Pharmaceuticals 抗菌智能敷料 — 应对伤口护理中的抗生素耐药性难题

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/43470.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

Pharmaceuticals 抗菌智能敷料 — 应对伤口护理中的抗生素耐药性难题。论文标题：Antimicrobial Smart Dressings for Combating Antibiotic Resistance in Wound Care

论文链接：https://www.mdpi.com/1424-8247/18/6/825#

期刊名： Pharmaceuticals

期刊主页：https://www.mdpi.com/journal/pharmaceuticals

一、研究背景

伤口愈合是一套调控精密的生理过程，对维持皮肤正常功能至关重要。但糖尿病溃疡、压疮、手术创面等慢性伤口，往往会滋生顽固细菌生物膜，并伴随过度氧化应激问题。与此同时，耐药菌的流行范围持续扩大，大幅压缩了感染性伤口的临床治疗方案选择空间。传统伤口护理手段无法实时获取创面病理数据，不可避免会造成治疗干预滞后、疗效不达预期。
为解决这一日益严峻的医疗难题，罗马尼亚Elena-Lacramioara Lisa 和 Oana-Maria Dragostin带领的研究团队，联合当地两所医药类高校的合作研究者，在 Pharmaceuticals 期刊发表了一篇综合性综述。该综述系统梳理了各类伤口敷料的发展历程、先进传感与按需释药功能、多种抗菌活性物质的负载方式，同时探讨了目前成果转化存在的瓶颈，并对未来研究方向作出展望。

二、研究方法

作者团队在 PubMed、Scopus、Web of Science三大数据库开展全面文献检索，检索关键词结合伤口敷料、纳米颗粒、天然抗菌剂等术语，并搭配布尔逻辑运算符筛选文献，仅收录经体外、离体或体内试验验证外用制剂效果的原创研究。

三、伤口敷料的发展演变

文中配有三张示意图直观展示核心内容：

· 传统敷料：纱布、棉絮、胶布、绷带、脱脂棉；仅起到物理隔离作用，本身无抗菌活性。

· 现代敷料：泡沫敷料、薄膜敷料、纳米纤维敷料、水凝胶、水胶体；可维持创面湿润愈合环境，但药物仅被动释放。

· 智能敷料：集成实时监测生物传感器与响应式释药系统，搭载电化学传感器、光学传感器、压力传感器，可实时监测创面生物标志物，并实现智能可控给药。

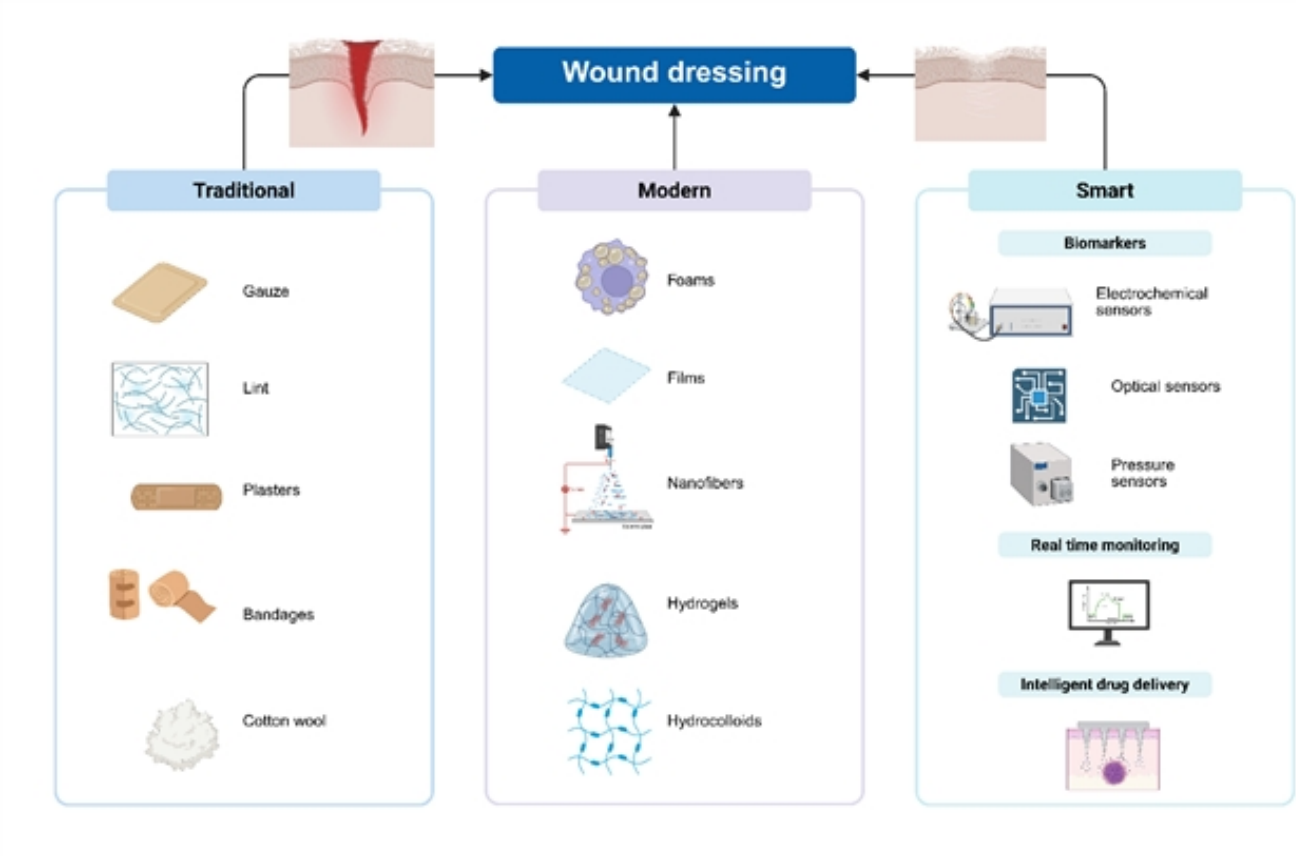


图 1 伤口敷料分类示意图

该综述同时梳理了数千年创面护理发展的历史：

- 公元前 2500 年，美索不达米亚人使用牛奶清洗伤口；
- 公元前 460 – 370 年，古希腊人以葡萄酒醋为创面消毒；
- 19 世纪，传统绷带大规模投入临床使用；
- 如今，集成电子元件的智能敷料应运而生，成为破解抗生素耐药危机的革命性方案。

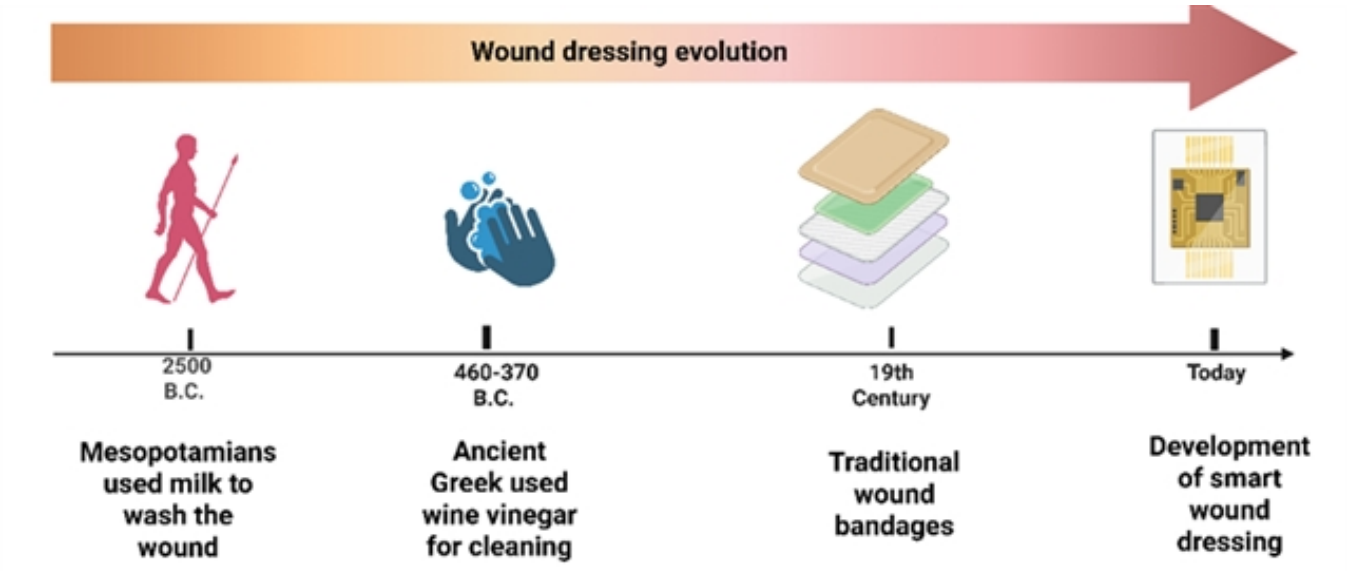


图2 伤口敷料演变时间表

传统敷料无法穿透细菌生物膜，需要频繁更换，且无法对抗耐药菌；水凝胶、纳米纤维等新型现代材料虽能优化湿润愈合环境，却不具备感染早期预警能力。 而智能敷料可实现创面感染闭环管理：其传感系统能在细菌载量较低时，检出创面酸碱度、炎症标志物、耐药基因等生物标志物；一旦检测指标提示创面发生感染，刺激响应型载体才会释放抗菌成分，避免药物长期低剂量暴露诱导细菌产生耐药性。可搭载于智能敷料的抗菌剂包含六大类：蜂蜜、精油、碘络合物、银纳米颗粒、葡萄糖酸氯己定（CHG）、抗生素。

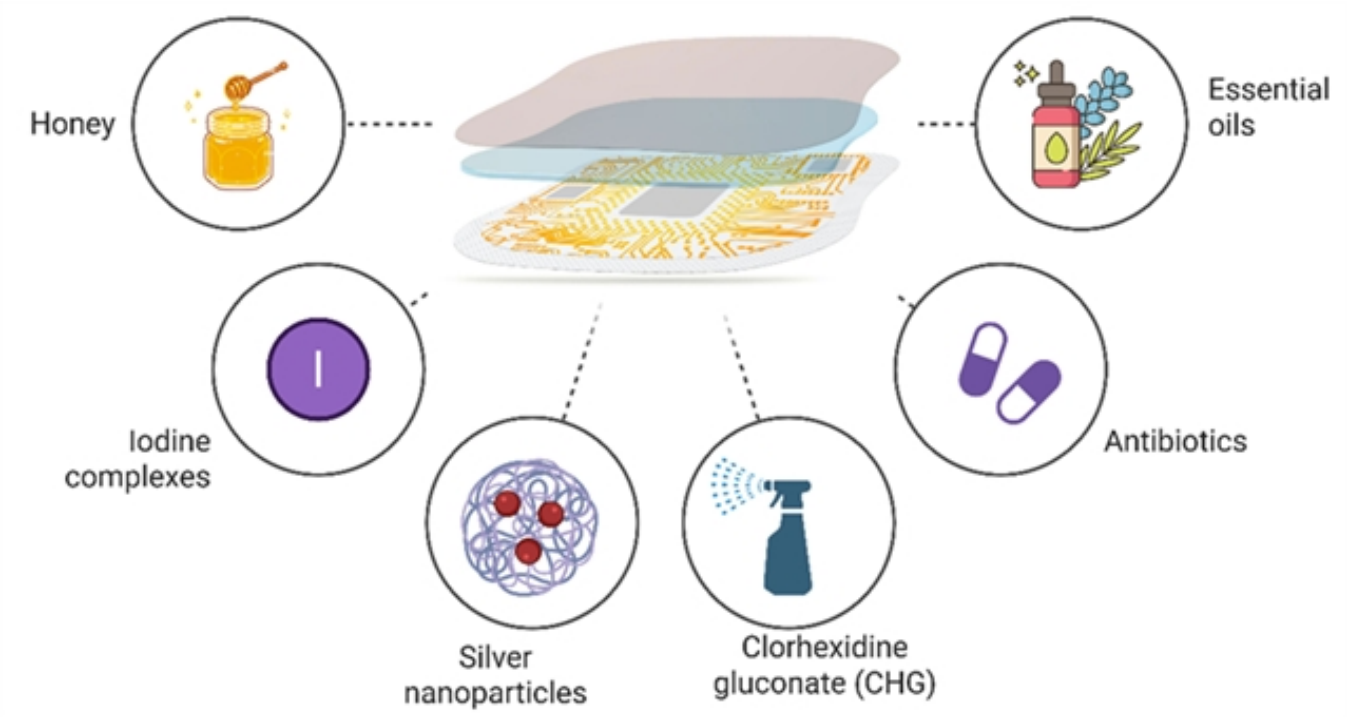


图3 智能敷料搭载的各类抗菌物质

四、现存挑战与未来研究展望

研究人员目前正致力于通过开发不易产生耐药性的新型微生物、精准靶向微生物细胞、小型化传感器系统以及提高生物传感器灵敏度等方法，优化智能敷料。未来的研究将聚焦于3D打印个性化敷料、人工智能辅助伤口监测、微针和磁性纳米材料以及完全可生物降解的生物聚合物基材。同时，材料学、微生物学和临床医学等学科的跨学科合作对于促进临床转化至关重要。

五、研究总结

这篇颇具深度的综述绝非仅对现有研究进展进行简单汇总，更是为未来十年精准创面护理研究发出有力行动倡议。文章预判，依托先进生物传感器与抗菌材料打造的搭载人工智能、可自主调控的智能敷料，将能够抑制耐药致病菌。该文献梳理了3D 生物打印、微针、磁性纳米材料等前景广阔的研究方向，并强调跨学科协作的重要意义，为缓解全球抗菌药物耐药危机提供了完善的理论框架。

Cristea, A.-G.; Lisa, E.-L.; Iacob, S.; Dragostin, I.; Stefan, C.S.; Fulga, I.; Anghel, A.M.; Dragan, M.; Morariu, I.D.; Dragostin, O.-M. Antimicrobial Smart Dressings for Combating Antibiotic Resistance in Wound Care. Pharmaceuticals 2025, 18, 825.

期刊介绍

主编：Prof. Dr. Am é lia Pilar Rauter, Universidade de Lisboa, Portugal

期刊主题涵盖了药物化学、药理学、生物制药、药物递送、药物控释、药物制剂、天然产物、药代动力学和纳米医学等。目前期刊已被SCIE、Scopus 和PubMed 等数据库收录，位列JCR 药物化学和药理学与药学两个学科领域Q1区。

来源：Pharmaceuticals

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发