

红蓝黄光治疗皮肤病临床应用 专家共识(2025 版)

中国康复医学会皮肤病康复专业委员会 中华医学会皮肤性病学分会 中国医学装备协会皮肤病与皮肤美容分会光医学治疗装备学组
通信作者:王秀丽, Email: wangxiuli_1400023@tongji.edu.cn; 高兴华, Email: gaobarry@hotmail.com

【摘要】 红蓝黄光治疗是临床上常用的一类低强度光疗。近年来随着光医学技术的发展,更加安全高效的红蓝黄光治疗技术在痤疮、雄激素性秃发、皮肤创面、带状疱疹等皮肤病中得到推广应用,但尚无统一规范的推荐性方案。为提高红蓝黄光治疗的疗效与安全性,中国康复医学会皮肤病康复专业委员会、中华医学会皮肤性病学分会、中国医学装备协会皮肤病与皮肤美容分会组织部分专家,在国内外文献及诊疗指南的基础上,结合我国的诊疗现状,对红蓝黄光治疗在皮肤科临床的规范应用提出具体建议,供临床医生参考。

【关键词】 色光疗法;皮肤疾病;低强度光疗;临床方案;红蓝黄光治疗;专家共识

基金项目:国家重点研发计划(2023YFC2508200);上海申康医院发展中心第二轮《促进市级医院临床技能与临床创新三年行动计划》研究型医师创新转化能力培训项目(SHDC2022CRT017)

DOI: 10.35541/cjd.20240354

Clinical application of red, blue, and yellow light therapy in dermatology: an expert consensus statement (2025 edition)
Chinese Association of Rehabilitation Dermatology; Chinese Society of Dermatology; Photomedicine Therapeutic Equipment Group, Committee on Skin Disease and Cosmetic Dermatology, China Association of Medical Equipment
Corresponding authors: Wang Xiuli, Email: wangxiuli_1400023@tongji.edu.cn; Gao Xinghua, Email: gaobarry@hotmail.com

【Abstract】 Red, blue, and yellow light therapy is a type of low-level light therapy commonly used in clinical practice. In recent years, with the development of photomedicine technology, safer and more effective red, blue, and yellow light therapy has been promoted and applied in the treatment of acne, androgenetic alopecia, skin wounds, herpes zoster, and other skin diseases. However, there is no unified standardized treatment protocol. In order to improve the efficacy and safety of the red, blue, and yellow light therapy, the Chinese Association of Rehabilitation Dermatology, the Chinese Society of Dermatology, and the Photomedicine Therapeutic Equipment Group, Committee on Skin Disease and Cosmetic Dermatology, China Association of Medical Equipment organized some experts to formulate the consensus based on Chinese and international literature and clinical guidelines, as well as the current clinical practice in China, aiming to propose specific recommendations for the standardized application of red, blue, and yellow light therapy in dermatology, and provide a reference for clinicians.

【Key words】 Color therapy; Skin diseases; Low-level light therapy; Clinical protocols; Red, blue, and yellow light therapy; Expert consensus

Fund programs: National Key Research and Development Program of China (2023YFC2508200); Shanghai Shenkang Hospital Development Center's Second Round of "Three Year Action Plan for Promoting Clinical Skills and Clinical Innovation in Municipal Hospitals" Research-oriented Physician Innovation and Transformation Ability Training Project (SHDC2022CRT017)

DOI: 10.35541/cjd.20240354

红蓝黄光治疗是临床上常用的一类低强度光疗,可直接用于治疗皮肤病,红蓝光也是光动力治疗的主要光源之一^[1-3]。早在 1977 年红光(氦氖激光)已在皮肤科得到临床应用,随着 1990 年代发光二极管(light-emitting diode, LED)技术的突破,其临床应用得到进一步推广普及^[4]。目前,我国在红蓝

黄光治疗皮肤病的临床应用方面尚无统一规范及推荐性方案。为此,中国康复医学会皮肤病康复专业委员会、中华医学会皮肤性病学分会、中国医学装备协会皮肤病与皮肤美容分会光医学治疗装备学组组织专家撰写本共识,以供全国皮肤科医师、全科医师参考。

一、红蓝黄光治疗的理论基础

(一)红蓝黄光治疗概述

红蓝黄光为介于 625 ~ 700 nm(红光)、400 ~ 500 nm(蓝光)和 570 ~ 595 nm(黄光)之间的可见光^[5-6],临床治疗皮肤病常用的红光波长为 630 ~ 670 nm,蓝光波长为 415 ~ 417 nm,黄光波长为 590 ~ 595 nm^[1,6-8]。1960—1962 年,氦氖激光器和半导体激光器相继问世,为红光的临床应用奠定了基础。目前皮肤科临床常用的红蓝黄光光源多为 LED^[9-10],不同光源设备有各自的优缺点,见表 1。

(二)红蓝黄光治疗机制

红蓝黄光作用于人体组织后可产生一系列免疫、代谢调节等多方面效应,即光生物调节作用(photobiomodulation,简称光调作用)^[11-12],它有别于高强度激光照射所致的热效应及剥脱作用等。光调作用存在双相剂量效应,即适当范围内的功率密

度和照光时间对组织的刺激效应存在量效关系;功率密度过高和/或照光时间过长并不能增强对组织的刺激作用,反而抑制原有组织的生理功能,故需选择适当的剂量范围进行治疗^[9]。

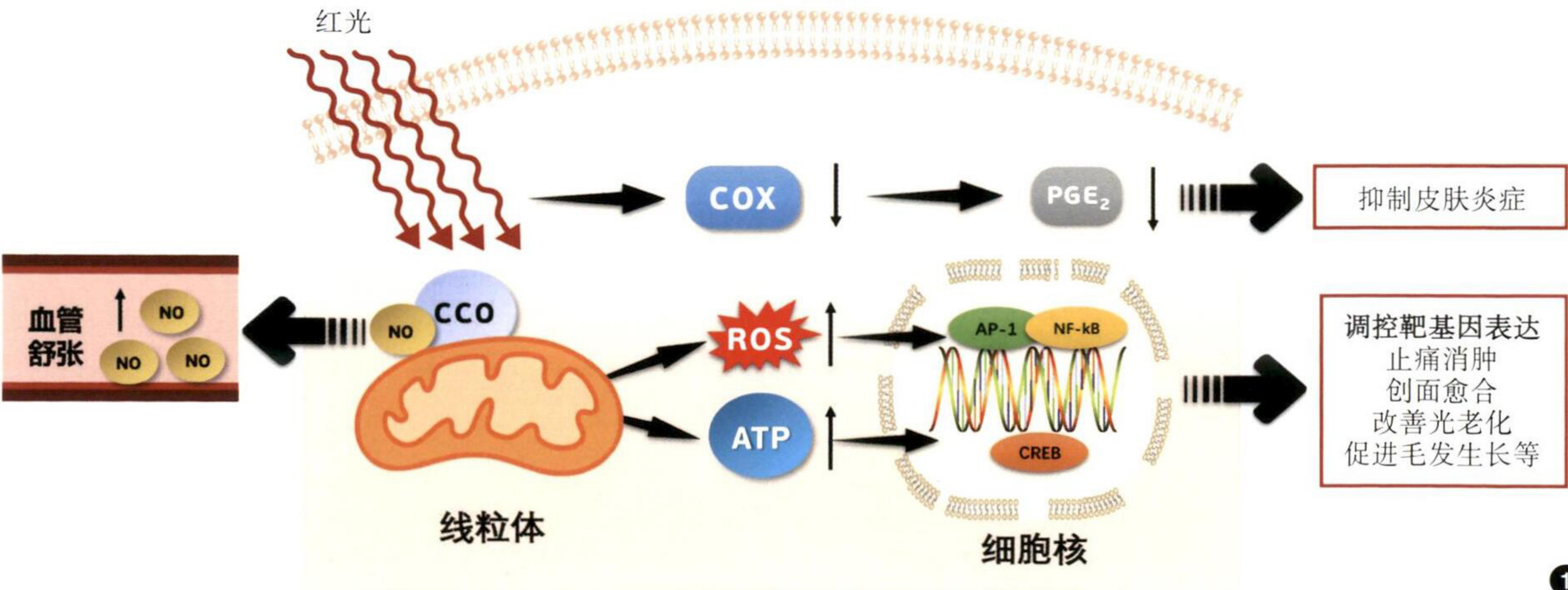
1. 红光:临床上常用的红光具有良好的组织穿透性,皮肤穿透深度约 5 mm,可至真皮和皮肤附属器^[13]。红光光调作用的靶点位于线粒体内膜上的生色团细胞色素 C 氧化酶^[12,14]。红光可以解离一氧化氮与细胞色素 C 氧化酶的结合,导致细胞内一氧化氮释放,三磷酸腺苷产生增加和活性氧生成,增多的一氧化氮能舒张血管,增加局部血流。增加的活性氧和三磷酸腺苷通过激活下游信号通路,对皮肤组织产生一系列复杂多样的生物学效应^[14],包括抑制皮肤炎症^[15]、促进创面愈合^[16-17]、促进毛发生长^[18-19]及改善皮肤纤维化^[20-23],此外还可以促进皮肤屏障修复,改善光老化,减少黑色素生成和减轻紫外线照射导致的红斑反应等^[24-27],见图 1。

2. 蓝光:临床上常用的蓝光皮肤穿透深度约 1 mm^[6]。蓝光在皮肤科的应用主要依据其内源性光动力介导的抗菌作用,其次也具有光调作用。

(1)抗菌作用:蓝光激活病原体内的内源性光敏物质,如卟啉和黄素类,产生活性氧杀伤病原体,如痤疮丙酸杆菌、耐甲氧西林金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌等^[28-30],也称为内源性光动力作用。此

表 1 皮肤科临床治疗常用红蓝黄光光源特性

光源	方向性	光谱宽度	功率密度	光斑大小	便捷性
单色发光二极管(红蓝黄光)	发散角大	< 22 nm	相对较低	大	面积形状可调,便捷性好
半导体激光(红光)	发散角小	< 1 nm,单色性好	高	小	仪器体积适中,便捷性较差
氦氖激光(红光)	方向性极好	< 0.1 nm,单色性极好	相对较低	小	仪器体积大,便捷性差



注:NO,一氧化氮;CCO,细胞色素 C 氧化酶;COX,环氧化酶;ROS,活性氧;ATP,三磷酸腺苷;PGE₂,前列腺素 E₂;AP-1,激活蛋白-1;NF-κB,核转录因子 κB;CREB,环磷腺苷反应元件结合蛋白

图 1 红光作用于人体皮肤组织的光生物调节作用机制图

外蓝光还可破坏痤疮丙酸杆菌细胞膜完整性,改变细胞内 pH 值,以抑制痤疮丙酸杆菌的增殖^[28-29]。相较于抗生素,蓝光抗菌作用的优势在于无系统性不良反应,且不会诱导细菌耐药^[31]。

(2)光调作用:不同波长的蓝光可被组织内不同的生色团如视蛋白、色氨酸、细胞色素、隐色体所吸收^[32]。以上生色团被蓝光激活后,经一系列反应作用于细胞膜上瞬时受体电位离子通道(TRP),导致胞内钙离子浓度升高,从而诱导线粒体产生活性氧和三磷酸腺苷,对皮肤组织产生抗炎、改善痤疮皮损的生物学效应^[1,33-34],但具体机制尚不清楚^[12,32]。高能量蓝光可抑制成纤维细胞的增殖分化和迁移速度,并下调成纤维细胞的胶原纤维合成,具有抗皮肤纤维化的效果,但目前还处于体外研究阶段^[35-36](图2)。

3. 黄光:黄光的皮肤穿透深度介于红光和蓝光之间,约为 0.5 ~ 2 mm,主要作用于真表皮内的角质形成细胞、黑素细胞、血管内皮细胞等,主要治疗机制也是光调作用,但相较红蓝光,黄光研究更少^[6]。黄光光调作用有抑制皮肤炎症^[7,37]、促进组织修复^[38-39]、抑制黑色素生成^[40-42]等,可用于过敏性皮炎、脂溢性皮炎、玫瑰痤疮、光老化、黄褐斑等疾病的治疗。

二、红蓝黄光治疗皮肤病的适应证与禁忌证

(一)适应证

基于红蓝黄光相关研究报道,本共识推荐的

红蓝光治疗适应证见表2。黄光的临床应用较为局限,可用于玫瑰痤疮、脂溢性皮炎、黄褐斑等疾病的治疗,但是缺乏高质量循证医学证据,在此不做推荐。本共识采用牛津循证医学中心(OCEBM)的证据水平分级^[43],证据等级由高到低分为5级:I级,随机对照临床试验的系统回顾;II级,具有显著效果的随机对照临床试验或观察性研究;III级,非随机对照队列或回顾性研究;IV级,病例系列、病例对照研究或历史对照研究;V级,基于机制的推理。

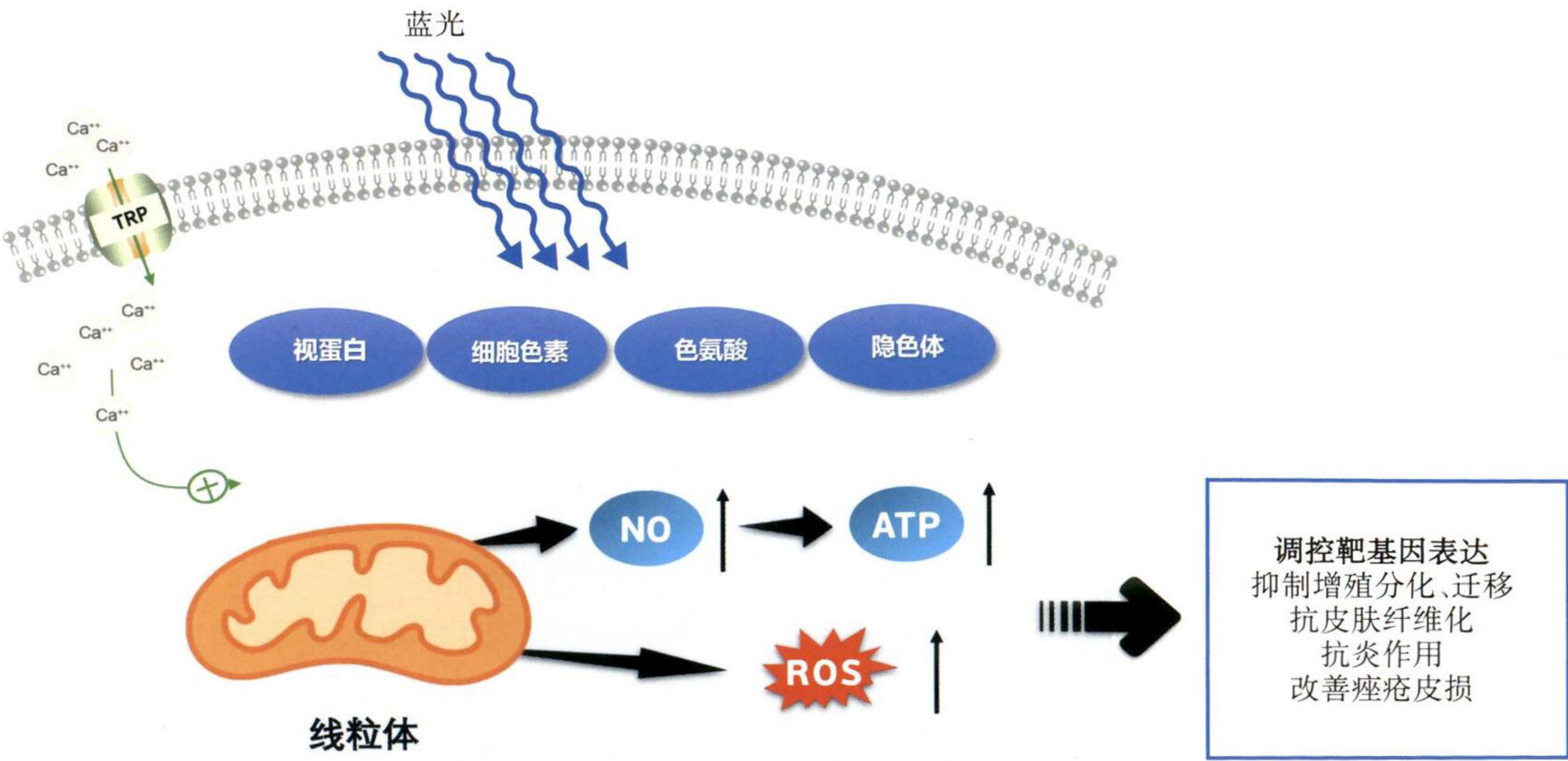
(二)禁忌证

1. 绝对禁忌证:对红蓝黄光过敏者及卟啉病患者禁用。
2. 相对禁忌证:存在皮肤光敏现象的红斑狼疮等疾病患者和处于高敏状态的患者慎用。

表2 推荐红蓝光治疗各类皮肤病的证据等级

病种	治疗方式	光源			证据等级
		发光二极管	氦氖激光	半导体激光	
寻常痤疮	红光	√	√		I级
	蓝光	√			I级
雄激素性秃发	红光	√		√	I级
皮肤创面 ^a	红光	√	√	√	I级
带状疱疹	红光	√	√	√	II级
带状疱疹后神经痛	红光	√	√	√	II级
光老化	红光	√			II级
放射性皮炎	红光	√	√	√	II级
丹毒	红光	√	√		II级

注:^a包括下肢静脉性溃疡、糖尿病足溃疡、褥疮、各类手术后切口等



注:TRP,瞬时受体电位离子通道;NO,一氧化氮;ATP,三磷酸腺苷;ROS,活性氧

图2 蓝光作用于人体皮肤组织的光生物调节作用机制图

(三)特殊人群

1. 孕妇、哺乳期妇女:目前尚缺乏接受红蓝黄光治疗不良反应的相关研究资料。红蓝黄光治疗相较于系统用药或者外用药具有一定的优势,其中红光和黄光不良反应较小,安全性相对较高^[44-45]。对上述人群进行治疗时需在科学评估获益与风险的基础上谨慎使用,但需注意不可直接照射孕妇腹部,以免对胎儿发育产生可能的不良影响。

2. 小于 14 岁儿童:进行红蓝黄光治疗前应评估其是否能遵循治疗流程,如能否按要求正确佩戴遮光镜,能否保持正确体位至治疗结束等,且必须在充分与监护人沟通治疗方案并取得同意后,方可进行治疗。

三、红蓝黄光治疗方案

制定红蓝黄光治疗方案应考虑以下因素:①光源种类;②皮肤表面实测功率密度;③照光时间;④能量密度;⑤照光距离(光源与皮损的距离,LED 光源存在最佳照光距离);⑥治疗频率;⑦治疗次数。能量密度、功率密度、照光时间是每次照光治疗的重要参数,三者之间换算公式如下:能量密度(J/cm^2) = 功率密度(W/cm^2) × 照光时间(s)。由于光的散射特性,实际功率密度随着距体表的照光距离增加而衰减,故保证一个合适的照光距离是确保疗效的关键,在治疗过程中需严格按照仪器说明书中推荐的照光距离进行治疗。目前尚无大规模红蓝黄光治疗方案的循证医学研究,以下推荐的参数基于文献和专家临床经验,需结合不同设备性能和参数调整。

(一)常见皮肤病的治疗

1. 寻常痤疮:红光、蓝光照射可用于治疗轻中度炎症性寻常痤疮。Li 等^[1]随机采用红、蓝光治疗 28 例轻中度痤疮,结果显示,红光组有效率为 50% (7/14),皮损有效率 36.2%,蓝光组有效率为 35.71% (5/14),皮损有效率为 30.7%,其中蓝光组有 3 例受试者出现轻度皮肤干燥、脱屑、瘙痒。临床实践中可单独应用红光或蓝光治疗,也可两者结合序贯治疗轻中度寻常痤疮^[46]。红蓝光也可作为光动力治疗痤疮的激发光源^[47-48]。推荐方案:①红光,波长(630 ± 10) nm 的 LED 光源,功率密度 $40 \sim 80 \text{ mW}/\text{cm}^2$,能量密度 $40 \sim 100 \text{ J}/\text{cm}^2$;②蓝光,波长(417 ± 10) nm 的 LED 光源,功率密度 $20 \sim 40 \text{ mW}/\text{cm}^2$,能量密度 $20 \sim 50 \text{ J}/\text{cm}^2$ 。推荐每周 2 ~ 3 次,可单独照射蓝光

或红光,也可采用每周 1 次红光和 1 次蓝光,中间间隔 3 d 的序贯疗法,单个疗程治疗 8 ~ 12 次,视患者皮损消退情况可重复治疗。

2. 皮肤创面:单纯红光照射可促进下肢静脉性溃疡、糖尿病足溃疡、压疮、各类手术后切口的愈合。一项随机对照研究纳入 65 例糖尿病足患者,分别采用氦氖红光、红外线照射治疗,治疗 4 周及 8 周后,两组溃疡面积均明显缩小,未见不良反应^[49]。推荐方案:波长 $630 \sim 685 \text{ nm}$ 的红光,功率密度 $40 \sim 100 \text{ mW}/\text{cm}^2$,能量密度 $40 \sim 100 \text{ J}/\text{cm}^2$,推荐每日或隔日照射 1 次,视创面愈合情况决定总治疗次数。

3. 带状疱疹及带状疱疹后神经痛^[50]:推荐(630 ± 10) nm 的红光,功率密度 $60 \sim 100 \text{ mW}/\text{cm}^2$,能量密度 $100 \sim 200 \text{ J}/\text{cm}^2$,每日照射 1 次。

4. 光老化^[51]:①红光,波长(630 ± 10) nm 的 LED 光源,功率密度 $40 \sim 80 \text{ mW}/\text{cm}^2$,能量密度 $40 \sim 100 \text{ J}/\text{cm}^2$,每周照射 2 ~ 3 次;②黄光,(590 ± 10) nm 的 LED 光源,功率密度 $20 \sim 40 \text{ mW}/\text{cm}^2$,能量密度 $20 \sim 40 \text{ J}/\text{cm}^2$,每周照射 2 ~ 3 次。

5. 黄褐斑^[42]:推荐(590 ± 10) nm 的 LED 黄光,功率密度 $20 \sim 40 \text{ mW}/\text{cm}^2$,能量密度 $20 \sim 48 \text{ J}/\text{cm}^2$,每周照射 1 ~ 2 次。

(二)光动力光源

传统氨基酮戊酸光动力疗法(ALA-PDT)的激发光源主要有红光($630 \sim 635 \text{ nm}$)和蓝光(410 nm 左右),基于 ALA 体内转化的光敏性物质原卟啉 IX 的吸收峰,蓝光是最佳激发光源,因此美国多采用蓝光作为 ALA-PDT 的照射光源^[52]。在我国及欧洲,基于红光照射穿透较深的优势,皮肤科多使用红光作为 ALA-PDT 的照射光源,常用的光源发射器有半导体激光器、氦氖激光器、LED 光源等,根据不同疾病治疗需求,推荐红光照射的能量密度为 $60 \sim 200 \text{ J}/\text{cm}^2$,功率密度为 $40 \sim 150 \text{ mW}/\text{cm}^2$ ^[47,53]。

四、红蓝黄光治疗的操作流程、注意事项、不良反应及处理措施

(一)操作流程

1. 充分知情:向患者解释红蓝黄光治疗的目的和可能出现的不良反应,签署知情同意书。

2. 治疗前准备:清洁治疗区域,并适当遮挡非治疗区域。

3. 治疗体位:患者采取恰当、舒适的治疗体位,

充分暴露治疗区域,并保持体位固定至治疗结束。

4. 治疗防护:患者正确佩戴合适的遮光镜,操作者佩戴针对特定波长的专业护目镜。

5. 治疗操作:设定合适的治疗参数,调整光源与治疗区域的距离;打开光源,询问患者是否有强烈光感、治疗区域灼热感等不适。治疗结束后再次询问患者有无不适,观察治疗区域有无红斑等不良反应。告知患者下次治疗时间。

(二)注意事项

1. 独立的治疗空间:若同一房间内有多治疗仪及治疗椅位、床位,需以遮光帘隔开。

2. 严格眼部防护措施:操作者、患者及监护人进入红蓝黄光治疗房间均需佩戴合适的防护镜,治疗时患者必须采取严格的眼部避光措施。

3. 定期对红蓝黄光治疗仪进行维护和检测功率密度,以保证实际治疗参数的准确性和可靠性。

(三)不良反应及处理措施

红蓝黄光治疗是一种相对安全的治疗方法,不良反应少且轻微,目前未有严重不良反应的报道。

1. 不良反应:红光通常有治疗区域灼热感和强烈光感;蓝光和黄光均有皮肤干燥、瘙痒以及轻度红斑等不适,蓝光甚至可造成照光区域皮肤脱屑以及皮肤色素沉着。

2. 处理措施:针对治疗区域灼热感可适当调整光源的位置,缓解不适或采用间断照光;针对皮肤干燥、瘙痒、脱屑,可外涂润肤霜对症处理;而皮肤色素沉着一般较轻微,停止治疗后可自行改善和恢复。

五、红蓝黄光的家庭治疗

如果患者不方便定期至医院进行治疗,可在医师指导下尝试采用家庭治疗,家庭治疗仪常用红光和蓝光,目前尚无家用黄光治疗仪。2011 年美国食品和药物管理局批准头戴式红光治疗仪治疗雄激素性秃发和手持式红蓝光治疗仪治疗轻中度痤疮^[54]。家用“头盔型”或“梳型”LED 红光治疗仪可用于治疗分型为 Norwood-Hamilton II~V 型男性和 Ludwig-Savin I -4、II、Frontal(前额型)女性雄激素性秃发患者^[8,55],推荐方案:波长 630~670 nm 的 LED 光源,功率密度 4~10 mW/cm²,能量密度 10~20 J/cm²。推荐每周照射 3 次,持续 4~6 个月。出于安全考虑,家庭治疗仪的光源输出功率较低,为达到理想的治疗效果,可能需要更长的治疗时间、

更多的治疗次数^[56]。随着科技的发展和适应证的进一步拓展,红蓝黄光的家庭治疗将更广泛地应用于皮肤病的治疗,提升患者的疗效和治疗依从性。

六、小结与展望

本共识阐述了红蓝黄光治疗不同皮肤病的规范方案,介绍了红蓝黄光的作用机制、治疗相关的注意事项,希望有助于临床医生更好地开展红蓝黄光治疗。随着临床及基础研究的不断开展,红蓝黄光治疗的应用范围及其在不同疾病治疗中的最佳参数将被进一步优化和规范。

参加本共识制订人员(按姓氏拼音排序):曹先伟(南昌大学第一附属医院)、邓辉(上海交通大学医学院附属第六人民医院)、顾恒(中国医学科学院皮肤病医院)、高兴华(中国医科大学附属第一医院)、高英(武汉市中心医院)、鞠强(上海交通大学医学院附属仁济医院)、康晓静(新疆维吾尔自治区人民医院)、赖维(中山大学附属第三医院)、李承新(中国人民解放军总医院)、李珊山(吉林大学第一医院)、栗玉珍(哈尔滨医科大学附属第二医院)、陆前进(中国医学科学院皮肤病医院)、鲁严(南京医科大学第一附属医院)、马琳(首都医科大学附属北京儿童医院)、满孝勇(浙江大学医学院附属第二医院)、木其日(内蒙古自治区国际蒙医医院)、潘萌(上海交通大学医学院附属瑞金医院)、石磊(复旦大学附属华东医院)、栗娟(中南大学湘雅医院)、陶娟(华中科技大学同济医学院附属协和医院)、王宏伟(复旦大学附属华东医院)、王秀丽(上海市皮肤病医院)、于波(北京大学深圳医院)、喻楠(宁夏医科大学总医院)、张春雷(北京大学第三医院)、张国龙(上海市皮肤病医院)、曾维惠(西安交通大学第二附属医院)

执笔者:王秀丽、张国龙、赵子君(上海市皮肤病医院)

免责声明 本共识基于现有研究结果制订,仅供临床医生参考,临床遇到特殊情况时,医生可根据实际情况予以合适的治疗方案

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Li J, Li J, Zhang L, et al. Comparison of red light and blue light therapies for mild - to - moderate acne vulgaris: a randomized controlled clinical study [J]. Photodermatol Photoimmunol Photomed, 2022,38(5):459-464. doi: 10.1111/phpp.12769.
- [2] Zhang Y, Zhang H, Zhang L, et al. Modified 5 - aminolevulinic acid photodynamic therapy to reduce pain in the treatment of moderate to severe acne vulgaris: a prospective, randomized, split-face study[J]. J Am Acad Dermatol, 2021,84(1):218-220. doi: 10.1016/j.jaad.2020.04.146.
- [3] Huang J, Guo M, Wu M, et al. Effectiveness of a single treatment of photodynamic therapy using topical administration of 5 - aminolevulinic acid on methicillin - resistant *Staphylococcus aureus* - infected wounds of diabetic mice [J]. Photodiagnosis Photodyn Ther, 2020, 30: 101748. doi: 10.1016/j.pdpdt.2020.101748.

- [4] 吉杰, 丁蕙琳, 王晓鑫, 等. 三种波长发光二极管光对光老化皮肤的作用研究[J]. 中华皮肤科杂志, 2014, 47(3): 166-171. doi: 10.3760/cma.j.issn.0412-4030.2014.03.004.
- [5] Austin E, Geisler AN, Nguyen J, et al. Visible light. Part I: properties and cutaneous effects of visible light[J]. J Am Acad Dermatol, 2021, 84(5): 1219-1231. doi: 10.1016/j.jaad.2021.02.048.
- [6] Opel DR, Hagstrom E, Pace AK, et al. Light-emitting diodes: a brief review and clinical experience [J]. J Clin Aesthet Dermatol, 2015, 8(6): 36-44.
- [7] Ngoc L, Moon JY, Lee YC. Utilization of light-emitting diodes for skin therapy: systematic review and meta - analysis [J]. Photodermatol Photoimmunol Photomed, 2023, 39(4): 303-317. doi: 10.1111/phpp.12841.
- [8] Liu KH, Liu D, Chen YT, et al. Comparative effectiveness of low-level laser therapy for adult androgenic alopecia: a system review and meta - analysis of randomized controlled trials [J]. Lasers Med Sci, 2019, 34(6): 1063-1069. doi: 10.1007/s10103-019-02723-6.
- [9] Chung H, Dai T, Sharma SK, et al. The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy [J]. Ann Biomed Eng, 2012, 40(2): 516-533. doi: 10.1007/s10439-011-0454-7.
- [10] 赵子君, 张国龙, 王秀丽. 低强度光在皮肤病治疗中的研究进展[J]. 国际皮肤性病杂志, 2017, 43(5): 273-276. doi: 10.3760/cma.j.issn.1673-4173.2017.05.006.
- [11] Weiss RA, McDaniel DH, Geronemus RG, et al. Clinical experience with light - emitting diode (LED) photomodulation [J]. Dermatol Surg, 2005, 31(9 Pt 2): 1199-1205. doi: 10.1111/j.1524-4725.2005.31926.
- [12] Anders JJ, Lanzafame RJ, Arany PR. Low - level light/laser therapy versus photobiomodulation therapy [J]. Photomed Laser Surg, 2015, 33(4): 183-184. doi: 10.1089/pho.2015.9848.
- [13] Barolet D. Light - emitting diodes (LEDs) in dermatology [J]. Semin Cutan Med Surg, 2008, 27(4): 227-238. doi: 10.1016/j.sder.2008.08.003.
- [14] Avcı P, Gupta A, Sadasivam M, et al. Low-level laser (light) therapy (LLLT) in skin: stimulating, healing, restoring [J]. Semin Cutan Med Surg, 2013, 32(1): 41-52.
- [15] Lim W, Lee S, Kim I, et al. The anti-inflammatory mechanism of 635 nm light-emitting-diode irradiation compared with existing COX inhibitors [J]. Lasers Surg Med, 2007, 39(7): 614-621. doi: 10.1002/lsm.20533.
- [16] Zhang X, Li H, Li Q, et al. Application of red light phototherapy in the treatment of radioactive dermatitis in patients with head and neck cancer [J]. World J Surg Oncol, 2018, 16(1): 222. doi: 10.1186/s12957-018-1522-3.
- [17] Erdle BJ, Brouxon S, Kaplan M, et al. Effects of continuous-wave (670-nm) red light on wound healing [J]. Dermatol Surg, 2008, 34(3): 320-325. doi: 10.1111/j.1524-4725.2007.34065.x.
- [18] Zhang T, Liu L, Fan J, et al. Low-level laser treatment stimulates hair growth via upregulating Wnt10b and β -catenin expression in C3H/HeJ mice [J]. Lasers Med Sci, 2017, 32(5): 1189-1195. doi: 10.1007/s10103-017-2224-8.
- [19] Panchaprateep R, Pisitkun T, Kalpongkul N. Quantitative proteomic analysis of dermal papilla from male androgenetic alopecia comparing before and after treatment with low - level laser therapy [J]. Lasers Surg Med, 2019, 51(7): 600-608. doi: 10.1002/lsm.23074.
- [20] Mamalis A, Koo E, Garcha M, et al. High fluence light emitting diode - generated red light modulates characteristics associated with skin fibrosis [J]. J Biophotonics, 2016, 9(11-12): 1167-1179. doi: 10.1002/jbio.201600059.
- [21] Ho D, Kraeva E, Wun T, et al. A single-blind, dose escalation, phase I study of high-fluence light-emitting diode-red light (LED-RL) on human skin: study protocol for a randomized controlled trial [J]. Trials, 2016, 17: 385. doi: 10.1186/s13063-016-1518-7.
- [22] Mamalis A, Jagdeo J. High - fluence light - emitting diode - generated red light modulates the transforming growth factor - beta pathway in human skin fibroblasts [J]. Dermatol Surg, 2018, 44(10): 1317-1322. doi: 10.1097/DSS.0000000000001549.
- [23] Sassoli C, Chellini F, Squecco R, et al. Low intensity 635 nm diode laser irradiation inhibits fibroblast-myofibroblast transition reducing TRPC1 channel expression/activity: new perspectives for tissue fibrosis treatment [J]. Lasers Surg Med, 2016, 48(3): 318-332. doi: 10.1002/lsm.22441.
- [24] Goto M, Ikeyama K, Tsutsumi M, et al. Phosphodiesterase inhibitors block the acceleration of skin permeability barrier repair by red light [J]. Exp Dermatol, 2011, 20(7): 568-571. doi: 10.1111/j.1600-0625.2011.01255.x.
- [25] Barolet D, Roberge CJ, Auger FA, et al. Regulation of skin collagen metabolism in vitro using a pulsed 660 nm LED light source: clinical correlation with a single - blinded study [J]. J Invest Dermatol, 2009, 129(12): 2751-2759. doi: 10.1038/jid.2009.186.
- [26] Oh CT, Kwon TR, Choi EJ, et al. Inhibitory effect of 660-nm LED on melanin synthesis in *in vitro* and *in vivo* [J]. Photodermatol Photoimmunol Photomed, 2017, 33(1): 49-57. doi: 10.1111/phpp.12276.
- [27] Barolet D, Boucher A. LED photoprevention: reduced MED response following multiple LED exposures [J]. Lasers Surg Med, 2008, 40(2): 106-112. doi: 10.1002/lsm.20615.
- [28] Bagherani N. Efficacy of blue light in treatment of acne [J]. Dermatol Ther, 2016, 29(3): 210. doi: 10.1111/dth.12291.
- [29] Dai T, Gupta A, Murray CK, et al. Blue light for infectious diseases: propionibacterium acnes, helicobacter pylori, and beyond? [J]. Drug Resist Updat, 2012, 15(4): 223-236. doi: 10.1016/j.drug.2012.07.001.
- [30] Maclean M, MacGregor SJ, Anderson JG, et al. Inactivation of bacterial pathogens following exposure to light from a 405 - nanometer light - emitting diode array [J]. Appl Environ Microbiol, 2009, 75(7): 1932-1937. doi: 10.1128/AEM.01892-08.
- [31] Cabral J, Ag R. Blue light disinfection in hospital infection control: advantages, drawbacks, and pitfalls [J]. Antibiotics (Basel), 2019, 8(2): 58. doi: 10.3390/antibiotics8020058.
- [32] Hamblin MR. Mechanisms and mitochondrial redox signaling in photobiomodulation [J]. Photochem Photobiol, 2018, 94(2): 199-212. doi: 10.1111/php.12864.
- [33] Garza Z, Born M, Hilbers P, et al. Visible blue light therapy: molecular mechanisms and therapeutic opportunities [J]. Curr Med Chem, 2018, 25(40): 5564-5577. doi: 10.2174/0929867324666170727112206.
- [34] Fischer MR, Abel M, Lopez Kostka S, et al. Blue light irradiation suppresses dendritic cells activation *in vitro* [J]. Exp Dermatol, 2013, 22(8): 558-560. doi: 10.1111/exd.12193.
- [35] Mamalis A, Garcha M, Jagdeo J. Light emitting diode-generated blue light modulates fibrosis characteristics: fibroblast proliferation, migration speed, and reactive oxygen species generation [J]. Lasers Surg Med, 2015, 47(2): 210-215. doi: 10.1002/lsm.22293.
- [36] Purbhoo-Makan M, Houreld NN, Enwemeka CS. The effects of blue light on human fibroblasts and diabetic wound healing [J]. Life (Basel), 2022, 12(9): 1431. doi: 10.3390/life12091431.
- [37] Zhao X, Li S, Ding J, et al. Combination of an engineered Lactococcus lactis expressing CXCL12 with light-emitting diode yellow light as a treatment for scalded skin in mice [J]. Microb Biotechnol, 2021, 14(5): 2090-2100. doi: 10.1111/1751-7915.13885.
- [38] Lan CC, Ho PY, Wu CS, et al. LED 590 nm photomodulation reduces UVA - induced metalloproteinase - 1 expression via

- upregulation of antioxidant enzyme catalase[J]. J Dermatol Sci, 2015,78(2):125-132. doi: 10.1016/j.jdermsci.2015.02.018.
- [39] Hong JY, Han HS, Youn JH, et al. Irradiation with 590 - nm yellow light-emitting diode light attenuates oxidative stress and modulates UVB-induced change of dermal fibroblasts [J]. Exp Dermatol, 2022,31(6):931-935. doi: 10.1111/exd.14542.
- [40] Chen L, Xu Z, Jiang M, et al. Light - emitting diode 585nm photomodulation inhibiting melanin synthesis and inducing autophagy in human melanocytes [J]. J Dermatol Sci, 2018,89(1):11-18. doi: 10.1016/j.jdermsci.2017.10.001.
- [41] Jin S, Chen L, Xu Z, et al. 585 nm light-emitting diodes inhibit melanogenesis through upregulating H19/miR-675 axis in LEDs-irradiated keratinocytes by paracrine effect [J]. J Dermatol Sci, 2020,98(2):102-108. doi: 10.1016/j.jdermsci.2020.03.002.
- [42] Dai X, Jin S, Xuan Y, et al. 590 nm LED irradiation improved erythema through inhibiting angiogenesis of human microvascular endothelial cells and ameliorated pigmentation in melasma [J]. Cells, 2022,11(24):3949. doi: 10.3390/cells11243949.
- [43] OCEBM Levels of Evidence Working Group. "The Oxford Levels of Evidence 2". Oxford centre for evidence - based medicine [EB/OL]. 2011. <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/ocebml-levels-of-evidence>.
- [44] Wang JY, Austin E, Jagdeo J. Visible red light does not induce DNA damage in human dermal fibroblasts [J]. J Biophotonics, 2022,15(11):e202200023. doi: 10.1002/jbio.202200023.
- [45] Uzunbajakava NE, Tobin DJ, Botchkareva NV, et al. Highlighting nuances of blue light phototherapy: mechanisms and safety considerations [J]. J Biophotonics, 2023, 16 (2): e202200257. doi: 10.1002/jbio.202200257.
- [46] Nast A, Dréno B, Bettoli V, et al. European evidence - based (S3) guideline for the treatment of acne - update 2016 - short version [J]. J Eur Acad Dermatol Venereol, 2016,30(8):1261-1268. doi: 10.1111/jdv.13776.
- [47] Shi L, Wang H, Chen K, et al. Chinese guidelines on the clinical application of 5 - aminolevulinic acid - based photodynamic therapy in dermatology (2021 edition) [J]. Photodiagnosis Photodyn Ther, 2021, 35: 102340. doi: 10.1016/j.pdpdt.2021.102340.
- [48] Wang P, Wang B, Zhang L, et al. Clinical practice guidelines for 5-aminolevulinic acid photodynamic therapy for acne vulgaris in China [J]. Photodiagnosis Photodyn Ther, 2023,41:103261. doi: 10.1016/j.pdpdt.2022.103261.
- [49] Tantawy SA, Abdelbasset WK, Kamel DM, et al. A randomized controlled trial comparing helium - neon laser therapy and infrared laser therapy in patients with diabetic foot ulcer [J]. Lasers Med Sci, 2018,33(9):1901-1906. doi: 10.1007/s10103-018-2553-2.
- [50] 中华医学会皮肤性病学分会, 中国康复医学会皮肤病康复专业委员会, 中国中西医结合学会皮肤性病学分会, 等. 老年带状疱疹诊疗专家共识 [J]. 中华皮肤科杂志, 2023,56(2):97-104. doi: 10.35541/cjd.20220726.
- [51] Mota LR, Duarte I, Galache TR, et al. Photobiomodulation reduces periocular wrinkle volume by 30%: a randomized controlled trial [J]. Photobiomodul Photomed Laser Surg, 2023, 41(2):48-56. doi: 10.1089/photob.2022.0114.
- [52] Morton CA, Szeimies RM, Basset - Seguin N, et al. European Dermatology Forum guidelines on topical photodynamic therapy 2019 Part 1: treatment delivery and established indications - actinic keratoses, Bowen's disease and basal cell carcinomas [J]. J Eur Acad Dermatol Venereol, 2019,33(12):2225-2238. doi: 10.1111/jdv.16017.
- [53] 中华医学会皮肤性病学分会光动力治疗研究中心, 中国康复医学会皮肤病康复专业委员会, 中国医学装备协会皮肤病与皮肤美容分会光医学治疗装备学组. 氨基酮戊酸光动力疗法皮肤科临床应用指南 (2021 版) [J]. 中华皮肤科杂志, 2021, 54(1):1-9. doi:10.35541/cjd.20200731.
- [54] Metelitsa AI, Green JB. Home-use laser and light devices for the skin: an update [J]. Semin Cutan Med Surg, 2011,30(3):144-147. doi: 10.1016/j.sder.2011.05.005.
- [55] Kanti V, Messenger A, Dobos G, et al. Evidence - based (S3) guideline for the treatment of androgenetic alopecia in women and in men - short version [J]. J Eur Acad Dermatol Venereol, 2018,32(1):11-22. doi: 10.1111/jdv.14624.
- [56] Kwon HH, Lee JB, Yoon JY, et al. The clinical and histological effect of home-use, combination blue-red LED phototherapy for mild-to-moderate acne vulgaris in Korean patients: a double-blind, randomized controlled trial [J]. Br J Dermatol, 2013,168(5):1088-1094. doi: 10.1111/bjd.12186.

(收稿日期:2024-07-04)

(本文编辑:颜艳)

·读者·作者·编者·

本刊对论文中作者工作单位著录和作者贡献声明的要求

工作单位著录:原则上 1 位作者仅能标注 1 个单位(著录个人隶属的行政机构,如果作者隶属的行政机构与完成课题选题、研究方案设计、进行研究工作和提供研究条件的机构不一致,或作者隶属不同机构时,以提供研究条件和完成研究工作的机构为作者单位),确需标注多个单位的,须在投稿介绍信加盖所有著录单位的公章(所有公章盖在同一张纸上),且第一作者单位必须为资料来源单位。

根据中华医学会杂志社统一要求,自 2022 年第 1 期开始,本刊所有原创性研究论文(论著、研究报告、技术与方法、调查报告、临床经验、皮肤外科、中医中药、药物与临床等栏目)必须提供作者贡献声明,声明中写明每位作者对研究的计划、实施和报告做了哪些具体工作,如:直接参与(酝酿和设计实验、实施研究、采集数据、分析/解释数据),文章撰写(起草文章、对文章的知识性内容作批评性审阅),工作支持(统计分析、获取研究经费、行政、技术或材料支持、指导、支持性贡献),其他。

示例:

作者贡献声明 程某、严某:实验操作、论文撰写;赵某、唐某:数据整理、统计学分析;周某:研究指导、论文修改、经费支持