

多脉冲强脉冲光脱毛的有效性及安全性

奎玲¹, 王国允¹, 张丽¹, 张荣², 麻瑞丰³, 叶巧园^{4, 5}

(1. 深圳市前海蛇口自贸区医院皮肤与医学美容科, 广东 深圳 518067;

2. 深圳市宝安区中医院集团皮肤科, 广东 深圳 518133;

3. 深圳市福田区政府投资项目评审中心, 广东 深圳 518000;

4. 广东医科大学第二临床医学院皮肤病与性病教研室, 广东 东莞 523808;

5. 东莞市寮步医院皮肤与医学美容科, 广东 东莞 523000)

[摘要]目的 比较多脉冲与单脉冲强脉冲光脱毛的有效性及安全性。方法 选取2025年3月-9月于东莞市寮步医院进行脱毛治疗的90例患者为研究对象, 采用随机数字表法分为A组(30例, 脱落1例)、B组(30例)、C组(30例, 脱落1例)。A组使用强脉冲光治疗仪A治疗, 脉冲模式为双脉冲/四脉冲; B组使用强脉冲光治疗仪B治疗, 脉冲模式为三脉冲/五脉冲; C组使用强脉冲光治疗仪B治疗, 脉冲模式为单脉冲模式, 比较三组脱毛效果、疼痛程度、主观满意度及不良反应发生情况。结果 A组、B组治疗7周后脱毛有效率、毛发密度、毛发减少率均优于C组($P < 0.05$), 两组组间比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$); 三组NRS评分比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$); A组、B组主观满意度评分高于C组($P < 0.05$), 两组组间比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$); A组、B组、C组不良反应发生率分别为17.24%、16.67%、13.79%, 三组比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。结论 两款多脉冲强脉冲光设备的脱毛疗效相当, 且均优于单脉冲模式, 同时未增加不良反应风险, 具有良好的应用有效性与安全性。

[关键词] 多脉冲; 单脉冲; 强脉冲光; 脱毛

[中图分类号] R758.71

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2025)24-0110-04

Efficacy and Safety of Multi-pulse Intense Pulsed Light for Hair Removal

KUI Ling¹, WANG Guoyun¹, ZHANG Li¹, ZHANG Rong², MA Ruifeng³, YE Qiaoyuan^{4, 5}

(1. Department of Dermatology and Medical Cosmetology, Shenzhen Qianhai Shekou Free Trade Zone Hospital, Shenzhen 518067, Guangdong, China;

2. Department of Dermatology, Shenzhen Bao'an Traditional Chinese Medicine Hospital Group, Shenzhen 518133, Guangdong, China;

3. Shenzhen Futian District Government Investment Project Evaluation Center, Shenzhen 518000, Guangdong, China;

4. Department of Dermatovenereology, the Second School of Clinical Medicine, Guangdong Medical University, Dongguan 523808, Guangdong, China;

5. Department of Dermatology and Medical Cosmetology, Dongguan Liaobu Hospital, Dongguan 523000, Guangdong, China)

[Abstract]Objective To compare the efficacy and safety of multi-pulse and single-pulse intense pulsed light for hair removal.

Methods A total of 90 patients who underwent hair removal treatment in Dongguan Liaobu Hospital from March to September 2025 were selected as the research subjects. According to the random number table method, they were divided into three groups:

第一作者: 奎玲(1988.11-), 女, 云南玉溪人, 博士, 副研究员, 主要从事皮肤医学研究与临床转化方面的工作

通讯作者: 叶巧园(1981.11-), 女, 湖北黄石人, 硕士, 副主任医师, 主要从事皮肤医学方向研究工作

Group A (30 patients, 1 patient lost to follow-up), Group B (30 patients), and Group C (30 patients, 1 patient lost to follow-up). Group A was treated with intense pulsed light device A operated in dual-pulse/four-pulse mode. Group B was treated with intense pulsed light device B operated in triple-pulse/five-pulse mode. Group C was treated with intense pulsed light device B operated in single-pulse mode. The hair removal efficacy, pain intensity, subjective satisfaction and adverse reactions were compared among the three groups. **Results** At 7 weeks after treatment, the effective rate of hair removal, hair density and hair reduction rate in Group A and Group B were higher than those in Group C ($P<0.05$), while there were no statistically significant differences between Group A and Group B ($P>0.05$). There was no statistically significant difference in NRS scores among the three groups ($P>0.05$). The subjective satisfaction score in Group A and Group B was higher than that in Group C ($P<0.05$), while there was no statistically significant difference between Group A and Group B ($P>0.05$). The incidence of adverse reactions in Group A, Group B and Group C was 17.24%, 16.67% and 13.79% respectively, and there was no statistically significant difference among the three groups ($P>0.05$). **Conclusion** The two multi-pulse intense pulsed light devices have comparable hair removal efficacy, both of which are superior to the single-pulse mode. Meanwhile, they do not increase the risk of adverse reactions, showing good application efficacy and safety. **[Key words]** Multi-pulse; Single-pulse; Intense pulsed light; Hair removal

强脉冲光 (intense pulsed light) 脱毛技术以选择性光热解原理为核心机制, 其通过毛囊黑色素对特定波长光的选择性吸收, 将光能转化为热能, 进而造成毛囊结构不可逆损伤, 最终实现脱毛效果。该技术具有安全性高、疗效确切的特点, 是目前临床应用最为广泛的脱毛手段之一^[1]。单脉冲模式为强脉冲光治疗的基础形式, 其特点是在单一连续脉冲内释放全部能量; 该治疗模式操作简便, 早期广泛应用于皮肤光老化、色素性疾病及血管性疾病等多种病症的临床治疗, 其有效性已得到多项相关研究的证实^[2-3]。随着技术发展, 单脉冲模式在治疗中的局限性逐渐显现, 多脉冲模式因能优化光热分布、减少局部过热风险, 逐渐应用于临床。目前关于两种脉冲模式的直接对照研究较少, 且缺乏在统一标准下对两种模式疗效与安全性的比较^[4]。基于此, 本研究旨在系统对比多脉冲与单脉冲强脉冲光脱毛的有效性 & 安全性, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2025年3月-9月于东莞市寮步医院进行脱毛治疗的90例患者为研究对象, 采用随机数字表法分为A组 (30例, 脱落1例)、B组 (30例)、C组 (30例, 脱落1例)。A组男4例, 女25例; 年龄18~45岁, 平均年龄 (31.18 ± 6.95) 岁; Fitzpatrick皮肤分型: I型1例, II型8例, III型12例, IV型7例, V型1例。B组男8例, 女22例; 年龄18~45岁, 平均年龄 (31.32 ± 6.80) 岁; Fitzpatrick皮肤分型: I型2例, II型10例, III型13例, IV型4例,

V型1例。C组男4例, 女25例; 年龄18~45岁, 平均年龄 (30.58 ± 7.82) 岁; Fitzpatrick皮肤分型: I型2例, II型9例, III型12例, IV型5例, V型1例。三组性别、年龄、Fitzpatrick皮肤分型比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 具有可比性。所有患者均签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准: 年龄18~45岁; Fitzpatrick皮肤分型 I~V型; 目标区域 (腋/臂/腿) 毛发密度 >20 根/ cm^2 。排除标准: 妊娠或哺乳期女性; 治疗区域存在纹身、色素痣或明显瘢痕; 有光敏性疾病史 (如红斑狼疮、卟啉病); 近3个月内接受过其他脱毛治疗 (如激光脱毛、蜡脱); 有凝血功能障碍或免疫功能低下; 正在使用光敏性药物 (如四环素类、维A酸类)。

1.3 方法 A组使用强脉冲光治疗仪A (广西由莱医疗科技有限公司, 桂械注准 20242090084, 型号: UI20 BL), 波长550~1200 nm, 能量密度 $1.54 \sim 8 \text{ J/cm}^2$, 脉冲模式为双脉冲或四脉冲, 根据患者皮肤耐受度及毛发情况选择适配模式; B组使用强脉冲光治疗仪B (深圳新燕医疗科技有限公司, 粤械注准20252090067, 型号: T81 Pro), 波长510~1200 nm, 能量密度 $1.2 \sim 6 \text{ J/cm}^2$, 脉冲模式为三脉冲或五脉冲, 根据患者个体情况选择适配模式; C组使用强脉冲光治疗仪B (深圳新燕医疗科技有限公司, 粤械注准20252090067, 型号: T81 Pro), 波长510~1200 nm, 能量密度 1.2 J/cm^2 , 脉冲模式为单脉冲模式。三组治疗操作规范保持一致: 治疗前对目标区域进行剃毛处理 (保留毛根0.5 mm), 采用75%酒精进行皮肤消

毒。操作时将设备垂直贴合皮肤表面,从低档位开始进行皮肤耐受测试,根据患者即时皮肤反应(如红斑、灼热感)调整至适宜档位。每个光斑照射后平移至相邻区域,避免光斑重叠,同一治疗区域重复照射2~3遍。治疗过程中持续观察患者皮肤反应,若出现明显不适及时调整设备参数。三组均遵循统一治疗频次,每周治疗2次,持续7周,累计治疗14次。

1.4 观察指标

1.4.1评估三组脱毛效果 包括脱毛有效率、毛发密度、毛发减少率;毛发密度:采用数码显微镜(放大倍数 $\times 5$)拍摄目标区域($2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$)图像,由独立研究员使用图像分析软件计数毛发数量,取3次计数平均值;毛发减少率:统计治疗7周后毛发减少率,毛发减少率($\%$)= $1-(\text{治疗7周后毛发密度}/\text{基线毛发密度}) \times 100\%$ 。脱毛有效率:统计毛发减少率 $\geq 80\%$ 的患者比例。

1.4.2评估三组疼痛程度 采用疼痛数字评分法(Numeric Rating Scale, NRS)评估,评分范围为0~10分,0分表示无任何疼痛,10分表示难以忍受的最剧烈疼痛。

1.4.3调查三组主观满意度 治疗7周后采用自制问卷调查,满分5分,评分越高表明患者满意度越高。

1.4.4记录三组不良反应发生情况 包括红斑、水肿、水疱、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,两组组间比较行 t 检验,多组组间比较行 F 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 三组脱毛效果比较 A组、B组治疗7周后脱毛有效率、毛发密度、毛发减少率均优于C组($P < 0.05$),两组组间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表1。

2.2 三组疼痛程度及主观满意度比较 三组NRS评分比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);A组、B组主观满意度评分高于C组($P < 0.05$),两组组间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表2。

2.3 三组不良反应发生情况比较 A组发生红斑4例、水肿1例,不良反应发生率为17.24%(5/29);B组发生红斑4例、水肿1例,不良反应发生率为16.67%(5/30);C组发生红斑3例、水肿1例,不良反应发生率为13.79%(4/29)。三组均未出现水疱、色素沉着等严重不良反应,所有轻微不良反应均在治疗后24 h内自行消退。三组不良反应发生率比较,差异无统计学意义($\chi^2=0.148, P=0.928$)。

表1 三组脱毛效果比较 [$n(\%)$, $\bar{x} \pm s$]

组别	n	脱毛有效率	毛发密度(根/ cm^2)	毛发减少率($\%$)
A组	29	27(93.10) ^a	3.85 ± 1.15^b	84.52 ± 4.81^c
B组	30	29(96.67)	3.60 ± 1.10	86.05 ± 4.43
C组	29	1(3.45)	11.28 ± 2.09	56.57 ± 5.51
统计值		$\chi^2=89.362$	$F=186.723$	$F=258.416$
P		0.000	0.000	0.000

注: ^a与B组比较, $\chi^2=0.388, P=0.533$; ^b与B组比较, $t=0.854, P=0.397$; ^c与B组比较, $t=1.272, P=0.209$ 。

表2 三组疼痛程度及主观满意度比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	n	NRS评分	主观满意度评分
A组	29	2.86 ± 1.12	4.52 ± 0.42^a
B组	30	2.79 ± 1.18	4.61 ± 0.38
C组	29	2.76 ± 1.63	2.38 ± 0.94
F		0.356	138.642
P		0.701	0.000

注: ^a与B组比较, $t=0.864, P=0.392$ 。

3 讨论

强脉冲光脱毛以选择性光热解原理为核心,作用机制为毛囊黑色素选择性吸收特定波长的光能量,并将其转化为热能,通过破坏毛囊结构实现脱毛效果^[1, 5]。随着技术迭代,多脉冲模式因可优化光热分布、降低局部皮肤过热风险,已在临床中逐步推广;而单脉冲模式作为传统治疗方案,应用范围则日趋缩减。当前临床研究中,针对两种脉冲模式的直接对比数据相对匮乏,多数研究多聚焦于单一设备或单一模式的疗效观察,尚缺乏对不同脉冲设计在疗效与安全性方面的系统性验证,难以为此类技术的临床方案选择提供充分的循证医学依据^[6-8]。

本研究结果显示,A组、B组治疗7周后脱毛有效率、毛发密度、毛发减少率均优于C组($P<0.05$),两组组间比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。分析认为,多脉冲模式通过将总能量分解为多个子脉冲、延长热弛豫时间,实现了对毛囊的分段累积加热,使得热能得以更持续、均匀地渗透至毛囊深部(如乳头及隆突区),从而提高脱毛效果^[9-11]。A组、B组、C组不良反应发生率分别为17.24%、16.67%、13.79%,三组不良反应发生率比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。三组不良反应均为轻微一过性红斑或水肿,24 h内自行消退,未出现水疱、色素沉着等严重不良反应,与既往研究结果相符^[12]。分析认为,多脉冲模式的分段释能设计,可避免单次高能量脉冲导致的表皮热累积,同时合理的脉冲参数搭配能在提升疗效的同时确保治疗的安全性^[13-15]。三组NRS评分比较,差异无统计学意义($P>0.05$),提示多脉冲模式并未因脉冲数量增加而加重患者疼痛感受。A组、B组主观满意度评分高于C组($P<0.05$),两组组间比较,差异无统计学意义($P>0.05$),表明多脉冲模式虽然未能降低患者治疗过程中的即刻疼痛感受,但其在主观满意度方面表现更优,考虑其原因可能与多脉冲模式能兼顾脱毛效果、安全性与舒适度,提升脱毛效率有关。

综上所述,多脉冲强脉冲光脱毛疗效优于单脉冲模式,能实现更高的毛发减少率和脱毛有效率,且安全性良好。

[参考文献]

- [1]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].医学美学美容,2025,34(16):101-105.
- [2]廖烈兰,黄光华,黄家基,等.强脉冲光治疗雀斑、面部毛细血管扩张症及脱毛的临床疗效观察[J].中国激光医学杂志,2010,19(4):239-242.
- [3]林佳音.半导体激光和强脉冲光脱毛临床疗效观察及相关机制探讨[D].上海:上海交通大学,2016.
- [4]周展超.光美容治疗技术[J].皮肤病与性病,2008,30(3):11-12.
- [5]刘莹,张玲,胡守舵,等.强脉冲光脱毛术在外耳重建中的应用[J].中国美容整形外科杂志,2024,35(2):107-110.
- [6]乔刚,郑涵,章泳,等.Q开关1064 nm Nd:YAG激光Q-PTP双脉冲与单脉冲模式治疗黄褐斑的疗效比较[J].浙江临床医学,2021,23(5):678-679.
- [7]李小燕,聂磊,郭伟,等.超脉冲二氧化碳点阵激光联合黄金微针射频治疗面部痤疮凹陷性瘢痕的疗效观察[J].安徽医药,2023,27(2):324-327.
- [8]王聪敏,袁瑛,徐晓敏,等.脉冲CO₂激光联合光动力治疗皮肤化脓性肉芽肿的护理体会[J].实用皮肤病学杂志,2023,16(5):312-314.
- [9]张静,黄雷,赵麒麟,等.超脉冲二氧化碳点阵激光联合曲安奈德湿敷对早期增生性瘢痕的疗效[J].中南医学科学杂志,2024,52(2):278-281.
- [10]Kaliyadan F, AlTurki HS, AlKhalidi RD, et al. Light-Based Home-Use Hair Removal Devices A Cross-Sectional Survey[J]. Int J Trichology, 2022, 14(1):14-16.
- [11]中国医师协会皮肤科医师分会皮肤激光与理疗亚专业委员会.强脉冲光临床应用专家共识(2017)[J].中华皮肤科杂志,2017,50(10):701-705.
- [12]张兆锋,沈华,胡宏慧,等.强脉冲光脱毛远期疗效的初步观察[J].中华医学美容美容杂志,2014,20(1):33-35.
- [13]周娟,杨波.286例强脉冲光子脱毛的临床疗效及护理体会[J].中华全科医学,2011,9(12):1983-1984.
- [14]丁颖,石晨龙,陶丛敏,等.强脉冲光ACNE滤光片不同脉冲数治疗寻常痤疮临床观察[J].中国美容医学,2024,33(12):106-110.
- [15]刘丽红,周国瑜,陈淳,等.欧洲血管性皮肤病的激光和强脉冲光治疗指南解读[J].实用皮肤病学杂志,2019,12(1):26-30.