

# Advances in the Study of New Dressings for the Treatment of Scarring

Yapeng Ding Xianzhen Wang\*

Qinghai University Affiliated Hospital, Xining, Qinghai, 810000, China

## Abstract

Novel dressings have shown promising applications in scar treatment, and their diverse material properties and biological functions provide new options for scar prevention and treatment. However, there are still some challenges in the current research, such as the long-term safety of the materials, compatibility with the skin, and the lack of large-scale clinical trials. In the future, the mechanisms of novel dressings should be further explored, material designs optimised and large-scale clinical studies conducted to ensure their safety and efficacy.

## Keywords

novel dressings; scar treatment; silicone gel excipients; hydrogel excipients

## 新型敷料对于瘢痕治疗的研究进展

丁亚鹏 王献珍\*

青海大学附属医院, 中国·青海 西宁 810000

## 摘要

新型敷料在瘢痕治疗中显示出广阔的应用前景, 其多样的材料特性和生物学功能为瘢痕的预防和治疗提供了新的选择。然而, 目前的研究仍存在一些挑战, 如材料的长期安全性、与皮肤的相容性以及大规模临床试验的缺乏。未来应进一步探索新型敷料的机制, 优化材料设计, 并开展大规模的临床研究, 以确保其安全性和有效性。

## 关键词

新型敷料; 瘢痕治疗; 硅凝胶辅料; 水凝胶辅料

## 1 引言

瘢痕治疗领域的最新进展主要集中在开发多功能新型敷料上, 后者不仅能促进伤口愈合, 还能抑制瘢痕形成。其中一项重大创新是创造了集成电纺纤维复合膜, 光学透明敷料已成为一种很有前景的解决方案, 它可以持续监测伤口愈合过程, 而无需频繁更换敷料。此外, 含有天然化合物、药物、生物大分子和细胞的生物聚合物敷料有望模拟胎儿组织再生, 包括头发和腺体的完全恢复而不留瘢痕。总之, 新型敷料融合了先进材料和多功能特性, 是瘢痕治疗领域的一次重大飞跃, 为临床环境中改善愈合和减少瘢痕带来了新的希望。

【作者简介】丁亚鹏 (1993-), 男, 中国甘肃甘谷人, 硕士, 住院医师, 从事烧伤、瘢痕、皮肤肿物、慢性创面的治疗以及整形手术等研究。

【通讯作者】王献珍 (1973-), 男, 土族, 中国青海民和人, 硕士, 副主任医师、教授, 从事瘢痕激光治疗、大面积烧伤、慢性伤口溃疡等研究。

## 2 新型敷料的类型及其作用机制

瘢痕治疗中的新型敷料种类繁多, 其作用机制各异, 主要包括以下几种类型及其相应的作用机制。

### 2.1 硅凝胶敷料

硅凝胶敷料因其多方面的作用机制而被广泛用于治疗增生性瘢痕和瘢痕疙瘩。硅凝胶敷料主要通过为角质层补充水分来发挥作用, 这有助于调节成纤维细胞和角质细胞之间的信号传递, 从而减少胶原蛋白的生成和瘢痕的形成<sup>[1]</sup>。水合作用至关重要, 因为它能形成一个半闭合屏障, 保持皮肤水分, 这对瘢痕成熟和减少瘢痕厚度至关重要<sup>[2]</sup>。硅凝胶敷料兼具水合作用、生长因子调节作用、抗炎作用和物理屏障作用, 是治疗瘢痕的多功能有效选择<sup>[3]</sup>。

### 2.2 水凝胶敷料

水凝胶敷料在瘢痕治疗中发挥着多方面的作用, 利用其独特的特性促进伤口的最佳愈合, 最大限度地减少瘢痕的形成。这些敷料的主要功能是保持湿润的伤口环境, 这对细胞迁移和增殖至关重要, 从而加速伤口愈合过程并减少瘢痕组织的形成<sup>[4]</sup>。水凝胶可模仿细胞外基质 (ECM), 提供

支持性支架,促进成纤维细胞和角质细胞等对组织再生至关重要的细胞的附着和生长<sup>[4]</sup>。这些机制强调了水凝胶敷料在瘢痕治疗中的多功能性和有效性,凸显了水凝胶敷料彻底改变伤口护理和改善皮肤创伤患者临床疗效的潜力。

### 2.3 胶原蛋白敷料

胶原蛋白敷料在瘢痕治疗中发挥着多方面的作用,它利用胶原蛋白的天然特性促进伤口愈合,最大限度地减少瘢痕。胶原蛋白具有多种药用形式,包括海绵、凝胶、屏蔽和颗粒,可根据伤口类型和愈合阶段进行定制应用<sup>[5]</sup>。胶原蛋白敷料通过增强伤口愈合、调节伤口环境、促进形成组织良好、不太明显的瘢痕,为瘢痕治疗提供了一种前景广阔的方法。

### 2.4 银离子敷料

银离子敷料的抗菌特性已得到广泛认可,在治疗瘢痕(尤其是慢性伤口和烧伤造成的瘢痕)方面发挥着至关重要的作用。其主要作用机制是释放银离子( $Ag^+$ ),银离子具有广泛的抗菌谱,通过与DNA、RNA和各种蛋白质结合,对细菌、病毒、酵母和真菌具有细胞毒性,通过蛋白质和核酸变性、膜通透性增加和呼吸链中毒等多种机制导致细胞死亡<sup>[6]</sup>。这种抗菌作用尤其有利于减少伤口中的细菌生物负荷,这是防止感染和促进伤口愈合的有利环境的关键因素<sup>[7]</sup>。研究表明,银离子敷料通过在伤口液中保持低水平的活性银离子,可显著加快慢性难愈伤口的愈合过程,从而防止感染并促进组织修复<sup>[8]</sup>。银离子敷料的多方面作用,包括抗菌特性和促进组织修复的能力,使其成为治疗和预防瘢痕的重要工具,尤其是在复杂和慢性伤口的情况下。

### 2.5 透明质酸敷料

透明质酸(HA)敷料利用其独特的生化特性以及与伤口愈合相关细胞过程的相互作用,在瘢痕治疗中发挥着多方面的作用。透明质酸是一种天然存在于细胞外基质中的糖胺聚糖,以其保水能力而闻名,从而保持了有利于伤口愈合的湿润环境<sup>[9]</sup>。这种湿润的环境有利于细胞迁移和增殖,而细胞迁移和增殖是有效修复伤口的关键<sup>[10]</sup>。在伤口愈合的初期炎症阶段,伤口部位的HA含量迅速增加,通过水分子的扩散和促炎细胞因子的刺激,促进炎症细胞的迁移和浸润<sup>[11]</sup>。通过喷射注射法在瘢痕内注射医管局已显示出缓解瘢痕挛缩的前景,这种方法可轻松渗透到坚硬的瘢痕组织,并通过医管局的生物分子效应和喷射的机械冲击力逆转瘢痕的形成<sup>[12]</sup>。HA的多方面机制,包括保湿、调节炎症和增殖反应以及抑制胶原过度沉积,使其成为治疗和预防瘢痕的重要工具。

### 2.6 人工皮肤敷料

人工皮肤敷料在瘢痕治疗中发挥着至关重要的作用,它利用各种机制促进最佳愈合,最大限度地减少瘢痕的形成。其中一个主要机制是表皮层的水合作用,这已被证明能抑制下层成纤维细胞的新陈代谢,从而减少胶原沉积和瘢痕肥大。在研究中,敷在瘢痕上的硅凝胶薄片能显著减少真皮

层和表皮层的厚度,这主要是由于角质细胞的水合作用,进而减少了对角质细胞的刺激和随后的瘢痕形成<sup>[13]</sup>。这些敷料的结构设计,如包含网状纤维层和胶原纤维层,模仿了人体皮肤的结构,通过提供支持正常组织再生的支架,有效防止瘢痕增生<sup>[14]</sup>。人工皮肤敷料集水合作用、结构支撑、生长因子输送和美学考虑于一身,是管理和治疗瘢痕的有力工具。

## 3 新型敷料在瘢痕治疗中的应用

### 3.1 硅凝胶敷料

硅凝胶敷料在治疗增生性瘢痕和瘢痕疙瘩方面的疗效已得到广泛认可,多项研究证明了这一点。持续、稳定地使用局部硅凝胶(TSG)和硅凝胶片(SGS)可显著改善瘢痕特征,尤其是每周使用四天以上时,可增强瘢痕高度、色素沉着和硬度等因素,但疼痛和瘙痒的改善与使用频率的关系不大<sup>[15]</sup>。使用硅凝胶敷料似乎是一种很有前景的瘢痕治疗方法,但还需要进一步的精心设计的研究来巩固这些发现并优化治疗方案。

### 3.2 水凝胶敷料

水凝胶敷料因其多功能特性和创造最佳愈合环境的能力,在治疗瘢痕方面大有可为。这些敷料,特别是那些基于纳米复合水凝胶的敷料,结合了纳米材料和水凝胶的优点,提高了它们在伤口管理方面的性能,满足了伤口愈合过程的复杂要求<sup>[16]</sup>。在涉及大鼠的实验研究中,应用猪真皮水凝胶敷料后,皮肤再生速度加快,成纤维细胞活性增强,这对有效治疗瘢痕至关重要。经过处理的伤口最初表现出中度炎症和水肿,但与未经处理的伤口相比,愈合效果有所改善,表皮增厚,炎症逐渐减轻<sup>[17]</sup>。这些研究结果凸显了水凝胶敷料通过加速伤口愈合、减少炎症反应和促进组织再生来改善瘢痕治疗效果的潜力,从而为急性和慢性伤口治疗提供了一种前景广阔的治疗方法。

### 3.3 胶原敷料

胶原蛋白敷料在治疗瘢痕方面大有可为,尤其是在促进伤口愈合和改善瘢痕组织质量方面。研究表明,以胶原蛋白为基础的敷料,如含有冻干胶原蛋白的敷料,可以显著减少伤口面积和深度,从而改善糖尿病足溃疡患者的愈合效果。例如,使用胶原蛋白敷料后,在第四周结束时,伤口面积减少了79.9%,伤口深度减少了76.8%,而传统疗法分别只减少了45.1%和53.1%<sup>[18]</sup>。这些发现强调了胶原蛋白敷料的潜力,它不仅能加快伤口愈合,还能改善愈合组织的结构和功能,使其成为瘢痕治疗和管理的工具。

### 3.4 银离子敷料

银离子敷料在治疗慢性伤口和感染性伤口方面显示出良好的效果,因此也有可能用于瘢痕治疗。这些敷料通过向伤口液体或分泌物中释放活性银离子,有助于预防感染和促进伤口愈合<sup>[19]</sup>。在一项涉及23名慢性伤口患者的研究中,

使用草硝酸银敷料可明显改善伤口愈合进展,减少伤口相关疼痛,并提高患者的心理健康水平,但对伤口大小无明显影响<sup>[20]</sup>。鉴于这些研究结果,银离子敷料有可能通过预防感染、减少炎症和促进更有利的愈合环境而有益于瘢痕治疗,不过还需要进一步开展专门针对瘢痕治疗的研究来证实这些益处。

### 3.5 透明质酸敷料

透明质酸(HA)敷料在治疗瘢痕方面大有可为,尤其是在预防增生性瘢痕和瘢痕疙瘩方面。透明质酸是细胞外基质的重要组成部分,在伤口愈合的各个阶段,包括炎症、肉芽形成和再上皮化过程中都发挥着至关重要的作用<sup>[21]</sup>。例如,与庆大霉素交联的HA水凝胶可有效治疗局部感染,降低抗生素耐药性和全身暴露的风险<sup>[22]</sup>。虽然基于HA的敷料仍在优化之中,但目前的证据表明,它们为促进伤口愈合和减少瘢痕相关并发症提供了一种有价值的治疗选择,使其成为急性和慢性伤口管理中一种很有前途的工具。

### 3.6 人工皮肤敷料

人工皮肤敷料在治疗瘢痕方面大有可为,尤其是在促进愈合和减少不良反应方面。富血小板血浆(PRP)与双层人造真皮的结合在治疗肌腱外露的伤口方面效果显著,大大缩短了伤口愈合时间和住院时间,并长期改善了瘢痕的柔韧性<sup>[23]</sup>。人工皮肤敷料的这些进步带来了一系列好处,包括改善愈合时间、减少瘢痕和最大限度地减少供体部位损伤,使其成为紧急和长期瘢痕管理的重要工具。

## 4 新型敷料在瘢痕治疗中的应用研究

伤口敷料技术的最新进展表明,在治疗瘢痕,尤其是病理性瘢痕(PS)(如增生性瘢痕(HTS)和瘢痕疙瘩)方面具有广阔的前景。传统的病理性瘢痕治疗方法,包括手术、药物治疗和放射治疗,往往面临疗效低、复发率高的挑战,因此有必要开发更安全、更有效的替代方法。新型多功能伤口敷料,如结合微针(MN)和光动力疗法(PDT)的敷料,已成为创新的解决方案。这些敷料利用光敏剂和外泌体(Exos)等新材料,具有更好的组织相容性,减少了免疫排斥反应,从而提高了治疗效果。这些进展凸显了新型敷料在改善瘢痕治疗效果、降低复发率和提高患者生活质量方面的潜力。

## 5 结语

总之,这些创新型敷料为促进伤口愈合和减少瘢痕提供了新的策略,有可能通过进一步的研究优化其在临床实践中的应用。未来的研究应侧重于比较各种敷料的对照试验,以建立瘢痕治疗的标准化方案,确保患者获得最佳治疗效果。

### 参考文献

[1] GISELE VIANA DE OLIVEIRA, MICHAEL H. GOLD. Silicone sheets and new gels to treat hypertrophic scars and keloids: A short

review.[J/OL]. *Dermatologic Therapy*, 2020, 33(4).

- [2] SO-JEONG YIM, DOO HYUN NAM, DA-HYE CHOI. Evaluation of Silicone-Based Gel for the Treatment of Hypertrophic Scarring in Rat Models[J/OL]. *Journal of wound management and research*, 2024, 20(2): 122-127.
- [3] HSU K C, LUAN C W, TSAI Y W. Review of Silicone Gel Sheeting and Silicone Gel for the Prevention of Hypertrophic Scars and Keloids[J]. *Wounds : a compendium of clinical research and practice*, 2017, 29(5): 154-158.
- [4] GABRIEL ION OLTEANU, S. M. NEACȘU, FLORIN ALEXANDRU JOIȚA. Advancements in Regenerative Hydrogels in Skin Wound Treatment: A Comprehensive Review[J/OL]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2024.
- [5] Anton Petrovich Ostroushko, Остроушко Антон Петрович, Alexander Alexeyevich Andreev. Collagen and Use Its in the Treatment of Wounds[J/OL]. 2021, 14(1): 85-90.
- [6] IBRAHIM KHANSA, ANNA R. SCHOENBRUNNER, CASEY T. KRAFT. Silver in Wound Care—Friend or Foe?: A Comprehensive Review[J/OL]. *Plastic and reconstructive surgery. Global open*, 2019, 7(8).
- [7] PHILLIP J. FINLEY, ROGER E HUCKFELDT, KARA D WALKER. Silver dressings improve diabetic wound healing without reducing bioburden.[J]. *Wounds-a Compendium of Clinical Research and Practice*, 2013, 25(10): 293-301.
- [8] RUI WANG, YUAN GUO, BAO LI. Application Effect of Silver-Containing Dressings in the Repair of Chronic Refractory Wounds[J/OL]. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2022(6): 1-8.
- [9] HELLEN ROEHRS, JANISLEI GD STOCO, FRANCIELE SOARES POTT. Dressings and topical agents containing hyaluronic acid for chronic wound healing[J/OL]. *The Cochrane library*, 2023(7).
- [10] DÉBORA VENTURA KLAYN NASCIMENTO. The Role of Hyaluronan in Skin Wound Healing[J/OL]. *Biology of extracellular matrix*, 2023: 189-204.
- [11] CASSUTO DANIEL, VINSHTOK YURI. Treatment of Scar Contracture with Intralesional Jet-Assisted Injection of Hyaluronic acid[J/OL]. 2020, 6(2).
- [12] ANDREA A. TANDARA, THOMAS A. MUSTOE. The role of the epidermis in the control of scarring: evidence for mechanism of action for silicone gel.[J/OL]. *Journal of Plastic Reconstructive and Aesthetic Surgery*, 2008, 61(10): 1219-1225.
- [13] CHEN JINTAO, WU SHUAI. Prevent hyperplastic artificial skin of scar[P]. 2018.
- [14] JAEYOUNG CHO, JIMIN LEE, JUN PARK. Increased Patient Compliance with Silicone Gel Sheeting and Topical Silicone Gel

- for Hypertrophic Scar Improves Scar Outcomes[J/OL]. Journal of wound management and research, 2024,20(2):128-136.
- [15] YING YANG, PINGFEI WANG, GUIJU ZHANG. Inorganic-Nanomaterial-Composited Hydrogel Dressings for Wound Healing[J/OL]. Journal of composites science,2024.
- [16] KARINA I. MELKONYAN, YA. A. KOZMAY, T. V. RUSINOVA, 等. Application of a hydrogel derived from porcine dermis for experimental treatment of superficial wounds[J/OL]. 2023.
- [17] YU. G. LUTSENKO, YU. G. ABRAMOVA, A. B. MATIYTSIV. The role of collagen dressings in the complex treatment of diabetic foot ulcers[J/OL]. Russian Journal for Personalized Medicine,2024,4(2):139-145.
- [18] RUI WANG, YUAN GUO, BAO LI. Application Effect of Silver-Containing Dressings in the Repair of Chronic Refractory Wounds[J/OL]. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine,2022:1-8.
- [19] J. RODRIGUEZ-ARGUELLO, KARIN LIENHARD, JILL DE GROOD, 等. The Use of Silver Oxynitrate Wound Dressings in the Treatment of Chronic Wounds: A Feasibility Pilot Study.[J/OL]. Advances in Skin & Wound Care, 2024.
- [20] AGUSTINI SONG. Exploring Hyaluronic Acid as a Potential Standard Dressing for Burn Wound[J/OL]. journal of medical science and clinical research,2022,2(8).
- [21] ANNA WATSON, KAROLINE E. ECKHART, MICHELLE WOLF. Hyaluronic Acid-Based Antibacterial Hydrogels for Use as Wound Dressings.[J/OL]. ACS applied bio materials, 2022,5(12): 5608-5616.
- [22] J. M. WU, H. YANG, Q. LI. [Clinical efficacy of local injection of platelet-rich plasma combined with double-layer artificial dermis in treating wounds with exposed tendon on extremity].[J/OL]. 2023,39(9):849-856.
- [23] YINING LIU, SISI WANG, FAN YANG. Application and progress of new technologies and new materials in the treatment of pathological scar[J/OL]. Frontiers in Chemistry,2024,12.