

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.11.046

优化激光治疗参数对面部烧伤后增生性瘢痕患者 瘢痕改善情况的影响

徐芒¹, 傅繁誉²

(1. 宜宾学院, 四川 宜宾 644000;

2. 宜宾市第二人民医院, 四川 宜宾 644000)

[摘要]目的 探究在接受非剥脱点阵激光治疗的面部烧伤后增生性瘢痕患者中应用优化激光治疗参数对其瘢痕改善情况的影响。方法 选取2021年1月-2024年6月宜宾市第二人民医院收治的60例面部烧伤后增生性瘢痕患者为研究对象, 采用随机数字表法分为对照组和试验组, 每组30例。两组均接受非剥脱点阵激光治疗, 对照组采用常规激光治疗参数, 试验组采用优化激光治疗参数, 比较两组瘢痕改善情况及治疗效果。结果 试验组治疗3、6个月后色泽、柔软度、血管分布及厚度评分均低于对照组 ($P<0.05$); 试验组治疗3、6个月后瘙痒、柔韧度、疼痛及感觉异常症状评分均低于对照组 ($P<0.05$); 试验组治疗总有效率 (93.33%) 高于对照组 (73.33%) ($P<0.05$)。结论 在非剥脱点阵激光治疗中优化激光治疗参数可有效改善面部烧伤后增生性瘢痕患者的瘢痕情况, 治疗效果良好。

[关键词] 面部烧伤; 增生性瘢痕; 激光治疗参数; 瘢痕改善情况

[中图分类号] R619+.6

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949 (2025) 11-0182-04

Effect of Optimized Laser Treatment Parameters on Scar Improvement in Patients with Facial Post-burn Hypertrophic Scar

XU Mang¹, FU Fanyu²

(1. Yibin University, Yibin 644000, Sichuan, China;

2. The Second People's Hospital of Yibin, Yibin 644000, Sichuan, China)

[Abstract]**Objective** To investigate the effect of optimized laser treatment parameters on scar improvement in patients with facial post-burn hypertrophic scar treated with non-ablative fractional laser. **Methods** A total of 60 patients with facial post-burn hypertrophic scar admitted to the Second People's Hospital of Yibin from January 2021 to June 2024 were selected as the research subjects. According to the random number table method, they were divided into the control group and the experimental group, with 30 patients in each group. Both groups received non-ablative fractional laser treatment, the control group was given conventional laser treatment parameters, and the experimental group was given optimized laser treatment parameters. The scar improvement and treatment effect were compared between the two groups. **Results** The scores of colour, softness, vascular distribution and thickness in the experimental group at 3 and 6 months after treatment were lower than those in the control group ($P<0.05$). The scores of pruritus, flexibility, pain and abnormal sensation in the experimental group at 3 and 6 months after treatment were lower than those in the control group ($P<0.05$). The total effective rate of treatment in the experimental group (93.33%) was higher than that in the control group (73.33%) ($P<0.05$). **Conclusion** Optimized laser treatment parameters in non-ablative fractional laser treatment can effectively improve the scar condition of patients with facial post-burn hypertrophic scar, with good treatment effect.

[Key words] Facial burn; Hypertrophic scar; Laser treatment parameters; Scar improvement

烧伤 (burn) 是由热力、电能、化学物质、放射线等因素作用于人体, 导致皮肤或其他组织器官的损伤。面部烧伤常导致皮肤结构与功能的严重破坏, 愈合后易形成增生性瘢痕, 伴随色素沉着, 不仅影响外观, 还会造成心理创伤。常规非剥脱点阵激光治疗多采用高能量、单脉冲、低频率参数组合, 虽能在一定程度上改善瘢痕质地, 但存在色素加深、红斑水肿等不良反应发生率高、个体耐受性差的问题。随着激光技术的发展, 逐渐兴起低能量、多脉冲、变频输出等优化参数组合, 在减轻热损伤的同时, 增强了对黑素代谢及胶原重塑的分层温和刺激作用, 有望实现更安全、更有效的瘢痕与色素双重靶向治疗^[1, 2]。本研究结合2021年1月-2024年6月宜宾市第二人民医院收治的60例面部烧伤后增生性瘢痕患者临床资料, 旨在探究优化激光治疗参数对面部烧伤后增生性瘢痕患者瘢痕改善情况的影响, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2021年1月-2024年6月宜宾市第二人民医院收治的60例面部烧伤后增生性瘢痕患者为研究对象, 采用随机数字表法分为对照组和试验组, 每组30例。对照组男17例, 女13例; 年龄18~45岁, 平均年龄(31.40±3.20)岁; 烧伤类型: 热液烫伤18例, 火焰烧伤9例, 化学灼伤3例。试验组男16例, 女14例; 年龄19~46岁, 平均年龄(32.10±3.05)岁; 烧伤类型: 热液烫伤17例, 火焰烧伤10例, 化学灼伤3例。两组性别、年龄及烧伤类型比较, 差异无统计学意义($P>0.05$), 研究可比。本研究患者均知情同意并签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准: 年龄18~50岁; 面部烧伤后形成增生性瘢痕伴有肉眼可见的色素沉着, 瘢痕形成时间在6个月以上且病情稳定; 无系统性疾病, 能配合治疗及随访; 近3个月未接受其他激光或药物治疗。排除标准: 瘢痕组织存在活动性炎症或溃疡; 合并严重心肝肾功能障碍或凝血异常者; 妊娠期或哺乳期女性; 有光敏性疾病或正在服用光敏性药物者; 合并精神障碍或依从性差者。

1.3 方法 本研究所有患者均采用1565 nm非剥脱点阵激光仪(以色列Lumenis公司, 国械注进20183221811, 型号: M22 ResurFX)进行治疗, 治疗均由同一专业皮肤科激光团队执行,

统一操作流程与参数设定, 术前均签署知情同意书。

1.3.1 对照组 采用常规激光治疗参数: 波长为1565 nm, 能量密度设定为6 J/cm², 单脉冲模式, 频率3 Hz, 点距400 μm。冷却系统设置为中等强度冷却(约5~8 ℃), 治疗深度控制在中表皮至浅真皮层。治疗区域为瘢痕中心及周边2 mm缓冲区, 每次治疗总能量不超过2000 J。术前使用复方利多卡因乳膏局部麻醉30 min。治疗频次为1次/月, 连续治疗3次。术后指导使用表皮生长因子凝胶外涂, 2次/d, 持续使用4周, 并嘱患者严格防晒^[3]。

1.3.2 试验组 采用优化激光治疗参数: 波长为1565 nm, 能量密度设定为3 J/cm², 采用多脉冲叠加输出模式(2~3次叠加), 频率5 Hz, 点距300 μm; 引入变频脉冲输出模式, 交替输出短波与长波脉冲以增强色素靶向吸收与真皮层刺激效应; 冷却系统设定为高强度冷却(约4 ℃), 以减少热损伤。术前麻醉、治疗频次及术后处理与对照组一致。

1.4 观察指标

1.4.1 评估两组瘢痕情况 治疗前及治疗后3、6个月采用温哥华瘢痕量表(Vancouver Scar Scale, VSS)及北卡罗莱纳大学(UNC)瘢痕量表进行评估。VSS量表从色泽(0~3分)、柔韧度(0~4分)、血管分布(0~3分)和厚度(0~5分)4个维度进行评估, 总分为0~15分, 得分越高表示瘢痕越严重。USS量表包括瘙痒(0~3分)、柔韧度(0~3分)、疼痛(0~3分)、感觉异样(0~3分)4个维度, 总分为0~12分, 得分越高表示瘢痕程度越重。

1.4.2 评估两组临床疗效 治疗后瘢痕色素明显减退、边界变模糊、质地柔软为显效; 色素较前减轻、质地略有改善为有效; 无明显变化为无效^[4]。总有效率=显效率+有效率。

1.5 统计学方法 采用SPSS 26.0统计学软件进行数据分析, 计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示, 行 t 检验; 计数资料以[n(%)]表示, 行 χ^2 检验; $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组VSS评分比较 试验组治疗3、6个月后色泽、柔软度、血管分布及厚度评分均低于对照组($P<0.05$), 见表1。

2.2 两组UNC评分比较 试验组治疗3、6个月后瘙

痒、柔韧度、疼痛及感觉异常症状评分均低于对照组 ($P < 0.05$), 见表2。

2.3 两组临床疗效比较 试验组治疗总有效率高于对照组 ($P < 0.05$), 见表3。

表1 两组 VSS 评分比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	n	色泽			柔软度		
		治疗前	治疗3个月后	治疗6个月后	治疗前	治疗3个月后	治疗6个月后
对照组	30	1.91 ± 0.02	1.44 ± 0.36	1.12 ± 0.34	2.94 ± 0.48	2.21 ± 0.41	1.70 ± 0.39
试验组	30	1.93 ± 0.01	1.13 ± 0.33	0.73 ± 0.29	2.97 ± 0.46	1.63 ± 0.37	0.98 ± 0.35
t		0.184	6.655	9.901	0.253	5.832	7.141
P		> 0.05	< 0.05	< 0.05	> 0.05	< 0.05	< 0.05

组别	n	血管分布			厚度		
		治疗前	治疗3个月后	治疗6个月后	治疗前	治疗3个月后	治疗6个月后
对照组	30	2.34 ± 0.36	2.09 ± 0.32	1.68 ± 0.28	2.76 ± 0.51	2.01 ± 0.47	1.28 ± 0.39
试验组	30	2.37 ± 0.39	1.58 ± 0.30	0.93 ± 0.24	2.70 ± 0.49	1.39 ± 0.42	0.73 ± 0.31
t		0.299	6.217	10.153	0.456	5.446	6.407
P		> 0.05	< 0.05	< 0.05	> 0.05	< 0.05	< 0.05

表2 两组 UNC 评分比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	n	瘙痒			柔韧度		
		治疗前	治疗3个月后	治疗6个月后	治疗前	治疗3个月后	治疗6个月后
对照组	30	2.81 ± 0.12	2.44 ± 0.36	1.92 ± 0.34	2.74 ± 0.18	2.21 ± 0.41	1.70 ± 0.39
试验组	30	2.83 ± 0.11	1.87 ± 0.33	1.13 ± 0.29	2.77 ± 0.16	1.63 ± 0.37	0.98 ± 0.35
t		0.184	6.655	9.901	0.253	5.832	7.141
P		> 0.05	< 0.05	< 0.05	> 0.05	< 0.05	< 0.05

组别	n	疼痛			感觉异常		
		治疗前	治疗3个月后	治疗6个月后	治疗前	治疗3个月后	治疗6个月后
对照组	30	2.71 ± 0.16	2.09 ± 0.32	1.68 ± 0.28	2.76 ± 0.11	2.01 ± 0.47	1.28 ± 0.39
试验组	30	2.71 ± 0.19	1.58 ± 0.30	0.93 ± 0.24	2.70 ± 0.19	1.39 ± 0.42	0.73 ± 0.31
t		0.299	6.217	10.153	0.456	5.446	6.407
P		> 0.05	< 0.05	< 0.05	> 0.05	< 0.05	< 0.05

表3 两组临床疗效比较 [n (%)]

组别	n	显效	有效	无效	总有效率
对照组	30	10 (33.33)	12 (40.00)	8 (26.67)	22 (73.33)
试验组	30	18 (60.00)	10 (33.33)	2 (6.67)	28 (93.33)*

注: *与对照组比较, $\chi^2=5.217$, $P < 0.05$ 。

3 讨论

增生性瘢痕伴色素沉着是面部烧伤后常见的慢性后遗症问题, 其发生机制涉及创面修复过程中

黑素代谢紊乱、真皮层胶原沉积过度以及慢性炎症微环境激活等因素^[5]。瘢痕初期常表现为色素加深、血管扩张与组织增生, 晚期则易遗留色素

沉着、质地僵硬与感觉异常，严重影响患者外观和心理状态^[6]。近年来，非剥脱点阵激光因其恢复期短、热损伤控制良好，逐渐成为治疗此类问题的重要工具。其机制在于通过微热刺激激活真皮层胶原重塑与色素代谢调节，实现瘢痕与色素的双重干预^[7]。

本研究结果显示，试验组治疗3、6个月后色泽、柔软度、血管分布及厚度评分均低于对照组 ($P < 0.05$)；试验组治疗总有效率高于对照组 ($P < 0.05$)，表明优化激光参数能更有效地改善瘢痕的色素、质地与厚度等外观表现。分析原因，优化参数采用低能量 (3 J/cm^2)、多脉冲叠加与变频输出组合，相较常规的高能单脉冲方式可减少表皮热积聚，降低黑素细胞的热损伤风险，同时更均匀地激活黑素代谢，促进色素分布均衡^[8]。变频输出则通过交替激发不同深度组织层，可增强对表皮色素和真皮纤维的分层刺激作用，在软化瘢痕与控制色素沉着方面形成协同效应^[9, 10]。柔软度与厚度改善机制可能与点阵激光对胶原组织产生的“可控微损伤”效应有关，刺激成纤维细胞活性，促进新生I型与III型胶原有序排列，从而改善组织结构^[11]。此外，血管分布评分下降可能反映激光对异常扩张毛细血管的凝固作用，有助于稳定局部微循环，减少瘢痕持续增生的刺激因素^[12, 13]。试验组治疗3、6个月后瘙痒、柔韧度、疼痛及感觉异常症状评分均低于对照组 ($P < 0.05$)，说明优化参数在改善患者的瘢痕瘙痒、柔韧度、疼痛及感觉异常症状方面具有优势。一方面，多脉冲低热量输出减少对神经末梢的损伤与刺激，有助于减轻瘢痕区异常敏感与神经症状^[14]；另一方面，配套高强度冷却系统（约 $4 \text{ }^\circ\text{C}$ ）的使用也有效提升了治疗舒适性，有利于进一步提升患者的依从性^[15]。

综上所述，在非剥脱点阵激光治疗中优化激光治疗参数可有效改善面部烧伤后增生性瘢痕患者的瘢痕情况，治疗效果良好，值得临床应用。面部作为高暴露区域，对疗效、安全性和美容需求要求更高，临床中应重视参数的个体化设定与组合优化。后续研究建议扩大样本量并延长随访周期，以进一步验证其长期稳定性与疗效持久性。

[参考文献]

[1]彭金梅,温印,聂开瑜.增生性瘢痕早期防治的临床现状及展望[J].遵义医科大学学报,2024,47(12):1241-1248.

- [2]袁靖,王卫粮,周华.光学疗法联合维芎瘢痕霜治疗烧伤后增生性瘢痕的疗效[J].中国激光医学杂志,2024,33(4):214-219,239.
- [3]赵茜,马瑛.瘢痕注射联合手术切除激光治疗面部增生性瘢痕疗效及对VSS评分和瘙痒评分的影响[J].河北医学,2023,29(3):406-411.
- [4]赵文利,石雪芹,邹晓梅,等.倍舒痕硅凝胶联合长脉宽1064 nm Nd:YAG激光治疗面部烧伤后色素沉着[J].中国美容医学,2023,32(7):90-93.
- [5]时磊,于群,张琦,等.超脉冲点阵CO₂激光联合维芎瘢痕霜治疗面部烧伤后增生性瘢痕疗效观察[J].中国美容医学,2023,32(1):111-114.
- [6]骆婧,宁金斌,赵红维,等.脉冲染料激光联合CO₂点阵激光治疗烧伤后增生性瘢痕疗效评价[J].中国美容医学,2020,29(12):43-46.
- [7]侯智慧,谷明娟.长脉宽1064 nm激光治疗烧伤后面部皮肤色素沉着的疗效观察[J].内蒙古医科大学学报,2020,42(6):643-644,651.
- [8]黄娜,文辉才,黄进军,等.人工点阵CO₂激光治疗增生性瘢痕的临床疗效观察[J].中国美容整形外科杂志,2020,31(11):647-649.
- [9]李晨曦.5-氨基酮戊酸的光动力疗法联合二氧化碳激光对痤疮增生性瘢痕治疗效果的临床研究[D].遵义:遵义医学院,2018.
- [10]王娜,李晴,张婷芳,等.铒激光对化脓性肉芽肿患者皮损恢复、疼痛和瘢痕分级的治疗效果[J].中国临床医生杂志,2024,52(7):846-849.
- [11]张世奇,李海航,吕开阳,等.强脉冲激光联合压力疗法治疗深度烧伤增生性瘢痕疗效观察[J].中国烧伤创疡杂志,2018,30(1):60-63.
- [12]姜筱唐,邱晓圆,杨琪,等.曲安奈德联合595 nm脉冲染料激光治疗术后早期切口增生性瘢痕效果[J].青岛大学学报(医学版),2024,60(4):557-560.
- [13]侯智慧,谷明娟.超脉冲CO₂点阵激光治疗面部烧伤后增生性瘢痕的临床效果观察[J].中国医疗美容,2018,8(6):64-67.
- [14]张丽丹,秦晓蕾,汪艳梅,等.超脉冲CO₂点阵激光治疗痤疮瘢痕中冷空气冷却的止痛效果[J].中华医学美容杂志,2024,30(3):292-295.
- [15]黄瑞娟,王睿甲,杜伟栋,等.强脉冲光联合长脉冲1064 nm Nd:YAG激光治疗早期增生性烧伤瘢痕的临床效果[J].中华损伤与修复杂志(电子版),2024,19(2):119-126.

收稿日期: 2025-5-15 编辑: 扶田