

小鼠烧烫伤皮肤油红 O 染色的观察

吴庭辉, 张鑫璐, 廖玉玺, 王小丹, 郭丽丽*

新疆和田学院 新疆和田

【摘要】本研究旨在通过对小鼠烧烫伤皮肤进行油红 O 染色观察, 探讨烧烫伤对皮肤组织中脂质代谢的影响。采用特定的烧烫伤模型建立方法, 对小鼠皮肤造成不同程度的烧烫伤, 并在不同时间点进行油红 O 染色。观察染色后的组织形态特征, 分析烧烫伤程度与染色结果之间的关系, 以及时间因素对染色的影响。研究结果为深入理解烧烫伤后的皮肤病理生理变化提供了新的视角, 同时也为烧烫伤的诊断和治疗提供了一定的参考依据。

【关键词】油红 O; 烧烫伤; 皮肤

【基金项目】新疆和田学院校级项目: 新疆道地药材中药方治疗烧烫伤的疗效观察与应用(2024RC01); 和田地区育龄期妇女血红蛋白水平调查(2024ZR-006); 南疆特色植物中药方治疗烧烫伤并促进全功能皮肤重建(2024ZR-009); 输血检验技术实践慕课建设及搭建在线课程资源(2024JYZ-01); 新疆维吾尔自治区天池英才项目: 紫草素调控皮肤成纤维细胞在小鼠烧烫伤皮肤愈合过程中的机制研究

【收稿日期】2026年2月17日 **【出刊日期】**2026年3月31日 **【DOI】**10.12208/j.ijmd.20260033

Observation of oil red O staining of burned and scalded mouse skin

Tinghui Wu, Xinlu Zhang, Yuxi Liao, Xiaodan Wang, Lili Guo*

Xinjiang Hotan University, Hotan, Xinjiang

【Abstract】 This study aims to investigate the effect of burns and scalds on lipid metabolism in skin tissues through oil red O staining of mouse burned and scalded skin. A specific burn and scald model establishment method was adopted to cause different degrees of burns and scalds on the mouse skin, and oil red O staining was performed at different time points. The morphological characteristics of the stained tissues were observed, and the relationship between the degree of burn and scald and the staining results was analyzed, as well as the influence of time factors on staining. The research results provide a new perspective for in-depth understanding of the pathological physiological changes of the skin after burns and scalds, and also provide certain reference basis for the diagnosis and treatment of burns and scalds.

【Keywords】 Oil red O; Burns and scalds; Skin

烧烫伤是临床常见的外伤性损伤, 不仅会造成皮肤屏障的直接破坏, 还会引发局部炎症反应、脂质代谢紊乱等一系列病理生理变化, 因此探索烧烫伤皮肤修复的分子机制与形态学特征具有重要的临床价值^[1]。皮肤脂质作为皮肤屏障的核心组成部分, 其代谢状态直接影响烧烫伤后皮肤的愈合进程, 但目前关于烧烫伤后皮肤脂质的动态分布变化及调控机制仍需进一步明确^[2-4]。油红 O 染色是一种特异性针对脂质的组织化学染色技术, 广泛应用于组织切

片中脂质的定位、分布观察, 为脂质代谢相关研究提供了直观的形态学依据^[5]。本研究通过对小鼠烧烫伤皮肤进行油红 O 染色观察, 旨在明确烧烫伤后不同时间点皮肤脂质的分布、含量变化规律, 探讨脂质变化与皮肤修复的关联, 为烧烫伤皮肤修复的基础研究及临床干预提供形态学支撑^[6]。

近年来, 国内外学者围绕烧烫伤后皮肤修复的机制展开了大量研究, 发现脂质代谢紊乱是烧烫伤后皮肤屏障损伤的重要特征之一。现有研究表明,

*通讯作者: 郭丽丽

烧烫伤后皮肤脂质含量会出现明显波动, 早期因皮肤屏障破坏导致脂质流失, 修复期脂质合成逐渐增加以促进屏障重建, 但关于脂质在烧烫伤不同修复阶段的具体分布变化、关键脂质种类及调控机制, 目前尚未形成统一结论, 仍需更细致的形态学观察与验证^[7]。油红 O 染色作为脂质观察的经典方法, 已被应用于皮肤疾病、创伤修复等相关研究中, 可有效显示皮肤组织中脂质的分布特征。但目前将油红 O 染色应用于小鼠烧烫伤皮肤脂质动态观察的研究相对较少, 且现有研究多聚焦于单一时间点的脂质观察, 缺乏对烧烫伤后全程脂质变化的系统分析, 通过油红 O 染色技术实现对烧烫伤后不同修复阶段皮肤脂质的系统观察, 弥补现有研究中脂质动态观察不足的缺陷; 将染色结果与皮肤修复进程相结合, 为脂质调控烧烫伤皮肤修复提供更直观的形态学证据, 具有一定的创新性与实用性。

1 材料

选用健康的雄性小鼠, 体重在 20-25g 之间。油红 O 染色试剂盒, 包括油红 O 染料、分化液、苏木素染液、二甲苯溶液、乙醇、去离子水等。

2 实验方法

小鼠烧烫伤模型的建立, 使用恒温烫伤仪对小

鼠背部进行烧烫伤处理, 设置不同的温度和时间参数, 取烫伤部位的皮肤组织, 将组织固定, 包埋, 切片。对切片进行油红 O 染色, 使用显微镜观察染色后的切片, 记录染色结果。

3 结果

3.1 烧烫伤后小鼠皮肤外观变化

烫伤后小鼠背部皮肤外观呈动态变化, 烫伤即刻, 背部烫伤区域皮肤呈淡红色至暗红色, 表皮轻微起皱, 触之质地偏硬, 小鼠表现出明显的疼痛反应; 烫伤后 6~12h, 烫伤区域红肿范围扩大, 周边皮肤轻度水肿; 烫伤后 24~48h, 创伤处开始结痂, 痂皮呈淡褐色, 质地较干燥, 红肿范围逐渐缩小, 渗出物减少; 烫伤后 7d, 痂皮颜色加深至深褐色, 质地变硬, 周边皮肤基本恢复正常色泽, 无明显水肿, 小鼠疼痛反应减轻。

3.2 油红 O 染色结果

正常对照组小鼠皮肤油红 O 染色结果: 脂质主要均匀分布于表皮角质层、毛囊周围及皮脂腺区域, 呈均匀的鲜红色阳性染色, 染色强度中等且分布规则; 表皮各层脂质分布连贯, 真皮层中仅少量散在脂质阳性信号, 无异常聚集或缺失现象, 清晰可见皮脂腺结构完整, 脂质填充饱满, 提示正常小鼠皮肤脂质分布规律, 皮肤屏障功能完好。

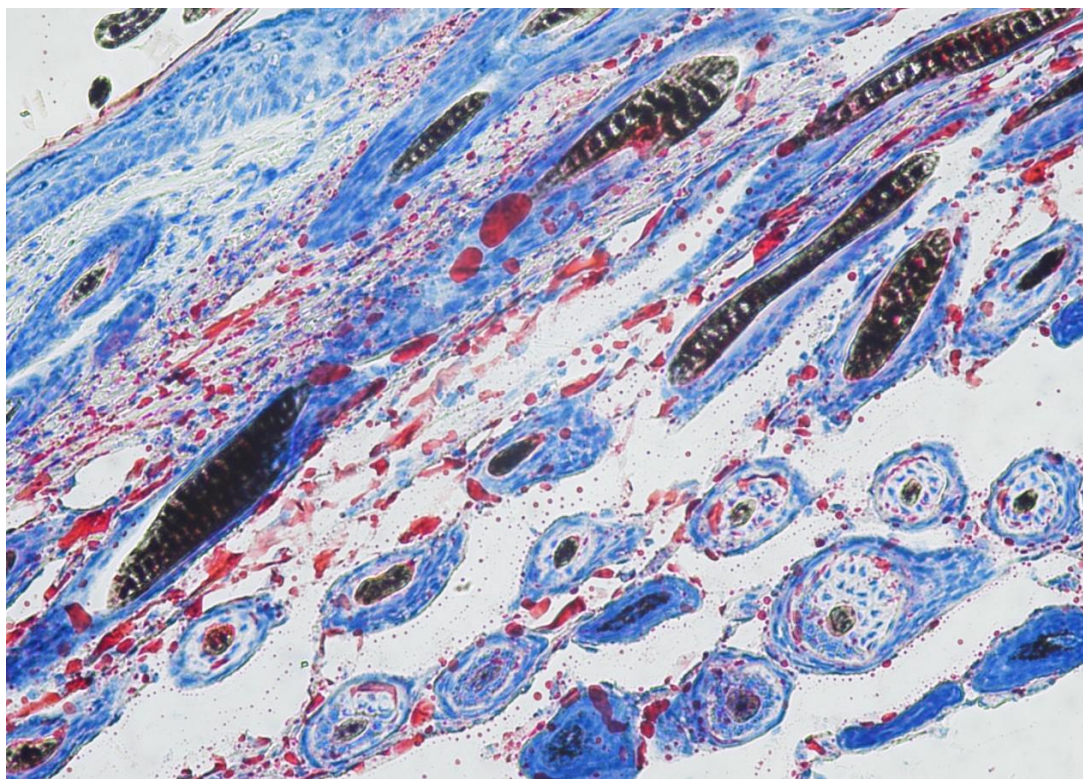


图 1 正常对照组小鼠皮肤油红 O 染色结果 20x

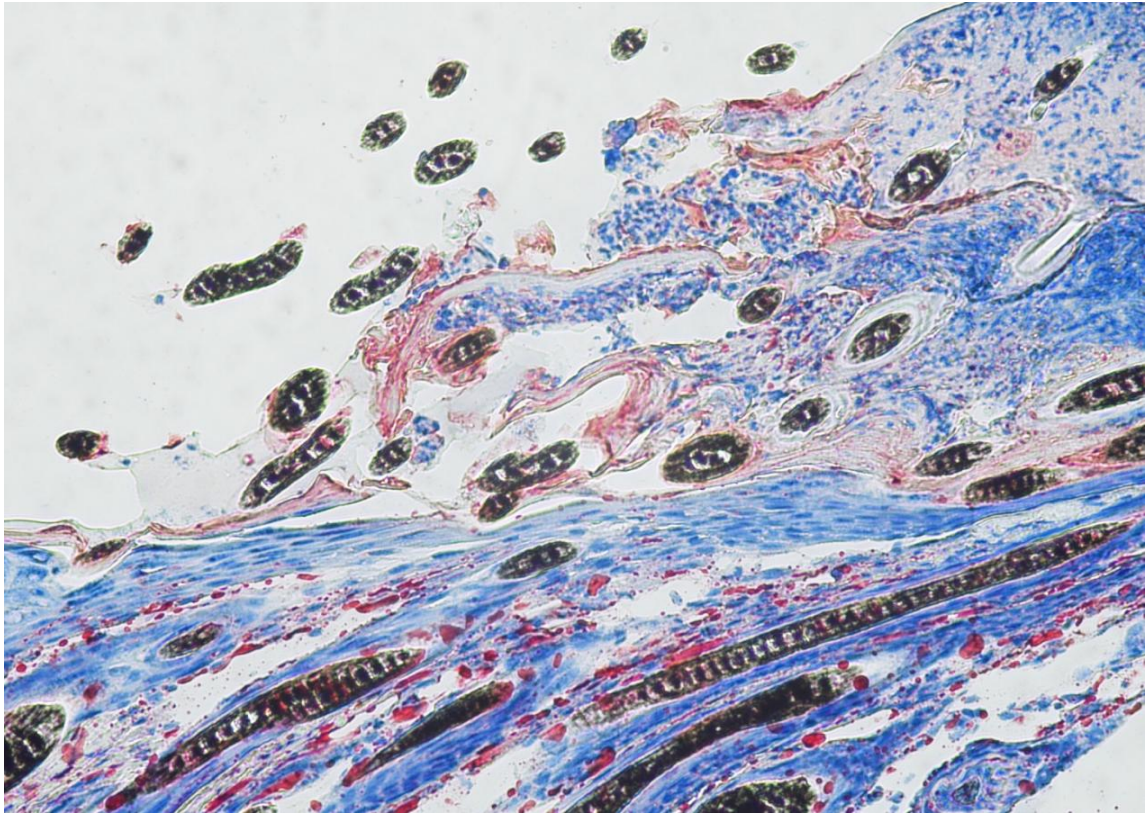


图2 烧烫伤后 3d 小鼠背部皮肤油红 O 染色结果 20x

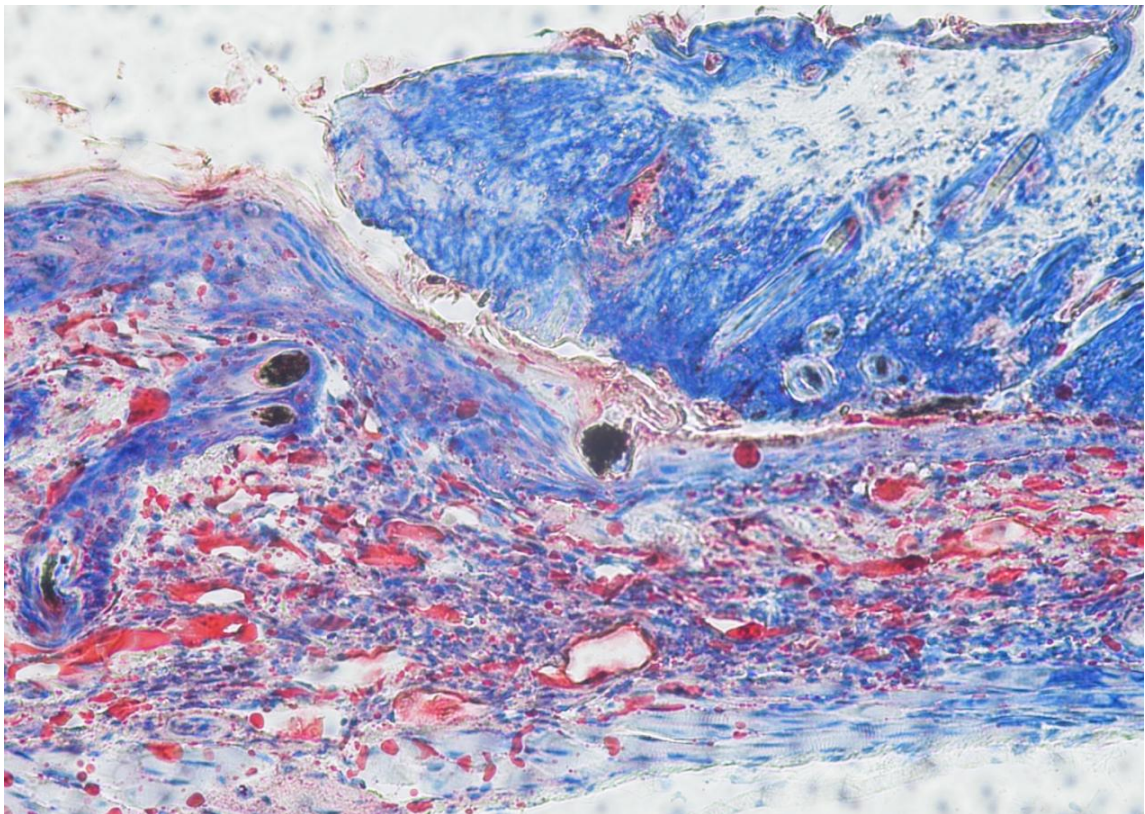


图3 烧烫伤后 5d 小鼠背部皮肤油红 O 染色结果 20x

烧烫伤模型组不同时间点染色结果（与正常皮肤对比）：①烫伤后 1d（急性期）：与正常皮肤相比，烫伤区域脂质染色阳性信号明显减弱，表皮角质层脂质连续性断裂，毛囊周围及皮脂腺区域染色变淡，部分区域出现阴性空白区，真皮层脂质信号几乎消失，提示烧烫伤早期皮肤屏障破坏，脂质大量流失；②烫伤后 3d：染色阳性信号持续减弱，阳性区域范围缩小，仅在烫伤边缘残留少量散在鲜红色染色，皮脂腺结构破坏，无明显脂质填充，与正常皮肤的均匀分布形成显著差异；③烫伤后 7d（修复早期）：阳性信号开始缓慢恢复，染色强度较前增强，表皮及毛囊周围出现少量脂质聚集，呈散在鲜红色点状或片状染色，但分布仍不均匀，未恢复至正常皮肤的连贯状态。

4 讨论

结合本研究油红 O 染色镜下观察，小鼠烧烫伤后皮肤脂质变化呈现出明显的阶段性特征，整体遵循“急性期显著减少—修复早期缓慢恢复—修复后期趋于正常”的动态规律。急性期，与正常皮肤相比，烫伤区域脂质染色阳性信号显著减弱，表皮角质层脂质连续性断裂，毛囊及皮脂腺周围脂质染色变淡甚至出现空白区，真皮层脂质信号几乎消失，提示烧烫伤早期，皮肤屏障被直接破坏，表皮及真皮层脂质大量流失，同时皮脂腺结构受损，脂质合成功能暂时受抑，导致皮肤脂质含量急剧下降、分布紊乱。修复早期，脂质染色阳性信号开始缓慢恢复，阳性区域范围逐渐扩大，表皮及毛囊周围出现散在的脂质聚集，染色强度较急性期明显增强，表明此阶段皮肤修复启动，皮脂腺功能逐渐恢复，脂质合成与沉积开始增加，但脂质分布仍未恢复至正常水平。

烧烫伤后皮肤脂质的动态变化与皮肤修复进程密切相关，其变化特征直接反映皮肤屏障的损伤与修复状态，同时参与调控皮肤修复的整个过程^[8]。烧烫伤早期，脂质的大量流失是皮肤屏障破坏的直接表现，而皮肤屏障的完整性受损会进一步导致外界病原体入侵、水分流失，加重局部炎症反应，形成“屏障破坏—脂质流失—炎症加重”的恶性循环，这也是急性期皮肤红肿、渗出的重要病理基础之一。进入修复期后，脂质合成与沉积的逐渐增加，是皮肤屏障重建的核心环节：一方面，脂质作为皮肤屏障的主要组成成分，其持续沉积可填补表皮损伤缺

口，恢复表皮角质层的连续性，减少水分流失和外界刺激，为皮肤修复提供稳定的微环境；另一方面，皮肤脂质还可通过调控炎症因子的表达，减轻局部炎症反应，抑制过度炎症对皮肤组织的损伤，同时促进成纤维细胞增殖、表皮细胞迁移，加速创面愈合。此外，本研究中脂质恢复速度与皮肤外观愈合进程呈正相关，即脂质恢复越快，皮肤结痂、脱痂进程越顺利，无明显疤痕形成，进一步证实了脂质代谢正常与否，直接影响烧烫伤皮肤的修复质量。

本研究存在以下几方面局限性。其一，样本量存在一定限制，本研究纳入的实验小鼠数量有限，可能导致统计结果的稳定性和可靠性受到影响，难以充分排除个体差异对实验结果的干扰。其二，观察时间点的设置不够全面，本研究主要聚焦于烧烫伤 1d 至 7d 的脂质变化，未涵盖烫伤后更早期的脂质瞬时变化及更长期（如 21d、28d）的脂质稳态恢复情况，无法完整呈现烧烫伤后皮肤脂质代谢的全程动态特征。其三，研究深度不足，未深入探讨脂质变化的分子调控机制，如脂质合成、转运相关基因（如 PPAR- γ 、ABCA1 等）的表达变化，也未结合功能学实验（如皮肤屏障功能检测、炎症因子检测）进一步验证脂质在烧烫伤皮肤修复中的具体作用。其四，未对烧烫伤后不同脂质种类（如胆固醇、神经酰胺、甘油三酯）的变化进行区分，无法明确哪种脂质在皮肤修复中发挥核心调控作用，限制了研究结论的针对性。针对本研究的不足，结合当前烧烫伤皮肤修复与脂质代谢的研究热点，提出以下未来研究方向。第一，扩大样本量，增加实验小鼠的数量，设置多批次重复实验，同时引入性别、年龄等影响因素分组，减少个体差异对实验结果的干扰，提升统计结果的可靠性和重复性。第二，优化观察时间点设计，补充烫伤后 3h 内的早期瞬时变化及 21d、28d 的长期恢复观察，完整捕捉烧烫伤后皮肤脂质代谢的全程动态规律，明确脂质恢复与皮肤长期修复效果的关联。第三，深化研究深度，结合脂质组学技术精准分析烧烫伤后不同脂质种类的变化特征，筛选出参与皮肤修复的关键脂质；同时运用分子生物学技术（如 Western blot、RT-PCR、免疫组化）检测脂质合成、转运及调控相关基因和蛋白的表达水平，明确烧烫伤后皮肤脂质变化的分子调控机制。第四，开展功能学干预实验，通过体外细胞实验或体内动物实验，采用脂质补充、基因

调控等方式, 探索脂质调控对烧烫伤皮肤修复的干预效果, 为烧烫伤的临床治疗提供新的思路和靶点。第五, 结合临床样本, 将小鼠模型的研究结果与人类烧烫伤患者的皮肤组织样本进行对比分析, 验证研究结论的临床适用性, 进一步推动基础研究向临床转化。

5 结论

本研究通过油红 O 染色结合镜下观察分析, 明确了小鼠烧烫伤后皮肤脂质的动态分布变化规律——烧烫伤后皮肤脂质变化呈现明显的阶段性特征, 急性期脂质大量流失、分布紊乱, 染色阳性信号显著减弱; 修复早期脂质合成与沉积开始缓慢恢复, 阳性信号逐渐增强但分布仍不均匀, 本研究证实, 油红 O 染色技术操作简便、特异性强, 可有效实现小鼠烧烫伤皮肤脂质的精准定位, 能够清晰呈现不同修复阶段脂质的分布差异与变化特征, 为烧烫伤皮肤脂质代谢相关研究提供了可靠、直观的形态学检测方法, 解决了现有研究中脂质动态观察不够系统的问题。

本研究进一步明确了皮肤脂质变化与烧烫伤皮肤修复进程的密切关联: 脂质的大量流失是烧烫伤早期皮肤屏障破坏的重要标志, 而脂质的逐步恢复则是皮肤屏障重建、创面愈合的核心环节, 脂质代谢的正常与否直接影响烧烫伤皮肤的修复质量。该结论为后续烧烫伤皮肤修复的基础研究提供了重要的形态学依据, 同时为烧烫伤的临床干预提供了新的思路——通过调控皮肤脂质合成与代谢, 可加速皮肤屏障重建, 改善烧烫伤修复效果, 为开发针对性的烧烫伤治疗策略提供了理论参考。本研究经伦理委员会审批通过。

参考文献

- [1] 李莹萍, 程璐璐, 彭睿翔, 等. 丹参酮 II A-丹酚酸 B 共载脂质体自溶性微针对烧烫伤大鼠瘢痕增生的抑制作用及机制[J]. 中药新药与临床药理, 2026,37(02):208-216.
- [2] 余海成, 苗德胜, 杨新军, 等. 紫雪膏治疗中小面积烧烫伤的应用效果分析[J]. 新疆中医药, 2025,43(05):15-18.
- [3] 宋倩倩, 曾鑫, 郑瑞芳, 等. 基于网络药理学探讨复方溃益克膏治疗烧烫伤创面炎症的作用机制[J]. 新疆医科大学学报, 2025,48(10):1438-1447.
- [4] 吴庭辉, 西尔艾力·艾克穆, 位文慧, 等. 紫草素调控 DLX5 影响 Wnt/ β -catenin 信号通路促进大鼠烧烫伤愈合[J]. 解剖科学进展, 2025,31(04):493-497.
- [5] 吕宏凯, 王妍丹, 吕佳仪, 等. 小鼠皮肤脂肪组织油红 O 和 HE 双染技术的改进及应用[J]. 中国组织化学与细胞化学杂志, 2025,34(06):623-628.
- [6] 赵方新, 李怡, 张烜, 等. 斑马鱼肝脏组织油红 O 染色方法比较优化[J]. 医学信息, 2022,35(17):27-30.
- [7] 吴庭辉. 紫草素对烧烫伤小鼠皮肤愈合的影响及其分子机制分析[D]. 塔里木大学, 2023.
- [8] 任卫琼. 春雨烧伤凝胶剂的制备工艺研究[D]. 湖南中医药大学, 2006.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS