

·综述·

负压伤口疗法在游离皮瓣移植手术中的应用研究进展

邓雅萍 邓呈亮

遵义医科大学附属医院烧伤整形外科, 遵义 563003

通信作者: 邓呈亮, Email: cheliadeng@sina.com

【摘要】 负压伤口疗法(NPWT)是一种利用持续性真空负压管理创面的方法,被广泛用于各种创面的治疗。局部应用NPWT技术可清除创面渗出物,减少细菌感染,刺激血管和肉芽组织形成等,为游离皮瓣移植提供良好的基底。然而,对于游离皮瓣移植术后是否行NPWT存在争议。研究表明,NPWT联合游离皮瓣移植治疗具有促进创面愈合、减少并发症的作用;在皮瓣供区创面使用NPWT可以减小创面张力,促进创面愈合,还能改善色素沉着。该文对NPWT在游离皮瓣移植术中的临床应用相关文献进行总结,为两者的联合应用提供理论依据。

【关键词】 负压伤口疗法; 外科皮瓣; 手术后并发症; 创面修复

基金项目: 贵州省科技计划重点项目[黔科合基础-ZK(2021)重点 011]; 省部共建协同创新中心项目[教科技厅函(2020)39号]

Research advances on the application of negative pressure wound therapy in free flap transplantation surgery

Deng Yaping, Deng Chengliang

Department of Burns and Plastic Surgery, Affiliated Hospital of Zunyi Medical University, Zunyi 563003, China

Corresponding author: Deng Chengliang, Email: cheliadeng@sina.com

【Abstract】 Negative pressure wound therapy (NPWT) is a therapy that utilizes continuous vacuum negative pressure to manage wounds, and it is commonly employed in treating various wounds. The local application of NPWT technology is helpful in removing wound exudate, decreasing bacterial infection, and stimulating the formation of blood vessels and granulation tissue, thus providing a good base for free flap transplantation. However, there is controversy over whether NPWT should be performed after free flap

transplantation. Researches showed that NPWT combined with free flap transplantation could promote wound healing and reduce complications. Additionally, applying NPWT in the wounds of flap donor areas can decrease wound tension, promote wound healing, and improve pigmentation. This paper aims to review literature related to the clinical use of NPWT in free flap transplantation, providing a theoretical basis for their combined application.

【Key words】 Negative-pressure wound therapy; Surgical flaps; Postoperative complications; Wound repair

Fund program: Key Project of Guizhou Provincial Science and Technology Plan of China (No. ZK2021-011); Collaborative Innovation Center of Chinese Ministry of Education (No. 2020-39)

皮瓣是带有血管蒂的皮肤组织^[1]。随着显微外科的发展,皮瓣游离移植已成为修复复杂创面的主要方法之一^[2]。游离皮瓣的成活率高达90%~95%^[3],但游离皮瓣移植后并发症的发生率波动在0~69%之间^[4,5],主要并发症包括皮瓣感染、皮瓣下积血、皮瓣部分坏死、创缘不愈合等^[3,5]。并发症的发生可导致患者住院时间延长、住院费用增加,甚至缺失部分皮瓣组织,需要二次手术^[6]。因此,如何减少游离皮瓣移植后的并发症已成为当前临床研究的热点。

NPWT也被称为真空辅助闭合、真空密封引流或负压引流^[4],是1997年开始应用和推广的一种使用持续性真空负压来管理创面的方法^[7-8],目前已被广泛应用于各种创面的治疗^[9-10]。NPWT的治疗作用包括清除渗出物和减轻间质水肿,增加血流量,以及通过机械宏观形变和生物微观应变,刺激血管生成和肉芽组织形成,降低细菌负荷^[7,10-11]。近年来,陆续有文献报道NPWT联合游离皮瓣移植可提高游离皮瓣的成活率,减少并发症的发生。然而,NPWT的应用可能会压迫游离皮瓣的血管吻合口,且影响术后皮瓣血

DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20231106-00181

本文引用格式: 邓雅萍, 邓呈亮. 负压伤口疗法在游离皮瓣移植手术中的应用研究进展[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2024, 40(9): 885-890. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20231106-00181.

Deng YP, Deng CL. Research advances on the application of negative pressure wound therapy in free flap transplantation surgery[J]. Chin J Burns Wounds, 2024, 40(9): 885-890. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20231106-00181.



运的观察。本文旨在总结 NPWT 在游离皮瓣移植手术中的临床应用及存在的问题,为 NPWT 辅助游离皮瓣移植提供理论依据。

1 NPWT 在游离皮瓣移植术前的应用

在游离皮瓣移植前,NPWT 主要是用于对创面床的准备。对于污染严重、存在大量坏死组织或细菌含量较高的创面,将无法行游离皮瓣移植修复^[12]。因此,针对此类创面,清创后局部应用 NPWT 是重要的一步。

在游离皮瓣移植前局部应用 NPWT 具有以下优势。(1) NPWT 通过持续的低负压吸引,降低创面内的炎症介质和细菌负荷,从而减少感染风险,促进创面愈合。Wang 等^[13]的研究显示,相较于直接进行皮瓣移植的患者,先行 NPWT 治疗能显著降低患者血液中的 IL-8、TNF 和 LPS 水平,进而提高皮瓣的成活率并减少并发症发生。刘勇等^[14]进一步证实皮瓣移植术前接受 NPWT 治疗的治疗组患者皮瓣成活率和治疗总有效率均明显提高,创面愈合时间及住院时间缩短,创面感染发生率和瘢痕评分也显著低于仅接受皮瓣移植的对照组患者。此外,治疗组患者经 NPWT 治疗 5 d 后血液内 TNF- α 、IL-6 和 C 反应蛋白水平亦低于对照组。(2) NPWT 能够促进创面周围血管扩张和血液循环,增加组织的氧合,为创面提供必要的营养和氧气,改善血液供应。NPWT 还可以减少创面及其周围组织的水肿,促进肉芽组织生长,为后续皮瓣移植提供最佳的基底条件。林传东^[15]观察了 60 例创伤性大面积软组织缺损患者,比较常规消毒后直接行皮瓣移植与行 NPWT 治疗后再行皮瓣移植的效果。结果显示,NPWT 治疗后再行皮瓣移植的患者血清炎症指标水平降低,创面组织中 VEGF 和碱性 FGF 水平升高,创面血流量增加,肉芽组织生长改善,创面愈合时间缩短,且皮瓣成活率显著提高。(3) NPWT 可作为临时封闭创面的方法,在创面无法立即进行皮瓣移植的情况下,提供一个无菌的创面环境,减少创面感染风险。通过改善创面条件,NPWT 还可以提高后续皮瓣移植的成功率,减少并发症的发生。对于无法直接进行 I 期闭合的烧伤和骨折创面,NPWT 能够临时覆盖创面,有助于促进血管化肉芽组织形成,减少感染风险,同时为后续皮瓣移植提供理想的创面条件^[16]。NPWT 还能够延迟游离皮瓣移植手术,以优化血流灌注,提高创面愈合率^[12,17]。由于 NPWT 有助于保留更多的创面组织,使得覆盖创面所需皮瓣更少,能降低游离皮瓣移植手术的复杂性和并发症发生的风险^[18]。综上所述,NPWT 在游离皮瓣移植前的局部应用具有明显的优势,治疗效果好,行 NPWT 治疗后开展手术的成功率高。

2 NPWT 在游离皮瓣移植术后的应用

游离皮瓣与创面基底嵌合不紧密、无效腔形成、皮瓣移植术后使用抗凝药物等,是皮瓣下血肿形成的主要原因,而血肿形成后易继发皮瓣感染,导致创面不愈合等^[19]。文献报道皮瓣下血肿和皮瓣感染是游离皮瓣移植术后较常见的

并发症,严重者甚至需要再次手术^[5]。NPWT 可减少游离皮瓣移植术后并发症的发生。

2.1 NPWT 可减轻炎症和感染

感染创面采用皮瓣修复后可能存在再次感染和皮瓣坏死的潜在风险。Kurlander 等^[20]报道了 1 例 III 级胫骨骨折患者使用游离肌皮瓣覆盖后遭受假单胞菌感染而导致创面愈合不良,应用 NPWT 后,术后创面感染得到有效控制,皮瓣完全成活,创面得到有效修复。在游离皮瓣移植中,皮瓣会经历缺血/再灌注损伤,缺血/再灌注损伤伴随的炎症反应可导致组织损伤^[21],不利于创面修复。Eisenhardt 等^[21]将 30 例行游离皮瓣移植患者分为实验组(15 例)和对照组(15 例),在实验组患者皮瓣上使用 NPWT 治疗,对照组患者不使用 NPWT 治疗,观察 2 组患者皮瓣组织炎症相关指标。结果显示,与对照组相比,实验组患者皮瓣组织中 CD68b 标记的巨噬细胞浸润数量显著减少,IL-1 β 和 TNF- α 的表达显著降低,炎症反应导致的游离皮瓣组织损伤减轻,创面愈合良好。

2.2 NPWT 可减轻皮瓣肿胀和改善皮瓣血流灌注

游离皮瓣移植术后皮瓣肿胀是常见的临床现象,一直困扰临床医师及患者。一项研究比较了 NPWT 和传统纱布覆盖皮瓣的效果,结果显示 NPWT 组患者游离皮瓣血流增加,皮瓣肿胀程度减轻^[9]。2010 年,Eisenhardt 等^[22]也观察到了相似的情况,对创伤后下肢皮肤软组织缺损的患者应用游离皮瓣,结果显示,与采用传统敷料相比,皮瓣上应用 NPWT 的患者皮瓣水肿明显减轻,皮瓣血流灌注得到改善,同时患者舒适度增加。Chim 等^[23]表示 NPWT 的负压使创面床环境发生改变,可以移除多余的积液,减少术后皮瓣水肿的发生。他们还观察到术后使用 NPWT 的患者皮瓣厚度 $[(6.4\pm 6.4)\text{mm}]$ 显著低于未使用 NPWT 的患者 $[(29.6\pm 13.5)\text{mm}]$, $P<0.05$ 。Kuenlen 等^[24]采用激光多普勒血流仪、三维扫描等方法,评估了 26 例下肢皮肤软组织缺损重建患者术后 14 d 皮瓣水肿情况,结果显示皮瓣移植术后应用 NPWT 的患者皮瓣动、静脉血流量均增加,微循环得到改善,间质水肿减轻;应用 NPWT 的患者术后 5 d 皮瓣体积较未应用 NPWT 的患者显著减小,外观更佳。

2.3 NPWT 可增加皮瓣嵌合及减少无效腔形成

为促进皮瓣与创面床的紧密嵌合、提高皮瓣移植率和降低并发症发生率,研究者在 105 例患者移植皮瓣上使用 NPWT,其中 102 例患者皮瓣成活,并发症发生率低(仅为 5.7%),证实 NPWT 的使用可提高皮瓣的嵌合率^[4]。Bi 等^[17]研究结果显示,NPWT 可促进皮瓣与创面基底床的附着,认为 NPWT 可取代传统敷料作为新的皮瓣覆盖敷料。NPWT 的另一优势是相对固定作用,在四肢创面修复中可减少夹板的使用,改善患肢活动,从而减少肢体僵硬等并发症的发生。研究显示,与使用常规敷料相比,使用 NPWT 的患肢不需要使用弹性绷带和掌侧夹板固定,有利于患者早期活动,改善术后早期手部功能^[25]。皮瓣移植后持续性无效腔是复杂创面重建常遇到的挑战^[26]。Naalla 等^[26]回顾了 9 例复杂

创面行皮瓣移植联合 NPWT 治疗的效果,结果显示应用 NPWT 可减少无效腔的形成,同时降低手术部位感染和创面裂开的发生率。

2.4 NPWT 可减轻皮瓣静脉充血

皮瓣静脉充血是皮瓣移植术后常见的并发症,严重者可发展为静脉危象,影响皮瓣成活^[27]。NPWT 可作为一种挽救静脉充血皮瓣的有效方法。Yu 等^[4]对发生静脉充血的 17 例患者的游离皮瓣使用 NPWT 进行挽救性治疗,结果显示 17 例患者皮瓣均完全成活。Vaienti 等^[28]也报道了相似的结果,相较于治疗效果未明确的水蛭疗法,他们利用 NPWT 直接引流液体等优势,成功挽救了 4 例患者静脉充血的皮瓣。有研究者报道了 1 例 86 岁患者皮瓣远端出现静脉充血,在使用肝素浸润的纱布治疗无效后,改用 NPWT 治疗挽救皮瓣,拆除 NPWT 后 1 个月,皮瓣成活且创面愈合良好^[29]。Seo 等^[30]表示由于移植皮瓣内组织间隙压力变化而形成的组织梯度压力增加而导致皮瓣静脉充血时, NPWT 是一种安全的治疗方式。他们报道了 1 例右手掌挛缩患者行手术松解联合游离皮瓣移植后出现严重的皮瓣静脉充血情况,在切除部分闭塞静脉并采用医用水蛭治疗均无效后,使用 NPWT 治疗,72 h 后静脉充血基本改善,皮瓣完全成活。Qiu 等^[31]对 5 例行游离皮瓣移植术后出现静脉充血的 5 例患者行 NPWT 治疗, NPWT 治疗期间未出现任何并发症,所有皮瓣最终均成活。他们表示相对于其他治疗皮瓣静脉充血的方法,如应用低分子肝素、医用水蛭和间歇性针刺疗法,使用 NPWT 治疗皮瓣静脉充血后由于体液丢失需要输血的情况较少发生。在排除类似于压迫等机械性原因导致的静脉充血中, NPWT 可能是一种安全且有效的皮瓣挽救方法,它有助于减少皮瓣组织积液等并发症,改善创面床组织的新生血管形成^[32]。因此,在临床上当皮瓣存在静脉充血时, NPWT 是一种简单且有效的治疗方法。

2.5 NPWT 的参数设置

不同的研究者在游离皮瓣上应用的 NPWT 的负压值和模式有所不同。大部分研究者采用的是,沿着皮瓣缝合边缘覆盖纱布或凡士林后放置海绵,将几乎整个皮瓣作为观察窗以便观察,负压设置在 -125 mmHg ($1\text{ mmHg}=0.133\text{ kPa}$),使用连续抽吸模式,5~7 d 后拆除负压装置^[9,17,21,24,33-34]。在一项有关糖尿病足创面的研究中,考虑到过大的负压可能会导致包括血管在内的软组织损伤,因此研究者在行皮瓣移植治疗后应用低压力(-75 mmHg)持续模式的 NPWT 来保证皮瓣的安全性^[35]。Chen 等^[8]考虑到负压导致泡沫海绵塌陷时,可能会对血管蒂造成压迫,因此用海绵避开血管蒂“U”字形覆盖皮瓣边缘,同时采用间歇式 NPWT(负压吸引 5 min、暂停 2 min),负压值设置为 -100 mmHg 。Quintero 等^[33]将 NPWT 作为皮瓣手术的补救措施,5 例患者采用持续模式,4 例患者采用间歇模式,负压为 $-125\sim-50\text{ mmHg}$,结果显示采用 2 种模式的患者最终皮瓣存活情况没有显著差异。目前研究者对于 NPWT 的最佳负压值存在争议,低于 -25 mmHg 会减少创面渗液的排出,减少毒素排出和细胞形

变,而高于 -500 mmHg 则导致组织形变过度,局部血流灌注减少,这些均不利于肉芽组织形成^[36]。与低负压(-25 mmHg)和高负压(-500 mmHg)相比, -125 mmHg 可能是最佳负压。综上,不同类型的创面条件和皮瓣修复情况应采用不同参数的 NPWT,在确保皮瓣血运情况下可根据情况选择合适的 NPWT 参数。

2.6 NPWT 对游离皮瓣供区创面的作用

移植游离皮瓣后,供区创面愈合也是一个巨大的挑战。研究表明,过度张力下进行供瓣区创面的 I 期缝合可能会导致许多并发症,包括缝合口裂开、皮肤坏死、血清肿和感染等^[37]。因 NPWT 具有加速创面愈合和减少张力的优势^[10],不少学者开始关注 NPWT 在供瓣区创面中的应用^[38]。Munro 等^[10]研究显示,与采用常规术后敷料相比,采用 NPWT 处理腹壁下动脉穿支(deep inferior epigastric perforator, DIEP)皮瓣供区创面,可减少供区创面感染和血清肿形成。为解决游离深动脉穿支皮瓣供区切口美学问题,Hsiao 等^[38]探讨了 NPWT 在游离皮瓣供区高张力切口中的作用机制,结果表明,负压不仅可以减轻切口张力,维持组织强度,还提高了内皮细胞和血管平滑肌细胞标志物(CD31 和 α 平滑肌肌动蛋白)的表达,促进闭合创面中的血管生成,同时减轻炎症细胞的浸润,增加胶原沉积。此外,淋巴管在创面愈合中起着重要作用,有研究表明 NPWT 可通过诱导创面 VEGF 的生成,上调淋巴管内皮透明质酸受体-1 的表达,从而诱导淋巴管生成,促进创面愈合^[39]。在一项小型研究中,研究者观察到 NPWT 用于 DIEP 皮瓣供区切口可以有效改善供区瘢痕形成和色素沉着,增加血管生成和改善皮肤组织的柔韧性,是治疗 DIEP 皮瓣供区切口的有效辅助方式^[40]。总的来说, NPWT 对游离皮瓣供区创面愈合具有一定辅助作用。

3 NPWT 联合游离皮瓣移植面临的挑战

近十几年来,尽管 NPWT 联合游离皮瓣在临床各种类型创面治疗中的应用,取得了不错的效果,但是临床医师对 NPWT 直接应用于皮瓣仍然存在一些顾虑,主要原因是应用 NPWT 不利于游离皮瓣血运的监测和对新吻合血管的影响^[41]。

研究表明,不适当地使用 NPWT 可能导致创面渗出液的积聚,从而引起创缘组织软化,过高的负压可导致皮瓣受到的压力过大,甚至导致皮瓣坏死^[7]。此外,相对高的负压会导致游离皮瓣的血管蒂及皮下区域的微循环受到压迫,导致动脉供血不足,继而造成皮瓣不可逆性缺血的风险增加^[42]。因此,尽管 NPWT 在治疗复杂创面中有其潜力,但在动脉供血不足的情况下,则不建议使用 NPWT^[43]。NPWT 对移植皮瓣及血管等的压迫可能也是大多数外科医师不推荐皮瓣移植术后立即在皮瓣上应用 NPWT 的主要原因。目前已有众多研究者致力于探讨解决这些问题的方法。Kim 和 Park^[34]采用在皮瓣区域使用透明膜作为窗口监测皮瓣颜色等变化,同时联合 CT 血管造影来监测皮瓣情况,以评估皮

瓣移植术后立即使用 NPWT 的安全性,结果显示这种即时监测皮瓣血运的方法是安全有效的。另有研究者应用 CT 血管造影技术检测 14 例糖尿病足患者行游离皮瓣移植术后即刻联合 NPWT 治疗皮瓣的血流情况,结果显示皮瓣下新吻合血管未受到明显压迫,血管直径、皮瓣成活率和并发症发生情况与仅行游离皮瓣移植的患者无显著差异,说明 NPWT 是一种安全的辅助技术,为游离皮瓣移植术后即刻联用 NPWT 的安全性提供了依据^[35]。Chien 等^[44]使用激光辅助的吲哚菁绿荧光血管造影对 8 个皮瓣使用 NPWT 前后的灌注情况进行评估,为 NPWT 联合皮瓣移植提供了新的实时血流灌注评估依据。另外一种针对皮瓣血流量检测的策略就是使用可置入的多普勒设备。有研究表明,与传统手段(直接观察皮瓣颜色、毛细血管充盈情况及手持式多普勒超声检测)相比,使用置入式多普勒探头可充分监测皮瓣血运,便于早期探查皮瓣内血管异常情况,提高皮瓣挽救成功率^[45]。综上所述,使用窗口观察和/或 CT 血管造影、激光辅助血管造影和置入多普勒设备等可提高游离皮瓣移植术后立即使用 NPWT 的安全性,但需要进一步研究和证实。值得注意的是,并非所有行游离皮瓣移植的患者都需要使用 NPWT。研究表明,污染严重的开放性创面、开放性外科创面、闭合性外科创面等都可以使用 NPWT^[46]。因此,在游离皮瓣移植手术前后,可根据创面污染情况、皮瓣成活情况、供区创面张力情况,以及患者的手术耐受性和经济能力,全面衡量是否在皮瓣移植术前和术后即刻及供瓣区创面使用 NPWT 治疗。

4 总结与展望

随着显微外科技术的迅速发展,吻合血管不再是难题,游离皮瓣移植得以广泛应用,如何减少游离皮瓣术后并发症是目前研究的重点。NPWT 可减轻皮瓣炎症和感染,减少皮瓣肿胀,改善皮瓣血流灌注,增加皮瓣嵌合,减少无效腔形成,可作为术后发生静脉危象的皮瓣的一种挽救手段。然而,游离皮瓣移植术后即刻应用 NPWT 影响皮瓣血运监测,可能压迫新血管吻合口。研究者们正在探索在游离皮瓣移植术后即刻应用 NPWT 的安全性和有效性^[47]。开窗观察皮瓣血运、低负压吸引、避免新血管吻合口受压、避免与血管或神经等直接接触是在游离皮瓣移植术后即刻应用 NPWT 的经验总结。随着先进医疗设备的开发,在血管吻合口应用可置入的多普勒超声等设备,加强对吻合口的血流监测,便于早期观测血管危象,将是未来在游离皮瓣移植术中应用 NPWT 的研究方向之一。此外,近年来材料学科领域快速发展,研发可感知皮瓣温度和血流供应的医用负压材料,根据皮瓣的血供自动调整负压大小也是 NPWT 未来的研究方向。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] Shimbo K, Kawamoto H, Koshima I. Muscle/

musculocutaneous versus fasciocutaneous free flap reconstruction in the lower extremity: a systematic review and meta-analysis[J]. *Microsurgery*, 2022, 42(8): 835-847. DOI:10.1002/micr.30961.

- [2] Langdell HC, Shammam RL, Atia A, et al. Vein grafts in free flap reconstruction: review of indications and institutional pearls[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2022, 149(3): 742-749. DOI: 10.1097/PRS.0000000000008856.
- [3] Schiltz D, Taeger CD, Biermann N, et al. Transcutaneous oxygen measurement using ratiometric fluorescence imaging as a valid method for monitoring free flap transplants[J]. *Clin Hemorheol Microcirc*, 2019, 73(1): 113-123. DOI:10.3233/CH-199225.
- [4] Yu P, Yu N, Yang X, et al. Clinical efficacy and safety of negative-pressure wound therapy on flaps: a systematic review[J]. *J Reconstr Microsurg*, 2017, 33(5): 358-366. DOI: 10.1055/s-0037-1599076.
- [5] Odorico SK, Reuter Muñoz K, J Nicksic P, et al. Surgical and demographic predictors of free flap salvage after takeback: a systematic review[J]. *Microsurgery*, 2023, 43(1): 78-88. DOI: 10.1002/micr.30921.
- [6] Koster I, Borgdorff MP, Jamaludin FS, et al. Strategies following free flap failure in lower extremity trauma: a systematic review[J]. *JPRAS Open*, 2023, 36: 94-104. DOI: 10.1016/j.jptra.2023.03.002.
- [7] Yuan K, Quah A, Hwee J, et al. Use of negative pressure wound therapy on locoregional flaps: a case-control study [J]. *J Wound Care*, 2023, 32(Sup4): S5-13. DOI: 10.12968/jowc.2023.32.Sup4.S5.
- [8] Chen CY, Kuo SM, Tarng YW, et al. Immediate application of negative pressure wound therapy following lower extremity flap reconstruction in sixteen patients[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 21158. DOI: 10.1038/s41598-021-00369-5.
- [9] Dornseifer U, Pfeiler PP, Kargl L, et al. Negative pressure wound therapy in free muscle flaps-risk or benefit? [J]. *J Reconstr Microsurg*, 2024, 40(3): 197-204. DOI: 10.1055/a-2110-0421.
- [10] Munro SP, Dearden A, Joseph M, et al. Reducing donor-site complications in DIEP flap breast reconstruction with closed incisional negative pressure therapy: a cost-benefit analysis[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2023, 78: 13-18. DOI: 10.1016/j.bjps.2022.08.003.
- [11] Liebman RM, Hanubal KS, Dziegielewski PT. Negative pressure wound therapy in the head and neck: a summary of uses and application techniques[J]. *Semin Plast Surg*, 2022, 37(1): 9-18. DOI: 10.1055/s-0042-1759562.
- [12] Morrow BT. Plastic surgery techniques for wound coverage [J]. *Surg Clin North Am*, 2020, 100(4): 733-740. DOI: 10.1016/j.suc.2020.05.005.
- [13] Wang Q, Zhang X, Sun W, et al. Clinical study on vacuum assisted closure combined with multiple flaps in the treatment of severe hand trauma[J]. *Pak J Med Sci*, 2022, 38(1): 248-253. DOI: 10.12669/pjms.38.1.4631.
- [14] 刘勇, 张志强, 刘大东. 负压封闭引流术联合游离皮瓣修复治疗急诊四肢软组织创伤的临床效果[J]. *临床医学研究与实践*, 2021, 6(24): 66-68. DOI: 10.19347/j.cnki.2096-1413.2021.24.022.
- [15] 林传东. VSD 联合游离皮瓣移植术对创伤性大面积软组织缺损的修复效果研究[J]. *中国医学创新*, 2021, 18(34): 82-85. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4985.2021.34.019.
- [16] Oshima J, Sasaki K, Aihara Y, et al. Combination of three

- different negative pressure wound therapy applications and free flap for open elbow joint injury with extensive burns[J]. *J Burn Care Res*, 2022, 43(2): 479-482. DOI: 10.1093/jbcr/irab228.
- [17] Bi H, Khan M, Li J, et al. Use of incisional negative pressure wound therapy in skin-containing free tissue transfer[J]. *J Reconstr Microsurg*, 2018, 34(3): 200-205. DOI: 10.1055/s-0037-1608621.
- [18] Schlatterer DR, Hirschfeld AG, Webb LX. Negative pressure wound therapy in grade III B tibial fractures: fewer infections and fewer flap procedures? [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2015, 473(5): 1802-1811. DOI: 10.1007/s11999-015-4140-1.
- [19] Hom DB, Ostrander BT. Reducing risks for local skin flap failure[J]. *Facial Plast Surg Clin North Am*, 2023, 31(2): 275-287. DOI: 10.1016/j.fsc.2023.01.006.
- [20] Kurlander DE, Swanson M, Wee C, et al. Flap plus sub-flap irrigation and negative pressure therapy for infected extremity wounds[J]. *Orthoplastic Surgery*, 2020, 1/2: 16-20. DOI: 10.1016/j.orthop.2020.10.002.
- [21] Eisenhardt SU, Schmidt Y, Thiele JR, et al. Negative pressure wound therapy reduces the ischaemia/reperfusion-associated inflammatory response in free muscle flaps[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2012, 65(5): 640-649. DOI: 10.1016/j.bjps.2011.11.037.
- [22] Eisenhardt SU, Momeni A, Iblher N, et al. The use of the vacuum-assisted closure in microsurgical reconstruction revisited: application in the reconstruction of the posttraumatic lower extremity[J]. *J Reconstr Microsurg*, 2010, 26(9): 615-622. DOI: 10.1055/s-0030-1267378.
- [23] Chim H, Zoghbi Y, Nugent AG, et al. Immediate application of vacuum assisted closure dressing over free muscle flaps in the lower extremity does not compromise flap survival and results in decreased flap thickness[J]. *Arch Plast Surg*, 2018, 45(1): 45-50. DOI: 10.5999/aps.2016.01977.
- [24] Kuenlen A, Waked K, Eisenburger M, et al. Influence of VAC therapy on perfusion and edema of gracilis flaps: prospective case-control study[J]. *Plast Reconstr Surg Glob Open*, 2023, 11(4): e4964. DOI: 10.1097/GOX.0000000000004964.
- [25] Shimada K, Ojima Y, Ida Y, et al. Negative-pressure wound therapy for donor-site closure in radial forearm free flap: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int Wound J*, 2022, 19(2): 316-325. DOI: 10.1111/iwj.13632.
- [26] Naalla R, Bhushan S, Abedin MU, et al. Closed incisional negative pressure wound therapy at flap suture line: an innovative approach for improving outcomes in suboptimal wound conditions[J]. *Indian J Plast Surg*, 2020, 53(1): 90-96. DOI: 10.1055/s-0040-1709528.
- [27] 余道江, 安璐, 陆蒋惠文, 等. 自由穿支血管组合皮瓣修复腹股沟及邻近部位恶性肿瘤扩大切除后皮肤软组织缺损[J]. *中华整形外科杂志*, 2022, 38(2): 169-175. DOI: 10.3760/cma.j.cn114453-20200303-00099.
- [28] Vaienti L, Gazzola R, Benanti E, et al. Failure by congestion of pedicled and free flaps for reconstruction of lower limbs after trauma: the role of negative-pressure wound therapy [J]. *J Orthop Traumatol*, 2013, 14(3): 213-217. DOI: 10.1007/s10195-013-0236-0.
- [29] Ardila MP, Gómez-Ortega V. Negative pressure wound therapy as an artificial leech to save a congestive flap: case report[J]. *Plast Reconstr Surg Glob Open*, 2022, 10(3): e4162. DOI: 10.1097/GOX.0000000000004162.
- [30] Seo BF, Kim KJ, Kim MK, et al. The effects of human keratinocyte coculture on human adipose-derived stem cells[J]. *Int Wound J*, 2016, 13(5): 630-635. DOI: 10.1111/iwj.12335.
- [31] Qiu SS, Hsu CC, Hanna SA, et al. Negative pressure wound therapy for the management of flaps with venous congestion [J]. *Microsurgery*, 2016, 36(6): 467-473. DOI: 10.1002/micr.30027.
- [32] Li ZY, Xie K, Li M, et al. The role of intermittent negative pressure wound therapy combined with a mesh incision in the salvage of perforator flaps with venous congestion[J]. *Asian J Surg*, 2021, 44(3): 592-593. DOI: 10.1016/j.asjsur.2020.12.033.
- [33] Quintero JI, Cárdenas LL, Achury AC, et al. Negative pressure wound therapy as a salvage procedure in venous congestion of microsurgical procedures[J]. *Plast Reconstr Surg Glob Open*, 2021, 9(8): e3725. DOI: 10.1097/GOX.0000000000003725.
- [34] Kim TH, Park JH. A novel negative pressure wound therapy (NPWT) monitoring system for postoperative flap management[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(44): e27671. DOI: 10.1097/MD.00000000000027671.
- [35] Park JH, Park JU. Flap monitoring with incisional negative pressure wound therapy (NPWT) in diabetic foot patients [J]. *Sci Rep*, 2022, 12(1): 15684. DOI: 10.1038/s41598-022-20088-9.
- [36] Agarwal P, Kukrele R, Sharma D. Vacuum assisted closure (VAC)/negative pressure wound therapy (NPWT) for difficult wounds: a review[J]. *J Clin Orthop Trauma*, 2019, 10(5): 845-848. DOI: 10.1016/j.jcot.2019.06.015.
- [37] Siegwart LC, Sieber L, Fischer S, et al. Influence of closed incision negative-pressure therapy on abdominal donor-site morbidity in microsurgical breast reconstruction[J]. *Microsurgery*, 2022, 42(1): 32-39. DOI: 10.1002/micr.30683.
- [38] Hsiao HY, Hsieh WC, Chang FC, et al. The effect of negative pressure on wound healing and regeneration in closed incisions under high tension: evidence from animal studies and clinical experience[J]. *J Clin Med*, 2022, 12(1): 106. DOI: 10.3390/jcm12010106.
- [39] Wu M, Liu Q, Yu Z, et al. Negative-pressure wound therapy induces lymphangiogenesis in murine diabetic wound healing[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2023, 151(4): 779-790. DOI: 10.1097/PRS.0000000000009997.
- [40] Fang CL, Changchien CH, Chen MS, et al. Closed incision negative pressure therapy following abdominoplasty after breast reconstruction with deep inferior epigastric perforator flaps[J]. *Int Wound J*, 2020, 17(2): 326-331. DOI: 10.1111/iwj.13273.
- [41] Marouf A, Mortada H, Khedr B, et al. Effectiveness and safety of immediate application of negative pressure wound therapy in head and neck free flap reconstruction: a systematic review[J]. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 2022, 60(8): 1005-1011. DOI: 10.1016/j.bjoms.2022.04.003.
- [42] Lim S, Lee DY, Kim B, et al. Devastating complication of negative pressure wound therapy after deep inferior epigastric perforator free flap surgery: a case report[J]. *World J Clin Cases*, 2023, 11(1): 143-149. DOI: 10.12998/wjcc.v11.i1.143.
- [43] Lance S, Harrison L, Orbay H, et al. Assessing safety of negative-pressure wound therapy over pedicled muscle

flaps: a retrospective review of gastrocnemius muscle flap [J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2016, 69(4):519-523. DOI: 10.1016/j.bjps.2015.11.010.

[44] Chien YC, Lin YH, Chen CC, et al. Compromised flap salvage with closed incision negative pressure therapy under real-time indocyanine green fluorescence assessment[J]. Ann Plast Surg, 2021, 86(2S Suppl 1):S96-101. DOI:10.1097/SAP.0000000000002653.

[45] Lenz Y, Gross R, Penna V, et al. Evaluation of the implantable Doppler probe for free flap monitoring in lower limb reconstruction[J]. J Reconstr Microsurg, 2018, 34(3): 218-226. DOI:10.1055/s-0037-1608628.

[46] Poteet SJ, Schulz SA, Povoski SP, et al. Negative pressure wound therapy: device design, indications, and the evidence supporting its use[J]. Expert Rev Med Devices, 2021, 18(2): 151-160. DOI:10.1080/17434440.2021.1882301.

[47] Berner JE, Will P, Geoghegan L, et al. Safety and effectiveness of negative pressure therapy on free flaps following lower limb reconstruction: a systematic review[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2021, 74(2):407-447. DOI:10.1016/j.bjps.2020.08.080.

(收稿日期:2023-11-06)

· 消息 ·

《组织工程与重建外科》杂志介绍

《组织工程与重建外科》杂志是由上海交通大学主管,上海交通大学医学院附属第九人民医院主办的组织工程学和整形、重建外科领域的专业学术期刊,双月刊,CN号:31-1946/R,ISSN号:1673-0364。

本刊由中华医学会整形外科学分会原主任委员、国家“973”首席科学家、组织工程国家工程中心主任曹谊林教授创刊并担任主编。2021年7月,上海交通大学医学院附属第九人民医院整复外科重建显微外科专科中心主任、瘢痕综合治疗专科主任、2018年美国显微重建外科学会 Godina Award 奖获得者章一新教授继任本刊主编。本刊创刊于2005年2月,系中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊),已被中国学术期刊综合评价数据库(CAJCED)、中国期刊全文数据库(CJFD)、万方数据—数字化期刊群收录期刊、中国知网、中文科技期刊数据库,以及美国化学文摘(CA)、日本科学技术振兴机构数据库(JST)等全文收录。

杂志官网:<http://www.qk.sjtu.edu.cn/jter>,点击首页右侧“作者中心”注册投稿。

地址:上海市黄浦区制造局路639号,上海交通大学医学院附属第九人民医院1号楼1913室;邮编:200011;电话:021-23271699-5602;邮箱:zsgcjk@aliyun.com。

《组织工程与重建外科》杂志编辑委员会

《中华烧伤与创面修复杂志》第六届编辑委员会通讯编委名单

按姓氏拼音排序

贲道锋	卞徽宁	曹永倩	晁生武	陈辉	陈婧	陈朗	陈铭锐	陈鹏	陈晓东
陈忠勇	程君涛	迟云飞	储国平	党永明	邓呈亮	狄海萍	丁国兵	丁若虹	董茂龙
段红杰	段鹏	樊东力	房贺	冯光	付忠华	郭毅斌	韩兆峰	侯春胜	胡德林
胡炯宇	胡骁骅	胡晓燕	黄红军	纪世召	江华	姜丽萍	姜玉峰	雷娜	黎宁
李东杰	李峰	李靖	李晓东	李晓鲁	梁钢	梁鹏飞	林才	林国安	林源
刘德伍	刘健	刘军	刘淑华	龙奕	卢长虹	鲁峰	吕开阳	吕强	马思远
牛轶雯	欧阳军	乔亮	覃凤均	邱学文	曲滨	任超	沈江涌	石继红	宋慧锋
苏海涛	苏永涛	孙勇	孙瑜	谭江琳	唐修俊	滕苗	田社民	涂家金	汪虹
汪洋	王爱萍	王德怀	王洪涛	王会军	王良喜	王爽	王献珍	王志永	温冰
邬佳敏	吴红	吴继炎	吴巍巍	吴祖煌	向飞	向军	谢举临	谢松涛	辛海明
许喜生	许学文	薛斌	杨建民	杨敏烈	杨薛康	姚明	姚兴伟	叶祥柏	易成刚
易南	于东宁	岳丽青	翟红军	詹日兴	张博	张东霞	张红艳	张菊芳	张玲娟
张庆红	张彦琦	张寅	张元海	张志	赵全	赵冉	赵雄	郑德义	郑东风
郑军	周国富	周俊峰	周琴	周万芳	朱峰	朱宇刚	祝筱梅	邹立津	邹晓防