

·指南与共识·

本文亮点:

- (1) 是国内外首部针对 II 度烧伤创面治疗的临床专家共识,涵盖烧伤创面院前急救处理、非手术治疗、手术治疗及感染防治 4 个方面,旨在形成规范化的 II 度烧伤治疗方案。
- (2) 对 II 度烧伤创面的相关术语进行了明确和规范,包括首次将深 II 度烧伤创面进一步分为偏浅深 II 度和偏深深 II 度创面等,为规范 II 度烧伤创面的相关诊断、分类和治疗提供了决策基础。
- (3) 以循证医学证据为基础,综合考虑临床实践操作的可行性及不同地域的经济水平和文化,形成了一套可操作性较强的 II 度烧伤临床实践指南。

Highlights:

- (1) This was the first clinical expert consensus for the treatment of second-degree burn wounds at home and abroad, covering the following four aspects: pre-hospital first aid treatment, non-surgical treatment, surgical treatment, and infection prevention and control of burn wounds. It aimed to form a standardized treatment plan for second-degree burns.
- (2) This consensus clarified and standardized the terminology related to second-degree burn wounds, including for the first time further dividing deep second-degree burn wounds into partial shallow deep second-degree and partial deep second-degree wounds, which provided a decision-making basis for standardizing the relevant diagnosis, classification, and treatment of second-degree burn wounds.
- (3) Based on the evidence-based medicine evidence, comprehensive consideration of the operative feasibility of the clinical practice, and the economic level and culture in different geographic regions, a set of operable clinical practice guideline of second-degree burns was formed.

II 度烧伤创面治疗专家共识(2024 版) I : 院前急救和非手术治疗

中华医学会烧伤外科学分会 海峡两岸医药卫生交流协会暨烧创伤组织修复专委会
通信作者:夏照帆,海军军医大学第一附属医院烧伤外科,全军烧伤研究所,中国医学科学院烧伤暨烧创复合伤救治关键技术创新单元,上海 200433, Email: xiazaofan@163.com

本共识为国际合作项目

本文英文版发表在《Burns & Trauma》, 2024, 12: tkad061

【摘要】 II 度烧伤是临床中最为常见但处理十分棘手的烧伤类型。目前关于 II 度烧伤创面的急救、诊断、分类、保守换药的方式、外用敷料或药物的选择等尚未形成统一

的标准和规范,严重影响临床治疗方案的制订及临床研究开展的一致性。本共识编写组以循证医学证据为基础,结合专家意见,制订《II 度烧伤创面治疗专家共识(2024 版) I :

DOI: 10.3760/cmaj.cn501225-20231019-00120

本文引用格式:中华医学会烧伤外科学分会,海峡两岸医药卫生交流协会暨烧创伤组织修复专委会. II 度烧伤创面治疗专家共识(2024 版) I :院前急救和非手术治疗[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2024, 40(1): 1-18. DOI: 10.3760/cmaj.cn501225-20231019-00120.

Chinese Burn Association, Tissue Repair of Burns and Trauma Committee, Cross-Straits Medicine Exchange Association of China. Expert consensus on the treatment of second-degree burn wounds (2024 edition) I : pre-hospital first aid and non-surgical treatment[J]. Chin J Burns Wounds, 2024, 40(1):1-18. DOI: 10.3760/cmaj.cn501225-20231019-00120.



院前急救和非手术治疗》。本共识从Ⅱ度烧伤创面的早期急救和非手术治疗 2 个方面提出 29 条具体推荐意见,旨在形成规范的Ⅱ度烧伤创面临床治疗方案。

【关键词】 烧伤; 急救; 创面处理; 专家共识

基金项目:中国医学科学院医学与健康科技创新工程项目(2019-I2M-5-076);上海市重中之重研究中心项目(2023ZZ02013);国家自然科学基金重点项目(81930057);国家自然科学基金面上项目(81971836);上海市优秀学术带头人项目(23XD1425000);海军军医大学深蓝人才工程

指南与共识注册:国际实践指南注册与透明化平台, PREPARE-2023CN749

Expert consensus on the treatment of second-degree burn wounds (2024 edition) I : pre-hospital first aid and non-surgical treatment

Chinese Burn Association, Tissue Repair of Burns and Trauma Committee, Cross-Straits Medicine Exchange Association of China

Corresponding author: Xia Zhaofan, Burn Institute of PLA, Department of Burn Surgery, the First Affiliated Hospital of Naval Medical University, Research Unit of Key Techniques for Treatment of Burns and Combined Burns and Trauma Injury, Chinese Academy of Medical Sciences, Shanghai 200433, China, Email: xiazaofan@163.com

This consensus is an international cooperation project

The English version of this article was published in Burns & Trauma, 2024,12:tkad061

【Abstract】 Second-degree burn is the most common type of burns in clinical practice and hard to manage. At present, there is no unified standard or specification for the first aid, diagnosis, classification, manner of conservative dressing change, and choice of external dressings or medications for second-degree burn wounds, which significantly affects the formulation of clinical treatment plans and the consistency of clinical studies. The consensus writing group developed the *Expert consensus on the treatment of second-degree burn wounds (2024 edition) I : pre-hospital first aid and non-surgical treatment* based on evidence-based medicine evidence and expert opinion. This expert consensus put forward 29 specific recommendations from 2 aspects: pre-hospital first aid and non-surgical treatment for second-degree burn wounds, aiming to form a standardized clinical treatment plan for second-degree burn wounds.

【Key words】 Burns; First aid; Wound management; Expert consensus

Fund program: Chinese Academy of Medical Sciences Innovation Fund for Medical Sciences (2019-I2M-5-076); Shanghai Top Priority Research Center Project (2023ZZ02013); Key Program of National Natural Science Foundation of China (81930057); General Program of National Natural Science Foundation of China (81971836); Program of Shanghai Academic Research Leader

(23XD1425000); Deep Blue Talent Project of Naval Medical University

Registration of consensus and guideline: International Practice Guideline Registry Platform, PREPARE-2023CN749

烧伤是全球范围内继交通事故伤、摔伤、人际暴力之后第4大致伤因素^[1]。Ⅱ度烧伤是临床最常见的烧伤类型。研究显示,Ⅱ度烧伤患者在烧伤门诊患者中占比达85.4%,且大多数(56.3%)患者烧伤总面积<10%TBSA^[2]。Ⅱ度烧伤创面在伤后早期常常呈现动态变化的过程,这不仅由其本身的病理生理学特点决定,还与创面干预等因素密切相关,院前及时合理的急救和入院后恰当的创面处理对于防止创面加深具有重要意义。然而,目前对于深Ⅱ度烧伤创面的处理,包括保守换药的方式、外用敷料或药物的选择、手术的指征和时机等依然存在较多的分歧,创面处理不仅需要考虑到换药或手术处置方式本身可能产生的不同影响,而且须评估烧伤部位、患者年龄及烧伤面积等因素。

基于此,本共识编写组聚焦热力因素引起的中小面积Ⅱ度烧伤创面的治疗,以循证医学证据为基础,结合专家意见,制订Ⅱ度烧伤创面治疗的临床共识,旨在形成规范的Ⅱ度烧伤临床治疗方案,为广大烧伤专业的医护人员提供参考。本共识从院前急救、非手术治疗、手术治疗以及感染防治 4 个方面展开,形成了一套可操作性较强的临床实践指南。特别值得一提的是,本共识对Ⅱ度烧伤创面的相关术语进行了明确和规范,包括首次将深Ⅱ度烧伤创面进一步分为偏浅深Ⅱ度和偏深深Ⅱ度创面,明确了烧伤创面感染的分级和诊断标准,制订了Ⅱ度烧伤创面的处置流程等,对规范Ⅱ度烧伤创面的相关诊断、分类和治疗提供了决策基础。

1 共识制订方法学

1.1 共识编写组

本共识编写组由烧伤专业、整形专业、创面修复专业、统计学专业和流行病学专业领域的 63 位专家组成,下设组长、国内和国际专家组、方法学专家组、临床问题征询专家组、执笔组。执笔组成员分为 4 组,分别负责院前急救、非手术治疗、手术治疗和创面感染治疗的内容撰写。

1.2 制订过程

本共识以循证医学证据为基础,经 1 轮临床问题征询、2 轮专家会议讨论、3 轮专家审阅,最终得

到专家推荐意见。

1.2.1 临床相关问题的确定 执笔组结合临床问题征询结果,撰写计划书,并通过烧伤相关领域专家研讨,就需要重点说明的内容提出相应的临床问题,而后以 PICO(P:患者,I:干预,C:比较,O:结局)的形式确定临床问题。所有提出的临床问题进一步交由执笔组审阅、讨论,经审阅和修订之后,最终确定所有临床问题。

1.2.2 系统的文献回顾与证据等级确定 以“burns、scald、first aid、infection、surgical surgery、debridement、skin grafting、dressing、wound、wound management”等检索词系统检索 Medline、Embase、Cochrane 数据库,检索时间为各数据库建立至 2022 年 12 月 31 日。纳入的文献类型包括系统评价、随机对照试验、观察性研究(队列研究、病例对照研究、横断面研究、病例系列报告等)和专家意见等。对除病例系列报告和专家意见外的文献进行系统评价。通过 Cochrane 偏倚风险工具对纳入的随机对照试验研究设计的方法学质量(如偏倚风险)进行评价,使用纽卡斯尔-渥太华量表对病例对照研究和队列研究进行评价,采用 Joanna Briggs Institute 标准对横断面研究、病例系列报告、专家意见进行评价。由至少 2 名执笔组成员独立完成上述文献的筛选及质量评价工作。并由 2 位方法学专家负责对每轮推荐意见及其证据进行审阅、评估,再将修订意见反馈给执笔组成员进行进一步的修订。所有证据质量的正式评估采用 GRADE (grading of recommendations assessment, development and evaluation, 推荐意见分级的评估、制订和评价)^[3]系统(表 1)。将证据质量分为“高、中、低(包含极低)”3 个等级,证据质量等级可因存在偏倚风险、研究结果不一致或发表偏倚而降低,也可因疗效显著或存在明显剂量-效应关系而升高。

1.2.3 推荐意见的形成及推荐强度判定 由执笔组初步确定每个临床问题的推荐意见,而后经执笔组所有成员共同审阅全文并修订形成共识初稿。专家组针对共识初稿进行第 1 轮现场会议讨论,提出修订意见,执笔组成员根据专家意见进行初稿修订。将共识修订稿以电子问卷形式提交给审阅专家,分别由 22 位专家进行第 1 轮审阅,67 位专家进行第 2 轮审阅。每条推荐意见设置推荐、不推荐 2 个选项,每位专家对每条推荐意见均可投 1 票,并

表 1 基于 GRADE 系统的证据质量等级及描述

Table 1 Evidence quality level and description based on GRADE system

证据质量等级	描述
高	非常确信效应估计值接近真实效应值
中	对效应估计值有中等程度的信心,效应估计值可能接近真实效应值,但仍存在二者大不相同的可能性
低	对效应估计值的确信程度有限,效应估计值可能与真实效应值大不相同

注:GRADE 为推荐意见分级的评估、制订和评价;证据质量等级可因存在偏倚风险、研究结果不一致或发表偏倚而降低,可因疗效显著或存在明显剂量-效应关系而升高

可针对推荐意见提供补充建议。执笔组汇总专家反馈意见,并经讨论后增补、修改推荐意见。随后,专家组进行第 2 轮现场会议讨论。最后将全文提交给前 2 轮共 89 位专家进行第 3 轮审阅,执笔组根据专家的反馈意见再次对共识进行修订并确定推荐意见的推荐强度。采用基于 Willy 和 Stellar 方法修正的一致性算法^[4]确定推荐意见的推荐强度,并按一致性程度将推荐强度分为强推荐、中推荐和弱推荐。若推荐意见获 >95% 以上专家推荐,则该推荐意见为强推荐;获 75%~95% 专家推荐,则该推荐意见为中推荐;获 ≥50% 且 <75% 专家推荐,则该推荐意见为弱推荐;一致性程度 <50% 的推荐意见将不被纳入。

2 II 度烧伤创面的院前急救

2.1 临床问题 1:热力烧伤的院前急救措施

推荐意见 1(强推荐):烧伤后应尽快脱离热源,移除创面表面的衣物等(证据等级为低)。

证据与说明:热力烧伤主要包括火焰烧伤和热液烫伤等,其危害程度主要与热源本身温度及热源与皮肤接触时间相关。因此,烧伤后院前急救的首要目标是阻断损伤进程,在保障救援人员自身安全的情况下尽快使患者脱离热源,并将其转移至安全的地方^[5]。鉴于火焰易向头面部及其他部位蔓延,因此,患者可通过“停(停止走动或跑动)、落(就地趴下或躺下)、滚(来回滚动)”方法扑灭身上的火焰;可就近使用湖水、流动清水或其他非可燃性液体等辅助扑灭患者衣物上的明火^[6]。此外,皮肤表面烧焦或残存热液的衣物可能是潜在的热源,可能会导致创面组织损伤进一步加重。远端肢体上的各种配饰(戒指、手镯等)不仅是潜在的热源,当远

端肢体局部软组织水肿时,还会有压迫末梢循环导致组织缺血坏死的风险^[7-8]。

需要注意的是,当患者衣物已融化或已与创面发生粘连时则应将其暂时保留,待专业医疗人员到来或入院后再作处置,避免因现场不恰当的操作引起创面出血、扩大和感染等^[9]。此外,在局部创面未得到充分有效降温前,不宜更换干燥衣物或在局部覆盖纱布等,避免因阻碍局部散热而加重组织损伤。需要注意的是,无论现场施救人员是否为专业消防人员或医疗人员,在救援患者的同时,均须警惕自身被热源烧伤的风险,尽可能做好自身防护。

推荐意见 2(强推荐):烧伤后尽快开始冷疗,建议最迟不晚于伤后 3 h 开始冷疗,冷疗持续时间不少于 20 min 或直至创面疼痛充分缓解(证据等级为高)。

证据与说明:根据 Jackson^[10]的经典理论,早期烧伤创面由内到外分为中心坏死区、中间淤滞区和外周充血水肿区。中间淤滞区的发展是动态可逆的,如果采取及时有效的干预措施,淤滞区组织可逐渐恢复血流灌注而转向愈合;反之,则可能发生进行性坏死,进展为更深程度的烧伤^[11]。早期冷疗还可通过一系列病理生理机制,包括减轻组织水肿、创面炎症反应以及改善创面血流灌注等,有效抑制烧伤创面的加深^[12-14]。既往多项临床研究结果均证实,及时、充分、正确的冷疗可有效降低烧伤创面的局部温度,减轻烧伤严重程度,进而降低/减少创面需行植皮手术的概率、面积和患者入住 ICU 的概率及缩短住院时长^[15-17]。需要注意的是,在冷疗过程中应做好保暖,避免增加患者发生低体温的风险^[7]。

冷疗开始的时间及冷疗持续时长是影响冷疗效果的 2 个重要因素。从理论上讲,在脱离热源后越早开始冷疗,效果就越好。但目前对于最晚开始冷疗的时间和冷疗持续时长尚存争议。最近的临床研究结果显示,伤后 3 h 内使用流动清水持续冲洗创面至少 20 min 可显著改善烧伤严重程度,降低植皮手术率,进而缩短创面愈合时间和患者住院时间^[16,18-19]。而据 1 项系统评价报道,与冷疗时间少于 20 min 相比,冷疗时间不少于 20 min 对改善烧伤创面的大小、深度及促进再上皮化等并无明显益处^[20]。但其所纳入的研究均为观察性研究,且研究对象为平均烧伤总面积 <5%TBSA 的浅 II 度烧伤。同时,需要特别指出的是,目前尚无证据表明烧伤

后超过 3 h 进行冷疗对防止创面加深是无益的,仍需高质量随机对照试验进一步验证。此外,考虑到冷疗对于急性烧伤早期的镇痛作用,院外急救时可将局部疼痛充分缓解作为停止冷疗的指征。

推荐意见 3(中推荐):首选适宜患者体感温度(12~25 °C)的流动清水冲洗进行创面冷疗(证据等级为中)。

证据与说明:冷疗应用于烧伤创面的急救由来已久,其形式包括冷水浸泡、冷水冲洗、冷水喷洒以及湿毛巾冷敷等^[6]。从理论上讲,能够降低烧伤创面局部温度的方法均可作为冷疗措施。但其他液体如植物油等的冷疗效果尚不明确,且油性液体具有保温作用,最终可能适得其反。此外,由于冰块温度较低,可能引起创面血管收缩而导致缺血性坏死,同时还可能存在冻伤和增加低体温的风险^[21],不建议将冰块用于烧伤创面的冷疗。既往临床研究显示,与茶树油、烧伤冷却喷雾剂相比,使用流动清水持续冲洗 20 min 可更加明显地降低皮肤表面温度,且止痛效果也更加明确^[22]。相较于其他冷疗方式,使用流动清水冲洗可显著减轻创面组织损伤,促进烧伤患者创面愈合^[23]。目前关于最佳冷疗温度的证据尚不充分,现有研究及指南倾向于选择 12~25 °C 的流动清水进行冷疗^[21,24-26]。

推荐意见 4(中推荐):在无充足流动清水的情况下,推荐尽可能采取其他创面降温措施进行急救,包括使用湿毛巾冷敷、喷洒冷水和应用具有冷疗效果的水凝胶敷料等(证据等级为中)。

证据与说明:1 项由健康志愿者参加的临床试验结果显示,与使用 5 L 的流动清水冲洗相比,使用 1 L 的流动清水喷洒皮肤同样具有较好的降温效果,且后者减少了用水量,同时也降低了发生低体温的风险^[27]。具有冷疗效果的水凝胶敷料兼具冷却和覆盖创面的功能,同时几乎适用于身体的所有区域。据报道,英国近 80% 的消防部门将这种具有冷疗效果的水凝胶敷料用于覆盖保护创面和/或冷却创面^[28]。英国和澳大利亚已有多年将水凝胶敷料用于烧伤院前急救的经验^[28-30],但将该类敷料应用于烧伤创面急救的确切疗效尚缺乏相关临床研究证据的支持。有临床研究结果显示,与传统塑料聚氯乙烯薄膜相比,水凝胶敷料用于治疗小儿烧伤的急救并无明显止痛效果^[31]。尽管如此,2018 年国际烧伤协会烧伤治疗临床实践指南依然建议在缺乏流动清水时将用水凝胶敷料覆盖作为烧伤创

面的辅助急救措施^[5]。鉴于具有冷疗效果的水凝胶敷料具有冷却和覆盖创面的双重作用,可将其作为缺乏冷疗用水时的一种替代急救措施。

推荐意见 5(中推荐):针对四肢烧伤,采用流动清水冲洗;针对头面部、躯干及腹股沟等部位烧伤,可视情况用湿毛巾交替冷敷(证据等级为低)。

证据与说明:流动清水冲洗并非所有烧伤部位的合适冷疗选择。本共识专家组认为,对于四肢烧伤,采用流动清水冲洗简单、易操作且综合冷疗效果较好。对于头面部烧伤,考虑到口、鼻等器官的特殊性,水冲洗存在误吸呛咳可能,不宜反复冲洗,建议用湿毛巾交替冷敷创面。躯干、腹股沟等部位采用持续流动清水冲洗容易导致患者体温降低,加之大面积的皮肤裸露,极易增加患者发生低体温的风险。心前区采用流动清水持续冲洗易导致反射性心率减慢、心律不齐等并发症。因此,针对四肢烧伤,可采用冷水冲洗;针对躯干、腹股沟等部位的冷疗则应更加谨慎,可在患者发生低体温可能性较小,并具备良好保温措施的情况下,采取湿毛巾交替冷敷的方式对创面进行适当降温。

推荐意见 6(中推荐):鉴于冷疗时患者皮肤暴露可能产生热量丢失和并发低体温的风险,建议针对大面积烧伤患者、烧伤婴幼儿、老年烧伤患者、烧伤合并休克患者及在寒冷环境下谨慎采用冷疗(证据等级为低)。

证据与说明:烧伤创面由于真皮层生理结构和功能的破坏,皮肤体温调节功能丧失,加上创面暴露,体表温度不可控地散失,易增加患者,尤其是大面积烧伤患者并发低体温的风险^[32]。尽管有研究表明,冷疗对大面积烧伤患者有益^[33],但大面积烧伤患者常常合并低血容量性休克及大范围创面暴露,存在较高并发低体温及休克加重的风险。此外,烧伤婴幼儿和老年烧伤患者产热和保温能力较弱,体温调节能力较差,针对这 2 类人群,长时间用流动清水冲洗创面或对创面降温易致体温过低^[6]。有研究建议大面积烧伤患儿需谨慎冷疗^[34],对于烧伤总面积 $\geq 10\%$ TBSA 的患儿,冷疗是患儿发生低体温的独立危险因素^[35]。也有相关临床研究显示,院前冷疗与烧伤患者低体温无显著相关性^[36-38]。基于现有证据,目前导致冷疗后发生低体温的烧伤总面积仍不确定。在 1 项关于严重烧伤的研究中,有学者建议,即使在没有休克的情况下,对于烧伤总面积 $>10\%$ TBSA 的患儿和烧伤总面积 $>20\%$ TBSA

的成年患者,也不宜进行冷疗^[39]。国际烧伤协会烧伤治疗临床实践指南、欧洲复苏协会的烧伤治疗指南等均建议在院前急救中谨慎对大面积烧伤患者、烧伤婴幼儿、老年烧伤患者等进行冷疗^[5,40-42]。此外,由于在寒冷环境下,皮肤热量散失加快,极易增加患者发生低体温的风险,同样不宜对创面进行冷疗。

推荐意见 7(强推荐):鉴于水疱皮对创面的保护作用,早期院外急救时尽可能完整保留水疱皮(证据等级为低)。

证据与说明:水疱是 II 度烧伤创面最常见的临床表现。在 II 度烧伤创面中,由于热量向下传导累及真皮层,引起炎症反应及血管通透性增加,导致组织渗出严重,大量的渗出液聚集在表皮层和真皮层间隙中,从而形成水疱^[43]。烧伤后水疱皮的去留一直是临床争论的焦点之一。水疱皮形成天然物理屏障,具有保护创面、防止细菌定植的作用,从而降低烧伤患者创面感染的概率^[44]。水疱皮还可通过覆盖创面裸露的皮肤神经,达到减轻疼痛的效果,并且可营造湿润创面环境,可能在促进创面愈合、防止创面加深中发挥作用^[45-48]。因此综合考虑以上因素,本共识建议早期院外急救时尽可能保留水疱皮。

推荐意见 8(中推荐):推荐冷疗结束后采用清洁、低黏附性敷料等作为临时性敷料覆盖创面(证据等级为低)。

证据与说明:II 度烧伤创面由于表皮缺失和部分真皮损伤,皮肤物理屏障和生理结构功能的破坏,不仅导致体液渗出增加,还易导致感染概率增高^[49],加之皮肤暴露、干燥,易加重创面组织损伤,导致创面进一步加深。冷疗过后,及时使用创面覆盖物进行早期有效覆盖,可起到暂时性皮肤屏障的作用,从而降低创面感染以及低体温发生的风险,并减轻因神经暴露所致疼痛。包括国际烧伤协会烧伤治疗临床实践指南在内的多篇相关指南均建议在冷疗后使用清洁、低黏附性敷料,如清洁的布料等覆盖创面^[41]。此外,不建议非专业人员对创面进行特殊处置,包括在创面涂抹奶油、黄油、牛奶和牙膏等^[14];还应避免在创面涂抹甲紫溶液等有色药剂,以免影响后续入院后的创面评估。鉴于院外急救中可用医疗资源有限,本共识建议任何清洁、低黏附性的敷料等均可用于暂时覆盖创面,并及时将患者送往就近医院进行进一步处理。

2.2 临床问题 2: 化学烧伤的院前急救措施

化学烧伤包括酸烧伤、碱烧伤等化学物质烧伤,与热力烧伤不同的是,其主要致伤机制为化学物质本身对皮肤或黏膜的持续腐蚀作用以及化学反应过程中放热所致热损伤。其中,酸烧伤会造成皮肤组织蛋白质变性,组织呈现凝固性坏死并迅速形成痂皮,从而阻止酸对皮肤组织的持续渗透,这可能有助于终止对组织的进一步损伤;碱性化学物质主要引起皮肤组织的蛋白质变性和脂膜皂化,使组织呈现液化性坏死,且损伤会不断向深部组织穿透,通常导致较酸烧伤更为严重的损伤;有机化合物溶液则通过溶解细胞膜导致皮肤损伤^[50]。化学物质的种类、性状、浓度和与皮肤接触的时间是决定化学烧伤严重程度的主要因素。因此,对于化学烧伤的院前急救,总的原则是立即去除被化学物质污染的衣物,并尽快使用大量流动清水冲洗。此外,致伤化学物质的性质不同,相应创面处置方式也有所不同。

推荐意见 9(强推荐):对于酸、碱等化学物质所致烧伤,推荐立即移除污染的衣物、清除皮肤表面化学物质,并尽快使用大量流动清水冲洗患处 30 min~2 h(证据等级为中)。

证据与说明:化学烧伤早期治疗的关键是及时去除或稀释化学物质。因此,在院外未明确具体化学物质种类情况下,不仅应立即脱去被化学物质污染的衣物,还应尽快清除创面表面化学物质,避免残留化学物质对创面组织造成进一步损伤。研究表明,使用大量清水冲洗可稀释或去除皮肤表面残留的化学物质,同时减轻化学物质的脱水作用对皮肤组织所造成的损伤^[51]。既往系统评价以及临床研究均表明,与未使用水冲洗相比,早期、充足的水冲洗可有效减轻化学烧伤的严重程度并缩短患者住院时间,更加利于患者的早期恢复^[52-55]。然而,目前对于水冲洗化学烧伤创面的时长尚无确切标准。本共识建议在化学烧伤后使用流动清水持续冲洗患处 30 min~2 h,在条件允许的情况下还可通过监测冲洗液的 pH 值来辅助判断冲洗是否充分^[56]。此外,也有相关临床研究显示,与使用水冲洗相比,用一种两性、多价、螯合性无菌溶液冲洗化学烧伤创面的效果更佳^[57-59]。但这些研究存在研究方法不完善、患者数量少以及结果异质性问题。因此,可将用前述无菌溶液冲洗作为化学烧伤后水源不足情况下的辅助急救措施。

部分化学物质遇水会释放大量热量或是不溶于水,须在有效清除创面表面化学物质的基础上再用水冲洗创面。如对于皮肤表面残留的干燥碱渣,须先予以刷除,随后使用大量流动清水彻底冲洗。盐酸和浓硫酸遇水会释放大量热量,可在使用肥皂水或者石灰水去除皮肤表面残留酸后,再使用大量流动清水冲洗创面。此外,由于苯酚不溶于水且用少量水稀释后其可能会更易被创面吸收,可使用浸泡 50% 聚乙二醇或植物油的海绵擦去皮肤表面的苯酚,若无法在冲洗之前及时获取聚乙二醇,则可在清洁布料蘸去创面残留的苯酚后立即使用大量流动清水冲洗^[60]。需要注意的是,在对化学物质进行冲洗时还须尽可能避免将其扩散到邻近未烧伤区域,同时避免将患者放入浴缸进行冲洗或者浸泡,以免导致损伤范围扩大。

推荐意见 10(强推荐):不推荐将中和剂常规应用于化学烧伤后创面的处置(证据等级为低)。

证据与说明:从理论上讲,中和剂能够迅速中和创面的化学物质,从而减轻组织损伤。然而,对于中和剂的使用,目前尚无可靠临床研究证实其效果优于流动清水冲洗。同时,大部分中和剂存在毒性,在中和反应过程中还会释放大量热量,从而导致组织损伤进一步加重。如硫酸铜可作为磷酸的中和剂,其可阻止磷的氧化,缓解磷酸烧伤,同时可使磷颗粒变黑,有助于识别和去除皮肤残留磷颗粒。但 1 项系统评价结果显示,与水冲洗相比,硫酸铜溶液并不能有效减轻烧伤患者创面组织损伤^[61],且硫酸铜还具有全身毒性,可能会进一步加重患者病情^[62]。因此,不建议将中和剂作为化学烧伤创面急救的首选^[61-64]。需要注意的是,中和剂适合在专业实验室、化工厂等备有相应急救中和剂以及专业人员的场所使用。对于家庭化学烧伤,考虑到化学物质浓度一般较低,且缺乏相应中和剂以及专业人员,应首选立即使用大量流动清水冲洗,并将患者紧急送往就近医院进行治疗。

推荐意见 11(中推荐):对于氢氟酸烧伤,用流动清水充分冲洗创面后,根据氢氟酸浓度于创面局部涂抹或通过皮下、动脉、静脉注射葡萄糖酸钙溶液,以阻止化学物质对创面组织的持续损害(证据等级为低)。

证据与说明:氢氟酸除了具有酸的腐蚀性外,还具有代谢毒性,可迅速渗透进皮肤,侵入更深层组织造成深层组织液化性坏死和全身性中毒,尤其

是氟离子与钙和镁等带正电荷的离子螯合,可导致全身性低钙血症和低镁血症^[65]。氢氟酸救治的关键是中和并抑制氢离子和氟离子的吸收^[66]。《Total burn care》一书中提到对于氢氟酸烧伤患者,当氢氟酸浓度<20%或暴露时间较短时,使用大量流动清水彻底冲洗 30 min 即可;对于浓度≥20%的氢氟酸造成的烧伤,同前用流动清水冲洗 30 min 后,进一步通过局部涂抹或皮下、动脉、静脉注射葡萄糖酸钙溶液^[67],从而中和氟离子,防止进一步损伤^[66]。

2.3 临床问题 3: 电烧伤的院前急救措施

电烧伤主要包括电接触烧伤、电弧烧伤以及电流致衣物或环境着火所致烧伤。其中电接触烧伤为电流流经身体所造成的直接组织损伤。电接触烧伤可通过多种不同的机制在其流经的组织中造成损伤,包括电流对蛋白质、细胞膜和其他生物分子结构的电穿孔和电化学作用,以及其产热作用所致组织损伤^[68]。电接触烧伤通常较为严重,可伤及深层血管、肌肉,甚至骨骼。电弧烧伤是由瞬间的高温电火花灼伤皮肤所致,其性质与急救均与热力烧伤相同。由于电烧伤的性质及严重程度不同,其创面处置方式也有所不同。此外,电烧伤还是所有烧伤类型中最危险的一类,电流不仅会流经患者传递到与患者接触的施救人员身上,还可能会造成患者心搏骤停或呼吸骤停等严重后果。因此,在进行创面的急救处置之前,应首先考虑施救人员以及患者的生命安全。

推荐意见 12(强推荐):在确保施救人员自身安全的情况下,应使患者迅速脱离电源(证据等级为低)。

证据与说明:电流的强度和性质(交流电或直流电)、与皮肤接触时间和接触点的电阻是决定电烧伤严重程度的主要因素^[69]。因此,急救的首要原则是尽快使患者脱离电源,同时禁止直接接触患者,须在确保施救人员自身安全的情况下,使患者迅速脱离电源^[70]。若为高压电烧伤,在关闭电源前施救人员不应靠近患者,须立即拨打急救电话寻求专业人员的帮助;若为低压电烧伤,则可通过关闭电闸或是使用木棍、木杆等不导电的物体使患者脱离电源,以阻止电流对患者的持续损害^[6]。此外,还应尽快脱掉患者身上烧焦或者冒烟的衣物及所有与体表皮肤接触的金属等^[5]。

与其他类型烧伤不同的是,电流极易流经心脏而导致心律失常以及呼吸、心搏骤停等严重并发

症。因此,在确认现场环境安全后,应首先检查患者的意识、呼吸和循环状况,若发现患者意识不清或呼吸、心搏骤停,应立即拨打急救电话并尽快开始心肺复苏;当同时存在多例患者受伤时,须首先考虑处置呼吸、心搏骤停者^[71]。值得注意的是,雷击伤患者不会有电流的传播,可立即对其开展急救,急救措施可同电烧伤一致,若患者失去意识,应立即实施心肺复苏^[69]。

推荐意见 13(强推荐):对于电弧烧伤或其继发的火焰烧伤,推荐早期急救同热力烧伤(证据等级为低)。

证据与说明:电弧烧伤是由电流通过巨大电场产生的电离气体所致烧伤,其不需要机械接触,仅通过空气介质就可将电流传递到患者身上,同时通过瞬间的高温电火花灼伤皮肤^[70]。此外,电流还可引起衣物或环境着火而致火焰烧伤,其性质与急救处理可同热力烧伤一致。

推荐意见 14(中推荐):对于电接触烧伤,不推荐常规冷疗,建议覆盖创面后将患者紧急送往医院治疗(证据等级为低)。

证据与说明:电接触烧伤包括低压电烧伤和高压电烧伤。低压电烧伤一般发生在家庭用电中,通常为电接触皮肤处组织的炭化和坏死;高压电烧伤通常较为严重,损伤范围外小内大,可向深层组织及周围结构扩散,造成血管、肌肉,甚至骨骼的严重损伤,不能根据皮肤表面损伤情况来判断烧伤的严重程度^[72]。国际创面治疗指南指出,电烧伤创面通常较深,伤及深层组织,不宜使用冷水冲洗^[73]。鉴于此,不推荐对电接触烧伤创面行常规冷疗,可用无菌纱布、保鲜膜或者清洁的床单等布料覆盖创面,等待专业医疗人员的到来或将患者紧急送往医院急救处置。此外,无论电烧伤患者看起来有无明显症状,均应紧急就医行进一步检查。

3 II 度烧伤创面的非手术治疗

3.1 临床问题 4: II 度烧伤创面的诊断与评估

准确的烧伤创面深度诊断和面积评估是临床治疗决策的基石。目前主要基于损伤有无累及真皮网状层将 II 度烧伤分为深 II 度和浅 II 度烧伤,其对于区分烧伤损伤的病理层次和指导临床治疗具有一定的意义。然而,目前烧伤创面的临床诊断主要基于医师对创面局部表现的经验评估,缺乏更为客观的评估工具。此外,深 II 度烧伤累及真皮层次

不同,其愈合潜力和瘢痕增生存在明显差异,不利于具体临床治疗方案的制订。基于以上原因,本共识对深Ⅱ度烧伤创面的深度进行进一步细分,以便于更好地指导临床实践。

推荐意见 15(中推荐):Ⅱ度烧伤创面深度评估主要基于创面的局部临床表现,可将非接触烧伤深度诊断技术作为辅助诊断工具(证据等级为中)。

证据与说明:组织病理学检查是烧伤深度诊断的金标准,但该检测需要进行连续的皮肤组织活检,存在进一步损伤创面组织和加重患者创面疼痛等不足。因此,当前临床上对烧伤深度的诊断主要基于医师对创面的局部临床表现^[74-75],包括创面外观、创基毛细血管再充盈情况以及创面对轻触和针刺的敏感性等的评估^[76-77],即临床评估法。依赖临床医师的经验进行创面深度诊断,诊断准确率受个体经验的影响。有文献报道,采用临床评估法进行烧伤创面深度评估的准确率仅为60%~75%^[78]。因此,开发客观的烧伤深度评估诊断技术或工具成为近年来烧伤领域的主要研究方向。近年来,激光多普勒成像(laser Doppler imaging, LDI)^[79-80]、谐波超声成像^[81]、光学相干断层成像^[82]和高分辨率红外热成像^[83]等多种新的辅助诊断技术相继见诸报道,但是大多停留在临床研究阶段,仅有LDI被美国食品药品监督管理局批准应用于临床实践。LDI具有无创伤、响应快、评估敏感度及准确度较高的优点^[84-85],但该设备用于创面深度诊断时,仍然存在结果受创面水疱和感染等影响大及设备成本较高等不足,目前仅作为烧伤深度诊断的辅助技术,并不能替代临床评估法。

推荐意见 16(中推荐):基于真皮损伤层次及创面愈合时间考虑,推荐将深Ⅱ度烧伤创面进一步细分为偏浅深Ⅱ度、偏深深Ⅱ度;对于暂时无法明确具体深度的深Ⅱ度烧伤创面,可暂时归类为不确定深度创面(证据等级为中)。

证据与说明:大量临床实践表明,深Ⅱ度烧伤创面愈合后瘢痕的发生率存在较大差异,部分深Ⅱ度

烧伤创面累及的真皮层相对较浅,可以在伤后14~21 d愈合,创面愈合后瘢痕增生发生率仅为30%;部分深Ⅱ度创面残留的正常真皮较少,往往需要3周以上的时间才能再上皮化,愈合后出现瘢痕增生的概率为70%~80%^[86-87]。从病理层次上看,前者损伤深度通常为真皮中层,而后者往往损伤真皮深层。因此,目前将真皮网状层损伤的所有烧伤创面都诊断为深Ⅱ度烧伤的诊断标准可能导致临床治疗决策欠妥。基于此,本共识结合专家意见,根据损伤病理层次及创面愈合时间,将深Ⅱ度烧伤创面分为偏浅深Ⅱ度和偏深深Ⅱ度(表2),以进一步评估深Ⅱ度创面的愈合潜力和预后情况,从而制订最佳的临床治疗决策。

有文献报道,经验丰富的专科医师评估创面愈合时间的准确率也仅为50%~70%^[74,87],且早期烧伤创面存在水疱、污染等干扰诊断的因素,专科医师有时很难依据创面表现对创面做出偏浅或偏深深Ⅱ度烧伤的明确诊断。对于这类暂时无法明确偏浅或偏深的深Ⅱ度烧伤创面,本共识建议将其定义为不确定深度创面,需要在后期治疗过程中进行持续的动态评估以明确该类创面的具体深度。

推荐意见 17(中推荐):对于Ⅱ度烧伤创面面积的评估,推荐采用“九分法”、手掌法、Lund-Browder图表法,可将计算机三维视觉辅助技术作为辅助评估工具(证据等级为中)。

证据与说明:目前临床广泛应用的烧伤创面面积评估方法是“九分法”和手掌法。“九分法”的数据基于正常体型人群,一般适用于成人及9岁以上青少年^[88-89]。我国制订的新“九分法”的适用人群扩展到了9岁(含)以下儿童。尽管“九分法”对于特殊体型(梨形、苹果形)女性患者的烧伤面积评估存在较大误差^[89-90],但它仍是目前临床实践中应用最广泛、最快捷的一种粗略评估烧伤面积的方法^[91]。正常人5指并拢时全手的投影面积约为1%TBSA,手掌法即利用该数据作为烧伤面积评估的标尺,适用于小儿及成人不规则解剖部位,如髌部、女性乳

表2 Ⅱ度烧伤创面的分类及特点

Table 2 Classification and characteristics of second-degree burn wounds

深度	损伤组织层次	外观表现	触觉特征	愈合时间	愈合后瘢痕增生情况
浅Ⅱ度	表皮及真皮浅层	有红斑、水疱,创基有渗出	疼痛明显,按压创基发白	<2周	一般无瘢痕
偏浅深Ⅱ度	表皮及真皮中层	深粉色,有水疱,创基湿润或干燥	疼痛或痛觉消失,按压创基不发白	2~3周	瘢痕发生率约为30%
偏深深Ⅱ度	表皮及真皮深层	红白相间,可有水疱,创基湿润或干燥	疼痛或痛觉消失,按压创基不发白	>3周	瘢痕发生率为70%~80%

房等部位烧伤面积评估^[92]。Lund-Browder 图表法是一种基于大数据的正常人群体表面积分布的二维评估法,不仅有对正常成人各部位体表面积占比的划分,还结合不同年龄儿童的生长发育特点确定了儿童各个部位体表面积的占比,被认为是能准确评估成人和儿童烧伤面积且成本较低的方法^[93]。

计算机三维视觉辅助技术在评估患者烧伤总面积时纳入了性别、体重、身高和体型等因素,因而其评估结果可能更为准确及个体化^[94]。临床研究结果表明使用计算机三维视觉辅助技术评估患者烧伤面积的中位数与 Lund-Browder 图表法的差异为 1.3%^[95]。但计算机三维视觉辅助技术评估结果的准确性依赖大量的数据模型训练,应用时还需专用设备和网络支持,操作性、便捷性均不及传统的“九分法”、手掌法等二维评估法。因此,本共识认为计算机三维视觉辅助技术目前仅适合作为评估烧伤面积的辅助工具,其进一步的推广应用仍有待研究。

3.2 临床问题 5:创面水疱的处理

水疱是 II 度烧伤创面最常见的临床表现。烧伤累及真皮层次不同,形成的水疱液成分有一定差异。浅 II 度烧伤创面疼痛通常比较明显,形成的水疱液常为淡黄色澄清液体;而深 II 度烧伤创面痛觉较迟钝,形成的水疱液更为浓稠,疱壁较厚^[47]。多项实验及临床研究均表明,保留创面水疱皮可保持创面湿润环境,促进创面愈合,并可明显减轻更换敷料时患者的不适感^[45-46]。

推荐意见 18(弱推荐):基于水疱破裂的可能及感染风险考虑,推荐将已破损或虽未破损但较大、壁薄、容易破损或表面污染严重的创面水疱皮去除(证据等级为低)。

证据与说明:许多研究证实完整的水疱皮可以作为物理屏障保护创面,同时可形成湿润的微环境,促进创面愈合^[45-46]。但当创面水疱皮破裂较为严重、松散堆积时,创基大部分裸露,水疱皮则难以发挥对创面的保护作用,甚至有可能为细菌滋生提供便利环境,从而导致创面感染。因此,临床实践中在创面无严重污染等特殊情况下一般建议保留烧伤创面的水疱皮。本共识推荐烧伤早期可引流水疱液,同时尽可能保留水疱皮的完整性,去除水疱皮的决策则要综合考量多种因素^[45,96-99]。有研究者建议清除直径>6 mm、壁薄、具有破裂倾向的水疱,以降低创面感染风险^[45]。

需要特别注意的是,机体不同部位的水疱皮并不完全相同,手背、足背部位的水疱皮通常较薄,较大的水疱的疱皮出现破裂、缺损的风险较高;而手掌或足底等部位角质层较厚,烧伤后出现的水疱的疱皮一般较厚。因而相较于其他部位,手掌或足底等部位的水疱皮出现破裂的风险较低,较大的水疱的疱皮依然可以完整保留。对于去除水疱皮后的创面,需选用更为稳妥的创面覆盖物覆盖、保护暴露的创基。需要指出的是,必须考虑当地医院的医疗资源情况(如有无更适宜的创面覆盖物),否则就需要进行收益和风险的综合考量。

推荐意见 19(中推荐):基于致伤因素考虑,推荐将低热烫伤创面的水疱皮去除(证据等级为低)。

证据与说明:水疱形成的原因是多种多样的,常见的因素是热力。低热烫伤一般是指机体皮肤长时间接触 50 °C 左右的热源,造成的表皮、真皮浅层、真皮深层及皮下组织渐进性热损伤^[100]。由于致伤热源与皮肤温差小,患者常因皮肤无明显不适感觉而与热源过长时间接触,且大多因与热源紧密接触致使局部受压、血液循环障碍、血液流动的散热作用减弱,热能大量蓄积并向皮肤深层传导,从而加深创面。低热烫伤患者的即时创面表现可能并不严重,仅表现为局部红斑伴有小水疱,疼痛不明显,导致患者或经验不足的医师常忽视其真实的深度为深 II 度,甚至 III 度,一般需经手术治疗才能愈合。低热烫伤创面水疱的存在对准确评估创面深度造成阻碍,且会干扰医师对创面治疗的决策,导致创面治疗不及时而影响最终的治疗效果。

3.3 临床问题 6:创面的消毒处理

创面的消毒是保持创面清洁、预防创面感染的关键,是常规换药过程中的基本操作。为尽可能降低消毒剂对创面产生的细胞或组织毒性,本共识编写组更倾向于采用低毒、温和的局部消毒剂进行烧伤创面消毒,以确保在预防创面感染的同时,最大限度降低因消毒剂的毒性引起的创面延迟愈合风险。本部分主要聚焦非感染烧伤创面常规换药过程中需要应用的消毒剂。

推荐意见 20(中推荐):建议采用醋酸氯己定溶液、次氯酸溶液等低毒、温和的局部消毒剂对 II 度烧伤创面进行消毒(证据等级为中)。

证据与说明:II 度烧伤创面表皮屏障缺失、真皮裸露,不仅创面感觉敏感,而且创面消毒剂容易渗透到具有正常活性的真皮组织。因此,对 II 度烧

伤创面的消毒不同于常规皮肤,消毒剂在具备杀灭临床常见感染微生物的效果的同时,需要具备较低的细胞毒性,以尽可能减少对正常组织的损伤及降低可能产生的创面延迟愈合的风险。此外,消毒剂应无色透明、温和无刺激,以避免干扰临床医师对创面情况的判断,同时降低患者换药时的疼痛不适。目前临床使用的皮肤消毒剂包括碘类、醇类、酚类、过氧化物类、胍类、季铵盐类和酸性氧化电位水等,其中广泛应用于烧伤创面的消毒剂包括碘伏、聚维酮碘、醋酸氯己定溶液、次氯酸溶液等,它们普遍具有较为广谱的杀菌特性。但不同种类的消毒剂具备不同的物理和化学特性,适用于不同微生物感染创面的治疗。此外,上述消毒剂在创面刺激性和细胞毒性方面也有明显的差异,如含银消毒剂等对 KC 和 Fb 有较为明显的细胞毒性,可能存在延迟创面愈合的风险^[101-102];含碘消毒剂(碘伏、聚维酮碘)则易造成创面染色,影响医师对创面深度的评估,且对创面刺激性较大,易引起明显的创面疼痛。而低浓度的醋酸氯己定溶液(质量分数 0.05%)、次氯酸溶液(质量分数 0.125%~0.25%)为无色液体,且毒性更低,对创面的刺激也更小。新型胍类消毒剂如聚六亚甲基双胍盐酸盐、聚六亚甲基胍盐酸盐因杀菌效果良好、刺激性小、毒性低,在近年发展迅速,但高昂的应用成本限制了其的广泛应用^[103-104]。

目前有临床指南推荐使用温和的肥皂水和流动清水进行烧伤早期急救时创面的消毒处理^[5,105-106]。然而,本共识基于全球范围内水质安全性差异以及烧伤创面因可能被污染而存在的感染风险等考虑,认为单纯的肥皂水或流动清水冲洗创面并不能达到理想的杀灭微生物的作用。因此,本共识推荐可采用温和肥皂水或流动清水清洁早期受到污染的烧伤创面,后续的常规清洁换药建议采用低浓度醋酸氯己定溶液、次氯酸溶液等低毒、温和皮肤消毒剂进行创面消毒。

3.4 临床问题 7:创面的覆盖与管理

3.4.1 浅 II 度烧伤创面 **推荐意见 21**(中推荐):对于完整保留水疱皮的浅 II 度烧伤创面,在清洁创面后推荐使用油性乳膏或纱布覆盖(证据等级为低)。

证据与说明:浅 II 度烧伤创面的非手术治疗原则为保持创面湿润、预防创面加深、防止创面感染。对于完整保留水疱皮的浅 II 度烧伤创面建议覆盖

非黏性敷料,可在吸收渗液的同时保护创面水疱皮,维持局部的湿润环境。油性乳膏或纱布可减少敷料与创面的粘连,起到一定的创面保护作用,且油性乳膏有益于维持湿润的创面环境,促进创面上皮化^[5,107-108]。需要注意的是,过长的敷料更换周期会导致油性物质干燥,仍不可避免会导致敷料粘连创面的问题。

推荐意见 22(强推荐):对于去除水疱皮的浅 II 度烧伤创面,在清洁后,优先推荐使用异体/种皮、羊膜等生物敷料或人工合成临时皮肤替代物覆盖;其次推荐选用泡沫敷料、水胶体敷料等具有良好吸收渗液和保湿功能的敷料及油性乳膏、油性纱布等覆盖(证据等级为高)。

证据与说明:水疱皮去除后创基暴露,理想的创面敷料除了能为创基重新构建物理屏障,保护创面免受细菌等微生物侵袭,还应具备保持创面湿度、促进创面上皮化、增加患者舒适度等功能。多项随机对照试验及病例对照研究结果显示,在烧伤早期创基暴露时,异体/种皮、羊膜等生物敷料可用于短暂覆盖儿童及成人 II 度烧伤创面,其在抗感染、减少创面疼痛、增加患者舒适度方面较传统敷料、现代合成敷料更有优势^[109-114]。异体皮具备更好的创面黏附性,异种皮则因存在异种蛋白可能会与患者创面发生排斥,但无明确证据表明二者用于中小面积的浅 II 度烧伤的治疗,在促进创面上皮化方面存在明显差异^[115]。人工合成临时皮肤替代物包括硅酮类材料、纤维素材料等,这些材料可以模拟人体表皮发挥一定的物理屏障、保湿作用,结合负载胶原可进一步模拟真皮结构。研究表明,相较于使用含质量分数 1% 磺胺嘧啶银乳膏等药膏、加入乳膏的纱布进行创面覆盖,人工合成临时皮肤替代物在缩短患者住院时间和创面愈合时间,减轻创面疼痛等多个方面更具优势^[114,116-124]。多项临床研究显示,与纱布等传统敷料相比,使用泡沫敷料、水凝胶敷料等现代合成敷料覆盖烧伤创面,在缩短患者住院时间、减少换药次数、减轻创面疼痛等方面更具优势,并具有更高的效益费用比^[125-130]。泡沫敷料因具有较好的渗液吸收性适用于中、重度渗出创面,水胶体敷料含有的亲水性聚合物基质则适用于轻度到中度渗出创面,2 种敷料均可在吸收创面渗液的同时,为创面保持一定的湿度^[131-134]。纱布等传统敷料覆盖创面后,待创面逐渐干燥,会与创面发生粘连,但其优点是容易获取且价格低,且可

以在多个层次上进行成分的添加修饰,如加入抗菌油膏、乳膏等,以减少纱布与创面粘连并控制创面感染^[49]。需要注意的是,考虑到含银制剂(如磺胺嘧啶银)经创面吸收增加,存在延迟烧伤创面愈合的风险,甚至加深创面的现象^[135-137],并可能存在肝、肾及中枢神经系统毒性^[138],因此本共识并不推荐将含银制剂用于浅Ⅱ度烧伤创面。

3.4.2 偏浅深Ⅱ度烧伤创面 偏浅深Ⅱ度烧伤创面损伤达真皮中层,创面在具备一定愈合潜力的同时,表面附着的坏死组织也增加了创面加深、感染的风险^[139]。因此,提供良好的创面愈合微环境、防止创面加深,特别是预防早期创面淤滞区组织向坏死区的转归,尽快清除坏死组织、促进创面自行上皮化成为偏浅深Ⅱ度烧伤创面治疗的基本原则。

推荐意见 23(中推荐):对于早期(伤后 24~48 h)偏浅深Ⅱ度烧伤创面,优先推荐使用泡沫敷料、水胶体敷料等具备良好吸收渗液和保湿功能的敷料,其次推荐使用含磺胺嘧啶银等油性乳膏的油性纱布进行创面覆盖(证据等级为中)。

证据与说明:局部组织灌注不足、持续性炎症反应、感染等是目前研究认为导致创面进行性加深的主要因素^[140]。虽然偏浅深Ⅱ度烧伤创面表面也存在坏死组织,但坏死组织的厚度较薄,采用良好敷料覆盖可能对于改善创面间生态组织转归具有重要意义。因此,偏浅深Ⅱ度烧伤早期创面处置的目的是改善创面微环境、减轻局部炎症反应,以防止创面进行性加深。泡沫敷料和水胶体敷料不仅具有较好的渗液吸收能力,而且能够形成良好的湿性愈合微环境^[129-130],且其形成的密闭微环境可能在促进坏死组织自溶方面具有一定的作用。许多研究证实,相较于纱布,泡沫敷料和水胶体敷料在防止烧伤创面加深、促进烧伤创面愈合方面具有显著优势,而且可明显提高换药的舒适性^[141-145]。

油性纱布及乳膏容易获取,由于含油量大于含水量,有益于维持湿润的创面环境、促进创面再上皮化,并可在一定时间内减少敷料与创面的粘连^[5]。磺胺嘧啶银乳膏具有广谱杀菌特性,在降低烧伤患者创面感染方面显示出一定的优势^[124, 132, 135],但许多临床研究表明该乳膏具有一定的细胞毒性,有加深创面、延迟创面愈合的风险^[135-137]。且将磺胺嘧啶银乳膏等油性乳膏应用于创面后,每次换药都需要彻底清洁创面,去除残留的乳膏,以充分评估创面愈合情况,这往往导致患

者局部疼痛,而且频繁换药可能损害新生的脆弱表皮,因此仅作为最后的选择。

推荐意见 24(弱推荐):创面深度稳定后(伤后 48~72 h),推荐优先采用胶原酶、菠萝蛋白酶、木瓜蛋白酶等进行酶学清创去除坏死组织,其次可采用水凝胶、油膏等进行自溶性清创;对创面面积较大者,可采用酶学清创联合手术清创(证据等级为中)。

证据与说明:经历早期休克期后,机体的全身炎症反应趋于平稳,创面深度基本稳定。偏浅深Ⅱ度烧伤创面的主要治疗原则是在确保不影响残留正常真皮组织的条件下,尽快清除坏死组织,促进创面自行上皮化愈合。去除坏死组织的清创方式包括手术清创、酶学清创、自溶性清创及生物清创等。目前手术清创尚无法做到精准区分坏死组织与正常真皮组织的界面,特别是对于混合深度烧伤,容易损伤正常的真皮组织。利用蛆虫等进行的生物清创则因为存在感染风险及患者的主观不适性等,并未常规应用于临床。而采用胶原酶、菠萝蛋白酶、木瓜蛋白酶等进行酶学清创能够在高效去除坏死组织的同时,最大限度保留正常真皮组织。许多临床研究证实酶学清创可有效去除坏死组织、保留活性组织,同时降低创面护理成本、手术清创率和皮片移植率^[146-147]。2019 年酶学清创的欧洲指南^[148]指出,选用菠萝蛋白酶进行酶学清创适用于浅Ⅱ度和深Ⅱ度混合的小面积($\leq 15\%$ TBSA)烧伤和面部烧伤,在门诊即可应用。而对于较大面积的烧伤患者,推荐单次进行酶学清创的创面面积不超过 15%TBSA。尽管有将单次酶学清创应用于 $> 15\%$ TBSA 烧伤创面的报道,但这一应用目前仍缺乏随机对照研究等高质量的证据支持,且存在引起患者大量体液丢失而导致机体血流动力学改变的较高风险。因此本共识优先推荐对于面积较小的偏浅深Ⅱ度烧伤创面采用酶学清创,面积较大时可采用酶学清创联合手术清创。

不同于酶学清创,自溶性清创是在湿性愈合理论指导下产生的一种清创技术,其原理是将水活性敷料敷于创面,通过软化、水解、自溶等过程去除失活或坏死的组织^[49, 149]。相较于酶学清创,自溶性清创周期较长、清创速度相对较慢。可应用于自溶性清创的常见敷料为水凝胶敷料,其与渗液结合后可通过再水化失活、坏死组织,达到促进创面自溶性清创的效果,加速创面愈合^[110-111]。其他常用于自溶性清创的产品包括水胶体、透明膜敷料以及脱痂

膏、磺胺嘧啶银乳膏等油膏。

3.4.3 偏深深Ⅱ度烧伤创面 推荐意见 25(弱推荐):对于婴幼儿(<3岁)偏深深Ⅱ度烧伤创面,推荐优先采用胶原酶软膏、菠萝蛋白酶等进行酶学清创(证据等级为低)。

证据与说明:婴幼儿群体较为特殊,其皮肤相对较薄,烧伤深度常常较深,且婴幼儿的免疫系统发育不完全,容易继发创面感染,甚至并发脓毒症。同时,婴幼儿具有生长发育快速、皮肤愈合能力较强的特点,深度烧伤后也具有较快的通过保守治疗实现自行上皮化愈合的潜力。临床研究表明,对于包括婴幼儿(<3岁)在内的低龄患儿的深Ⅱ度烧伤创面,应用胶原酶软膏、菠萝蛋白酶等进行酶学清创可显著缩短住院时间,降低后续进行手术和输血的需求,且相较于机械清创带来的显著疼痛,酶学清创造成的创面不适感更小,因而也适合应用于门诊患儿小面积烧伤创面^[150-152]。

推荐意见 26(弱推荐):对于手部的偏深深Ⅱ度烧伤创面,推荐优先采用胶原酶软膏、菠萝蛋白酶等进行酶学清创(证据等级为低)。

证据与说明:手部的神经、血管集中,走行复杂,且皮下组织疏松,皮下脂肪含量少,且分布不均匀,无法提供足够的保护。手部深度烧伤通常会导致严重的手部畸形。手术清创虽然加速了手部深度烧伤创面的愈合,但手术操作往往需要麻醉,要求有技术熟练的医师及完善的医疗设备,且常常会损伤正常组织。研究表明,相较于手术清创,采用酶学清创能显著减少手部深度烧伤患者入院后清创所需时间和清创次数,且应用2种清创技术的创面愈合后瘢痕形成情况也几乎相当^[153]。因此,2019年酶学清创欧洲指南对手部深度烧伤创面推荐采用酶学清创。头部、背部、足底等部位真皮层较厚,皮肤附属器的位置也相对较深。对相同损伤层次的深Ⅱ度烧伤,背部、足底残余的正常真皮组织会更多,愈合潜力相对更大,而表面的坏死组织也较厚。对这些部位应用酶学清创不仅可以尽快去除坏死组织,降低创面感染风险,更有利于准确评估烧伤深度,因此,2019年酶学清创欧洲指南有对这些特殊部位深度烧伤创面应用酶学清创的推荐。然而,考虑到目前这些部位应用酶学清创没有明确的临床研究证据支持,故本共识不作推荐。

3.4.4 不确定深度创面 对于不确定深度创面的处置,早期以保湿、抗感染、避免创面加深为主,

后续治疗过程中进行持续动态的创面深度评估,在明确具体深度后再进行相应的创面处理。

推荐意见 27(中推荐):对于不确定深度创面,建议在明确其深度前,同早期偏浅深Ⅱ度烧伤创面处理(证据等级为低)。

证据与说明:临床实践中常常会因为创面临床表现不典型或创面表面存在较厚坏死组织而影响医师对创面深度的判断,导致暂时无法明确创面为偏浅深Ⅱ度或偏深深Ⅱ度。对于不确定深度创面,需要在治疗过程中进行持续动态评估,以在后期确定其愈合潜力。为避免对创面深度的误判,导致对能够通过常规换药促进上皮化愈合的创面进行过度的手术干预,本共识推荐对于不确定深度创面要持续进行深度评估,在明确其深度前,参照早期偏浅深Ⅱ度烧伤创面的治疗方案进行处理,以尽可能维持创面良好的愈合微环境,待其深度明确后重新制订治疗方案。

3.4.5 Ⅱ度烧伤创面的换药管理 烧伤创面的愈合过程是一个动态的病理学过程,在整个治疗过程中都可能出现创面加深。烧伤早期主要由于热力因素、局部组织灌注不足、持续性炎症反应等导致创面进行性加深,该过程一般可持续到伤后48~72 h^[9,79,154-155]。烧伤后期也可能会因为创面管理不善导致创面感染、局部微环境失衡等情况,最终引起创面加深,进一步延迟愈合。

推荐意见 28(强推荐):须持续动态评估Ⅱ度烧伤创面,包括创面是否好转及有无出现感染、坏死组织增多等创面加深情况(证据等级为低)。

证据与说明:Ⅱ度烧伤创面因其自身的生理病理变化存在动态加深的可能,因此须对创面进行持续的动态评估。如创面清洁、坏死组织减少、无感染迹象,则可继续实施目前的治疗方案,直至创面上皮化愈合;如创面出现分泌物增多、创周红肿等感染迹象时,则需要仔细评估创面感染情况,根据创面感染程度,加强局部创面处理、局部外用抗菌敷料,必要时进行清创手术或系统性抗生素治疗;如创面出现坏死组织明显增多,在排除创面感染后,可重新评估创面深度,根据创面的具体深度制订相应治疗方案。

3.4.6 生长因子的应用 大量研究显示各种生长因子在调控免疫炎症反应、促进组织修复再生方面具备广阔的应用前景,其中FGF、EGF、重组人粒细胞-巨噬细胞集落刺激因子(recombinant human

granulocyte macrophage colony-stimulating factor, rhGM-CSF)等生长因子目前已被广泛应用于各种急、慢性创面的治疗,并取得了良好效果。

推荐意见 29(中推荐):推荐将外用 FGF、EGF、rhGM-CSF 等生长因子作为深 II 度烧伤创面的辅助治疗方法(证据等级为中)。

证据与说明: FGF、EGF、rhGM-CSF 等生长因子不仅在促进 KC 和 Fb 的增殖、分化、迁移中发挥重要作用,而且参与调控细胞的凋亡、ECM 的分泌以及糖酵解过程^[152]。研究证实上述生长因子不仅可缩短 II 度烧伤创面的愈合时间,而且在减轻或改善创面愈合后瘢痕增生方面具有良好效果^[156]。1 篇纳入 12 项临床随机对照试验研究的系统评价结果表明,FGF、EGF、rhGM-CSF 作为 II 度烧伤创面的辅助治疗方式可显著促进创面愈合,缩短创面愈合时间,改善创面愈合后瘢痕增生程度^[157]。另外 1 项荟萃分析结果也表明 FGF 和 EGF 缩短了浅表及真皮深层烧伤创面的愈合时间,并改善了瘢痕的外观,如色素沉着、瘢痕厚度等^[158]。本共识考虑到浅 II 度烧伤创面愈合较快且愈合后瘢痕增生风险较小,患者使用生长因子制剂的效益费用比并不可观,因而推荐将外用 FGF、EGF、rhGM-CSF 等生长因子制剂作为深 II 度烧伤创面的辅助治疗手段。

《II 度烧伤创面治疗专家共识(2024 版)》编写组

组长:夏照帆(海军军医大学第一附属医院烧伤外科)

国内专家组成员(单位名称以拼音排序,姓名以姓氏笔画排序):安徽医科大学第一附属医院烧伤科孙业祥、陈旭林,保定市第五医院烧伤整形外科刘斌、焦建强,东部战区海军医院(创)伤医学科晏鹰,福建医科大学附属协和医院烧伤与创面修复科陈昭宏,赣州市立医院烧伤整形外科周华,贵州省人民医院烧伤整形外科郑德义,哈尔滨市第五医院烧伤科李宗瑜,海军第 971 医院烧伤整形外科张金,海军军医大学第一附属医院烧伤外科王光毅、纪世召、肖仕初、罗鹏飞、郑兴锋、贲道锋、胡晓燕、夏照帆、徐达圆、唐洪泰、黄润之,海军陆战队医院烧伤整形外科谢玉国,邯郸邯钢医院烧伤整形外科张振光,暨南大学附属广州市红十字会医院烧伤整形外科李孝建,江南大学附属医院烧伤创面诊疗中心吕国忠,江苏省苏北人民医院烧伤整形外科李平松,解放军总医院第四医学中心烧伤整形医学部申传安,空军军医大学第一附属医院全军烧伤中心官浩、胡大海、韩军涛、谢松涛,联勤保障部队第 906 医院烧伤外科陈如俊,联勤保障部队第 910 医院烧伤整形外科刘江涛、黄书润,联勤保障部队第 980 医院烧伤整形外科李晓东,陆军军医大学(第三军医大学)第一附属医院全军烧伤研究所罗高兴、袁志强,南昌大学第一附属医院烧伤整形与创面修复医学中心张红艳、郭光华,南方医科大学南方医院烧伤科杨磊,南京医科大学附属苏州医院烧伤整形外科孙炳伟,南通大学附属医院烧伤整形外科张逸,上海交通大学医学院附属瑞金医院灼伤整形外科刘琰,上海交通大学医学院附属

新华医院整形外科吕开阳,上海中医药大学附属第七人民医院烧伤整形外科徐顺,深圳大学第一附属医院烧伤整形外科吴军、范鲲鹏,首都医科大学北京积水潭医院烧伤科沈余明,首都医科大学附属北京儿童医院烧伤整形外科王燕妮,苏州大学附属第一医院烧伤整形外科林伟,太原钢铁(集团)有限公司总医院烧伤科段鹏,武汉大学同仁医院暨武汉市第三医院烧伤科谢卫国,新疆军区总医院烧伤整形外科沈运彪,浙江大学医学院附属第二医院烧伤与创面修复科韩春茂,郑州市第一人民医院烧伤科狄海萍,《中华烧伤与创面修复杂志》梁光萍,中南大学湘雅医院烧伤整形外科张丕红、周捷

国际专家组成员:荷兰贝尔维尔红十字医院烧伤中心 Annebeth Meij-de Vries, Kiran Chandni Baran, Paul P M van Zuijlen

方法学专家组成员:海军军医大学卫生勤务学系军队卫生统计学教研室叶小飞、同济大学医学院流行病学教研室张杰

执笔组成员:纪世召、胡晓燕、罗鹏飞、郑兴锋、肖仕初、张伟、陆剑瑜、季超、朱玉术(海军军医大学第一附属医院烧伤外科)

临床问题征询专家组成员:上述国内及国际专家组成员

利益冲突 所有编写组成员均声明不存在利益冲突,无商业组织向本共识编写组支付费用。本共识制订过程中需要的资金均来自本文著录的基金项目,且推荐意见未受资助影响

参考文献

- [1] Norton R, Kobusingye O. Injuries[J]. N Engl J Med, 2013, 368(18):1723-1730. DOI: 10.1056/NEJMra1109343.
- [2] Ji SZ, Luo PF, Kong ZD, et al. Pre-hospital emergency burn management in Shanghai: analysis of 1868 burn patients[J]. Burns, 2012, 38(8): 1174-1180. DOI: 10.1016/j.burns.2012.03.010.
- [3] Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, et al. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations[J]. BMJ, 2008, 336(7650):924-926. DOI: 10.1136/bmj.39489.470347.
- [4] Willy CSD. Literature analysis (2005-2012) on the topic antiseptics for the treatment of acute soft tissue and bone wounds following the guidelines of evidence-based medicine[M/OL]. Berlin: Lindqvist Book Publishing, 2013 [2023-10-19]. <https://www.researchgate.net/publication/332258419>.
- [5] ISBI Practice Guidelines Committee, Advisory Subcommittee, Steering Subcommittee. ISBI practice guidelines for burn care, part 2[J]. Burns, 2018, 44(7): 1617-1706. DOI: 10.1016/j.burns.2018.09.012.
- [6] Shrivastava P, Goel A. Pre-hospital care in burn injury[J]. Indian J Plast Surg, 2010, 43(Suppl): S15-22. DOI: 10.4103/0970-0358.70720.
- [7] Allison K, Porter K. Consensus on the prehospital approach to burns patient management[J]. Emerg Med J, 2004, 21(1): 112-114. DOI: 10.1136/emj.2003.008789.
- [8] Hudspith J, Rayatt S. First aid and treatment of minor burns [J]. BMJ, 2004, 328(7454): 1487-1489. DOI: 10.1136/bmj.328.7454.1487.
- [9] Grunwald TB, Garner WL. Acute burns[J]. Plast Reconstr Surg, 2008, 121(5): 311e-319e. DOI: 10.1097/PRS.0b013e318172ae1f.
- [10] Jackson DM. The diagnosis of the depth of burning[J]. Br J Surg, 1953, 40(164): 588-596. DOI: 10.1002/bjs.18004016413.

- [11] Nisanci M, Eski M, Sahin I, et al. Saving the zone of stasis in burns with activated protein C: an experimental study in rats[J]. *Burns*, 2010, 36(3): 397-402. DOI: 10.1016/j.burns.2009.06.208.
- [12] Jakobsson OP, Arturson G. The effect of prompt local cooling on oedema formation in scalded rat paws[J]. *Burns Incl Therm Inj*, 1985, 12(1): 8-15. DOI: 10.1016/0305-4179(85)90177-9.
- [13] Altintas B, Altintas AA, Kraemer R, et al. Acute effects of local cold therapy in superficial burns on pain, in vivo microcirculation, edema formation and histomorphology [J]. *Burns*, 2014, 40(5): 915-921. DOI: 10.1016/j.burns.2013.11.023.
- [14] Cuttle L, Pearn J, McMillan JR, et al. A review of first aid treatments for burn injuries[J]. *Burns*, 2009, 35(6): 768-775. DOI: 10.1016/j.burns.2008.10.011.
- [15] Frear CC, Griffin B, Kimble R. Adequacy of cool running water first aid by healthcare professionals in the treatment of paediatric burns: a cross-sectional study of 4537 children[J]. *Emerg Med Australas*, 2021, 33(4): 615-622. DOI: 10.1111/1742-6723.13686.
- [16] Griffin BR, Frear CC, Babl F, et al. Cool running water first aid decreases skin grafting requirements in pediatric burns: a cohort study of two thousand four hundred ninety-five children[J]. *Ann Emerg Med*, 2020, 75(1): 75-85. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2019.06.028.
- [17] Wood FM, Phillips M, Jovic T, et al. Water first aid is beneficial in humans post-burn: evidence from a bi-national cohort study[J]. *PLoS One*, 2016, 11(1): e0147259. DOI: 10.1371/journal.pone.0147259.
- [18] Harish V, Tiwari N, Fisher OM, et al. First aid improves clinical outcomes in burn injuries: evidence from a cohort study of 4918 patients[J]. *Burns*, 2019, 45(2): 433-439. DOI: 10.1016/j.burns.2018.09.024.
- [19] Griffin B, Cabilan CJ, Ayoub B, et al. The effect of 20 minutes of cool running water first aid within three hours of thermal burn injury on patient outcomes: a systematic review and meta-analysis[J]. *Australas Emerg Care*, 2022, 25(4): 367-376. DOI: 10.1016/j.auec.2022.05.004.
- [20] Djärv T, Douma M, Palmieri T, et al. Duration of cooling with water for thermal burns as a first aid intervention: a systematic review[J]. *Burns*, 2022, 48(2): 251-262. DOI: 10.1016/j.burns.2021.10.007.
- [21] Cuttle L, Kempf M, Kravchuk O, et al. The optimal temperature of first aid treatment for partial thickness burn injuries[J]. *Wound Repair Regen*, 2008, 16(5): 626-634. DOI: 10.1111/j.1524-475X.2008.00413.x.
- [22] Cho YS, Choi YH. Comparison of three cooling methods for burn patients: a randomized clinical trial[J]. *Burns*, 2017, 43(3): 502-508. DOI: 10.1016/j.burns.2016.09.010.
- [23] Yuan J, Wu C, Holland AJ, et al. Assessment of cooling on an acute scald burn injury in a porcine model[J]. *J Burn Care Res*, 2007, 28(3): 514-520. DOI: 10.1097/BCR.0B013E318053DB13.
- [24] Wright EH, Tyler M, Vojnovic B, et al. Human model of burn injury that quantifies the benefit of cooling as a first aid measure[J]. *Br J Surg*, 2019, 106(11): 1472-1479. DOI: 10.1002/bjs.11263.
- [25] Venter TH, Karpelowsky JS, Rode H. Cooling of the burn wound: the ideal temperature of the coolant[J]. *Burns*, 2007, 33(7): 917-922. DOI: 10.1016/j.burns.2006.10.408.
- [26] The Australian and New Zealand Burn Association. Emergency management of severe burns manual[M]. 7th ed. Sydney: The Education Committee of the Australian and New Zealand Burns Association, Ltd., 2002.
- [27] Schnell HM, Zaspel JG. Cooling extensive burns: sprayed coolants can improve initial cooling management - a thermography-based study[J]. *Burns*, 2008, 34(4): 505-508. DOI: 10.1016/j.burns.2007.06.012.
- [28] Walker A, Baumber R, Robson B. Pre-hospital management of burns by the UK fire service[J]. *Emerg Med J*, 2005, 22(3): 205-208. DOI: 10.1136/emj.2004.015784.
- [29] Cuttle L, Kravchuk O, Wallis B, et al. An audit of first-aid treatment of pediatric burn patients and their clinical outcome[J]. *J Burn Care Res*, 2009, 30(6): 1028-1034. DOI: 10.1097/BCR.0b013e3181bf7d1.
- [30] Allison K. The UK pre-hospital management of burn patients: current practice and the need for a standard approach[J]. *Burns*, 2002, 28(2): 135-142. DOI: 10.1016/s0305-4179(01)00083-3.
- [31] Holbert MD, Kimble RM, Chatfield M, et al. Effectiveness of a hydrogel dressing as an analgesic adjunct to first aid for the treatment of acute paediatric burn injuries: a prospective randomised controlled trial[J]. *BMJ Open*, 2021, 11(1): e039981. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-039981.
- [32] Durrant CAT, Simpson AR, Williams G. Thermal injury - the first 24 h[J]. *Current Anaesthesia & Critical Care*, 2008, 19(5/6): 256-263. DOI: 10.1016/j.cacc.2008.09.014.
- [33] Harish V, Li Z, Maitz P. First aid is associated with improved outcomes in large body surface area burns[J]. *Burns*, 2019, 45(8): 1743-1748. DOI: 10.1016/j.burns.2019.05.006.
- [34] Cox SG, Martinez R, Glick A, et al. A review of community management of paediatric burns[J]. *Burns*, 2015, 41(8): 1805-1810. DOI: 10.1016/j.burns.2015.05.024.
- [35] Baartmans MG, de Jong AE, van Baar ME, et al. Early management in children with burns: cooling, wound care and pain management[J]. *Burns*, 2016, 42(4): 777-782. DOI: 10.1016/j.burns.2016.03.003.
- [36] Steele JE, Atkins JL, Vizcaychipi MP. Factors at scene and in transfer related to the development of hypothermia in major burns[J]. *Ann Burns Fire Disasters*, 2016, 29(2): 103-107.
- [37] Lönnecker S, Schoder V. Hypothermia in patients with burn injuries: influence of prehospital treatment[J]. *Chirurg*, 2001, 72(2): 164-167. DOI: 10.1007/s001040051286.
- [38] Singer AJ, Taira BR, Thode HC, et al. The association between hypothermia, prehospital cooling, and mortality in burn victims[J]. *Acad Emerg Med*, 2010, 17(4): 456-459. DOI: 10.1111/j.1553-2712.2010.00702.x.
- [39] Legrand M, Barraud D, Constant I, et al. Management of severe thermal burns in the acute phase in adults and children[J]. *Anaesth Crit Care Pain Med*, 2020, 39(2): 253-267. DOI: 10.1016/j.accpm.2020.03.006.
- [40] Zideman DA, De Buck ED, Singletary EM, et al. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2015 section 9. First aid[J]. *Resuscitation*, 2015, 95: 278-287. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2015.07.031.
- [41] McLure M, Macneil F, Wood FM, et al. A rapid review of burns first aid guidelines: is there consistency across international guidelines? [J]. *Cureus*, 2021, 13(6): e15779. DOI: 10.7759/cureus.15779.
- [42] Karpelowsky JS, Wallis L, Madaree A, et al. South African Burn Society burn stabilisation protocol[J]. *S Afr Med J*,

- 2007,97(8):574-577.
- [43] duKamp A. Derroofing minor burn blisters--what is the evidence? [J]. *Accid Emerg Nurs*, 2001, 9(4): 217-221. DOI: 10.1054/aaen.2001.0282.
- [44] Wilson A, Leeming A. Cervical cytology screening: a comparison of two call systems[J]. *Br Med J (Clin Res Ed)*, 1987,295(6591):181-182.DOI:10.1136/bmj.295.6591.181-a.
- [45] Sargent RL. Management of blisters in the partial-thickness burn: an integrative research review[J]. *J Burn Care Res*, 2006, 27(1): 66-81. DOI: 10.1097/01.bcr.0000191961.95907.b1.
- [46] Pan SC, Wu LW, Chen CL, et al. Deep partial thickness burn blister fluid promotes neovascularization in the early stage of burn wound healing[J]. *Wound Repair Regen*, 2010, 18(3): 311-318. DOI: 10.1111/j.1524-475X.2010.00586.x.
- [47] Ro HS, Shin JY, Sabbagh MD, et al. Effectiveness of aspiration or deroofting for blister management in patients with burns: a prospective randomized controlled trial[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018,97(17):e0563.
- [48] Gimbel NS, Kapetansky DI, Weissman F, et al. A study of epithelization in blistered burns[J]. *AMA Arch Surg*, 1957, 74(5):800-803. DOI: 10.1001/archsurg.1957.01280110142019.
- [49] Yao Y, Zhang A, Yuan C, et al. Recent trends on burn wound care: hydrogel dressings and scaffolds[J]. *Biomater Sci*, 2021,9(13):4523-4540. DOI:10.1039/d1bm00411e.
- [50] Ganeswaran N, Perera E, Perera M, et al. Cutaneous chemical burns: assessment and early management[J]. *Aust Fam Physician*, 2015,44(3):135-139.
- [51] Bromberg BE, Song IC, Walden RH. Hydrotherapy of chemical burns[J]. *Plast Reconstr Surg*, 1965, 35: 85-95. DOI: 10.1097/00006534-196501000-00010.
- [52] Leonard LG, Scheulen JJ, Munster AM. Chemical burns: effect of prompt first aid[J]. *J Trauma*, 1982, 22(5): 420-423. DOI: 10.1097/00005373-198205000-00013.
- [53] Singer A, Sagi A, Ben Meir P, et al. Chemical burns: our 10-year experience[J]. *Burns*, 1992, 18(3): 250-252. DOI: 10.1016/0305-4179(92)90081-5.
- [54] Tan T, Wong DS. Chemical burns revisited: what is the most appropriate method of decontamination? [J]. *Burns*, 2015, 41(4):761-763. DOI:10.1016/j.burns.2014.10.004.
- [55] Chai H, Chaudhari N, Kornhaber R, et al. Chemical burn to the skin: a systematic review of first aid impacts on clinical outcomes[J]. *Burns*, 2022,48(7):1527-1543. DOI: 10.1016/j.burns.2022.05.006.
- [56] Palao R, Monge I, Ruiz M, et al. Chemical burns: pathophysiology and treatment[J]. *Burns*, 2010, 36(3): 295-304. DOI: 10.1016/j.burns.2009.07.009.
- [57] Lynn DD, Zukin LM, Dellavalle R. The safety and efficacy of Diphoterine for ocular and cutaneous burns in humans[J]. *Cutan Ocul Toxicol*, 2017, 36(2): 185-192. DOI: 10.1080/15569527.2016.1217423.
- [58] Donoghue AM. Diphoterine for alkali chemical splashes to the skin at alumina refineries[J]. *Int J Dermatol*, 2010, 49(8):894-900. DOI: 10.1111/j.1365-4632.2009.04397.x.
- [59] Alexander KS, Wasiak J, Cleland H. Chemical burns: Diphoterine untangled[J]. *Burns*, 2018, 44(4): 752-766. DOI: 10.1016/j.burns.2017.09.017.
- [60] Horch R, Spilker G, Stark GB. Phenol burns and intoxications [J]. *Burns*, 1994, 20(1): 45-50. DOI: 10.1016/0305-4179(94)90105-8.
- [61] Barqouni L, Abu Shaaban N, Elessi K. Interventions for treating phosphorus burns[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2014, 2014(6): CD008805. DOI: 10.1002/14651858.CD008805.pub3.
- [62] Summerlin WT, Walder AI, Moncrief JA. White phosphorus burns and massive hemolysis[J]. *J Trauma*, 1967, 7(3): 476-484. DOI:10.1097/00005373-196705000-00012.
- [63] Curreri PW, Asch MJ, Pruitt BA. The treatment of chemical burns: specialized diagnostic, therapeutic, and prognostic considerations[J]. *J Trauma*, 1970, 10(8):634-642.
- [64] Flammiger A, Maibach H. Sulfuric acid burns (corrosion and acute irritation): evidence-based overview to management [J]. *Cutan Ocul Toxicol*, 2006, 25(1): 55-61. DOI: 10.1080/15569520500536634.
- [65] Dinis-Oliveira RJ, Carvalho F, Moreira R, et al. Clinical and forensic signs related to chemical burns: a mechanistic approach[J]. *Burns*, 2015, 41(4): 658-679. DOI: 10.1016/j.burns.2014.09.002.
- [66] Yu Y, Sun R, Gu J, et al. Management of a man with hydrofluoric acid burns: a case report and review[J]. *J Burn Care Res*, 2020,41(1):200-210. DOI: 10.1093/jbcr/irz136.
- [67] Williams FN, Lee JO. Chemical burns[M/OL]//Herdon DN. Total burn care. 5th ed. New York: Elsevier Health Sciences, 2018 [2023-10-19]. <https://bibleandbookcenter.com/read/total-burn-care/>.
- [68] Lee RC, Astumian RD. The physicochemical basis for thermal and non-thermal 'burn' injuries[J]. *Burns*, 1996, 22(7):509-519. DOI:10.1016/0305-4179(96)00051-4.
- [69] Koumbourlis AC. Electrical injuries[J]. *Crit Care Med*, 2002, 30(11 Suppl):S424-430. DOI: 10.1097/00003246-20021101-00007.
- [70] Lee DH, Desai MJ, Gauger EM. Electrical injuries of the hand and upper extremity[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2019, 27(1): e1-e8. DOI:10.5435/JAAOS-D-17-00833.
- [71] Vanden Hoek TL, Morrison LJ, Shuster M, et al. Part 12: cardiac arrest in special situations: 2010 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care[J]. *Circulation*, 2010, 122(18 Suppl 3):S829-861. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.110.971069.
- [72] Bernal E. Electrical injuries[M/OL]//Herdon DN. Total burn care. 5th ed. New York: Elsevier Health Sciences, 2018 [2023-10-19]. http://www.onacademic.com/detail/journal_1000040810073710_9857.html.
- [73] Wounds International. International best practice guidelines: effective skin and wound management of non-complex burns[EB/OL]. 2014 [2023-10-19]. <https://www.woundsinternational.com/uploads/resources/5ebace6c70d4ea53a5d3e28ca65f1b74.pdf>.
- [74] Heimbach D, Engrav L, Grube B, et al. Burn depth: a review[J]. *World J Surg*, 1992, 16(1):10-15. DOI:10.1007/BF02067108.
- [75] Devgan L, Bhat S, Aylward S, et al. Modalities for the assessment of burn wound depth[J]. *J Burns Wounds*, 2006, 5:e2.
- [76] Schulz T, Marotz J, Seider S, et al. Burn depth assessment using hyperspectral imaging in a prospective single center study[J]. *Burns*, 2022, 48(5): 1112-1119. DOI: 10.1016/j.burns.2021.09.010.
- [77] Still JM, Law EJ, Klavuhn KG, et al. Diagnosis of burn depth using laser-induced indocyanine green fluorescence: a preliminary clinical trial[J]. *Burns*, 2001, 27(4):364-371. DOI:

- 10.1016/s0305-4179(00)00140-6.
- [78] Heimbach DM, Afromowitz MA, Engrav LH, et al. Burn depth estimation--man or machine[J]. *J Trauma*, 1984, 24(5):373-378.
- [79] Riordan CL, McDonough M, Davidson JM, et al. Noncontact laser Doppler imaging in burn depth analysis of the extremities[J]. *J Burn Care Rehabil*, 2003, 24(4): 177-186. DOI:10.1097/01.BCR.0000075966.50533.B0.
- [80] Burke-Smith A, Collier J, Jones I. A comparison of non-invasive imaging modalities: infrared thermography, spectrophotometric intracutaneous analysis and laser Doppler imaging for the assessment of adult burns[J]. *Burns*, 2015, 41(8): 1695-1707. DOI: 10.1016/j.burns.2015.06.023.
- [81] Sen CK, Ghatak S, Gnyawali SC, et al. Cutaneous imaging technologies in acute burn and chronic wound care[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2016, 138(3 Suppl):S119-128. DOI:10.1097/PRS.0000000000002654.
- [82] Ganapathy P, Tamminedi T, Qin Y, et al. Dual-imaging system for burn depth diagnosis[J]. *Burns*, 2014, 40(1): 67-81. DOI: 10.1016/j.burns.2013.05.004.
- [83] Burmeister DM, Cerna C, Becerra SC, et al. Noninvasive techniques for the determination of burn severity in real time[J]. *J Burn Care Res*, 2017, 38(1): e180-e191. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000338.
- [84] Pape SA, Baker RD, Wilson D, et al. Burn wound healing time assessed by laser Doppler imaging (LDI). Part 1: derivation of a dedicated colour code for image interpretation[J]. *Burns*, 2012, 38(2): 187-194. DOI: 10.1016/j.burns.2010.11.009.
- [85] Holland AJ, Martin HC, Cass DT. Laser Doppler imaging prediction of burn wound outcome in children[J]. *Burns*, 2002, 28(1):11-17. DOI:10.1016/s0305-4179(01)00064-x.
- [86] Deitch EA, Wheelahan TM, Rose MP, et al. Hypertrophic burn scars: analysis of variables[J]. *J Trauma*, 1983, 23(10): 895-898.
- [87] Gangemi EN, Gregori D, Berchialla P, et al. Epidemiology and risk factors for pathologic scarring after burn wounds[J]. *Arch Facial Plast Surg*, 2008, 10(2): 93-102. DOI: 10.1001/archfaci.10.2.93.
- [88] Wachtel TL, Berry CC, Wachtel EE, et al. The inter-rater reliability of estimating the size of burns from various burn area chart drawings[J]. *Burns*, 2000, 26(2): 156-170. DOI: 10.1016/s0305-4179(99)00047-9.
- [89] Livingston EH, Lee S. Percentage of burned body surface area determination in obese and nonobese patients[J]. *J Surg Res*, 2000, 91(2):106-110. DOI:10.1006/jsre.2000.5909.
- [90] Williams RY, Wohlgenuth SD. Does the "rule of nines" apply to morbidly obese burn victims? [J]. *J Burn Care Res*, 2013, 34(4): 447-452. DOI: 10.1097/BCR.0b013e31827217bd.
- [91] Miller SF, Finley RK, Waltman M, et al. Burn size estimate reliability: a study[J]. *J Burn Care Rehabil*, 1991, 12(6): 546-559. DOI:10.1097/00004630-199111000-00010.
- [92] Perry RJ, Moore CA, Morgan BD, et al. Determining the approximate area of a burn: an inconsistency investigated and re-evaluated[J]. *BMJ*, 1996, 312(7042): 1338. DOI: 10.1136/bmj.312.7042.1338.
- [93] Mertens DM, Jenkins ME, Warden GD. Outpatient burn management[J]. *Nurs Clin North Am*, 1997, 32(2):343-364.
- [94] Benjamin NC, Lee JO, Norbury WB, et al. Accuracy of currently used paper burn diagram vs a three-dimensional computerized model[J]. *J Burn Care Res*, 2017, 38(1):e254-e260. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000363.
- [95] Retrouvey H, Chan J, Shahrokhi S. Comparison of two-dimensional methods versus three-dimensional scanning systems in the assessment of total body surface area estimation in burn patients[J]. *Burns*, 2018, 44(1):195-200. DOI:10.1016/j.burns.2017.07.003.
- [96] Swain AH, Azadian BS, Wakeley CJ, et al. Management of blisters in minor burns[J]. *Br Med J (Clin Res Ed)*, 1987, 295(6591):181. DOI:10.1136/bmj.295.6591.181.
- [97] Shaw J, Dibble C. Best evidence topic report. Management of burns blisters[J]. *Emerg Med J*, 2006, 23(8): 648-649. DOI: 10.1136/emj.2006.039115.
- [98] April MD, Koyfman A, Long B. Select burn blisters should not be left intact[J]. *Ann Emerg Med*, 2020, 76(6):771-773. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2020.04.017.
- [99] Dunn KW. The management of burn wound blisters[J]. *J Wound Care*, 2001, 10(7): 250; author reply 250. DOI: 10.12968/jowc.2001.10.7.26352.
- [100] Chen XJ, Yan DX, Gao GZ, et al. Analysis of clinical data of 16 595 pediatric burn patients during fifteen years[J]. *Zhonghua Shao Shang Za Zhi*, 2013, 29(1):6-10.
- [101] Atiyeh BS, Dibo SA, Hayek SN. Wound cleansing, topical antiseptics and wound healing[J]. *Int Wound J*, 2009, 6(6): 420-430. DOI:10.1111/j.1742-481X.2009.00639.x.
- [102] Balin AK, Pratt L. Dilute povidone-iodine solutions inhibit human skin fibroblast growth[J]. *Dermatol Surg*, 2002, 28(3):210-214. DOI:10.1046/j.1524-4725.2002.01161.x.
- [103] Oulé MK, Azinwi R, Bernier AM, et al. Polyhexamethylene guanidine hydrochloride-based disinfectant: a novel tool to fight meticillin-resistant *Staphylococcus aureus* and nosocomial infections[J]. *J Med Microbiol*, 2008, 57(Pt 12): 1523-1528. DOI:10.1099/jmm.0.2008/003350-0.
- [104] Shipskii AV, Afanas'ev VV, Polikarpov NA, et al. Comparative analysis of antimicrobial action of polyhexametyleneguanide hydrochloride (Biopag) and chlorhexidine bigluconate upon potential infectious agent of suppurative-inflammatory diseases of maxillo-facial region and neck[J]. *Stomatologiia (Mosk)*, 2007, 86(3):46-50.
- [105] Warner PM, Coffee TL, Yowler CJ. Outpatient burn management[J]. *Surg Clin North Am*, 2014, 94(4):879-892. DOI: 10.1016/j.suc.2014.05.009.
- [106] Waitzman AA, Neligan PC. How to manage burns in primary care[J]. *Can Fam Physician*, 1993, 39: 2394-2400.
- [107] Genuino GA, Baluyut-Angeles KV, Espiritu AP, et al. Topical petrolatum gel alone versus topical silver sulfadiazine with standard gauze dressings for the treatment of superficial partial thickness burns in adults: a randomized controlled trial[J]. *Burns*, 2014, 40(7): 1267-1273. DOI: 10.1016/j.burns.2014.07.024.
- [108] Wasiak J, Cleland H. Burns: dressings[J]. *BMJ Clin Evid*, 2015, 2015:1903.
- [109] Hosseini SN, Mousavinasab SN, Fallahnezhad M. Xenoderm dressing in the treatment of second degree burns[J]. *Burns*, 2007, 33(6):776-781. DOI:10.1016/j.burns.2006.10.396.
- [110] Hosseini SN, Karimian A, Mousavinasab SN, et al. Xenoderm versus 1% silver sulfadiazine in partial-thickness burns[J]. *Asian J Surg*, 2009, 32(4): 234-239. DOI: 10.1016/S1015-9584(09)60400-0.
- [111] Adly OA, Moghazy AM, Abbas AH, et al. Assessment of

- amniotic and polyurethane membrane dressings in the treatment of burns[J]. *Burns*, 2010, 36(5): 703-710. DOI: 10.1016/j.burns.2009.09.003.
- [112] Mostaque AK, Rahman KB. Comparisons of the effects of biological membrane (amniotic) and silver sulfadiazine in the management of burn wounds in children[J]. *J Burn Care Res*, 2011, 32(2): 200-209. DOI: 10.1097/BCR.0b013e31820aad94.
- [113] Troy J, Karlinski R, Downes K, et al. The use of EZ Derm[®] in partial-thickness burns: an institutional review of 157 patients[J]. *Eplasty*, 2013, 13:e14.
- [114] Vloemans AF, Hermans MH, van der Wal MB, et al. Optimal treatment of partial thickness burns in children: a systematic review[J]. *Burns*, 2014, 40(2): 177-190. DOI: 10.1016/j.burns.2013.09.016.
- [115] Hermans MH. Porcine xenografts vs. (cryopreserved) allografts in the management of partial thickness burns: is there a clinical difference? [J]. *Burns*, 2014, 40(3): 408-415. DOI:10.1016/j.burns.2013.08.020.
- [116] Barret JP, Dziewulski P, Ramzy PI, et al. Biobrane versus 1% silver sulfadiazine in second-degree pediatric burns[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2000, 105(1): 62-65. DOI: 10.1097/0006534-200001000-00010.
- [117] Gerding RL, Imbembo AL, Fratianne RB. Biosynthetic skin substitute vs. 1% silver sulfadiazine for treatment of inpatient partial-thickness thermal burns[J]. *J Trauma*, 1988, 28(8): 1265-1269. DOI: 10.1097/00005373-198808000-00022.
- [118] Gerding RL, Emerman CL, Effron D, et al. Outpatient management of partial-thickness burns: Biobrane versus 1% silver sulfadiazine[J]. *Ann Emerg Med*, 1990, 19(2): 121-124. DOI:10.1016/s0196-0644(05)81793-7.
- [119] Kumar RJ, Kimble RM, Boots R, et al. Treatment of partial-thickness burns: a prospective, randomized trial using Transcyte[J]. *ANZ J Surg*, 2004, 74(8): 622-626. DOI: 10.1111/j.1445-1433.2004.03106.x.
- [120] Schwarze H, Kuntscher M, Uhlig C, et al. Suprathel, a new skin substitute, in the management of partial-thickness burn wounds: results of a clinical study[J]. *Ann Plast Surg*, 2008, 60(2): 181-185. DOI:10.1097/SAP.0b013e318056bbf6.
- [121] Lenselink E, Andriessen A. A cohort study on the efficacy of a polyhexanide-containing biocellulose dressing in the treatment of biofilms in wounds[J]. *J Wound Care*, 2011, 20(11): 534, 536-539. DOI:10.12968/jowc.2011.20.11.534.
- [122] Rahimi F, Rezaatmand R. Use of a biosynthetic wound dressing to treat burns: a systematic review[J]. *J Wound Care*, 2020, 29(Suppl 12): S16-22. DOI:10.12968/jowc.2020.29.Suppl12.S16.
- [123] Schiefer JL, Aretz GF, Fuchs PC, et al. Comparison of wound healing and patient comfort in partial-thickness burn wounds treated with SUPRATHEL and epictehydro wound dressings[J]. *Int Wound J*, 2022, 19(4): 782-790. DOI: 10.1111/iwj.13674.
- [124] Hundeshagen G, Collins VN, Wurzer P, et al. A prospective, randomized, controlled trial comparing the outpatient treatment of pediatric and adult partial-thickness burns with Suprathel or Mepilex Ag[J]. *J Burn Care Res*, 2018, 39(2): 261-267. DOI:10.1097/BCR.0000000000000584.
- [125] Tan PW, Ho WC, Song C. The use of Urgotul in the treatment of partial thickness burns and split-thickness skin graft donor sites: a prospective control study[J]. *Int Wound J*, 2009, 6(4): 295-300. DOI:10.1111/j.1742-481X.2009.00611.x.
- [126] Heyneman A, Hoeksema H, Vandekerckhove D, et al. The role of silver sulphadiazine in the conservative treatment of partial thickness burn wounds: a systematic review[J]. *Burns*, 2016, 42(7): 1377-1386. DOI: 10.1016/j.burns.2016.03.029.
- [127] Abedini F, Ahmadi A, Yavari A, et al. Comparison of silver nylon wound dressing and silver sulfadiazine in partial burn wound therapy[J]. *Int Wound J*, 2013, 10(5): 573-578. DOI:10.1111/j.1742-481X.2012.01024.x.
- [128] Stair TO, D'Orta J, Altieri MF, et al. Polyurethane and silver sulfadiazene dressings in treatment of partial-thickness burns and abrasions[J]. *Am J Emerg Med*, 1986, 4(3): 214-217. DOI:10.1016/0735-6757(86)90068-9.
- [129] Afilalo M, Dankoff J, Guttman A, et al. DuoDERM hydroactive dressing versus silver sulphadiazine/Bactigras in the emergency treatment of partial skin thickness burns[J]. *Burns*, 1992, 18(4): 313-316. DOI: 10.1016/0305-4179(92)90153-l.
- [130] Aboelnaga A, Elmasry M, Adly OA, et al. Microbial cellulose dressing compared with silver sulphadiazine for the treatment of partial thickness burns: a prospective, randomised, clinical trial[J]. *Burns*, 2018, 44(8): 1982-1988. DOI:10.1016/j.burns.2018.06.007.
- [131] Broussard KC, Powers JG. Wound dressings: selecting the most appropriate type[J]. *Am J Clin Dermatol*, 2013, 14(6): 449-459. DOI:10.1007/s40257-013-0046-4.
- [132] Shi C, Wang C, Liu H, et al. Selection of appropriate wound dressing for various wounds[J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2020, 8: 182. DOI:10.3389/fbioe.2020.00182.
- [133] Stoica AE, Chircov C, Grumezescu AM. Nanomaterials for wound dressings: an up-to-date overview[J]. *Molecules*, 2020, 25(11): 2699. DOI:10.3390/molecules25112699.
- [134] Opananon S, Muangman P, Namviriyachote N. Clinical effectiveness of alginate silver dressing in outpatient management of partial-thickness burns[J]. *Int Wound J*, 2010, 7(6): 467-471. DOI:10.1111/j.1742-481X.2010.00718.x.
- [135] Wasiak J, Cleland H, Campbell F, et al. Dressings for superficial and partial thickness burns[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2013(3): CD002106. DOI: 10.1002/14651858.CD002106.pub4.
- [136] Vlachou E, Chipp E, Shale E, et al. The safety of nanocrystalline silver dressings on burns: a study of systemic silver absorption[J]. *Burns*, 2007, 33(8): 979-985. DOI:10.1016/j.burns.2007.07.014.
- [137] Stern HS. Silver sulphadiazine and the healing of partial thickness burns: a prospective clinical trial[J]. *Br J Plast Surg*, 1989, 42(5): 581-585. DOI: 10.1016/0007-1226(89)90050-7.
- [138] Lansdown AB, Williams A. How safe is silver in wound care? [J]. *J Wound Care*, 2004, 13(4): 131-136. DOI: 10.12968/jowc.2004.13.4.26596.
- [139] Lu S, Xiang J, Qing C, et al. Effect of necrotic tissue on progressive injury in deep partial thickness burn wounds [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2002, 115(3): 323-325.
- [140] Salibian AA, Rosario A, Severo L, et al. Current concepts on burn wound conversion—a review of recent advances in understanding the secondary progressions of burns[J]. *Burns*, 2016, 42(5): 1025-1035. DOI: 10.1016/j.burns.2015.11.007.
- [141] Barrett S. Mepilex Ag: an antimicrobial, absorbent foam

- dressing with Safetac technology[J]. Br J Nurs, 2009, 18(20): S28, S30-36. DOI:10.12968/bjon.2009.18.Sup7.45133.
- [142] Choi YM, Campbell K, Levek C, et al. Antibiotic ointment versus a silver-based dressing for children with extremity burns: a randomized controlled study[J]. J Pediatr Surg, 2019, 54(7):1391-1396. DOI:10.1016/j.jpedsurg.2018.06.011.
- [143] Singh A, Bhatnagar A. Management of superficial partial thickness burn with collagen sheet dressing compared with paraffin gauze and silver sulfadiazine[J]. Ann Burns Fire Disasters, 2020, 33(3):233-238.
- [144] Chaganti P, Gordon I, Chao JH, et al. A systematic review of foam dressings for partial thickness burns[J]. Am J Emerg Med, 2019, 37(6): 1184-1190. DOI: 10.1016/j.ajem. 2019.04. 014.
- [145] Yang C, Xiong AB, He XC, et al. Efficacy and feasibility of amniotic membrane for the treatment of burn wounds: a meta-analysis[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2021, 90(4): 744-755. DOI:10.1097/TA.0000000000003050.
- [146] Krieger Y, Rubin G, Schulz A, et al. Bromelain-based enzymatic debridement and minimal invasive modality (mim) care of deeply burned hands[J]. Ann Burns Fire Disasters, 2017, 30(3):198-204.
- [147] Rosenberg L, Krieger Y, Bogdanov-Berezovski A, et al. A novel rapid and selective enzymatic debridement agent for burn wound management: a multi-center RCT[J]. Burns, 2014, 40(3):466-474. DOI:10.1016/j.burns.2013.08.013.
- [148] Hirche C, Kreken Almeland S, Dheansa B, et al. Eschar removal by bromelain based enzymatic debridement (Nexobrid®) in burns: European consensus guidelines update[J]. Burns, 2020, 46(4):782-796. DOI:10.1016/j.burns. 2020.03.002.
- [149] Stoica AE, Chircov C, Grumezescu AM. Hydrogel dressings for the treatment of burn wounds: an up-to-date overview [J]. Materials (Basel), 2020, 13(12): 2853. DOI: 10.3390/ma13122853.
- [150] Rosenberg L, Lapid O, Bogdanov-Berezovsky A, et al. Safety and efficacy of a proteolytic enzyme for enzymatic burn debridement: a preliminary report[J]. Burns, 2004, 30(8): 843-850. DOI:10.1016/j.burns.2004.04.010.
- [151] Ozcan C, Ergün O, Celik A, et al. Enzymatic debridement of burn wound with collagenase in children with partial-thickness burns[J]. Burns, 2002, 28(8): 791-794. DOI: 10.1016/s0305-4179(02)00191-2.
- [152] Ramundo J, Gray M. Enzymatic wound debridement[J]. J Wound Ostomy Continence Nurs, 2008, 35(3):273-280. DOI: 10.1097/01.WON.0000319125.21854.78.
- [153] Schulz A, Shoham Y, Rosenberg L, et al. Enzymatic versus traditional surgical debridement of severely burned hands: a comparison of selectivity, efficacy, healing time, and three-month scar quality[J]. J Burn Care Res, 2017, 38(4): e745-e755. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000478.
- [154] Boykin JV, Eriksson E, Pittman RN. In vivo microcirculation of a scald burn and the progression of postburn dermal ischemia[J]. Plast Reconstr Surg, 1980, 66(2): 191-198. DOI: 10.1097/00006534-198008000-00002.
- [155] Nanney LB, Wenczak BA, Lynch JB. Progressive burn injury documented with vimentin immunostaining[J]. J Burn Care Rehabil, 1996, 17(3):191-198. DOI:10.1097/00004630-1996 05000-00003.
- [156] Han CM, Cheng B, Wu P, et al. Clinical guideline on topical growth factors for skin wounds[J/OL]. Burns Trauma, 2020, 8:tkaa035[2023-10-19]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33015207/>. DOI:10.1093/burnst/tkaa035.
- [157] Zhang Y, Wang T, He J, et al. Growth factor therapy in patients with partial-thickness burns: a systematic review and meta-analysis[J]. Int Wound J, 2016, 13(3): 354-366. DOI: 10.1111/iwj.12313.
- [158] Gagnani A, Tonarelli E, Chomiski V, et al. Fibroblast growth factor in the treatment of burns: a systematic review[J]. Burns, 2022, 48(1): 104-110. DOI: 10.1016/j.burns. 2021.04. 006.

(收稿日期: 2023-10-19)

·《Burns & Trauma》好文推荐·

具有血管生成和抗菌能力的负载锌离子的黏性细菌纤维素水凝胶促进创面愈合

引用格式: Han ZZ, Deng LL, Chen SY, et al. Zn²⁺-Loaded adhesive bacterial cellulose hydrogel with angiogenic and antibacterial abilities for accelerating wound healing[J/OL]. Burns Trauma, 2023, 11:tkac048[2023-11-15]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36751362/>. DOI:10.1093/burnst/tkac048.

创面愈合是一个涉及血管生成和抗感染的过程,它仍然是世界范围内实验和临床研究中的挑战。据报道,锌离子可广泛参与血管生成并发挥抗菌作用,因此适合用于促进创面愈合。近日,上海市第六人民医院骨科、上海市四肢显微外科研究所的陈仕艳教授团队,上海东华大学材料科学与工程学院的王华平教授团队与上海交通大学医学院附属第一人民医院创伤中心的黄寅骏教授团队联合,在《Burns & Trauma》杂志发表了题为《Zn²⁺-Loaded adhesive bacterial cellulose hydrogel with angiogenic and antibacterial abilities for accelerating wound healing》的实验研究,观察负载锌离子的黏性细菌纤维素水凝胶在创面愈合过程中的血管生成和抗菌能力,以探讨其在促进创面愈合中的重要意义。该研究制备的细菌纤维素/聚多巴胺/沸石咪唑酸酯骨架-8(bacterial cellulose/polydopamine/zeolitic imidazolate framework-8, BC/PDA/ZIF8)水凝胶具有合适的机械强度、优异的溶胀性能、良好的组织黏附性、有效的血管生成和抗菌作用以及良好的物理屏障性能。体内实验表明,BC/PDA/ZIF8水凝胶通过刺激血管生成,加速大鼠全层缺损创面愈合。该研究证明,BC/PDA/ZIF8水凝胶具有抗菌和改善细胞增殖、上皮再形成和组织重塑作用,在促进大鼠全层缺损皮肤创面愈合方面具有巨大潜力。

欧泽林, 编译自《Burns Trauma》, 2023, 11:tkac048; 罗高兴, 审校