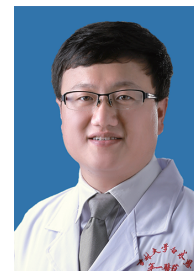


应用序贯激光治疗烧伤患儿早期增生性瘢痕的效果分析

谢春晖 高欣欣 孟祥龙 陈可欣 张修航 周鑫 于家傲

吉林大学第一医院烧伤外科, 长春 130061

通信作者: 于家傲, Email: yuja@jlu.edu.cn



【摘要】 目的 探讨应用强脉冲光与二氧化碳激光序贯治疗烧伤患儿早期增生性瘢痕的效果。**方法** 采用回顾性队列研究及自身前后对照方法。2016年1月—2018年12月, 吉林大学第一医院收治145例符合入选标准的烧伤后早期增生性瘢痕患儿, 其中男82例、女63例, 年龄1~12[3(2, 6)]岁。患儿均首先采用强脉冲光治疗(无麻醉/静脉-吸入复合麻醉), 间隔1个月治疗1次; 至瘢痕充血程度减轻时改行二氧化碳激光治疗(表面麻醉/静脉-吸入复合麻醉), 间隔3个月治疗1次, 共治疗3次。首次强脉冲光治疗前(以下称首次治疗前)及末次二氧化碳激光治疗后3个月(以下称末次治疗后), 采用温哥华瘢痕量表(VSS)行瘢痕评分, 采用Antera 3D[®]相机测量瘢痕充血程度(以血红蛋白水平表示)。统计本组患儿强脉冲光治疗次数, 强脉冲光和二氧化碳激光单次治疗时间、采用的麻醉方式及静脉-吸入复合麻醉时间。末次治疗后, 采用李克特量表标准评定医患双方疗效满意度。记录治疗期间患儿的不良反应。对数据行Wilcoxon符号秩和检验、配对样本 t 检验。**结果** 本组患儿末次治疗后的瘢痕VSS评分中的色泽、血管分布、厚度、柔软度评分及总分均明显低于首次治疗前($Z=-6.05$ 、 -10.34 、 -9.84 、 -9.28 、 -10.43 , $P<0.01$)。本组患儿末次治疗后瘢痕血红蛋白水平为 1.86 ± 0.24 , 明显低于首次治疗前的 2.27 ± 0.32 ($t=17.65$, $P<0.01$)。本组患儿共行强脉冲光治疗411次, 每人(2.8±0.6)次, 单次治疗时间35(20, 45)s, 无麻醉治疗392次(95.38%)、静脉-吸入复合麻醉治疗19次(4.62%), 静脉-吸入复合麻醉时间6(5, 8)min; 二氧化碳激光单次治疗时间5(3, 10)min, 表面麻醉治疗364次(83.68%)、静脉-吸入复合麻醉治疗71次(16.32%), 静脉-吸入复合麻醉时间10(8, 15)min。末次治疗后, 医方和患方的疗效满意度评分分别为(4.3±0.7)、(3.8±1.0)分。5例患儿强脉冲光治疗后发生水泡, 水泡液引流后自然愈合; 1例患儿二氧化碳激光治疗后皮肤局部发生感染, 皮肤红肿伴脓性渗出物, 经皮肤消毒+外用莫匹罗星软膏后好转。所有患儿均无炎症性色素沉着、瘢痕增生加重、红疹等皮肤不良反应或麻醉相关不良反应发生。**结论** 应用强脉冲光与二氧化碳激光序贯治疗烧伤患儿早期增生性瘢痕可明显改善瘢痕外观和质地, 医患双方满意度较高, 不良反应少。

【关键词】 儿童; 瘢痕; 激光疗法; 强脉冲光; 二氧化碳激光

基金项目: 吉林省科技发展计划重点研发项目(20200404166YY)

Effect analysis of sequential laser application in treating the hypertrophic scars of burn children at early stage

Xie Chunhui, Gao Xinxin, Meng Xianglong, Chen Kexin, Zhang Xiuhang, Zhou Xin, Yu Jia'ao

Department of Burn Surgery, the First Hospital of Jilin University, Changchun 130061, China

Corresponding author: Yu Jiaao, Email: yuja@jlu.edu.cn

【Abstract】 Objective To explore the effects of sequential application of intensive pulsed light and carbon dioxide laser in treating the hypertrophic scars of burn children at early stage. **Methods** A retrospective cohort before-after control study in the same patients was conducted. From January 2016 to De-

DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20201214-00526

本文引用格式: 谢春晖, 高欣欣, 孟祥龙, 等. 应用序贯激光治疗烧伤患儿早期增生性瘢痕的效果分析[J]. 中华烧伤杂志, 2021, 37(4): 327-332. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20201214-00526.

Xie CH, Gao XX, Meng XL, et al. Effect analysis of sequential laser application in treating the hypertrophic scars of burn children at early stage[J]. Chin J Burns, 2021, 37(4): 327-332. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20201214-00526.

cember 2018, 145 burn children with hypertrophic scar at the early stage who met the inclusion criteria were admitted to the First Hospital of Jilin University, including 82 males and 63 females, aged 1 to 12 (3 (2, 6) years. All the children were firstly treated with intense pulsed light therapy (no anesthesia or intravenous-inhalation combined anesthesia) at an interval of once per month, and then changed to carbon dioxide laser therapy (topical anesthesia or intravenous-inhalation combined anesthesia) when the degree of scar hyperemia was reduced, at an interval of once every 3 months, for a total of 3 times. Before the first intense pulsed light treatment (hereinafter referred to as before the first treatment) and 3 months after the last carbon dioxide laser treatment (hereinafter referred to as after the last treatment), scar scoring was evaluated by Vancouver Scar Scale (VSS), and scar hyperemia (denoted as hemoglobin level) was measured with Antera 3D[®] camera. The times of intense pulsed light, the time of single treatment, the anesthesia method, and the time of intravenous-inhalation combined anesthesia of intense pulsed light and carbon dioxide laser treatment were analyzed. After the last treatment, Likert Scale was used to evaluate the efficacy satisfaction of both doctors and patients. Adverse reactions were recorded during the treatment. Data were statistically analyzed with Wilcoxon signed rank sum test, and paired sample *t* test. **Results** The color, vascular distribution, thickness, and softness scores, and total score in VSS scoring of scars of children after the last treatment were significantly lower than those before the first treatment ($Z=-6.05, -10.34, -9.84, -9.28, -10.43, P<0.01$). The hemoglobin level of scar of children after the last treatment was 1.86 ± 0.24 , significantly lower than 2.27 ± 0.32 before the first treatment ($t=17.65, P<0.01$). A total of 411 times of intense pulsed light therapy were performed, (2.8 ± 0.6) times per person, and the single treatment time was 35 (20, 45) s. There were 392 times (95.38%) without anesthesia, and 19 times (4.62%) with intravenous-inhalation combined anesthesia with time of 6 (5, 8) min. The single treatment time of carbon dioxide laser therapy was 5 (3, 10) min. There were 364 times (83.68%) of topical anesthesia and 71 times (16.32%) of intravenous-inhalation combined anesthesia with time of 10 (8, 15) min. After the last treatment, the efficacy satisfaction scores of doctors and patients were (4.3 ± 0.7) and (3.8 ± 1.0) points, respectively. Blisters occurred in 5 cases after intense pulsed light treatment, which were healed naturally after drainage. One child developed local skin infection, skin redness and swelling accompanied by purulent exudate after carbon dioxide laser treatment, which was improved after skin disinfection and external use of mupirocin ointment. No inflammatory pigmentation, worsening of hyperplasia of scar, erythema, or other skin adverse reactions or anesthetics-related adverse reactions occurred in any child. **Conclusions** Sequential application of intense pulsed light and carbon dioxide laser to treat the hypertrophic scars of burn children at early stage can obviously improve the appearance and texture of scar, with higher satisfaction of doctors and patients and fewer adverse reactions.

【Key words】 Child; Cicatrix; Laser therapy; Intense pulsed light; Carbon dioxide laser

Fund program: Key Research and Development Special Project of Science and Technology Development Plan of Jilin Province of China (20200404166YY)

小儿因其认知及自我防护能力较差,日常生活中易发生烧伤等意外伤害,住院烧伤患者中小儿占 30%~40%^[1-3]。据统计,全球每年有大约 50 万小儿因烧伤入院治疗^[4]。另因为小儿皮肤薄嫩、附属器少,烧伤程度常重于成人^[5]。烧伤患儿的瘢痕防治一直是治疗的重点及难点^[6-7]。目前,手术、药物、按摩以及压力等疗法是治疗烧伤患儿瘢痕的常用方法^[8-11]。近年来,光电医疗技术飞速发展,在医疗行业中的运用愈加广泛,在瘢痕治疗中取得了良好疗效,得到广泛认可^[12-15]。以往一些研究中,多采用单一激光治疗。但瘢痕特别是增生性瘢痕在不同阶段具有不同临床特点,如其前期表现为瘢痕充血,后期表现为胶原沉积。故采用光电技术治疗早期增生性瘢痕时,前期以抑制瘢痕血管为主要目的,后期以促进瘢痕胶原软化重塑为主。因此,吉林大学第一医院选择以血红蛋白为治疗靶基的强脉冲

光与抑制胶原增生的二氧化碳激光分阶段序贯治疗增生性瘢痕,以期抑制瘢痕增生,改善瘢痕质地与外观。

1 对象与方法

本回顾性队列研究符合《赫尔辛基宣言》的基本原则。根据吉林大学第一医院伦理委员会政策,在征得患儿家长同意且不泄漏患儿身份的前提下可使用患儿病历资料进行分析研究。

1.1 入选标准

纳入标准:诊断为增生性瘢痕,导致该患儿瘢痕形成的原因为烧伤,年龄 ≤ 12 岁,应用强脉冲光与二氧化碳激光序贯治疗,首次治疗时间为瘢痕形成 6 个月以内。

排除标准:手术治疗介入,未按疗程系统治疗或随访。

1.2 临床资料

2016 年 1 月—2018 年 12 月,吉林大学第一医院收治 145 例符合入选标准的烧伤后早期增生性瘢痕患儿,其中男 82 例、女 63 例,年龄 1~12[3(2,6)]岁,瘢痕面积 1%~35%[5%(3%,9%)]TBSA,瘢痕形成时间 19~81(35±11)d。

1.3 仪器来源

M22 王者之心光子治疗系统(有波长 515、560、590、615、640、695 nm 6 种可选滤光片)、Ultrapulse Encore 型二氧化碳激光治疗仪(有 DEEP Fx、SCAAR Fx、Active Fx 3 种可选治疗模式)均购自美国科医人医疗激光公司。

1.4 治疗方法

治疗前与患儿家长充分沟通,告知治疗原理、过程及治疗后注意事项,每次治疗前均与患儿家长沟通病情。

1.4.1 强脉冲光治疗 麻醉:能够配合治疗的患儿在无麻醉下治疗,无法配合无麻醉治疗的患儿在静脉-吸入复合麻醉下治疗。治疗:皮肤表面均匀涂抹薄层冷凝胶后,使用光子治疗系统治疗,光斑不叠加覆盖整个瘢痕表面 1 次或 2 次。选择波长 590 nm 滤光片,脉冲设定为双脉冲或三脉冲,脉宽为 2.5~3.0、3.5~4.0、4.0~4.5 ms,脉冲间隔 25~35 ms,能量密度设定为 15~19 J/cm²。间隔 1 个月治疗 1 次,当瘢痕充血程度减轻[温哥华瘢痕量表(VSS)血管分布评分低于 2 分]时改行二氧化碳激光治疗。

1.4.2 二氧化碳激光治疗 麻醉:对能够配合治疗的患儿,行表面麻醉,方法为清洁瘢痕局部及其周围皮肤,其上敷以复方利多卡因乳膏(每克乳膏中含有利多卡因和丙胺卡因各 25 mg,北京同方药业集团有限公司),保鲜膜封包 0.5~1.0 h;对无法配合表面麻醉治疗的患儿采用静脉-吸入复合麻醉。治疗:瘢痕局部及周围皮肤采用体积分数 75%乙醇消毒,自然干燥。使用二氧化碳激光治疗仪,按照瘢痕的厚度设定具体治疗模式、能量及治疗密度等参数:瘢痕厚度 <1 mm,应用 Deep FX 治疗模式,治疗密度 5%~10%,能量范围 22.5~50 mJ;瘢痕厚度 ≥1 mm,应用 SCAAR FX 治疗模式,治疗密度 3%~5%,能量范围 60~120 mJ。间隔 3 个月治疗 1 次,共治疗 3 次。

1.4.3 治疗后处理 强脉冲光治疗后立即冷敷 20 min。二氧化碳激光治疗后,创面行每日 4 次生理盐水清洁+外用重组人粒细胞巨噬细胞刺激因子

凝胶治疗,用药后暴露治疗,至痂皮全部脱落。治疗后 5 d 内避免水洗,5 d 后局部无红肿渗出可清水淋浴,禁用皮肤清洗剂;2 周内严禁游泳、浸浴、汗蒸等长时间接触水的活动。痂皮脱落后注意防晒。

1.5 观测指标

1.5.1 瘢痕评分 首次强脉冲光治疗前(以下称首次治疗前)及末次二氧化碳激光治疗后 3 个月(以下称末次治疗后)由 2 名经验丰富的临床医师按照 VSS 对患儿瘢痕的色泽、血管分布、厚度、柔软度进行评分并记录总分,如 2 名医师评分不一致则取中间值。

1.5.2 瘢痕充血程度 首次治疗前及末次治疗后,采用 Antera 3D[®]相机(爱尔兰 Miravex 公司)测量患儿瘢痕血红蛋白水平,以此表示瘢痕充血程度。将相机连接电源及电脑,打开配套图像采集及分析软件,将图像采集探头放置在瘢痕中心部位垂直于皮肤平面,采集图像。在软件中选择 haemoglobin 选项,于图像中心框选直径 2 cm 圆形区域,记录软件计算出的结果,即为患儿瘢痕血红蛋白水平。

1.5.3 治疗相关情况 统计本组患儿强脉冲光治疗次数,强脉冲光及二氧化碳激光单次治疗时间、采用的麻醉方式及静脉-吸入复合麻醉时间。

1.5.4 医患双方疗效满意度 末次治疗后,对施行治疗的医方和接受治疗的患儿或患儿家长分别采用李克特量表中的 5 级评分标准^[16]进行针对瘢痕疗效的满意度调查,其中非常满意、比较满意、一般满意、不太满意、很不满意分别对应 5、4、3、2、1 分。

1.5.5 不良反应 记录治疗全程患儿产生的不良反应,包括水疱、炎症性色素沉着、瘢痕增生加重、感染、红疹等皮肤不良反应及呼吸暂停等麻醉相关不良反应。

1.6 统计学处理

采用 SPSS 25.0 统计软件进行处理。计量资料中正态分布数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,行配对样本 *t* 检验;非正态分布数据以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,行 Wilcoxon 符号秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 瘢痕评分

本组患儿末次治疗后的瘢痕 VSS 评分中的色泽、血管分布、厚度、柔软度评分及总分均明显低于首次治疗前($P < 0.01$)。见表 1。

表 1 145 例烧伤后早期增生性瘢痕患儿采用强脉冲光和二氧化碳激光序贯治疗前后用温哥华瘢痕量表评定的瘢痕评分比较[分, $M(P_{25}, P_{75})$]

项目	首次治疗前	末次治疗后	Z 值	P 值
色泽	2(2,3)	2(0,2)	-6.05	<0.001
血管分布	3(2,3)	1(0,1)	-10.34	<0.001
厚度	2(2,3)	1(0,1)	-9.84	<0.001
柔软度	2(1,2)	1(0,1)	-9.28	<0.001
总分	9(7,10)	3(2,5)	-10.43	<0.001

注:末次治疗后为末次二氧化碳激光治疗后 3 个月

2.2 瘢痕充血程度

本组患儿末次治疗后瘢痕血红蛋白水平为 1.86 ± 0.24 , 明显低于首次治疗前的 2.27 ± 0.32 ($t=17.65, P<0.001$)。

2.3 治疗相关情况

本组患儿共行强脉冲光治疗 411 次, 每人 (2.8 ± 0.6) 次, 单次治疗时间 35(20, 45)s, 无麻醉治疗 392 次(95.38%)、静脉-吸入复合麻醉治疗 19 次(4.62%), 静脉-吸入复合麻醉时间 6(5, 8)min; 二氧化碳激光单次治疗时间 5(3, 10)min, 表面麻醉治疗 364 次(83.68%)、静脉-吸入复合麻醉治疗 71 次(16.32%), 静脉-吸入复合麻醉时间 10(8, 15)min。

2.4 医患双方疗效满意度

末次治疗后, 医方和患方的疗效满意度评分分别为 (4.3 ± 0.7) 、 (3.8 ± 1.0) 分。

2.5 不良反应

5 例患儿强脉冲光治疗后发生水疱, 水疱引流后自然愈合; 1 例患儿二氧化碳激光治疗后皮肤局部发生感染, 皮肤红肿伴脓性渗出物, 经皮肤消毒+外用莫匹罗星软膏 3 d 后好转; 所有患儿均无炎症性色素沉着、瘢痕增生加重、红疹等皮肤不良反应

或麻醉相关不良反应发生。

2.6 典型病例

患儿男, 21 个月, 左手沸水烫伤后形成增生性瘢痕, 瘢痕面积 1%TBSA, 瘢痕形成后 68 d 开始治疗, 瘢痕充血、增生、质硬伴瘙痒。首次治疗前 VSS 评分总分 10 分, 瘢痕血红蛋白水平 2.34。行无麻醉强脉冲光治疗 2 次, 单次治疗时间分别为 15、10 s; 行表面麻醉二氧化碳激光治疗 3 次, 单次治疗时间均为 1 min。末次治疗后瘢痕充血消退, 增生明显减轻, 质地柔软, VSS 评分总分 4 分; 瘢痕血红蛋白水平 1.65; 医患双方对瘢痕疗效满意度均为 5 分。治疗期间无不良反应。见图 1。

3 讨论

小儿烧伤后不仅创面修复过程给患儿带来肉体上的痛苦, 深度烧伤愈合后形成的增生性瘢痕还影响患儿外观, 甚至影响患儿生长发育并导致其心理上的创伤^[10]。小儿烧伤瘢痕因患儿年龄、发育等特点, 增生期较成人更长, 常持续 6 个月或更长时间才开始逐渐退缩软化^[17]。早期瘢痕治疗的目的主要是预防瘢痕过度增生和挛缩, 促进瘢痕尽早开始退缩软化, 以避免或减轻肢体畸形及功能障碍^[18-19]。因此, 本研究选择在瘢痕形成 6 个月内的瘢痕增生期开始治疗。光电治疗为目前预防和治疗增生性瘢痕的主要手段^[20], 但光电治疗的介入时机、种类选择、治疗方案等仍存在较大争议^[21]。

强脉冲光是光电治疗中的一种, 利用选择性光热解原理, 以血红蛋白为靶基, 使得血红蛋白因光热作用产生变性, 使毛细血管部分闭塞退化^[22], 从而抑制瘢痕增生, 缩短瘢痕增生期^[23]。强脉冲光与临床较多应用的脉冲染料激光^[24-26]相比, 治疗即刻



图 1 采用强脉冲光与二氧化碳激光序贯治疗患儿左手沸水烫伤后增生性瘢痕。1A.首次治疗前, 瘢痕增生、颜色鲜红; 1B.2 次强脉冲光、1 次二氧化碳激光治疗后, 瘢痕颜色转为暗紫, 瘢痕周围增生略缓解; 1C.2 次强脉冲光、2 次二氧化碳激光治疗后, 瘢痕中心粉红, 周围颜色基本正常, 增生较图 1B 进一步缓解, 周围基本平整; 1D.2 次强脉冲光、3 次二氧化碳激光治疗后, 瘢痕除中心略增生外其余瘢痕颜色平整度均接近正常皮肤

造成的皮肤反应、不良反应较轻^[27],对增生性瘢痕质地改善也有良好的疗效^[28]。所以本研究选择强脉冲光治疗烧伤患儿早期增生性瘢痕。二氧化碳激光利用局灶性光热解原理,抑制Fb过度增殖、启动再生修复程序^[29-30],不但能改善瘢痕的质地及外观,还能明显改善瘢痕引起的疼痛及瘙痒^[31]。

一些研究应用不同激光联合治疗增生性瘢痕,取得一定效果^[32-33]。但增生性瘢痕不同时期病理生理学特点存在动态变化,早期的主要病理特点是前期毛细血管异常增多,后期Fb过度增殖、胶原等结缔组织基质过度沉积,并且三者互相影响^[34]。强脉冲光治疗可抑制瘢痕组织内增多的血管,二氧化碳激光可抑制过度增生的Fb。所以,本研究采用强脉冲光与二氧化碳激光序贯治疗,对应了增生性瘢痕发展的病理生理学特点,这可能是本研究中治疗后患儿VSS各项评分均明显改善、疗效良好的原因。

瘢痕充血程度为瘢痕增生期的重要评估指标,VSS缺乏客观性及精确性^[35],而Antera 3D®相机可根据皮肤颜色精细化评估瘢痕充血程度^[36]。本研究结果显示末次治疗后患儿瘢痕血红蛋白水平明显降低,客观上验证了本研究治疗方案的有效性。

既往研究显示,对瘢痕患者行光电治疗时患者疼痛明显,烧伤患儿常需全身麻醉^[37],而家长常因担心麻醉风险而不选择麻醉,从而影响治疗。本研究中,绝大多数患儿(95.38%)无须麻醉即可耐受强脉冲光治疗,且单次治疗时间较短;多数患儿(83.68%)采用表面麻醉即可耐受二氧化碳激光治疗,采用静脉-吸入复合麻醉时间较短,且未出现麻醉相关不良反应。本研究中的治疗方案治疗速度较快、麻醉风险较低,适合小儿的生理及心理特点,避免或减轻了患儿家长对麻醉风险的担心,减轻了患儿的心理恐惧,治疗舒适性较好,最终医患双方的疗效满意度较高。

本研究应用强脉冲光与二氧化碳激光序贯治疗烧伤患儿增生性瘢痕,早期介入,最早于瘢痕形成19d治疗,5例患儿强脉冲光治疗后发生水疱,考虑为治疗能量偏高、激光局部热作用所致;1例患儿二氧化碳激光治疗后皮肤局部发生感染,考虑为皮肤清洁不足所致。发生皮肤不良反应的患儿治疗结束后瘢痕情况均较首次治疗前改善,未发生瘢痕增生加重等不良反应。

本研究仍存在一些不足,因首次治疗前沟通中患儿家长不接受无治疗对照,故未设空白对照组,

且为回顾性研究,存在一定局限性。另外,本序贯治疗方案中的治疗参数的影响,以及与单一激光或其他光电联合治疗方案的疗效对比,仍需进一步前瞻性随机对照试验加以探讨。虽然存在以上不足,本研究仍初步证明了此治疗方案的有效性及其安全性。

综上所述,应用强脉冲光与二氧化碳激光序贯治疗烧伤患儿早期增生性瘢痕疗效明显,医患双方满意度较高,不良反应少,值得临床推广应用。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Sanyaolu L, Javed MU, Eales M, et al. A 10 year epidemiological study of paediatric burns at the Welsh Centre for Burns and Plastic Surgery[J]. Burns, 2017, 43(3):632-637. DOI:10.1016/j.burns.2016.10.004.
- [2] 陈向军, 闫德雄, 高国珍, 等. 15年间16595例烧伤儿童资料分析[J]. 中华烧伤杂志, 2013, 29(1):6-10. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2013.01.003.
- [3] 汤勇, 王良喜, 陈俊杰, 等. 多中心严重烧伤住院患儿流行病学调查分析[J]. 中华烧伤杂志, 2016, 32(10):599-605. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2016.10.006.
- [4] Burd A, Yuen C. A global study of hospitalized paediatric burn patients[J]. Burns, 2005, 31(4):432-438. DOI:10.1016/j.burns.2005.02.016.
- [5] 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.
- [6] Wallace HJ, Fear MW, Crowe MM, et al. Identification of factors predicting scar outcome after burn injury in children: a prospective case-control study[J/OL]. Burns Trauma, 2017, 5:19[2020-12-14]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28680887/>. DOI:10.1186/s41038-017-0084-x.
- [7] 齐鸿燕. 儿童瘢痕的管理策略[J]. 中华烧伤杂志, 2019, 35(10):712-714. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2019.10.002.
- [8] Valladares-Poveda S, Avendaño-Leal O, Castillo-Hidalgo H, et al. A comparison of two scar massage protocols in pediatric burn survivors[J]. Burns, 2020, 46(8):1867-1874. DOI:10.1016/j.burns.2020.05.013.
- [9] Wiseman J, Simons M, Kimble R, et al. Effectiveness of topical silicone gel and pressure garment therapy for burn scar prevention and management in children: study protocol for a randomised controlled trial[J]. Trials, 2017, 18(1):72. DOI:10.1186/s13063-017-1820-z.
- [10] Meng FY, Zuo KJ, Amar-Zifkin A, et al. Pediatric burn contractures in low- and lower middle-income countries: a systematic review of causes and factors affecting outcome[J]. Burns, 2020, 46(5):993-1004. DOI:10.1016/j.burns.2019.06.001.
- [11] Moiem N, Mathers J, Jones L, et al. Pressure garment to prevent abnormal scarring after burn injury in adults and children: the PEGASUS feasibility RCT and mixed-methods study[J]. Health Technol Assess, 2018, 22(36):1-162. DOI:10.3310/hta22360.
- [12] 中国临床瘢痕防治专家共识制定小组. 中国临床瘢痕防治专家共识[J/CD]. 中华损伤与修复杂志:电子版, 2017, 12(6):401-406. DOI:10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2017.06.001.
- [13] 光电技术治疗皮肤创伤性瘢痕专家共识(2018版)编写组. 光电技术治疗皮肤创伤性瘢痕专家共识(2018版)[J]. 中华烧伤杂志, 2018, 34(9):593-597. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.09.007.

- [14] Fu XJ, Dong JY, Wang S, et al. Advances in the treatment of traumatic scars with laser, intense pulsed light, radiofrequency, and ultrasound [J/OL]. *Burns Trauma*, 2019, 7:1[2020-12-14]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30723753/>. DOI:10.1186/s41038-018-0141-0.
- [15] Lv KY, Xia ZF, Chinese consensus panel on the prevention and treatment of scars. Chinese expert consensus on clinical prevention and treatment of scar [J/OL]. *Burns Trauma*, 2018, 6:27[2020-12-14]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30263894/>. DOI:10.1186/s41038-018-0129-9.
- [16] Pukancsik D, Kelemen P, Gulyás G, et al. Clinical experiences with the use of ULTRAPRO® mesh in single-stage direct-to-implant immediate postmastectomy breast reconstruction in 102 patients: a retrospective cohort study [J]. *Eur J Surg Oncol*, 2017, 43(7):1244-1251. DOI:10.1016/j.ejso.2017.01.236.
- [17] 李勇, 许瑾, 刘继松, 等. 小儿深度烧伤后瘢痕畸形的预防及治疗 [J]. *蚌埠医学院学报*, 2015, 40(4):470-473. DOI:10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2015.04.017.
- [18] 中国整形美容协会瘢痕医学分会. 瘢痕早期治疗全国专家共识 (2020 版) [J]. *中华烧伤杂志*, 2021, 37(2): 113-125. DOI:10.3760/cma.j.cn501120-20200609-00300.
- [19] Karmisholt KE, Haerskjold A, Karlsmark T, et al. Early laser intervention to reduce scar formation - a systematic review [J]. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 2018, 32(7):1099-1110. DOI:10.1111/jdv.14856.
- [20] Willows BM, Ilyas M, Sharma A. Laser in the management of burn scars [J]. *Burns*, 2017, 43(7):1379-1389. DOI:10.1016/j.burns.2017.07.001.
- [21] Khetarpal S, Kaw U, Dover JS, et al. Laser advances in the treatment of burn and traumatic scars [J]. *Semin Cutan Med Surg*, 2017, 36(4):185-191. DOI:10.12788/j.sder.2017.030.
- [22] Wat H, Wu DC, Rao J, et al. Application of intense pulsed light in the treatment of dermatologic disease: a systematic review [J]. *Dermatol Surg*, 2014, 40(4):359-377. DOI:10.1111/dsu.12424.
- [23] Vrijman C, van Drooge AM, Limpens J, et al. Laser and intense pulsed light therapy for the treatment of hypertrophic scars: a systematic review [J]. *Br J Dermatol*, 2011, 165(5): 934-942. DOI:10.1111/j.1365-2133.2011.10492.x.
- [24] 李娜, 杨丽, 程静, 等. 脉冲染料激光与超脉冲点阵二氧化碳激光治疗烧伤后增生性瘢痕的临床对比研究 [J]. *中华烧伤杂志*, 2018, 34(9):603-607. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.09.009.
- [25] 谢卫国, 雷芳, 王娟, 等. 序贯激光治疗早期增生性烧伤瘢痕的临床效果 [J]. *中华烧伤杂志*, 2018, 34(9):615-623. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.09.011.
- [26] 雷颖, 欧阳华伟, 谭军. 脉冲染料激光联合超脉冲点阵二氧化碳激光治疗小儿早期烧伤瘢痕的效果 [J]. *中华烧伤杂志*, 2020, 36(5): 357-362. DOI:10.3760/cma.j.cn501120-20200224-00084.
- [27] Bellew SG, Weiss MA, Weiss RA. Comparison of intense pulsed light to 595-nm long-pulsed pulsed dye laser for treatment of hypertrophic surgical scars: a pilot study [J]. *J Drugs Dermatol*, 2005, 4(4):448-452.
- [28] Hultman CS, Friedstat JS, Edkins RE. Efficacy of intense pulsed light for the treatment of burn scar dyschromias: a pilot study to assess patient satisfaction, safety, and willingness to pay [J]. *Ann Plast Surg*, 2015, 74 Suppl 4:S204-208. DOI:10.1097/SAP.0000000000000447.
- [29] Patel SP, Nguyen HV, Mannschreck D, et al. Fractional CO₂ laser treatment outcomes for pediatric hypertrophic burn scars [J]. *J Burn Care Res*, 2019, 40(4):386-391. DOI:10.1093/jbcr/irz046.
- [30] 雷颖, 李石峰, 喻亿玲, 等. 不同超脉冲二氧化碳点阵激光模式联合治疗面颈部增生性瘢痕的临床效果 [J]. *中华烧伤杂志*, 2016, 32(8):474-478. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2016.08.007.
- [31] Levi B, Ibrahim A, Mathews K, et al. The use of CO₂ fractional photothermolysis for the treatment of burn scars [J]. *J Burn Care Res*, 2016, 37(2):106-114. DOI:10.1097/BCR.0000000000000285.
- [32] Daoud AA, Gianatasio C, Rudnick A, et al. Efficacy of combined intense pulsed light (IPL) with fractional CO₂-laser ablation in the treatment of large hypertrophic scars: a prospective, randomized control trial [J]. *Lasers Surg Med*, 2019, 51(8):678-685. DOI:10.1002/lsm.23092.
- [33] Zuccaro J, Muser I, Singh M, et al. Laser therapy for pediatric burn scars: focusing on a combined treatment approach [J]. *J Burn Care Res*, 2018, 39(3):457-462. DOI:10.1093/jbcr/irx008.
- [34] 姜笃银, 付小兵, 陈伟, 等. 血管生成因子及其受体过表达与瘢痕疙瘩侵袭性生长 [J]. *中华整形外科杂志*, 2004, 20(2): 128-131. DOI:10.3760/j.issn.1009-4598.2004.02.016.
- [35] 柯俐安, 杨军. 增生性瘢痕无创性评估策略及方法 [J]. *组织工程与重建外科杂志*, 2016, 12(4):262-265. DOI:10.3969/j.issn.1673-0364.2016.04.015.
- [36] 谢春晖, 高欣欣, 贾冀斌, 等. Antera 3D® 相机在瘢痕疙瘩治疗效果评估中的临床应用 [J]. *中华烧伤杂志*, 2018, 34(2): 117-119. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.02.012.
- [37] Wong BM, Keilman J, Zuccaro J, et al. Anesthetic practices for laser rehabilitation of pediatric hypertrophic burn scars [J]. *J Burn Care Res*, 2017, 38(1):e36-e41. DOI:10.1097/BCR.0000000000000427.

(收稿日期: 2020-12-14)

·《Burns & Trauma》好文推荐·

激光治疗增生性烧伤瘢痕的综合评价

烧伤后常形成增生性瘢痕, 妨碍美观, 其伴随的瘙痒、疼痛症状和活动受限等影响患者的生活质量。激光和光疗法提供了一种微创和低风险的治疗方法, 术后恢复期短。研究表明激光治疗可使瘢痕变薄, 瘙痒和神经源性疼痛减轻, 改善瘢痕的色素沉着、充血、柔韧性和质地, 降低手术概率。美国 Johns Hopkins 大学 C Scott Hultman 教授团队近期在《Burns & Trauma》杂志发文《Laser management of hypertrophic burn scars: a comprehensive review》, 综述了激光治疗增生性烧伤瘢痕的发展, 不同类型激光的工作原理、适应证、注意事项和术后管理。

本文引用格式: Klifto KM, Asif M, Hultman CS. Laser management of hypertrophic burn scars: a comprehensive review [J/OL]. *Burns Trauma*, 2020, 8: tkz002[2021-03-01]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32346540/>. DOI: 10.1093/burnst/tkz002.

刘成阳, 编译自《Burns Trauma》, 2020, 8: tkz002; 谢卫国, 审校