带蒂皮瓣对四肢皮肤及软组织缺损的应用效果对比[J]. 现代生物医学进展,2024,24(12):2284-2287,2322. DOI:10.13241/j.cnki.pmb.2024.12.015.

[5] Smith I, Shekouhi R, Mardourian M, et al. Thin profunda artery perforator flap for hand and upper extremity coverage[J]. Hand Clin, 2024,40(2):189-198. DOI: 10.1016/j.hcl.2023.10.002.

[6] 朱国明,刘流,徐朝. 游离旋髂浅动脉穿支皮瓣修复四肢皮肤软组织缺损的疗效观察[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2023,38(6):653-655. DOI:10.7531/j.issn.1672-9935.2023.06.026.

[7] 唐举玉. 特殊形式穿支皮瓣及其衍生术式的分型与命名[J]. 中华显微外科杂志,2021,44(3):245-254. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20210530-00193.

[8] Hammond JB, Teven CM, Flug JA, et al. The chimeric gracilis and profunda artery perforator flap: Characterizing this novel flap configuration with angiography and a cadaveric model[J]. J Reconstr Microsurg, 2021,37(7):617-621. DOI: 10.1055/s-0041-1723824.

[9] 周树萍,李士民,石英光,等. 并联组合血流桥接穿支皮瓣治疗伴血运障碍肢体环形热压伤的临床效果[J]. 中华烧伤与创面修复杂志,2024,40(7):665-672. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20231201-00222.

[10] 曾德庆,江吉勇,李培,等. 游离桡动脉联合穿支皮瓣修复手指较大皮肤软组织缺损[J]. 实用手外科杂志,2020,34(1):30-32,87. DOI:10.3969/j.issn.1671-2722.2020.01.010.

[11] 梁晓宗,王昌义,李曼丹,等. 游离显微削薄旋髂浅动脉穿支皮瓣修复手足部软组织缺损[J]. 中华手外科杂志,2022,38(6):534-536. DOI:10.3760/cma.j.cn311653-20220303-00054.

[12] Xu ZB, Dai GG, Sun ZY, et al. Application of antibiotic bone cement combined with lobulated perforator flap based on descending branch of the lateral circumflex femoral artery in treatment of infected traumatic tissue defects of foot [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2024,25(1):673. DOI: 10.1186/s12891-024-07810-6.

[13] 程琳,刘先奇,杜伟力,等. 嵌合穿支皮瓣修复骨或内固定外露创面及骨髓炎创面的临床效果[J]. 中华烧伤与创面修复杂志,2024,40(7):643-649. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20231120-00198.

[14] 陈黎明,刘毅,张诚,等. 带肌瓣的嵌合穿支皮瓣修复合并深部死腔的难愈性创面[J]. 中华整形外科杂志,2020,36(3):279-283. DOI:10.3760/cma.j.cn114453-20190605-00176.

[15] 潘丁,唐举玉,俞芳,等. 游离桡侧副动脉嵌合穿支皮瓣修复踇甲瓣供区复合组织缺损[J]. 中国修复重建外科杂志,2022,36(2):254-256.

[16] 李海,邓呈亮,肖顺娥,等. 红外热成像仪辅助穿支定位的旋股外侧嵌合皮瓣在四肢关节复合组织缺损中的立体修复策略[J]. 中华手外科杂志,2024,40(4):325-329. DOI: 10.3760/cma.j.cn311653-20240124-00029.

[17] 唐举玉. 特殊形式穿支皮瓣系列教程(一)——血流桥接穿支皮瓣[J]. 中华显微外科杂志,2022,45(4):476-480. DOI:10.3760/cma.j.cn441206-20220629-00134.

[18] 韦卫甲,蔡明,廖海浪. 游离修薄股前外侧血流桥接穿支皮瓣修复四肢 Gustilo III C 型损伤 34 例[J]. 安徽医药,2020,24(6):1206-1208,前插 5. DOI:10.3969/j.issn.1009-6469.2020.06.037.

[19] 胡志强,葛华平. 旋股外侧穿支皮瓣桥接血管移植修复复杂前足损伤[J]. 临床骨科杂志,2017,20(6):691-693,697. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2017.06.019.

[20] 柳志锦,巨积辉,周荣,等. 带阔筋膜血流桥接型股前外侧穿支皮瓣修复伴伸肌腱缺损的手、足背侧创面[J]. 中华创伤杂志,2021,37(10):894-899. DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20210326-00204.

[21] Song R, Ling Y, Wang G, et al. One-stage reconstruction of the nose. The island frontal flap and the "conjoined" frontal flap[J]. Clin Plast Surg, 1982,9(1):37-44.

[22] 王伟,周征兵,程冬冬,等. 联合体股前外侧穿支皮瓣修复足踝部大面积软组织缺损[J]. 中国修复重建外科杂志,2022,36(9):1178-1180.

[23] 张小东,魏义涛,周杰,等. 联合体尺动脉穿支皮瓣在多指毁损伤修复中的临床应用[J]. 中华整形外科杂志,2020,36(3):270-278. DOI:10.3760/cma.j.cnZHXXWKZZ-2018-0604-00078.

[24] 吴攀峰,黄承雄,卿黎明,等. 联合体穿支皮瓣游离移植修复四肢环形皮肤软组织缺损[J]. 中华手外科杂志,2021,37(5):325-328. DOI:10.3760/cma.j.cn311653-20201117-00373.

[25] 周健,郑玉岑,陈伟,等. 以旋股外侧动脉穿支和旋髂浅动脉穿支供血的联合体穿支皮瓣修复儿童四肢创面[J]. 中华显微外科杂志,2024,47(6):620-624. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20240129-00031.

[26] Bokset MI, Söderman M, Thomsen JB, et al. Reconstruction of a knee defect in a morbidly obese patient with a pedicled reverse anterolateral thigh flap [J]. BMJ Case Rep, 2022,15(7):e249365. DOI: 10.1136/ber-2022-249365.

[27] Shi Y, Xu Y, Zhu Y, et al. Microsurgical anterolateral thigh flap for reconstruction of extremity soft tissue defects in pediatric patients[J]. Ann Plast Surg, 2022,89(2):185-190. DOI: 10.1097/SAP.0000000000003236.

[28] 余少校,周望高,陈国荣,等. 显微削薄腓动脉穿支皮瓣修复手指背侧软组织缺损[J]. 中华显微外科杂志,2022,45(6):617-621. DOI:10.3760/cma.j.cn441206-20220411-00071.

[29] 聂开瑜,常树森,魏在荣,等. 旋股外侧动脉降支穿支皮瓣显微削薄的临床应用[J]. 中国临床解剖学杂志,2017,35(1):90-93. DOI:10.13418/j.issn.1001-165x.2017.01.018.

[30] 喻田,兰荣玉,江吉勇,等. 显微削薄腹壁下动脉穿支皮瓣修复肢体皮肤软组织缺损[J]. 创伤外科杂志,2021,23(6):420-422,440. DOI:10.3969/j.issn.1009-4237.2021.06.005.

[31] 丁桂友,李文涛,唐阳平,等. 游离股前外侧分叶穿支皮瓣修复四肢复杂创面[J]. 临床骨科杂志,2024,27(5):625. DOI:10.3969/j.issn.1008-0287.2024.05.006.

[32] 罗翔,杨克勤,韦平欧,等. 增强现实技术导航辅助设计分叶股前外侧穿支皮瓣修复四肢软组织缺损 8 例[J]. 中华显微外科杂志,2024,47(1):28-33. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20230927-00043.

(下转 1152 页)

[39] Ray A, Bhati T, Arora R, et al. Progesterone-mediated immunoregulation of cytokine signaling by miRNA-133a and 101-3p in Chlamydia trachomatis-associated recurrent spontaneous abortion [J]. *Mol Immunol*, 2023, 164: 47-57. DOI: 10.1016/j.molimm.2023.10.012.

[40] Wu XM, Li YX, Zheng HS, et al. The effect and mechanism of low-molecular-weight heparin on the decidualization of stromal cells in early pregnancy [J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2024, 37(1): 2294701. DOI: 10.1080/14767058.2023.2294701.

[41] Kang X, Chen W, Hong S, et al. Hydroxychloroquine for preventing hypertensive pregnancy disorders in recurrent spontaneous abortion: A retrospective cohort study in a single referral center [J]. *Eur J Med Res*, 2025, 30(1): 307. DOI: 10.1186/s40001-025-02549-9.

[42] Jin B, Ding X, Dai J, et al. Deciphering decidual deficiencies in recurrent spontaneous abortion and the therapeutic potential of mesenchymal stem cells at single-cell resolution [J]. *Stem Cell Res Ther*, 2024, 15(1): 228. DOI: 10.1186/s13287-024-03854-6.

[43] Zhang D, Lin Y, Li Y, et al. Mesenchymal stem cells enhance Treg immunosuppressive function at the fetal-maternal interface [J]. *J Reprod Immunol*, 2021, 148: 103366. DOI: 10.1016/j.jri.2021.103366.

[44] Wang L, Yin Z, Shen Y, et al. Targeting decidual CD16(+) immune cells with exosome-based glucocorticoid nanoparticles for miscarriage [J]. *Adv Sci (Weinh)*, 2024, 2024: e2406370. DOI: 10.1002/advs.202406370.

[45] Du L, Deng W, Zeng S, et al. Single-cell transcriptome analysis reveals defective decidual stromal niche attributes to recurrent spontaneous abortion [J]. *Cell Prolif*, 2021, 54(11): e13125. DOI: 10.1111/cpr.13125.

(收稿日期:2025-05-13)

(上接 1146 页)

[33] Dong KX, Zhou Y, Cheng YY, et al. Clinical application of digital technology in the use of anterolateral thigh lobulated perforator flaps to repair complex soft tissue defects of the limbs [J]. *Burns Trauma*, 2024, 12:tkae011. DOI: 10.1093/burnst/tkae011.

[34] 战杰,孙鹏,吴锦生,等. 分叶股前外侧穿支皮瓣在四肢软组织缺损修复中的应用 [J]. *中国临床解剖学杂志*, 2024, 42(5): 564-569. DOI:10.13418/j.issn.1001-165x.2024.5.13.

[35] 郭鹏飞,王旭,魏爱周,等. 基于供区保护理念的游离股前外侧分叶穿支皮瓣在头部电烧伤创面修复中的临床应用效果 [J]. *中华烧伤与创面修复杂志*, 2022, 38(1): 77-80. DOI:10.3760/cma.j.cn501120-20201111-00470.

[36] 卿黎明,贺继强,唐举玉,等. 旋股外侧动脉降支穿支皮瓣供区直接闭合的可靠切取宽度及其影响因素分析 [J]. *中华显微外科杂志*, 2017, 40(2): 114-117. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-2036.2017.02.003.

[37] 董书男,刘承伟,江吉勇,等. 趾腓侧分叶穿支皮瓣拆分移植修复多发指端缺损 [J]. *中华显微外科杂志*, 2024, 47(1): 44-47. DOI:10.3760/cma.j.cn441206-20231102-00066.

[38] 俞芳,唐举玉,吴攀峰,等. 桡侧副动脉分叶穿支皮瓣在手部创面修复中的应用 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2019, 33(6): 721-725. DOI:10.7507/1002-1892.201902005.

[39] 唐举玉,贺继强,吴攀峰,等. 股前外侧分叶-嵌合穿支皮瓣在四肢复杂创伤修复中的应用 [J]. *中华显微外科杂志*, 2020, 43(4): 326-330. DOI:10.3760/cma.j.cn441206-20190309-00089.

[40] 杜伟力,熊枫,车可心,等. 多种特殊形式旋股外侧动脉降支穿支皮瓣修复腕部高压电烧伤创面的临床效果 [J]. *中华烧伤与创面修复杂志*, 2025, 41(1): 18-27. DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20240930-00365.

[41] 蒋玲丽,李海,魏在荣,等. 股前外侧嵌合穿支皮瓣修复糖尿病足溃疡创面 [J]. *中华显微外科杂志*, 2021, 44(2): 141-145. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20200813-00320.

[42] Sui X, Khan UZ, Qing L, et al. The free chimeric medial sural artery perforator flap for individualised and three-dimensional reconstruction of complex soft-tissue defects in extremities [J]. *Int Wound J*, 2023, 20(7): 2679-2687. DOI: 10.1111/iwj.14142.

[43] 穆泽兰,张键,顾媛,等. 自由设计的带蒂穿支皮瓣结合负压封闭引流术修复臀部压疮的临床效果 [J]. *中华医学美容美容杂志*, 2025, 31(2): 115-119. DOI: 10.3760/cma.j.cn114657-20241031-00165.

(收稿日期:2025-06-13)