

# 超脉冲点阵CO<sub>2</sub>激光联合窄谱强脉冲光治疗增生性瘢痕疗效观察

李永熙, 代彤彤, 时永强

(宝鸡市人民医院整形美容科 陕西 宝鸡 721000)

**[摘要]**目的: 探讨超脉冲点阵CO<sub>2</sub>激光与窄谱强脉冲光联合治疗增生性瘢痕的效果。方法: 选取2021年3月-2024年3月宝鸡市人民医院收治的增生性瘢痕患者92例, 按照随机信封法将患者分为对照组( $n=46$ , 采用窄谱强脉冲光治疗)和治疗组( $n=46$ , 在对照组的基础上采用超脉冲点阵CO<sub>2</sub>激光联合治疗), 治疗3个月后, 比较两组治疗效果、瘢痕状态[温哥华瘢痕量表(Vancouver Scar Scale, VSS)]、疼痛评分[视觉模拟评分(Visual Analogue Score, VAS)]、血清表皮生长因子(Epidermal Growth Factor, EGF)水平、转化生长因子- $\beta_1$ (Transforming Growth Factor- $\beta_1$ , TGF- $\beta_1$ )水平及不良反应发生情况。结果: 相较于对照组, 治疗组治疗总有效率更高( $P<0.05$ ); 治疗后, 两组VSS、VAS评分及血清EGF、TGF- $\beta_1$ 水平均低于治疗前, 且治疗组低于对照组( $P<0.05$ ); 两组不良反应总发生率差异无统计学意义( $P>0.05$ )。结论: 超脉冲点阵CO<sub>2</sub>激光与窄谱强脉冲光联合治疗增生性瘢痕患者疗效显著, 能够修复瘢痕状况, 减轻疼痛, 促进瘢痕消退, 且安全性佳, 值得推广应用。

**[关键词]**增生性瘢痕; 超脉冲点阵CO<sub>2</sub>激光; 窄谱强脉冲光; 美学效果

**[中图分类号]**R619.6 **[文献标志码]**A **[文章编号]**1008-6455(2026)01-0113-04

## Observation on Effect of Ultrapulse Fractional CO<sub>2</sub> Laser Combined with Narrow-band Intense Pulsed Light in the Treatment of Hypertrophic Scars

LI Yongxi, DAI Tongtong, SHI Yongqiang

(Department of Plastic and Cosmetic Surgery, Baoji People's Hospital, Baoji 721000, Shaanxi, China)

**Abstract:** **Objective** To explore the effect of ultrapulse fractional CO<sub>2</sub> laser combined with narrow-band intense pulsed light in the treatment of hypertrophic scars. **Methods** 92 patients with hypertrophic scars admitted to Baoji People's Hospital from March 2021 to March 2024 were selected and divided into control group ( $n=46$ , narrow-band intense pulsed light) and treatment group ( $n=46$ , ultrapulse fractional CO<sub>2</sub> laser on the basis of control group) according to the random envelope method. After 3 months of treatment, the therapeutic effect, scar status [Vancouver Scar Scale (VSS)], pain score [Visual Analogue Score (VAS)], serum epidermal growth factor (EGF) level, transforming growth factor- $\beta_1$  (TGF- $\beta_1$ ) level and occurrence of adverse reactions were compared between the two groups. **Results** Compared with control group, the total effective rate of treatment in treatment group was higher ( $P<0.05$ ). After treatment, the VSS score, VAS score and serum EGF and TGF- $\beta_1$  levels in the two groups were lower than those before treatment, and the scores and levels in treatment group were lower than those in control group ( $P<0.05$ ). There was no significant difference in the total incidence rate of adverse reactions between groups ( $P>0.05$ ). **Conclusion** The combination of ultrapulse fractional CO<sub>2</sub> laser and narrow-band intense pulsed light is effective in the treatment of patients with hypertrophic scars. It can repair the scar status, relieve the pain, and promote the scar regression, and it has safety.

**Key words:** hypertrophic scars; ultrapulse fractional CO<sub>2</sub> laser; narrow-band intense pulsed light; aesthetic effect

增生性瘢痕是创伤或手术后因皮肤异常愈合所致的病理状态, 其特征为瘢痕组织明显隆起、增厚, 伴随色素沉着, 常引发瘙痒及疼痛, 不仅影响美观, 还可导致心理困扰, 严重时甚至限制关节活动, 降低生活质量<sup>[1]</sup>。目前常用治疗方式包括手术切除及药物注射, 但均存在复发率高、疗效不稳定等局限<sup>[2]</sup>。随着医疗美容技术的发展, 多

种新型物理治疗手段逐渐应用于瘢痕管理<sup>[3]</sup>。窄谱强脉冲光(Narrow-band Intense Pulsed Light, NB-IPL)则依靠选择性光热效应, 作用于色素和血管靶基, 可在不损伤周围组织的情况下改善色素沉着与血管异常, 对创伤后瘢痕亦具良好疗效<sup>[4]</sup>。目前两者联合应用的美学效果报道较少, 基于此, 本研究旨在评估超脉冲点阵CO<sub>2</sub>激光联合窄谱

强脉冲光对HS的综合疗效。

## 1 资料和方法

1.1 一般资料：择取2021年3月-2024年3月宝鸡市人民医院收治的增生性瘢痕患者92例。按照随机信封法分为对照组（46例）及治疗组（46例），两组一般资料比较，差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。见表1。本研究均经患者及家属同意。本研究通过医学伦理委员会批准。

### 1.2 纳入和排除标准

1.2.1 纳入标准：①经诊断确诊为体表增生性瘢痕<sup>[5]</sup>；②年龄 $>18$ 岁；③瘢痕形成时间 $<6$ 个月；④无其他皮肤疾病；⑤瘢痕厚度 $\geq 2$  mm。

1.2.2 排除标准：①对光、麻醉药物、冷凝胶等敏感或过敏的患者；②妊娠期和哺乳期女性；③随访资料不完整或中途退出研究者；④近期进行其他瘢痕治疗者。

1.3 方法：治疗前需向患者介绍治疗的科学原理及治疗后所需关注的事项，同时，每次治疗前都要拍摄照片，以备日后参考。两组手术团队经验丰富且一致。

1.3.1 对照组：对照组采用窄谱强脉冲光治疗，治疗区域行表面麻醉后，区域外涂1~2 mm厚度的医用冷凝胶，为确保治疗过程的安全，操作者与患者都应佩戴好护目镜，采用窄谱强脉冲光治疗仪（上海涵飞医疗器械，KL-L型，器械注准20192090028）治疗，主治医师应先在耳前区进行试验性光斑治疗，观察患者的即刻反应，根据其反应调整参数：波长550~650 nm，能量密度15~20 J/cm<sup>2</sup>，光斑直径调整为2~10 mm，脉宽设定为10~13 ms，然后从耳前逐步治疗至全面部，每次治疗主治医师应重新调整参数，对于敏感性皮肤的能量设定应从低能量开始，根据反应和患者的耐受度逐步提高能量，确保瘢痕区域被全面扫描1遍。治疗结束后，清除凝胶，可用流动的冷水冲洗面部，然后冷喷或者非冰结的水冷敷。间隔2周进行1次治疗，持续3个月。

1.3.2 治疗组：治疗组在对照组基础上实施超脉冲点阵CO<sub>2</sub>激光治疗，对体表瘢痕皮肤进行清洁，并进行局部麻醉，使用保鲜膜将敷药区域包裹，持续60 min，将乳膏清洗干净，并用75%医用酒精消毒治疗区域，待干，使用点阵CO<sub>2</sub>激光治疗仪（北京宏富强瑞技术有限公司，SM10600THb型），选择SCAAR FX治疗模式，根据瘢痕具体情况设置参数进行治疗：波长10 600 nm，停留时间1~5 ms，间

隔时间1 ms，治疗密度降低至3%~5%，能量范围提升至60~120 mJ，治疗深度增加至2~4 mm，点阵覆盖率保持在30%。间隔2周进行1次治疗，持续3个月。

1.3.3 术后护理：术后48 h内建议流动冷水洁面，选择温和洁面乳，避免用力搓洗，尽量避免使用彩妆功效护肤品；皮损恢复期间，注意防晒，外出尽量避免皮肤暴露，以免遗留色素沉着；保持创口周围清洁、干燥，避免搔抓或撞击患处等，以避免创口处二次损伤。

### 1.4 观察指标

1.4.1 治疗效果：治疗3个月后，评估两组治疗效果<sup>[6]</sup>。痊愈：瘢痕质地明显改善，瘢痕面积消退 $>90\%$ ；显效：瘢痕面积消退60%~90%；好转：瘢痕面积消退30%~59%；无效：瘢痕面积消退 $<30\%$ 。总有效率=（总例数-无效例数）/总例数 $\times 100\%$ 。

1.4.2 瘢痕状态：治疗前及治疗3个月后，采用温哥华瘢痕量表（Vancouver Scar Scale, VSS）<sup>[7]</sup>评估，包括血管（3分）、柔软性（5分）、色泽（3分）及瘢痕厚度（4分），总分15分，得分与瘢痕严重程度成正比。

1.4.3 疼痛评分：治疗前及治疗3个月后，采用视觉模拟评分（Visual Analogue Score, VAS）<sup>[8]</sup>评估患者瘙痒、疼痛症状，各症状总分均10分，得分与疼痛程度成正比。

1.4.4 血清指标：治疗前及治疗3个月后，采集外周静脉血2 ml，离心处理后，保留血清，采用酶联免疫吸附法测定血清转化生长因子- $\beta_1$ （TGF- $\beta_1$ ），血清表皮生长因子（EGF），试剂盒均购自上海科艾生物技术。

1.4.5 不良反应：观察并记录两组患者治疗期间发生毛囊炎、瘙痒、色素沉着、红斑等不良反应发生情况。

1.5 统计学分析：数据分析用SPSS 24.0软件处理，计数资料如性别、瘢痕原因、瘢痕分期、治疗效果、不良反应以[例（%）]表示，采用 $\chi^2$ 检验；符合正态分布的计量资料如年龄、病程、瘢痕状态、疼痛评分、血清指标用（ $\bar{x}\pm s$ ）描述，采用 $t$ 检验，以 $P<0.05$ 为有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组治疗效果比较：治疗组治疗总有效率高于对照组（ $P<0.05$ ）。见表2。

2.2 两组VSS评分比较：治疗3个月后，两组VSS各维度评分及总评分均低于治疗前，且治疗组低于对照组（ $P<0.05$ ）。见表3。

表1 两组患者一般资料比较

( $\bar{x}\pm s$ )

组别	性别		年龄/岁	病程/月	瘢痕原因			瘢痕分期		
	男	女			烧伤	创伤	手术	早期	中期	成熟期
治疗组 (n=46)	20	26	32.85 $\pm$ 5.42	3.95 $\pm$ 0.74	14	17	15	16	19	11
对照组 (n=46)	22	24	31.68 $\pm$ 5.61	4.12 $\pm$ 1.09	12	20	14	18	15	13
$\chi^2/t$ 值	0.175		1.017	0.875	0.432			0.755		
P值	0.675		0.312	0.384	0.806			0.686		

表2 两组治疗疗效比较 [例 (%) ]

组别	疗效				总有效
	痊愈	显效	好转	无效	
治疗组 (n=46)	18 (39.13)	14 (30.43)	13 (28.26)	1 (2.17)	45 (97.83)
对照组 (n=46)	12 (26.09)	11 (23.91)	15 (32.61)	8 (17.39)	38 (82.61)
$\chi^2$ 值					6.035
P值					0.014

2.3 两组VAS评分比较：治疗3个月后，两组疼痛、瘙痒症状评分均低于治疗前，且治疗组低于对照组 ( $P < 0.05$ )。见表4。

表4 两组治疗前后VAS评分比较 ( $\bar{x} \pm s$ , 分)

组别	疼痛		瘙痒	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
治疗组 (n=46)	5.87 ± 1.37	2.24 ± 0.61*	6.97 ± 1.65	2.31 ± 0.35*
对照组 (n=46)	5.45 ± 1.49	3.26 ± 1.05*	6.75 ± 1.59	2.64 ± 0.42*
t值	1.137	4.601	0.526	3.306
P值	0.260	<0.001	0.601	0.002

注：\*表示与同组治疗前比较， $P < 0.05$ 。

2.4 两组血清指标比较：治疗3个月后，两组血清EGF、TGF- $\beta_1$ 水平均低于治疗前，且治疗组低于对照组 ( $P < 0.05$ )。见表5。

2.5 两组不良反应情况比较：两组不良反应总发生率比较，差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表6。

表6 两组不良反应发生情况比较 [例 (%) ]

组别	不良反应				总不良反应
	毛囊炎	瘙痒	色素沉着	红斑	
治疗组 (n=46)	1 (2.17)	1 (2.17)	0 (0.00)	1 (2.17)	3 (6.52)
对照组 (n=46)	2 (4.35)	2 (4.35)	1 (2.17)	2 (4.35)	7 (15.22)
$\chi^2$ 值					1.795
P值					0.180

表3 两组治疗前后VSS评分比较 ( $\bar{x} \pm s$ , 分)

组别	血管分布		柔软性		色泽		厚度		总分	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
治疗组 (n=46)	2.24 ± 0.45	0.81 ± 0.21*	3.62 ± 0.79	0.86 ± 0.20*	2.64 ± 0.27	1.12 ± 0.28*	3.14 ± 0.42	1.45 ± 0.21*	11.64 ± 1.37	4.24 ± 0.85*
对照组 (n=46)	2.31 ± 0.52	1.12 ± 0.24*	3.59 ± 0.67	1.09 ± 0.26*	2.58 ± 0.23	1.43 ± 0.21*	3.21 ± 0.36	1.67 ± 0.24*	11.69 ± 1.848	5.31 ± 1.37*
t值	0.690	5.324	0.196	3.840	1.147	4.851	0.858	3.779	0.148	3.635
P值	0.492	<0.001	0.845	<0.001	0.254	<0.001	0.393	<0.001	0.883	0.001

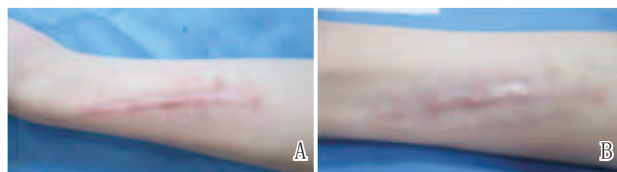
注：\*表示与同组治疗前比较， $P < 0.05$ 。

表5 两组治疗前后血清指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ , ng/L)

组别	EGF		TGF- $\beta_1$	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
治疗组 (n=46)	231.62 ± 15.41	156.89 ± 10.97*	423.56 ± 20.34	202.49 ± 12.53*
对照组 (n=46)	232.11 ± 15.37	176.57 ± 11.32*	423.19 ± 21.35	234.68 ± 13.98*
t值	0.153	8.468	0.085	11.629
P值	0.879	<0.001	0.932	<0.001

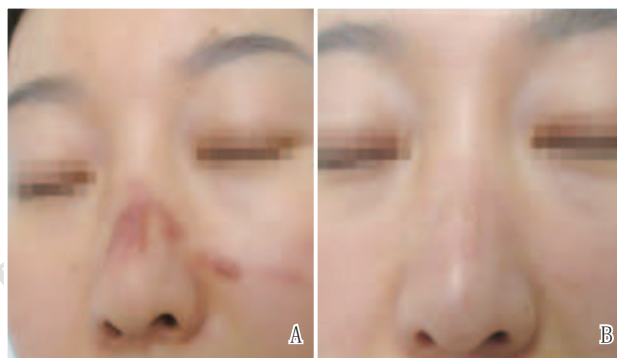
注：\*表示与同组治疗前比较， $P < 0.05$ 。

2.6 治疗组典型病例：见图1~2。



注：A. 治疗前，瘢痕面积较大，颜色较深，且明显突出于体表；B. 治疗6个月后，瘢痕皮损显著改善，约80%变平软化，瘢痕皮肤不适症状减轻

图1 治疗组手臂增生性瘢痕典型病例治疗前后



注：A. 治疗前，瘢痕高出体表，颜色较深；B. 治疗6个月后，瘢痕处皮肤红肿减退，颜色变浅，表面基本平整

图2 治疗组鼻部增生性瘢痕典型病例治疗前后

### 3 讨论

增生性瘢痕是皮肤在真皮层或更深层次受损后，由于新生结缔组织过度增长进行修复而产生的一种异常皮肤状态，其明显特征为皮肤局部出现高于正常皮肤的隆起，色素分布不均，质地坚硬，且常伴疼痛和瘙痒等不适，相关数据显示，约70%的烧伤患者会面临增生性瘢痕的问题<sup>[9]</sup>。当前临床上主要采用手术切除和药物治疗来治疗增生性瘢痕。

痕, 尽管手术切除能够有效缩减瘢痕面积, 但往往会导致新的瘢痕产生, 不利于患者康复<sup>[10]</sup>。因此, 探索更有效的治疗模式具有重要意义。

本研究将超脉冲点阵CO<sub>2</sub>激光与窄谱强脉冲光联合应用, 结果显示治疗组总有效率显著高于对照组, 提示联合方案较单一窄谱强脉冲光治疗优势更明显。超脉冲点阵CO<sub>2</sub>激光通过微束光产生三维热损伤区, 诱导角质细胞迁移, 加速创面修复, 同时破坏异常胶原纤维并促进胶原新生和重排, 使瘢痕组织逐步接近正常皮肤结构<sup>[11]</sup>。窄谱强脉冲光通过特殊滤光片, 精准截取传统强脉冲光中的特定波段, 滤除无用光波以减少非目标组织损伤, 同时刺激胶原蛋白合成, 激活、修复皮肤细胞并保留对黑色素和血红蛋白等高吸收峰波段, 显著提升治疗精确性和安全性<sup>[12]</sup>。

本研究中, 治疗组治疗后的VSS、VAS评分均低于对照组, 提示两者联合能够有效改善皮肤瘢痕状态, 缓解疼痛、瘙痒等症状。一方面, 超脉冲点阵CO<sub>2</sub>激光通过局灶性光热效应促进胶原重组与血流循环, 改善瘢痕厚度与色素沉着; 另一方面, 窄谱强脉冲光凭借独特的波长与能量光热解作用靶向血红蛋白, 减少局部血供, 抑制过度增生, 两者作用机制互补, 协同实现更佳疗效<sup>[13-14]</sup>。

TGF- $\beta_1$ 水平上升可抑制胶原酶合成并促进纤维化, EGF升高常与损伤后炎症及瘢痕形成相关<sup>[15]</sup>。治疗组血清表皮生长因子(EGF)及转化生长因子 $\beta_1$ (TGF- $\beta_1$ )水平均低于治疗前且低于对照组。考虑超脉冲点阵CO<sub>2</sub>激光与窄谱强脉冲光联合治疗能够有效降低上述因子水平, 提示其在抑制炎症反应、改善纤维化方面具有优势。本研究结果与杨帅等<sup>[16]</sup>报道一致, 即点阵CO<sub>2</sub>激光通过形成可控热损伤区诱导胶原和弹力纤维重构, 而窄谱强脉冲光通过选择性光热解抑制异常血管和纤维增生, 两者联合显著改善HS外观与功能, 且安全性良好, 两组不良反应发生率无明显差异。

综上所述, 超脉冲点阵CO<sub>2</sub>激光与窄谱强脉冲光联合治疗增生性瘢痕效果佳, 对改善患者瘢痕情况效果显著, 能缓解疼痛, 促进瘢痕消退, 且安全性良好, 值得推广应用。

#### [参考文献]

[1]Shu F, Liu H, Lou X, et al. Analysis of the predictors of hypertrophic scarring pain and neuropathic pain after burn[J]. Burns, 2022,

48(6):1425-1434.

- [2]Căiță G A, Lascu C F, Bodog F D, et al. Surgical scar management -an evaluation of surgical techniques[J]. Med Pharm Rep, 2024, 97(2):149-153.
- [3]郑鸿鲲, 单圣周, 季向阳, 等. 病理性瘢痕的多组学方法研究进展[J].组织工程与重建外科杂志,2024,20(3):362-367.
- [4]蒋亚楠, 赵德梅, 高宇, 等. 窄谱强脉冲光治疗早期颜面部创伤性瘢痕的疗效评价[J].中国美容医学, 2021,30(5):35-37.
- [5]蔡景龙, 张宗学. 现代瘢痕治疗学[M].北京:人民卫生出版社, 1998:36-37.
- [6]刘文阁, 李素娟. 瘢痕预防治疗学[M].北京:学苑出版社, 2000:41-42.
- [7]刘海兵, 唐丹, 曹海燕, 等. 温哥华瘢痕量表的信度研究[J].中国康复医学杂志, 2006,21(3):240-242.
- [8]Reed M D, Van Nostran W. Assessing pain intensity with the visual analog scale: a plea for uniformity[J]. J Clin Pharmacol, 2014,54(3):241-244.
- [9]丁泓帆, 周桂文, 付强, 等. 点阵激光联合曲安奈德治疗增生性瘢痕疗效与安全性的荟萃分析[J].中国美容整形外科杂志, 2023,34(11):653-659.
- [10]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.
- [11]Liu X J, Ouyang H W, Lei Y, et al. Moist exposed burn therapy in recovery of patients with immature, red hypertrophic scars successfully treated with a pulsed dye laser in combination with a fractional CO<sub>2</sub> laser[J]. J Cosmet Dermatol, 2020,19(6):1353-1358.
- [12]向芳, 张祥月, 丁媛, 等. DPL联合果酸治疗面颈部毛囊性红斑黑变病疗效观察[J].中国皮肤性病学杂志, 2021,35(6):700-703.
- [13]母焜宇, 陈星阳, 孔豫苏. 超脉冲点阵CO<sub>2</sub>激光联合强脉冲光治疗增生性瘢痕疗效观察[J].中国美容医学,2025,34(7):111-115.
- [14]Al-Quran L, Li G, Liu Z, et al. Comparative efficacy between intense pulsed light narrow spectrum and broad spectrum in the treatment of post-acne erythema (PAE)[J]. Clin Cosmet Investig Dermatol, 2023 ,16:1983-1996.
- [15]王丰艳, 臧春雁, 刘鹏. 点阵CO<sub>2</sub>激光联合曲安奈德治疗烧伤后增生性瘢痕的疗效及对血清瘢痕增生相关因子水平的影响[J].中国美容医学, 2024,33(9):92-96.
- [16]杨帅, 蒋小姣, 马海燕. 超脉冲点阵CO<sub>2</sub>激光联合窄谱强脉冲光治疗创伤后早期增生性瘢痕效果分析[J].中国美容医学, 2022,31(2):58-61.

[收稿日期]2024-12-02

本文引用格式: 李永熙, 代彤彤, 时永强. 超脉冲点阵CO<sub>2</sub>激光联合窄谱强脉冲光治疗增生性瘢痕疗效观察[J].中国美容医学, 2026,35(1):113-116.

#### · 告作者和读者 ·

本刊对重大研究成果, 将使用“快速通道”以最快时间发表, 凡要求以“快速通道”发表的论文, 作者应提供关于论文创新性的书面说明和查新报告及2位同行专家(至少1位应与第一作者不在同一单位)推荐, 经审核同意后一般在收到稿件后4个月内刊出。