

**本文亮点:**

- (1) 依据临床救治实践、致伤病因特点、组织解剖结构、病理生理变化、修复重建难度、预后康复结果, 提出毁损性创面的定义; 进一步依据组织损伤深度, 将毁损性创面分为 I 型和 II 型。
- (2) 简要总结了毁损性创面修复重建的技术和策略进展, 提出尚待解决的疑难问题及进一步探索的建议。

**Highlights:**

- (1) A definition of destructive wounds was proposed, based on the clinical treatment practice, characteristics of injury causes, tissue and anatomical structure, pathological and physiological changes, difficulty of repair and reconstruction, and prognosis and rehabilitation results. In addition, the destructive wounds were proposed to be classified into type I and type II, based on the depth of tissue damage.
- (2) The technological and strategic progresses in the repair and reconstruction of destructive wounds were briefly summarized, highlighting the difficult issues that need to be resolved and putting forward suggestions for further exploration.



## 毁损性创面修复重建技术及策略探索

胡大海 张月

空军军医大学第一附属医院全军烧伤中心, 烧伤与皮肤外科, 西安 710032

通信作者: 胡大海, Email: hudhai@fmmu.edu.cn

**【摘要】** 毁损性创面组织损伤严重, 修复重建复杂困难, 功能和外形难以达到理想治疗目标。近年来毁损性创面修复重建已受到广泛关注, 取得了明显进步, 但是一些关键技术瓶颈依然有待探索突破, 完善有效的救治策略仍需创建规范。该文从毁损性创面概念、病因诊治、伤情评估、修复重建原则和技术方法, 以及尚待解决的重点疑难问题等方面进行简要论述, 希望引起同道的关注和探讨, 为进一步提高毁损性创面修复重建能力和优化疗效提供借鉴。

**【关键词】** 伤口愈合; 修复外科手术; 毁损性创面; 组织修复; 功能重建; 技术策略

**基金项目:** 国家自然科学基金重点项目(81530064); 国家自然科学基金面上项目(81772071); 国家卫生健康公益性行业科研专项(201502015)

*Department of Burns and Cutaneous Surgery, Burn Center of PLA, the First Affiliated Hospital of Air Force Medical University, Xi'an 710032, China*

*Corresponding author: Hu Dahai, Email: hudhai@fmmu.edu.cn*

**【Abstract】** The tissue damage of destructive wounds is severe, and its repair and reconstruction are complex and difficult, making it difficult to achieve the desired goal of the treatment outcomes of function and appearance. In recent years, the repair and reconstruction of destructive wounds have received widespread attention and significant progress has been made. However, some key technical bottlenecks still require to be explored and broken through, and the perfect and effective treatment strategies need to be established and standardized. This article briefly discusses the concept of destructive wounds, etiological diagnosis and treatment, injury assessment, principles and technical methods of repair and reconstruction, as well as the key difficult problems that need to be solved. The aim is to attract the attention and

### Exploration on the techniques and strategies for repair and reconstruction of destructive wounds

Hu Dahai, Zhang Yue

DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20240807-00296

本文引用格式: 胡大海, 张月. 毁损性创面修复重建技术及策略探索[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2024, 40(9): 812-817. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20240807-00296.

Hu DH, Zhang Y. Exploration on the techniques and strategies for repair and reconstruction of destructive wounds[J]. Chin J Burns Wounds, 2024, 40(9): 812-817. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20240807-00296.



discussion of colleagues in the field, providing a reference for further improving the ability in repair and reconstruction of destructive wounds and optimizing the therapeutic effects.

**【Key words】** Wound healing; Reconstructive surgical procedures; Destructive wound; Tissue repair; Function reconstruction; Technical strategy

**Fund program:** Key Program of National Natural Science Foundation of China (81530064); General Program of National Natural Science Foundation of China (81772071); Special Science Research Program for National Health and Public Welfare Industry in China (201502015)

毁损性创面组织损伤严重,修复重建复杂困难,致残率高,致死率高,是临床创面诊治中的难题。随着医学整体救治技术的发展及能力的提高,近年来毁损性创面修复重建受到广泛关注并取得了明显进步,但是一些关键技术瓶颈仍需探索突破,完善有效的救治策略仍需创建规范。本文针对毁损性创面修复重建尚待解决的重点疑难问题做简要论述,提出思考拙见与同道讨论探究,旨在为加强毁损性创面修复重建深入探索,推动其进一步快速发展增加新的活力和动力。

## 1 毁损性创面的概念、病因诊治及评估标准

### 1.1 毁损性创面的概念定义商榷

毁损性创面的概念,一直缺乏严格的定义<sup>[1-2]</sup>。笔者依据临床救治实践、致伤病因特点、组织解剖结构、病理生理变化、修复重建难度、预后康复结果,提出“毁损性创面”的定义:毁损性创面是一类由高能量、高速度、强暴力等致伤因素或某些疾病造成的严重皮肤组织损伤,特征为大范围皮肤甚至相关软组织毁损,多伴有血管、神经、肌肉、肌腱、骨骼、关节甚至脏器等重要组织暴露或损伤,造成外观、重要组织结构和生理功能严重受损且修复及康复困难。进一步依据组织损伤深度,笔者提出将毁损性创面分为 I 型和 II 型,其中, I 型毁损性创面是指全层皮肤甚至相关软组织大范围毁损,但损伤深度未突破深筋膜; II 型毁损性创面是指全层皮肤及相关软组织大范围毁损,损伤深度突破深筋膜,伴有深层组织或脏器暴露或损伤。早在 1985 年, Gregory 等<sup>[3]</sup>即将肢体毁损伤描述为肢体神经、血管、骨及其覆盖的软组织 4 个重要结构中有 3 个受到明显损伤且对肢体存活造成严重威胁,但目前尚缺乏对毁损伤的准确定义<sup>[1]</sup>。毁损性创面与毁损伤具有不可分割的组织病理损伤交叉性,

然而从严格意义上讲二者又具有区别。毁损性创面着重从皮肤组织损伤形成严重缺损创面,同时伴有脏器等重要组织暴露或损伤的复杂性,强调其皮肤组织结构毁损严重性及病理危害;毁损伤则着重于皮肤至深层重要组织结构的综合性损伤严重程度及病理危害,在一定程度上意义相当于 II 型毁损性创面。临床实践中,注意区分毁损性创面与毁损伤的相同及不同处,将有利于更加精准地评估损伤程度、预判修复重建结果,更加客观科学地制订救治方案。

### 1.2 重视毁损性创面的病因诊治

毁损性创面的病因可以分为两大类,一类是严重烧伤、交通伤、自然灾害伤、爆炸伤、其他创伤等外伤,另一类是糖尿病、严重感染、肿瘤等疾病。外伤多以高能量组织损伤为特征,不仅会使局部组织深度损伤,而且可以造成机体重要组织器官的多发伤、复合伤,易于引发低血容量性休克、肾功能损伤、呼吸功能不全等脏器并发症。因此,需要依据不同致伤原因准确掌握局部及全身病情,权衡轻重缓急,在确保维持生命体征平稳前提下,遵循“损害控制外科”理念控制性处理毁损性创面<sup>[4]</sup>。早期开展毁损性创面救治时,应特别重视简洁快速止血,处理重要血管损伤及重建血运,解除呼吸道梗阻及快速封闭胸腔、腹腔、关节腔等开放时妥善处理,保护重要脏器及组织结构,重视骨折固定,防治筋膜间隙综合征,探查受损的重要神经并予以保护,适当地早期清创,减轻创面感染,应用 NPWT 及适当组织瓣快速修复方法,尽量恢复组织完整性,最大限度地降低伤残程度及致死率。对于因糖尿病等慢性疾病导致的毁损性创面,则应首先强化原发病治疗和全身支持治疗,继而通过彻底清创、重建血运、控制感染,负压治疗以及皮瓣或皮片移植,修复重建组织完整性。

值得指出的是,由于毁损性创面的病因非常复杂,局部及多部位组织甚至重要脏器广泛损伤导致患者严重复杂的全身性病理变化,因此多学科团队协作诊治是毁损性创面患者得到有效救治,特别是复杂创面修复重建的重要基础和保证。例如不同手术方案的选择取决于多学科团队外科医师的专业知识和技术水准,同时离不开麻醉科等科室医师的可靠支持,进一步规范建立毁损性创面修复重建的多学科团队协作诊治流程,对于提升毁损性创面修复重建效率和质量具有重要意义。

### 1.3 毁损性创面评估标准的建立

准确评估毁损性创面伤情对于制订修复重建计划及判断预后,均十分重要。目前临床评估毁损性创面伤情严重程度,大多参考借鉴骨科、创伤外科等相关学科提出的方法和标准,例如肢体损伤综合征指数(mangled extremity syndrome index, MESI)、肢体损伤指数、肢体挽救指数、毁损伤肢体严重程度评分等<sup>[5-6]</sup>,这对解决毁损性创面临床实际问题发挥了重要作用。由于毁损性创面的病理特征偏重皮肤软组织广泛毁损,烧伤外科关于该类创面的修复重建标准并不等同于相关学科的临床治疗标准,毁损性创面复杂的皮肤软组织毁损获得修复的程度和结果,对于深层结构损伤的重建往往具有决定性意义。因此,积极拓宽烧伤外科等学科医师的知识结构,了解掌握相关学科的治疗原则和技术进展,加强相关学科间的技术交流及合作,对于提高医师对复杂毁损性创面的诊疗能力非常重要。此外,随着修复技术的快速发展,许多评估标准也应随着需要及时更新,特别是用于判断复杂毁损性创面修复重建预后的标准,对于手术等关键治疗环节和总体原则方案的确定抉择具有重要影响。因此,建立在毁损性创面病理特征和创面修复技术基础上的评估标准,例如严重电烧伤、热压伤、大面积深度烧伤、烧创复合伤、复杂慢性疾病、严重感染等造成的毁损性创面评估标准,对于该类临床毁损性创面伤情判断、治疗原则抉择、疗效预后更具有指导价值。随着烧伤外科领域毁损性创面病例救治数量不断积累<sup>[7]</sup>,应进一步重视相应数据库的建立,积极组织相关专家,借助大数据分析和人工智能方法,建立毁损性创面伤情评估量化标准,这将有利于毁损性创面救治方案的优化与共识标准的讨论及完善,为毁损性创面患者带来福音。

## 2 毁损性创面修复重建技术进展

近年来,毁损性创面修复重建手术技术获得了广泛普及和提高。毁损性创面可发生在机体任何部位,依据局部损伤解剖结构差异及生理功能不同,不同部位的创面覆盖修复、结构功能重建、技术要求、手术计划、康复实施、治疗策略等均不相同。有关毁损性创面组织修复技术,尤其是显微外科技术、复合组织移植技术的普及应用,使得越来越多的毁损性创面在早期得到了有效覆盖,降低了感染等的发生风险,同时对解除血管障碍挽救肢体,以

及皮肤软组织缺失伴重要深部结构暴露损伤的及时修复,发挥了重要作用。此外,自体复合组织移植对于毁损性创面修复也成为了可供选择的方法,特别是对于颅颌面部复杂的组织结构重建有其独特性,但应用瓶颈依然是免疫排斥<sup>[8]</sup>。基因编辑异种猪的技术突破,给异种皮肤及复合组织移植带来新的希望。近几年来,异种器官移植技术(多基因编辑猪)在美国取得了重大进展,先后有 2 例心脏和 2 例肾脏猪到人的活体移植获得初步成功,目前还有 1 例猪肾脏移植患者健在,这给基因编辑猪到人的异种皮肤移植带来巨大信心,值得关注和重视<sup>[9-10]</sup>。

### 2.1 不同部位的修复重建技术更加精细化

理想的外形及功能修复重建,是毁损性创面临床治疗的终极目标。随着创面覆盖技术的提高,对不同部位的精细化修复重建成为毁损性创面临床治疗的重点<sup>[11]</sup>,以头面部的毁损性创面精细化修复重建最为典型。头面部严重毁损性创面可涉及广泛的皮肤软组织破坏与深部神经、肌肉及颅颌骨等复杂结构受损,面部解剖精细特殊,外观重要,患者期望值极高,因此近年来面部修复及器官再造等问题越来越受到重视<sup>[12]</sup>。借助于激光扫描和摄像技术,三维扫描数字化设计手术可获得更高的精准度和便捷性,成为临床修复头面部毁损性创面的一种有力辅助手段。此外,皮肤组织瓣扩张、皮瓣预构及预置等技术,能够使术者更合理精准地选择面部修复皮瓣供区、扩充皮瓣资源、异位预构面部器官等,为精细化修复头面部毁损性创面开拓了新的途径,提供了新的方法<sup>[13-14]</sup>。需要指出的是,目前头面部等特殊功能部位的复杂毁损性创面修复重建效果,距离理想的外形和功能治疗目标尚有很大差距,许多技术瓶颈有待探索突破。

### 2.2 严重复杂的组织损伤修复方式更加丰富

皮瓣及复合组织移植是目前毁损性创面修复重建的主要方式。近年来,对于范围巨大严重复杂的组织缺损创面,手术修复的新方式及方法不断被探索应用,例如,嵌合皮瓣移植术、皮瓣内外增压技术、血流桥接皮瓣移植术、大网膜组织移植术等的开展<sup>[15-16]</sup>。此外,对于深部组织损伤相对较轻,特别是手足等局限性肌腱暴露的情况,Ⅰ期采用带硅胶膜的双层真皮替代物移植覆盖,待真皮替代物血管化后Ⅱ期移植自体断层皮的复合皮,临床观察获得了良好的修复效果。随着生物材料学的快速发

展,越来越多天然及合成制备的生物材料被研发用于临床诊疗,也为毁损性创面修复提供了新途径<sup>[17-19]</sup>。

### 2.3 毁损组织深层重要结构及功能重建更受重视

对深层重要神经、肌腱、骨骼等损伤缺失,采用复合组织移植修复时可携带相应组织,力求达到受损的重要结构功能重建<sup>[20]</sup>。携带血管的颞浅筋膜瓣、阔筋膜瓣,在修复肌腱缺损重建肢体关节运动功能方面获得了显著疗效<sup>[21-23]</sup>。传统的携带血管的髂骨、腓骨、肩胛骨瓣移植,在重要的骨缺损修复及器官再造中仍具有广泛应用,其效果稳定有益于功能恢复。

## 3 毁损性创面局部修复和整体疗效平衡策略

### 3.1 强调应用“损害控制外科”理念改善患者预后

鉴于患者毁损性创面的组织损伤严重程度,临床实践中应始终贯彻“损害控制外科”理念。依据患者实际病情,早期针对急需处理的损伤采用快速、简单、临时、有效的处理方法,尽量减少对机体生理功能的干扰,让机体平稳度过危险期,即把外科手术看作是创伤复苏整体过程的一个部分,而不是终结。在确保外科复苏、抢救生命的前提下,平衡局部处理同全身救治的相互关系,待全身情况稳定后再有计划地实施复杂修复重建治疗,降低由于“二次打击”造成的危害,降低术后并发症发生率及患者病死率,改善患者预后<sup>[24]</sup>。

### 3.2 重视控制组织供区损伤对整体疗效的影响

毁损性创面的修复重建越来越重视减少供区损伤。由于组织严重毁损修复需要,常需切取超大皮瓣,供区新的创面则难以闭合,需另行皮片移植或接力皮瓣转移修复,易于遗留严重瘢痕甚至造成新的畸形和功能障碍。临床实践中,应高度重视皮瓣个体化精准设计,善于应用新技术新方法实施手术,权衡供区对患者最终整体修复效果的影响<sup>[25]</sup>。“皮瓣经济学理论”受到广泛重视,如何以最小的供区损伤达到最大的受区获益成为修复重建领域的关注点,穿支皮瓣在这种情况下应运而生。皮肤组织一定范围的真皮及真皮下血管网可由独立的穿支血管满足灌注,而形成相应区域皮肤的血供,切取穿支皮瓣能最大限度保留供区的主要血管和肌肉组织等,大大减少了供区的外形和功能损害,因而各种类型穿支皮瓣在临床毁损性创面修复中得到普遍应用<sup>[26-27]</sup>。

### 3.3 保肢与截肢判断选择

毁损性创面常涉及保肢或者截肢的治疗抉择,需要综合考虑全身和局部因素,包括患者的年龄、休克状态、肢体缺血时间,以及皮肤、血管、神经、骨骼损伤程度等。对于拟保肢患者,由于保肢治疗是一个系统、长期的过程,对医师也是一种挑战,早期依靠显微技术保留患肢,后期依靠功能训练及手术改善功能,术后还面临顽固性疼痛、骨髓炎、关节畸形等并发症,因此,对患肢的全面精确评估和系统治疗都相当重要<sup>[1]</sup>。对于不适合保肢的患者,应尽早截肢,在尝试保留残留肢体长度的基础上尽快恢复功能锻炼。临床使用的多种评分系统,例如毁损伤肢体严重程度评分、肢体挽救指数可以帮助医师进行毁损性创面所在肢体截肢与否的判断,但其过于注重肢体解剖结构的损伤而考虑患者整体状况偏少。有研究指出,由肢体皮肤、血管、神经、骨骼 4 种组织损伤结合患者整体损伤严重程度评分及年龄、原发疾病、延误时间、休克 5 项指标,共计 9 个参数组成的 MESI 评分系统较全面,特别是对于损伤严重程度评分 $\geq 25$ 分、休克、高龄患者,采用 MESI 评分系统权衡截肢与否更有优势<sup>[28-29]</sup>。此外,Bolourani 等<sup>[30]</sup>利用全美住院患者数据库,开发了基于机器学习的创伤后截肢预测模型,可帮助识别具有截肢高风险的下肢毁损患者,以指导临床进行针对性的干预。Perkins 等<sup>[31]</sup>构建了基于 10 个预测因子的贝叶斯网络模型,用于预测血运重建效果,可以较准确地预测创面初诊时肢体血运重建的结果,量化个体患者的血管重建失败的风险。这些研究已经引起国内学者的关注<sup>[1]</sup>。需要指出的是,目前针对保肢与截肢最终决策,尚需要依赖医师的经验和临床实际情况综合判断<sup>[2,32-33]</sup>。

### 3.4 毁损组织“储存库”的建立具有重要潜在应用前景

2019 年,Wang 等<sup>[34]</sup>报道离断手指经低温保存复温再植获得成功。对于早期因全身状况受限、没有条件实施复杂修复手术的毁损性创面,将可以利用的离断组织、器官妥善保存,后期再植是有效的解决途径。因此,毁损组织“存储库”的建立,对于重要组织甚或器官再植、再利用具有重要的潜在应用前景,进一步探索其在毁损性创面早期救治过程中复杂修复重建受限时应用的可行性具有重要意义,值得重视<sup>[35]</sup>。

#### 4 展望

毁损性创面修复重建涉及急救处理、创面修复、结构重建和功能康复 4 个关键环节。随着医学技术快速发展,毁损性创面的修复重建技术和策略正在不断改进。未来应重视大数据和人工智能技术的应用,以更准确地预测截肢等风险、设计更加精准科学有效的治疗方案。此外,生物材料学、再生医学、免疫学的突破,将为复杂毁损性创面修复重建提供新的技术途径和策略。高度重视毁损性创面救治与功能康复,一定可以使该类创面患者更好地融入社会,独立生活,重获生活信心。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参考文献

- [1] 张丕红. 毁损伤的成因与评估及其修复策略优化探讨[J]. 中华烧伤杂志, 2021, 37(7): 601-605. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20210119-00029.
- [2] 沈余明. 毁损性创面的修复策略[J/CD]. 中华损伤与修复杂志(电子版), 2019, 14(2): 81-84. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2019.02.001.
- [3] Gregory RT, Gould RJ, Pecllet M, et al. The mangled extremity syndrome (M. E. S.): a severity grading system for multisystem injury of the extremity[J]. J Trauma, 1985, 25(12):1147-1150.
- [4] 许永安, 张茂. 严重创伤损害控制治疗策略的应用进展[J]. 创伤外科杂志, 2018, 20(11): 879-880, 封 3. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2018.11.024.
- [5] Hoogervorst LA, Hart MJ, Simpson PM, et al. Outcomes of severe lower limb injury with Mangled Extremity Severity Score  $\geq 7$ [J]. Bone Joint J, 2021, 103-B(4): 769-774. DOI: 10.1302/0301-620X.103B4.BJJ-2020-1647.R1.
- [6] Abdo EM, Farouk N, Elimam SE, et al. Mangled extremity severity score in the assessment of extremity injuries - is it reliable? [J]. Vasc Endovascular Surg, 2023, 57(5): 445-450. DOI:10.1177/15385744231152024.
- [7] 张伟, 张卫东, 陈澜, 等. 游离组织瓣修复巨大毁损性烧伤创面的策略及临床效果[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2024, 40(9): 818-827. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20240609-00218.
- [8] Vyas K, Bakri K, Gibreel W, et al. Facial transplantation[J]. Facial Plast Surg Clin North Am, 2022, 30(2): 255-269. DOI: 10.1016/j.fsc.2022.01.011.
- [9] Längin M, Mayr T, Reichart B, et al. Consistent success in life-supporting porcine cardiac xenotransplantation[J]. Nature, 2018, 564(7736): 430-433. DOI: 10.1038/s41586-018-0765-z.
- [10] Sykes M. Developing pig-to-human organ transplants[J]. Science, 2022, 378(6616): 135-136. DOI: 10.1126/science.abo7935.
- [11] Georgescu AV, Battiston B. Mangled upper extremity: our strategy of reconstruction and clinical results[J]. Injury, 2021, 52(12):3588-3604. DOI:10.1016/j.injury.2021.04.004.
- [12] Zeiderman MR, Pu LLQ. Contemporary reconstruction after complex facial trauma[J/OL]. Burns Trauma, 2020, 8: tkaa003[2024-08-07]. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32341916/. DOI:10.1093/burnst/tkaa003.
- [13] Qiao Z, Wang X, Deng Y, et al. Clinical application of pre-expanded perforator flaps[J]. Facial Plast Surg Aesthet Med, 2023, 25(1):68-73. DOI:10.1089/fpsam.2021.0169.
- [14] Imaizumi A, Kadota H. Perforator branch flaps[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2020, 73(7): 1255-1262. DOI: 10.1016/j.bjps.2019.09.036.
- [15] Lee YJ, Kim J, Lee CR, et al. Anterolateral thigh chimeric flap: an alternative reconstructive option to free flaps for large soft tissue defects[J]. J Clin Med, 2023, 12(21): 6723. DOI: 10.3390/jcm12216723.
- [16] Liu J, Han J, Ji G, et al. Laparoscopic harvest and free transplantation of great omentum flap for extensive tissue defects in complex wounds[J]. JPRAS Open, 2024, 39: 1-10. DOI:10.1016/j.jptra.2023.10.012.
- [17] Fadilah NIM, Riha SM, Mazlan Z, et al. Functionalised-biomatrix for wound healing and cutaneous regeneration: future impactful medical products in clinical translation and precision medicine[J]. Front Bioeng Biotechnol, 2023, 11: 1160577. DOI: 10.3389/fbioe.2023.1160577.
- [18] Arabpour Z, Abedi F, Salehi M, et al. Hydrogel-based skin regeneration[J]. Int J Mol Sci, 2024, 25(4):1982. DOI:10.3390/ijms25041982.
- [19] Das P, Manna S, Roy S, et al. Polymeric biomaterials-based tissue engineering for wound healing: a systemic review [J/OL]. Burns Trauma, 2023, 11: tkac058[2024-08-07]. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36761088/. DOI: 10.1093/burnst/tkac058.
- [20] 周健, 郑玉岑, 陈伟, 等. 携带神经的腓动脉穿支皮瓣修复腕部电烧伤后期神经缺损的临床效果[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2024, 40(9): 835-841. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20240520-00187.
- [21] Yang X, Fang Z, Liu M, et al. Reconstruction of deep burn wounds around the ankle with free fascia flaps transfer and split-thickness skin graft[J]. J Burn Care Res, 2019, 40(6):763-768. DOI:10.1093/jbcr/irz078.
- [22] Yu J, Luo Z, Wu P, et al. Novel design of the chimeric deep inferior epigastric artery perforator flap that provides for three-dimensional reconstruction of composite tissue defects of the heel in children[J]. Orthop Surg, 2021, 13(1): 216-224. DOI:10.1111/os.12887.
- [23] 葛成伟, 蒋国栋, 程俊楠, 等. 以旋股外侧动脉斜支为蒂并携带阔筋膜的前外侧穿支皮瓣修复手足毁损性创面并重建功能的效果[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2024, 40(9): 842-848. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20240508-00163.
- [24] Chung CY, Scalea TM. Damage control surgery: old concepts and new indications[J]. Curr Opin Crit Care, 2023, 29(6): 666-673. DOI:10.1097/MCC.0000000000001097.
- [25] Shi Y, Su Y, Yang X, et al. Computed tomography angiography-guided precise flap surgery: a new strategy for flap selection, mapping and harvesting[J/OL]. Burns Trauma, 2024, 12: tkae032[2024-08-07]. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38957663/. DOI:10.1093/burnst/tkac032.
- [26] Smith I, Shekouhi R, Mardourian M, et al. Thin profunda artery perforator flap for hand and upper extremity coverage[J]. Hand Clin, 2024, 40(2): 189-198. DOI: 10.1016/j.hcl.2023.10.002.
- [27] Dong KX, Zhou Y, Cheng YY, et al. Clinical application of digital technology in the use of anterolateral thigh lobulated perforator flaps to repair complex soft tissue defects of the limbs[J/OL]. Burns Trauma, 2024, 12:

tkae011[2024-08-07]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38737342/>. DOI:10.1093/burnst/tkae011.

[28] 苏以林,徐琳峰,王钢.严重肢体损伤截肢与保肢三种评分方法比较[J].中华创伤杂志,2011,27(1):38-40.DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2011.01.013.

[29] Garcia MF,Gomes RT,Pugliesi EC,et al.Comparison between Injury Severity Score (ISS) and New Injury Severity Score (NISS) in predicting mortality of thoracic trauma in a tertiary hospital[J]. Rev Col Bras Cir, 2024, 51: e20243652. DOI:10.1590/0100-6991e-20243652-en.

[30] Bolourani S,Thompson D,Siskind S,et al.Cleaning up the MESS: can machine learning be used to predict lower extremity amputation after trauma-associated arterial injury? [J]. J Am Coll Surg, 2021, 232(1): 102-113. e4. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2020.09.014.

[31] Perkins ZB,Yet B,Sharrock A,et al.Predicting the outcome of limb revascularization in patients with lower-extremity arterial trauma: development and external validation of a supervised machine-learning algorithm to support surgical decisions[J]. Ann Surg, 2020, 272(4): 564-572. DOI:10.1097/SLA.0000000000004132.

[32] 沈余明,代强.毁损性电烧伤患者的功能重建与康复策略探讨[J].中华烧伤与创面修复杂志,2023,39(8):713-717.DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20230506-00158.

[33] Yoneda H,Takeda S,Saeki M,et al.Utility of severity scoring systems for mangled upper limb salvage: a systematic review and meta-analysis[J]. Injury, 2024, 55(4): 111447. DOI:10.1016/j.injury.2024.111447.

[34] Wang Z,Zhu L,Kou W,et al.Replantation of cryopreserved fingers: an "organ banking" breakthrough[J]. Plast Reconstr Surg, 2019, 144(3): 679-683. DOI:10.1097/PRS.0000000000005979.

[35] Wang J, Lin J, Pei Y, et al. Cryopreservation and transplantation of amputated finger[J]. Cryobiology, 2020, 92:235-240.DOI:10.1016/j.cryobiol.2020.01.017.

(收稿日期:2024-08-07)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

## 本刊可直接使用英文缩写的常用词汇

已被公知公认的缩略语如 ATP、CT、DNA、HBsAg、Ig、mRNA、PCR、RNA,可不加注释直接使用。对本刊常用的以下词汇,也允许在正文中图表以外处直接使用英文缩写(按首字母排序)。

脱细胞真皮基质(ADM)	重症监护病房(ICU)	动脉血氧分压(PaO <sub>2</sub> )
丙氨酸转氨酶(ALT)	白细胞介素(IL)	磷酸盐缓冲液(PBS)
急性呼吸窘迫综合征(ARDS)	角质形成细胞(KC)	反转录-聚合酶链反应(RT-PCR)
天冬氨酸转氨酶(AST)	半数致死烧伤面积(LA50)	全身炎症反应综合征(SIRS)
集落形成单位(CFU)	内毒素/脂多糖(LPS)	超氧化物歧化酶(SOD)
细胞外基质(ECM)	丝裂原活化蛋白激酶(MAPK)	动脉血氧饱和度(SaO <sub>2</sub> )
表皮生长因子(EGF)	最低抑菌浓度(MIC)	体表总面积(TBSA)
酶联免疫吸附测定(ELISA)	多器官功能障碍综合征(MODS)	转化生长因子(TGF)
成纤维细胞(Fb)	多器官功能衰竭(MOF)	辅助性T淋巴细胞(Th)
成纤维细胞生长因子(FGF)	一氧化氮合酶(NOS)	肿瘤坏死因子(TNF)
3-磷酸甘油醛脱氢酶(GAPDH)	负压伤口疗法(NPWT)	血管内皮生长因子(VEGF)
苏木精-伊红(HE)	动脉血二氧化碳分压(PaCO <sub>2</sub> )	负压封闭引流(VSD)

本刊编辑委员会