

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.13.037

• 瘢痕修复 •

CO₂点阵激光联合医用硅酮凝胶敷料对增生性瘢痕患儿 瘢痕改善情况的影响

何秀娟, 夏仪辉, 胡婷婷

(永州市中心医院皮肤科, 湖南 永州 425000)

[摘要]目的 分析CO₂点阵激光联合医用硅酮凝胶敷料对增生性瘢痕患儿瘢痕改善情况的影响。方法 选取2022年3月-2024年8月于永州市中心医院诊治的100例增生性瘢痕患儿为研究对象,按随机数字表法分为A组($n=35$)、B组($n=33$)、C组($n=32$)。A组采用医用硅酮凝胶敷料治疗,B组采用CO₂点阵激光治疗,C组采用CO₂点阵激光联合医用硅酮凝胶敷料治疗,比较三组临床疗效、瘢痕改善情况、瘢痕瘙痒程度、满意度、不良反应发生情况。结果 C组治疗总有效率为96.88%,高于A组的71.43%和B组的75.76% ($P<0.05$);C组治疗3个月后VSS评分低于A组和B组 ($P<0.05$);C组治疗3个月后VAS评分均低于A组和B组 ($P<0.05$);C组满意度为96.88%,高于A组的80.00%和B组的81.82% ($P<0.05$);三组均无明显不良反应。结论 CO₂点阵激光联合医用硅酮凝胶敷料治疗儿童增生性瘢痕能提高治疗总有效率,有效改善瘢痕程度及瘙痒程度,提高患者满意度,且安全性较好,值得临床应用。

[关键词] CO₂点阵激光; 医用硅酮凝胶敷料; 增生性瘢痕; 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) 13-0149-05

Effect of CO₂ Fractional Laser Combined with Medical Silicone Gel Dressing on Scar Improvement in Children with Hypertrophic Scar

HE Xiujuan, XIA Yihui, HU Tingting

(Department of Dermatology, the Central Hospital of Yongzhou, Yongzhou 425000, Hunan, China)

[Abstract]**Objective** To analyze the effect of CO₂ fractional laser combined with medical silicone gel dressing on scar improvement in children with hypertrophic scar. **Methods** A total of 100 children with hypertrophic scar treated in the Central Hospital of Yongzhou from March 2022 to August 2024 were selected as the research subjects. According to the random number table method, they were divided into group A ($n=35$), group B ($n=33$) and group C ($n=32$). Group A was treated with medical silicone gel dressing, group B was treated with CO₂ fractional laser, and group C was treated with CO₂ fractional laser combined with medical silicone gel dressing. The clinical efficacy, scar improvement, scar pruritus degree, satisfaction and adverse reactions were compared among the three groups. **Results** The total effective rate of treatment in group C (96.88%) was higher than that in group A (71.43%) and group B (75.76%) ($P<0.05$). The VSS score of group C at 3 months after treatment was lower than that of group A and group B ($P<0.05$). The VAS score of group C at 3 months after treatment was lower than that of group A and group B ($P<0.05$). The satisfaction rate of group C (96.88%) was higher than that of group A (80.00%) and group B (81.82%) ($P<0.05$). There were no obvious adverse reactions in the three groups. **Conclusion** CO₂ fractional laser combined with medical silicone gel dressing in the treatment of children with hypertrophic scar can improve the total effective rate of treatment, effectively ameliorate scar degree and pruritus, enhance patient satisfaction, and has good safety, which is worthy of clinical application.

[Key words] CO₂ fractional laser; Medical silicone gel dressing; Hypertrophic scar; Scar improvement

增生性瘢痕 (hypertrophic scar, HS) 是皮肤损伤后常见的纤维增生性疾病, 患病率高达70%, 其发病机制涉及持续的炎症反应、血管增生及肌成纤维细胞活化和胶原蛋白的沉积^[1, 2]。HS好发于儿童, 常表现为局限于原损伤部位的红色及高出皮肤表面的线性瘢痕; 当HS发生在关节部位时, 可导致关节挛缩。临床上, HS常伴瘙痒、疼痛等症状, 不仅影响患者生活质量, 还可能引发心理问题, 对儿童身心健康造成双重危害^[3]。瘢痕的干预措施包括手术治疗、皮质类固醇注射、激光疗法、压力治疗和局部治疗, 但各种方法疗效不一, HS的最佳治疗方法仍缺乏共识^[4]。近年来, 多项研究评估了CO₂点阵激光和硅酮凝胶敷料治疗HS的效果, 均证实其有效^[5, 6]。CO₂点阵激光具有治疗时间短、创伤小等优势, 通过去除部分表皮和真皮, 形成微小热损伤区以改善皮肤外观。然而, 持续性红斑和色素沉着等副作用限制其应用^[7]。医用硅酮凝胶敷料的作用机制尚未完全明确, 但其可通过减少表皮水分流失、增加角质层水合作用来抑制瘢痕相关细胞的增殖, 从而达到改善瘢痕的效果^[8]。CO₂点阵激光和医用硅酮凝胶敷料是治疗HS常见的非侵入性方法, 但两者联合治疗儿童HS的研究较少。基于此, 本研究选取100例HS患儿为研究对象, 旨在分析CO₂点阵激光联合医用硅酮凝胶敷料对HS患儿瘢痕改善情况的影响, 以期为临床治疗提供参考依据, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年3月-2024年8月于永州市中心医院诊治的100例HS患儿为研究对象, 按随机数字表法分为A组 ($n=35$)、B组 ($n=33$) 和C组 ($n=32$)。A组男15例, 女20例; 年龄1~17岁, 平均年龄 (7.66 ± 3.62) 岁; 病程0.5~12个月, 平均病程 (2.69 ± 0.58) 个月; 瘢痕类型: 外伤性瘢痕22例, 手术性瘢痕13例。B组男13例, 女20例; 年龄2~17岁, 平均年龄 (8.73 ± 4.24) 岁; 病程1~10个月, 平均病程 (2.97 ± 0.59) 个月; 瘢痕类型: 外伤性瘢痕19例, 手术性瘢痕14例。C组男15例, 女17例; 年龄1~16岁, 平均年龄 (8.47 ± 4.88) 岁; 病程0.5~10个月, 平均病程 (2.81 ± 0.59) 个月; 瘢痕类型: 外伤性瘢痕23

例, 手术性瘢痕9例。三组性别、年龄、病程、瘢痕类型比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 研究可比。患儿及家属均知情同意, 并签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准: 年龄 <18 岁; 因外伤、手术导致, 符合HS的诊断标准。排除标准: 瘢痕体质, 瘢痕周围有活动性病毒感染、过敏性疾病的患者; 近1个月接受激光、手术、放疗、皮损内注射或外用糖皮质激素的患者; 有糖尿病、系统性红斑狼疮、皮炎、系统性硬化症、皮肤肿瘤等基础疾病及其他自身免疫性疾病的患者; 对硅酮凝胶、局麻药过敏者; 病例资料不全, 不能配合随访者。

1.3 方法

1.3.1 A组 采用医用硅酮凝胶敷料治疗: 局部清洁后, 取适量医用硅酮凝胶敷料 (郑州和济生物科技股份有限公司, 豫械注准20212141714, 规格: 25 g) 涂抹于瘢痕处, 2~4次/d, 涂药后并轻轻按摩瘢痕, 连续治疗3个月。

1.3.2 B组 采用CO₂点阵激光治疗: 清洁瘢痕后, 外用复方利多卡因乳膏, 保鲜膜覆盖1 h, 去除保鲜膜和药膏, 局部进行消毒。采用科英kinglaser CO₂点阵激光 (吉林省科英激光股份有限公司, 国械注进20163241770, 型号: KL型) 治疗。首先在瘢痕隆起处予以CO₂点阵激光人工间隔打孔 (调制脉冲模式, 能量1~3 W), 后予以点阵模式治疗1~2次 (能量40~90 mJ, 间距0.9~1.2 mm)。治疗后进行冰敷并涂抹外用湿润烧伤膏, 3~4次/d, 连续涂抹5~7 d。每个月治疗1次, 共治疗3次。

1.3.3 C组 采用CO₂点阵激光联合医用硅酮凝胶敷料治疗: 首先予以CO₂点阵激光治疗, 治疗方法同B组, 同时予以医用硅酮凝胶敷料治疗, 治疗方法同A组, 共治疗3个月。

1.4 观察指标

1.4.1 评估三组临床疗效 痊愈为瘢痕面积改善超过90%; 显效为瘢痕面积改善60%~90%; 有效为瘢痕面积改善30%~59%; 无效为瘢痕面积改善不足30%。总有效率 = (痊愈 + 显效 + 有效) / 总例数 $\times 100\%$ 。

1.4.2 评估三组瘢痕改善情况 通过2名经验丰富的医生于治疗前和治疗3个月后采用VSS评分评估三

组瘢痕改善情况,其包括瘢痕色素(0~3分)、柔软度(0~5分)、厚度(0~4分)和血管分布(0~3分)4个维度,总分为15分,VSS评分越低表明瘢痕改善情况越好。

1.4.3评估三组瘢痕瘙痒程度 于治疗前和治疗3个月后使用视觉模拟评分法(VAS)评估三组瘢痕瘙痒程度,评分范围为0~10分,评分越高表明瘙痒程度越严重。

1.4.4调查三组满意度 由患儿或监护人进行满意度评价,分为非常满意、满意、一般满意、不满意。满意度=(非常满意+满意+一般满意)/总例数 $\times 100\%$ 。

1.4.5记录三组不良反应发生情况 记录三组红斑、水肿、色素沉着、毛细血管扩张和局部瘙痒等不良反应。

1.5 统计学方法 采用SPSS 24.0统计学软件进行数据分析,计数资料以 $n(\%)$ 表示,采用 χ^2 检

验;计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验,多组间比较采用单因素方差分析(F 检验); $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组临床疗效比较 C组治疗总有效率高于A组和B组($P < 0.05$),见表1。

2.2 三组瘢痕改善情况比较 C组治疗3个月后VSS评分低于A组和B组($P < 0.05$),见表2。

2.3 三组瘢痕瘙痒程度比较 C组治疗3个月后VAS评分低于A组和B组($P < 0.05$),见表3。

2.4 三组满意度比较 C组治疗满意度高于A组和B组($P < 0.05$),见表4。

2.5 三组不良反应发生情况比较 B组出现色素沉着1例,约3个月恢复;三组患者均未观察到毛细血管扩张、局部瘙痒等副作用的发生;所有患者均未出现感染、溃疡等严重不良反应。

表1 三组临床疗效比较 [$n(\%)$]

组别	n	痊愈	显效	有效	无效	总有效率
A组	35	6 (17.14)	8 (22.86)	11 (31.43)	10 (28.57)	25 (71.43)
B组	33	8 (24.24)	8 (24.24)	9 (27.27)	8 (24.24)	25 (75.76)
C组	32	11 (34.38)	13 (40.63)	7 (21.88)	1 (3.13)	31 (96.88) ^{ab}

注: ^a与A组比较, $\chi^2=36.463$, $P < 0.05$; ^b与B组比较, $\chi^2=89.394$, $P < 0.05$ 。

表2 三组瘢痕改善情况比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	n	治疗前	治疗3个月后
A组	35	9.09 $\pm$ 1.40	5.06 $\pm$ 1.76 ^a
B组	33	9.42 $\pm$ 1.32	5.36 $\pm$ 1.52 ^a
C组	32	9.09 $\pm$ 1.86	3.91 $\pm$ 1.35 ^a
F		0.524	7.873
P		0.594	0.001

注: 与同组治疗前比较, ^a $P < 0.05$ 。

表3 三组瘢痕瘙痒程度比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	n	治疗前	治疗3个月后
A组	35	2.83 $\pm$ 2.24	1.00 $\pm$ 0.87 ^a
B组	33	2.85 $\pm$ 2.12	0.97 $\pm$ 0.88 ^a
C组	32	3.19 $\pm$ 2.25	0.62 $\pm$ 0.49 ^a
F		0.273	12.063
P		0.761	0.000

注: 与同组治疗前比较, ^a $P < 0.05$ 。

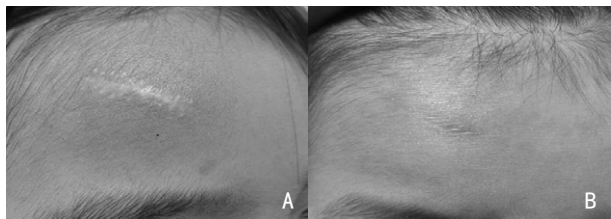
表4 三组满意度比较 [$n(\%)$]

组别	n	非常满意	满意	一般满意	不满意	满意度
A组	35	6 (17.14)	12 (34.29)	10 (28.57)	7 (20.00)	28 (80.00)
B组	33	7 (21.21)	11 (33.33)	9 (27.27)	6 (18.18)	27 (81.82)
C组	32	11 (34.38)	12 (37.50)	8 (25.00)	1 (3.13)	31 (96.88) ^{ab}

注: ^a与A组比较, $\chi^2=43.979$, $P < 0.05$; ^b与B组比较, $\chi^2=44.785$, $P < 0.05$ 。

3 典型病例

C组患者女, 6岁, 患者因额部摔伤清创缝合后6月于2022年10月来我院就诊, 无疼痛和瘙痒, 予以CO₂点阵激光联合医用硅酮凝胶敷料治疗, 治疗前后见图1。



注: A: 治疗前; B: 治疗后。

图1 典型病例治疗前后对比图

4 讨论

伤口愈合分为炎症期、增殖期和重塑期。过度愈合会导致病理性瘢痕, 如HS和瘢痕疙瘩。HS的发病机制尚未完全明确, 可能与创伤后血小板脱颗粒、血管内皮激活及通透性增加有关, 进而刺激成纤维细胞过度增殖, 导致胶原沉积和瘢痕增生^[9, 10]。瘢痕可导致疼痛、瘙痒和挛缩, 影响患者生活质量。HS的治疗包括药物(口服、外用或注射)、非药物(压力疗法、手术、激光等)及联合治疗^[11]。其中光电治疗(如CO₂点阵激光和脉冲染料激光)因微创、痛苦小、副作用少, 在临床广泛应用。

本研究C组治疗3个月后VSS评分低于A组和B组($P<0.05$)。分析原因为, CO₂激光技术主要包括高功率脉冲激光器和光机扫描仪, 其主要通过精确控制能量传递至靶组织, 从而有效促进皮肤重建和瘢痕修复。CO₂点阵激光通过选择性组织气化作用, 在靶区形成精确的热损伤带, 同时有效气化小血管及淋巴管, 从而抑制瘢痕形成过程^[12]。其作用机制主要包括热损伤和胶原重塑两个过程。热损伤是指CO₂点阵激光发射波长为10 600 nm的剥脱性激光, 这种激光容易被皮肤中的水吸收从而精准去除浅表皮肤, 这个过程也被称为消融。胶原重塑是指CO₂激光产生的热损伤激发皮肤修复机制从而刺激新胶原蛋白的产生。新胶原蛋白是一种为皮肤提供结构和弹性的蛋白质, 能够减少瘢痕和皱纹的产生^[13]。Kivi MK等^[14]采用CO₂点阵激光治疗瘢痕的随机对照研究结果显示瘢痕的VSS评分、颜色、血管分

布、厚度和柔软度显著改善。回顾性分析研究的结果^[15]也与本研究结果保持一致。在HS的其他治疗方案中, 硅酮制剂治疗瘢痕已有30多年, 是HS最常用的治疗方式之一。医用硅酮凝胶敷料属于硅酮制剂的一种, 能够封闭表皮和改善真皮炎症, 导致角质细胞与纤维的相互作用发生变化, 以及改善皮肤稳态, 从而改善瘢痕^[16]。瘢痕容易经皮流失水分, 导致表皮脱水, 从而刺激角质细胞释放细胞因子, 激活真皮成纤维细胞, 促进胶原蛋白的产生, 最终导致异常瘢痕的形成^[8, 17]。医用硅酮凝胶敷料可以为瘢痕提供湿润的环境, 防止皮肤外层脱水, 从而抑制成纤维细胞的激活和胶原蛋白的产生; 同时, 其水合作用促进可溶性因子的扩散, 从而抑制成纤维细胞合成胶原蛋白^[17]。通过上述机制, 医用硅酮凝胶敷料可以抑制瘢痕形成, 降低瘢痕的体积和厚度。C组治疗总有效率高于A组和B组($P<0.05$); C组治疗满意度高于A组和B组($P<0.05$), 这表明CO₂点阵激光联合医用硅酮凝胶敷料可以提高临床效果及满意度。分析原因为, 这一协同治疗效果主要源于CO₂点阵激光的热损伤、医用硅酮凝胶敷料修复功能与水合作用的协同效应。CO₂点阵激光通过瘢痕组织产生可控的微小热损伤, 这种损伤能够刺激机体启动自身的修复机制, 促进胶原蛋白的重新排列与新生, 进而改善瘢痕的质地与外观。与此同时, 医用硅酮凝胶敷料发挥其良好的水合作用, 能够在瘢痕表面形成一层保护膜, 减少水分蒸发, 从而保持瘢痕组织的湿润环境。这种湿润环境不仅有助于减轻瘢痕的瘙痒、疼痛等不适症状, 还能进一步促进瘢痕组织的软化与修复。二者协同作用, 从不同角度共同促进瘢痕的改善, 从而提高了整体疗效。C组治疗3个月后VAS评分低于A组和B组($P<0.05$), 这表明CO₂点阵激光和医用硅酮凝胶敷料联合应用可以改善瘢痕的瘙痒程度。分析原因为, CO₂点阵激光导致的胶原重塑是改善瘢痕的关键因素之一。CO₂点阵激光治疗可有效刺激瘢痕组织中的胶原纤维, 促使其发生断裂和有序重排, 从而改善瘢痕组织的弹性和机械性能。而医用硅酮凝胶敷料则通过封闭表皮来减少外界因素对瘢痕的刺激, 同时抑制成纤维细胞的过度激活来发挥作用。成纤维细胞是产生胶原的主要细胞, 其过度激活会导致胶原的过度沉

积,从而加重瘢痕的形成。医用硅酮凝胶敷料通过抑制成纤维细胞的活性,减少了胶原的合成,与CO₂点阵激光的胶原重塑作用相互配合,共同促进了瘢痕的改善。部分患者在治疗期间出现疼痛、烧灼感等不良反应,可自行或对症治疗后缓解,未观察到严重不良反应。1例患者出现色素沉着,主要原因为阳光照射。色素沉着随着时间延长逐渐缓解(约3个月)。本研究也存在一定的局限性。首先,随访期较短,只有3个月;其次,本研究为回顾性研究,可能导致数据收集和分析的偏倚。考虑到这些局限性,本研究的结果需要进行更长随访期的前瞻性研究来证实。

综上所述,CO₂点阵激光联合医用硅酮凝胶敷料治疗儿童HS的疗效理想,可以有效改善瘢痕程度,减轻患者的瘙痒程度,提高患者满意度,且安全性较好,值得临床应用。

[参考文献]

- [1] Sharma Y, Jain P, Gottam SB, et al. Prospective Evaluation of Fractional Carbon Dioxide Laser Treatment of Mature Burn Scars, Post-traumatic Scars, and Post-acne Scars[J]. *Cureus*, 2024, 16(4): e58358.
- [2] Liu X, Sun Y, Wang J, et al. A tough, antibacterial and antioxidant hydrogel dressing accelerates wound healing and suppresses hypertrophic scar formation in infected wounds[J]. *Bioact Mater*, 2024, 34: 269-281.
- [3] Shen S, Cai Y, Song X, et al. The Efficacy of Fractional Carbon Dioxide Laser in Surgical Scars Treatment: A system Review and Meta-analysis[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2023, 47(1): 340-350.
- [4] An JK, Kim YH. Clinical Application of Self-Adherent Scar Care Silicone Sheet and Silicone Gel in Postoperative Scar Management[J]. *Journal of Wound Management and Research*, 2024, 20(1): 69-78.
- [5] Chen Y, Wei W, Li X. Clinical efficacy of CO₂ fractional laser in treating post-burn hypertrophic scars in children: A meta-analysis: CO₂ fractional laser in treating post-burn hypertrophic scars in children[J]. *Skin Res Technol*, 2024, 30(2): e13605.
- [6] Kong J, Zhou C, Pan L, et al. Micro-plasma radiofrequency and silicone gel dressings for treating early post-traumatic facial scars: A retrospective study[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2023, 87: 10-16.
- [7] Rageh MA, Ibrahim SMA, Abdallah N, et al. Autologous Nanofat Injection Combined with Fractional CO₂ Laser in the Treatment of Atrophic Acne Scars[J]. *Clin Cosmet Invest Dermatol*, 2024, 17: 697-705.
- [8] Yang X, Lohsiriwat V, Chang FCS, et al. Real-world management of abnormal scarring using topical silicone gel: expert consensus and case series from the Asian SCARS Expert Group[J]. *Drugs Context*, 2023, 12: 2023-4-3.
- [9] Worley B, Kim K, Jain-Poster K, et al. Treatment of traumatic hypertrophic scars and keloids: a systematic review of randomized control trials[J]. *Arch Dermatol Res*, 2023, 315(7): 1887-1896.
- [10] Zhang Y, Ye R, Dong J, et al. Efficacy and safety of ablative CO₂ fractional laser and narrowband intense pulsed light for the treatment of hypertrophic scars: a prospective, randomized controlled trial[J]. *J Dermatolog Treat*, 2023, 34(1): 2202287.
- [11] Murakami T, Shigeki S. Pharmacotherapy for Keloids and Hypertrophic Scars[J]. *Int J Mol Sci*, 2024, 25(9): 4674.
- [12] Meghe SR, Khan A, Jangid SD, et al. Shedding Light on Acne Scars: A Comprehensive Review of CO₂ vs. Erbium-Doped Yttrium Aluminium Garnet (Er:YAG) Laser Therapy[J]. *Cureus*, 2024, 16(4): e57572.
- [13] Zhou J, Huang X, Chen M, et al. Clinical efficacy of ultrasound-guided chondroitin polysulfate from bovine trachea combined with fractional CO₂ laser in the treatment of scar after burn repair[J]. *Postepy Dermatol Alergol*, 2024, 41(3): 314-327.
- [14] Kivi MK, Jafarzadeh A, Hosseini-Baharanchi FS, et al. The efficacy, satisfaction, and safety of carbon dioxide (CO₂) fractional laser in combination with pulsed dye laser (PDL) versus each one alone in the treatment of hypertrophic burn scars: a single-blinded randomized controlled trial[J]. *Lasers Med Sci*, 2024, 39(1): 69.
- [15] Bergus KC, Iske T, Fabia R, et al. Impact of laser treatment on hypertrophic burn scars in pediatric burn patients[J]. *Burns*, 2024, 50(7): 1863-1870.
- [16] Zhang P, Wu Q, Ding H, et al. Efficacy and Safety of Pressure Therapy Alone and in Combination with Silicone in Prevention of Hypertrophic Scars: A Systematic Review with Meta-analysis of Randomized Controlled Trials[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2023, 47(5): 2159-2174.
- [17] Tian F, Jiang Q, Chen J, et al. Silicone gel sheeting for treating keloid scars[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2023, 1(1): CD013878.