

## 浅谈小儿深 II 度烧伤创面的处理

刘琰 张杰

上海交通大学医学院附属瑞金医院灼伤整形科 200025

通信作者:刘琰,Email:rjliuyan@126.com

**【摘要】** 深 II 度烧伤是小儿烧伤最为常见的类型,愈合后常有增生性瘢痕形成,影响功能和外观。深 II 度烧伤的创面处理方式、手术选择常成为困扰临床医师和患儿家属的问题。现代功能性创面敷料的发展、小儿烧伤全程康复理念的建立以及增生性瘢痕的综合康复手段的实施,必将在一定程度上改变传统小儿深 II 度烧伤创面的治疗策略。

**【关键词】** 烧伤; 儿童; 创面处理; 创面敷料

**基金项目:**上海市临床重点专科项目(shslczdk02302)

### Management of pediatric deep partial-thickness burn wounds

Liu Yan, Zhang Jie

Department of Burn, Ruijin Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200025, China

Corresponding author: Liu Yan, Email: rjliuyan@126.com

**【Abstract】** Deep partial-thickness burns are the most common type of pediatric burns, in which hypertrophic scars usually develop, causing functional and cosmetic impairment. The choice of wound management method and surgical procedures for deep partial-thickness burn are often the issues that concern burn surgeon and the family members of patients. The development of modern functional wound dressings, the establishment of the concept of full rehabilitation of pediatric burns, and the implementation of comprehensive rehabilitation therapy for hypertrophic scars will inevitably change the traditional therapeutic strategies for pediatric deep partial-thickness burn wounds to a certain extent.

**【Key words】** Burns; Child; Wound treatment; Wound dressing

**Fund program:** Shanghai Municipal Key Clinical Specialty Project of China (shslczdk02302)

烧伤是导致儿童意外伤害的第 3 位致病因素。随着社会的发展,全球烧伤发生率呈逐渐下降趋势,但小儿烧伤发生率下降趋势似乎并不明显,部分烧伤中心小儿烧伤占比还

有上升趋势<sup>[1]</sup>。小儿皮肤特殊的生理特点,决定了小儿烧伤创面多为深度创面,愈合后常有增生性瘢痕形成,影响功能和外观,其中深 II 度创面最为常见。与 III 度烧伤创面不同,深 II 度烧伤创面因存在自愈可能,其处理方式,尤其是手术的选择常成为困扰医患双方的问题。随着全程康复理念的普及、临床新技术和新材料的发展,相当一部分以往需要手术治疗的中小面积深 II 度烧伤创面可通过非手术治疗而愈合,结合药物、物理治疗、光电治疗、支具等瘢痕的综合治疗,常可获得较好的预后。笔者认为,这些新技术、新理念推广应用可能会在一定程度上给传统小儿深 II 度烧伤创面的治疗策略带来改变。

小儿皮肤角质层薄,棘细胞层数明显少于成人,创面感染后易加深,供皮区创面也易形成瘢痕;小儿皮肤基底膜功能尚不完善,表皮层和真皮层结合不紧密,表皮易脱落、伤后易形成水泡。此外,皮肤薄、表皮和真皮连接结构发育不全、血运丰富也使得小儿皮肤吸收能力强,易导致外用药物、化学或毒物等致伤因素的吸收,引起中毒。小儿表皮干细胞比例高;基底层细胞染色质丰富;真皮 Fb 的粗面内质网数量多,细胞内游离核糖体、线粒体丰富,高尔基体较多<sup>[2]</sup>,显示小儿皮肤细胞代谢旺盛、损伤修复能力强。新生儿皮肤具有超强愈合能力,即使深度烫伤也多可经换药愈合,因其与其他年龄段小儿皮肤生理特点不同,本文不进行讨论。

### 1 小儿深 II 度烧伤创面的非手术治疗

#### 1.1 较浅的深 II 度烧伤创面的处理

成人手术决策常以 3 周作为时间节点,笔者单位对小儿手术指征掌握相对严格,一般医师估计愈合时间在 4 周以内的深 II 度创面多予保守治疗。此类创面在修复过程中大部分不形成肉芽组织,愈合后仅有轻微瘢痕增生。部分创面即使形成肉芽组织,创面中也常有较多数量的残存上皮(上皮岛),可在充分引流、保护好创面的情况下经换药愈合。此类创面处理原则为防止和减轻感染,保护残存的上皮组织,为创面再上皮化提供适宜的环境,宜采用包扎疗法。

对于新鲜、清洁的创面,可引流水疱液,伤后早期可保留表皮,用凡士林纱布覆盖、包扎。创面如表皮脱落或去除腐皮后,可选用辐照猪皮、甲壳胺膜、动物内脏膜制备的无菌生物膜<sup>[3]</sup>等生物敷料覆盖,也可选用水胶体敷料、泡沫敷料等新型敷料覆盖。换药间隔时间依据创面清洁程度、渗出液量、所选用敷料的性能等情况而定,一般为 2~7 d。针对面

DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200512-00261

**本文引用格式:**刘琰,张杰. 浅谈小儿深 II 度烧伤创面的处理[J]. 中华烧伤杂志, 2021, 37(8): 797-800. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200512-00261.

Liu Y, Zhang J. Management of pediatric deep partial-thickness burn wounds[J]. Chin J Burns, 2021, 37(8): 797-800. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200512-00261.

部、会阴部等包扎困难部位,可在清创、去除腐皮后,选用顺应性良好的生物敷料,如甲壳胺膜、无菌生物膜<sup>[3]</sup>等覆盖;也可选用具有自黏性的水胶体敷料;或将莫匹罗星、夫西地酸等外用抗菌药物揉搓于单层凡士林纱布上后覆盖创面,行半暴露治疗,起到保湿、预防感染的作用。对于污秽、有感染可能的创面,应选用抗菌谱较广的局部抗菌药物,如磺胺嘧啶银(锌/铈),包扎创面,每日或隔日换药;也可选用含银泡沫敷料、亲水性纤维含银敷料等抗菌创面敷料。

### 1.2 偏深的深Ⅱ度烧伤创面的处理

对于医师估计愈合时间超过4周的深Ⅱ度创面,如创面范围不大、创面位于非功能部位、患儿年龄过小、家属无手术意愿等,可选择非手术治疗。此类创面的修复过程需经历坏死组织溶解脱落、肉芽创面形成和再上皮化过程,创面局部细菌定植难以避免,严重者甚至可发展为全身性、侵袭性感染。因此,预防和控制创面感染、创造适宜愈合的创面环境是此类创面处理的原则。早期可局部使用抗菌药物,如磺胺嘧啶银(锌/铈)等外敷、包扎;也可选用含银泡沫敷料、藻酸盐敷料、亲水性纤维敷料等创面敷料,或通过组合应用含银敷料和水凝胶、水胶体敷料,起到自溶性清创以及止痛、促愈作用<sup>[4-7]</sup>。亲水性纤维含银敷料、水胶体敷料、含软聚硅酮涂层的银敷料具有较优的自溶性清创作用,更适宜早期应用。后期坏死组织脱落、进入加速再上皮化阶段后,应将愈合环境从相对潮湿、低氧,有利于坏死组织脱落和肉芽组织形成,向引流良好、湿度相对较小、常氧、适合再上皮化的环境调整,该阶段较适合使用含银泡沫敷料、含软聚硅酮涂层的泡沫敷料等;也可根据创面细菌情况换用相对窄谱,同时对愈合影响较小的局部抗菌药物,如莫匹罗星、夫西地酸等。

### 1.3 继发严重感染的深Ⅱ度烧伤创面的处理

应重视创面微生物学证据的收集。大面积深Ⅱ度烧伤患儿,一般在入院时及其后每1~2周、创面出现感染征象时以及抗感染治疗1周后,以拭子法采集创面分泌物行细菌或真菌培养和药物敏感试验,以在发生侵袭性感染时指导抗生素选择。小面积深Ⅱ度烧伤患儿创面出现感染征象时,应行创面分泌物细菌或真菌培养和药物敏感试验,以指导初始抗感染治疗失败时的抗生素调整。

创面出现感染征象,如渗出增加,有脓性或血性分泌物,有异味,创基见散在出血点,创面色泽转为暗红、猩红,创面明显加深等,应加强换药,可用磺胺嘧啶银霜隔日或每日换药,也可选用对焦痂具有良好穿透力的磺胺米隆霜。碘剂虽具有良好的抗菌和抗细菌生物膜的作用<sup>[8]</sup>,但因作用机制主要是依靠游离碘原子的氧化作用破坏病原体的细胞膜结构及蛋白质分子,故其缺乏持续抗菌作用。如选用碘剂,应至少每日换药1次,感染严重者亦可每日换药2次。创面脓性分泌物较多者,也可选择磺胺米隆溶液、氯己定、溶葡萄球菌酶以及含次氯酸钠的液体敷料等进行创面湿敷,引流脓性分泌物,加速创面再上皮化。

创面细菌生物膜是细菌于创面表面黏附、生长形成的结构性细菌集落。与浮游态细菌不同,由细菌及细菌分泌的胞

外多糖、蛋白质、核酸、金属离子等胞外多聚物构成的细菌生物膜,赋予细菌对宿主免疫细胞和抗生素更高的抵抗能力<sup>[9]</sup>。当感染创面经抗生素治疗无效时,应怀疑创面细菌生物膜形成。尤其是存在创面湿滑、有异味、表面覆盖黄色膜样物质、常规治疗愈合进展缓慢、对全身或创面局部抗感染治疗无效等时,尤其需要关注细菌生物膜存在的可能<sup>[10]</sup>,可通过机械清创,采用针对细菌生物膜的局部外用药物和敷料<sup>[11-12]</sup>等进行治疗。

出现创周明显炎症细胞浸润、创周组织肿胀明显、皮温增加、疼痛加剧等创面侵袭性感染征象,甚至高热、呼吸浅快、烦躁、表情淡漠、反应迟钝、腹胀、腹泻及尿量、血压下降等全身性炎症反应征象时,应予静脉应用敏感抗生素、积极液体复苏、全身支持治疗等综合治疗。如明确创面为感染源,且局部抗菌治疗难以控制,必要时可在良好的生命体征监护和支持下实施手术、及时去除创面坏死组织。

## 2 小儿深Ⅱ度烧伤创面的手术治疗

### 2.1 小儿深Ⅱ度烧伤创面手术治疗一般原则

临床实践中,常有相当一部分Ⅰ期植皮患儿,在供皮质量保证、植皮效果良好、康复治疗能够坚持的情况下,远期恢复效果仍不够理想。而小面积深Ⅱ度烧伤创面早期予保守治疗,待瘢痕成熟或患儿稍年长后,再行瘢痕整复术者,则常可取得较佳的效果。鉴于基因多态性在增生性瘢痕和瘢痕疙瘩形成中的重要作用<sup>[13-15]</sup>以及小儿皮肤较强的愈合能力和小儿快速生长发育特性,笔者单位对小儿手术治疗采取相对保守态度。

手部、肘、肩关节、膝关节等功能部位的深Ⅱ度烧伤创面,可考虑手术治疗。早期以削痂方式去除深度烧伤创面的坏死组织,同期植自体皮,可避免创面感染、减少肉芽组织增生,减轻创面瘢痕组织形成,改善功能。小儿生长发育尚不完全,应尽可能采取削痂手术去除坏死组织,而非切痂手术,以保留脂肪组织,保持组织的丰满度,提高远期生活质量。

广泛深Ⅱ度烧伤创面,不及时去除坏死组织可能导致严重创面感染,甚至烧伤创面脓毒症,威胁患儿生命。可考虑分次实施削痂和自体取植皮手术。应根据患儿全身情况、创面大小、术者技术熟练程度以及血液供应情况等决定具体手术方式和范围。患儿全身情况稳定、创面范围相对较小、血供充足,术者可较好控制手术时长者,可同期进行削痂和自体皮片移植手术;条件不允许则分次手术。首次削痂手术后以异体/种皮等生物敷料覆盖创面,以后视自体皮源情况一次或分次植皮覆盖创面。若自体皮源充足,面、手、足、关节等暴露部位或功能部位创面应移植大张中厚皮。如创面范围过大、深度不均,患儿全身情况较难耐受手术,可考虑先行保守治疗,以局部抗菌药物或现代创面敷料换药,待相对较浅的创面愈合后,对深度创面行手术治疗,可缩小手术范围。

小儿手指、足趾等部位组织量小,可采用水动力清创系统替代传统削痂,或采用薄层削痂、保留部分坏死组织结合持续创面负压治疗,待创面新鲜、肉芽组织形成后移植自体

皮,以最大限度保留自体正常组织。如上述条件均不具备,可考虑先以功能性敷料换药,利用敷料的自溶性清创作用培育创基,或通过酶清创清除创面坏死组织,后期更植自体皮。

## 2.2 不同部位深度创面术式选择

创面覆盖方式,取决于创面面积、供皮区、受皮区功能需求等因素。头部、背部、大腿为常用取皮部位,其中头部隐蔽性好,是较理想的供皮部位,但需注意避免取皮过深致瘢痕性秃发和受皮区长出发毛;背部皮层厚、可提供更厚的刃厚皮片,睡眠时背部受压也有利于抗瘢痕治疗;大腿可提供大张、质量较高的刃厚皮片,鉴于大腿内侧为性敏感区域,在自体皮源充足的情况下,应尽可能保留大腿内侧正常皮肤。

对于暴露以及功能部位创面,如面部、手部、肘部、腋部等创面,可在切削痂手术后,行中厚或全厚皮片移植,必要时打包或以负压固定;如自体皮源紧张,应尽可能移植较厚的刃厚皮片。对于非功能部位创面,如自体皮源充足,可用大张自体刃厚皮片覆盖;如自体皮源紧张,也可用网状皮或小皮片覆盖,网状皮修复区域瘢痕形成比较明显,需注意尽可能不在暴露部位应用。

## 3 负压创面治疗在小儿深Ⅱ度烧伤创面中的应用

负压创面治疗具有减轻创面水肿、改善局部供血、减少创面细菌负荷、加速创面愈合和减少手术需要以及可精确计量创面渗出量等优势,在国外较早被用于小儿烧伤创面的治疗。同时,因其可明显减少敷料更换次数以及良好的制动和固定皮片效果,负压创面治疗也常被用于小儿植皮手术后的皮片固定,特别是在颈、腋、躯干、会阴等难以包扎、固定部位<sup>[16]</sup>。负压创面治疗作为小儿深Ⅱ度烧伤创面的处理方法之一,可显著减少换药次数、加速深Ⅱ度烧伤创面愈合<sup>[13]</sup>、提高移植皮片成活率<sup>[17]</sup>。国外推荐2岁以下患儿选择 $-75\sim-50$  mmHg( $1$  mmHg= $0.133$  kPa)持续负压模式、2岁以上患儿使用 $-125\sim-75$  mmHg持续负压模式<sup>[18-19]</sup>。《负压封闭引流技术在烧伤外科应用的全国专家共识(2017版)》建议小儿采取持续负压模式,以减轻疼痛,2岁以内患儿负压值为 $-75\sim-25$  mmHg,2~12岁患儿负压值为 $-75\sim-50$  mmHg,13~18岁患儿负压值为 $-100\sim-75$  mmHg<sup>[20]</sup>。

目前临床有微动力负压的治疗方法,该方法通过聚乙烯醇等材料压缩产生的“虹吸效应”及材料自身的吸附作用,达到创面引流的效果,可明显加速创面愈合,减少创面细菌负荷,降低手术植皮率,减轻瘢痕增生程度。实验室标准条件下测得的微动力负压最大范围为 $-200\sim-100$  Pa( $-1.5\sim-0.75$  mmHg)<sup>[21]</sup>,远低于临床上负压创面治疗的负压设定值,所以微动力负压并非严格意义上的负压创面治疗方法,只是应用负压概念的特殊创面覆盖方法。

## 4 含银制剂及现代创面敷料在小儿深Ⅱ度烧伤创面中的应用

### 4.1 含银制剂

银离子通过干扰细菌细胞壁合成、损伤细胞膜、阻碍

DNA复制和能量传递过程等机制发挥广谱杀菌效果。磺胺嘧啶银对烧伤创面常见铜绿假单胞菌、阴沟肠杆菌、肺炎克雷伯菌和粪肠球菌,甚至真菌等均有明显抑制作用。虽然也有细菌对银离子耐药的报告<sup>[22]</sup>,但和临床耐药性不断增加的抗生素相比,含银创面外用药物仍是创面抗感染治疗的有效手段。银离子对多种创面修复细胞具毒性作用<sup>[23]</sup>,经烧伤创面吸收的含银制剂具有肝、肾、中枢神经系统毒性,尤其是皮肤屏障功能损害的创面,银的吸收大为增加<sup>[24]</sup>,因此在孕晚期以及对出生2个月内婴儿禁止使用磺胺嘧啶银。现代功能性创面敷料中有相当数量的敷料通过加入银而赋予该敷料抗菌功能,这类含银敷料对创面刺激性小、不加深创面、有较好的控制创面细菌量及防治感染的作用。

### 4.2 功能性创面敷料

近年来,聚乙烯醇、聚氨酯、丙烯酰胺、羧甲基纤维素等材料制作的创面敷料,包括薄膜、水胶体、水凝胶、藻酸盐敷料、泡沫敷料、亲水性纤维敷料等被广泛应用于临床。这些材料具有良好的黏附性、吸附性、顺应性和适度的通透性,稳定性高、耐酶,可部分模拟皮肤的屏障功能,既可防止外源性细菌的入侵,减少水分、离子、蛋白质和热量的丢失,也可营造一个温度、湿度、酸碱度、气体环境均比较适宜于创面愈合的理化环境<sup>[25]</sup>。这些敷料的自溶性清创、促进肉芽生长和再上皮化作用,可使大部分传统需要手术治疗的深Ⅱ度烧伤创面,甚至小面积Ⅲ度烧伤创面经非手术治疗而快速愈合。这些功能性敷料在小儿烧伤创面中的应用,将可能影响传统的小儿烧伤创面的处理策略。

## 5 小儿深Ⅱ度烧伤创面处理中值得思考的问题

### 5.1 秉承全程康复理念

小儿烧伤创面处理时应贯彻全程康复理念。小儿对治疗的自觉性、依从性差,受伤后因创面疼痛等因素,多采取肢体的保护性屈曲体位,易导致手指、肘、膝、腋窝等部位的瘢痕挛缩、屈曲畸形。包扎时应采取功能位,如肘、膝关节采用伸直位,腋部取上肢外展 $90^\circ$ 、前倾体位,手部烫伤采取掌指关节屈曲 $70^\circ$ 、指间关节伸直、拇指伸直并外展、对掌体位。小儿深Ⅱ度烧伤创面愈合后均应进行康复治疗,可综合利用药物、物理治疗(弹力套、按摩、物理疗法)、三维打印支架、光电治疗等手段进行治疗,对于经严格抗瘢痕治疗仍无法纠正的外观和功能畸形,应行手术整复。

### 5.2 家庭及社会支持

小儿烧伤后瘢痕康复治疗效果与患儿及患儿家长对治疗的依从性直接相关。应就治疗的目的、具体方法、可能的预后等事宜与家长充分沟通、获得理解。通过家长学校、烧伤患儿夏令营等活动,加强医-患-患-患、患儿家属之间的沟通,患儿之间、患儿家长之间的同伴支持,有助于提高患儿及患儿家长治疗的依从性。

烧伤可对患儿及其家庭带来巨大影响,未成年时的受伤经历甚至可在患儿成年后仍对其心理和生理产生巨大影响。笔者单位近年来通过举办烧伤儿童夏令营,拍摄烧伤预防宣

教动画片,通过传统媒体或新媒体形式,不遗余力地进行小儿烧伤预防、急救知识的宣传,唤起全社会对小儿烧伤的重视,以期切实降低小儿烧伤发生率、降低损伤程度。

## 6 小结

小儿深Ⅱ度烧伤创面的手术方式选择问题是目前仍存在较多争议的话题。虽然及时手术去除创面坏死组织、及早覆盖创面是深Ⅱ度创面的普遍处理原则,但鉴于小儿极强的创面愈合能力、快速生长发育过程中瘢痕再挛缩问题、脏器功能尤其是大脑发育欠完善、基因多态性对瘢痕增生程度的影响等诸多因素,笔者单位对小儿深Ⅱ度烧伤创面的手术方式选择一直持较为谨慎的态度。尤其是随着现代功能性创面敷料的发展、小儿烧伤全程康复理念的建立以及增生性瘢痕的综合治疗手段的实施,一些深Ⅱ度创面经非手术治疗也常可获得良好预后,撰写此文,也是希望引起大家对小儿深Ⅱ度烧伤创面适宜治疗方式的关注和讨论。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] Hai Jun W, Jie X, Jun Z, et al. Comparable results of epidemiology of children with burns among different decades in a burn unit in JinZhou, China[J]. Burns, 2011, 37(3): 513-520. DOI: 10.1016/j.burns.2010.11.001.
- [2] 张邦添,房伦光,刘贵林,等.治疗儿童四肢皮肤撕脱伤的体会——儿童皮肤组织学观察[J].中华小儿外科杂志,1986,7(5): 296,插一. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.1986.05.018.
- [3] 孙瑞朋,孙静,赵连魁,等.改性甲壳素生物修复膜治疗浅Ⅱ度烧伤的临床疗效[J/CD].中华损伤与修复杂志:电子版,2019,14(4):280-284. DOI:10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2019.04.008.
- [4] 高优,李金虎,郭志谦,等.亲水纤维含银敷料在小儿头面部深Ⅱ度烧伤创面治疗中的应用[J].中国美容整形外科杂志,2017,28(8): 485-487. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7040.2017.08.013.
- [5] 宋德恒,李勇,刘继松,等.银离子藻酸盐敷料在儿童四肢深Ⅱ度烧伤创面中的应用效果观察[J].感染、炎症、修复,2016,17(4):199-202. DOI:10.3969/j.issn.1672-8521.2016.04.002.
- [6] 陈郑礼,伍国胜,朱世辉,等.藻酸盐敷料及聚氨酯泡沫敷料治疗大面积烧伤患者头部供皮区创面的疗效观察[J].中华烧伤杂志,2015,31(2): 135-137. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2015.02.014.
- [7] 林泽鹏,杨荣华,阮树斌,等.水凝胶敷料爱康肤银在浅Ⅱ度烧伤创面治疗中的作用分析[J].赣南医学院学报,2018,38(4): 358-360. DOI:10.3969/j.issn.1001-5779.2018.04.013.
- [8] Malone M, Johani K, Jensen SO, et al. Effect of cadexomer iodine on the microbial load and diversity of chronic non-healing diabetic foot ulcers complicated by biofilm in vivo[J]. J Antimicrob Chemother, 2017, 72(7): 2093-2101. DOI: 10.1093/jac/dkx099.
- [9] Park JS, Choi HY, Kim WG. The nitrite transporter facilitates biofilm formation via suppression of nitrite reductase and is a new antibiofilm target in *Pseudomonas aeruginosa*[J]. mBio, 2020,11(4):e00878-20. DOI: 10.1128/mBio.00878-20.
- [10] Swanson T, Angel D, Sussman G, et al. Wound infection in clinical practice: principles of best practice[DB/OL]. London: Wounds International, 2016[2020-05-12]. <https://core.ac.uk/reader/74212102>.
- [11] Kostenko V, Lyczak J, Turner K, et al. Impact of silver-containing wound dressings on bacterial biofilm viability and susceptibility to antibiotics during prolonged treatment[J]. Antimicrob Agents Chemother, 2010,54(12):5120-5131. DOI: 10.1128/AAC.00825-10.
- [12] Mandla S, Davenport Huyer L, Radisic M. Review: multimodal bioactive material approaches for wound healing[J]. APL Bioeng, 2018,2(2):021503. DOI: 10.1063/1.5026773.
- [13] 宋攻,刘毅.瘢痕疙瘩患者转化生长因子 $\beta$ 基因-509C/T位点多态性分析[J].中华烧伤杂志,2014,30(6): 482-486. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2014.06.004.
- [14] 王春梅,百束比古,中泽南堂.增生性瘢痕和瘢痕疙瘩P53基因多态性的分析[J].中华整形外科杂志,2005,21(1):32-35. DOI:10.3760/j.issn:1009-4598.2005.01.010.
- [15] Feng Y, Sun ZL, Liu SY, et al. Direct and indirect roles of macrophages in hypertrophic scar formation[J]. Front Physiol, 2019,10:1101. DOI: 10.3389/fphys.2019.01101.
- [16] 李泰然,李万同,唐晓晔,等.负压封闭引流技术在儿童浅Ⅱ度烧烫伤创面临床应用[J].临床军医杂志,2016,44(1): 23-25. DOI:10.16680/j.1671-3826.2016.01.07.
- [17] 陈红梅,蒋南红,吴红,等.负压封闭引流技术在小儿烧伤治疗中的应用与护理[J/CD].中华损伤与修复杂志:电子版,2016,11(6): 476-477. DOI:10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2016.06.018.
- [18] Koehler S, Jinbo A, Johnson S, et al. Negative pressure dressing assisted healing in pediatric burn patients[J]. J Pediatr Surg, 2014, 49(7): 1142-1145. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2014.02.040.
- [19] Pedrazzi NE, Naiken S, La Scala G. Negative pressure wound therapy in pediatric burn patients: a systematic review[J]. Adv Wound Care (New Rochelle), 2021, 10(5): 270-280. DOI: 10.1089/wound.2019.1089.
- [20] 中华医学会烧伤外科学分会.《中华烧伤杂志》编辑委员会.负压封闭引流技术在烧伤外科应用的全国专家共识(2017版)[J].中华烧伤杂志,2017,33(3):129-135. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.03.001.
- [21] 郑小鹏,陈珏,陈甜胜,等.微动力负压用于小面积深Ⅱ度烧伤患儿的初步疗效观察[J].中华烧伤杂志,2019,35(10): 720-725. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2019.10.004.
- [22] Dissemmond J, Steinmann J, Münter KC, et al. Risk and clinical impact of bacterial resistance/susceptibility to silver-based wound dressings: a systematic review[J]. J Wound Care, 2020, 29(4): 221-234. DOI: 10.12968/jowc.2020.29.4.221.
- [23] Smith R, Russo J, Fiegel J, et al. Antibiotic delivery strategies to treat skin infections when innate antimicrobial defense fails [J]. Antibiotics (Basel), 2020, 9(2): 56. DOI: 10.3390/antibiotics9020056.
- [24] White RJ, Fumarola S, Denyer J. Interim advice on silver dressings in paediatric wound and skin care [J]. Br J Nurs, 2011, 20(11): S11. DOI: 10.12968/bjon.2011.20.Sup6.S11.
- [25] Murray RZ, West ZE, Cowin AJ, et al. Development and use of biomaterials as wound healing therapies[J/OL]. Burns Trauma, 2019, 7: 2 [2020-05-12]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30701184/>. DOI: 10.1186/s41038-018-0139-7.

(收稿日期:2020-05-12)