

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.16.025

•毛发美学•

不同波段强脉冲光对脱毛患者毛发密度减少率的影响

袁树建, 李晓斐

(故城县中医医院皮肤科, 河北 衡水 253800)

[摘要]目的 分析不同波段强脉冲光(IPL)对脱毛患者不同部位毛发密度改善情况的影响。方法 选取2024年1月-10月我院收治的132例脱毛患者为研究对象,根据随机数字表法分为对照组和观察组,每组66例。对照组采用510~1200 nm波段的强脉冲光进行治疗,观察组采用600~1200 nm波段的强脉冲光进行治疗,比较两组不同部位脱毛效果、毛发密度减少率、满意度及不良反应发生情况。结果 两组不同部位脱毛总有效率比较,差异无统计学意义($P>0.05$);观察组唇部、小腿和手臂毛发密度减少率均优于对照组($P<0.05$);两组腋下毛发密度减少率比较,差异无统计学意义($P>0.05$);观察组满意度(98.48%)高于对照组(89.39%)($P<0.05$);观察组不良反应发生率(3.03%)低于对照组(12.12%)($P<0.05$)。结论 两组均具有理想的脱毛效果,但与510~1200 nm波段的强脉冲光相比,600~1200 nm波段在唇部、小腿和手臂中的脱毛效果更佳,同时能够提高患者满意度,且不良反应发生率较低,值得临床应用。

[关键词] 510~1200 nm强脉冲光; 600~1200 nm强脉冲光; 毛发密度减少率

[中图分类号] R758.71

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2025)16-0101-05

Effect of Different Wavelength Bands of Intense Pulsed Light on Hair Density Reduction Rate in Hair Removal Patients

YUAN Shujian, LI Xiaofei

(Department of Dermatology, Gucheng County Hospital of Traditional Chinese Medicine, Hengshui 253800, Hebei, China)

[Abstract]**Objective** To analyze the effect of different wavelength bands of intense pulsed light (IPL) on the improvement of hair density in different parts of hair removal patients. **Methods** A total of 132 hair removal patients admitted to our hospital from January to October 2024 were selected as the research subjects, and they were divided into the control group and the observation group by the random number table method, with 66 patients in each group. The control group was treated with intense pulsed light of 510-1200 nm wavelength band, and the observation group was treated with intense pulsed light of 600-1200 nm wavelength band. The hair removal effect of different parts, hair density reduction rate, satisfaction and adverse reactions were compared between the two groups. **Results** There was no significant difference in the total effective rate of hair removal in different parts between the two groups ($P>0.05$). The hair density reduction rates of lips, lower legs and arms in the observation group were better than those in the control group ($P<0.05$). There was no significant difference in the hair density reduction rate of armpits between the two groups ($P>0.05$). The satisfaction rate of the observation group (98.48%) was higher than that of the control group (89.39%) ($P<0.05$). The incidence of adverse reactions in the observation group (3.03%) was lower than that in the control group (12.12%) ($P<0.05$). **Conclusion** Both groups have ideal hair removal effects, but compared with intense pulsed light of 510-1200 nm wavelength band, 600-1200 nm wavelength band has better hair removal effect on lips, lower legs and arms, and can improve patient satisfaction, with lower incidence of adverse reactions, which is worthy of clinical application.

[Key words] 510-1200 nm intense pulsed light; 600-1200 nm intense pulsed light; Hair density reduction rate

第一作者: 袁树建(1976.11-), 男, 河北故城县人, 本科, 副主任医师, 主要从事皮肤性病学方面工作

强脉冲光 (intense pulsed light, IPL) 技术因其非侵入性和较高的安全性, 已成为脱毛领域的一个重要选择^[1, 2]。其原理主要基于选择性光热作用理论, 即根据不同组织的生物学特性, 选择能被靶组织选择性吸收, 而周围组织不吸收的特定波长的光能; 同时脉宽短于或等于靶组织的热弛豫时间, 能量密度达到或超过毛囊靶组织的损伤阈值时, 能够选择性作用于毛囊, 使其发生热损伤并最终被破坏, 从而达到长期减少毛发的效果以及最大限度地减少对周围正常组织的损伤^[3]。故而不同强脉冲光治疗仪的能量参数、波长范围及冷却系统均可能影响临床效果与患者舒适度。此外, 身体不同部位的毛发颜色、毛囊深度也存在差异; 同时Fitzpatrick肤色分型从 I~VI型, 肤色逐渐加深, 黑色素含量不断增加, 这些因素均会导致强脉冲光的治疗效果产生相应差别^[4, 5]。目前研究认为^[6, 7], 在能量相似情况下, 短波段 (500~600 nm) 更适用于细软毛发或浅肤色人群, 因其对深色皮肤的灼伤风险较高; 而中长波段 (600~900 nm) 穿透力较深, 尤其适用于深肤色人群, 且具有较高的安全性。然而, 目前仍缺乏针对不同波段强脉冲光在脱毛患者各身体部位中效果与安全性的系统性对比研究。基于此, 本研究旨在分析不同波段强脉冲光对脱毛患者不同部位毛发密度改善情况的影响, 以期为临床精准化治疗提供依据, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2024年1月~10月故城县中医院收治的132例脱毛患者为研究对象, 根据随机数字表法分为对照组和观察组, 每组66例。对照组男8例, 女58例; 年龄18~38岁, 平均年龄 (23.62 ± 4.90) 岁; 脱毛部位: 腋下20例, 唇部15例, 小腿30例, 手臂25例。观察组男12例, 女54例; 年龄19~40岁, 平均年龄 (25.32 ± 5.86) 岁; 脱毛部位: 腋下17例, 唇部25例, 小腿30例, 手臂18例。两组性别、年龄及脱毛部位比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 研究可比。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18~50岁, 性别不限; Fitzpatrick肤色分型为 I~IV; 有明确脱毛需求, 且治疗部位 (唇部、腋下、手臂、小腿) 毛发浓密、分布均匀; 近期末接受

类似和其它脱毛方法治疗。排除标准: 孕妇、女性哺乳期、女性月经期、体表瘢痕、糖尿病、脆弱肌肤者及光照敏感肌肤者; 重度心脏病、重度高血压、恶性肿瘤、毛囊炎、感染性皮肤病、烧伤性皮肤, 抗凝血障碍者; 患有胶原蛋白代谢异常, 包括瘢痕和伤口愈合不良者; 有血管疾病者; 皮肤对光敏感, 容易出现皮疹或过敏者; 照射部位有感染、单纯细胞皮疹、皮损、血肿者; 有抑制免疫反应疾病 (包括HIV/AIDS感染、红斑狼疮等) 者; 任何出血性疾病患者以及外用异维A酸、果酸 (AHA)、水杨酸 (BHA) 或杜鹃花酸者; 30 d内使用过化学方法脱毛者、短期内使用过美白产品或使用过含维生素A的化妆品者; 使用阿司匹林、免疫抑制剂、异维A酸等药物, 以及近期使用过光敏药物 (如四环素、磺胺类药物等) 者; 轻度损伤 (晒伤) 患者; 多毛症及其他多毛症患者; 脱毛皮肤上有纹身、黑棕色或黑色斑点 (比如深色雀斑、胎记、痣或疣) 者。

1.3 方法

1.3.1 对照组 采用510~1200 nm波段的强脉冲光进行治疗: 使用强脉冲光治疗仪 (江西中蓝电子有限公司, 赣械注准20222090267, 型号: LANTZ-8, 治疗头1) 进行治疗, 设备的主要性能参数为: ①输出光波长: 510~1200 nm, 短波波长误差为 ± 15 nm; ②脉冲输出方式: 单脉冲; ③治疗端面的能量密度: 1.2~6.0 J/cm²; ④脉冲能量: 6~18.0 J; ⑤工作方式: 单次曝光; ⑥连续曝光时间间隔: 1.0~6.0 s; ⑦输出光斑面积3.0 cm², 误差范围不超过 ± 0.25 cm²; ⑧电源适配器输入: 100~240 V~ 50/60 Hz 1.5 A。

1.3.2 观察组 采用600~1200 nm波段的强脉冲光进行治疗: 使用强脉冲光治疗仪 (深圳市洋沃电子有限公司, 粤械注准20232090207, 型号: BE932A) 进行治疗, 设备的主要性能参数为: ①输出波长: 600~1200 nm; ②脉冲输出方式: 单脉冲; ③治疗仪端面的能量密度: 2.25~5.625 J/cm²; ④脉冲能量: 7.2~18.0 J; ⑤工作方式: 单次曝光; ⑥连续曝光时间间隔: 0.5~3.0 s; ⑦输出光斑面积3.2 cm², 误差范围不超过 ± 10%; ⑧脉冲宽度: 0.7~7.0 ms; ⑨电源适配器输入: 220 V~ 50 Hz 2 A。治疗前两组均根据所使用产品说明书提供的肤色卡, 确定患者肤色是否适用; 用剃须刀将需要护理部位的毛发剔除并清理干净, 并确

认其皮肤状况良好及干燥，且没有任何伤口等异常情况确认治疗仪闪光窗口中是否有毛渣、污垢。为保证治疗的效果，同时参考产品说明书，共治疗12周：第1~4周（3~4次/周），第5~8周（2~3次/周），第9~12周（1~2次/月）。每次治疗后对脱毛部位进行皮肤护理，涂抹芦荟胶，且脱毛后48 h内脱毛过的身体部位避免紫外线直射，外出涂防晒霜。

1.4 观察指标

1.4.1 评估两组脱毛效果 评估不同部位（腋下、唇部、小腿、手臂）的临床疗效，其分为痊愈（毛发减少 $\geq 90\%$ ）、显效（毛发减少60%~89%）、有效（毛发减少40%~59%）、无效（毛发减少 $< 40\%$ ）。总有效率=痊愈率+显效率+有效率。

1.4.2 测定两组毛发密度减少率 通过毛发密度减少率评估两组毛发密度改善情况。毛发密度减少率=（1-治疗后毛发密度/治疗前毛发密度） $\times 100\%$ 。

1.4.3 调查两组满意度 包括非常满意（90~100分）、满意（75~89分）、一般（60~74分）、不满意（ < 60 分）。满意度=（非常满意+满意）/总例

数 $\times 100\%$ 。

1.4.4 记录两组不良反应发生情况 包括色素沉着、红斑、水疱、皮肤瘢痕。

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，行 t 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 两组脱毛效果比较 两组不同部位脱毛总有效率比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ），见表1~表4。

2.2 两组毛发密度减少率比较 观察组唇部、小腿和手臂毛发密度减少率均优于对照组（ $P < 0.05$ ）；两组腋下毛发密度减少率比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ），见表5。

2.3 两组满意度比较 观察组满意度高于对照组（ $P < 0.05$ ），见表6。

2.4 两组不良反应发生情况比较 观察组不良反应发生率低于对照组（ $P < 0.05$ ），见表7。

表1 两组腋下脱毛效果比较 [n (%)]

组别	n	痊愈	显效	有效	无效	总有效率
观察组	17	13 (76.47)	3 (17.65)	1 (5.88)	0	17 (100.00)
对照组	20	14 (70.00)	4 (20.00)	1 (5.00)	1 (5.00)	19 (95.00)
χ^2		0.195	0.033	0.014	0.874	0.874
P		0.659	0.856	0.906	0.350	0.350

表2 两组唇部脱毛效果比较 [n (%)]

组别	n	痊愈	显效	有效	无效	总有效率
观察组	25	18 (72.00)	5 (20.00)	2 (8.00)	0	25 (100.00)
对照组	15	8 (53.33)	5 (33.33)	2 (13.33)	0	15 (100.00)
χ^2		1.436	0.889	0.296	0.000	0.000
P		0.231	0.346	0.586	1.000	1.000

表3 两组小腿脱毛效果比较 [n (%)]

组别	n	痊愈	显效	有效	无效	总有效率
观察组	30	13 (43.33)	11 (36.67)	5 (16.67)	1 (3.33)	29 (96.67)
对照组	30	10 (33.33)	12 (40.00)	6 (20.00)	2 (6.67)	28 (93.33)
χ^2		0.635	0.071	0.111	0.351	0.351
P		0.426	0.790	0.739	0.554	0.554



表4 两组手臂脱毛效果比较 [n (%)]

组别	n	痊愈	显效	有效	无效	总有效率
观察组	18	11 (61.11)	5 (27.78)	1 (5.56)	1 (5.56)	17 (94.44)
对照组	25	12 (48.00)	8 (32.00)	3 (12.00)	2 (8.00)	23 (92.00)
χ^2		0.723	0.088	0.515	0.096	0.096
P		0.395	0.767	0.473	0.757	0.757

表5 两组毛发密度减少率比较 ($\bar{x} \pm s$, %)

组别	n	腋下	唇部	小腿	手臂
观察组	66	89.06 ± 3.01	92.40 ± 2.39	94.92 ± 2.04	87.24 ± 3.36
对照组	66	87.07 ± 4.08	84.42 ± 4.14	85.29 ± 4.33	82.25 ± 4.28
t		1.662	7.757	11.020	4.112
P		0.106	0.000	0.000	0.000

表6 两组满意度比较 [n (%)]

组别	n	非常满意	满意	一般	不满意	满意度
观察组	66	45 (68.18)	20 (30.30)	1 (1.52)	0	65 (98.48) *
对照组	66	36 (54.55)	23 (34.85)	3 (4.55)	4 (6.06)	59 (89.39)

注: *与对照组比较, $\chi^2=4.790$, $P=0.029$ 。

表7 两组不良反应发生情况比较 [n (%)]

组别	n	色素沉着	红斑	水疱	皮肤瘢痕	发生率
观察组	66	0	2 (3.03)	0	0	2 (3.03) *
对照组	66	3 (4.55)	5 (7.58)	0	0	8 (12.12)

注: *与对照组比较, $\chi^2=3.895$, $P=0.048$ 。

3 讨论

体毛的过度生长可能对个体外貌认同及心理状态构成潜在影响。随着社会审美意识的不断提升,人们对体毛管理的需求呈现显著增长的趋势,脱毛已成为当代个人护理实践中日益重要的组成部分。IPL脱毛技术凭借其非侵入、高效和相对舒适的特性,已成为现代脱毛的主流选择之一。该技术的核心原理在于选择性光热作用理论,其通过精确操控光能转化为热能,实现对毛囊的靶向破坏,达到长期减少毛发的效果^[9]。目前,强脉冲光治疗仪波长范围通常设置为500~1200 nm,其核心区别主要体现在低波段截止波长的差异,该值多数分布于500~600 nm。

本研究结果显示,两组不同部位脱毛总有效

率比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$); 观察组唇部、小腿和手臂毛发密度减少率均优于对照组 ($P<0.05$); 两组腋下毛发密度减少率比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$)。分析原因为,由于这些部位毛发较粗且毛囊较深,同时短波光 (510~600 nm) 易被表皮黑色素竞争吸收,造成有效能量衰减^[10]。与之相比,600~1200 nm波段强脉冲光能够更高效且集中的穿透深入至毛囊乳头层,对该类毛发及其毛囊单位产生更强的靶向破坏效应,从而有效提升脱毛效果^[11]。此外,600~1200 nm波段强脉冲光治疗仪的脉冲宽度能够更匹配毛囊的热弛豫时间,进一步优化针对毛囊的热损伤效率^[12]。观察组满意度 (98.48%) 高于对照组 (89.39%) ($P<0.05$), 这一差异可

能源于以下多因素协同作用：首先，在治疗参数方面，600~1200 nm波段通过减少表皮黑色素的竞争性吸收，有效降低治疗过程中的表皮刺激和痛感^[13]；其次，600~1200 nm波段强脉冲光治疗仪具备的高效冷却系统能够进一步优化治疗舒适度；最后，其较短的连续曝光时间间隔（0.5~3.0 s）能够有效提升治疗效率。600~1200 nm波段强脉冲光在疗效（毛发密度减少率）和安全性（不良反应发生率）方面均具有更优的表现，同时客观指标的改善也能直接提升患者对治疗的认可度。综合来看，波长参数的优化、设备性能的提升以及脱毛效果的改善共同构成了满意度差异的多维基础。观察组不良反应发生率（3.03%）低于对照组（12.12%）（ $P<0.05$ ）。分析原因为，510~600 nm波段因波长较短、穿透较浅，易被表皮黑色素优先吸收（黑色素对短波长光的吸收率更高），导致表皮能量蓄积，从而增加热损伤风险（如红斑、色素沉着）^[14]；而600~1200 nm波段通过减少短波长光的比例，降低表皮黑色素的竞争性吸收，使能量更集中于深层毛囊靶组织，从而降低不良反应^[15]；此外，该技术也更契合我国人群主要的皮肤特征（Fitzpatrick分型Ⅲ~Ⅳ型）。两组均未出现水泡与瘢痕此类严重反应，说明两种波段在合理操作下均具有较高的安全性。这一结果支持600~1200 nm波段在降低表皮损伤风险方面的优势。本研究样本仅来自单一医疗中心，且样本量较小（ $n=132$ ），建议后续开展多中心、大样本研究，采用更客观的评估方法，并建立个体化干预方案。

综上所述，与510~1200 nm波段的强脉冲光相比，600~1200 nm波段在唇部、小腿和手臂脱毛中的脱毛效果更佳，同时能够提高患者满意度，且不良反应发生率较低，值得临床应用。

[参考文献]

- [1]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.
- [2]马慧敏,陈军,冯仁洋.2013年至2017年1766例就医者首次光电美容治疗情况分析[J].中国美容医学,2018,27(11):43-45.
- [3]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):107-110,127.
- [4]张明月,马慧军,梁晓博,等.强脉冲光对女性Ⅲ型皮肤类型前臂及腋窝脱毛的疗效观察[C]//中华医学会整形外科学分会,解放军整形外科学专业委员会,中国中西医结合学会医学美容专业委员会.中华医学会整形外科学分会第十一次全国会议、中国人民解放军整形外科学专业委员会学术交流会、中国中西医结合学会医学美容专业委员会全国会议论文集.解放军第309医院,2011:476.
- [5]王永春,黄一雄,沈华,等.强脉冲光子脱毛的临床治疗经验与探讨[J].组织工程与重建外科杂志,2008,4(1):47-49.
- [6]施安宇,田艳丽,何笛瑜.强脉冲光在皮肤美容中的应用[J].中国医疗美容,2023,13(3):24-31.
- [7]吕艳思,王彬,关律昕,等.强脉冲光在美容应用中的最新进展[J].中国医学前沿杂志(电子版),2025,17(5):37-42.
- [8]马成芳.强脉冲光脱毛的疗效性及安全性分析[J].中国美容医学,2012,21(14):21-22.
- [9]李潼,樊星,杨力.长脉冲Nd:YAG 1064 nm激光对耳后皮肤扩张期间的脱毛效果观察[J].中国美容医学,2013,22(2):277-278.
- [10]李春联,郑伟,刘大华.强脉冲光脱毛165例分析[J].中国医刊,2013,48(11):73-75.
- [11]郑燕,徐小芬,徐利鸳,等.OPT强脉冲光联合参数治疗唇部多毛的效果[J].中华医学美学美容杂志,2022,28(5):405-408.
- [12]刘玉芳.新型强脉冲光治疗唇部、腋部多毛的疗效观察[D].大连:大连医科大学,2015.
- [13]丁维进,田美英,张慧,等.650 nm~950 nm强脉冲光脱毛1038例临床疗效观察[J].中国医疗美容,2018,8(6):58-61.
- [14]王淼淼,冯雨苗,周展超,等.强脉冲光治疗唇部多毛的疗效观察[J].皮肤性病诊疗学杂志,2014(2):125-126.
- [15]刘永生,肖嵘,程少为.现代激光美容[M].北京:人民卫生出版社,2019:17-20.

收稿日期：2025-7-11 编辑：朱思源