

点阵CO₂激光治疗增生性瘢痕的临床研究进展

付秋悦¹ 杨亦¹ 张杉¹ 陈浩¹ 熊楚楚¹ 张天琦¹ 胡国强² 综述, 陈刚¹ 审校

[1.南京中医药大学附属医院(江苏省中医院)整形外科 江苏南京 210029; 2.中国人民解放军东部战区空军医院烧伤整形外科 江苏南京 210002]

[摘要]增生性瘢痕是病理性瘢痕的一种,其形成不仅导致外观畸形及功能障碍,对患者的心理健康也造成一定程度的影响。近年来,点阵CO₂激光被广泛应用于增生性瘢痕的治疗当中并取得良好效果,同时多种治疗手段联合点阵CO₂激光的治疗方法也被广泛应用于临床并有大量文献报道。本文对近年来国内外文献中关于点阵CO₂激光单一治疗及联合其他方法治疗增生性瘢痕的文献进行了归纳总结,以期点阵CO₂激光治疗增生性瘢痕提供新的思路。

[关键词]点阵CO₂激光;增生性瘢痕;激光治疗;联合治疗

[中图分类号]R619⁺.6 **[文献标志码]**A **[文章编号]**1008-6455(2025)06-0191-04

Clinical Advances in the Research of Fractional CO₂ Laser Treatment of Hypertrophic Scar

FU Qiuyue¹, YANG Yi¹, ZHANG Shan¹, CHEN Hao¹, XIONG Chuchu¹, ZHANG Tianqi¹, HU Guoqiang², CHEN Gang¹

[1.Department of Plastic Surgery, Affiliated Hospital of Nanjing University of Chinese Medicine (Jiangsu Province Hospital of Traditional Chinese Medicine), Nanjing 210029, Jiangsu, China; 2.Department of Plastic Surgery, Air Force Hospital of Eastern Theater Command of Chinese PLA, Nanjing 210002, Jiangsu, China]

Abstract: Hypertrophic scar is a type of pathological scar, which not only causes appearance deformities and functional disorders, but also has a certain degree of impact on the mental health of patients. In recent years, fractional CO₂ laser has been widely used in the treatment of hypertrophic scar and has achieved good results. At the same time, various treatment methods combined with fractional CO₂ laser have also been widely used in clinical practice and have been extensively reported in literature. In this paper, we summarized the literature about the treatment of hypertrophic scar by fractional CO₂ laser alone or combined with other methods in recent years, so as to provide new insights into the fractional CO₂ laser treatment of hypertrophic scar.

Key words: fractional CO₂ laser; hypertrophic scar; laser therapy; combination therapy

瘢痕是皮肤损伤后机体无法完全达到组织学再生,进而启动组织修复过程,以结缔组织替代的必然产物。因此,皮肤瘢痕是形态外观发生异常以及功能发生改变的纤维增生性疾病^[1]。增生性瘢痕是病理性瘢痕的一种,是皮肤创伤后所形成的一种突出正常皮肤表面、外形不规则、潮红充血、质韧的疾患,常发生于损伤真皮层的创伤,如烧烫伤、痤疮、手术切口、感染等,伴有不同程度的灼痛或瘙痒^[2],在创伤修复过程中,成纤维细胞过度活跃增殖导致正常的胶原合成与降解的稳态被破坏,胶原大量合成并堆积,真皮层增厚,从而在早期表现为突出皮面并伴有较严重的痒痛感及局部充血的红色皮损;减退期随着瘢痕变软,高度减低,痒痛感也相应减轻;最后静止期(也叫成熟期)的瘢痕仍高于皮面,呈褐色,痒痛感消失^[3-4]。增生性瘢痕在形成过程中不仅破坏人体组织的正常生理结

构,导致外观畸形及功能障碍^[5-6],甚至还会引起关节活动障碍等困扰,降低患者的生活质量,给其带来了不同程度的心理障碍^[7]。

传统的增生性瘢痕的治疗方法包括手术切除、瘢痕内药物注射、压力治疗、外用药物、冷冻治疗、放射治疗等方式,但疗效不理想且复发率较高^[8]。1964年,CO₂激光首次被发现^[9]。1983年,Castro DJ^[10]首次提出激光可以治疗增生性瘢痕。2004年,Manstein D^[11]首次提出“点阵光热作用理论(Fractional photothermolysis, FP)”,发现皮肤组织水吸收激光能量后形成多个柱形结构的微损伤区(Microscopic treatment zones, MTZs),会刺激皮肤重新均匀地启动修复程序,促进组织快速修复、重建,由此发现并命名为点阵激光,自此,点阵CO₂激光开始被用于治疗增生性瘢痕。近年来,随着光电技术领域研究的不断深

入,点阵CO₂激光被广泛应用于瘢痕治疗工作中。已有许多报道证实点阵CO₂激光可以改善增生性瘢痕的泛红、厚度、质地、色泽和症状^[12-14]。本文就点阵CO₂激光治疗增生性瘢痕的临床研究进展作一综述。

1 点阵CO₂激光单一治疗增生性瘢痕

1.1 点阵CO₂激光治疗增生性瘢痕的机制:点阵CO₂激光治疗增生性瘢痕的原理主要基于MTZs所产生的热损伤效应,其原理主要分为三个部分。①消融瘢痕:点阵CO₂激光被组织中的水高选择性吸收使瘢痕组织瞬间凝固、气化,形成剥脱区域,部分瘢痕组织被去除^[15];②重塑胶原,减少细胞外基质:在瘢痕形成早期,I型胶原逐渐增加而III型胶原逐渐减少,但随着瘢痕的逐渐成熟,III型胶原逐渐被I型胶原替代,使得瘢痕组织中的胶原基本处于I型胶原的水平^[16];而在治疗时所产生的热损伤效应使瘢痕内胶原变性、再生和重塑,调节胶原的排列顺序和细胞外基质成分,使粗大紊乱的胶原由排列规则的平行胶原所代替,改善瘢痕的厚度和柔软度^[17];③抑制纤维组织增生,促进细胞凋亡:热损伤效应刺激周围组织快速启动修复程序,限制治疗区过度炎症反应,抑制成纤维细胞增殖并促进其凋亡,降低其复发率。多种因子在这期间得到调节,例如基质金属蛋白酶(MMPs)、TGF-β、VEGF等,这些因子的改变使治疗后的瘢痕在厚度、质地、柔韧度等方面都呈现出不同程度的改善^[15,18-21]。

1.2 有效性及安全性:根据国内外文献报道,点阵CO₂激光对于增生性瘢痕的治疗具有良好的疗效。Dahm S等^[22]对31例因烧伤造成增生性瘢痕或瘢痕疙瘩的患者分别进行点阵CO₂激光、IPL及点阵CO₂激光联合IPL治疗,其中11例仅使用点阵CO₂激光治疗,3例仅使用IPL治疗,17例使用点阵CO₂激光联合IPL治疗。结果显示,患者接受治疗后POSAS平均评分由原来的6.38分降为4.46分,其中单独使用点阵CO₂激光患者的POSAS评分由6.61分降为4.16分,点阵CO₂激光联合IPL治疗的患者POSAS评分由6.54分降为4.71分,且大多数患者(90.32%)并未出现严重的不良反应及并发症,仅有2例患者因轻度感染而需口服抗生素治疗。Menashe S等^[23]回顾性分析了31例增生性瘢痕和瘢痕疙瘩采用点阵CO₂激光与1 570 nm激光混合治疗的效果。两种瘢痕的VSS评分都得到显著降低(增生性瘢痕:62%±8%;瘢痕疙瘩:58%±7%),反映增生性瘢痕严重程度的各个指征都得到了改善,且仅有1例不良反应发生,为需抗生素治疗的浅表烧伤。张瑜等^[24]对2020年9月-2022年9月于南阳市中心医院治疗的增生性瘢痕患者进行研究,所有患者均采用点阵CO₂激光治疗(当瘢痕厚度≥2 mm时,选择SCAR FX模式;当瘢痕厚度<2 mm时,选择DEEP FX模式)。治疗6个月后,总有效率为83.2%,其中痊愈34例(13.6%),显效120例(48%),有效54例(21.6%),无效42例(16.8%)。治疗前VSS评分(12.41±2.50)分,与治疗6

个月后的(6.33±2.48)分比较,VSS评分得到显著降低($P<0.001$)。由此可见,采用点阵CO₂激光治疗烧伤后引起的增生性瘢痕,对瘢痕的改善是有效且安全的。

1.3 不良反应与并发症:使用点阵CO₂激光治疗增生性瘢痕后,可能会伴有疼痛、红斑、渗出、结痂、色素沉着、色素减退、萎缩等不良反应及并发症。Won P等^[25]对接受点阵CO₂激光治疗的所有增生性瘢痕患者的相关数据进行统计分析,共纳入170例因烧伤所导致在身体不同部位产生增生性瘢痕患者。在总计544次激光治疗中共发生了13例(2.4%)不良反应,有5例(0.9%)诉激光治疗后疼痛增加;有1例(0.2%)诉激光治疗区域感觉异常和麻木,但后期自行消退;有3例(0.6%)诉红斑较前加重;4例(0.7%)诉激光治疗后激光部位表皮脱落或起疱。Wang J等^[26]检索了PubMed、Embase和Cochrane数据库中从建库到2023年4月所包含的点阵CO₂激光治疗瘢痕疙瘩的临床研究。根据层层筛选,最终纳入了6项研究共计155例患者进行Meta分析,数据分析显示:色素沉着、色素减退、疼痛、红斑和萎缩的发生率分别为5%、0%、11%、2%和0%。刘艳华等^[27]回顾性分析了48例于广州军区广州总医院进行点阵CO₂激光治疗的痤疮瘢痕患者的随访结果,48例均出现红斑、结痂及疼痛症状。60.4%的患者治疗后出现面部肿胀,46.2%的患者治疗后出现炎症后色素沉着。有3例患者出现面部单纯疱疹,5例患者出现较重的炎症(面部散在绿色脓包),2例患者出现面部痤疮样皮疹。随访长达2个月,随访期间所发现的并发症均属于短期自限性疾病,经治疗均痊愈,并未发现后遗症。根据以上研究可以发现,对增生性瘢痕进行治疗后,患者大概率会出现红斑、疼痛、色素沉着的不良反应,也有患者出现肿胀、炎症反应等不良反应,更有甚者还会出现疱疹、色素减退、痤疮样皮损、渗出、瘢痕及皮肤干燥的症状^[28-29]。以上不良反应及并发症的产生是因为在点阵CO₂激光治疗增生性瘢痕时,水分子作为其靶分子,高选择吸收激光中的能量,由此所产生的“热损伤效应”及其他相关的生物学效应所造成。

2 点阵CO₂激光联合治疗增生性瘢痕

2.1 点阵CO₂激光联合药物注射:瘢痕内药物注射治疗是目前应用最广泛的治疗方案,对于小面积且泛发瘢痕的治疗也是最有效的单一疗法,但瘢痕内注射药物的单一治疗方法临床复发率较高^[30]。已有许多研究证明点阵CO₂激光联合药物注射治疗相较于单一治疗方法有更好的疗效,王超等^[31]对112例增生性瘢痕患者随机分组进行治疗,对照组仅采用点阵CO₂激光治疗,实验组在对照组基础上加用曲安奈德(TA)与5-氟尿嘧啶(5-FU)注射治疗,每月注射1次,治疗6次。采用VAS评分表评估疼痛,VSS评分表评估瘢痕情况。总有效率试验组(96.43%)明显高于对照组(82.14%)($P<0.05$)。治疗后与对照组比较,试验组VAS评分低于对照组($P<0.05$)。从治疗后的瘢痕情况来看,无论是血管分布、色素沉着、柔韧度,还是瘢痕厚度

与高度, 实验组均优于对照组 ($P < 0.05$)。两组不良反应比较, 差异无统计学意义。目前, 瘢痕内药物注射治疗增生性瘢痕的药物有糖皮质激素类(曲安奈德、复方倍他米松)、A型肉毒毒素、化疗药物(5-氟尿嘧啶、丝裂霉素C和博来霉素)、钙离子通道阻滞剂(维拉帕米等)和 γ 干扰素等。相较于单独使用药物注射和单独使用点阵CO₂激光治疗增生性瘢痕, 两者联合的治疗效果更佳, 复发率及不良反应也更低。

2.2 点阵CO₂激光联合外用药物:点阵CO₂激光是剥脱性激光的一种, 常作用于真皮层, 治疗区会形成与I度或浅II度烧伤创面相似的创面^[32]。“湿性创面愈合更生理”这个观点已经被大家认可, 细胞生长发育的环境需要适宜的温度、湿度、pH、渗透压和微生物环境^[33]。湿润的伤口愈合是一个关键因素, 可以优化组织修复, 缩短愈合时间, 防止异常瘢痕的形成, 对激光治疗增生性瘢痕后的创面护理具有重要意义。丁架月等^[34]对21例因烧伤所致增生性瘢痕患者进行自身对照研究, 在每例患者身上选定2处在瘢痕评分及临床表现上基本一致的皮损, 随机分入A、B组, A组皮损采用点阵CO₂激光联合硅酮凝胶喷雾剂, 激光治疗后即刻将硅酮凝胶喷雾剂直接喷洒在创面上, 需轻柔按摩, 治疗期间持续外用硅酮凝胶喷雾剂, 每日2次, 以湿润创面、干燥后形成完整药膜为度。B组则在点阵CO₂激光治疗后不采取其余后续措施。治疗结束3个月后随访, A组有效率明显高于B组(100.00% vs 85.71%, $P < 0.05$); A组瘢痕评分明显优于B组, 疼痛评分低于B组 ($P < 0.05$), 而瘙痒评分高于B组 ($P < 0.05$), 两组患者满意度比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。硅酮凝胶喷雾剂在创面所形成的硅凝胶膜能暂时替代瘢痕表面所缺失的角质层角色, 降低瘢痕的经皮失水量, 平衡成纤维细胞分泌胶原蛋白量, 减少间质内水溶性蛋白质及产物。其与点阵CO₂激光协同作用, 促进创面愈合的同时降低增生性瘢痕的复发率。

2.3 点阵CO₂激光联合其他激光:除了点阵CO₂激光之外, 还有多种激光应用于增生性瘢痕的临床治疗当中, 如脉冲染料激光(PDL)、强脉冲光(IPL)、窄谱强脉冲光(DPL)、掺钕钇铝石榴石激光(Er:YAG激光)、掺钕钇铝石榴石激光(Nd:YAG激光)和掺钕玻璃激光(Er:Glass激光)等^[35]。不同激光治疗瘢痕的作用机制和靶点不尽相同, 对于增生性瘢痕而言, 点阵CO₂激光因其穿透力强, 能够到达皮下4 mm的深度, 造成瘢痕消融效果显著, 且热损伤启动胶原重塑, 更符合其治疗要求, 因此, 更适用于增生性瘢痕的治疗^[36]。因激光作用机制不同, 联合其余激光治疗增生性瘢痕可弥补点阵CO₂激光的不足, 使治疗效果更佳。杨帅等^[37]等对86例增生性瘢痕患者随机分组进行治疗, 对照组采用超脉冲点阵CO₂激光治疗(当瘢痕厚度 < 2 mm时, 采用DEEP FX模式; 当瘢痕厚度 ≥ 2 mm时, 采用SCAR FX模式), 观察组在对照组基础上联合DPL治疗。治疗后随访1年, 结果显示治疗后3个月, 两组患者VAS

和VSS评分均明显下降, 其中观察组均低于对照组, 观察组患者临床疗效优于对照组, 治疗后1年观察组SCAR评分显著低于对照组。

2.4 点阵CO₂激光联合其他治疗方法:除以上常见的联合治疗方法外, 还有联合自体脂肪移植、压力治疗、放射治疗等方法都取得了不错疗效。韩颖干等^[38]回顾性分析了2020年10月-2023年2月郑州仁济医院整形外科收治的54例烧伤后增生性瘢痕患者的临床资料。根据入院时间进行分组, 前27例患者采用点阵CO₂激光(当瘢痕厚度 < 2 mm时, 能量60~90 mJ; 2 mm $<$ 瘢痕厚度 < 5 mm时, 能量90~150 mJ; 瘢痕厚度 ≥ 5 mm时, 能量150 mJ; 光斑3~10 mm, 深度15~25 μ m, 点间距1.2~1.6 mm, 间隔时间1.5~3 ms, 停留时间1.0 ms; 1月/次, 治疗4次)治疗, 后27例患者在点阵CO₂激光的基础上增加自体脂肪移植术治疗, 随访发现联合治疗组总有效率更高, VSS评分及瘢痕血流灌注量均更低。进行自体脂肪移植后, 瘢痕区域内的供脂肪来源干细胞得到增长, 使用点阵CO₂激光能够促进脂肪来源干细胞增殖分化, 分泌各种细胞生长因子及多种蛋白酶, 从而达到修复瘢痕组织的作用^[39]。周莉娜等^[40]对86例面部深度烧伤愈合3个月内产生增生性瘢痕的患者进行分组治疗, A组在点阵CO₂激光治疗后创面涂抹药膏预防感染, 连续涂抹3 d后外用硅酮类产品加弹力面罩或下颌带进行加压治疗; B组在点阵CO₂激光治疗结束后, 裁剪合适的聚氨酯泡沫敷料直接贴于激光创面加弹力面罩或下颌带加压固定, 敷料每2~3 d更换一次, 创面完全愈合后改为7 d更换一次, 直至下次激光治疗。86例患者均自觉痛痒症状明显减轻, 瘢痕厚度变薄, 瘢痕色泽减淡; B组在瘢痕色泽、血管分布和柔软度疗效优于A组, 而在厚度方面两组无明显差异。A组共出现9例不良反应, 包括水痘、破溃及湿疹, B组无不良反应。近年来也有研究者提出新型的联合治疗方法, 例如联合脂肪干细胞凝胶、生长因子、中药制剂等^[41-43], 由于其临床治疗案例较少, 并且有些方案还处于动物实验阶段, 还需大量的临床实验证明其有效性及安全性。

3 小结

目前, 点阵CO₂激光在瘢痕的治疗中应用广泛, 已经成为治疗增生性瘢痕的重要方法, 其疗效确切, 复发率较低, 不良反应较少, 患者耐受性好, 国内外已有大量文献报道了其治疗瘢痕的有效性与安全性, 但对于不同的增生性瘢痕选择相对应的参数与频率进行治疗却鲜有报道。相较于单一的点阵CO₂激光治疗, 联合治疗能够为患者带来更好的体验与疗效, 如何根据增生性瘢痕形成的机制寻找高效、低副作用的药物及其他治疗方法进行联合搭配, 会为增生性瘢痕的治疗带来新的可能。随着科学技术的进步和理论的完善, 相信未来会出现更多效果更好的治疗手段, 对于点阵CO₂激光治疗参数及频率也会有更佳的选择, 激光治疗增生性瘢痕的适应证也将更加精准。

[参考文献]

- [1]Chen Y Y, Patel K M, Imran R, et al. Smooth protocol: A pilot randomised prospective intra-patient single-blinded observational study for examining the mechanistic basis of ablative fractional carbon dioxide laser therapy in treating hypertrophic scarring[J]. PloS One, 2023,18(9):e0285230.
- [2]Ren Y, Zhou X, Wei Z, et al. Efficacy and safety of triamcinolone acetonide alone and in combination with 5-fluorouracil for treating hypertrophic scars and keloids: a systematic review and meta-analysis[J]. Int Wound J, 2017,14(3):480-487.
- [3]Ogawa R, Akaishi S. Endothelial dysfunction may play a key role in keloid and hypertrophic scar pathogenesis - Keloids and hypertrophic scars may be vascular disorders[J]. Med Hypotheses, 2016,96:51-60.
- [4]黄娜, 文辉才. 点阵CO₂激光治疗增生性瘢痕的研究进展[J]. 中国美容整形外科杂志, 2019,30(5):320-322.
- [5]Finnerty C C, Jeschke M G, Branski L K, et al. Hypertrophic scarring: the greatest unmet challenge after burn injury[J]. Lancet, 2016,388(10052):1427-1436.
- [6]Oosterwijk A M, Mouton L J, Schouten H, et al. Prevalence of scar contractures after burn: A systematic review[J]. Burns, 2017,43(1):41-49.
- [7]Bock O, Schmid-Ott G, Malewski P, et al. Quality of life of patients with keloid and hypertrophic scarring[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2006,297(10):433-438.
- [8]Guo L, Xu K, Yan H, et al. MicroRNA expression signature and the therapeutic effect of the microRNA-21 antagomir in hypertrophic scarring[J]. Mol Med Rep, 2017,15(3):1211-1221.
- [9]张志波. CO₂点阵激光治疗儿童烧伤后增生期瘢痕的能量和密度分析[D]. 蚌埠: 蚌埠医学院, 2024.
- [10]Castro D J, Abergel R P, Johnston K J, et al. Wound healing: biological effects of Nd:YAG laser on collagen metabolism in pig skin in comparison to thermal burn [J]. Ann Plast Surg, 1983,11(2):131-140.
- [11]Manstein D, Herron G S, Sink R K, et al. Fractional photothermolysis: a new concept for cutaneous remodeling using microscopic patterns of thermal injury [J]. Lasers in surgery and medicine, 2004,34(5):426-438.
- [12]Lewis C J, Douglas H, Martin L, et al. Carbon dioxide laser treatment of burn-related scarring: Results of the ELIPSE (Early Laser Intervention Promotes Scar Evolution) prospective randomized controlled trial[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2023,84:368-376.
- [13]Campolmi P, Quintarelli L, Fusco I. A multimodal approach to laser treatment of extensive hypertrophic burn scar: a case report[J]. Am J Case Rep, 2023,24:e939022.
- [14]Klosová H, Zálešák B, Xinopulos P, et al. Fractional CO₂ laser therapy of hypertrophic scars - evaluation of efficacy and treatment protocol optimization [J]. Acta Chir Plast, 2021,63(4):171-180.
- [15]Azzam O A, Bassiouny D A, El-hawary M S, et al. Treatment of hypertrophic scars and keloids by fractional carbon dioxide laser: a clinical, histological, and immunohistochemical study[J]. Lasers Med Sci, 2016,31(1):9-18.
- [16]Moore A L, Marshall C D, Barnes L A, et al. Scarless wound healing: Transitioning from fetal research to regenerative healing[J]. Wiley Interdiscip Rev Dev Bio, 2018, 7(2):10.
- [17]Debruler D M, Blackstone B N, Baumann M E, et al. Inflammatory responses, matrix remodeling, and re-epithelialization after fractional CO₂ laser treatment of scars [J]. Lasers Surg Med, 2017,49(7):675-685.
- [18]Qu L, Liu A, Zhou L, et al. Clinical and molecular effects on mature burn scars after treatment with a fractional CO₂ laser[J]. Lasers Surg Med, 2012,44(7):517-524.
- [19]Wilgus T A, Ferreira A M, Oberyshyn T M, et al. Regulation of scar formation by vascular endothelial growth factor[J]. Lab Invest, 2008,88(6):579-590.
- [20]Bock O, Yu H, Zitron S, et al. Studies of transforming growth factors beta 1-3 and their receptors I and II in fibroblast of keloids and hypertrophic scars[J]. Acta Derm Venereol, 2005,85(3):216-220.
- [21]Makboul M, Makboul R, Abdelhafez A H, et al. Evaluation of the effect of fractional CO₂ laser on histopathological picture and TGF- β 1 expression in hypertrophic scar[J]. J Cosmet Dermatol, 2014,13(3):169-179.
- [22]Dahm S, Lee G, Cleland H, et al. The use of carbon dioxide and intense pulsed light laser for the treatment of hypertrophic burn scars: A case series[J]. Scars Burn Heal, 2023,9:20595131231202103.
- [23]Menashe S, Heller L. Keloid and hypertrophic scars treatment[J]. Aesthetic Plast Surg, 2024,48(13):2553-2560.
- [24]张瑜, 余濛濛. 面部增生性瘢痕超脉冲CO₂点阵激光术后临床疗效影响因素分析[J]. 中国烧伤创疡杂志, 2024,36(1):78-82.
- [25]Won P, Cooper M, Gillenwater T J, et al. Treatment of hypertrophic burn scars with laser therapy: a review of adverse events[J]. Ann Plast Surg, 2023,91(6):715-719.
- [26]Wang J, Yu Q, Zhou Q, et al. Application of fractional carbon dioxide laser monotherapy in keloids: A meta-analysis[J]. J Cosmet Dermatol, 2024,23(4):1178-1186.
- [27]刘艳华, 杨慧兰, 陈胡林, 等. 脉冲CO₂点阵激光治疗痤疮瘢痕不良反应及并发症分析[J]. 中国美容医学, 2013,22(1):84-86.
- [28]余一飞, 岳学状, 吴迪. 含低聚体原花青素的敷料对CO₂点阵激光术后面部皮肤修复作用[J]. 医学研究生学报, 2021,34(8):845-849.
- [29]Mirza H N, Mirza F N, Khatri K A. Outcomes and adverse effects of ablative vs nonablative lasers for skin resurfacing: A systematic review of 1093 patients[J]. Dermatol Ther, 2021,34(1):e14432.
- [30]Laranger R, Karimpour-fard A, Costa C, et al. Analysis of keloid response to 5-fluorouracil treatment and long-term prevention of keloid recurrence[J]. Plast Reconstr Surg, 2019,143(2):490-494.
- [31]王超, 尚新志, 韦勇占, 等. 超脉冲CO₂点阵激光联合曲安奈德及5-氟尿嘧啶在增生性瘢痕的应用研究[J]. 中国医疗美容, 2024,14(3):28-31.
- [32]陈刚, 金玉, 张天琦, 等. 点阵二氧化碳激光结合黄芩油膏对鼠尾增生性瘢痕的治疗作用[J]. 江苏医药, 2022,48(9):865-868,873.
- [33]Winter G D. Effect of air exposure and occlusion on experimental human skin wounds[J]. Nature, 1963,200:378-379.
- [34]丁架月, 朱薛锋, 庄初晨, 等. CO₂点阵激光联合硅酮凝胶喷雾剂治疗增生性瘢痕效果观察[J]. 浙江医学, 2017,39(2):124-126.
- [35]郭政宏, 张铮, 章一新. 病理性瘢痕的激光治疗进展[J]. 组织工程与重建外科杂志, 2018,14(3):168-173.
- [36]Choi J E, Oh G N, Kim J Y, et al. Ablative fractional laser treatment for hypertrophic scars: comparison between Er:YAG and CO₂ fractional lasers[J]. J Dermatolog Treat, 2014,25(4):299-303.
- [37]杨帅, 蒋小姣, 马海燕. 超脉冲点阵CO₂激光联合窄谱强脉

- 冲光治疗创伤后早期增生性瘢痕效果分析[J].中国美容医学,2022,31(2):58-61.
- [38]韩颖干, 吴召森, 海莉, 等. 自体脂肪移植联合二氧化碳点阵激光对烧伤患者增生性瘢痕的修复效果观察[J].中国医疗美容, 2024,14(2):31-36.
- [39]Constantin A, Dumitrescu M, Mihai Corotchi M C, et al. CO₂ laser increases the regenerative capacity of human adipose-derived stem cells by a mechanism involving the redox state and enhanced secretion of pro-angiogenic molecules[J]. Lasers Med Sci, 2017,32(1):117-127.
- [40]周丽娜, 汤勇, 刘文军. 聚氨酯泡沫敷料在点阵激光治疗面颈部增生性瘢痕辅助治疗中的疗效观察[J].中国医疗美容, 2022,12(2):38-41.
- [41]Xiao S, Qi J, Li J, et al. Mechanical micronization of lipoaspirates combined with fractional CO₂ laser for the treatment of hypertrophic scars[J]. Plast Reconstr Surg, 2023,151(3):549-559.
- [42]Onur Erol O, Agaoglu G, Jawad M A. Combined non-ablative laser and microfat grafting for burn scar treatment[J]. Aesthet Surg J, 2019,39(4):Np55-np67.
- [43]郭兵, 高晓燕, 王爱丽, 等. 超脉冲CO₂点阵激光辅助中药苦参油膏治疗增生性瘢痕的临床疗效观察[J].组织工程与重建外科杂志, 2021,17(2):125-129.

[收稿日期]2024-07-09

本文引用格式: 付秋悦, 杨亦, 张杉, 等. 点阵CO₂激光治疗增生性瘢痕的临床研究进展[J].中国美容医学, 2025,34(6):191-195.

敏感性皮肤的发病机制及其相关疾病的研究进展

王冰霞¹ 关猛猛² 综述, 康晓静² 沈晓峰¹ 审校

[1.新疆医科大学第五附属医院皮肤科 新疆 乌鲁木齐 830011; 2.新疆维吾尔自治区人民医院皮肤科性病科 新疆皮肤病临床医学研究中心 新疆皮肤病研究重点实验室(XJYS1707) 新疆 乌鲁木齐 830001]

[摘要]敏感性皮肤常表现为皮肤受到轻微外界刺激后产生不适感觉(如:刺痛、烧灼感、瘙痒、刺麻等)。目前,敏感性皮肤的患病率在女性中高达60%~70%,在男性中高达50%~60%。敏感性皮肤的病因及发病机制复杂多样,发病机制主要涉及皮肤屏障功能受损、皮肤感觉神经功能障碍、皮肤微生物群紊乱、血管反应性增高、转录组学等多方面,常由多种机制共同参与组成。敏感性皮肤可能是皮肤的状况或皮肤及皮肤外疾病的表现。本文就敏感性皮肤的流行病学、发病机制及相关疾病进行综述。

[关键词]敏感性皮肤; 病因; 流行病学; 发病机制; 相关疾病

[中图分类号]R758.22 **[文献标志码]**A **[文章编号]**1008-6455(2025)06-0195-04

Progress in Pathogenesis and Related Diseases of Sensitive Skin

WANG Bingxia¹, GUAN Mengmeng², KANG Xiaojing², SHEN Xiaofeng¹

(1.The Fifth Clinical College of Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, Xinjiang, China; 2.Department of Dermatology and Venereology, People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Xinjiang Clinical Research Center for Dermatologic Diseases, Xinjiang Key Laboratory of Dermatology Research(XJYS1707), Urumqi 830001, Xinjiang, China)

Abstract: Sensitive skin often manifests as a feeling of discomfort (such as tingling, burning, itching, tingling, etc.) caused by a slight external stimulation of the skin. The prevalence of sensitive skin is currently as high as 60%-70% in women and as high as 50%-60% in men. The etiology and pathogenesis of sensitive skin are complex and diverse, the pathogenesis mainly involves multiple aspects such as impaired skin barrier function, dysfunction of skin sensory nerve, disturbance of skin microbiome, increased vascular reactivity, transcriptomics, etc. It is often made up of a combination of mechanisms. Sensitive skin may be a condition of the skin or a manifestation of skin and extracutaneous diseases. This article reviews the epidemiology, pathogenesis and related diseases of sensitive skin syndrome.

Key words: sensitive skin; trigger factor; epidemiology; pathogenesis; related diseases

基金项目: 新疆维吾尔自治区重点研发计划项目(编号: 2021B03001-1)

通信作者: 沈晓峰, 主任医师、副教授; 主要研究方向为皮肤外科。E-mail: lzx4314643@sina.com

共同通信作者: 康晓静, 主任医师、教授、博士研究生导师、副院长; 主要研究方向皮肤肿瘤、自身免疫性及遗传性皮肤病。E-mail: drkangxj666@163.com

第一作者: 王冰霞, 在读研究生; 主要研究方向为化妆品不良反应。E-mail: 1791589167@qq.com