

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.14.045

•综述•

富血小板血浆联合点阵激光在皮肤美容中的运用进展

李峰¹, 胡星月¹, 赵艳¹, 刘廷翔², 吴晓霞³

(1. 湖北三峡职业技术学院附属医院皮肤科, 湖北 宜昌 443000;

2. 武汉北度生物科技有限公司, 湖北 武汉 430206;

3. 兴山县人民医院皮肤科, 湖北 宜昌 443700)

[摘要] 富血小板血浆 (PRP) 与点阵激光是皮肤医学领域的两种重要技术。PRP通过离心自体全血获取, 富含多种生物活性成分, 可促进组织修复; 点阵激光基于选择性光热作用, 通过微热损伤启动皮肤“损伤-修复”机制。本文介绍了富血小板血浆与点阵激光的技术原理, 重点阐述了二者联合在瘢痕修复、抗衰老与肤质改善、敏感肌修复及脱发治疗等方面的应用进展, 并探讨了其在修复加速、炎症控制及胶原沉积增加等方面的协同机制, 以期为皮肤美容领域相关治疗方案的优化及临床应用提供理论参考和实践指导。

[关键词] 点阵激光; 富血小板血浆; 皮肤美容

[中图分类号] R62

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949 (2025) 14-0182-04

Application Progress on Platelet-rich Plasma Combined with Fractional Laser in Cosmetic Dermatology

LI Feng¹, HU Xingyue¹, ZHAO Yan¹, LIU Tingxiang², WU Xiaoxia³

(1. Department of Dermatology, Affiliated Hospital of Hubei Three Gorges Polytechnic, Yichang 443000, Hubei, China;

2. Wuhan Beidu Biotechnology Co., Ltd., Wuhan 430206, Hubei, China;

3. Department of Dermatology, Xingshan People's Hospital, Yichang 443700, Hubei, China)

[Abstract] Platelet-rich plasma (PRP) and fractional laser are two important technologies in the field of dermatology. PRP is isolated from autologous whole blood by centrifugation, which is rich in various bioactive components that facilitate tissue repair. Fractional laser, based on selective photothermolysis, initiates the skin's "damage-repair" response through controlled microthermal damage. This article introduces the technical principles of platelet-rich plasma and fractional laser, focuses on the application progress of their combination in scar repair, anti-aging and skin quality improvement, sensitive skin repair and alopecia treatment, and discusses their synergistic mechanisms in accelerating repair, controlling inflammation and increasing collagen deposition. It is expected to provide theoretical reference and practical guidance for the optimization of related treatment plans and clinical applications in the field of cosmetic dermatology.

[Key words] Fractional laser; Platelet-rich plasma; Cosmetic dermatology

富血小板血浆 (platelet-rich plasma, PRP) 是通过离心等方式从自体全血中提取的、血小板浓度高于基础血液的血浆制品。点阵激光 (fractional laser) 是一种将激光束分解为多个微

小光束作用于皮肤, 形成阵列状微治疗区以刺激组织修复和再生的激光治疗技术。在皮肤修复与美容治疗中, PRP与点阵激光分别以其独特特性受到关注^[1]。PRP作为自体源性生物制剂, 通过释

第一作者: 李峰 (1970.7-), 男, 湖北兴山县人, 本科, 主治医师, 主要从事皮肤病诊治及皮肤美容方面工作

通讯作者: 吴晓霞 (1982.9-), 女, 湖北兴山县人, 本科, 副主任医师, 主要从事皮肤病诊治及皮肤美容方面工作

放生长因子参与组织再生；点阵激光则利用局灶性光热效应刺激皮肤自我修复。随着临床需求提升，单一技术的局限性逐渐显现，二者联合应用通过生物调控与物理刺激的互补，在改善疗效、缩短修复周期等方面展现潜力，成为当前皮肤医学领域的研究热点。本文对PRP与点阵激光的技术原理和两者联合治疗的临床应用进展作一综述，阐述PRP联合点阵激光治疗的协同机制，以期对相关治疗方案的临床应用提供参考。

1 富血小板血浆与点阵激光的技术原理

PRP通过离心自体全血获得，利用血液中血小板的高浓度聚集特性，将血小板浓度提升至基础值的3~5倍，形成富含多种生物活性成分的血浆制品^[2]。点阵激光基于选择性光热作用理论发展而来，其创新点在于将传统激光束分解为规则排列的微小光束，在皮肤表面形成直径约70~100 μm 、深度可达真皮浅层的微热损伤区。这些微区呈矩阵式分布，间距约为微区直径的2~3倍，既保证了足够的治疗密度，又保留了大量未受损伤的正常组织作为“修复支架”。当激光能量作用于靶组织时，微热损伤区的水分吸收光能转化为热能，使局部温度升至60~70 $^{\circ}\text{C}$ ，触发真皮胶原纤维的变性收缩与三维结构重组，同时激活成纤维细胞的二次增殖，促使I型和III型胶原有序沉积^[3]。

2 PRP联合点阵激光的临床应用进展

2.1 瘢痕修复 萎缩性痤疮瘢痕作为皮肤美容领域的常见难题，其修复需兼顾组织再生与结构重塑，PRP联合点阵激光的协同模式为这一问题提供了新的解决路径。有研究^[4]选取30例萎缩性痤疮瘢痕患者参与研究，患者一侧面部接受二氧化碳点阵激光治疗，另一侧接受二氧化碳点阵激光联合真皮内PRP注射治疗，随访3个月结果显示面部两侧的瘢痕深度均有明显改善，但二氧化碳点阵激光联合PRP治疗显示出更显著的改善效果。此外，王德悦等^[5]研究指出，点阵激光通过微热损伤启动真皮胶原重塑的同时，PRP中的血小板衍生生长因子（PDGF）与转化生长因子 β （TGF- β ）可定向激活成纤维细胞增殖，调控I型与III型胶原的比例至接近正常皮

肤的3:1，避免单一激光治疗可能引发的胶原无序增生。张秋华等^[6]进一步构建的疗效预测模型显示，治疗前瘢痕深度、年龄及PRP中血小板浓度是影响疗效的关键变量，模型对3个月后有有效率的预测准确率达89.6%，为个体化治疗方案制定提供了数据支撑。宋黎等^[7]纳入15项RCT研究（共987例患者）的Meta分析显示，联合组总有效率（85.2%）显著高于单纯激光组（63.7%），且复发率降低至5.8%（单纯组为17.3%），长期随访（6~12个月）中瘢痕弹性恢复程度较基线提升42%，证实了该方案的疗效持续性良好。从临床实践观察来看，PRP联合点阵激光这种联合治疗模式不仅在数据上展现优势，实际操作中患者主观感受更舒适，恢复过程也更符合预期，为瘢痕修复提供了更可靠的选择方向。

2.2 抗衰老与肤质改善 非剥脱性1565 nm点阵激光通过微光束作用于真皮层，在不破坏表皮完整性的前提下诱导胶原纤维热变性，启动成纤维细胞增殖与胶原再生程序，而PRP中的PDGF与碱性成纤维细胞生长因子（bFGF）可加速这一过程^[8]。耿雅琼等^[9]针对120例面颈部光老化患者的对照研究显示，联合治疗组治疗3个月后皮肤弹性评分较单纯激光组提升28%，皱纹深度减少35%，且红斑持续时间缩短约3 d，证实PRP在减轻激光术后炎症反应、促进修复方面的辅助作用。叶欢等^[10]观察80例皮肤色素沉着患者的治疗数据显示，在相同激光参数下，联合PRP组治疗2个疗程后色素积分（MASI）下降幅度较单纯激光+氨甲环酸组增加19%，可能与PRP中转化生长因子 β 调控角质形成细胞代谢、加速色素颗粒转运有关。临床随访显示^[11]，采用该模式治疗的光老化患者，6个月后皮肤含水量较基线增加32%，粗糙度降低27%，提示联合疗法在改善皮肤质地、维持水油平衡方面具有长期效益。从上述研究可以看出，PRP联合点阵激光不仅提升了皮肤各项指标，患者自身也能感觉到皮肤更紧致、更有光泽。从长期跟踪来看，皮肤状态的改善并非短期波动，而是呈现逐步优化的趋势，为抗衰老治疗提供了更贴合患者需求的选择。

2.3 敏感肌修复 CO₂点阵激光通过微光束汽化表皮浅层，形成直径约100 μm 的微热损伤区，这些

微区呈矩阵分布,可刺激真皮胶原再生以增强皮肤支撑结构,加速表皮屏障重建。李艳秋等^[12]观察 I 型及 II 型玫瑰痤疮患者的临床数据显示,单纯CO₂点阵激光治疗3个月后面部红斑评分较基线下降38%,皮肤屏障功能指数降低29%,提示激光在改善敏感肌血管扩张及屏障损伤方面的基础作用。PRP的加入进一步优化了修复效果,富含的TGF- β 可抑制促炎因子释放,减轻激光术后的炎症反应;PDGF则促进角质形成细胞增殖迁移,加速表皮愈合。尹敏等^[13]研究对比了强脉冲光联合微针导入PRP与单纯强脉冲光治疗敏感性皮肤的效果,结果显示联合治疗组临床总有效率显著高于单纯强脉冲光组,且治疗后皮肤红斑指数、TEWL下降更明显,皮肤角质层含水量提升更显著,提示PRP通过微针导入可增强皮肤屏障修复的持久性。陈荣威等^[14]针对轻中度面部敏感性皮肤患者,比较了PRP联合强脉冲光与单纯强脉冲光的疗效,结果表明联合治疗组在红斑、瘙痒、灼热感等症状评分的改善上优于单纯光疗组,治疗有效率更高,提示PRP联合强脉冲光治疗轻中度面部敏感性皮肤的效果较好。由此可见,PRP与激光的联合应用不仅能减少敏感肌症状,患者的屏障受损问题也得到了有效解决,这种基于自体成分的修复模式更符合敏感肌温和调理的需求。

2.4 脱发治疗 点阵激光通过2940 nm波长的微光束在头皮形成直径约80~120 μm 的微通道,这些微损伤不仅刺激真皮层释放促血管生成因子,还显著提高了PRP中生长因子的透皮吸收率。杜明颖等^[15]针对80例雄激素性脱发患者的对照试验显示,外涂PRP联合2940 nm点阵激光治疗3个月后,目标区域毛发密度较单纯PRP组提升32%,毛干直径增加18%,提示激光的微通道效应增强了活性成分的局部作用。檀龙海等^[16]纳入100例患者的临床研究进一步验证了联合非那雄胺的协同优势:治疗6个月后,联合组毛发再生有效率(87%)显著高于单纯激光+PRP组(69%),且脱发面积缩小幅度增加41%,推测非那雄胺对二氢睾酮的抑制与PRP的促生长作用形成了激素调控与营养支持的双重干预。胡梦婷等^[17]观察米诺地尔联合方案时发现,联合组治疗后毛囊生长期比例从治疗前的53%提升至78%,较单纯米诺

地尔组提高了25%,证实了点阵激光辅助下PRP对毛囊周期的正向调控作用。因此,在实际临床中可见,PRP与激光的联合治疗不仅让患者看到毛发数量的增加,新生毛发的质量也更稳定,患者对治疗的信心和依从性明显提升,为脱发治疗提供了更全面的解决方案。

3 PRP联合点阵激光治疗的协同机制

3.1 修复加速 PRP是通过离心技术从自体全血中提取的血小板浓缩物,其核心活性成分是血小板 α 颗粒释放的多种生长因子,包括PDGF、血管内皮生长因子(VEGF)、表皮生长因子(EGF)及TGF- β 等。这些因子通过与靶细胞表面受体结合,激活MAPK、PI3K/Akt等信号通路,直接促进表皮角质形成细胞增殖、真皮成纤维细胞迁移及血管内皮细胞分化,从而加速创面愈合^[18]。点阵激光则通过局灶性光热作用在皮肤表面形成直径约100~200 μm 、深度可达真皮浅层的微治疗区(MTZ),诱导皮肤启动“损伤-修复”级联反应:MTZ周围未受损伤的正常组织作为“蓄池”,快速向损伤区迁移并分泌多种修复因子(如bFGF、KGF),同时激活基质金属蛋白酶(MMPs)重塑细胞外基质(ECM)。

3.2 炎症控制 适度的炎症反应是皮肤修复的必要条件,但过度或持续的炎症可能导致色素沉着、瘢痕增生等并发症。点阵激光治疗后,MTZ周围组织会释放前列腺素(PGE₂)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)等促炎因子,激活巨噬细胞向M1型极化,清除坏死组织;而PRP中的血小板 α 颗粒除生长因子外,还含有IL-1受体拮抗剂(IL-1Ra)、TGF- β_1 (低浓度时)等抗炎成分,可抑制NF- κ B信号通路的过度激活,减少IL-6、TNF- α 等促炎因子的分泌,同时诱导巨噬细胞向M2型转化,促进抗炎因子(如IL-10)释放。联合治疗通过“激光触发适度炎症-PRP调控炎症强度”的双向调节机制,实现了炎症反应的精准控制。邹筠等^[19]研究显示,单独点阵激光治疗后3 d,皮肤组织中TNF- α 水平可达基线的5.2倍,而联合PRP治疗组仅为2.8倍。由此可见,PRP联合点阵激光治疗调控方式不仅让术后炎症反应更可控,患者反馈红肿消退更快、恢复过程更舒适,减少了因炎症反复引发的色素沉着或瘢

痕风险,体现了双向调节的实际价值。

3.3 胶原沉积增加 胶原代谢平衡是维持皮肤弹性与紧致度的关键。点阵激光的热效应可直接刺激真皮成纤维细胞,通过热休克蛋白介导的信号通路,上调I型及III型胶原基因(COL1A₁、COL3A₁)的转录水平;同时,激光诱导的ECM降解产物(如纤维连接蛋白片段)可作为“损伤相关分子模式”(DAMPs),进一步激活成纤维细胞的增殖与胶原合成功能。PRP中的PDGF与FGF(成纤维细胞生长因子)则通过旁分泌作用,直接增强成纤维细胞的有丝分裂活性,并促进其向肌成纤维细胞分化;TGF-β₁(高浓度时)可诱导成纤维细胞合成I型胶原,同时抑制MMP-1(胶原酶)的表达,减少胶原降解^[20]。

4 总结

PRP与点阵激光的联合治疗融合了生物活性成分的精准调控与物理微损伤的修复刺激,在瘢痕、光老化、敏感肌及脱发等皮肤问题中表现出协同增效优势。这种多维度治疗模式优化了临床疗效,为个体化方案的制定提供了新思路,未来有望在更多皮肤疾病及美容中发挥重要作用。

【参考文献】

- [1]张瑜,郝媛媛,曹鸿玮.瘢痕美容理念在颜面部III级狂犬病暴露伤口中的应用[J].中国医疗美容,2025,15(3):30-33.
- [2]杨晓娟.非剥脱点阵激光联合非那雄胺、米诺地尔酊治疗雄性激素源性脱发男性患者的临床疗效[J].医学临床研究,2025,42(2):282-285.
- [3]厉慧.黄褐斑光电治疗的循证分析及灵芝多糖激光术后抑炎研究[D].长沙:中南大学,2022.
- [4]Galal O,Tawfik AA,Abdalla N,et al.Fractional CO₂ laser versus combined platelet-rich plasma and fractional CO₂ laser in treatment of acne scars:Image analysis system evaluation[J].J Cosmet Dermatol,2019,18(6):1665-1671.
- [5]王德悦,龚玲,董祥林.富血小板血浆联合点阵激光在瘢痕防治中的应用及研究进展[J].中国美容医学,2024,33(9):189-193.
- [6]张秋华,张永翠,李凤霞,等.CO₂点阵激光联合富血小板血浆治疗痤疮凹陷性瘢痕的疗效及预测模型构建[J].中国激光医学杂志,2024,33(4):187-194.
- [7]宋黎,陆茂,唐懿,等.点阵CO₂激光联合富血小板血浆治疗萎缩性痤疮瘢痕的系统评价[J].中国组织工程研究,2023,27(35):5734-5740.
- [8]杨亚玲,冯文哲,曹若曦,等.富血小板血浆促进肛瘘术后创面愈合作用机制及联合中医治疗展望[J].辽宁中医药大学学报,2025,27(5):113-118.
- [9]耿雅琼,陈晓辉,田伟,等.非剥脱性1565 nm点阵激光联合强脉冲光治疗面部颈部皮肤光老化疗效分析[J].中国美容医学,2025,34(6):119-122.
- [10]叶欢,蔡翔.氨甲环酸联合超脉冲CO₂点阵激光改善皮肤色素沉着的疗效观察[J].中国美容整形外科杂志,2025,36(2):74-78.
- [11]王天姿,林燕,高晓园,等.点阵激光辅助透皮给药在皮肤美容及损容性皮肤病中的应用[J].中国美容医学,2024,33(11):192-197.
- [12]李艳秋,杜娟,杨松,等.CO₂点阵激光治疗I型及II型玫瑰痤疮的临床疗效观察[J].医学美容,2021,30(2):47-48.
- [13]尹敏,刘翔,麦跃,等.强脉冲光联合微针导入富血小板血浆治疗敏感性皮肤的效果观察[J].中国医疗美容,2022,12(2):48-52.
- [14]陈荣威,梁国雄,杨娟.富血小板血浆联合强脉冲光治疗轻中度面部敏感性皮肤疗效观察[J].中国医疗美容,2020,10(3):44-48.
- [15]杜明颖,冯慧婷,谢君,等.外涂富血小板血浆联合2940 nm点阵激光治疗雄激素性脱发的临床疗效[J].武汉大学学报(医学版),2023,44(1):70-74.
- [16]檀龙海,王俊霞,陈凯.自体富血小板血浆联合点阵激光及非那雄胺治疗雄激素性脱发的临床研究[J].中国处方药,2024,22(4):133-136.
- [17]胡梦婷,王月莹,谢君强,等.富血小板血浆联合点阵激光及米诺地尔治疗雄激素性脱发的临床疗效[J].武汉大学学报(医学版),2022,43(3):450-456.
- [18]周远航.富血小板血浆对胃肠道肿瘤手术切口愈合的影响[D].长春:吉林大学,2024.
- [19]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.
- [20]李晓东.皮下剥离联合二氧化碳点阵激光治疗痤疮凹陷性瘢痕临床观察[J].中国中西医结合皮肤性病学期志,2025,24(1):45-47.

收稿日期: 2025-6-14 编辑: 扶田