

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.13.042

•综述•

强脉冲光在皮肤美容治疗中的应用研究进展

陈咏琪¹, 龚搏一¹, 沈聪聪²

(1. 南通大学医学院, 江苏 南通 226000;

2. 南通大学附属医院皮肤科, 江苏 南通 226001)

[摘要] 强脉冲光 (IPL) 是临床主流非侵入性光电美容技术, 目前其作用机制仍存在争议, 不同病症、肤质下单一治疗效果参差不齐, 各类联合方案的应用规范尚未统一, 相关大样本、长期循证研究较为匮乏。为系统梳理该技术的发展现状、指导临床规范化应用, 本文综合国内外文献, 系统归纳了IPL的核心作用机制, 包括选择性光热作用与靶向吸收、真皮热损伤与胶原重塑, 以及光生物调节与基因表达调控。在此基础上, 梳理了IPL在色素性皮肤病、血管性皮肤病、光老化与皮肤年轻化、痤疮后遗症及脱毛治疗中的临床应用效果。同时, 本文分析了IPL联合中胚层疗法、激光与其他光电技术、肉毒毒素及药物疗法的最新进展。最后, 总结联合策略的协同价值, 指出当前研究短板与未来方向, 以期IPL在皮肤美容领域的个体化精准治疗及后续科研提供参考。

[关键词] 强脉冲光; 选择性光热作用; 皮肤美容; 玫瑰痤疮; 光老化; 循证医学

[中图分类号] R751.05

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949 (2026) 13-0168-05

Research Progress of Intense Pulsed Light in Cosmetic Dermatology

CHEN Yongqi¹, GONG Boyi¹, SHEN Congcong²

(1. Medical School of Nantong University, Nantong 226000, Jiangsu, China;

2. Department of Dermatology, Affiliated Hospital of Nantong University, Nantong 226001, Jiangsu, China)

[Abstract] Intense pulsed light (IPL) is a mainstream non-invasive photoelectric cosmetic technology in clinical practice. At present, its mechanism of action remains controversial. The efficacy of monotherapy varies greatly among different skin disorders and skin types, and the application specifications of various combined regimens have not been unified. Large-sample and long-term evidence-based researches are relatively scarce. To systematically sort out the development status of this technology and guide standardized clinical application, domestic and foreign literatures were reviewed in this paper. The core mechanisms of IPL were summarized, including selective photothermolysis and targeted absorption, dermal thermal injury and collagen remodeling, as well as photobiomodulation and regulation of gene expression. On this basis, the clinical effects of IPL in the treatment of pigmentary dermatoses, vascular dermatoses, photoaging and skin rejuvenation, acne sequelae and hair removal were reviewed. Meanwhile, this paper analyzed the latest research progress of IPL combined with mesotherapy, lasers and other photoelectric technologies, botulinum toxin and pharmacotherapy. Finally, the synergistic value of combined strategies was summarized, existing research deficiencies and future research directions were proposed, so as to provide references for individualized precise treatment and further scientific research of IPL in the field of cosmetic dermatology.

[Key words] Intense pulsed light; Selective photothermolysis; Cosmetic dermatology; Rosacea; Photoaging; Evidence-based medicine

强脉冲光 (intense pulsed light, IPL) 是一种非侵入性、安全性较高的光电美容技术, 凭借宽

光谱、选择性光热作用原理, 可精准作用于皮肤色素、血管及胶原组织, 实现多功能皮肤修复与

第一作者: 陈咏琪 (2000.1-), 女, 江苏南通人, 硕士研究生, 主要从事皮肤病临床及基础研究

通讯作者: 沈聪聪 (1982.1-), 男, 浙江舟山人, 博士, 副主任医师, 主要从事皮肤外科、皮肤美容工作

年轻化改善,是当前皮肤美容临床的主流技术之一^[1, 2]。随着大众皮肤美容需求持续升级,无创、恢复期短、适配性广的美容方案成为临床首选,IPL因可同步改善色素沉着、毛细血管扩张、皮肤光老化、痘印红斑等多种皮肤问题,已广泛应用于各类肤质改善与皮肤瑕疵治疗中^[3]。目前,国内外针对IPL皮肤美容应用的研究日益增多,但现有临床研究仍存在诸多短板,部分核心作用机制尚存争议,大样本、长期随访的循证证据不足,深肤色人群治疗参数缺乏统一标准,且各类联合方案的协同机制、疗效差异尚未系统梳理,制约IPL技术的规范化、精准化临床推广。为系统整合现阶段IPL的临床应用成果与研究短板,本文全面梳理IPL的核心作用机制、单一治疗的临床应用效果及各类联合治疗方案的最新进展,总结当前技术应用的优势与现存局限,旨在明晰IPL技术的临床应用价值,提炼标准化治疗参考方向,展望未来研究与技术发展趋势,为IPL在个体化、精准化皮肤美容诊疗中的科学应用及进一步研究提供全面的理论与循证依据。

1 IPL的核心作用机制

IPL作为非侵入性光电美容技术的核心代表,通过精准调控宽光谱(400~1200 nm)能量参数,在皮肤美容治疗中展现出多层次、多维度的核心作用机制。

1.1 选择性光热作用和靶向吸收 IPL的核心优势在于其宽光谱特性与滤光片技术的结合。根据选择性光热作用理论,不同靶组织对特定波长光的吸收具有高度选择性:黑色素对500~600 nm波段光吸收率高,氧合血红蛋白的吸收峰位于538 nm和580 nm附近,而水分子则主要吸收>1000 nm的红外光^[4]。这种选择性吸收使得IPL能够通过调整滤光片(如515、560、590、640 nm等)实现对色素性病变、血管性病变及真皮胶原重塑的靶向治疗。

1.2 真皮热损伤和胶原重塑 IPL宽光谱中的近红外波段可穿透表皮,将热能沉积于真皮乳头层及网状层,引发非剥脱性亚致死热损伤,此温度恰能诱导胶原变性而不致气化,而且热刺激可即刻激活热休克蛋白,作为分子伴侣转导生存信号至成纤维细胞核,促使其有丝分裂增殖,并显著上调Ⅰ型与Ⅲ型前胶原基因的mRNA转录,驱动新生胶原大量合成^[5]。之后,新生胶原替代变性杂

乱纤维,并在成纤维细胞整合素介导的机械牵拉及基质金属蛋白酶(MMPs)的精细剪切重塑下,沿皮肤张力线重排为致密规整的束状网络,显著增加真皮厚度与弹性,抚平细纹,实现嫩肤紧致的美容效果^[6]。

1.3 光生物调节 IPL光子被线粒体细胞色素C氧化酶(COX)吸收,加速电子传递链并上调ATP合成,同时激活ERK/MAPK信号级联,直接驱动成纤维细胞周期进程。IPL照射可显著促进TGF- β 1旁分泌,活化TGF- β /Smads通路(Smad2/3磷酸化),此为启动胶原基因转录的最强上游信号。同时,IPL精密调控MMP-1与内源性抑制剂(TIMP-1)的比值,使TIMP-1表达增幅远超MMP-1,强效抑制光老化相关胶原降解,维系细胞外基质稳态^[7, 8]。

2 IPL在皮肤美容中的临床应用效果

IPL凭借其多重作用机制,在多种皮肤美容场景中均展现出良好疗效,且随着窄谱技术的应用,其治疗精准度进一步提升,适应证范围不断扩大。

2.1 色素性皮肤病 色素性皮肤病是IPL最常见的适应证之一,包括雀斑、日光性角化病、咖啡斑及黄褐斑等。然而,对于黄褐斑等复杂色素性疾病,单一IPL治疗存在复发率高、炎症后色素沉着(PIH)风险等问题。研究发现^[9],IPL与Q开关倍频Nd:YAG激光应用于雀斑的治疗均表现出显著疗效,相比之下,IPL所引起的治疗相关并发症通常更少。该研究证实IPL基于选择性光热作用与靶向吸收机制,宽谱光被黑色素优先捕获后可高效清除雀斑等浅表色素,且因脉宽精准匹配靶组织热弛豫时间,对周围正常组织损伤更小,故并发症少于Q开关倍频Nd:YAG激光。近期一项回顾性研究^[10]比较了IPL联合氨甲环酸(TXA)微针与单一IPL治疗黄褐斑的疗效,发现联合治疗可改善VISIA斑点及红斑计数,降低复发率,同时提高患者满意度。该研究揭示单一IPL在黄褐斑治疗中的不足,黄褐斑涉及黑色素代谢异常、血管增生及炎症等多重病理,仅靠IPL的选择性光热作用难以全面干预,故复发率高、PIH风险大。而IPL联合TXA微针的优势在于TXA经微针透皮给药,从源头抑制黑色素合成与血管活性因子释放,与IPL的靶向吸收机制形成互补;同时微针本身诱导的可控真皮热损伤启动胶原重塑,改善皮肤屏障,降

低PIH发生。上述两项研究说明复杂色素性疾病需将光热作用与光生物调节及药物干预协同,方能突破单一机制的治疗短板。

2.2 血管性皮肤病 IPL在面部毛细血管扩张等血管性病变的治疗中具有重要地位。Shi H等^[11]的回顾性研究显示,窄谱IPL(500~600 nm)治疗红斑毛细血管扩张型玫瑰痤疮疗效确切;Piccolo D等^[12]通过皮肤镜客观评估发现,采用血管色基特异性波长(500~677 nm和854~1200 nm)的IPL系统可显著改善玫瑰痤疮患者的红斑及毛细血管扩张。两项研究均基于选择性光热作用原理,利用IPL设备发射特定波段的光,靶向血管色基,通过光热效应封闭异常扩张的毛细血管。前者证明窄谱IPL有效,后者证明更宽、更深组合波长的IPL更有效且适用范围更广,且后者在方法论和光谱技术上均对前者进行扩展和升级。

2.3 光老化与皮肤年轻化 IPL是非剥脱性皮肤年轻化的公认“金标准”之一,其通过短波长清除表皮色素及浅表血管,长波长刺激真皮胶原,综合改善色斑、红血丝、细纹及毛孔粗大。一项针对面部光老化患者的研究显示^[13],接受3次IPL治疗后,患者肤质肤色、毛细血管扩张、毛孔粗大及色素沉着等问题均得到显著改善,同时,皮肤含水量与弹性明显提升,肤质及皱纹亦获得有效改善,且治疗过程中不良反应发生率低,表明IPL是一种安全且有效的治疗选择。另有研究表明^[14],IPL治疗能够提升皮肤光老化患者的临床效果,其机制与抑制胶原降解、增加真皮层胶原蛋白合成有关,从而有效促进皮肤状态的修复与改善。上述研究提示,IPL在治疗皮肤光老化方面具有明确的临床价值,不仅能综合改善肤色不均、毛细血管扩张、毛孔粗大等表观问题,还能提升皮肤含水量与弹性,减轻皱纹。相较于其他光疗手段,IPL在实现上述疗效的同时可维持较低的不良反应发生率,体现其作为安全、有效、综合性光老化治疗选择的重要地位,临床可将其作为改善光老化皮肤质地与结构的优选方案之一。

2.4 痤疮及相关后遗症 IPL可用于治疗炎症性痤疮及痤疮后色素沉着、瘢痕,其疗效机制包括抗炎、杀菌、改善毛囊角化及淡化色素瘢痕。IPL的光热作用可破坏痤疮丙酸杆菌,减少细菌繁殖,同时下调炎症因子表达,缓解痤疮红肿、疼痛症状。对于痤疮后色素沉着,IPL可促进色素代谢,联合外用药物可加速恢复。陈丽华等^[15]在研究中

发现IPL治疗痤疮印迹可有效缩短治疗周期,快速改善皮损表现,且安全性良好。也有研究显示^[16],IPL治疗痤疮后红斑患者的效果较好,且安全性较高。

但IPL治疗痤疮存在一定的局限性,对于深在性痤疮结节、囊肿的疗效较差,而且首次接受IPL治疗的痤疮患者,可能出现痤疮加重现象,与光热刺激引发的炎症反应相关,通常可自行缓解,严重者需按寻常痤疮分级诊疗原则处理。术前需排查皮下深在痤疮硬块,必要时先控制炎症再行治疗,以降低不良反应风险。

2.5 脱毛 IPL应用于脱毛治疗,是通过600~900 nm波长作用于毛囊黑色素及毛乳头,破坏毛囊结构。袁树建等^[17]研究发现,在唇部、小腿及手臂部位采用600~1200 nm与510~1200 nm波段的IPL脱毛治疗,均能实现理想脱毛效果,但前者疗效更优,且不良反应发生率较低。该研究从循证角度证实,将IPL的起始波长从510 nm提升至600 nm,可兼顾脱毛疗效与表皮安全性。

IPL非万能技术,而是适应证精准、个体化要求高的光电技术。其优势在于浅表色素/血管病变、皮肤年轻化、痤疮后遗症及温和脱毛,安全性高、恢复期短,契合无创医美趋势。但现有参数多基于浅肤色,深肤色标准化方案尚不完善,未来需强化个体化调控与分型治疗。单一IPL对复杂难治性皮损疗效有限,联合治疗通过机制互补弥补短板,已成为核心发展趋势。

3 强脉冲光联合治疗方案

单一IPL治疗对部分复杂或难治性皮肤问题疗效有限,且存在复发率偏高、疗程较长等局限。近年来,基于“多靶点、多通路”理念的联合治疗方案日益受到重视。现有证据表明,合理的联合策略可通过机制互补实现协同增效,同时降低单一治疗的能量负荷与不良反应风险。

3.1 IPL联合中胚层疗法 中胚层疗法通过微针、注射或透皮给药系统将透明质酸、TXA、维生素C等活性成分直接输送至真皮及皮下组织,在补充水分、抑制黑色素转运及抗氧化方面具有独特优势。IPL与中胚层疗法的协同机制在于,IPL主要解决表皮及真皮浅层的色素、血管问题,而中胚层疗法针对真皮基质代谢、屏障修复及胶原合成环境进行优化,两者联合可实现“由表及里”的全层改善。Qiu H等^[18]研究发现,IPL联合非交联

透明质酸、TXA及维生素C水光注射治疗效果较好，可改善毛孔计数、皱纹及VISIA斑点，且术后红斑持续时间缩短，中胚层疗法可为IPL术后的皮肤修复提供营养支持，减少光热损伤后的炎症反应。在黄褐斑治疗中，IPL联合TXA的证据更为充分。Zhu J等^[19]研究发现，IPL联合TXA治疗黄褐斑患者，可降低复发率，提高患者满意度；Wang Y等^[20]的研究结果显示，每日外用3% TXA敷贴联合每月1次IPL治疗黄褐斑患者，可降低mMASI评分，且未见明显不良事件。

上述临床证据从不同维度共同验证IPL与中胚层疗法联合的协同价值。IPL与中胚层疗法的联合是一种“浅层精准清除+深层代谢调控+术后修复维稳”的全层协同模式，为面部光老化及黄褐斑等复杂性皮肤问题提供兼具即时效果与长期维持的优化策略。

3.2 IPL联合激光与其他光电技术 IPL与激光的联合基于“选择性光热作用”的波长互补原理。IPL的宽谱特性使其能够同时作用于色素与血管，而激光的单色性、高相干性则可实现更深组织穿透或更精准的靶组织破坏。Asim SA等^[21]的前瞻性RCT表明，IPL联合CO₂点阵激光可改善增生性瘢痕颜色与质地，无严重不良反应；CO₂激光可改善瘢痕厚度，IPL可改善红斑及色素，协同发挥多光热解效应。Kim JC等^[22]研究表明，术后早期低能量IPL联合Er:YAG点阵激光可降低病理性瘢痕发生率，其机制为增殖期调控胶原交联与血管新生。上述研究共同证实，不同光电技术联合应用相较于单一光电治疗具备显著的协同增效价值，可依托不同设备的作用机制差异实现皮肤问题的分层、全方位改善，能够针对性修复瘢痕质地、厚度、红斑及色素异常等器质性皮损，同时可通过早期精准干预调控皮肤胶原与血管代谢，有效预防病理性瘢痕的发生发展，且整体治疗安全性高、适配性好。

3.3 IPL联合肉毒毒素及药物疗法 对于以血管神经高反应性为主要特征的玫瑰痤疮，IPL联合A型肉毒毒素（BoNT/A）代表了近年来颇具前景的多通路干预策略。IPL通过封闭异常毛细血管、稳定肥大细胞膜及下调LL-37、MMP-9等炎症介质发挥作用；而BoNT/A通过抑制乙酰胆碱及神经肽（如CGRP、VEGF）释放，减轻神经源性血管扩张与炎症反应。Ardila CG等^[23]研究提示，BoNT/A的血管神经调节作用可与IPL的血管封闭效应形成

互补，但需注意治疗时序，为避免光电热效应加速肉毒毒素弥散，建议IPL治疗后充分冷却皮肤再行注射，或间隔至少2周分步实施。在痤疮治疗中，IPL联合外用维A酸类药物可通过协同抑制皮脂腺活性及加速角质形成细胞更新提升疗效。朱纪美^[24]的研究表明，IPL联合异维A酸可缩短中重度痤疮患者的疼痛、红斑及结痂时间。然而，鉴于异维A酸的光敏特性，联合治疗期间必须严格防晒，并建议将IPL能量下调15%~20%以降低刺激风险。

联合治疗是IPL皮肤美容技术迭代的核心方向。针对黄褐斑、瘢痕、顽固性玫瑰痤疮等多机制、多层次难治性皮损，多靶点联合干预方能实现根治与长效维持。三类联合方案形成清晰适配体系：中胚层方案侧重修复与抗复发，适配色素及光老化；光电方案侧重结构性矫正，适配瘢痕与深度年轻化；药物/肉毒毒素方案侧重炎症与神经调控，适配炎症血管性疾病。其核心价值在于基于病理机制的精准互补，在提升疗效的同时降低单一高能量光电损伤风险。目前主要不足为标准化欠缺（时序、能量、配比规范不一，部分循证样本有限）。未来需细化肤质与病症分层标准，统一操作规范，推动精准化、规范化、个体化发展。

4 总结

IPL基于选择性光热作用原理，在色素性皮肤病、血管性病变、光老化及痤疮后遗症治疗中积累了丰富的循证医学证据。窄谱IPL及联合治疗方案（尤其是联合中胚层疗法）代表了当前临床应用的重要方向。然而，现有研究仍存在异质性强、长期随访数据不足、深肤色人群证据缺乏等局限。未来研究应侧重于：①开展大样本、多中心、长随访期的RCT；②建立基于Fitzpatrick皮肤分型的标准化参数体系；③探索IPL联合射频、肉毒毒素及生物制剂的协同机制。随着光电技术的持续革新，IPL有望在精准化、个体化皮肤美容治疗中发挥更为重要的作用。

[参考文献]

- [1]Wu X,Wang X,Wu X,et al.Intense Pulsed Light Therapy Improves Acne-Induced Post-inflammatory Erythema and Hyperpigmentation:A Retrospective Study in Chinese Patients[J].Dermatol Ther

- (Heidelb),2022,12(5):1147-1156.
- [2]Husein-ElAhmed H,Steinhoff M.Laser and light-based therapies in the management of rosacea:an updated systematic review[J].Lasers Med Sci,2021,36(6):1151-1160.
- [3]Barbarino SC,Bucay VW,Cohen JL,et al.Integrative skincare trial of intense pulsed light followed by the phyto-corrective mask, phyto-corrective gel,and resveratrol BE for decreasing post-procedure downtime and improving procedure outcomes in patients with rosacea[J].J Cosmet Dermatol,2022,21(9):3759-3767.
- [4]Li YH,Wu Y,Chen JZ,et al.A split-face study of intense pulsed light on photoaging skin in Chinese population[J].Lasers Surg Med,2010,42(2):185-191.
- [5]El-Domyati M,El-Ammawi TS,Moawad O, et al.Intense pulsed light photorejuvenation:a histological and immunohistochemical evaluation[J].J Drugs Dermatol,2011,10(11):1246-1252.
- [6]Wang X,Zhang Z,Shang Y,et al.Will repeated Intense Pulsed Light (IPL) treatment sessions affect facial skin sensitivity? Results of a twelve-Month, prospective, randomized split-face study[J].Photodermatol Photoimmunol Photomed,2022,38(4):382-390.
- [7]朱琳,江彬彬,韩雨晴,等.强脉冲光治疗仪治疗面部毛细血管扩张效果分析[J].中国医学装备,2023,20(1):137-140.
- [8]王英,李咏.强脉冲光不同脉宽治疗面部激素依赖性皮炎后红斑毛细血管扩张疗效分析[J].四川医学,2024,45(3):276-279.
- [9]邓佳,相文忠,乔刚,等.Q开关Nd:YAG倍频532 nm激光联合强脉冲光治疗雀斑的临床疗效观察[J].中国中西医结合皮肤性病杂志,2021,20(1):1-3,7.
- [10]Yang R,Zhao Y,Luo J,et al.Improved clinical efficacy of melasma with combination therapy of intense pulsed light and tranexamic acid:A retrospective analysis[J].Medicine (Baltimore),2026,105(11):e48042.
- [11]Shi H,Zhang E,Zhang M,et al.Narrow-Band Intense Pulsed Light as Treatment for Erythematotelangiectatic Rosacea:A Retrospective Study[J].J Drugs Dermatol,2023,22(11):1095-1098.
- [12]Piccolo D,Fusco I,Zingoni T,et al.Effective Treatment of Rosacea and Other Vascular Lesions Using Intense Pulsed Light System Emitting Vascular Chromophore-Specific Wavelengths:A Clinical and Dermoscopic Analysis[J].J Clin Med,2024,13(6):1646.
- [13]宋晗,郑世军.强脉冲光治疗皮肤光老化的临床效果评价[J].中国医疗美容,2023,13(1):24-27.
- [14]吉木斯,郝勇,韩慧.强脉冲光对皮肤光老化患者胶原及血清水平的影响[J].中国卫生标准管理,2021,12(9):90-93.
- [15]陈丽华,刘之力,辛淑君,等.强脉冲光治疗面部痤疮印迹的疗效观察[J].中国医疗美容,2023,13(4):21-25.
- [16]朱学娥,向芳,段曼曼,等.微针射频与强脉冲激光治疗痤疮后红斑的疗效比较[J].中国激光医学杂志,2023,32(1):48-50.
- [17]袁树建,李晓斐.不同波段强脉冲光对脱毛患者毛发密度减少率的影响[J].医学美容,2025,34(16):101-105.
- [18]Qiu H,Xu J,Wu X,et al.Clinical outcomes of intense pulsed light combined with non-crosslinked sodium hyaluronate, tranexamic acid, and vitamin C mesotherapy for facial photoaging:a retrospective study[J].J Dermatolog Treat,2026,37(1):2609454.
- [19]Zhu J,Chang R,Han Y,et al.Comparison of Intense Pulsed Light with Nonablative Fractional Laser and Picosecond Alexandrite Laser with Diffractive Lens Array for Noninvasive Facial Rejuvenation[J].Lasers Surg Med,2025,57(2):195-203.
- [20]Wang Y,Liang J,Chen Y,et al.Combined microfocused ultrasound and delicate pulsed light for facial rejuvenation: A prospective, randomized, and split-face study[J].Lasers Surg Med,2024,56(4):346-354.
- [21]Asim SA,Iqbal T,Sajid M,et al.Effect of Intense Pulsed Light versus Intradermal Tranexamic Acid for the Management of Melasma[J].J Coll Physicians Surg Pak,2024,34(5):522-526.
- [22]Kim JC,Kang SY,Kim HO,et al.Efficacy of combined treatment with intense pulsed light and fractional erbium:YAG Laser in scar prevention: A randomized split wound trial[J].Dermatol Ther,2021,34(5):e15061.
- [23]Ardila CG,Colorado Franco LA,Franco M,et al.A Case Series of a Novel Approach in the Treatment of Rosacea: Use of Botulinum Toxin and Intense Pulsed Light for the Treatment of Erythematotelangiectatic Rosacea[J].J Cosmet Dermatol,2025,24(1):e16774.
- [24]朱纪美.强脉冲光联合异维A酸对中重度痤疮患者皮肤改善情况与皮肤美观度的影响[J].医学美容,2025,34(14):1-4.

收稿日期: 2026-5-6 编辑: 张孟丽