

## · 专家论坛 ·

## 本文亮点:

简要论述常见特殊原因及部位烧伤创面的复杂性和严重性,强调尚待解决的临床处理难点问题,提出进一步重视探索及解决的建议。



# 进一步重视特殊原因及部位烧伤创面处理

胡大海 王耘川

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】** 特殊原因及部位烧伤创面处理是非常具有挑战性的临床工作。该文分别从化学烧伤、电烧伤、面部烧伤、手烧伤、会阴烧伤的发病率,及其创面组织病理损伤的复杂性和严重性,目前临床处理的主要原则及方法,以及尚待解决的疑难问题等方面做了简要的论述。希望引起关注和重视,为进一步提高烧伤整体救治能力提供借鉴。

**【关键词】** 烧伤; 特殊原因及部位; 创面处理

**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(82172210、81772071);国家卫生健康公益性行业科研专项(201502015)

## Pay more attention to the management of burn wounds of special causes and sites

Hu Dahai, Wang Yunchuan

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 treatment of burn wounds of special causes and sites is a very challenging clinical work. In this paper, we briefly discussed the incidence rates of chemical burns, electric burns, facial burns, hand burns, and perineal burns, as well as the complexity and severity of pathological injury of the corresponding wound tissue. In addition, we briefly discussed the main principles and methods of clinical treatment, as well as the difficult problems to be solved. It is hoped to attract attention and provide reference for further improving the overall treatment ability of burns.

**【Key words】** Burns; Special causes and

sites; Wound management

**Fund program:** Key Project of National Natural Science Foundation of China (81530064); General Program of National Natural Science Foundation of China (82172210, 81772071); Special Science Research Program for National Health and Public Welfare Industry in China (201502015)

特殊原因及部位烧伤创面处理,在临床工作中占据重要的位置,本文就近年来其相关进展与面临的困难做一简要论述。按照传统概念,特殊原因烧伤专指酸碱及其他化学物质或电流等作用于人体组织导致的烧伤,而特殊体表部位烧伤则指头面、手以及会阴等解剖结构复杂和功能重要的人体区域处的烧伤。这些特殊烧伤创面的病理机制及临床处理较为复杂,致残致死率都有别于一般性热力烧伤,因此值得进一步重视。

## 1 特殊原因烧伤创面处理

### 1.1 化学烧伤创面处理的相关问题

统计显示,化学烧伤患者占总住院烧伤患者的1.4%~10.7%,而化学烧伤导致的死亡人数在全部烧伤死亡人数中占比可高达30%<sup>[1-4]</sup>。化学物质的利用同当今高科技快速发展密不可分,例如化工制造新工艺、冶炼新工艺、新型材料等的研发应用正在迅猛发展,因此对于化学烧伤的致伤物质应该给予新的认识。Liao和Rossignol<sup>[5]</sup>在2000年报道,可

DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20230206-00034

本文引用格式:胡大海,王耘川.进一步重视特殊原因及部位烧伤创面处理[J].中华烧伤与创面修复杂志,2023,39(3):209-214. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20230206-00034.

Hu DH,Wang YC.Pay more attention to the management of burn wounds of special causes and sites[J]. Chin J Burns Wounds,2023,39(3):209-214.DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20230206-00034.



导致烧伤的化学物质已多达 25 000 余种,给化学烧伤的诊治带来困难和挑战。化学烧伤的损伤程度与化学物质本身的性质、浓度、接触时间,损伤部位和面积,以及急救措施等有关。化学烧伤的救治原则仍以强调现场急救、快速去除致伤物质,早期阻断有害物质反应以免损伤局部组织及有害物质进入体内,给予解毒剂和保护脏器功能治疗,防治并发症和及时手术干预修复等为主要策略<sup>[6-7]</sup>。由于化学物质种类的多样性,明确具体致伤物质及其化学特性对于创面诊治而言非常关键;目前针对传统的常见强酸强碱等烧伤创面的救治方法已比较成熟,但对于新的化学物质烧伤创面有效诊治方法的探索建立,尚需要医学、化学、毒理学等专业领域学者们的共同努力。

氢氟酸烧伤的发病率近年来有所增加,比较严重的氢氟酸泄露事件时有发生。同其他酸烧伤类似,氢氟酸接触机体后以凝固组织蛋白形式致伤,但可解离的氟离子还会造成剧烈疼痛和组织进行性坏死,同时氟离子可快速进入深部组织器官及血液循环,结合并消耗体内钙、镁离子造成电解质紊乱,严重时可导致心室纤颤及心搏骤停。因此,对氢氟酸烧伤导致创面及其对深部组织的破坏性和全身致毒性应进一步加以强调。尤其是当氢氟酸质量分数 $>20\%$ 、烧伤总面积(含 I 度烧伤面积) $>2\%$ TBSA 时,应尽早诊断评估和快速抢救,治疗开始的时间往往决定着患者的伤残程度甚至生命结局。目前,国内急性中毒严重程度分级主要参照欧洲中毒中心和临床毒理学家协会制订的标准,其分级方法复杂烦琐,且实践表明难以应用于氢氟酸烧伤病情评估中。按照“浙江标准”<sup>[8]</sup>,氢氟酸中毒严重程度分为 5 个等级:(1)无中毒,烧伤总面积 $<1\%$ TBSA,入院时间为伤后 72 h 之后;(2)轻度中毒,烧伤总面积 $<1\%$ TBSA,入院时间为伤后 72 h 内;(3)中度中毒,烧伤总面积 $1\% \sim 5\%$ TBSA 且 III 度烧伤面积 $<1\%$ TBSA;(4)重度中毒,烧伤总面积 $>5\%$ TBSA,或 III 度烧伤面积 $\geq 1\%$ TBSA,或伴有吸入性损伤或消化道摄入;(5)致命性中毒,患者死亡。该标准在氢氟酸烧伤特别是成批伤员救治时简便实用。Ozcan 等<sup>[9]</sup>依据氢氟酸致伤浓度的严重性,将其按质量分数划分成 3 个等级:低质量分数,即 $<20\%$ ;中质量分数,即 $21\% \sim 50\%$ ;高质量分数,即 $>50\%$ 。大面积高浓度氢氟酸烧伤即刻就会造成局部组织坏死及短时间内心搏骤停。Prasad 等<sup>[10]</sup>详

细报道了 1 例质量分数 60% 氢氟酸造成的 III 度烧伤面积为 15%TBSA 的患者救治过程,患者在受伤现场即出现心搏骤停,虽然及时复苏成功并在后续积极中和局部氟离子阻断其被吸收、调节电解质平衡、强化生命体征支持等基础上,给予连续性肾脏替代治疗、人工肺体外膜氧合(ECMO)等措施,患者依然没能被救治成功,最后死亡。氟离子进入体内产生的作用,可能远比现有的认识复杂。已有研究显示,氟离子可直接作用于细胞钠钾-ATP 酶,造成钾离子代谢紊乱,干扰腺苷酸环化酶代谢,导致心、肝、肾等组织细胞损伤。此外,氟离子可直接引起心肌酶谱变化及抑制心肌收缩,导致临床“心电图无明显改变”的突发室颤及死亡,相关机制尚不完全清楚,需要深入研究并给予重视。氢氟酸烧伤病情凶险,恶化进展迅速,因此力求早期快速充分冲洗急救及中和剂的有力有效应用,强化支持治疗及动态监测等均非常重要;在保证病情平稳和生命安全的前提下,彻底清除坏死组织是氢氟酸烧伤创面处理的基本手术原则。

值得提及并应该重视的是特殊部位的化学烧伤,无论其烧伤创面大小都有可能造成严重的组织破坏和器官受损,继而导致严重的功能障碍甚至危及患者生命。例如,眼部化学烧伤的发病率相对较高,占全部眼外伤的 22%,为导致视力障碍的常见原因之一<sup>[11]</sup>。Awasthi 等<sup>[12]</sup>全面分析了近年来有关眼部化学烧伤的报道,指出在急性期药物治疗的基础上应尽早选择适当的手术干预,如早期角膜缘干细胞移植等对眼视力恢复具有显著疗效。易挥发性化学物质泄露导致的严重吸入性肺损伤,则是临床见到的致命部位的损伤。除高浓度氢氟酸烟雾吸入性损伤外,氨气泄漏事故造成的吸入性肺损伤的病死率也较高,至今仍缺少有效救治方法,期待研发出新的特效药物及探索应用人工肺 ECMO 技术等以获得更好疗效。

由化学烧伤引发的组织损伤病理机制复杂且不清楚,其愈合后突出的问题为易形成严重的增生性瘢痕,而增生性瘢痕是化学烧伤临床治疗的一个难题,目前仍以加强后期预防瘢痕增生及综合康复治疗为主要方法,多数患者创面愈合后 1~2 年需要有计划地择期行整形修复手术。如何实现针对不同性质化学物质损伤导致的创面,在创面治疗早期即采用有效的干预措施阻断瘢痕形成,有待于相关基础研究的机制突破和临床治疗的方法创新。

## 1.2 电烧伤创面处理的相关问题

电烧伤患者占住院烧伤患者的 4%~14.7%，临床多见的高压(>1 000 V)电烧伤引起的组织损伤往往是毁损性的，为烧伤导致严重残疾及死亡的主要原因之一<sup>[1,13-15]</sup>。电烧伤的损伤机制主要包括电流通过组织产生的电热效应，以及电场诱导细胞膜分子结构改变甚至穿孔的非热效应。近年来，对电烧伤创面临床处理的报道讨论活跃，主要涉及早期清创时机及方式、创面覆盖及修复技术、重建结构及功能等 3 个方面。对于伤后是尽早积极探查、彻底清创还是保留性地分次循序渐进清除坏死组织，一直存在不同的观点。Lee 等<sup>[16]</sup>坚持主张肢体电烧伤应延迟到伤后 3~5 d 实施手术探查及清创术，其主要观点是过早手术难以判断组织损伤程度和范围。但是越来越多的临床观察表明，在排除危及生命的潜在伤情如心肌等脏器组织损伤后，尽早实施手术对于防止组织继发性坏死、控制感染、挽救肢体功能都具有重要作用<sup>[17-18]</sup>。对于肢体电烧伤，统一的认为出现如下情况时应及时手术：(1)进行性神经功能障碍；(2)血管损伤；(3)筋膜间隔压力升高；(4)疑似进行性肌肉坏死引起的全身性临床症状恶化。电烧伤创面的覆盖及修复技术进展迅速，特别是各类复合组织瓣、血管移植的广泛应用为实施早期彻底清创提供了技术支撑，并为后期复杂结构功能修复重建提供了条件。沈余明等<sup>[19]</sup>报道了 61 例濒临截肢的四肢高压电烧伤患者的保肢效果，指出及时的血管重建，早期彻底清创，行血运丰富的大型游离组织瓣、联合组织瓣或血流桥接皮瓣移植是该类患者得以较好保肢并使肢体恢复一定功能的根本。重建结构及功能是电烧伤临床治疗的终极目标，而电烧伤多发于具有强劳动能力的青壮年，对于该类患者而言，重建结构及功能的重要性则显得尤为突出。行带有运动神经支配的肌瓣移植，对于重建以肌肉坏死、缺血为特征的电烧伤部位运动功能，在理论上具有科学性及应用探索潜力<sup>[20]</sup>。转移保留运动神经的邻位肌瓣可以在临床上成功重建重要关节运动功能，且已有比较丰富的应用经验；探索采取将离断运动神经与受区吻接的途径进行功能重建则具有挑战性，涉及神经再生、可切取肌肉组织的选择及其大小范围等基本问题。相信，损伤再生机制研究、神经电生理学、生物力学、生物材料学等的快速发展会为临床电烧伤损伤部位的结构及功能重建提供更多的有效手段和

方法。

## 1.3 其余特殊原因烧伤

特殊原因烧伤还有很多其他类型，如热压伤、放射烧伤、爆震伤等，由于致伤原因及机制截然不同，因而机体局部及全身损伤的病理改变完全不同。这些特殊原因烧伤的临床表现特征多复杂或危重，相关处理往往涉及复杂修复或多学科联合治疗，因此同样需要给予高度重视。

## 2 特殊部位烧伤创面处理

### 2.1 手烧伤创面处理的相关问题

手是最常见的烧伤部位，住院烧伤患者手烧伤发病率约为 80%，且 >90% 的严重烧伤患者涉及手烧伤<sup>[21-22]</sup>。手解剖结构精细复杂且功能重要，发生深度烧伤时易受到损伤，治疗修复难度大且致死率高，伤后畸形或缺缺会严重影响患者的生活和工作能力。据报道，全世界大约有 1 800 万人因手烧伤使生活受到不同程度的影响，并导致国际性的卫生经济负担加重<sup>[23]</sup>。近年来，我国单中心数据统计显示，手深度烧伤的发病率持续在较高水平，此外 10 岁以下儿童手烧伤人数占手烧伤总人数的近 30%，值得重视<sup>[24-25]</sup>。临床上针对手烧伤创面治疗的“早期处理原则”一直受到关注和重视，在抢救严重烧伤患者、保证生命安全的前提下，优先尽快处理手部创面是临床烧伤整体治疗遵循的策略之一<sup>[26-27]</sup>。手烧伤治疗的难点是全手深度烧伤和毁损性组织的修复及功能重建，造成这种损伤的主要致伤因素有强烈或长时间热力损伤，以及电烧伤、热压伤、化学烧伤等。对于全手深度烧伤而言，手掌及各指侧面焦痂的早期充分切开减张对于保留手指长度很关键；按照手功能区域划分，对手掌侧切痂创面以全厚皮或中厚皮移植修复，手背侧创面采用大张中厚皮移植、复合皮移植、保留部分变性真皮组织移植刃厚皮等方法修复，这些方法都显示出良好的效果<sup>[28-29]</sup>。手功能及外观修复应并重对待，因此植皮时需充分考虑将皮片拼接处置于功能区交界皮纹处，对手背创面尽量采用大张跨掌指关节横行皮片同指背皮片相接，手掌侧创面则于划分大鱼际皮纹、掌横纹处拼接皮片修复；此外，应重视虎口重建、指蹼处皮片“Z”形交错拼接，以及手指处移植皮片跨关节及侧面拼接等细节处理。康复治疗则是确保手部烧伤后功能修复的关键环节之一，及时给予弹力压迫、佩戴动静结合支具，以及药物



和光电等系统性的治疗,对于积极消除烧伤造成的组织炎症、防止腱性结构及关节纤维粘连、防治瘢痕增生及挛缩等都具有不可或缺的作用。对于毁损性手烧伤在坏死组织清除后有大量肌腱、神经、血管、关节暴露或者需要进一步行结构重建的创面,采用远位皮瓣移植为主要的有效修复方法<sup>[30-32]</sup>。严重毁损性手烧伤的修复极具挑战性,如何重建理想的手外形并使之具有灵活的功能,尚需要烧伤外科、整形外科、手外科、显微外科整合技术,共同努力。

## 2.2 面部烧伤创面处理的相关问题

面部是另一个烧伤高发部位,住院烧伤患者面部烧伤发病率约为 47%~66%<sup>[33-34]</sup>。面部深度烧伤会造成严重的心理及功能障碍,患者的期望值高而临床治疗难度大。面部除前额区域有额骨支撑外,其余大部分区域均为肌肉、筋膜等软组织结构,因此,面部深度烧伤创面愈合后往往遗留挛缩严重的增生性瘢痕,即使植皮修复也易发生挛缩,造成眼睑、唇外翻以及小口畸形<sup>[35]</sup>。如何有效地防治面部深度烧伤产生的瘢痕增生及挛缩畸形仍需要加强。目前早期植皮依然是面部深度烧伤的主要治疗方法,按面部器官分布美容单位分区进行皮肤移植,对防止挛缩畸形具有确定的疗效。朱雄翔等<sup>[36]</sup>报道了 54 例整个颜面部深度烧伤患者的治疗情况,部分患者于伤后 3 周延期进行分区中厚皮移植并采用剥、削痂及刮除新生肉芽组织至基底层的处理方法处理创面,与伤后 1 周行早期切痂、分区中厚皮移植的另一部分患者相比,延期手术出血少,同时保留了更多的面部浅表组织;随访结果也显示,延期手术修复的面部外观丰满度、皮肤弹性、表情丰富度更好。针对全颜面烧伤后期形成广泛瘢痕的处理,有采用整张全厚皮行全脸移植修复的个案报道,术后 4 年随访显示,该患者对面部表情、感觉恢复以及皮肤质地均满意,术者认为避免了分区植皮拼接处的瘢痕,外形更加符合美学要求<sup>[37]</sup>。

严重的面部烧伤造成的器官毁损再造是具有挑战性的临床难题。面部的突出器官,如耳郭、鼻的皮下组织少,烧伤时缺少缓冲,容易被伤及并暴露软骨等深层结构形成继发性感染坏死,造成耳、鼻器官畸形或缺损。采用耳郭邻近区域及额部软组织扩张术,对于大多数患者是有效的耳、鼻修复再造方法;也可利用深层的颞筋膜瓣修复再造耳郭<sup>[38]</sup>。但是严重的面部毁损性烧伤,如电烧伤导致

的损伤,局部不具备上述面部器官修复再造的条件,远位预制及预构皮瓣或器官,是比较具有前景的方向<sup>[39-40]</sup>。此外,利用胸三角区域皮肤,采用皮肤软组织扩张术整复面部烧伤后期瘢痕畸形具有可靠的疗效<sup>[41-42]</sup>。对于特别严重的面部毁损性烧伤,异体血管化复合组织移植是可供选择的修复方法<sup>[43]</sup>,但应慎重考虑。

## 2.3 会阴部烧伤创面处理的相关问题

会阴是烧伤相对比较少见的体表区域,住院烧伤患者会阴烧伤发病率约为 1.7%<sup>[44]</sup>。但是会阴部涉及生殖、泌尿、消化排泄功能,同时处于骨盆与下肢交汇连接处,该部位烧伤创面处理的复杂性和重要性特别突出。Hoshino 等<sup>[45]</sup>汇总分析了日本 2011—2019 年间 10 179 例烧伤住院患者的病死率,结果显示会阴烧伤患者的病死率高达 46%,远高于没有累及会阴部位烧伤患者 5.2% 的病死率。会阴部位的创面易于受到消化道细菌污染,这是固有的影响该部位创面愈合以及使修复手术风险增加的因素之一;此外,局部解剖结构易于在创面组织内及移植的皮片或皮瓣间形成“剪切力”,这是导致创面难以愈合的另一个重要因素。因此积极控制创面污染及感染,可靠的组织制动及固定,在会阴部位烧伤创面处理中显得尤为重要<sup>[46]</sup>。早期在有条件的情况下,尽量采用皮瓣移植修复会阴部创面,以防止瘢痕挛缩导致肛门闭锁甚至会阴大范围闭锁畸形。会阴部烧伤创面自愈或植皮后易出现瘢痕挛缩,其后期修复同样以采用皮瓣移植为主。Merieli 等<sup>[47]</sup>将会阴区域从耻骨联合处到肛周分为 4 个亚区(亚单位),供会阴创面修复及选择皮瓣时参考,可供选择的组织瓣包括腹壁浅动脉皮瓣、旋髂浅动脉皮瓣、腹壁下动脉脐旁穿支皮瓣、股前外侧皮瓣、股薄肌肌皮瓣、阴部内动脉穿支皮瓣等,结合皮瓣的解剖结构进行针对性的亚单位修复更为理想。会阴部毁损性烧伤,往往累及外生殖器、尿道、肛门等结构功能,对该部位的修复则需在明确诊断后周密考虑其生理功能的重建<sup>[48-49]</sup>。总之,不可忽视会阴部烧伤创面处理的复杂性和重要性,应努力做到精准修复以提高患者的生活质量。

## 2.4 其余特殊部位烧伤

特殊部位烧伤还包括重要关节部位烧伤、吸入性肺损伤、消化道腐蚀伤等。这些特殊部位烧伤的突出特征如下:(1)严重致残性或高病死率;(2)修复治疗困难;(3)救治多涉及跨学科方法或技术。

因此,强化多学科团队合作、整合诊疗技术,将有益于克服临床救治中的瓶颈问题。

### 3 总结

特殊原因及部位烧伤涉及面极其广泛,具有临床处理的特异性和治疗难度。本文仅从创面处理应重视的一些概括性问题进行了讨论,希望能达到抛砖引玉的目的。特殊原因及部位烧伤的概念及内容正在随着现代社会、科技、医学的快速发展而变化,相关的许多新问题亟待从业人员于临床实践中发现并不断探索解决。相信提高对特殊原因及部位烧伤创面处理的重视程度,会对烧伤临床整体救治能力的进一步提升起到重要的作用。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参考文献

- [1] Friedstat J, Brown DA, Levi B. Chemical, electrical, and radiation injuries[J]. *Clin Plast Surg*, 2017, 44(3): 657-669. DOI: 10.1016/j.cps.2017.02.021.
- [2] Hall AH, Mathieu L, Maibach HI. Acute chemical skin injuries in the United States: a review[J]. *Crit Rev Toxicol*, 2018, 48(7): 540-554. DOI: 10.1080/10408444.2018.1493085.
- [3] 刘毅. 特殊原因与特殊部位伤临床救治新探索[J]. *中华烧伤杂志*, 2018, 34(5): 263-265. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.05.002.
- [4] Walsh K, Hughes I, Dheansa B. Management of chemical burns[J]. *Br J Hosp Med (Lond)*, 2022, 83(3): 1-12. DOI: 10.12968/hmed.2020.0056.
- [5] Liao CC, Rossignol AM. Landmarks in burn prevention[J]. *Burns*, 2000, 26(5): 422-434. DOI: 10.1016/s0305-4179(00)00026-7.
- [6] 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.
- [7] 张曼佳, 毛书雷, 张建芬, 等. 229 例手部氢氟酸烧伤患者的流行病学特征和治疗结局分析[J]. *中华烧伤与创面修复杂志*, 2022, 38(2): 156-164. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20210517-00188.
- [8] Zhang Y, Han C, Qiu X, et al. Response to "Chemical injuries caused by the hydrofluoric acid leak"[J]. *Burns*, 2016, 42(3): 706-708. DOI: 10.1016/j.burns.2016.01.016.
- [9] Ozcan M, Allahbeickaraghi A, Dündar M. Possible hazardous effects of hydrofluoric acid and recommendations for treatment approach: a review[J]. *Clin Oral Investig*, 2012, 16(1): 15-23. DOI: 10.1007/s00784-011-0636-6.
- [10] Prasad A, Ibrahim H, Mortimore K, et al. Critical care management of hydrofluoric acid burns with a negative outcome[J]. *BMJ Case Rep*, 2021, 14(6): e242187. DOI: 10.1136/bcr-2021-242187.
- [11] Said DG, Dua HS. Chemical burns acid or alkali, what's the difference? [J]. *Eye (Lond)*, 2020, 34(8): 1299-1300. DOI: 10.1038/s41433-019-0735-1.
- [12] Awasthi P, Singh P, Raj A. Surgical management and recent advances in chemical injury: a 5-year review[J]. *Semin Ophthalmol*, 2022, 37(1): 49-56. DOI: 10.1080/08820538.2021.1909076.
- [13] Shih JG, Shahrokhi S, Jeschke MG. Review of adult electrical burn injury outcomes worldwide: an analysis of low-voltage vs high-voltage electrical injury[J]. *J Burn Care Res*, 2017, 38(1): e293-e298. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000373.
- [14] Depamphilis MA, Cauley RP, Sadeq F, et al. Surgical management and epidemiological trends of pediatric electrical burns[J]. *Burns*, 2020, 46(7): 1693-1699. DOI: 10.1016/j.burns.2020.03.005.
- [15] Li H, Tan J, Zhou J, et al. Wound management and outcome of 595 electrical burns in a major burn center[J]. *J Surg Res*, 2017, 214: 182-189. DOI: 10.1016/j.jss.2017.02.032.
- [16] 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.
- [17] 尹凯, 程琳, 杜伟力, 等. 169 例腕部高压电烧伤住院患者流行病学调查[J]. *中华烧伤杂志*, 2020, 36(6): 433-439. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200304-00119.
- [18] 张丕红, 黄晓元, 黄跃生. 深度电烧伤创面早期修复专家共识(2020 版)[J]. *中华创伤杂志*, 2020, 36(10): 865-871. DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20200706-00488.
- [19] 沈余明, 覃凤均, 杜伟力, 等. 濒临截肢四肢高压电烧伤患者的保肢策略[J]. *中华烧伤杂志*, 2019, 35(11): 776-783. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2019.11.003.
- [20] 夏成德, 狄海萍, 邢培朋, 等. 游离股薄肌肌瓣联合腓肠神经移植重建腕部电烧伤患者手屈指和感觉功能的效果[J]. *中华烧伤与创面修复杂志*, 2023, 39(3): 228-233. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20221203-00525.
- [21] Norbury WB, Herndon DN. Management of acute pediatric hand burns[J]. *Hand Clin*, 2017, 33(2): 237-242. DOI: 10.1016/j.hcl.2016.12.002.
- [22] Dargan D, Kazzazi D, Limnatitou D, et al. Acute management of thermal hand burns in adults: a 10-year review of the literature[J]. *Ann Plast Surg*, 2021, 86(5): 517-531. DOI: 10.1097/SAP.0000000000002755.
- [23] Corlew DS, McQueen KAK. International disease burden of hand burns: perspective from the global health arena[J]. *Hand Clin*, 2017, 33(2): 399-407. DOI: 10.1016/j.hcl.2016.12.010.
- [24] Wang KA, Sun Y, Wu GS, et al. Epidemiology and outcome analysis of hand burns: a 5-year retrospective review of 378 cases in a burn center in Eastern China[J]. *Burns*, 2015, 41(7): 1550-1555. DOI: 10.1016/j.burns.2015.04.004.
- [25] Liu M, Zhu H, Yan R, et al. Epidemiology and outcome analysis of 470 patients with hand burns: a five-year retrospective study in a major burn center in southwest China[J]. *Med Sci Monit*, 2020, 26: e918881. DOI: 10.12659/MSM.918881.
- [26] Germann G. Hand reconstruction after burn injury: functional results[J]. *Clin Plast Surg*, 2017, 44(4): 833-844. DOI: 10.1016/j.cps.2017.05.015.
- [27] Hundeshagen G, Warszawski J, Tapking C, et al. Concepts in early reconstruction of the burned hand[J]. *Ann Plast Surg*, 2020, 84(3): 276-282. DOI: 10.1097/SAP.0000000000002019.
- [28] 郭海雷, 凌翔伟, 刘政军, 等. 刃厚头皮与异体脱细胞真皮基质复合移植修复特大面积烧伤患者手部深度创面[J]. *中华*

- 烧伤杂志, 2019, 35 (12): 876-878. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2019.12.009.
- [29] 杨兴华, 黄晓元, 雷少榕, 等. 保留变性真皮并移植大张自体皮修复手部深度烧伤的远期疗效观察[J]. 中华烧伤杂志, 2005, 21(1): 27-29. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2005.01.010.
- [30] Ziegler B, Hundeshagen G, Warszawski J, et al. Implementation and validation of free flaps in acute and reconstructive burn care[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2021, 57(7): 718. DOI: 10.3390/medicina57070718.
- [31] 谢卫国, 王德运, 刘杰峰, 等. 手部电烧伤的皮瓣修复[J]. 中华烧伤杂志, 2010, 26(1): 30-33. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2010.01.011.
- [32] 张韬, 程俊楠, 杨林, 等. 多穿支腓浅动脉穿支皮瓣修复手足创面的疗效[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2023, 39(3): 234-240. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20220723-00305.
- [33] Hoogewerf CJ, van Baar ME, Hop MJ, et al. Burns to the head and neck: epidemiology and predictors of surgery[J]. *Burns*, 2013, 39(6): 1184-1192. DOI: 10.1016/j.burns.2013.03.006.
- [34] Tian H, Wang L, Xie W, et al. Epidemiology and outcome analysis of facial burns: a retrospective multicentre study 2011-2015[J]. *Burns*, 2020, 46(3): 718-726. DOI: 10.1016/j.burns.2019.08.017.
- [35] Sabapathy SR, Shanmugakrishnan RR, Ramkumar S, et al. Postburn reconstruction of the face and neck[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2022, 150(6): 1326e-1339e. DOI: 10.1097/PRS.00000000000009690.
- [36] 朱雄翔, 胡大海, 陈璧, 等. 全颜面部深度烧伤的临床治疗[J]. 中华烧伤杂志, 2006, 22(1): 19-22. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2006.01.007.
- [37] Zhao J, Diao J, Xia W, et al. Clinical application of full-face, whole, full-thickness skin grafting: a case report[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2012, 65(11): 1576-1579. DOI: 10.1016/j.bjps.2012.04.002.
- [38] Guo P, Jiang H, Yang Q, et al. Burned ear reconstruction using a superficial temporal fascia flap[J]. *Ear Nose Throat J*, 2021, 100(10\_suppl): S1134-1138. DOI: 10.1177/0145561320937620.
- [39] Zan T, Gao Y, Li H, et al. Pre-expanded, prefabricated monoblock perforator flap for total facial resurfacing[J]. *Clin Plast Surg*, 2017, 44(1): 163-170. DOI: 10.1016/j.cps.2016.08.007.
- [40] Cavadas PC, Torres A. Total nasal reconstruction with prefabricated and prelaminated free flap[J]. *Ann Plast Surg*, 2019, 83(6): e35-e38. DOI: 10.1097/SAP.0000000000002077.
- [41] 马显杰, 鲁开化, 夏炜, 等. 应用扩张后的胸三角皮瓣修复颜面部大面积瘢痕[J]. 中华医学美容美容杂志, 2009, 15(3): 170-172. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0290.2009.03.009.
- [42] 何林, 朱婵, 贾晶, 等. 以胸廓内动脉穿支为蒂的预扩张胸三角皮瓣游离移植整复面部瘢痕的临床效果[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2023, 39(3): 241-247. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20220123-00012.
- [43] Ramly EP, Alfonso AR, Berman ZP, et al. The first successful combined full face and bilateral hand transplant[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2022, 150(2): 414-428. DOI: 10.1097/PRS.00000000000009369.
- [44] Harpole BG, Wibbenmeyer LA, Erickson BA. Genital burns in the national burn repository: incidence, etiology, and impact on morbidity and mortality[J]. *Urology*, 2014, 83(2): 298-302. DOI: 10.1016/j.urology.2013.10.039.
- [45] Hoshino T, Enomoto Y, Inoue Y. Association between perineal burns injury and in-hospital mortality: a retrospective observational study from the nation-wide burn registry in Japan[J]. *J Burn Care Res*, 2022, 43(2): 419-422. DOI: 10.1093/jbcr/irab098.
- [46] Dries DJ, Obst MA. Massive burns after forge explosion: new technique to protect perineal skin grafts without a diverting ostomy[J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2021, 91(1): e27-e30. DOI: 10.1097/TA.00000000000003179.
- [47] Mericli AF, Martin JP, Campbell CA. An algorithmic anatomical subunit approach to pelvic wound reconstruction[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2016, 137(3): 1004-1017. DOI: 10.1097/01.prs.0000479973.45051.b6.
- [48] 佟琳, 张万福, 韩飞, 等. 自体刃厚皮移植预制尿道联合阴囊皮瓣修复尿道中段缺损伴阴茎缺损的临床效果[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2023, 39(3): 215-220. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20221021-00465.
- [49] Furr J, Culkin D. Injury to the male external genitalia: a comprehensive review[J]. *Int Urol Nephrol*, 2017, 49(4): 553-561. DOI: 10.1007/s11255-017-1526-x.

(收稿日期: 2023-02-06)