

·综述·

应用微等离子体射频技术治疗痤疮瘢痕的研究进展

鞠礼佳 综述, 王太玲 审校

(中国医学科学院北京协和医学院整形外科医院面颈整形科 北京 100144)

[摘要] 痤疮瘢痕是痤疮最常见的后遗症, 好发于青少年面部, 常影响患者的外貌。因此, 痤疮瘢痕的有效治疗和预后相当重要。微等离子体射频技术是近年来新兴的微创光电技术, 有大量文献报道该技术目前已被逐渐应用于治疗各类瘢痕。本文就微等离子体射频技术进行简要介绍, 综述单一及联合应用微等离子体射频技术治疗痤疮瘢痕的研究进展, 并总结该技术特点, 为临床应用及进一步研究提供新思路。

[关键词] 瘢痕; 痤疮瘢痕; 微等离子体; 射频技术; 联合治疗

[中图分类号] R619^{*}.6 [文献标志码] A [文章编号] 1008-6455 (2025) 11-0162-05

Research Progress of Micro-plasma Radio Frequency Technology in the Treatment of Acne Scars

JU Lijia, WANG Tailing

(Department of Facial and Neck Plastic Surgery, Plastic Surgery Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100144, China)

Abstract: Acne scars is the most common sequelae of acne. It primarily occurs on the face of adolescents and often affects the appearance of patients. Therefore, the effective treatment and prognosis of acne scars are highly important. Micro-plasma radiofrequency technology (MPR) is a new minimally invasive photoelectric technology in recent years. A large number of studies have reported that MPR has been gradually used for the treatment of various types of scars. This article provides a brief introduction to MPR, reviews the research progress of single and combined application of MPR in the treatment of acne scars and summarizes the characteristics of this technology to provide new ideas for clinical application and further research.

Key words: scars; acne scars; micro-plasma; radiofrequency; combined treatment

痤疮是一种累及毛囊皮脂腺单位的慢性炎症性疾病, 多见于12~24岁的青春人群^[1]。痤疮瘢痕是由于毛囊皮脂腺单位被破坏, 局部皮肤组织的胶原纤维断裂所形成^[2]。据统计, 约40%以上的痤疮患者会遗留瘢痕^[3]。痤疮瘢痕以萎缩性瘢痕和凹陷性瘢痕常见, 好发于面部, 严重影响患者的外貌, 会导致患者出现抑郁、焦虑、自尊心下降等负面心理状态, 甚至产生自杀倾向^[4-5]。因此, 痤疮瘢痕的有效治疗和预后十分关键。目前, 有多种治疗方法均被应用于痤疮瘢痕, 包括激光(剥脱性激光和非剥脱性激光)^[6]、微针^[7]、自体脂肪移植^[8]、化学剥脱^[9]等, 其中, 激光单一治疗痤疮瘢痕的效果较好, 已成为目前最常见的选择之一^[10], 但激光治疗后患者红斑、水肿和色素沉着等不良反应发生率高、持续时间长, 仍难以被称为是理想的治疗方式^[11]。微等离子体射频(Micro-plasma radio frequency, MPR)是将等离子体和射频融于一体的新技术, 其可通过单极射频能量激发高能离子束, 在表皮形成

可控的微剥脱区, 促进周围正常表皮细胞的增殖及迁移修复^[12], 同时将射频能量传导至真皮, 诱导胶原纤维的再生及重排^[13]。因MPR对皮肤强大的重塑功能, 以及治疗后炎症后色素沉着(Postinflammatory hyperpigmentation, PIH)等不良反应发生率较低, MPR已逐渐被应用于治疗瘢痕、光老化和面部年轻化等美容整形领域^[14], 尤其在治疗各类瘢痕方面, 近年来取得了一定的研究进展^[15-16]。但尚未有MPR针对性治疗痤疮瘢痕的系统综述, 因此本文将对MPR治疗痤疮瘢痕的临床应用做一总结。

1 微等离子体射频技术治疗痤疮后瘢痕的原理

等离子体是继固态、液态、气态之外的第四种物质形态。气态分子受热分裂成原子状态, 原子的外层电子发生电离, 摆脱原子核的束缚成为自由电子, 而失去电子的原子则变成带电的离子。这一团发生变化的电子、原子、离子等, 组合形成了等离子体。MPR由超高频射频发射器发射

通信作者: 王太玲, 科主任、主任医师、教授、硕士研究生导师; 研究方向为面颈部整形美容。E-mail: wtlcom@sina.com

第一作者: 鞠礼佳, 硕士研究生; 研究方向为面颈部整形美容。E-mail: julijia1999@163.com

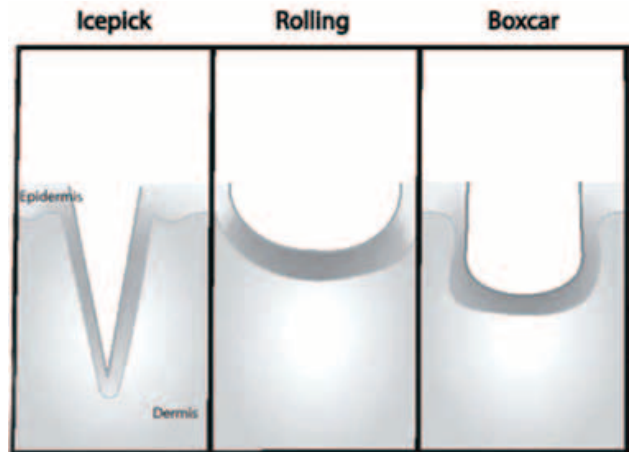
单极射频, 并通过治疗手柄传输至皮肤。当治疗头与皮肤表面无限接近时, 射频能量通过能量导体以点状极点的方式在这一狭小的空气间隙内激发氮分子等离子化, 形成的电火花会在皮肤表面产生瞬时高温使表皮气化, 同时在皮肤上形成由表皮至真皮上层的微小通道, 对异化的瘢痕组织形成剥脱效应, 即“微剥脱区”。对表皮的剥脱损伤可启动其修复机制, 刺激周围正常表皮细胞的增殖及迁移修复。而当治疗头接触皮肤时, 射频能量通过能量导体传导至真皮层, 产生真皮热损伤, 这可诱导真皮内胶原纤维的再生及重排, 以达到修复瘢痕的目的^[17-18]。Shin MK等^[19]通过横向比较各种激光和MPR治疗猪皮肤后的组织病理学改变, 发现经MPR治疗后的局部组织表现出“火山口”状微通道, 其特点为微观治疗区域更表浅且直径更宽。

有研究发现^[20], 经MPR治疗后, 瘢痕组织中成纤维细胞数量减少, III型胶原比例增加, I/III型胶原比值趋近于正常皮肤, 胶原纤维形态及排列向正常皮肤转变, 其可能与MPR抑制了白细胞介素-8 (IL-8) 和单核细胞趋化蛋白-1 (MCP-1) 的表达, 从而降低了成纤维细胞异常增殖、抑制瘢痕增生有关^[21-22]。Feng J等^[23]观察了MPR治疗猪背部创面后的组织学变化, 发现微病变周围真皮中热休克蛋白72 (Hsp 72) 和热休克蛋白47 (Hsp 47) 表达升高, 这可以协同其他生长因子的表达, 如转化生长因子 β (TGF- β)。此结果定义了细胞代谢和胶原蛋白的改变, 可被认为是MPR促进组织修复的机制之一。

2 微等离子体射频技术在面部痤疮瘢痕治疗中的应用

痤疮瘢痕以萎缩性瘢痕和凹陷性瘢痕为主。根据瘢痕宽度、深度和三维结构可分为三类: 冰锥型 (Icepick, V型)、滚动型 (Rolling, M型)、箱车型 (Boxcar, U型) (见图1)。V型瘢痕较深, 治疗相对困难。M型瘢痕虽然较浅, 但真皮与皮下组织的异常纤维锚定使得表面治疗效果不佳, 治疗深度需达到皮下。浅U型瘢痕的深度在皮肤表面重塑治疗的范围内, 但对深U型瘢痕仍需要全层治疗^[24]。

2.1 单一治疗: 有研究表明^[26], MPR治疗后的气化作用深度约为50~200 μm , 可到达真皮乳头层, 而真皮热损伤深度为150~400 μm 。张冰等^[15]应用MPR治疗凹陷性痤疮瘢痕, 选用6排滚轮式治疗头磨削5~7遍, 个别较重部位采用固定式治疗头重复1~2遍。共治疗4次后, 皮损有效率为80.76%。治疗后皮肤出现中度红斑和肿胀, 平均消退时间为(3.2 \pm 1.8)d。1例患者因未严格避光, 术后皮损色素加深, 患者自觉术中及术后有较强烈疼痛感和烧灼感。Lan T等^[16]应用滚轮式治疗头, 在不同方向上治疗3~4遍。经过3次治疗后, 平均瘢痕评分下降显著。同时, 所有受试者在斑点、毛孔粗大、紫外线损伤、泛红和细纹方面都有改善。不良反应方面, 所有患者在治疗时及治疗后均出现疼痛、红斑、水肿、积液和结痂, 约1周后可消退。可见MPR是一种安全有效的治疗痤疮瘢痕的方法。相较于射频微针技术, 有多项研究表



注: 从左至右依次为冰锥型 (Icepick, V型)、滚动型 (Rolling, M型)、箱车型 (Boxcar, U型)

图1 痤疮瘢痕分类示意图^[25]

明^[27-29], 两者对U型、V型瘢痕疗效无差异, 但MPR对M型瘢痕的疗效更显著, 而相较于剥脱性2 940 nm钕激光, 却有研究发现^[30], MPR对U、M型瘢痕的改善效果不如2 940 nm钕激光, 分析其原因可能为射频微针仅具有直达真皮的热效应作用, 对表皮几乎无作用, 剥脱性2 940 nm钕激光对表皮的磨削作用精准, 但能量较少到达真皮层, 而MPR既可以对表皮形成微剥脱效应, 又能将能量传导至真皮, 且治疗区域更表浅、直径更宽, 对于修复各种类型瘢痕的综合能力强, 适合于非单一类型的痤疮瘢痕患者。

2.2 联合治疗: 基于不同技术治疗原理的差异, 近年来MPR联合剥脱性点阵激光得到广泛关注。有学者^[31]认为MPR的治疗深度对V型瘢痕改善不足, 为达到治疗效果常需增大射频能量, 但患者难以耐受治疗过程中的疼痛感, 导致依从性差、中途放弃治疗等, 因此, 尝试应用MPR对全部瘢痕区域磨削3~4遍后联合超脉冲点阵CO₂激光磨削凸起明显的瘢痕区域, 从垂直方向和水平方向上综合改善瘢痕形态。经3次联合治疗后, 痤疮瘢痕临床评分 (ECCA)、治疗有效率均显著优于MPR单一治疗, VAS评分显著降低, 患者对治疗后的疼痛耐受程度有所改善, 且联合治疗后不良反应未见明显加重。郭琪格等^[32]提出, 点阵2 940 nm钕激光可在浅层被组织吸收, 应用于MPR治疗后的气化组织时效率更高、更精准, 能量较少向深层穿透, 炎症反应较轻, 治疗后愈合时间短。其对89例面部萎缩性痤疮瘢痕患者的U、M型瘢痕处予MPR治疗2遍, 再用2 940 nm钕激光在瘢痕区域全范围照射2遍 (9 \times 9 pixel, 1 000~1 500 mJ)。在3次治疗后, 联合治疗组瘢痕ECCA评分较单纯钕激光全范围治疗组大幅下降, 患者满意度显著提升, 不良反应发生率无明显差异。米晶等^[33]则将MPR联合以上两种点阵激光进行萎缩性瘢痕的同期治疗, 依据不同设备的治疗特性选择了特定的治疗区域。首先用MPR中密度定点治疗头治疗U型、M型瘢痕1遍, 然后用超脉冲点阵CO₂激光 (DEEP模式, 15~25 mJ, 5%

密度)针对V型瘢痕及毛孔粗大区域治疗1遍,最后用点阵Er:YAG激光(密度 7×7 , $1\ 000\sim 1\ 600\text{ mJ}/\text{cm}^2$)对全面部剩余区域进行覆盖治疗2~3遍。经2次治疗后,瘢痕ECCA评分显著降低,患者满意率为85%,仅1人次出现色素沉着,其余患者均无不良反应发生。由此可见,MPR与各类激光的联合应用能在治疗痤疮瘢痕时达到取长补短的效果,与此同时有效提高患者对治疗的耐受程度。但相应地,联合会治疗会大幅增加治疗时间和成本,需要患者有较高配合度。在多种能量设备的叠加治疗下,皮肤可能产生能量累积,应明确每一种治疗方法的特定治疗区域和瘢痕类型,以避免

不良反应加重。上述研究均只提供了联合治疗前后的自身对照或与其中一种治疗方法进行对照,缺乏联合会治疗与每种单一治疗的同期比较,结果可能存在一定偏倚。

部分MPR瘢痕治疗仪同时还配有透皮给药混频超声皮肤导入系统,可以充分利用等离子束形成的微通道,用声波和气压推动药物迅速达到皮肤靶组织深度。鉴于此,王秀^[34]在MPR治疗后用混频超声治疗头导入碱性成纤维细胞生长因子,治疗后患者瘢痕得到显著改善,无特殊不良反应发生,但该研究未设置对照。另外,因MPR的表面磨削和真皮热效应作用,患者在接受治疗后皮肤屏障会受到一定程

表1 各研究应用MPR治疗痤疮瘢痕的参数及治疗结果

文献来源	瘢痕类型	治疗手段	治疗参数			治疗间隔及次数	治疗结果
			功率 /W	滚动速度/ 曝光时间	磨削次数 /遍		
张冰等, 2021 ^[15]	凹陷性瘢痕	滚轮式	40~60	-	5~7	间隔6周, 共4次	总有效率为80.76%
		固定式	40~60	-	1~2		
Lan等, 2018 ^[16]	萎缩性瘢痕	滚轮式	45~60	-	3~4	间隔8周, 共3次	治疗前平均ECCA评分为107.21, 治疗后平均ECCA评分为47.27, 改善明显
汪霖等, 2018 ^[27]	凹陷性瘢痕	滚轮式	65	0.2 ms	3~5	间隔8~12周, 共3次	29例(97%)获得>50%改善; V型瘢痕改善率为(72.30±7.40)%; U型瘢痕改善率为(53.60±3.60)%; M型瘢痕改善率为(48.70±3.40)%
		固定式	60	0.3 ms			
Lan等, 2021 ^[28]	萎缩性瘢痕	滚轮式	45~60	-	3~4	间隔8周, 共3次	治疗前后ECCA评分改善值为(41.33±20.19)分
胡小芳等, 2022 ^[29]	凹陷性瘢痕	滚轮式	45~65	0.1~0.4 s	-	间隔4~6周, 共2~3次	总有效率为89.58%; 治疗前后ECCA评分改善值为(43.98±21.37)分
		固定式	50~75	0.3~0.5 s			
贾彦敏等, 2019 ^[30]	凹陷性瘢痕	滚轮式	60~80	-	3~4	间隔4周, 共3次	总有效率为90.20%
		固定式					
王认等, 2023 ^[31]	凹陷性瘢痕	滚轮式	30~70	0.3 s	3~4	间隔8周, 共3次	联合会治疗组总有效率为90.00%; 治疗前后ECCA评分改善值为(17.75±4.44)分
郭琪格等, 2023 ^[32]	萎缩性瘢痕(U、M型)	固定式	40~60	0.2 s	2	间隔12周, 共3次	联合会治疗组治疗前ECCA评分为(130±36)分, 治疗后ECCA评分为(61±18)分, 改善明显
米晶等, 2021 ^[33]	萎缩性瘢痕(V、M型)	固定式	45~65	0.2 s	1	间隔12~24周, 共2次	联合会治疗组治疗前ECCA评分为(243.65±55.56)分, 末次治疗后3个月ECCA评分为(173.81±47.12)分, 改善明显
王秀, 2018 ^[34]	中重度瘢痕	滚轮式	50~60	5 cm/s	6~8	间隔5周, 共3次	治疗前ECCA评分为(53.41±12.80)分, 治疗后ECCA评分为(28.57±10.44)分, 改善明显
		固定式		-	1~2		
张佩丽, 2019 ^[35]	凹陷性瘢痕	滚轮式	40~80	-	3~4	间隔6周, 共4次	联合会治疗组总有效率为95.56%; 治疗前ECCA评分为(61.37±12.81)分, 治疗后ECCA评分为(28.52±5.10)分, 改善明显
刘宇博, 2019 ^[36]	凹陷性瘢痕	滚轮式	40~80	-	3	间隔6周, 共4次	联合会治疗组治疗前ECCA评分为(71.08±6.85)分, 治疗后ECCA评分为(44.26±3.65)分, 改善明显
刘雪丰, 2018 ^[37]	凹陷性瘢痕	滚轮式	70~90	-	3~5	间隔8周, 共2~4次	联合会治疗组总有效率为90.00%; 治疗前后ECCA评分改善值为(22.50±11.65)分

度的损伤,影响皮肤神经酰胺合成。常表现为皮肤红斑、干燥、敏感等不良反应。部分学者提出^[35-37],在每次MPR治疗后辅以胶原贴敷料或重组牛碱性成纤维细胞生长因子凝胶等各类有促进创面愈合、修复组织屏障功能的成分外用,有助于提升治疗效果、减少不良反应的发生和持续时间。

3 小结与展望

微等离子体射频技术因其独特的作用原理和机制,在痤疮瘢痕的治疗上有着不同于其他方法的优势。首先,MPR对皮肤的“微剥脱”效果可根据射频功率、作用时间和能量密度来调控(见表1)^[12],对于不同瘢痕类型和不同耐受程度的人群可给予个性化的治疗。其次,由于射频属于非色基依赖性的能量,可直接传导至组织而不被中间发色团吸收或转移,MPR治疗后发生PIH的情况相对较少^[38]。Wang Y等^[6]对6种常用于治疗瘢痕的光电疗法进行比较,发现MPR是PIH发生率最小的方法。有学者^[39]将MPR应用于UVB诱导豚鼠皮肤色素沉着模型,发现其可减少皮肤黑色素颗粒含量,降低黑色素皮质激素受体1(MC1R)和 α -黑色素细胞刺激素(α -MSH)的表达,证实了MPR在治疗皮肤色素沉着方面的疗效。另外,由于氮气属于惰性气体,能够在皮肤表面产生抗氧化效应,同时微剥脱的干燥表皮会附着在表面直至新生表皮生成,形成了一层天然生物“敷料”,有利于加快伤口愈合,使MPR治疗后拥有更短的恢复时间^[40]。最后,应用MPR治疗瘢痕的同时,还能够带来许多附加治疗效果,如面部年轻化。微等离子体与射频技术的结合已经被应用于除皱及光老化治疗^[15]。张艺龄等^[41]发现,经MPR治疗后早期血管内皮生长因子表达上调,可能诱发了同期III型胶原蛋白的产生增多,这可能是其治疗面部年轻化的作用机制之一。

然而,由于微等离子体束在皮肤上建立的微热通道深度最高可达1 000 μ m,目前MPR被认为是疼痛程度(VAS评分)最严重的一种光电治疗方法^[8]。徐红梅等^[42]评估了114例接受MPR治疗患者的心理情况,发现因治疗过程中较强的疼痛感和不适感,患者中有焦虑症状者63例,占55.3%。而患者不良的治疗体验极大程度限制了射频功率、持续时间和治疗次数,从而影响治疗效果和患者满意度。对此,研究者们对操作前的麻醉方式进行了探讨。Meng F等^[43]提出在全身麻醉下进行MPR治疗,田阳子等^[44]提出在表面麻醉基础上辅以咪达唑仑肌肉注射,结果均表明患者的疼痛评分显著降低,瘢痕改善程度有所增加。MPR联合剥脱性点阵激光分别治疗不同类型的瘢痕也可在一定程度上改善患者的耐受程度。但全身麻醉及联合治疗的成本高、风险大,如何能够在患者体验感与治疗效果之间达到较好的平衡,未来还需要更多的探讨。

关于MPR与混频超声透皮给药技术的联合,笔者认为这可以将物理治疗与化学治疗相结合,将等离子体效应最大

化,在不增加额外损伤的情况下提升了治疗效率,为MPR治疗痤疮瘢痕提供了更大的可能性。但现有临床资料不足,未来值得进一步探索。

综上所述,微等离子体射频技术因其独特的作用原理,具有治疗效率高、不良反应少、操作可控等优势,已成为临床上治疗痤疮瘢痕的新兴方法。其中,MPR单一治疗的有效性和安全性已得到广泛验证,联合治疗则可以达到扬长避短的效果,在有效控制治疗成本的情况下值得推广应用。但MPR治疗过程中疼痛感较明显,需要操作者进一步摸索最佳治疗方案,以期在最低治疗参数、最少治疗次数、最短疗程下达到最佳治疗效果。另外,对于不同患者的年龄、性别、病因、病程长短等因素对于治疗效果的影响尚缺乏系统报道,因此,还需要更进一步的研究来实现更加个性化的治疗。

【参考文献】

- [1] Gollnick H P. From new findings in acne pathogenesis to new approaches in treatment[J]. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 2015,29(Suppl5):S1-S7.
- [2] Moradi tuchayi S, Makrantonaki E, Ganceviciene R, et al. Acne vulgaris[J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2015,1:15029.
- [3] Liu L, Xue Y, Chen Y, et al. Prevalence and risk factors of acne scars in patients with acne vulgaris[J]. *Skin Res Technol*, 2023,29(6):e13386.
- [4] Layton A M, Henderson C A, Cunliffe W J. A clinical evaluation of acne scarring and its incidence[J]. *Clin Exp Dermatol*, 1994,19(4):303-308.
- [5] Aslan kayiran M, Karadag A S, Jafferany M. Psychodermatology of acne: Dermatologist's guide to inner side of acne and management approach[J]. *Dermatol Ther*, 2020,33(6):e14150.
- [6] Wang Y, Sun Z, Cai L, et al. Comparative efficacy and safety of six photoelectric therapies for the atrophic acne scars: A network meta-analysis[J]. *Indian J Dermatol Venereol Leprol*, 2023,89(3):353-362.
- [7] Schoenberg E, O'connor M, Wang J V, et al. Microneedling and PRP for acne scars: A new tool in our arsenal[J]. *J Cosmet Dermatol*, 2020,19(1):112-114.
- [8] Nilforoushzhadeh M A, Heidari-kharaji M, Alavi S, et al. Transplantation of autologous fat, stromal vascular fraction (SVF) cell, and platelet-rich plasma (PRP) for cell therapy of atrophic acne scars: Clinical evaluation and biometric assessment[J]. *J Cosmet Dermatol*, 2022,21(5):2089-2098.
- [9] Kontochristopoulos G, Platsidaki E. Chemical peels in active acne and acne scars[J]. *Clin Dermatol*, 2017,35(2):179-182.
- [10] Jiang M, Liu T, Liu X, et al. A network meta-analysis to explore the effectiveness of the different treatment modalities in acne scars[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2024,48(14):2700-2712.
- [11] El Arabi Y, Hali F, Chiheb S. Laser management and safety in

- dermatology[J]. *Cureus*, 2022,14(6):e25991.
- [12]Elsaie M L, Kammer J N. Evaluation of plasma skin regeneration technology for cutaneous remodeling[J]. *J Cosmet Dermatol*, 2008,7(4):309-311.
- [13]Kilmer S, Semchyshyn N, Shah G, et al. A pilot study on the use of a plasma skin regeneration device (Portrait PSR3) in full facial rejuvenation procedures[J]. *Lasers Med Sci*, 2007,22(2):101-109.
- [14]Verner I, Naveh H P, Cotozana S. A novel ablative radiofrequency microplasma nonsurgical blepharoplasty for dermatochalasis[J]. *Dermatol Ther*, 2020,33(6):e14002.
- [15]何茜,蒋冠. A型肉毒毒素联合微等离子体射频技术在颈部年轻化治疗中的疗效与安全性研究[J]. *中国美容医学*,2025,34(3):106-111.
- [16]Lan T, Xiao Y, Tang L, et al. Treatment of atrophic acne scarring with fractional micro-plasma radio-frequency in Chinese patients: A prospective study[J]. *Lasers Surg Med*, 2018,50(8):844-850.
- [17]兰婷,尹锐. 微等离子体射频技术治疗瘢痕的研究进展[J]. *中国美容医学*, 2017,26(3):125-129.
- [18]赵莲英,程征涛,刘冬青. 微等离子束与点阵铒激光治疗痤疮后凹陷性瘢痕疗效对比研究[J]. *中国美容医学*, 2022,31(1):65-68.
- [19]Shin M K, Choi J H, Ahn S B, et al. Histologic comparison of microscopic treatment zones induced by fractional lasers and radiofrequency[J]. *J Cosmet Laser Ther*, 2014,16(6):317-323.
- [20]刘英琦,曹莫,任志鑫. 微等离子体与点阵Er:YAG激光(2940 nm)治疗兔耳增生性瘢痕的疗效比较[J]. *中国美容医学*, 2017,26(3):66-69.
- [21]孙宇航. 微等离子体射频对兔耳增生性瘢痕的疗效及其MCP-1含量影响[D]. 石家庄:河北医科大学,2017.
- [22]Wen Z, Xingjian C, Huizheng L, et al. Evaluation of the therapeutic effect of micro-plasma radio frequency on hypertrophic scars in rabbit ears[J]. *Lasers Med Sci*, 2018,33(9):1961-1968.
- [23]Feng J, Ning J, Zhang L, et al. Microplasma radio frequency technology using stationary tips on pig skin: A histological study[J]. *J Cosmet Dermatol*, 2024,23(7):2420-2426.
- [24]Jacob C I, Dover J S, Kaminer M S. Acne scarring: a classification system and review of treatment options[J]. *J Am Acad Dermatol*, 2001,45(1):109-117.
- [25]Clark A K, Saric S, Sivamani R K. Acne scars: how do we grade them?[J]. *Am J Clin Dermatol*, 2018,19(2):139-144.
- [26]Li X, Fang L, Huang L. In vivo histological evaluation of fractional ablative microplasma radio frequency technology using a roller tip: an animal study[J]. *Lasers Med Sci*, 2015,30(9):2287-2294.
- [27]汪蕻,邓宇萱,李吉,等. 侵入性微针射频与等离子点阵射频治疗痤疮凹陷性瘢痕的自身对照研究[J]. *中华皮肤科杂志*, 2018,51(2):126-130.
- [28]Lan T, Tang L, Xia A, et al. Comparison of fractional micro-plasma radiofrequency and fractional microneedle radiofrequency for the treatment of atrophic acne scars: a pilot randomized split-face clinical study in China[J]. *Lasers Surg Med*, 2021,53(7):906-913.
- [29]胡小芳,李慧芳,张朝晖. 微针与等离子点阵射频在凹陷性痤疮瘢痕治疗中的应用[J]. *哈尔滨医药*,2022,42(6):104-106.
- [30]贾彦敏,向芳,张祥月,等. 微等离子束和铒激光治疗痤疮凹陷性瘢痕的对比研究[J]. *中国激光医学杂志*,2019,28(1):24-30.
- [31]王认,王琪影. CO₂超脉冲激光联合微等离子体射频技术治疗面部痤疮凹陷性瘢痕的临床效果分析[J]. *河南外科学杂志*, 2023,29(2):74-76.
- [32]郭琪格,王琴,严敏,等. 2 940 nm点阵铒激光联合点阵微等离子体射频治疗面部萎缩性痤疮瘢痕的前瞻性随机对照研究[J]. *中华烧伤与创面修复杂志*,2023,39(6):512-517.
- [33]米晶,曾颖,林琬燕,等. 微等离子体联合点阵激光同期治疗面部萎缩性痤疮瘢痕的疗效观察[J]. *组织工程与重建外科*, 2021,17(3):239-242.
- [34]王秀. 微等离子体加混频超声导入bFGF治疗痤疮瘢痕的疗效观察[J]. *中国现代药物应用*,2018,12(3):60-61.
- [35]张佩丽,姚芹,王志兰,等. 胶原贴敷料配合微等离子体射频技术对III~IV级面部凹陷性痤疮瘢痕患者的治疗效果分析[J]. *中国中西医结合皮肤性病学期刊*, 2019,18(6):607-609.
- [36]刘宇博. 微等离子体射频联合胶原贴敷料治疗痤疮凹陷性瘢痕的效果[J]. *中国农村卫生*,2019,11(4):87.
- [37]刘雪丰,廉翠红. 微等离子束联合重组牛碱性成纤维细胞生长因子凝胶治疗凹陷性痤疮瘢痕疗效的临床研究[J]. *中国医疗美容*, 2018,8(3):28-32.
- [38]Halachmi S, Orenstein A, Meneghel T, et al. A novel fractional micro-plasma radio-frequency technology for the treatment of facial scars and rhytids: a pilot study[J]. *J Cosmet Laser Ther*, 2010,12(5):208-212.
- [39]余丽莎. 强脉冲光与微等离子体对UVB诱导豚鼠皮肤色素沉着模型中MCP1R和 α -MSH变化的研究[D]. 石家庄:河北医科大学, 2018.
- [40]Foster K W, Moy R L, Fincher E F. Advances in plasma skin regeneration[J]. *J Cosmet Dermatol*, 2008,7(3):169-179.
- [41]张艺龄,张振,陈向东. 微等离子体射频技术对人体皮肤组织及相关因子的影响[J]. *同济大学学报(医学版)*, 2016,37(5):40-43.
- [42]徐红梅,曹敏. 微等离子体治疗瘢痕患者自我效能、应对方式与术前焦虑的相关分析[J]. *中华现代护理杂志*, 2018,24(19):2328-2331.
- [43]Meng F, Wu Q, Zheng C, et al. The comparison of efficacy and safety between general and topical anesthesia on micro-plasma radiofrequency treatment for hypertrophic scar: a retrospective cohort study[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2024,48(3):451-460.
- [44]田阳子,张倩,杨枫,等. 咪达唑仑联合利多卡因在微等离子体治疗痤疮瘢痕中的效果分析[J]. *中国美容医学*,2019,28(11):43-46.

[收稿日期]2024-04-03

本文引用格式: 鞠礼佳,王太玲. 应用微等离子体射频技术治疗痤疮瘢痕的研究进展[J]. *中国美容医学*,2025,34(11):162-166.