

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.05.010

## 低能量激光联合纳米微针治疗雄激素性脱发的有效性及安全性

钟岑依

(杭州市第三人民医院, 浙江 杭州 310009)

**[摘要]**目的 探讨对雄激素性脱发(AGA)患者采用低能量激光联合纳米微针治疗的有效性及其安全性。**方法** 选取2025年1月-10月于本院就诊的40例AGA患者为研究对象,根据治疗方案不同分为对照组和观察组,各20例。对照组采用口服及外用药物的综合治疗方案,观察组在对照组基础上采用低能量激光联合纳米微针治疗,比较两组临床疗效、毛发镜指标、不良反应发生率。**结果** 观察组总有效率为100.00%,高于对照组的80.00% ( $P<0.05$ );观察组治疗后毛发密度、头皮油脂度及毛发直径均优于对照组 ( $P<0.05$ );观察组不良反应发生率为5.00%,低于对照组的30.00% ( $P<0.05$ )。**结论** 低能量激光联合纳米微针治疗AGA的效果确切,能促进毛发生长,改善头皮油脂分泌,且不良反应发生率较低,应用有效性及安全性均较高。

**[关键词]** 低能量激光; 纳米微针; 雄激素性脱发; 毛发密度

**[中图分类号]** R758.71

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1004-4949(2026)05-0041-04

## Efficacy and Safety of Low-level Laser Combined with Nano Microneedle in the Treatment of Androgenetic Alopecia

Zhong Cenyi

(Hangzhou Third People's Hospital, Hangzhou 310009, Zhejiang, China)

**[Abstract]****Objective** To investigate the efficacy and safety of low-level laser combined with nano microneedle in patients with androgenetic alopecia (AGA). **Methods** A total of 40 patients with AGA admitted to our hospital from January to October 2025 were selected, and they were divided into the control group and the observation group according to different treatment regimens, with 20 patients in each group. The control group received comprehensive treatment with oral and topical medications, and the observation group received low-level laser combined with nano microneedle on the basis of the control group. The clinical efficacy, trichoscopic indicators and adverse reaction rate were compared between the two groups. **Results** The total effective rate of the observation group was 100.00%, which was higher than 80.00% of the control group ( $P<0.05$ ). The hair density, scalp oiliness and hair diameter in the observation group after treatment were better than those in the control group ( $P<0.05$ ). The incidence of adverse reactions in the observation group was 5.00%, which was lower than 30.00% in the control group ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Low-level laser combined with nano microneedle is effective in the treatment of AGA. It can promote hair growth and improve scalp oil secretion, with a low incidence of adverse reactions and high efficacy and safety.

**[Key words]** Low-level laser; Nano microneedle; Androgenetic alopecia; Hair density

雄激素性脱发 (androgenetic alopecia, AGA) 是一种常见的毛发疾病,主要表现为头皮特定区域的进行性毛发稀疏与脱落,多见于成年男性<sup>[1]</sup>。该病的发生与遗传因素、雄激素水平异常及毛囊对二氢睾酮敏感性增加密切相关,导致毛

囊逐渐最终丧失生发功能。随着生活节奏加快、精神压力增大及不良生活习惯的普及,AGA的发病率呈逐年上升趋势,严重影响患者的外貌形象与心理健康,已成为临床关注的重点问题<sup>[2]</sup>。目前AGA的临床治疗手段包括口服药物(如非那雄

胺)、外用米诺地尔、植发手术等,但存在起效慢、副作用明显或费用高昂等问题,限制了其广泛应用<sup>[3]</sup>。近年来,低能量激光疗法作为一种非侵入性、安全性较高的光生物调节技术,被证实可促进毛囊微循环、激活细胞代谢,延缓脱发进程。与此同时,纳米微针技术通过在角质层创建微通道,可增强药物透皮吸收,提升局部治疗效果<sup>[4]</sup>。将低能量激光与纳米微针联合应用,有望实现协同增效,为AGA提供一种新型、高效的综合治疗方案<sup>[5]</sup>。基于此,本研究旨在系统分析低能量激光联合纳米微针治疗雄激素性脱发的有效性及安全性,以期为脱发的精准干预提供科学依据,现报道如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2025年1月-10月于杭州市第三人民医院就诊的40例AGA患者为研究对象,根据治疗方案不同分为对照组和观察组,各20例。对照组男16例,女4例;年龄19~50岁,平均年龄( $36.65 \pm 6.76$ )岁;病程1~6年,平均病程( $3.76 \pm 0.76$ )年。观察组男15例,女5例;年龄18~50岁,平均年龄( $35.65 \pm 6.76$ )岁;病程1~5年,平均病程( $3.65 \pm 0.76$ )年。两组性别、年龄、病程比较,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:经临床明确诊断为轻中度AGA;成年患者;脱发处于活动期但近期稳定,且具有可见的毛发稀疏区域。排除标准:瘢痕疙瘩体质;合并活动性头皮感染(如脂溢性皮炎、毛囊炎);合并严重系统性疾病(如免疫性疾病、凝血功能障碍);近半年内接受过其他脱发相关治疗;对研究中所用材料或激光有过敏史。

### 1.3 方法

1.3.1 对照组 采用口服及外用药物的综合治疗方案:选取米诺地尔泡沫剂[浙江三生蔓迪药业有限公司,国药准字H20234731,规格:5% (60 g:3 g)],每次取1 g(相当于半瓶盖泡沫量)均匀涂抹于头部脱发显著区域,随后以指腹轻柔打圈按摩局部头皮,持续约3~5 min,确保药物被充分吸收。每日早晚各用药1次。辅以肤宁洗剂(杭州市第三人民医院,浙药剂字Z20100213,规格:100 ml/瓶)外用,10~15 ml/次,以温水稀释到适合浓度后涂

抹在头皮位置,按摩3~5 min,1次/d;并口服非那雄胺片(天方药业有限公司,国药准字H20040519,规格:1 mg),1次/d,1 mg/次。口服及外用药物均连续干预3个月。

1.3.2 观察组 在对照组基础上采用低能量激光联合纳米微针治疗:①低能量激光治疗:采用半导体激光治疗仪(徐州市科诺医学仪器设备有限公司,苏械注准20212091537,型号:KN-8000A),设定波长范围为650~900 nm,输出功率为5 mW/cm<sup>2</sup>;治疗时对患者头皮区域实施激光照射,30 min/次,2次/周,全程持续3个月;②纳米微针治疗:治疗开始前,首先对头皮进行清洁,确认局部无创口或炎性反应后,以75%酒精对操作区域进行消毒,待其自然干燥;随后操作者右手将米诺地尔均匀喷洒于目标头皮区域,左手持无菌棉签辅助暴露施治部位;接着使用纳米微针装置[贝拉医疗科技(苏州)有限公司,苏苏械备20200039号]在预处理区域进行多点穿刺,待全部区域操作结束后,再次于局部补充喷洒米诺地尔;治疗期间需持续关注患者主观感受,如出现刺痛、瘙痒等不适,应及时调整穿刺角度及深度;该治疗每周执行1次,疗程共计3个月。

### 1.4 观察指标

1.4.1 评估两组临床疗效 显效:头皮毛发覆盖情况显著改善,肉眼可见毛发密度明显增加,新生毛发粗壮,色泽加深,且毛发镜复查显示,目标区域的毛发密度和毛发直径较治疗前提升 $\geq 30\%$ 。有效:头皮毛发覆盖情况有所改善,脱发区域可见新生毳毛生长,但改善程度未达到“显效”标准。无效:脱发区域无明显变化或继续加重。总有效率=显效率+有效率。

1.4.2 记录两组毛发镜指标 借助毛发镜技术获取了头皮微环境的客观定量指标,具体包括毛发密度、毛发直径及头皮油脂度。

1.4.3 记录两组不良反应发生率 包括疼痛、皮下出血、色素沉着、局部发红、头屑增多等。

1.5 统计学方法 采用SPSS 25.0统计学软件进行数据分析,计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,行 $\chi^2$ 检验;计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,行 $t$ 检验; $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组治疗效果比较 观察组总有效率高于对照

组 ( $P<0.05$ ), 见表1。

2.2 两组毛发镜指标比较 观察组治疗后毛发密度、头皮油脂度、毛发直径均优于对照组

( $P<0.05$ ), 见表2。

2.3 两组不良反应发生率比较 观察组不良反应发生率低于对照组 ( $P<0.05$ ), 见表3。

表1 两组治疗效果比较 [ $n$  (%) ]

组别	$n$	显效	有效	无效	总有效率
观察组	20	18 (90.00)	2 (10.00)	0	20 (100.00)*
对照组	20	10 (50.00)	6 (30.00)	4 (20.00)	16 (80.00)

注: \*与对照组比较,  $\chi^2=4.444$ ,  $P=0.035$ 。

表2 两组毛发镜指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	$n$	毛发密度 (根/cm <sup>2</sup> )		头皮油脂度		毛发直径 ( $\mu\text{m}$ )	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
观察组	20	92.11 ± 5.68	132.48 ± 10.59	70.69 ± 5.77	30.59 ± 1.06	43.55 ± 2.67	62.13 ± 2.84
对照组	20	92.10 ± 5.49	114.59 ± 9.16	70.62 ± 5.10	52.88 ± 1.79	43.11 ± 2.59	57.26 ± 3.31
$t$		0.005	5.714	0.040	47.917	0.529	4.993
$P$		0.995	0.000	0.9678	0.000	0.599	0.000

表3 两组不良反应发生率比较 [ $n$  (%) ]

组别	$n$	疼痛	皮下出血	色素沉着	局部发红	头屑增多	发生率
观察组	20	1 (5.00)	0	0	0	0	1 (5.00)*
对照组	20	2 (10.00)	1 (5.00)	1 (5.00)	1 (5.00)	1 (5.00)	6 (30.00)

注: \*与对照组比较,  $\chi^2=4.329$ ,  $P=0.037$ 。

### 3 讨论

AGA是一种极为常见的、具有特征性模式的脱发疾病,其病理核心在于雄激素,特别是二氢睾酮,对遗传易感毛囊的作用<sup>[6]</sup>。在易感个体中,额部、顶部头皮的毛囊成为雄激素攻击的特定靶点。二氢睾酮通过与毛囊细胞内的雄激素受体结合,引发一系列微型化改变:原本粗大的毛囊逐渐萎缩退化,毛发生长周期缩短,生长期比例显著减小而休止期比例增加,最终导致毛干变细、变短,色素减退,直至毛囊完全萎缩,仅留下纤细的毳毛,无法有效覆盖头皮,形成临床可见的秃发<sup>[7]</sup>。这一过程往往伴随头皮油脂分泌亢进,形成油腻潮湿的头皮环境,进一步加剧毛囊负担和脱发外观。因此,AGA的治疗策略必须致力于逆转或延缓这一微型化进程,并创造有利于毛囊健康再生的局部微环境<sup>[8, 9]</sup>。

本研究结果显示,观察组总有效率为100.00%,

高于对照组的80.00% ( $P<0.05$ ),提示低能量激光联合纳米微针治疗方案的治疗效果更佳。分析原因可能在于,两种疗法联合并非单纯效果叠加,而是可能产生协同作用,在促进毛囊从微型化向健康终毛逆转中发挥更强作用<sup>[10, 11]</sup>。上述疗效优势在毛发镜微量量化指标中得到了精准、客观的印证。观察组治疗后毛发密度、头皮油脂度及毛发直径均优于对照组 ( $P<0.05$ )。毛发密度的增加直接反映了毛囊生发单位的激活数量,可能源于休止期毛囊被重新唤醒进入生长期,或原本萎缩的微小毛囊成功再生为可产生可见毛干的成熟毛囊。联合疗法在此指标上的突出表现,提示其可能通过多种途径创造了更佳的毛囊活化条件<sup>[12]</sup>。毛发直径是衡量毛囊健康状况和功能强度的直接指标,直径的增粗是毛囊微型化进程被成功逆转的最有力证据,这证实联合疗法不仅增加了“毛发的数量”,更从根本上改善了“毛发的

质量”，使得新生毛发更为强健，从而在视觉上提供更好的头皮覆盖效果。此外，头皮油脂分泌减少提示联合疗法可能对皮脂腺活性具有积极调节作用。头皮油脂分泌减少可形成清爽的头皮环境，减轻毛囊口的物理堵塞与化学刺激，为毛囊健康再生提供更有利的微生态环境<sup>[13]</sup>。

深入探讨其作用机制，低能量激光治疗通过光生物调节作用，可增强毛囊细胞（尤其是线粒体）的能量代谢，促进局部血液循环，减轻局部微炎症，并可能调节细胞因子表达，从而为受损毛囊提供“能量补给”与“生存支持”。纳米微针则通过在角质层创建大量微米级暂时性通道，以微创、高效的方式暂时性打破皮肤主要物理屏障<sup>[14]</sup>。这一作用可产生多重益处：首先，可直接刺激皮肤微创修复机制，引导多种生长因子向治疗区域聚集，模拟正常毛发生理更新信号；其次，这些微通道可促进外源性治疗物质及内源性有益因子的渗透与吸收；最后，微针的物理刺激本身可激活毛囊干细胞，促进毛囊再生。当低能量激光的能量刺激与纳米微针的物理通道效应相结合时，二者可能产生协同作用：纳米微针为低能量激光的光子能量及可能联用的治疗药物开辟便捷通道，使其更深入、更充分地作用于毛囊乳头细胞及毛囊周围环境；而低能量激光则为微针造成的微创伤提供最优修复环境，引导修复过程向毛囊再生方向发展，而非形成纤维化<sup>[15]</sup>。此外，观察组不良反应发生率低于对照组（ $P < 0.05$ ）。药物治疗中常见的一些局部刺激性反应，如明显的局部发红、头屑增多及瘙痒等，在观察组中得到了良好的控制。该结果可能与联合疗法的作用机制相关：其主要依托物理作用与生物调节效应，而非单纯依赖药物化学干预，从而减少了药物相关局部副作用的发生<sup>[16, 17]</sup>。尽管纳米微针作为微创技术，可能引发轻微、短暂的不适感或点状出血，但本研究显示此类事件发生率低且程度轻微，提示该联合治疗方案具有良好的安全性与患者耐受性。

综上所述，低能量激光联合纳米微针治疗AGA的效果确切，能促进毛发生长，改善头皮油脂分泌，且不良反应发生率较低，应用有效性及安全性均较高。

## [参考文献]

- [1]陈雪路,潘廷猛.5%米诺地尔酊联合点阵激光及纳晶微针导入治疗男性雄激素性脱发临床对比研究[J].中国医疗美容,2025,15(4):33-37.
- [2]张嘉显,李昊阳,高智雍,等.低能量激光治疗女性雄激素性脱发的大样本回顾性研究[J].中国美容整形外科杂志,2024,35(1):1-4,14.
- [3]项晶,苏莹莹,范建国,等.针刺联合低能量激光治疗雄激素性秃发疗效观察[J].上海针灸杂志,2020,39(2):188-191.
- [4]高洁,高以红,周李燕.低能量激光照射联合中药外用治疗轻中度雄激素性脱发的临床疗效[J].中国医疗美容,2023,13(5):24-27.
- [5]田茜,阿彩岭,黄霞,等.臭氧水疗联合微针导入米诺地尔治疗雄激素性脱发的临床疗效研究[J].中国美容整形外科杂志,2023,34(11):683-687,710.
- [6]熊兴,宋丽萍.低能量激光在雄激素性脱发联合治疗中的研究进展[J].广州医药,2018,49(4):117-120.
- [7]张璠,林嘉玲,周泗福,等.综合护理干预在纳米微针治疗雄激素性脱发中的应用效果[J].中外医药研究,2025,4(18):121-123.
- [8]赵伟,赵晶辉,杨一诺,等.微针联合治疗对中重度雄激素性秃发患者心理精神健康状态的有效性评价[J].中国医疗美容,2025,15(7):47-51.
- [9]郭慧敏,唐利利.微针联合米诺地尔搽剂治疗男性雄激素性脱发的临床效果[J].中国医药导报,2024,21(10):59-63.
- [10]郑思念,熊霞.域发微针联合红光治疗雄激素性脱发的临床疗效分析[J].中国现代医学杂志,2024,34(8):53-58.
- [11]邹旭辉,清怡,张旭,等.雄激素性脱发的药物和非药物治疗进展[J].皮肤病与性病,2025,47(5):311-315.
- [12]张宇涵.高分子微针在雄激素脱发治疗中的应用研究[D].北京:北京化工大学,2025.
- [13]吴大兴,吴丽峰.激光疗法在雄激素性脱发中的应用[J].中国麻风皮肤病杂志,2020,36(4):249-252.
- [14]杨晓娟.非剥脱点阵激光联合非那雄胺、米诺地尔酊治疗雄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.
- [15]黄蕾,朱森,李阳.域发联合纳米微晶与点阵CO<sub>2</sub>激光治疗雄激素性脱发疗效比较研究[J].中国美容医学,2022,31(4):9-12.
- [16]郭梦尔.纳米微晶联合5%米诺地尔酊治疗雄激素性脱发的研究[D].沈阳:中国医科大学,2018.
- [17]黎滢,杨志波,汪海珍,等.低能量激光联合微针治疗雄激素性脱发30例临床观察[J].湖南中医杂志,2023,39(9):80-82.