

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.05.009

•毛发修复专题•

点阵激光联合纳晶微针及米诺地尔酞治疗雄激素性脱发的有效性

熊盟, 殷旭峰

(南京医科大学第四附属医院, 江苏 南京 210000)

[摘要]目的 探讨在雄激素性脱发(AGA)患者中开展点阵激光联合纳晶微针及米诺地尔酞治疗的有效性。方法 选取2023年9月-2024年9月我院皮肤科收治的90例AGA患者,根据随机数字表法分为A组、B组、C组,各30例。A组予以米诺地尔酞治疗, B组予以纳晶微针联合米诺地尔酞治疗, C组予以点阵激光联合纳晶微针及米诺地尔酞治疗,比较三组毛发镜指标、临床疗效及不良反应发生率。结果 C组毛发密度、毛发直径高于B组、A组,毳毛比例低于B组、A组($P<0.05$); B组与C组毛发直径比较,差异无统计学意义($P>0.05$); B组毛发密度、毛发直径高于A组,毳毛比例低于A组($P<0.05$); C组总有效率高于B组,但差异无统计学意义($P>0.05$); B组及C组总有效率均高于A组($P<0.05$); 三组不良反应发生率比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。结论 点阵激光联合纳晶微针及米诺地尔酞治疗AGA可有效改善毛发相关指标,提升临床疗效,效果优于单纯米诺地尔酞及纳晶微针联合米诺地尔酞治疗,三种方案的安全性均良好,临床可根据患者情况选择应用。

[关键词] 雄激素性脱发; 纳晶微针; 米诺地尔酞**[中图分类号]** R758.71**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1004-4949(2026)05-0036-05

Efficacy of Fractional Laser Combined with Nanocrystalline Microneedle and Minoxidil Tincture in the Treatment of Androgenetic Alopecia

XIONG Meng, YIN Xufeng

(The Fourth Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210000, Jiangsu, China)

[Abstract]Objective To explore the efficacy of fractional laser combined with nanocrystalline microneedle and minoxidil tincture in the treatment of androgenetic alopecia (AGA). **Methods** A total of 90 patients with AGA admitted to the Department of Dermatology of our hospital from September 2023 to September 2024 were selected, and they were divided into group A, group B and group C by the random number table method, with 30 patients in each group. Group A was treated with minoxidil tincture, group B with nanocrystalline microneedle combined with minoxidil tincture, and group C with fractional laser combined with nanocrystalline microneedle and minoxidil tincture. The trichoscope indicators, clinical efficacy and adverse reaction rate were compared among the three groups. **Results** The hair density and hair diameter of group C were higher than those of group B and group A, and the proportion of vellus hair was lower than that of group B and group A ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in hair diameter between group B and group C ($P>0.05$). The hair density and hair diameter of group B were higher than those of group A, and the proportion of vellus hair was lower than that of group A ($P<0.05$). The total effective rate of group C was higher than that of group B, but the difference was not statistically significant ($P>0.05$). The total effective rates of group B and group C were higher than that of group A ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in the incidence of adverse reactions among the three groups ($P>0.05$). **Conclusion** Fractional laser combined with nanocrystalline microneedle and minoxidil tincture can effectively improve hair-related indicators and enhance clinical efficacy in the treatment of AGA, which

is superior to minoxidil tincture alone and nanocrystalline microneedle combined with minoxidil tincture. All three schemes have good safety and can be selected clinically according to patients' conditions.

[Key words] Androgenetic alopecia; Nanocrystalline microneedle; Minoxidil tincture

雄激素性脱发 (androgenetic alopecia, AGA) 是临床医学中最为常见的脱发类型, 该病多见于青春期后, 遗传因素可显著增加患病风险, 部分患者还伴有头皮出油增多、瘙痒等症状, 脱发区域多集中于头顶及发际线处^[1]。流行病学调查显示^[2], 男性AGA患病率高达21.3%, 女性约为6.0%, 且发病人群逐渐向青壮年蔓延, 已成为不容忽视的公共健康问题。目前, 临床一线AGA治疗方案以局部外用米诺地尔酊为主, 该药物能够有效扩张皮下血管、促进毛囊上皮细胞增殖与分化, 从而延缓脱发进程。然而, 受限于皮肤角质层的物理屏障作用, 传统制剂中药物透皮吸收率较低, 导致单药治疗起效缓慢、效果有限, 且因使用不便及见效时间长, 患者的治疗依从性普遍较差。纳晶微针作为一种新兴的物理促渗技术, 通过微米级针阵在皮肤形成可控的暂时性微通道, 既可机械刺激毛囊干细胞活化, 改善局部微循环与毛囊周围环境, 又能有效提高药物的经皮输送效率, 使米诺地尔酊等药物更精准、高效地作用于毛囊靶区, 从而增强疗效、缩短起效时间。点阵激光则能通过光热作用在头皮形成微小的热损伤区, 进一步破坏皮肤角质层屏障, 同时刺激真皮层胶原再生和血管新生^[3], 与纳晶微针联用可产生协同促渗效应。基于此, 本研究旨在系统评估点阵激光联合纳晶微针及米诺地尔酊治疗AGA的有效性, 以期临床选择更为高效、可靠的治疗策略提供参考, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2023年9月-2024年9月南京医科大学第四附属医院皮肤科收治的90例AGA患者, 根据随机数字表法分为A组、B组、C组, 各30例。A组男22例, 女8例; 年龄19~59岁, 平均年龄 (38.61 ± 5.33) 岁; 病程1~8年, 平均病程 (3.24 ± 1.16) 年, 男性Norwood-Hamilton分型: III型12例, IV型7例, V型2例, VI型1例; 女性Ludwig分型: I型5例, II型2例, III型1例。B组男21例, 女9例; 年龄20~57岁, 平

均年龄 (36.82 ± 5.17) 岁; 病程1~7年, 平均病程 (3.05 ± 1.21) 年, 男性Norwood-Hamilton分型: III型11例, IV型8例, V型1例, VI型1例; 女性Ludwig分型: I型6例, II型2例, III型1例。C组男23例, 女7例; 年龄18~58岁, 平均年龄 (37.24 ± 4.89) 岁; 病程1~9年, 平均病程 (3.56 ± 1.23) 年; 男性Norwood-Hamilton分型: III型13例, IV型6例, V型3例, VI型1例; 女性Ludwig分型: I型4例, II型2例, III型1例。三组性别、年龄、病程、脱发分型比较, 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: 符合AGA诊断标准, 经病史、临床表现及毛发镜确诊; 男性Norwood-Hamilton分型为III~VI型, 女性Ludwig分型为I~III型; 年龄 ≥ 18周岁; 近6个月未使用抗脱发药物、未接受过毛发移植等相关治疗; 头皮无严重瘢痕、感染、炎症及其他皮肤病; 能够配合完成全程24周治疗及随访^[4]。排除标准: 对米诺地尔酊、微针材料或激光治疗相关耗材过敏者; 合并斑秃、瘢痕性脱发、休止期脱发等其他类型脱发疾病者; 有严重肝肾功能疾病、内分泌疾病、凝血功能障碍者; 治疗期间无法避免使用影响毛囊生长的药物者^[5]; 妊娠期或哺乳期女性; 合并精神疾病。

1.3 方法 所有患者在治疗前均接受统一的头皮护理指导, 包括保持头皮清洁、避免过度烫染、减少辛辣刺激性食物摄入等。

1.3.1 A组 予以米诺地尔酊治疗: 外用5%米诺地尔酊溶液 (浙江万晟药业有限公司, 国药准字H20010714, 规格: 60 ml : 3.0 g), 头皮清洁吹干后, 使用专用滴管取1 ml药液精准涂抹于脱发区域, 用指腹以打圈方式轻柔按摩3~5 min, 确保药液均匀覆盖头皮, 每日早晚各1次, 严格控制总日用量不超过2 ml, 连续治疗24周^[6, 7]。治疗期间嘱患者避免涂抹后4 h内洗头, 以防药液流失影响疗效。

1.3.2 B组 予以纳晶微针联合米诺地尔酊治疗:
①纳晶微针治疗操作: 选用一次性无菌纳晶微针



仪（针长0.25 mm，针径0.08 mm），治疗前对头皮进行彻底清洁消毒，用75%医用酒精擦拭脱发区域及周边皮肤，待酒精挥发后，操作者佩戴无菌手套，手持微针仪在脱发区以“米”字形均匀滚动，滚动速度控制为3 cm/s，每区域重复滚动3~4遍，以皮肤出现轻微泛红为适宜力度，避免过度滚动造成皮肤破损出血^[8-10]；②药物导入步骤：微针治疗结束后立即取1 ml 5%米诺地尔酞溶液涂抹于治疗区域，继续按摩5 min促进药液渗透，纳晶微针治疗每周1次，米诺地尔酞日常外用方法同A组，连续治疗24周。治疗后告知患者6 h内避免洗头，防止微生物通过微通道侵入引发感染。

1.3.3 C组 予以点阵激光联合纳晶微针及米诺地尔酞治疗：①点阵激光治疗：术前对头皮进行清洁消毒，选用二氧化碳点阵激光仪（吉林省科英激光技术有限责任公司，国械注准20163011770，型号：KL型），根据患者头皮耐受度设置参数，波长10 600 nm，能量密度10 mJ，光斑直径0.1 mm，扫描覆盖率6.3%，在脱发区域进行匀速平扫1次，以治疗后皮肤出现轻微泛红、无明显水疱为标准，避免能量过高造成皮肤灼伤；②纳晶微针+药物导入：激光治疗后即刻进行纳晶微针滚动操作，参数及方法同B组，滚动结束后涂抹1 ml 5%米诺地尔酞溶液并按摩吸收；③治疗频次：点阵激光治疗每2周1次，纳晶微针治疗每周1次，两种治疗方式无需时间间隔，米诺地尔酞日常外用方法同A组，连续治疗24周^[11]。激光治疗后嘱患者做好头皮防晒措施，避免紫外线照射引发色素沉着，同时24 h内禁止洗头。

1.4 观察指标

1.4.1记录三组毛发镜指标 使用20倍放大倍数的毛

发镜采集患者双侧鬓角及头顶部（位于双耳最高点与眉间正中点连线的交汇处），计算治疗前后上述固定头皮位置1 cm²区域内的毛发密度、毛发直径、毳毛占毛发总数的百分比，取平均值。

1.4.2评估三组临床疗效 疗效分级标准：痊愈：脱发完全停止，新生毛发密度、直径恢复至正常水平，覆盖整个脱发区域；显效：脱发明显减少（减少≥70%），新生毛发密度显著增加，脱发区域大部分被覆盖；有效：脱发有所减少（30%≤减少<70%），可见少量新生毛发；④无效：脱发无减少甚至加重，无新生毛发或新生毛发极少。总有效率=（痊愈+显效+有效）/总例数×100%。

1.4.3记录三组不良反应发生率 记录治疗期间头皮红肿、瘙痒、脱屑、灼痛等不良反应的发生情况。

1.5 统计学方法 采用SPSS 24.0统计学软件进行数据分析，计数资料以[n（%）]表示，采用χ²检验；计量资料以（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，组间两两比较采用t检验，多组间比较采用F检验；P<0.05表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组毛发镜指标比较 C组毛发密度、毛发直径高于B组、A组，毳毛比例低于B组、A组（P<0.05）；B组与C组毛发直径比较，差异无统计学意义（P>0.05）；B组毛发密度、毛发直径高于A组，毳毛比例低于A组（P<0.05），见表1。

2.2 三组临床疗效比较 三组总有效率比较，差异有统计学意义（χ²=6.349，P<0.05）。C组总有效率高于B组，但差异无统计学意义（χ²=0.595，P>0.05）；B组、C组总有效率均高于A组（χ²=6.349，P<0.05；χ²=4.367，P<0.05），见表2。

表1 三组毛发镜指标比较（ $\bar{x} \pm s$ ）

组别	n	毛发密度（根/cm ² ）	毛发直径（mm）	毳毛比例（%）
A组	30	110.57 ± 23.18 ^b	0.071 ± 0.011 ^b	17.41 ± 1.30 ^b
B组	30	123.21 ± 18.89	0.081 ± 0.013 ^a	15.71 ± 1.87
C组	30	142.20 ± 28.95	0.082 ± 0.014	13.99 ± 2.16
F		4.265	4.505	8.182
P		< 0.05	< 0.05	< 0.05

注：与C组比较，^aP > 0.05；与B组比较，^bP < 0.05。

表2 三组临床疗效比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	痊愈	显效	有效	无效	总有效率
A组	30	2 (6.67)	7 (23.33)	8 (26.67)	13 (43.33)	17 (56.67)
B组	30	5 (16.67)	12 (40.00)	8 (26.67)	5 (16.67)	25 (83.33)
C组	30	8 (26.67)	15 (50.00)	5 (16.67)	2 (6.67)	28 (93.33)

2.3 三组不良反应发生率比较 A组出现头皮红肿1例，瘙痒1例，脱屑1例，不良反应发生率为10.00% (3/30)；B组出现头皮红肿1例，脱屑1例，灼痛1例，不良反应发生率为10.00% (3/30)；C组出现头皮红肿2例，瘙痒1例，灼痛1例，不良反应发生率为13.33% (4/30)。所有不良反应均为轻度，A组患者经减少按摩力度后症状缓解，B组患者经局部冷敷后症状消失，C组患者经延长洗头间隔时间、加强保湿护理后症状缓解，均未影响后续治疗。三组不良反应发生率比较，差异无统计学意义 ($\chi^2=0.214, P>0.05$)。

3 讨论

AGA的病因较为复杂，发病机制涉及遗传因素、雄激素水平异常、毛囊生长周期紊乱及局部微环境的改变等多方面因素。有研究^[12]通过分析AGA患者的发病相关因素，发现生活压力增加、长期紧张与焦虑、酗酒、吸烟、熬夜等不良生活习惯均可能对AGA的疾病进展产生影响。米诺地尔酊溶液是治疗AGA的首选外用药物，其临床疗效已获广泛证实。然而，该药物存在起效较慢的问题，且停用后脱发易复发，因此通常需要长期使用以维持治疗效果。此外，部分患者使用后可能出现接触性皮炎或用药部位多毛等不良反应。基于上述情况，为了达到更为理想的治疗效果，临床实践中常建议采用联合治疗方案。纳晶微针联合米诺地尔溶液治疗方案，通过物理穿刺形成的微通道可直接突破角质层屏障，使药物直达毛囊真皮乳头层；同时微针的机械刺激能激活毛囊干细胞，促进真皮层胶原合成及血管新生，与米诺地尔酊产生协同作用^[13]。点阵激光联合纳晶微针及米诺地尔酊的三联治疗方案进一步强化了促渗效果，点阵激光的光热作用可在头皮形成

微小热损伤区，不仅能破坏角质层屏障，还能激活真皮层成纤维细胞，上调血管内皮生长因子 (VEGF)、碱性成纤维细胞生长因子 (bFGF) 等促血管生成因子的表达，为毛囊修复提供更优的微环境^[14, 15]。

本研究结果显示，B组总有效率高于A组 ($P<0.05$)，证实纳晶微针能有效提升米诺地尔的治疗效果，这与陈雪路等^[16]研究结论一致。C组总有效率高于B组，但差异无统计学意义 ($P>0.05$)，可能与本研究随访时间较短，未观察长期疗效有关。李玲等^[17]在纳晶微针联合米诺地尔治疗AGA的研究中发现，联合物理促渗技术的方案起效更快、疗效更优，原因可能在于两种物理促渗技术的联用可产生协同效应，进一步提高了治疗效果。此外，C组毛发密度、毛发直径高于B组、A组，毳毛比例低于B组、A组 ($P<0.05$)；B组与C组毛发直径比较，差异无统计学意义 ($P>0.05$)；B组毛发密度、毛发直径高于A组，毳毛比例低于A组 ($P<0.05$)。这是因为纳晶微针技术通过激活皮肤损伤修复机制，促进多种表皮细胞因子的分泌，增强血管内皮生长因子的表达，并刺激毛囊干细胞的活性，从而有效促进毛发生长^[18]。同时，治疗过程中形成的微细通道还能有效提高米诺地尔酊药物的渗透和吸收效率。此外，点阵激光治疗也被证实能够提升多种细胞因子的表达水平，且这种提升效应可在治疗后30 d内持续维持较高的程度。这些持续活跃的细胞因子进一步参与激活毛囊干细胞及相关毛发信号通路，共同推动毛发的再生过程。在安全性方面，三组不良反应发生率比较，差异无统计学意义 ($P>0.05$)，且均为轻微的局部皮肤反应，经对症处理后可快速缓解，说明纳晶微针、点阵激光联合米诺地尔的方案未增加安全风



险。这是因为纳晶微针的针长仅0.25 mm,仅作用于皮肤角质层和表皮层,不会损伤真皮深层血管和神经;而点阵激光采用的低能量参数也避免了严重的皮肤灼伤,两种技术均具有较高的安全性。

综上所述,点阵激光联合纳晶微针及米诺地尔酞治疗AGA可有效改善毛发相关指标,提升临床疗效,效果优于单纯米诺地尔酞及纳晶微针联合米诺地尔酞治疗,三种方案的安全性均良好,临床可根据患者情况选择应用。

[参考文献]

[1]中国医师协会皮肤科医师分会,中华医学会皮肤性病学会毛发学组.雄激素性脱发诊断与治疗中国临床实践指南(2023)[J].中华皮肤科杂志,2023,56(11):945-952.

[2]王婷琳,沈伏葳,周城,等.我国6省雄激素性秃发流行病学调查[J].临床皮肤科杂志,2010,39(12):743-746

[3]张艾丽,方杰,王元秋,等.纳晶微针联合5%米诺地尔酞治疗成人斑秃疗效观察[J].中国美容医学,2023,32(8):85-87.

[4]李星.纳晶微针导入5%米诺地尔联合复方甘草酸苷治疗对轻型斑秃患者终毛密度的影响[J].医学美学美容,2025,34(13):37-40.

[5]堵建岗,郑松,沈建国,等.非那雄胺联合米诺地尔酞治疗男性雄激素性脱发52例疗效观察[J].中国基层医药,2020,27(8):958-960.

[6]朱海龙,俞利青,房良平.微针联合米诺地尔酞溶液治疗雄激素性脱发的有效性与安全性[J].中国医师杂志,2025,27(7):1089-1092.

[7]马立文,栗丹,骆丹.CO₂点阵激光联合5%米诺地尔酞和非那雄胺治疗雄激素性脱发的临床疗效评价[J].武汉大学学报(医学版),2023,44(1):41-44.

[8]尚智伟,冯海瑕,赵冰洁.不同深度微针联合外用米诺地尔酞治疗男性雄激素性脱发的疗效观察[J].皮肤性病诊疗

学杂志,2022,29(4):322-326.

[9]任亚惠,杨雅娇,杨高云.富血小板血浆联合外用米诺地尔酞治疗雄激素性秃发的疗效分析[J].临床和实验医学杂志,2020,19(5):553-555.

[10]范崇祥,钱锡飞,蒋宙男,等.微针联合外用5%米诺地尔酞治疗男性雄激素性脱发的临床效果观察[J].中华整形外科杂志,2025,41(4):382-389.

[11]杨晓娟.非剥脱点阵激光联合非那雄胺,米诺地尔酞治疗雄性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.

[12]赵俊英,冯育洁,岂红娇.男性型脱发201例相关因素分析及非那雄胺治疗体会[J].临床和实验医学杂志,2008,7(4):79-79.

[13]魏盛,朱敏刚,王音,等.纳晶微针联合米诺地尔酞治疗男性雄激素性秃发的临床疗效[J].中华医学美容美容杂志,2020,26(5):372-374.

[14]Salah M,Samy N,Fawzy MM,et al.The Effect of the Fractional Carbon Dioxide Laser on Improving Minoxidil Delivery for the Treatment of Androgenetic Alopecia[J].J Lasers Med Sci,2020,11(1):29-36.

[15]Yu AJ,Luo YJ,Xu XG,et al.A pilot split-scalp study of combined fractional radiofrequency microneedling and 5% topical minoxidil in treating male pattern hair loss[J].Clin Exp Dermatol,2018,43(7):775-781.

[16]陈雪路,潘廷猛.5%米诺地尔酞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.

[17]李玲,陈彩凤,张丹群.纳晶微针联合5%米诺地尔酞治疗男性雄激素性脱发的临床观察[J].皮肤病与性病,2025,47(2):189-191.

[18]田茜.臭氧水疗联合微针导入5%米诺地尔酞治疗雄激素性脱发的临床疗效研究[D].十堰:湖北医药学院,2024.

收稿日期: 2025-12-29 编辑: 扶田