

# 湿性愈合护理在深度烧伤创面修复中的应用与进展

吴慈芳

恩施土家族苗族自治州中心医院医学美容整形烧伤外科, 湖北 恩施

收稿日期: 2026年2月3日; 录用日期: 2026年2月25日; 发布日期: 2026年3月6日

## 摘要

深度烧伤作为一种严重的创伤类型, 其创面修复过程涉及复杂的病理生理机制, 包括炎症反应、细胞增殖与迁移、血管生成及组织重塑等多个环节。湿性愈合护理作为一种基于创面微环境调控的护理策略, 通过维持创面适度湿润状态、促进自溶性清创、减少疼痛及瘢痕形成等机制, 显著改善了深度烧伤创面的愈合质量与效率。本文梳理了湿性愈合护理的基础理论、深度烧伤的流行病学特征、临床实践应用、技术进展、诊断与治疗策略, 以及当前存在的争议与未来展望。通过整合近年来的研究成果, 本文旨在全面阐述湿性愈合护理在深度烧伤创面修复中的核心价值, 为临床实践提供理论依据与技术参考。同时, 该领域仍面临着护理材料成本较高、个体化护理方案缺乏、长期疗效评价不足等挑战。未来, 随着生物材料技术、精准医疗及人工智能的发展, 湿性愈合护理有望实现从被动创面管理向主动创面修复的转变, 为深度烧伤患者提供更加高效、个性化的治疗方案。

## 关键词

深度烧伤, 湿性愈合, 瘢痕形成, 生物材料, 精准医疗

## Application and Progress of Wet Healing Care in Deep Burn Wound Repair

Cifang Wu

Department of Medical Aesthetic Plastic Surgery and Burn Surgery, Enshi Tujia and Miao Autonomous Prefecture Central Hospital, Enshi Hubei

Received: February 3, 2026; accepted: February 25, 2026; published: March 6, 2026

## Abstract

As a severe type of trauma, deep burns involve complex pathophysiological mechanisms, including inflammatory responses, cell proliferation and migration, angiogenesis, and tissue remodeling. As a nursing strategy based on wound microenvironment regulation, wet healing nursing significantly improves the healing quality and efficiency of deep burn wounds by maintaining the moderate moistness of the wound, promoting autolytic debridement, and reducing pain and scarring. This paper reviews the basic theory of wet healing nursing, the epidemiological characteristics of deep burns, clinical practice applications, technological progress, diagnosis and treatment strategies, as well as the current controversies and future prospects. By integrating the research results of recent years, this paper aims to comprehensively expound the core value of wet healing nursing in deep burn wound repair, and provide theoretical basis and technical reference for clinical practice. At the same time, the field still faces challenges such as high cost of nursing materials, lack of individualized nursing plans, and insufficient long-term efficacy evaluation. In the future, with the development of biomaterial technology, precision medicine and artificial intelligence, wet healing care is expected to realize the transformation from passive wound management to active wound repair, providing more efficient and personalized treatment plans for patients with deep burns.

## Keywords

Deep Burns, Wet Healing, Scar Formation, Biomaterials, Precision Medicine

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 湿性愈合护理的历史

湿性愈合护理的概念可追溯至 20 世纪 60 年代,英国动物学家 George Winter 通过猪皮肤创面模型首次证实,在湿润环境下创面愈合速度比干燥环境快一倍以上[1]。这一发现颠覆了传统的“干燥结痂愈合”理念,为现代湿性愈合护理奠定了理论基础。Winter 的研究显示,湿润环境能够促进创面肉芽组织形成及上皮细胞迁移,减少创面疼痛与瘢痕形成[2]。尽管当时这一理论并未立即被广泛接受,但后续的临床实践逐渐验证了其有效性。进入 21 世纪,湿性愈合护理材料与技术得到了快速发展。传统的凡士林纱布逐渐被功能性敷料取代,如藻酸盐敷料、水胶体敷料、泡沫敷料及生物活性敷料等[3]。这些新型敷料不仅能够维持创面湿润环境,还具备吸收渗液、抗菌、促进组织再生等功能。例如,壳聚糖与聚六亚甲基胍双功能化棉纱布(CPCG)通过化学接枝与物理吸附技术,实现了即时与长效抗菌活性(对革兰氏阳性菌与阴性菌的抑菌率均 >99%),同时具备良好的吸湿性与保湿性,显著促进了慢性创面的愈合[4]。此外,基于海洋多糖的多功能凝胶膜(如壳寡糖/海藻酸钠凝胶膜)通过引入锌、锶等金属离子,进一步增强了敷料的抗菌、抗氧化及细胞增殖促进能力,为湿性愈合护理提供了新的材料选择[5]。

## 2. 深度烧伤创面修复的病理机制

深度烧伤创面修复是一个涉及炎症反应、细胞增殖、血管生成及组织重塑的复杂过程。烧伤后,创面局部会迅速出现炎症反应,中性粒细胞、巨噬细胞等炎症细胞浸润,释放多种细胞因子(如 TNF- $\alpha$ 、IL-1 $\beta$ 、IL-6 等),启动创面修复程序[6]。然而,过度或持续的炎症反应会导致创面愈合延迟,甚至发展为慢

性创面。例如，一项针对严重烧伤患者的研究发现，血清中炎症因子水平(如 CRP、降钙素原)与患者预后密切相关[7]。

在创面修复过程中，角质形成细胞的增殖与迁移是创面再上皮化的关键环节。深度烧伤会破坏皮肤的基底层细胞，导致上皮再生能力下降。研究表明，湿性愈合环境能够促进角质形成细胞的迁移速度，其机制可能与创面渗出液中含有多种生长因子(如 EGF、FGF、PDGF 等)有关[8]。此外，血管生成对于创面修复至关重要，新生血管不仅为创面提供氧气与营养物质，还参与细胞因子的运输与信号传递。深度烧伤创面的血管生成过程常受到抑制，导致创面缺氧、营养不足，进而影响愈合质量。

### 3. 湿性愈合护理的基础原理

湿性愈合护理的核心原理是通过维持创面适度湿润环境，促进创面愈合的生理过程。Winter 的经典研究表明，湿润环境能够加速上皮细胞迁移，其速度比干燥环境快 50%以上[9]。这一机制主要与以下因素有关：首先，湿润环境能够保持创面渗出液中的生长因子活性，如 EGF、FGF 等，这些因子能够促进细胞增殖与迁移；其次，湿润环境有利于自溶性清创，通过创面自身的酶类物质分解坏死组织，减少机械清创带来的二次损伤；最后，湿润环境能够减少创面疼痛，其机制可能与避免神经末梢暴露于空气及减少敷料与创面的粘连有关。

理想的创面微环境应具备适度的湿度、适宜的 pH 值、低细菌负荷及充足的营养供应。研究表明，湿性愈合敷料能够通过吸收多余渗液、维持创面 pH 值稳定(接近中性)、抑制细菌生长等方式，优化创面微环境。例如，HydroTac 水反应性敷料能够平衡创面湿度，增强生长因子的可用性，促进再上皮化，同时具有较低的创面粘连性，减少换药时的疼痛[10]。

### 4. 深度烧伤患者的流行病学分析

深度烧伤的全球流行病学呈现显著地域差异。世界卫生组织数据显示，全球每年约 180 万人死于烧伤，其中 95%发生在中低收入国家。在这些国家，火焰烧伤为主因(60%~70%)，烫伤次之(20%~30%) [11]，例如尼泊尔 66%的烧伤为火焰所致[12]。而在高收入国家，发生率较低但特征不同，例如移民儿童风险更高，且常因厨房烫伤引起[13]。儿童和老年人是深度烧伤的高危人群。环境上，家庭是主要发生场所，尤其在低收入家庭中风险更高。行为因素如吸烟、饮酒会加剧风险与创面严重程度[14]，而糖尿病等基础疾病则显著提升死亡风险。

全球范围来看，深度烧伤的发病率与死亡率差异悬殊。儿童烧伤年龄标准化死亡率可达 93.16/10 万人口，且地域分布不均。死亡率与烧伤面积密切相关：TBSA > 40%时死亡率超过 56%，合并 ARDS 时可达 80%。尽管治疗进步使死亡率总体下降，但在中低收入国家，由于就医延迟和感染控制不足，死亡率依然较高[11]。

### 5. 湿性愈合护理在深度烧伤创面修复中的临床实践

深度烧伤的护理策略遵循个体化、分阶段实施的原则(见表 1) [14]。早期护理侧重于全面创面评估(如采用温哥华瘢痕量表 VSS)、疼痛管理与感染预防。通过维持湿性环境可有效减轻疼痛，而使用含银敷料能显著降低感染风险。进入中期阶段，护理核心转向促进创面清洁与修复，例如借助水凝胶敷料进行自溶性清创，可在高效清除坏死组织的同时减轻患者疼痛[15]；湿性环境本身能加速肉芽组织生成，若辅以含生长因子的敷料，则可进一步促进上皮化进程。在后期阶段，护理重点则转移到功能与外观的长期恢复，通过湿性愈合结合硅酮敷料等手段可有效预防瘢痕增生，并且必须尽早开始功能锻炼，同时为患者提供必要的心理支持。

**Table 1.** Nursing strategies and evidence-based evidence of deep burn by stages**表 1.** 深度烧伤分期护理策略与循证依据

护理阶段	核心目标	关键护理措施与循证依据
早期护理	<b>创面稳定</b> 控制急性期问题，为愈合奠定基础。	1. <b>全面评估</b> ：采用温哥华瘢痕量表(VSS)等工具系统评估创面深度、感染状况等[16]。 2. <b>疼痛管理</b> ：维持湿性愈合环境。 3. <b>感染预防</b> ：早期使用含银敷料[17]。
中期护理	<b>组织修复</b> 促进创面清洁，加速肉芽组织生长与上皮化。	1. <b>创面清洁</b> ：采用水凝胶敷料等进行 <b>自溶性清创</b> 。 2. <b>促进肉芽</b> ：持续的湿性环境能促进成纤维细胞增殖与胶原合成。 3. <b>加速上皮化</b> ：辅助使用含 <b>生长因子</b> 的敷料。
后期护理	<b>功能与外观恢复</b> 最大程度减少后遗症，改善长期生活质量。	1. <b>瘢痕预防</b> ：湿性愈合结合使用硅酮敷料或压力治疗。 2. <b>功能康复</b> ：创面愈合后应尽早开始关节活动度、肌力训练及日常生活能力训练。 3. <b>心理支持</b> ：提供系统的心理评估、咨询与社会支持。

## 6. 湿性愈合护理技术的进展

湿性愈合护理材料的创新是推动湿性愈合护理技术发展的核心动力。近年来，随着材料科学与生物医学工程的进步，新型湿性愈合护理材料不断涌现，包括天然高分子材料(如壳聚糖、海藻酸盐、胶原蛋白)和合成高分子材料(如聚氨酯、聚乙烯醇、聚乳酸) [18]，它们因良好的生物相容性、机械性能和可调控的降解速率而广泛应用。例如，壳聚糖与聚六亚甲基胍双功能化棉纱布展现出显著的抗菌活性，海藻酸盐敷料则能维持创面湿润并促进凝血。此外，复合材料的开发如 3D 打印的明胶-海藻酸盐-生物活性硼酸盐玻璃敷料，通过结合不同材料的优点，实现了多功能化，显著提升了创面愈合效果[19]。此外，湿性愈合护理的设备与工具，如负压伤口治疗设备和智能护理设备，通过实时监测和智能化管理，进一步提升了护理效果和患者的愈合速度。这些创新与技术进步共同推动了湿性愈合护理领域的发展，为患者提供了更为有效的治疗方案[20]。

## 7. 讨论

深度烧伤创面修复的未来研究方向主要集中在生物材料技术、精准医疗、再生医学及人工智能等领域。生物材料技术的发展将致力于开发高效、低成本且多功能的湿性愈合护理材料，基于天然高分子的智能响应性敷料能够根据创面的微环境变化(如 pH 值、温度等)释放药物，实现按需治疗[21]；可降解生物材料如聚乳酸-羟基乙酸共聚物(PLGA)和壳聚糖则能在愈合后自行降解，避免二次手术。精准医疗方面，通过整合基因组学和代谢组学等技术，能够实现个体化治疗，基于患者的基因表达谱预测其对特定治疗方案的反应，同时利用液体活检技术实时监测创面愈合过程中的分子变化。

湿性愈合护理在深度烧伤创面修复中的前景广阔，随着生物材料技术、精准医疗、再生医学及人工智能的发展，湿性愈合护理将实现从被动创面管理向主动创面修复的转变。生物材料技术的进步将开发出更加高效、多功能的湿性愈合护理材料，如智能响应性敷料、可降解敷料及载药敷料等，能够满足不同创面的需求。精准医疗的发展将实现个体化的湿性愈合护理方案，根据患者的基因特征、创面微环境及愈合进展，制定最佳的护理策略。再生医学则将利用干细胞、组织工程及基因编辑等技术，促进深度烧伤创面的功能性修复，减少瘢痕形成。同时，人工智能的发展将实现创面的智能评估与治疗方案优化，提高护理效率与质量。

尽管湿性愈合护理在深度烧伤创面修复中展现出巨大的应用潜力，但也面临着一些挑战，如护理材料的高成本、个体化护理方案的缺乏、长期疗效评价不足以及人员培训需求等。护理材料的高成本限制

了其在低收入和中等收入国家的应用,因此需要开发低成本的湿性愈合护理材料,如基于天然高分子的敷料。个体化护理方案的缺乏使得现有护理流程无法充分考虑患者的个体差异,开发基于人工智能的决策支持系统将有助于推荐最佳护理方案。长期疗效评价的不足也亟需解决,通过开展长期随访研究,评估湿性愈合护理对患者长期预后的影响。此外,护理人员的培训需求需要通过系统性的培训项目来提高专业水平。综上所述,湿性愈合护理在深度烧伤创面修复中具有重要的应用价值,尽管面临挑战,但通过多学科协作、技术创新及政策支持等方式,可以为深度烧伤患者提供更加高效、个性化的治疗方案。

未来技术的发展将深刻重塑烧伤护理的专业内涵与实践模式,推动护理角色从传统操作者向新技术应用评估者及个体化康复管理者拓展。护理核心技能需同步升级,尤其在应用新型材料时,护士需掌握其特有的评估与管理规范:观察渗液饱和度时,应通过敷料外观(如透明度变化、凝胶形态)及触感(是否仍保持湿润弹性)进行判断,若敷料接近饱和、外观浑浊或边缘渗漏,则提示需予更换;确定更换频率则应基于对渗液饱和度、创面感染征象及产品说明书的综合评估,建立动态调整的个体化更换方案;同时,必须密切监测过敏或刺激性反应,在初次使用或更换品牌后,重点关注创周皮肤有无红斑、瘙痒、水疱或疼痛加剧等表现。此外,护士还需培养运用人工智能工具进行数据驱动型创面评估、管理再生医学产品及开展精准化患者教育的能力。同时,护理工作流程亟待优化,以整合决策支持系统,并依托远程监测技术实现院内外连续性闭环管理。为应对这一转型,必须同步革新护理教育与培训体系,将上述新材料、新技术的评估与并发症识别纳入核心课程;构建跨学科实践指南,并鼓励护理科研,从而将前沿科技有效转化为提升照护质量与患者结局的实践力量,最终深化护理在身心整体康复中的核心价值。

## 参考文献

- [1] 张雯, 张倩婷, 金募. 创面湿性愈合护理联合持续滴注间断冲洗 VSD 技术在烧伤整形患者中的应用[J]. 手术电子杂志, 2025, 12(6): 97-101.
- [2] 黄金梅, 李文华, 顾海银. 负压技术配合湿性敷料护理方案对糖尿病足患者伤口愈合的疗效观察[J]. 特别健康, 2023(11): 199-200.
- [3] 奚廷斐, 周长忍, 张伟, 等. 海洋生物医用材料临床应用[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2020.
- [4] Li, Z., Zhao, Y., Yan, M., Li, X. and Xu, X. (2022) Dual-Functionalized Cotton Gauze with Chitosan and Polyhexamethylene Guanidine for Instant and Sustained Antibacterial Activity and Wound Healing. *International Journal of Biological Macromolecules*, **221**, 1374-1386.
- [5] 赵伟锋. 医用材料的凝胶膜表面改性: 从功能性到普适性[C]//中国生物材料学会, 中国生物医学工程学会. 2017 中国生物材料大会论文集. 2017: 1-2.
- [6] 林岳森, 崔承硕, 胡加林. 负压封闭引流技术联合植皮在深度烧伤创面修复中的应用[J]. 浙江创伤外科, 2025, 30(4): 624-627.
- [7] 余勇波, 林小祥, 李剑侠. 血清趋化因子和炎症因子水平与脑出血后血肿周围水肿带及预后相关性的临床研究[J]. 河北医学, 2025, 31(10): 1712-1717.
- [8] 胡炎森, 郭超, 汪茂玉, 等. 细胞自噬与糖尿病创面愈合研究进展[J]. 海军军医大学学报, 2025, 46(3): 374-380.
- [9] 梁务兰, 覃德线. 湿性愈合护理联合压力敷料护理在甲状腺切除术后线性瘢痕增生患者中的应用[J]. 医学美容, 2025, 34(23): 155-158.
- [10] Rippon, M.G., Mikosiński, J. and Rogers, A.A. (2022) HydroTac—A Hydro-Responsive Wound Dressing: A Review of the *in Vitro* Evidence. *Journal of Wound Care*, **31**, 540-547.
- [11] 曹谊林, 祁佐良, 王炜. 整形外科学高级教程[M]. 北京: 中华医学电子音像出版社, 2021.
- [12] Tripathee, S. and Basnet, S.J. (2017) Epidemiology of Burn Injuries in Nepal: A Systemic Review. *Burns & Trauma*, **5**, Article 10. <https://doi.org/10.1186/s41038-017-0075-y>
- [13] Stewart, J., Benford, P., Wynn, P., et al. (2016) Modifiable Risk Factors for Scald Injury in Children under 5 Years of Age: A Multi-Centre Case-Control Study. *Burns*, **42**, 1831-1843. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2016.06.027>
- [14] 闫云, 郭芳, 康彩霞. 智能化烧伤疼痛护理管理策略的研究与实践[J]. 基层医学论坛, 2025, 29(14): 96-99.

- 
- [15] Koehler, J., Brandl, F.P. and Goepferich, A.M. (2018) Hydrogel Wound Dressings for Bioactive Treatment of Acute and Chronic Wounds. *European Polymer Journal*, **100**, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2017.12.046>
- [16] 韩张杰, 程银海, 余庆华, 等. VSD 辅助人工真皮联合自体刃厚皮移植治疗难愈性创面效果分析[J]. 中国美容医学, 2026, 35(2): 31-36.
- [17] 黄泽忠, 郝剑军, 宁盛超. 纳米银抗菌凝胶和亲水性纤维含银敷料对深II度烧伤患者创面修复情况的影响[J]. 医生在线杂志, 2024, 14(10): 64-67.
- [18] Zhao, M., Yi, J., Zhang, X., *et al.* (2020) 3D-Printed Gelatin/Alginate/Bioactive Borate Glass Composite Scaffolds for Bone Tissue Engineering. *Materials Science and Engineering: C*, **111**, Article 110817.
- [19] 高赞研, 高世玉, 谢茂梅, 等. 3D 打印技术在细菌性炎症治疗中的应用: 口服制剂、内部植入物、外用敷料(英文) [J]. 中国药学(英文版), 2026, 35(1): 16-37.
- [20] 赵贤忠, 殷东京, 孙记燕, 等. 中西医结合烧伤医学的发展与展望[C]//中国中西医结合学会烧伤专业委员会. 第十五届全国烧伤、伤口与溃疡学术会议论文汇编. 出版地: 出版社, 2021: 57-66.
- [21] Stadler, F.J., 杜冰, 邓远明, 等. 多重刺激响应自愈性纳米复合智能水凝胶的流变学与电学性能研究[Z]. 深圳大学, 2020-04-24.