

· 综述 ·

负压封闭引流技术在慢性创面中的治疗进展

刘璐, 糜颖(综述), 任静, 刘国印*(审校)

(南京医科大学金陵临床医学院骨科, 江苏南京 211103)

[摘要] 创面愈合是一个动态、有序、相互交错的生理过程, 易受各种内外因素影响破坏, 引发病理炎症反应, 最终导致慢性创面形成。随着全球老龄化问题的日益突出, 慢性创面在医学上已经成为一个常见难题。负压封闭引流(vacuum sealing drainage, VSD)技术为慢性创面的修复提供了新思路, 其安全性、实用性和有效性得到广大临床医师认可。近年来, 在VSD临床治疗的基础上做出了许多改进措施。在慢性创面的临床疗效方面, VSD联合超声治疗、氧疗、生长因子和富血小板血浆的治疗得到肯定。本文对VSD及其联合应用的研究进展进行综述。

[关键词] 伤口愈合; 慢性创面; 负压封闭引流

doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2025.03.019

[中图分类号] R64

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-3205(2025)03-0360-06

慢性创面是各种内外因素作用下形成的病理炎症反应, 经常规治疗干预后却不能在预期时间内完成生物学规律修复或完全愈合的创面^[1]。慢性创面病因复杂, 组织缺损坏死严重, 自我修复过程缓慢, 容易反复感染, 且极易反复。慢性创面一旦形成则不易正常愈合, 创面经久不愈, 会形成纤维板及细菌生物膜, 导致正常愈合过程延缓或停滞不前, 形成恶性循环。如果治疗不恰当, 慢性创面往往会经久不愈, 甚至会进一步恶化, 加重病情。此外, 慢性创面还会加重自身原发疾病, 患者不仅承受巨大痛苦, 还面临心理和经济压力, 甚至危及生命, 是医学研究的重点之一^[2]。因此, 有效促进慢性创面的软组织修复和愈合是当前临床工作的重点。负压封闭引流(vacuum sealing drainage, VSD)是在清创引流基础上的一种创面治疗方法, 已成为创面治疗的常见手段, 取得了确切的临床效果^[3]。2018年, JAMA杂志认为VSD是创面愈合的先进技术^[4]。2020年更新的创面负压疗法国际共识指南推荐VSD应用于各类感染和慢性创面^[5]。

1 VSD技术在慢性创面中的应用优势及作用机制

在慢性创面治疗领域, 清创引流方法被广泛认

为是最基本且重要的治疗策略之一。在此基础上, VSD技术应运而生, 其理论基础即为清创引流。VSD技术通过使用多孔泡沫材料和生物半透膜, 将原本开放的创面转化为闭合性创面。这种方法引入了间歇性或持续性的吸引机制, 从而实现了主动吸引引流的过程以及点状吸引向全方位吸引的转变。VSD技术可以被视为一种基于清创引流的创新疗法, 是创面敷料材料创新与负压引流相结合而发展出适用于急性、慢性以及感染创面的高效治疗方案。通过这种方式, VSD技术不仅有效促进了肉芽组织的生长, 还加快了创面上皮的愈合速度^[6]。

VSD技术可通过多种作用机制促进慢性创面愈合: ①通过宏形变的方式来缩小外延, 实现对创面的治疗作用^[7]。Torbrand等^[7]研究表明, 在猪的创面模型中使用80 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)的VSD技术可以达到85%的最大伤口聚拢收缩面积, 同时创面周围的侧向应变减少, 不仅可以增强创面周围组织的收缩能力, 还能提高创面部位的抗张力强度。②保持创面湿润环境, 清除渗出物和坏死组织^[8]。VSD不仅可以起到临时皮肤屏障的作用, 保持创面的密闭湿润状态, 还能够提供全方位、更广泛的引流通道, 有效填充所有创面腔隙, 避免液体积聚及引流失效。通过负压吸引清除渗出物、坏死组织和病原菌, 可以有效减轻组织水肿, 降低细菌繁殖和扩散, 避免毒素吸收和感染扩散, 从而有效缓解创面的炎症反应。封闭负压环境可以促进创面组织液和血液不断流动更新, 运输所需营养物质、炎症细胞、氧气和生长因子至创面, 刺激组织细胞的新陈代谢、分裂和增殖, 有助于增强组织修复能力。同时, 周期

[收稿日期] 2024-05-08

[基金项目] 国家自然科学基金青年科学基金项目(82102547); 江苏省自然科学基金面上项目(BK20181113)

[作者简介] 刘璐(1987-), 女, 江苏泰州人, 南京医科大学金陵临床医学院副主任护师, 医学学士, 从事骨科疾病护理研究。

* 通信作者。E-mail: liuguoyin0425@163.com

性使用负压也能改变创面的细胞骨架,促使组织间隙压力差和炎症反应逐级传递,持续排出炎性组织。

③改善创面微循环和局部免疫状况^[9]。创面愈合过程中,微循环的障碍和组织水肿是不可忽视的重要因素。组织水肿是创伤后必然出现的生理和病理反应,是创伤和炎症反应中的自然产物,同时也是创面炎症反应时毛细血管通透性增加的正常结果,而毛细血管通透性增加进一步加剧了组织水肿的形成。在创面治疗过程中,对微循环的调节和组织水肿的控制至关重要,这将直接影响到愈合过程的效果和速度。VSD技术通过扩张毛细血管的口径和增加其血容量,重新开放塌陷的血管并提升局部毛细血管的密度,刺激内皮细胞增殖和新生血管形成,从而有效促进组织再生和修复;VSD技术还可以增加创面局部的血液灌注,有效改善创面周围的血液循环,这主要表现为血管阻力下降和流速增加;此外,VSD技术还能够恢复毛细血管基底膜的完整性,缩小内皮细胞间隙,降低血管通透性,从而减轻组织水肿,最终促进创面愈合的速度和质量。

④慢性创面由于长期与外界相通,局部感染成为难以克服的重要问题,在封闭环境下通过负压抽吸作用,能够隔离外部环境,及时清除创面细菌,抑制细菌侵入,减少创面细菌负荷,破坏了有利于细菌繁殖及生长的环境,从而减轻感染^[10]。高细菌负荷会干扰创面愈合过程,细菌定植使创面愈合长期停滞于炎症反应期,不能进入增生和愈合阶段,目前研究证明VSD治疗在减少创面细菌数量方面有着良好的作用。慢性创面由于长期暴露在外界环境中,局部感染问题尤为突出和难以克服。在封闭环境下利用负压抽吸作用,可以有效隔离外界环境,及时清除细菌,抑制其侵入,从而减轻创面上的细菌负荷和感染程度。这种方法破坏了细菌繁殖和生长所需的环境,因而有效减轻感染。高细菌负荷会干扰创面愈合过程,而VSD治疗能够有效减少细菌数量。因此,负压抽吸和VSD封闭治疗的结合应该被视为一种有效的策略,可以减轻慢性创面感染,促进创面的愈合过程。

⑤缓解神经肌痉挛及加速损伤神经修复^[11]。VSD技术能够通过调节损伤神经纤维的再生、促进神经肽的表达和增加神经营养因子的产生,从而有效促进创面神经的修复过程。这些显示为利用VSD技术来改善神经损伤的治疗效果提供了重要的理论支持。

⑥机械应力作用^[12]。机械应力对细胞的物理作用在加速创面愈合过程中具有重要意义,不仅能促进细胞的增殖,还能有效抑制细胞的凋亡,从而为组织修

复提供了充足的细胞来源。同时,通过负压牵拉细胞膜和细胞骨架,这种机械作用能够激活一系列胞内信号分子的释放,并进一步促进细胞因子的合成和分泌,创造出更加有利的微环境,以促进创伤的愈合。在具体应用中,VSD治疗展现出了显著的效果,不仅减少了原癌基因的表达,同时也阻断了基质金属蛋白酶的表达。这一作用保护了创面中的胶原蛋白,使其免于过度降解。由此,该治疗方法有效地促进了慢性创面的愈合和组织再生。VSD治疗通过引发机械应力,激活多种细胞内外机制,从而显著促进了细胞的增殖和基质的合成,并抑制了细胞的凋亡。这一综合作用大大加速了慢性创面的愈合进程,展示了其在临床应用中的巨大潜力。

2 VSD联合超声治疗(ultrasonic debridement machine,UDM)在慢性创面中的应用

国际《压力性损伤的预防与治疗:临床实践指南》2019版指出,考虑使用UDM作为辅助治疗手段能够有效促进Ⅲ期和Ⅳ期压力性损伤创面的愈合^[13]。Polak等^[14-15]研究显示,在使用高频UDM治疗6周后,创面面积可减少约30%,46%的Ⅱ~Ⅳ期压力性损伤创面实现完全愈合,以及38%的Ⅱ或Ⅲ期创面也能完全愈合^[14],这些表明UDM在促进创面愈合中扮演着关键的角色。此外,UDM与VSD的联合治疗在慢性创面的临床治疗上显示出良好的效果。籍胤玺等^[16]显示,联合治疗在7d后能够显著缩小创面、提高细菌清除率、减少住院费用和缩短愈合时间,相较于单纯使用VSD治疗的效果更显著;林双等^[17]显示,VSD与UDM联合治疗能够增强细菌清除效果,加速愈合过程,减轻患者疼痛,显示该治疗方案在减少创面感染、促进细菌清除方面具有更大优势。李彦辉等^[18]在研究中显示,联合应用UDM和VSD治疗糖尿病足慢性创面的临床效果显著,有助于创面缩小并增加肉芽覆盖,同时有效降低复发率;刘宇等^[19]研究结果表明,联合治疗有助于改善创面微循环,缩短愈合时间,提高愈合速度,提示联合应用VSD和UDM可以促进肉芽组织生长并加快创面愈合。孙青青等^[20]研究显示,VSD联合UDM治疗下肢多因素慢性创面后,15%的患者可以通过直接上皮化愈合,85%通过直接缝合、植皮或皮瓣修复后愈合,单纯VSD组直接上皮化愈合为5%,直接缝合、植皮或皮瓣修复为95%,提示该联合治疗在后期创面床和后继手术准备中更为优势。李丙蓉等^[21]首次对UDM联合VSD治疗

的临床效果与糖尿病足慢性创面缺氧、新生血管间的关系进行研究后显示,联合治疗可提高创面组织血氧浓度和血流量,显著改善临床效果,分析其作用机制可能是通过提高慢性创面组织中低氧诱导因子1 α 及血管内皮生长因子的表达来实现。因此,VSD结合UDM清创能够解决慢性创面愈合的“第一步”,在慢性创面愈合中扮演着重要的角色,可作为“创面床准备”的一种先进方法,但在临床实践中仍需结合外科清创以达到最佳效果^[22]。

3 VSD联合氧疗在慢性创面中的应用

慢性创面愈合的每个环节中均有微氧环境参与,适当的氧气供应在创面愈合过程中非常重要。研究^[23]表明,创面愈合所需的最适氧分压为50~100 mmHg。因此,可以采用VSD结合氧疗治疗慢性创面,以增强氧张力、促进微循环重建,从而改善创面的生长环境。杨列浩等^[24]系统评价VSD联合高压氧治疗慢性创面的国内外临床疗效及安全性后显示,联合治疗在创面愈合时间、创面愈合率及缩小创面等方面均优于单独使用VSD,说明全身氧疗在治疗慢性创面时是有一定优势的。由于慢性创面的组织微循环受损,氧气供应和弥散受限,全身性高压氧治疗可能无法充分提供氧气给创面。因此,更多的研究开始关注通过创面床直接供氧的局部氧疗。Niederauer等^[25]观察到,在治疗糖尿病慢性创面84 d后,局部氧疗组的创面痊愈率和创面面积缩小速度明显优于常规治疗组;苏顺清等^[26]也显示,此联合疗法能够加速创面愈合,提高慢性创面治愈率和整体疗效;提示VSD联合氧疗能够显著促进创面的愈合。梁银爱等^[27]研究表明,局部氧疗与VSD联合应用不仅能够抑制创面细菌繁殖和凋亡,还能加快创面愈合速度,提高临床治疗效果;韩雯雯等^[28]显示,采用联合治疗还有助于肉芽组织生长,降低细菌阳性率,缩短创面愈合时间,提示该联合疗法在减少创面感染,加速创面愈合方面更具优势。孙柯等^[29]显示,该联合疗法有利于氧气弥散,促使创面组织有氧代谢,继而提高肉芽组织覆盖率,加快创面愈合,提示局部氧疗与VSD联合应用有利于改善创面微环境,促进血管形成和肉芽组织生长,从而加快创面愈合过程。以上研究结果表明,局部氧疗作为辅助供氧手段与VSD联合后,可以改善慢性创面的局部低氧状态和微环境。在这种治疗下,病原菌的繁殖和生长行为被削弱,同时新生血管的形成和组织细胞的增殖活性增加。这种方法提高了创面

的抗感染能力,为创面愈合创造了良好的环境。

4 VSD联合生长因子在慢性创面中的应用

为了获得更好的治疗效果,可以从慢性创面愈合的时间和质量两个方面上考虑,既要调整和控制创面的外部因素,又要将内部微环境因素考虑在内。外源性生长因子可以改善创面的微循环和营养状况,调节局部生长因子的分泌环境,促进血管内皮细胞和成纤维细胞增殖、分化及肉芽组织的生长,进而启动并加速慢性创面的自我修复^[30]。目前临床上常用的外源性生长因子主要有碱性成纤维细胞生长因子(basic fibroblast growth factor, bFGF),酸性成纤维细胞生长因子(acidic fibroblast growth factor, aFGF)和表皮生长因子(epidermal growth factor, EGF)。因其在切口愈合中发挥重要作用,这些生长因子均被国际创面指南推荐使用^[31]。

bFGF通常用于促进纤维母细胞增殖和合成胶原蛋白,有助于切口愈合。aFGF则在促进血管内皮细胞增殖和血管形成方面表现出色。EGF在促进表皮细胞增殖和修复受损皮肤方面具有独特作用。这三种生长因子各自在切口修复过程中发挥重要而不可或缺的作用,对于加速愈合过程和减少复发风险都具有积极意义。虽然外源性生长因子的价格较高,但其疗效和安全性已经得到广泛认可,被许多医生和患者所信赖和使用。周丽娜等^[32]研究表明,VSD联合bFGF在慢性创面修复中具有显著的治疗效果,促进创面愈合,减少引流管更换和换药次数,降低脓性分泌物。联合治疗能够提高创面液氧分压、肉芽成熟度和琥珀酸脱氢酶活性(反映组织缺氧状态),同时降低乳酸脱氢酶活性(反映组织损伤程度),改善组织的氧气供应状态,促进组织的生长发育和成熟。张诚等^[33]研究显示,VSD和bFGF的联合应用能够充分发挥两种方法的优势,促进肉芽组织的生长,加速创面愈合速度,缩短创面床准备时间。张诚等^[34]研究显示,联合应用VSD和bFGF治疗慢性创面可以有效促进组织细胞蛋白合成,加速细胞生长,并推动创面的愈合过程。蔡鸣等^[35]的研究也支持了这一观点,联合bFGF的VSD治疗可以改善创面的微循环,减轻炎症反应,加速慢性创面的愈合过程;提示VSD联合bFGF可纠正慢性创面组织缺血缺氧的状态,为促进创面愈合的肉芽组织的生长发育和成熟提供氧气环境。VSD联合aFGF或EGF治疗慢性创面在临床上也展现出显著的疗效。李钢等^[36]研究表明,aFGF联合VSD治疗能够

促进创面上皮及肉芽生长,减小创面深部外露面积和容积,与常规换药或 aFGF 换药相比,可以提高伤腔容积好转率和创面愈合率;另外, aFGF 与 VSD 联合使用还可以减少创面感染和水肿,促进肉芽组织生长,从而加快创面愈合速度^[37]。相比单独使用 VSD 治疗,联合 EGF 治疗慢性创面效果显著,更有利于创面修复愈合。总体来看, VSD 联合生长因子在慢性创面治疗中具有良好的应用前景,但临床应用尚不普遍,需要进一步研究确认其有效性;此外,这些外源性生长因子在促进创面愈合和修复方面可能具有不同的作用机制,值得进一步研究和应用。

5 VSD 联合富血小板血浆 (platelet-rich plasma, PRP) 在慢性创面中的应用

PRP 是一种高浓度的浓缩性血小板生物制品,通过添加激活剂后,经过梯度离心分离自体新鲜全血获得的凝胶复合物。注射 PRP 液体在创面周围皮下,填充凝胶在创面缺损部位,两者共同促进创面修复愈合^[38]。国际奥委会在 2008 年推荐应用 PRP 技术促进骨骼肌系统损伤的修复,而 PRP 技术在 2009 年获得美国食品和药物管理局的临床治疗批准,2019 年国际 PI 指南中也指出 PRP 技术可以更好地促进创面愈合^[13]。

PRP 治疗慢性创面修复的有效前提是彻底清创和创面感染的有效控制。VSD 技术被广泛应用于创面清创和准备创面床,因此 VSD 和 PRP 的联合治疗备受认可^[39]。郭燕庆等^[40]等通过对慢性创面的研究显示,联合应用 PRP 和 VSD 治疗可以在短时间内(17 d)实现创面的完全愈合,且愈合后无明显疤痕;李涛等^[41]也对多次应用 VSD 治疗无效的慢性创面序贯联合应用 VSD 和 PRP,3 个月后创面完全愈合,证实了 PRP 和 VSD 联合治疗的优越性,能够在较短时间内使创面完全愈合。此外,顾莹璇等^[42]的研究指出,在慢性创面的治疗中,联合应用 PRP 和 VSD 方案可以有效减少创面细菌培养阳性率,促进愈合,提高愈合率,相比常规换药或 VSD 疗法具有更好的临床疗效。因此,联合 PRP 的 VSD 治疗方案在治疗慢性创面中具有显著的优势,可以帮助控制感染,降低临床工作量,并促进创面的快速愈合。王爱等^[43]研究表明, VSD 联合 PRP 的应用可以有效降低炎症反应和创面细菌培养阳性率,减少术后不良反应,缩短创面愈合时间,提高创面愈合率,有效缓解瘢痕增生,促进组织修复和创面愈合。孙丰华等^[44]研究结果显示,联合治疗血流灌

注指数(perfusion index, PI)慢性创面的效果优于单纯 VSD 治疗,能显著改善创面炎症反应程度,抑制细菌生长,加速组织修复,促进新鲜肉芽组织生成,并促使创面的封闭与愈合。此外,经过 3 个月的联合治疗,有效率明显提高到 96.0%,较单纯 VSD 治疗的有效率 76.9%有明显改善。

以上表明,通过 VSD 技术对慢性创面进行感染和炎症控制后,再应用 PRP 促进创面修复愈合,是一种有效的治疗方法。联合应用 PRP 的 VSD 治疗比单独应用 VSD 治疗具有更好的临床效果。联合治疗能减少创面细菌培养阳性率,显著降低创面炎症反应,促进愈合,并提高创面封闭和愈合的有效率,在控制感染、减少工作量和促进创面愈合方面更为优越。此外,联合应用 VSD 和 PRP 可以降低术后不良反应,缩短愈合时间,加速创面再上皮化,并有效缓解瘢痕增生,充分证明了此种联合治疗能更好地促进组织修复和创面愈合。VSD 与 PRP 的联合应用在感染控制、二期修复准备时间和减少二期手术方面明显优于单纯 VSD 技术。

6 总结和展望

创面愈合是一种动态、有序、相互交错的复杂生理过程,容易受到内外因素的干扰,形成病理性的炎症反应,最终形成慢性创面。随着老龄化问题的加剧,慢性创面的发病率出现上升趋势。在治疗慢性创面方面, VSD 技术显著提高了治疗效果,并取得了显著进展。在临床实践中,在 VSD 基础上进行了许多改进,联合使用 UDM、氧疗、生长因子以及 PRP 等方法,展现了更为显著的治疗效果,不同疗法之间的协同作用极大提升了愈合速度和整体成效。然而,尽管这些新方法在实践中表现出色,要全面理解各自的优势和局限性仍需更多深入研究。总结和分析这些治疗方法的优劣势及其适应证,对于指导未来的临床实践和学术研究方向至关重要。这将有助于优化治疗策略,制定个性化治疗方案,从而进一步提升慢性创面治疗的效果。此外,慢性创面的具体病因和愈合机制仍不完全清楚,需要进一步的研究来解决。现有的相关研究主要集中在临床方面,缺乏基础和动物实验的支持,因此在循证医学上的证据不足。因此,对慢性创面治疗的理论机制有必要进行更深入的探讨。

[参考文献]

[1] Andleeb A, Khan H, Andleeb A, et al. Advances in chronic

- wound management: from conventional treatment to novel therapies and biological dressings[J]. *Crit Rev Biomed Eng*, 2024,52(5):29-62.
- [2] Mishra A, Kushare A, Gupta MN, et al. Advanced dressings for chronic wound management[J]. *ACS Appl Bio Mater*, 2024,7(5):2660-2676.
- [3] Ouyang W, Wang M, Jin L. The effect of vacuum sealing drainage after early wound abrasion on wound healing in diabetic patients with deep second degree burn and its influence on the inflammatory response[J]. *Am J Transl Res*, 2021,13(8):9814-9819.
- [4] Jones RE, Foster DS, Longaker MT. Management of chronic wounds-2018[J]. *JAMA*, 2018,320(14):1481-1482.
- [5] Kim PJ, Attinger CE, Constantine T, et al. Negative pressure wound therapy with instillation: International consensus guidelines update[J]. *Int Wound J*, 2020,17(1):174-186.
- [6] Afzal H, Dawson E, Fonseca R, et al. Negative pressure wound therapy with and without instillation in necrotizing soft tissue infections[J]. *Surg Infect (Larchmt)*, 2024, 25(3):199-205.
- [7] Torbrand C, Anesater E, Borgquist O, et al. Mechanical effects of negative pressure wound therapy on abdominal wounds - effects of different pressures and wound fillers[J]. *Int Wound J*, 2018,15(1):24-28.
- [8] Yuan Y, Niu Y, Xiao W, et al. The effect and mechanism of negative pressure wound therapy on lymphatic leakage in rabbits[J]. *J Surg Res*, 2019,235:329-339.
- [9] Sogorski A, Lehnhardt M, Goertz O, et al. Improvement of local microcirculation through intermittent Negative Pressure Wound Therapy (NPWT) [J]. *J Tissue Viability*, 2018, 27(4):267-273.
- [10] Steingrímsson S, Gottfredsson M, Gudmundsdóttir I, et al. Negative-pressure wound therapy for deep sternal wound infections reduces the rate of surgical interventions for early re-infections[J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2012, 15(3):406-410.
- [11] Younan G, Ogawa R, Ramirez M, et al. Analysis of nerve and neuropeptide patterns in vacuum-assisted closure-treated diabetic murine wounds[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2010, 126(1):87-96.
- [12] Saxena V, Hwang CW, Huang S, et al. Vacuum-assisted closure: microdeformations of wounds and cell proliferation [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2004,114(5):1086-1098.
- [13] Kottner J, Cuddigan J, Carville K, et al. Prevention and treatment of pressure ulcers/injuries: The protocol for the second update of the international Clinical Practice Guideline 2019[J]. *J Tissue Viability*, 2019,28(2):51-58.
- [14] Polak A, Taradaj J, Nawrat-Szoltysik A, et al. Reduction of pressure ulcer size with high-voltage pulsed current and high-frequency ultrasound: a randomised trial[J]. *J Wound Care*, 2016,25(12):742-754.
- [15] Polak A, Franek A, Blaszczyk E, et al. A prospective, randomized, controlled, clinical study to evaluate the efficacy of high-frequency ultrasound in the treatment of Stage II and Stage III pressure ulcers in geriatric patients [J]. *Ostomy Wound Manage*, 2014,60(8):16-28.
- [16] 籍胤玺, 金毅, 金文波. 封闭式负压引流联合超声清创术治疗糖尿病足溃疡的疗效[J]. *中国现代医学杂志*, 2019, 29(1): 108-112.
- [17] 林双, 袁丽, 杨小玲, 等. 超声水刀联合负压滴灌治疗在慢性难愈性糖尿病足中的应用效果[J]. *四川医学*, 2019, 40(7):718-722.
- [18] 李彦辉, 张嘉熙, 宋少华, 等. 超声清创刀联合负压创面治疗糖尿病足溃疡的临床效果[J]. *重庆医学*, 2016, 45(35):4986-4988, 4991.
- [19] 刘宇, 徐刚, 刘宣. 超声清创术联合封闭负压引流术在糖尿病足溃疡中的应用[J]. *中国老年学杂志*, 2016, 36(23):5942-5944.
- [20] 孙青青, 严磊, 蔡佳, 等. 超声清创联合封闭负压技术治疗下肢多因素慢性溃疡的病例回顾研究[J]. *组织工程与重建外科杂志*, 2021, 17(6):524-528.
- [21] 李丙蓉, 侯丽梅, 刘瑶丽, 等. 超声水刀清创系统联合封闭式负压引流冲洗在慢性糖尿病足创面治疗中的应用[J]. *解放军医药杂志*, 2020, 32(9):30-33, 43.
- [22] Di Michele A, Gutierrez C, Pagano C, et al. Formulation and characterization of sustainable bioadhesive films for wound treatment based on barley beta-glucan extract obtained using the high power ultrasonic technique[J]. *Int J Pharm*, 2023, 638:122925.
- [23] Lopes J, D' Agostino DM, Correa JA, et al. Randomized controlled clinical trial evaluating the efficacy of hyperbaric oxygen therapy in facilitating the healing of chronic foot ulcers in diabetic patients: the study protocol [J]. *Trials*, 2020, 21(1):816.
- [24] 杨列浩, 秦海燕, 潘凌峰, 等. 封闭式负压引流联合高压氧治疗慢性难愈性创面的系统评价[J]. *中国美容整形外科杂志*, 2022, 33(3):154-157.
- [25] Niederauer MQ, Michalek JE, Liu Q, et al. Continuous diffusion of oxygen improves diabetic foot ulcer healing when compared with a placebo control: a randomised, double-blind, multicentre study [J]. *J Wound Care*, 2018, 27(Sup9):S30-S45.
- [26] 苏顺清, 谢汝荣, 丁秀梅, 等. 负压封闭引流联合局部持续微氧灌注治疗慢性难愈创面疗效观察[J]. *中国烧伤创疡杂志*, 2021, 33(1):19-22.
- [27] 梁银爱, 杨艳红. 局部氧疗联合封闭式负压引流对慢性伤口患者创面愈合的影响[J]. *国际护理学杂志*, 2021, 40(24):4504-4507.
- [28] 韩雯雯, 黄碧清, 曹灵转, 等. 负压封闭结合局部氧疗对创伤性慢性伤口愈合的影响[J]. *中国医刊*, 2021, 56(1):46-48.
- [29] 孙柯, 郑喜灿, 陈惠. 微氧联合负压封闭辅助伤口闭合技术在骨科慢性难愈性创面中的应用效果[J]. *中国烧伤创疡杂志*, 2020, 32(2):92-95.
- [30] Liu W, Liu B. Efficacy of anti-vascular endothelial growth

- factor and mitomycin C on wound healing after trabeculectomy in glaucoma patients: A meta-analysis[J]. *Int Wound J*, 2024, 21(4): e14517.
- [31] Inoue Y, Hasegawa M, Maekawa T, et al. The wound/burn guidelines-1: Wounds in general[J]. *J Dermatol*, 2016, 43(4): 357-375.
- [32] 周丽娜, 张斌杰. 持续封闭负压引流技术联合 rb-bFGF 冲管治疗在慢性创面修复中的临床效果[J]. *广西医科大学学报*, 2018, 35(8): 1100-1104.
- [33] 张诚, 杨金存, 冯永强, 等. 联合 bFGF 的负压创面治疗技术在难治性压力性溃疡治疗中的应用[J]. *中华医学杂志*, 2012, 92(40): 2862-2864.
- [34] 张诚, 朱彬, 杨金存. 封闭负压引流联合生长因子治疗 III 期压疮的临床观察[J/CD]. *中华临床医师杂志(电子版)*, 2014, 8(15): 2904-2906.
- [35] 蔡鸣, 郭世贵, 钟梓均. 重组牛碱性成纤维细胞生长因子含氧液冲洗联合负压引流对老年糖尿病足溃疡创面的修复效果[J]. *山西医药杂志*, 2016, 45(21): 2533-2535.
- [36] 李钢, 刘子健, 李小兵. 重组酸性成纤维细胞生长因子持续冲洗合并负压引流治疗难愈性皮肤溃疡的临床观察[J]. *中华皮肤科杂志*, 2014, 47(8): 583-585.
- [37] 刘涛, 王鹏, 王勇岭. 负压引流联合重组人酸性成纤维细胞生长因子治疗难愈性创面的临床随机对照研究[J]. *海南医学*, 2015, 36(8): 1141-1143, 1144.
- [38] Li S, Xing F, Yan T, et al. The efficiency and safety of platelet-rich plasma dressing in the treatment of chronic wounds: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *J Pers Med*, 2023, 13(3): 430.
- [39] Qu W, Wang Z, Hunt C, et al. The effectiveness and safety of platelet-rich plasma for chronic wounds: A systematic review and meta-analysis[J]. *Mayo Clin Proc*, 2021, 96(9): 2407-2417.
- [40] 郭燕庆, 孟勇, 于洪波, 等. 负压封闭引流技术结合富血小板血浆治疗手背挤压伤后难愈合创面一例报告[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2018, 20(11): 1010-1012.
- [41] 李涛, 朱翔, 丁文峰. VSD 序贯联合 PRP 治疗右肩背部糖尿病性难治性创面 1 例报告[J]. *中国现代手术学杂志*, 2021, 25(1): 75-77.
- [42] 顾荟璇, 黄林峰, 胡晓慧, 等. 富血小板血浆联合负压引流治疗慢性难愈性创面的 Meta 分析[J]. *中国组织工程研究*, 2020, 24(26): 4257-4264.
- [43] 王爱, 马文国, 王成德, 等. 自体富血小板血浆凝胶联合负压封闭引流技术治疗难愈性创面的临床效果[J]. *中华烧伤杂志*, 2021, 37(1): 42-48.
- [44] 孙丰华, 杨阳, 张茂红, 等. 自体富血小板血浆联合负压封闭引流技术治疗压疮的临床疗效分析[J]. *东南国防医药*, 2021, 23(6): 576-581.

(本文编辑:何祯)