

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.14.029

不同治疗时机下超脉冲CO₂点阵激光联合机械减张及硅凝胶治疗面颈部手术切口瘢痕的效果比较

鲁小萌, 蔡雪欣, 陈小光

(暨南大学附属广东省第二人民医院, 广东 广州 510000)

[摘要]目的 探究不同治疗时机下超脉冲CO₂点阵激光联合机械减张及硅凝胶治疗面颈部手术切口瘢痕的效果, 明确最佳干预时机。方法 回顾性分析2024年2月-2026年1月暨南大学附属广东省第二人民医院收治的100例面颈部手术患者临床资料, 按术后针对切口瘢痕治疗的时间分为W1组和M1组, 各50例。两组均接受超脉冲CO₂点阵激光联合机械减张及硅凝胶多模式干预, W1组拆线后1周启动干预, M1组拆线后1个月启动干预, 比较两组末次治疗后1个月瘢痕宽度与厚度、VSS评分、POSAS评分、满意度及不良反应发生率。结果 W1组瘢痕宽度、厚度均低于M1组 ($P<0.05$); W1组VSS评分低于M1组 ($P<0.05$); W1组POSAS评分改善 ≥ 1 级占比为84.00%, 高于M1组的42.00% ($P<0.05$); W1组满意度高于M1组 ($P<0.05$); 两组不良反应发生率比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。结论 拆线后1周启动超脉冲CO₂点阵激光联合机械减张及硅凝胶多模式干预, 在瘢痕形成及形态改善方面均优于拆线后1个月启动治疗, 同时有助于提高美观度及患者满意度, 且安全性良好, 不会增加不良反应风险。

[关键词] 面颈部手术切口瘢痕; 早期干预; 治疗时机; 超脉冲CO₂点阵激光; 机械减张; 硅凝胶

[中图分类号] R619+6

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949 (2026) 14-0119-05

Comparison of Effects of Ultrapulsed CO₂ Fractional Laser Combined with Mechanical Tension-reduction and Silicone Gel for Facial and Cervical Surgical Incision Scars at Different Treatment Timing

LU Xiaomeng, CAI Xuexin, CHEN Xiaoguang

(Guangdong Second Provincial General Hospital Affiliated to Jinan University, Guangzhou 510000, Guangdong, China)

[Abstract]**Objective** To explore the efficacy of ultrapulsed CO₂ fractional laser combined with mechanical tension-reduction and silicone gel in the treatment of facial and cervical surgical incision scars under different treatment timing, and to identify the optimal intervention time. **Methods** The clinical data of 100 patients undergoing facial and cervical surgery admitted to Guangdong Second Provincial General Hospital Affiliated to Jinan University from February 2024 to January 2026 were retrospectively analyzed. According to the time of scar treatment after operation, they were divided into W1 group and M1 group, with 50 patients in each group. Both groups received multimodal intervention of ultrapulsed CO₂ fractional laser combined with mechanical tension-reduction and silicone gel. The W1 group received intervention at 1 week after suture removal, while the M1 group received it at 1 month after suture removal. The scar width and thickness, VSS score, POSAS score, satisfaction and adverse reaction rate were compared between the two groups at 1 month after the last treatment. **Results** The scar width and thickness in W1 group were lower than those in M1 group ($P<0.05$). The VSS score of W1 group was lower than that of M1 group ($P<0.05$). The proportion of patients with POSAS score improvement $\geq$ grade 1 in W1 group was 84.00%, which was higher than 42.00% in M1 group ($P<0.05$).

第一作者: 鲁小萌 (1980.9-), 女, 江苏扬州人, 硕士, 主治医师, 主要从事整形美容手术、光电美肤联合治疗、注射抗衰、瘢痕修复等方面工作

通讯作者: 陈小光 (1965.4-), 男, 广东广州人, 本科, 副主任医师, 主要从事整形美容外科方面工作

The satisfaction in W1 group was higher than that in M1 group ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in the incidence of adverse reactions between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion** Initiating multimodal intervention with ultrapulsed CO₂ fractional laser combined with mechanical tension-reduction and silicone gel at 1 week after suture removal achieves better improvement in scar formation and morphology than intervention started at 1 month after suture removal. It can improve aesthetic appearance and patient satisfaction, and has good safety, without increasing the risk of adverse reactions.

[Key words] Facial and cervical surgical incision scars; Early intervention; Treatment timing; Ultrapulsed CO₂ fractional laser; Mechanical tension-reduction; Silicone gel

手术切口瘢痕 (surgical incision scars) 是外科术后常见并发症, 其形成涉及炎症反应、成纤维细胞增殖与分化、细胞外基质合成与重塑等多个环节, 受机械张力、局部血供及个体体质等多重因素影响^[1]。面颈部为人体暴露部位, 术后瘢痕不仅影响外观, 更可导致瘙痒、疼痛、挛缩等功能障碍, 严重降低患者生活质量^[2]。超脉冲CO₂点阵激光通过产生微热损伤区启动胶原重塑程序、促进胶原有序转化, 是早期干预的有效手段^[3]; 硅凝胶通过水合作用形成保护膜、调节瘢痕微环境并抑制成纤维细胞过度增殖^[4]; 免缝胶布机械减张通过持续反向张力抑制肌成纤维细胞活化, 三者联用可从生物物理、微环境及生物力学多维度协同干预瘢痕形成^[5, 6]。然而, 该多模式方案的最佳启动时间窗尚不明确, 拆线后1周与拆线后1个月启动干预的疗效差异尚缺乏系统性临床对照研究。基于此, 本研究旨在探究面颈部手术切口瘢痕在不同时间窗启动多模式干预的疗效差异, 明确最佳干预时机, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2024年2月–2026年1月暨南大学附属广东省第二人民医院收治的100例面颈部手术患者临床资料, 按术后针对切口瘢痕治疗的时间分为W1组和M1组, 各50例。W1组男29例, 女21例; 年龄18~60岁, 平均年龄(28.26 ± 5.83)岁; 切口位置: 面部27例, 颈部23例; 切口长度1.5~8.0 cm, 平均切口长度(4.78 ± 0.32)cm; 术后拆线时间5~9 d, 平均术后拆线时间(7.18 ± 0.49)d。M1组男28例, 女22例; 年龄19~58岁, 平均年龄(28.75 ± 5.91)岁; 切口位置: 面部26例, 颈部24例; 切口长度1.8~7.5 cm, 平均切口长度(4.91 ± 0.38)cm; 术后拆线时间5~9 d, 平均术后拆线时间(7.03 ± 0.58)d。两组性

别、年龄、切口位置、切口长度、术后拆线时间比较, 差异无统计学意义($P>0.05$), 研究可比。本研究经医院伦理委员会批准(批准号: 2026-KY-KZ-118-01), 患者个人信息已脱敏处理。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准: 年龄18~60岁; 无严重系统性疾病; 无瘢痕疙瘩病史及家族史, 由整形外科医师根据病史及体检判定; Fitzpatrick肤色分型均为III~IV型。排除标准: 妊娠及哺乳期女性; 合并糖尿病、免疫性疾病等影响伤口愈合的疾病; 术前切口区存在活动性感染; 存在光敏史; 近6个月内口服维A酸类药物。

1.3 方法 两组均接受超脉冲CO₂点阵激光联合机械减张及硅凝胶多模式干预: 首先常规消毒, 使用复方利多卡因乳膏(同方药业集团有限公司, 国药准字H20063466, 规格: 每g含丙胺卡因25 mg与利多卡因25 mg)表面麻醉30 min。超脉冲CO₂点阵激光(吉林省科英激光设备有限公司, 国械注准20163011770, 型号: KL), 设置波长10 600 nm, 能量20 mJ, 中心距0.6 mm, 覆盖率15%, 1次/月, 共3次; 治疗即刻冰敷30 min, 后于瘢痕表面均匀涂抹硅凝胶(汉森药疗有限公司, 国械注进20162145091, 规格: 15 g/支), 2次/d, 持续至术后1个月; 激光治疗当日于冰敷结束后行第1次涂抹。免缝胶布机械减张(免缝胶布, 3M Company, 国械注进 20162020474, 型号: 3M Steri-Strip, 规格: 6 mm×75 mm)贴敷于瘢痕两侧, 垂直于瘢痕长轴方向, 每日更换, 维持至术后1个月。W1组于拆线后第7±1天(W1窗)、M1组于拆线后第30±1天(M1窗)接受首次干预。

1.4 观察指标

1.4.1 测定两组瘢痕宽度与厚度 末次治疗后1个月采用电子游标卡尺[日本三丰株式会社(Mitutoyo Corporation), 三丰500–196–30, 0.01 mm]测量两

组瘢痕宽度与厚度。

1.4.2评估两组瘢痕形成情况 ①温哥华瘢痕量表 (Vancouver Scar Scale, VSS) 评分: 于末次治疗后1个月由同一整形外科医师采用VSS评估, 从色泽、血管分布、厚度、柔软度4个维度评分, 总分0~15分, 评分越低越接近正常皮肤; ②POSAS改善 ≥ 1 级占比: 于首次干预前、末次治疗后1个月记录患者与观察者瘢痕评估量表 (Patient and Observer Scar Assessment Scale, POSAS) 评分, 量表评分范围为1~10分, 总分越低越好, 记录POSAS总分较干预前改善 ≥ 1 级的患者比例。

1.4.3调查两组满意度 于末次治疗后1个月采用自拟满意度问卷进行评价, 包括舒适度、美观改善程度、治疗便捷性3个维度, 每个维度计0~100分, 总分0~300分。根据总分将满意度分为4个等级: 总分 ≥ 270 分为非常满意, 240~269分为满意, 200~239分为一般, < 200 分为不满意。评分越高表示满意度越高。

表1 两组瘢痕宽度与厚度比较 ($\bar{x} \pm s$, mm)

组别	<i>n</i>	瘢痕宽度	瘢痕厚度
W1组	50	1.32 ± 0.20	1.57 ± 0.29
M1组	50	1.95 ± 0.34	2.31 ± 0.40
<i>t</i>		11.293	10.632
<i>P</i>		0.000	0.000

1.4.4评估两组不良反应发生率 记录所有与治疗相关的不良事件, 包括感染、水疱、红斑、炎症后色素沉着 (post-inflammatory hyperpigmentation, PIH)、色素减退等。

1.5 统计学方法 采用SPSS 23.0统计学软件进行数据分析, 计量资料以 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较采用独立样本*t*检验; 计数资料以 [*n* (%)]表示, 采用 χ^2 检验或Fisher精确概率法; 等级资料采用秩和检验; 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组瘢痕宽度与厚度比较 W1组瘢痕宽度与厚度均低于M1组 ($P < 0.05$), 见表1。

2.2 两组瘢痕形成情况比较 W1组VSS评分低于M1组, POSAS评分改善 ≥ 1 级比例高于M1组 ($P < 0.05$), 见表2。

2.3 两组满意度比较 W1组满意度优于M1组 ($Z = 3.028, P = 0.002$), 见表3。

表2 两组瘢痕形成情况比较 [$\bar{x} \pm s, n$ (%)]

组别	<i>n</i>	VSS 评分 (分)	POSAS 改善 ≥ 1 级
W1组	50	2.08 ± 0.49	42 (84.00)
M1组	50	3.48 ± 0.68	21 (42.00)
统计值		$t = 11.811$	$\chi^2 = 18.927$
<i>P</i>		0.000	0.000

表3 两组满意度比较 [*n* (%)]

组别	<i>n</i>	非常满意	满意	一般	不满意
W1组	50	30 (60.00)	16 (32.00)	4 (8.00)	0
M1组	50	17 (34.00)	19 (38.00)	11 (22.00)	3 (6.00)

2.4 两组不良反应发生率比较 两组均无严重不良反应发生。W1组有3例出现红斑, 48 h内自行消退, 不良反应发生率为6.00% (3/50); M1组有2例出现红斑, 4例出现轻度PIH (随访期内未完全消退, 嘱继续随访观察), 不良反应发生率为12.00% (6/50)。两组不良反应发生率比较, 差异无统计学意义 ($\chi^2 = 1.099, P = 0.295$)。

2.5 典型病例 选取4例代表性面颈部手术切口瘢痕患者, 涵盖不同解剖部位及启动时间窗。

各例均按分组时间窗启动三联干预, 末次治疗后随访1个月。

病例1 (图1A、图1B): 男, 39岁, 上唇外伤清创缝合术后瘢痕。W1组, 于拆线后1周启动干预, 完成3次激光治疗, 末次治疗后1个月随访。图示第1次激光后1个月状态, 瘢痕宽度明显缩窄, 色泽及质地接近正常皮肤, 满意度为“非常满意”。

病例2 (图1C、图1D): 男, 21岁, 鼻部

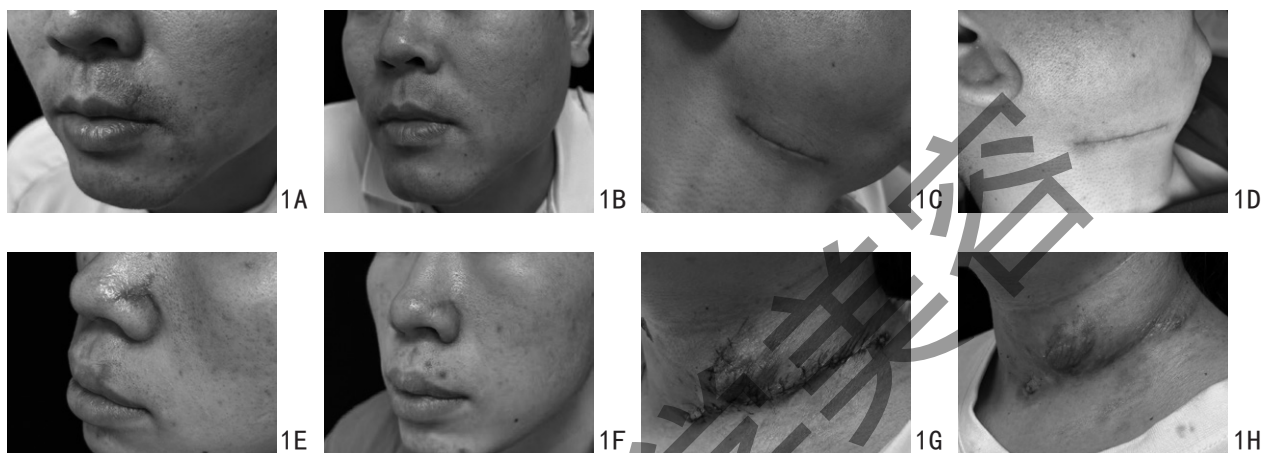
肿物切除术后。W1组, 于拆线后1周启动干预, 完成3次激光治疗, 末次治疗后1个月随访。图示瘢痕厚度显著降低, 表面平整度改善, 鼻部轮廓对称性恢复良好, 满意度为“非常满意”。

病例3(图1E、图1F): 男, 52岁, 颈部肿物切除术后。M1组, 于拆线后第30天启动干预,

完成3次激光治疗, 末次治疗后1个月随访。图示瘢痕改善幅度不及W1组, 满意度为“满意”。

病例4(图1G、图1H): 女, 38岁, 颈部肿物切除术后。M1组, 于拆线后第30天启动干预, 完成3次激光治疗, 末次治疗后1个月随访。图示瘢痕改善程度有限, 满意度为“满意”。

治疗前后对比见图1。



注: 1A: 病例1治疗前; 1B: 病例1末次治疗后1个月; 1C: 病例2治疗前; 1D: 病例2末次治疗后1个月; 1E: 病例3治疗前; 1F: 病例3末次治疗后1个月; 1G: 病例4治疗前; 1H: 病例4末次治疗后1个月。

图1 典型案例治疗前后对比图

3 讨论

术后瘢痕管理是整形外科领域的重要课题。面颈部为美学敏感区域, 术后瘢痕的早期干预对患者外观恢复与心理健康具有重要价值^[7]。超脉冲CO₂点阵激光、硅凝胶及免缝胶布三联干预可从生物化学、微环境及生物物理维度形成协同效应, 但其最佳启动时间窗尚未明确^[8]。

本研究结果显示, W1组瘢痕宽度与厚度均低于M1组($P<0.05$), 较M1组分别降低32.31%、32.03%; VSS评分、POSAS评分及满意度均优于M1组($P<0.05$), 提示拆线后1周可能是手术切口瘢痕早期防治的关键干预节点。从病理生理机制分析, 拆线后1周对应“炎症-增殖过渡期”, 该阶段成纤维细胞尚未向肌成纤维细胞终末分化, ECM可塑性极高, Ⅲ型胶原为主且排列紊乱, 为“定向重塑”提供最佳切入点^[9, 10]。本研究采用的三联方案正是在该“生物学窗口”内实现多维度干预: 激光通过微热损伤区启动HSP70

上调和TGF- β 1/Smad通路抑制, 促使胶原合成由“量”向“质”转变; 硅凝胶通过水合膜降低经皮失水率, 缓解真皮层慢性炎症; 减张通过抑制YAP/TAZ核转位阻断肌成纤维细胞活化^[11, 12]。三者在瘢痕形成早期实现“胶原数量-类型-排列”同步优化, 从而解释W1组在多维指标上的获益^[13, 14]。相比之下, 拆线后1个月(M1)已步入“增殖-重塑早期”, I型/Ⅲ型胶原比值升高, 胶原交联增加, 肌成纤维细胞比例上升, 瘢痕收缩力增强, 干预空间缩小^[15]。本研究发现M1组宽度改善幅度低于W1组, 印证了“时间-效应”递减规律。但M1窗仍具有补救价值, 对于错过W1时机或高风险部位患者可实施二次强化干预。安全性方面, 两组均未出现水疱、感染、持续性色素异常、瘢痕加重等严重不良反应, W1组不良反应发生率6.00%, M1组12.00%, 组间比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。同时三联干预在W1和M1两个时间窗均具有可接受的安全性, 且

W1组PIH发生率较低、红斑消退迅速。未来研究应延长随访、增加客观色度计评估及Fitzpatrick V~VI型人群纳入,进一步验证远期安全性。基于上述分析,本研究提出以W1时间窗为核心的阶段性干预策略(理论构想,需后续验证):拆线后1周启动三联干预,激光治疗每月1次,共3次,末次治疗后1个月综合评估,但远期干预策略尚需延长随访及多中心RCT验证。本研究存在以下局限性:①单中心回顾性设计,样本量100例,需多中心前瞻性RCT验证;②随访至末次治疗后1个月,未涵盖远期重塑指标;③纳入人群以Fitzpatrick III~IV型肤色为主,缺乏I~II型及V~VI型数据;④干预部位限于面颈部;⑤分子机制仅基于文献推演,未行组织活检验证;⑥回顾性分组存在选择偏倚;⑦满意度问卷为自拟量表且未行信效度验证。后续研究将延长随访、扩大样本量,开展多中心RCT进一步验证。

综上所述,拆线后1周(W1时间窗)启动超脉冲CO₂点阵激光联合机械减张及硅凝胶多模态干预,在瘢痕形态学改善、医师评估方面均优于拆线后1个月,患者满意度亦更优。W1时间窗可能是面颈部手术切口瘢痕早期防治的关键干预节点,但该结论尚需多中心、长随访研究进一步验证。

【参考文献】

- [1]吕开阳,李雅舒.基于机械-化学-生物学理论的外科切口瘢痕机制与减张技术创新[J].中华烧伤与创面修复杂志,2026,42(2):133-142.
- [2]谭欢,张远理,唐原,等.瘢痕疙瘩患者128例生活质量评估及影响因素分析[J].中国皮肤性病学杂志,2021,35(2):200-204.
- [3]吴敏,尹恒,黄汉尧,等.二氧化碳点阵激光早期治疗一期唇裂术后瘢痕的临床疗效[J].口腔颌面外科杂志,2024,34(5):331-335.
- [4]魏娜,曹鸿玮,徐扬阳.二氧化碳点阵激光联合硅酮凝胶对面部美容缝合术后早期瘢痕的治疗效果分析[J].中国医疗美容,2025,15(8):9-13.
- [5]王玮,王远锦.减张胶带联合硅酮敷料对甲状腺开放性手术患者切口瘢痕改善情况的影响[J].医学美学美容,2026,35(7):46-49.
- [6]黄清洪,李凤娇.硅酮凝胶联合超脉冲CO₂点阵激光对面部美容缝合术后早期瘢痕患者瘢痕改善情况的影响[J].医学美学美容,2025,34(13):62-65.
- [7]仇永亮.强脉冲光联合CO₂点阵激光对面部美容缝合术后早期瘢痕的改善效果[J].医学美学美容,2025,34(10):146-149.
- [8]田小瑞,王建国,郭万里,等.超脉冲点阵CO₂激光联合外涂硅凝胶治疗面颈部深II度烧伤后增生性瘢痕[J].中国美容医学,2024,33(6):14-18.
- [9]王凤燕,臧春燕,刘鹏.点阵CO₂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):92-95.
- [10]邹筠,傅荣华.脉冲染料激光联合非剥脱性点阵激光治疗儿童面部线状瘢痕的效果及安全性[J].中国医学创新,2025,22(7):77-81.
- [11]李天津,邱栋梁.医用硅凝胶联合超脉冲二氧化碳点阵激光治疗增生性瘢痕的临床观察[J].中国医疗美容,2025,15(4):30-32.
- [12]倪韬略,华栋,方小魁.改良式减张美容缝合术对颌面部外伤患者创口愈合、术后瘢痕的影响[J].中国现代医学杂志,2025,35(21):105-110.
- [13]张攀,寇德强,陈萍,等.IPL联合CO₂点阵激光预防面部美容缝合术后早期瘢痕的临床疗效[J].中国美容整形外科杂志,2024,35(8):499-501.
- [14]杨青,窦文婕,殷悦,等.激光序列治疗面部美容缝合术后早期瘢痕临床效果的回顾性研究[J].中华整形外科杂志,2020,36(10):1075-1079.
- [15]杨蔚琪,李琼芬,徐路娟,等.重组人源III型胶原蛋白联合超脉冲CO₂点阵激光修复面部萎缩性瘢痕的效果及对TGF- β 1、VEGF的影响[J].中国美容整形外科杂志,2025,36(10):602-605,648.

收稿日期: 2026-7-5 编辑: 刘雯