

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.21.038

• 瘢痕修复 •

自体脂肪移植联合二氧化碳点阵激光治疗烧伤后增生性瘢痕的效果及对瘢痕严重程度的影响

周晶

(上海杨思医院, 上海 200126)

[摘要]目的 探究自体脂肪移植联合二氧化碳点阵激光在烧伤后增生性瘢痕中的效果以及对患者瘢痕严重程度的影响。方法 选择我院2023年5月–2025年5月收治的100例烧伤后增生性瘢痕患者, 按照随机数字表法分为对照组($n=50$)与观察组($n=50$)。对照组采用二氧化碳点阵激光治疗, 观察组在对照组基础上联合自体脂肪移植治疗, 比较两组临床疗效、瘢痕严重程度、瘢痕厚度、血流灌注量及不良反应发生率。结果 观察组治疗总有效率(96.00%)高于对照组(80.00%)($P<0.05$)；观察组治疗后各项mVSS评分、瘢痕厚度以及血流灌注量低于对照组($P<0.05$)；两组不良反应发生率比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。结论 自体脂肪移植联合二氧化碳点阵激光治疗烧伤后增生性瘢痕效果确切, 可降低瘢痕严重程度, 减少瘢痕厚度以及血流灌注量, 且不良反应发生率较低, 效果良好。

[关键词] 自体脂肪移植; 二氧化碳点阵激光; 烧伤后增生性瘢痕; 瘢痕严重程度

[中图分类号] R619+.6

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2025)21-0150-04

Effect of Autologous Fat Transplantation Combined with Carbon Dioxide Fractional Laser on Hypertrophic Scar After Burn and its Influence on Scar Severity

ZHOU Jing

(Shanghai Yangsi Hospital, Shanghai 200126, China)

[Abstract]Objective To explore the effect of autologous fat transplantation combined with carbon dioxide fractional laser in hypertrophic scar after burn and its influence on patients' scar severity. Methods A total of 100 patients with hypertrophic scar after burn admitted to our hospital from May 2023 to May 2025 were selected, and they were divided into the control group ($n=50$) and the observation group ($n=50$) by the random number table method. The control group was treated with carbon dioxide fractional laser, and the observation group was treated with autologous fat transplantation on the basis of the control group. The clinical efficacy, scar severity, scar thickness, blood perfusion volume and adverse reaction rate were compared between the two groups. Results The total effective rate of treatment in the observation group (96.00%) was higher than that in the control group (80.00%) ($P<0.05$). The various mVSS scores, scar thickness and blood perfusion volume of the observation group after treatment were lower than those of the control group ($P<0.05$). There was no significant difference in the incidence of adverse reactions between the two groups ($P>0.05$). Conclusion Autologous fat transplantation combined with carbon dioxide fractional laser has a definite effect in the treatment of hypertrophic scar after burn. It can reduce scar severity, scar thickness and blood perfusion volume, with a low incidence of adverse reactions and good overall effect.

[Key words] Autologous fat transplantation; Carbon dioxide fractional laser; Hypertrophic scar after burn; Scar severity

烧伤(burn)属于现代社会中发病率较高的一种意外伤害事件, 烧伤后是否形成增生性瘢痕

和损伤深度、感染程度及个体体质相关。当烧伤患者形成瘢痕后, 既会对患者外貌美观造成影

响，还会降低患者的生活质量以及社会功能，形成负面情绪。基于此，烧伤后增生性瘢痕患者的治疗始终是现代整形外科中的重点研究内容^[1]。传统治疗烧伤后增生性瘢痕的常用方法包括手术切除、皮肤移植等，虽然可以获取良好效果，但创伤性较大，术后恢复时间过长，还有一定概率形成新瘢痕，故临床中需要采取更有效措施进行治疗^[2]。增生性瘢痕在早期形成时，毛细血管会大幅度扩张，产生严重性瘢痕充血，可通过抑制组织内部微血管活动控制增生性瘢痕进展^[3, 4]。二氧化碳点阵激光能够封闭瘢痕中血管，使瘢痕组织处于缺氧状态，并减少血管数量，发挥良好治疗效果；但单纯应用该方法治疗，易导致患者出现色素沉着、瘙痒以及疼痛等反应，可影响患者的美观度，故临床中需要在此基础上，联合其他措施治疗患者。自体脂肪移植可将患者自身脂肪组织填充至缺损区域，且自体脂肪具有良好的生物相容性，不会给患者带来免疫排斥反应，效果及安全性均相对良好^[4]。本研究旨在分析自体脂肪移植联合二氧化碳点阵激光治疗烧伤后增生性瘢痕的效果及对瘢痕严重程度的影响，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择上海杨思医院2023年5月~2025年5月收治的100例烧伤后增生性瘢痕患者，按照随机数字表法分为对照组（n=50）与观察组（n=50）。对照组男27例，女23例；年龄20~54岁，平均年龄（39.65±5.49）岁；病程1~3个月，平均病程（1.95±0.46）个月；瘢痕面积175~579 cm²，平均瘢痕面积（396.68±56.35）cm²。观察组男25例，女25例；年龄18~56岁，平均年龄（39.98±5.57）岁；病程1~2.5个月，平均病程（1.90±0.40）个月；瘢痕面积173~585 cm²，平均瘢痕面积（397.34±57.99）cm²。两组性别、年龄、病程、瘢痕面积比较，差异无统计学意义（P>0.05），研究可比。所有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岁；确诊为烧伤后增生性瘢痕；病程≤3个月；临床资料完整。排除标准：伴不稳定性瘢痕；伴精神性疾病；伴慢性病；既往1个月接受其他治疗；哺乳期或妊娠期女性。

1.3 方法

1.3.1 对照组 采用二氧化碳点阵激光治疗：应用二氧化碳点阵激光治疗仪[上海市激光技术研究所，国食药监械（准）字2012第3240662号，型号：LJL35-CS]治疗，波长10 600 nm，光斑直径1.2 mm。在进行治疗前在瘢痕及周围正常皮肤涂抹局部麻醉药，覆盖保鲜膜封闭，等待30~40 min至麻醉起效，擦除药膏，消毒皮肤；指导患者佩戴护目镜，医护人员手持激光治疗头，在瘢痕区域按照“由边缘向中心、均匀覆盖”的原则移动，确保激光能量均匀作用于瘢痕组织。激光选择点阵模式，能量密度10~50 mJ/cm²，脉宽为1 ms；对于较厚的增生性瘢痕，需多次叠加扫描（2~3遍），但需避免同一部位过度治疗导致结痂过深。治疗中观察瘢痕部位反应，若出现明显渗血（少量点状渗血正常），需用无菌纱布轻压止血；若患者出现疼痛加剧，可暂停操作或降低激光能量。治疗结束后，立即用生理盐水清洁创面，去除坏死组织，涂抹抗生素软膏预防感染。每次治疗间隔3个月，共治疗2次。

1.3.2 观察组 在对照组基础上联合自体脂肪移植治疗：以患者下腹部或大腿等脂肪丰富部位为自体脂肪供区，对供区皮肤消毒，注射肿胀液（含麻醉药和止血成分），分离脂肪细胞与周围组织，减少损伤；用吸脂针连接负压装置，在供区皮下均匀提取脂肪（通常提取5~20 ml，根据瘢痕填充需求调整），避免过度负压导致脂肪细胞破裂；将提取的脂肪混合物（含脂肪细胞、血液、肿胀液）放入离心机，1000~2000 r/min下离心5~10 min，分离出纯脂肪颗粒，去除杂质和水分，以提高移植存活率。对瘢痕及周围皮肤消毒，根据瘢痕厚度选择不同规格注射针头（通常用27~30 G细针头），采用“多点、少量、分层”的注射方式，将纯脂肪颗粒注入瘢痕皮下层。注射时从瘢痕边缘向中心推进，避免单点注射量过多导致局部凸起；注射后用手指轻压塑形，使脂肪均匀分布，与周围组织融合。观察瘢痕区域是否有明显出血、淤青，供区是否有渗液，若有异常及时止血、消毒。供区和瘢痕区域分别覆盖无菌纱布，供区可加压包扎，瘢痕区域轻敷纱布保护。每次治疗间隔3个月，共治疗2次。

1.4 观察指标

1.4.1 评估两组临床疗效 显效：瘢痕区域性质与周

围皮肤相近，厚度恢复正常，并未产生瘙痒以及疼痛反应；有效：瘢痕区域的性质逐渐趋于周围皮肤，厚度降低，存在轻微瘙痒和疼痛；无效：未达到上述标准。总有效率=显效率+有效率。

1.4.2评估两组瘢痕严重程度 采用改良温哥华瘢痕评定量表（mVSS）评估，包括色泽（0~3分）、血管分布（0~3分）、厚度（0~4分）、柔软度（0~5分）、瘙痒（0~2分）、疼痛（0~2分），分值与瘢痕严重程度呈正相关。

1.4.3测定两组瘢痕厚度和血流灌注量 使用彩色超声诊断仪测定瘢痕厚度，采用彩色多普勒超声诊断仪测定血流灌注量。

1.4.4统计两组不良反应发生率 包括脂肪液化、皮肤萎缩、色素沉着。

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 两组临床疗效比较 对照组显效33例，有效7例，无效10例；观察组显效38例，有效10例，无效2例。观察组治疗总有效率为96.00% (48/50)，高于对照组的80.00% (40/50) ($\chi^2 = 6.061$, $P = 0.014$)。

2.2 两组瘢痕严重程度比较 观察组治疗后色泽、血管分布、厚度、柔软度、瘙痒、疼痛评分低于对照组 ($P < 0.05$)，见表1。

2.3 两组瘢痕厚度和血流灌注量比较 观察组治疗后瘢痕厚度以及血流灌注量低于对照组 ($P < 0.05$)，见表2。

2.4 两组不良反应发生率比较 对照组发生皮肤萎缩2例，色素沉着5例，不良反应发生率为14.00% (7/50)；观察组发生脂肪液化、色素沉着各2例，皮肤萎缩1例，不良反应发生率为10.00% (5/50)。两组不良反应发生率比较，差异无统计学意义 ($\chi^2 = 0.379$, $P = 0.538$)。

表1 两组瘢痕严重程度比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	n	色泽		血管分布		厚度	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
观察组	50	2.34 ± 0.32	1.02 ± 0.26	2.17 ± 0.36	0.93 ± 0.13	3.07 ± 0.42	1.10 ± 0.32
对照组	50	2.39 ± 0.27	1.57 ± 0.39	2.24 ± 0.39	1.64 ± 0.50	3.04 ± 0.48	1.84 ± 0.45
t		0.844	7.327	0.933	9.718	0.333	9.476
P		0.401	0.000	0.353	0.000	0.740	0.000

组别	柔软度		瘙痒		疼痛	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
观察组	3.87 ± 0.55	1.18 ± 0.39	1.12 ± 0.38	0.26 ± 0.10	1.33 ± 0.22	0.28 ± 0.06
对照组	3.93 ± 0.49	1.94 ± 0.50	1.16 ± 0.34	0.69 ± 0.20	1.29 ± 0.24	0.61 ± 0.13
t	0.576	8.475	0.555	13.598	0.869	16.298
P	0.566	0.000	0.580	0.000	0.387	0.000

表2 两组瘢痕厚度和血流灌注量比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	瘢痕厚度 (mm)		血流灌注量 (PU)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
观察组	50	4.56 ± 1.13	2.11 ± 0.53	89.98 ± 11.67	68.76 ± 9.68
对照组	50	4.60 ± 1.15	3.77 ± 0.67	90.35 ± 11.91	76.77 ± 10.83
t		0.175	13.740	0.157	3.899
P		0.861	0.000	0.876	0.000

3 讨论

烧伤后增生性瘢痕的形成机制核心在于“创伤修复失衡”——烧伤导致皮肤组织缺损后，成纤维细胞过度增殖、胶原蛋白异常沉积，同时伴随毛细血管大量增生与炎症因子持续释放，最终形成质地坚硬、色泽异常且伴随瘙痒疼痛的瘢痕组织^[5, 6]。传统治疗方法（如手术切除）虽能去除成熟瘢痕，但易因创伤再次引发修复失衡，形成新瘢痕；单一二氧化碳点阵激光治疗虽能改善瘢痕外观，却难以解决瘢痕深层组织缺损与质地僵硬问题，故需要探究更有效的措施进行治疗^[7, 8]。

本研究中观察组治疗总有效率高于对照组，治疗后各项mVSS评分、瘢痕厚度和血流灌注量均低于对照组（ $P<0.05$ ）。分析原因在于，二氧化碳点阵激光通过10 600 nm波长的光热作用，可封闭瘢痕内增生毛细血管，减少血流灌注量，使瘢痕组织处于相对缺氧状态，抑制成纤维细胞增殖与胶原蛋白过度沉积^[9]；同时，微热损伤可激活皮肤创伤修复机制，促进正常胶原蛋白重塑，改善瘢痕柔软度。但单一激光治疗仅作用于瘢痕表层与中层，无法修复瘢痕下方的组织缺损，也难以从根本上改善瘢痕的僵硬质地^[10]。而自体脂肪组织不仅是“填充材料”，更是“活性细胞载体”。经纯化后的脂肪组织中富含脂肪干细胞，可分泌血管内皮生长因子、转化生长因子-β等多种细胞因子，一方面可促进瘢痕区域正常血管新生（替代异常增生的毛细血管），改善局部微环境^[11]；另一方面可抑制成纤维细胞过度活化，减少胶原沉积，同时促进胶原酶分泌，加速异常胶原降解，从而降低瘢痕厚度^[12]。此外，自体脂肪的填充作用可直接修复瘢痕区域的组织凹陷，使瘢痕表面更平整，与周围正常皮肤的衔接更自然，改善瘢痕外观^[13, 14]。自体脂肪移植联合二氧化碳点阵激光治疗通过“激光改善表层外观+脂肪修复深层结构”的协同机制，可从外观、质地、症状多维度改善烧伤后增生性瘢痕。本研究中两组不良反应发生率比较，差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）。分析认为，自体脂肪来源于自身，且能够与自身组织完美融合，不会引发免疫排斥反应，故应用安全性较高^[15]。

综上所述，自体脂肪移植联合二氧化碳点阵激光治疗烧伤后增生性瘢痕效果确切，可降低瘢痕严重程度，减少瘢痕厚度以及血流灌注量，且不良反应发生率较低，效果良好。

【参考文献】

- [1]王卓辉,王一鸣.自体脂肪移植在二氧化碳点阵激光治疗烧伤后增生性瘢痕中的应用[J].中国医疗美容,2024,14(10):11-14.
- [2]邓立才,曾涛,江能旺.二氧化碳点阵激光联合常规治疗儿童深度烧伤后早期增生性瘢痕的效果及安全性[J].吉林医学,2024,45(9):2103-2106.
- [3]王丰艳,臧春雁,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):92-96.
- [4]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.
- [5]田小瑞,王建明,郭万里,等.超脉冲点阵CO₂激光联合外涂硅凝胶治疗面部深II度烧伤后增生性瘢痕[J].中国美容医学,2024,33(6):14-18.
- [6]杨来新,王世利,付合军.复方倍他米松联合超脉冲点阵二氧化碳激光治疗烧伤后增生性瘢痕的效果及安全性分析[J].中国医疗美容,2024,14(5):19-23.
- [7]王雷,雍丽,张龙,等.超脉冲CO₂点阵激光联合低浓度5-氟尿嘧啶对烧伤后增生性瘢痕患者的影响[J].中国美容整形外科杂志,2023,34(12):754-756,772.
- [8]张燕祝,王萌.不同脉冲染料激光治疗间隔时间对烧伤后增生性瘢痕疗效的影响[J].中国烧伤创疡杂志,2023,35(6):480-482,487.
- [9]程志华,刘上基.自体脂肪移植联合序贯激光治疗烧伤后增生性瘢痕的效果[J].中国医学创新,2023,20(30):24-27.
- [10]程洋,陶茂锦,王盼.自体脂肪移植辅助脉冲染料激光治疗烧伤后增生性瘢痕的疗效及对瘢痕厚度、血流灌注的影响[J].中国医疗美容,2023,13(8):27-31.
- [11]张彬柱,左娜,许振华,等.3D打印透明面罩与传统压力面罩治疗烧伤后面部增生性瘢痕疗效研究[J].创伤与急危重病医学,2023,11(4):295-297.
- [12]赵丽靓,许清华,张小锋,等.剥脱性点阵CO₂激光联合³²P同位素敷贴修复烧伤后增生性瘢痕的效果[J].检验医学与临床,2023,20(6):747-752.
- [13]王晨霞,刘玉刚,孙立.二氧化碳激光治疗大鼠烧伤后增生性瘢痕的疗效观察及机制探讨[J].中国中西医结合皮肤病学杂志,2023,22(1):14-17.
- [14]邢亮,冯建科,马磊磊,等.不同时期应用复方肝素钠尿囊素凝胶对大鼠深II度烧伤后增生性瘢痕形成的影响[J].中国美容医学,2023,32(2):9-14.
- [15]刘继松,邢福席,付全有,等.点阵二氧化碳激光治疗儿童深度烧伤后早期增生性瘢痕的效果评价[J].中华全科医学,2023,21(2):250-254.