DOI：10.3969/j.issn.1004-4949.2026.17.018

脉冲染料激光联合超脉冲CO_2点阵激光序贯治疗增生性瘢痕的有效性及安全性

何 伟，郑秀芬，温秀娟，王瑞华，梁烨婷，吴 含
［南方医科大学第八附属医院（佛山市顺德区第一人民医院）皮肤性病科，广东　佛山　528300］

［摘　要］目的 探讨对增生性瘢痕患者采用脉冲染料激光（PDL）联合超脉冲CO_2点阵激光序贯治疗的有效性及安全性。**方法** 回顾性分析2019年1月-2025年12月南方医科大学第八附属医院皮肤性病科收治的60例增生性瘢痕患者临床资料，按治疗方式不同分为对照组和观察组，各30例。对照组行超脉冲CO_2点阵激光治疗，观察组行PDL联合超脉冲CO_2点阵激光序贯治疗，比较两组温哥华瘢痕量表（VSS）评分、瘢痕厚度与血流灌注量、瘢痕患者与观察者评估量表（POSAS）观察者评分、不良反应发生率。**结果** 两组治疗后3个月VSS各维度评分及总分均低于治疗前，且观察组均低于对照组（$P<0.05$）；两组治疗后3个月瘢痕厚度、血流灌注量均低于治疗前，且观察组均低于对照组（$P<0.05$）；两组治疗后3个月POSAS观察者各维度评分及总分均低于治疗前，且观察组均低于对照组（$P<0.05$）；两组不良反应发生率比较，差异无统计学意义（$P>0.05$）。**结论** PDL联合超脉冲CO_2点阵激光序贯治疗可协同改善增生性瘢痕外观与组织结构，缩减瘢痕厚度并抑制病理性血供，瘢痕综合状态获益更佳，且安全性与单一激光相当，具有良好的临床应用价值。

［关键词］ 增生性瘢痕；脉冲染料激光；超脉冲CO_2点阵激光；序贯治疗
［中图分类号］ R619+.6　　**［文献标识码］** A　　**［文章编号］** 1004-4949（2026）17-0074-05

Efficacy and Safety of Sequential Therapy with Pulsed Dye Laser Combined with Ultra-pulsed CO_2 Fractional Laser for Hypertrophic Scars

HE Wei, ZHENG Xiufen, WEN Xiujuan, WANG Ruihua, LIANG Yeting, WU Han
[Department of Dermatology and Venereology, the Eighth Affiliated Hospital of Southern Medical University (The First People's Hospital of Shunde District), Foshan 528300, Guangdong, China]

[Abstract]Objective To investigate the efficacy and safety of sequential therapy with pulsed dye laser (PDL) combined with ultra-pulsed CO_2 fractional laser in patients with hypertrophic scars. **Methods** The clinical data of 60 patients with hypertrophic scars admitted to the Department of Dermatology and Venereology, the Eighth Affiliated Hospital of Southern Medical University from January 2019 to December 2025 were retrospectively analyzed. According to different treatment methods, they were divided into the control group and the observation group, with 30 patients in each group. The control group received ultra-pulsed CO_2 fractional laser treatment, and the observation group received sequential therapy of PDL combined with ultra-pulsed CO_2 fractional laser. The Vancouver Scar Scale (VSS) score, scar thickness, blood perfusion, Patient and Observer Scar Assessment Scale (POSAS) observer score and adverse reaction rate were compared between the two groups. **Results** At 3 months after treatment, the scores of each dimension and total score of VSS in the two groups were lower than those before treatment, and those in the observation group were lower than those in the control group ($P<0.05$). At 3 months after treatment, the scar thickness and blood perfusion of the two groups were lower than those before treatment,

第一作者：何伟（1987.9-），男，黑龙江鸡西人，硕士，主治医师，主要从事皮肤外科、激光、美容相关工作
通讯作者：吴含（1991.11-），女，湖北咸宁人，硕士，主治医师，主要从事皮肤与性病、激光、美容相关工作

医学美学美容

and those in the observation group were lower than those in the control group (P<0.05). At 3 months after treatment, the scores of each dimension and total observer score of POSAS in the two groups were lower than those before treatment, and those in the observation group were lower than those in the control group (P<0.05). There was no statistically significant difference in the incidence of adverse reactions between the two groups (P>0.05). **Conclusion** Sequential therapy of PDL combined with ultra-pulsed CO_2 fractional laser can synergistically improve the appearance and tissue structure of hypertrophic scars, reduce scar thickness and inhibit pathological blood supply, bringing better comprehensive improvement of scars. It has comparable safety to single laser therapy and possesses favorable clinical application value.

[Key words] Hypertrophic scars; Pulsed dye laser; Ultra-pulsed CO_2 fractional laser; Sequential therapy

增生性瘢痕（hyperplastic scars）是皮肤深达真皮损伤后修复失衡所形成的病理性瘢痕，以成纤维细胞过度活化、胶原纤维紊乱沉积及局部微血管异常增生为核心特征，常伴瘙痒、疼痛乃至功能受限，在烧伤、手术及创伤人群中发生率较高，严重损害外观，影响患者的生活质量[1]。目前临床多采用瘢痕内糖皮质激素注射、加压疗法、硅酮制剂及手术切除等手段治疗增生性瘢痕，但单一疗法往往难以兼顾瘢痕的血管成分与结构成分，且存在复发率偏高、治疗疼痛、色素异常及疗程冗长等不足[2]。超脉冲CO_2点阵激光可诱导胶原重塑、松解瘢痕僵硬结构；脉冲染料激光（pulsed dye laser, PDL）则可选择性靶向封闭瘢痕内扩张微血管，削减局部血供，二者序贯联合有望在血管调控与结构重塑两个层面产生协同增效并降低不良反应[3, 4]。本研究旨在进一步分析PDL联合超脉冲CO_2点阵激光序贯治疗增生性瘢痕的有效性及安全性，以期为临床优化瘢痕分层治疗策略提供依据，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2019年1月–2025年12月南方医科大学第八附属医院皮肤性病科收治的60例增生性瘢痕患者临床资料，按治疗方式不同分为对照组和观察组，各30例。对照组男16例，女14例；年龄21~58岁，平均年龄（38.65±9.42）岁；病程3~22个月，平均病程（12.47±4.13）个月。观察组男15例，女15例；年龄22~57岁，平均年龄（37.89±9.68）岁；病程4~23个月，平均病程（12.83±3.96）个月。两组性别、年龄及病程比较，差异无统计学意义（P>0.05），研究可比。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准：参照中国临床瘢痕防治专家共识[5]，经临床结合组织病理确诊为增生性瘢痕；瘢痕形成时间超过3个月且处于增生活跃期；单处瘢痕最大径不小于2 cm，便于测量与评价；年龄18~60岁，既往未接受激光、放疗或瘢痕内注射等干预；临床及随访资料完整，依从性良好。排除标准：合并瘢痕疙瘩或其他皮肤肿瘤性病变者；治疗区存在活动性感染、湿疹或光敏性疾病者；具有瘢痕体质、凝血功能障碍或近期服用抗凝、免疫抑制类药物者；妊娠期或哺乳期女性。

1.3 方法

1.3.1对照组 行超脉冲CO_2点阵激光治疗：治疗前记录瘢痕病程、部位及既往治疗史，评估Fitzpatrick皮肤分型，固定光源与体位条件下拍照，并行高频超声测量瘢痕厚度；治疗区以生理盐水清洁，聚维酮碘（广东科泓药业有限公司，国药准字H44023382，规格：7.5%）消毒后，外涂复方利多卡因乳膏（同方药业集团有限公司，国药准字H20063466，规格：乳膏剂），封包60 min行表面麻醉，麻醉起效后拭净并再次消毒，术中医患双方佩戴专用护目镜。采用二氧化碳激光治疗系统（美国科医人激光科技有限公司，国械注进20173016241，型号：AcuPulse 40AES-A），设置参数：波长10 600 nm，密度5%，能量25~30 mJ/cm^2。光斑均匀覆盖整个瘢痕并逐点扫描1遍，以瘢痕组织轻度气化、针尖样微出血为治疗终点。术毕即刻以无菌生理盐水纱布冷敷20~30 min，外用莫匹罗星软膏（福元药业有限公司，国药准字H20213852，规格：2%），2次/d，直至创面结痂脱落，结痂需自然脱落，嘱患者勿撕剥，7 d内治疗区避免沾

医学美学美容

水；创面愈合后严格防晒（SPF≥30）3个月，术后1周复诊评估愈合情况与不良反应。每8周治疗1次，连续治疗3次。

1.3.2观察组 行PDL联合超脉冲CO_2点阵激光序贯治疗：术前准备、表面麻醉及术后创面处理均同对照组。在上述超脉冲CO_2点阵激光治疗基础上，序贯联合皮肤多波长激光治疗仪（美国赛诺秀公司Cynosure，国械注进20173091146，型号：LLC，Cynergy），设置波长PDL 585/YAG 1064 nm，能量密度PDL 585（6~8 J/cm^2）/YAG 1064 nm（35~55 J/cm^2），治疗全程启用动态冷却装置保护表皮。每疗程内先行PDL治疗，光斑间重叠约10%覆盖瘢痕全域1遍，以瘢痕表面出现均匀淡紫红色反应、未出现紫癜为治疗终点，术毕冷敷20~30 min；间隔4周后再行超脉冲CO_2点阵激光治疗，仪器型号、麻醉方式、扫描参数及治疗终点均与对照组一致。PDL与点阵激光交替序贯进行，以8周为1个疗程，连续治疗3个疗程。术后管理、创面修复及防晒措施同对照组，并嘱患者治疗期间规律作息、清淡饮食、避免局部摩擦刺激。

1.4 观察指标

1.4.1记录两组VSS评分 治疗前及治疗后3个月由2名固定皮肤科医师采用盲法独立评定，从色泽（0~3分）、血管分布（0~3分）、柔软度（0~5分）及厚度（0~4分）4个维度赋分，总分范围为0~15分，取两者均值，得分越高提示瘢痕越严重[6]。

1.4.2测量两组瘢痕厚度及血流灌注量 治疗前及治疗后3个月采用高频皮肤超声（探头频率20 MHz）测量瘢痕最厚处厚度，正常皮肤真皮厚度参考值为1.50~2.00 mm；采用激光多普勒血流灌注成像仪测量瘢痕区血流灌注量，正常皮肤血流灌注参考值为80~120 PU。

1.4.3记录两组POSAS观察者评分 治疗前及治疗后3个月由与VSS评定相同的2名皮肤科医师盲法独立评定观察者量表部分，从血管分布、色素、厚度、粗糙度、柔软度5个维度评价，各维度计1~10分（1分为正常皮肤，10分为最差），总分范围为5~50分，取两者均值，得分越高提示瘢痕越严重[7]。

1.4.4记录两组不良反应发生率 记录治疗期间色素沉着、持续性红斑、局部水疱及感染等不良反应的发生情况。

1.5 统计学方法 采用SPSS 22.0统计学软件进行数据分析，计数资料以[n（%）]表示，行χ^2检验；计量资料以（$\bar{x}\pm s$）表示，行t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 两组治疗后3个月VSS各维度评分及总分均低于治疗前，且观察组均低于对照组（$P<0.05$），见表1。

2.2 两组瘢痕厚度及血流灌注量比较 两组治疗后3个月瘢痕厚度、血流灌注量均低于治疗前，且观察组均低于对照组（$P<0.05$），见表2。

2.3 两组POSAS观察者评分比较 两组治疗后3个月POSAS观察者各维度评分及总分均低于治疗前，且观察组均低于对照组（$P<0.05$），见表3。

2.4 两组不良反应发生率比较 对照组发生色素沉着3例，持续性红斑2例，局部水疱1例，不良反应发生率为20.00%（6/30）；观察组发生色素沉着、持续性红斑、局部水疱各1例，不良反应发生率为10.00%（3/30）。两组不良反应发生率比较，差异无统计学意义（$\chi^2=0.523$，$P=0.470$）。

表1 两组VSS评分比较（$\bar{x}\pm s$，分）

组别	n	色泽		血管分布		柔软度	
		治疗前	治疗后3个月	治疗前	治疗后3个月	治疗前	治疗后3个月
对照组	30	2.44±0.48	1.42±0.51	2.43±0.62	1.36±0.49	3.68±0.74	1.87±0.62
观察组	30	2.51±0.45	0.86±0.38	2.38±0.65	0.79±0.41	3.72±0.71	1.24±0.55
t		0.583	4.827	0.305	4.884	0.214	4.155
P		0.562	0.000	0.762	0.000	0.831	0.000

医学美学美容

表 1 （续）

组别	n	厚度		总分	
		治疗前	治疗后 3 个月	治疗前	治疗后 3 个月
对照组	30	2.31 ± 0.55	1.22 ± 0.43	10.42 ± 1.76	5.87 ± 1.53
观察组	30	2.27 ± 0.58	0.75 ± 0.34	10.36 ± 1.81	3.64 ± 1.28
t		0.274	4.699	0.130	6.123
P		0.785	0.000	0.897	0.000

表 2 两组瘢痕厚度及血流灌注量比较（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	瘢痕厚度（mm）		血流灌注量（PU）	
		治疗前	治疗后 3 个月	治疗前	治疗后 3 个月
对照组	30	4.28 ± 0.82	2.53 ± 0.61	268.45 ± 32.16	172.38 ± 25.43
观察组	30	4.35 ± 0.79	1.87 ± 0.54	271.32 ± 30.87	128.64 ± 22.19
t		0.337	4.437	0.353	7.098
P		0.738	0.000	0.726	0.000

表 3 两组 POSAS 观察者评分比较（$\bar{x}\pm s$，分）

组别	n	血管分布		色素		厚度	
		治疗前	治疗后 3 个月	治疗前	治疗后 3 个月	治疗前	治疗后 3 个月
对照组	30	7.82 ± 1.14	4.68 ± 1.05	7.45 ± 1.08	4.52 ± 0.96	7.63 ± 1.16	4.76 ± 1.02
观察组	30	7.76 ± 1.21	3.12 ± 0.89	7.53 ± 1.12	3.28 ± 0.84	7.41 ± 1.23	3.45 ± 0.91
t		0.198	6.208	0.282	5.324	0.713	5.249
P		0.844	0.000	0.779	0.000	0.479	0.000

组别	粗糙度		柔软度		总分	
	治疗前	治疗后 3 个月	治疗前	治疗后 3 个月	治疗前	治疗后 3 个月
对照组	7.18 ± 1.22	4.38 ± 0.94	7.16 ± 1.19	4.22 ± 0.98	37.24 ± 4.53	22.56 ± 3.87
观察组	7.05 ± 1.18	3.36 ± 0.87	7.14 ± 1.15	3.22 ± 0.82	36.89 ± 4.71	16.43 ± 3.25
t	0.420	4.362	0.066	4.286	0.293	6.644
P	0.676	0.000	0.947	0.000	0.770	0.000

3 讨论

增生性瘢痕源于创面愈合中修复与重塑的失衡，成纤维细胞异常活化、细胞外基质无序堆积与微血管过度新生共同构成其病理基础，临床常表现为质硬、色红与隆起并伴瘙痒疼痛[8]。传统的瘢痕内注射、加压及硅酮制剂虽能一定程度抑制增生，却难以同时干预瘢痕的血管与结构双重成分，疗程长且复发多见。激光凭借选择性光热效应为分层治疗提供了新路径，如何借助不同波长的合理组合兼顾血管封闭与胶原重塑，已成为瘢痕治疗探索的焦点[9]。

本研究结果显示，两组治疗后3个月VSS各维度评分及总分均低于治疗前，且观察组均低于对照组（$P<0.05$）。这一优势源自于两种激光的作用互补：超脉冲CO_2点阵激光以微热损伤柱诱导胶原即刻收缩并启动有序重塑，改善柔软度与厚度维度；585 nm脉冲染料激光则经氧合血红蛋白选择性吸收靶向封闭扩张微血管，直接作用于色泽与血管分布维度。先血管、后结构的序贯次序，使各维度获益叠加，故VSS评分下降更为充分[10]。两组治疗后3个月瘢痕厚度、血流灌注量均低于治疗前，且观察组均低于对照组

医学美学美容

（$P<0.05$），提示联合方案不仅缩减了瘢痕的物理体积，还有效削减了其病理性血流。PDL通过光热凝固使异常毛细血管闭塞、管腔塌陷，直接降低灌注水平；随后的点阵激光在气化柱周围形成的热凝固带进一步限制了闭塞血管再通，二者叠加使瘢痕微循环受到持续性抑制。血供下降又反过来削弱成纤维细胞的合成活性，减少胶原持续沉积，为瘢痕厚度下降创造条件，体现出血管调控与结构重塑之间的正向循环[11，12]。两组治疗后3个月POSAS观察者各维度评分及总分均低于治疗前，且观察组均低于对照组（$P<0.05$）。分析其机制在于PDL以氧合血红蛋白为靶色基，光热凝固使瘢痕内扩张微血管闭塞，红斑消退直接反映为血管分布评分下降；局部血供减少后炎症介质释放与黑素细胞活性受抑，炎症后色素改变随之减轻，故色素维度同步获益。厚度与粗糙度的改善主要源于点阵激光微热损伤柱引导的胶原有序重塑与表面重建，柔软度改善则与胶原纤维排列趋于规整、异常交联减少有关，提示两种波长分别对应POSAS的血管性维度与结构性维度，叠加后总分下降更充分。POSAS从观察者视角对瘢痕进行多维量化评估，与VSS在评价维度上部分交叉但侧重点有别：VSS以色泽和柔软度为主轴，POSAS则进一步细化了粗糙度与色素两个易受患者关注的外观维度。两套量表所得结论方向一致且各有补充，提示序贯方案在血管封闭与结构重塑两个层面的获益可在不同评估工具中稳定复现，而非依赖单一量表的测量偏好[13]。安全性方面，两组不良反应发生率比较，差异无统计学意义（$P>0.05$），说明在既定参数下叠加PDL并未额外增加治疗风险。PDL能量相对温和且配合动态冷却保护表皮，间隔一定时间再行点阵激光也为皮肤屏障修复预留了缓冲，所见色素沉着与持续性红斑多为一过性，经防晒及创面修复处理后可逐渐消退，未见瘢痕体质相关的异常增生[14，15]。

综上所述，PDL联合超脉冲CO_2点阵激光序贯治疗能同步改善VSS各维度评分、缩减瘢痕厚度与血流灌注量，POSAS观察者多维评分降低同步证实瘢痕综合改善，安全性与单一激光相当，凭借血管靶向与结构重塑的协同展现出确切的临床价值。然而，本研究为单中心回顾性设计，样本量有限、随访较短，后续尚需多中心大样本前瞻性验证，延长随访评估远期复发，并优化能量参数与序贯间隔，以支撑个体化瘢痕治疗的持续完善。

［参考文献］

[1]臧梦青.增生性瘢痕和瘢痕疙瘩的诊治现状[J].中华医学杂志,2023,103(7):469-472.

[2]杨晨,杨喜明.增生性瘢痕治疗的现状与前沿进展[J].临床医学进展,2024,14(9):347-353.

[3]郭耿鸿,陈嘉胜,韩晓沙,等.瘢痕的激光治疗进展[J].中南大学学报(医学版),2024,49(2):197-206.

[4]李妍,胥学冰,康贺军,等.复方倍他米松联合CO_2点阵激光、PDL激光治疗瘢痕疙瘩疗效分析[J].武警医学,2022,33(7):618-622.

[5]中国临床瘢痕防治专家共识制定小组,夏照帆,吕开阳.中国临床瘢痕防治专家共识[J].中华损伤与修复杂志(电子版),2017,12(6):401-408.

[6]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.

[7]Draaijers LJ,Tempelman FR,Botman YA,et al.The patient and observer scar assessment scale:a reliable and feasible tool for scar evaluation[J].Plast Reconstr Surg,2004,113(7):1960-1967.

[8]刘振楠,赵倩楠,韩花花,等.瘢痕疙瘩的激光治疗进展[J].中国美容整形外科杂志,2022,33(11):677-680.

[9]赵光耀,章祥洲,吴军军.优化脉冲光、点阵CO_2激光联合复方肝素钠尿囊素凝胶透皮给药治疗儿童烧伤后增生性瘢痕[J].中国美容医学,2023,32(8):58-62.

[10]李永熙,代彤彤,时永强.超脉冲点阵CO_2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.

[11]应掌红,余敏.超脉冲二氧化碳点阵激光结合人表皮生长因子凝胶对凹陷性痤疮瘢痕患者面部美观度的影响[J].基层医学论坛,2026,30(13):85-87,98.

[12]弓辰,夏成德,何素霞,等.基于温哥华瘢痕量表评分的强脉冲光联合二氧化碳点阵激光序贯治疗深度烧伤后早期增生性瘢痕的效果[J].中华整形外科杂志,2023,39(8):823-829.

[13]李倩,杜慧青,张淼,等.增生性瘢痕的激光治疗进展[J].中国美容整形外科杂志,2025,36(3):148-151.

[14]蔡青,李晶冰.曲安奈德联合超脉冲CO_2点阵激光治疗增生性瘢痕的临床疗效及对TGF-β1、VEGF水平的影响[J].天津药学,2026,38(3):343-347.

[15]郭耿鸿,陈嘉胜,韩晓沙,等.瘢痕的激光治疗进展[J].中南大学学报(医学版),2024,49(2):197-206.

收稿日期：2026-8-15　　编辑：扶田

医学美学美容