

新型激光技术在妇科领域中的应用

蒋潮香¹, 陈欢², 唐子倩², 罗雪梅¹, 王劲进^{2*}

¹吉首大学医学院, 湖南 吉首

²中南大学湘雅医学院附属株洲医院妇科, 湖南 株洲

收稿日期: 2025年2月4日; 录用日期: 2025年2月26日; 发布日期: 2025年3月5日

摘要

自20世纪60年代第一台激光器构建以来, 激光在妇科领域的应用日益广泛。传统激光技术在妇科领域发挥切割、止血、消融等作用, 目前新型激光技术即CO₂点阵激光和Er:YAG激光SMOOTH模式基于光热原理促进组织胶原蛋白新生及重组, 广泛应用于妇科组织修复和重塑如: 外阴、阴道及女性盆底功能障碍性疾病等的非手术治疗中。本文就新型激光技术在妇科领域的应用进展进行总结, 为妇科疾病在临床诊治中提供新思路。

关键词

CO₂激光, Er:YAG激光, 妇科

The Application of New Laser Technology in Gynecology

Chaoxiang Jiang¹, Huan Chen², Ziqian Tang², Xuemei Luo¹, Jinjin Wang^{2*}

¹School of Medicine, Jishou University, Jishou Hunan

²Department of Gynecology, Zhuzhou Hospital, Xiangya School of Medicine, Central South University, Zhuzhou Hunan

Received: Feb. 4th, 2025; accepted: Feb. 26th, 2025; published: Mar. 5th, 2025

Abstract

Since the construction of the first laser in the 1960s, lasers have been increasingly used in gynecology. Traditional lasers have been used in gynecology for cutting, hemostasis and ablation, while newer lasers, such as CO₂ fractional lasers and Er:YAG SMOOTH lasers, have been widely used in non-surgical treatments of gynecological tissues, such as the vulva, vagina, and pelvic floor dysfunctions, based on

*通讯作者。

文章引用: 蒋潮香, 陈欢, 唐子倩, 罗雪梅, 王劲进. 新型激光技术在妇科领域中的应用[J]. 临床医学进展, 2025, 15(3): 116-124. DOI: 10.12677/acm.2025.153594

the principle of photothermal light, which promotes collagen neoformation and reorganization in tissues. This article summarises the progress of the application of new laser technology in gynecology, and provides new ideas for the clinical diagnosis and treatment of gynecological diseases.

Keywords

CO₂ Laser, Er:YAG Laser, Gynecology

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

“激光”是受激辐射光放大(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, laser)的首字母缩略词,是基于爱因斯坦的“受激发射”理论于1957年由Gordon Gould创造了这个词。1960年激光器的问世将激光初步引入实用领域[1]。自此之后激光技术广泛应用于军事、工业、通讯与医疗。1973年二氧化碳(CO₂)激光首次应用于妇科宫颈“糜烂”的治疗,然后分别于1977年及1983年用于治疗宫颈上皮内瘤变及输卵管显微手术[2],氩(Ar)激光于1983年被引入临床,通过腹腔镜治疗盆腔子宫内膜异位症[3]。传统激光在妇科领域发挥切割、止血、消融等作用。CO₂激光通过气化组织进行消融,而Er:YAG激光亦同样属于剥脱性激光,两者均经水吸收,在治疗过程中均有可能增加周围组织的热损伤风险[4]。2004年基于光热分散作用的原理,美国哈佛大学Manstein等[5]首次报道了点阵激光技术,它通过选择性光热作用精确地破坏皮肤中的特定目标,同时保留周围的健康组织。这种选择性破坏可以激活皮肤的自然修复机制,促进胶原蛋白的新生和重组。通常最常使用激光类型为CO₂点阵激光。CO₂点阵激光通过发射波长为10,600 nm的远红外激光束,在皮肤表面形成规律排列的微小热损伤(MTZs),这些微孔直径约40~120 μm,每个微孔周围保留未受热损伤的健康组织,从而维持表皮的完整性,热刺激激活成纤维细胞,促进胶原蛋白(I型及III型)和弹性纤维的合成,并通过金属蛋白酶(MMP-1)降解受损胶原,实现皮肤结构重塑,减少了并发症,较传统剥脱而言安全系数更高[6][7]。不同于CO₂点阵激光,掺钕钇铝石榴石(Er:YAG)激光是一种固体激光,它的波长是2940 nm,在SMOOTH模式下的Er:YAG激光由于其高水吸收率,可以减少其对周围组织的热损伤,该技术仅对组织产生加热效应,不会损坏黏膜表面或更深的周围组织,而且在温度升高的情况下,作用组织的胶原蛋白热效应不仅仅是短暂的,而是贯穿于胶原蛋白重塑和新胶原形成的整个过程,从而产生新的胶原蛋白[8]。CO₂点阵激光和Er:YAG激光的SMOOTH模式作为新型激光技术在妇科组织修复和重塑的应用引起生物医学界极大的关注与研究。本文就目前新型激光技术在妇科领域的应用进展进行综述,为妇科疾病在临床诊治中提供新思路。

2. 新型激光技术在妇科领域中的应用

1) 外阴色素减退性疾病

外阴色素减退性疾病是一组以瘙痒为主要症状、外阴皮肤色素减退为主要体征的外阴皮肤病变,又称外阴白色样变,以外阴硬化性苔藓(Vulvar lichen sclerosis, VLS)及外阴慢性单纯性苔藓(Vulvar lichen simplex chronicus, VLSC)多见,以慢性、进展性、难治性、复发性为其特点。在围绝经期妇女中发病率较高,患病率约为1.38% [9]。严重影响患者生活质量,甚至有2%~5%的恶变率[10]。目前局部外用皮质类固醇仍然是公认的一线治疗,但研究[11]表明长期使用皮质类固醇可能造成外阴皮肤黏膜萎缩及毛细血

管扩张,且停药后容易复发。激光通过热效应刺激局部血液循环,增加氧气和营养物质的供应,促进受损组织的修复和再生,这种作用有助于改善外阴白色样变区域的皮肤弹性和色泽,减少瘙痒和疼痛等症状[12]。然而 Mitchell 等[13]进行了一项随机对照研究,将 40 名经活检确诊为活动期 VLS 患者随机分为 CO₂ 点阵激光组和假激光组,分别接受 5 次治疗,以治疗前后组织病理学评分的变化为主要终点,结果发现激光组和假激光组之间的组织病理学评分变化差异无统计学意义。研究说明 CO₂ 点阵激光可能无法逆转 VLS 的强烈炎症病理过程,单一疗法作用有限。Lee 等[14]报道了 CO₂ 点阵激光用于治疗 4 例严重角化/高效类固醇激素无效的顽固性 VLS 患者,治疗后症状明显缓解,可继续使用类固醇激素维持,随访 6 个月~4 年症状无加重。Burkett 等[15]亦发现在激光治疗之前使用过氯倍他索的患者在多个评估指标上有较好的结局。但当 CO₂ 点阵激光与激素进行随机对照时,发现激光较激素症状改善满意度及毛细血管扩张发生率更高[16]。这说明 CO₂ 点阵激光在治疗 VLS 上有其独特的优势,但单独应用的疗效仍存在争议。Er:YAG 激光在外阴白色病变上的应用研究较 CO₂ 点阵激光少。Gómez-Friero 等[17]对 28 例诊断为 VLS 的患者进行了 3 次 Er:YAG 激光治疗后,发现在激光治疗后 VLS 患者的瘙痒、疼痛症状较前缓解,体查见瘀斑、撕裂、色素减退较前好转,且差异均具有统计学意义。我国邱又茜[18]将 Er:YAG 激光与糖皮质激素治疗患有 VLS 的患者进行一项随机对照试验,发现激光较激素治疗的总有效率高 27.5%,且激素组复发率(37.5%)明显高于激光组(0%)。说明较糖皮质激素而言,不论是 CO₂ 点阵激光或 Er:YAG 激光亦可显示其独特优势,但激光治疗对 VLS 的疗效会随着病程延长逐渐减低,无论患者是否绝经及处于何种病程[19]。VLSC 的发病率较 VLS 低,国内外激光治疗 VLSC 的研究均较少。辜佳婷[20]对 91 例确诊为 VLSC 患者进行不同次数的 CO₂ 点阵激光治疗,通过图片记录客观观察患者治疗前后外阴变化及数字评分分级法评估治疗前后外阴瘙痒及色素减退的严重程度、皮肤病生活质量指数主观评估其疗效,结果显示不同次数治疗前后的主观及客观评价指标差异均具有统计学意义,且有效率随治疗次数的增加而上升,在通过对 CO₂ 点阵激光第 1 次治疗后的单因素和多因素分析发现治疗前瘙痒评分与第 1 次使用 CO₂ 点阵激光治疗有效率呈正相关,而色素减退评分呈负相关,提示治疗前瘙痒评分和色素减退评分是影响治疗效果的独立因素。Wei 等[21]对 40 例病理表现为 VLSC 和 40 例病理表现为 VLS 患者,随机予以 CO₂ 点阵激光(共 3 次,每个 4 周 1 次)及激素(每天 1 次,共 3 个月)治疗,同时分析 VLSC 及 VLS 对两种治疗的临床疗效,进行为期 6 个月的随访,采用 PGI-C 主观症状改善量表和临床疗效评价量表进行疗效评价,结果发现激光治疗后 1、3、6 个月的主观改善率及临床疗效评分均优于激素,主观改善率在治疗后第 1 个月差异最显著,无论是激光还是激素治疗 VLSC 的疗效均优于 VLS。尹文秀[22]单独使用 CO₂ 点阵激光治疗 23 例 VLSC 及 20 例 VLS,对比不同临床表现治疗前后的变化及临床疗效,结果发现在外阴瘙痒方面,VLS 治疗反应优于 VLSC;而在外阴颜色改善方面,VLSC 的治疗反应优于 VLS,但总有效率 VLS 高于 VLSC,这与 Wei [21]结论相反,这可能与该研究为单臂研究且样本量小有关。激光最常见的不良反应是轻度或短暂的疼痛和不适[23],常无需处理。综上,新型激光技术治疗外阴白色样变具有一定的疗效和安全性,能够改善患者的症状和生活质量,但针对哪种病理类型有效率最高,临床上仍存在争议。因此,在选择激光治疗时具体治疗方案的选择应基于患者的具体情况和医生的专业判断。

2) 盆底功能障碍性疾病

盆底功能障碍性疾病(Pelvic Floor Dysfunction, PFD)是指由于盆底支持结构的损伤或功能障碍引起的一系列疾病,这些疾病可以导致盆腔器官的位置和功能发生改变,涉及多种症状,包括泌尿系统、生殖系统和排便功能的问题,其中以压力性尿失禁(stress urinary incontinence, SUI)和盆腔器官脱垂(Pelvic Organ Prolapse, POP)为主诉就诊者多见, PED 在全球的患病率约为 11%~35.5%,并且随着社会人口老龄化,这一数字可能还会上升,对女性的生活质量产生长期影响[24]-[26]。尽管盆底肌锻炼是 SUI 重要的保守治疗方法,但其长期依从性较差,而激光疗法为其提供了一种新的治疗选择。从激光治疗机制来看,激

光旨在通过热作用刺激阴道组织中的胶原蛋白重塑和新生血管形成,以改善尿道和阴道壁的支撑组织,增加尿道周围血管的数量和血流,改善局部血液循环,增强尿道闭合压力,从而治疗 SUI [12][27]。在全球范围内,阴道激光疗法在治疗 SUI 和更年期泌尿生殖综合征的重要性日益增加[28]。2023 年 Hafidh 等 [29]对 CO₂ 点阵激光疗法治疗女性 SUI 相关症状的疗效进行了系统评价与荟萃分析,其中纳入了 15 项临床研究,共 700 例患者,其中 4 项为随机对照研究,11 项为单臂队列研究,具体分析了 CO₂ 点阵激光疗法对 1 小时尿垫试验、尿失禁国际咨询问卷-尿失禁简表(ICIQ-UI SF)评分、盆底影响问卷(PFIQ)评分、泌尿生殖窘迫量表(UDI-6)和阴道健康指数评分(VHIS)等指标在不同时间点(3、6、12 个月)的影响,结果发现在随访的 3、6 和 12 个月的各个时间点上,1 小时尿垫试验、ICIQ-UI SF、PFIQ、UDI-6 及 VHIS 均有显著改善,这说明了 CO₂ 点阵激光对女性 SUI 治疗的有效性。Er:YAG 激光在治疗 SUI 上可分为经阴道、经尿道两种途径,Er:YAG 激光经阴道治疗 SUI 进行了多项随机对照研究[30]-[34],其中 3 项[31]-[33]对照组均为假激光治疗,且均以 ICIQ-UI SF 为主要结局指标,2 项研究[31][32]在 Er:YAG 激光治疗 SUI 中均肯定了激光对女性性功能的提高、盆底肌肌力的增强、女性生活质量改善方面的作用,治疗前后 ICIQ-UI SF 差异有统计学意义,然而另一项研究[33]结果报告治疗 6 个月时 ICIQ-UI SF 在两组之间没有差异,主观或客观指标亦没有其他显著差异。这说明个体对激光热刺激的反应可能存在很大差异,不同患者的组织对激光能量的吸收、转化以及后续的生理反应可能不同。日本的 Okui 等[34]将这种方法与经尿道中段的悬吊带 TVT 或 TOT 手术方法进行比较,结果表明经阴道 Er:YAG 激光治疗在治疗女性 SUI 上优于对照组且并发症少。以上随机对照研究在治疗随访期间均未发现重大不良反应,这说明激光在治疗 SUI 上较为安全。然而经尿道 Er:YAG 激光目前研究较少[35]-[38],主要通过 ICIQ-UI SF 问卷及 1 h 尿垫试验探讨其治疗的疗效和安全性,其中一项研究[38]对 22 例经阴道 Er:YAG 激光治疗后 SUI 复发的患者,再次经尿道行 Er:YAG 激光,结果显示 77% 的 SUI 患者症状得到了改善,但 1 例患者出现了泌尿系感染。以上研究大多肯定了激光对轻中度 SUI 患者的疗效。此外,无论是 CO₂ 点阵激光还是经阴道 Er:YAG 激光也被用于治疗重度 SUI,并且显示出了一定的效果[32][39][40],但均表明激光治疗重度 SUI 患者总体有效率低于轻中度患者。所以对于重度 SUI 患者使用激光治疗仍需要特别考虑和调整。2019 年一篇系统综述[41]从激光的波长、深度、吸水性等描述了 CO₂ 点阵激光与 Er:YAG 激光治疗 SUI 的区别,并表示 Er:YAG 激光疗效优于 CO₂ 点阵激光。Li 等[42]对 139 名女性分别予以两次 Er:YAG 激光、CO₂ 点阵激光治疗及一次 Er:YAG 激光、CO₂ 点阵激光治疗进行回顾性分析治疗前、治疗后 1 个月和 3 个月的泌尿生殖窘迫问卷(UDI-6)、尿失禁影响问卷(IIQ-7)和膀胱过度活动症状评分变化,结果发现经历两次激光治疗的患者所有评分均优于一次的患者,且 Er:YAG 激光治疗对 SUI 症状(UDI-6 和 IIQ-7 评分)的改善优于 CO₂ 点阵激光治疗。但此研究为回顾性研究,样本量少,证据质量较差,仍无充分证据证明哪种激光类型占优势。

目前临床上单独运用激光治疗 POP 的研究较少,大多在治疗 SUI 或 GMS 的过程中被发现[43]。POP 的机制通常与盆底支撑结构的薄弱有关,尤其是胶原蛋白和弹性纤维降解相关[44]。而激光治疗 POP 可能涉及对盆底组织结构的调控和修复,可能通过调控组织弹性、胶原合成及细胞外基质重塑来实现修复与加固盆底支持结构[6][45]。Athansiou 等[46]于 2021 年对 30 位绝经后女性伴前后阴道壁 2 或 3 期脱垂患者进行随机对照试验,实验组予以 Er:YAG 激光治疗,对照组不予任何治疗方法,以激光后 0 期或 1 期患者的比例为主要结局,盆腔器官脱垂量化系统、盆腔不适问卷简表和患者总体印象改善为次要结局,分别于治疗前和治疗 4 个月时进行评估,结果发现实验组及观察组在 4 个月时均无患者达到主要结局终点,说明激光在客观治愈率方面没有表现出优势,但对于观察组而言,激光组的患者对激光治疗后症状改善总体满意度高。da Fonseca 等[30]将经阴道 Er:YAG 激光与盆底物理疗法进行随机对照研究,采用改良牛津量表化系统评估患者盆腔脏器脱垂情况,结果发现盆底物理疗法在随访 6 个月和 1 年时治愈率分别为 43.75% 和 50%,Er:YAG 的治愈率分别为 62.5% 和 56.25% ($p < 0.05$),这说明 Er:YAG 激光较盆底物

理疗法而言治愈率更高,相同的是两种治疗手段的疗效均会随时间延长临床有效率降低。Page 等[47]开展了一项单中心随机对照试验,对 46 名轻-中度脱垂的女性随机予以 Er:YAG 激光(3~6 次)及盆底运动(9~18 次),以盆腔脏器脱垂窘迫量表(POPDI-6)为主要结局,随访 24 个月,结果发现治疗第 4 个月时两组的 POPDI-6 评分平均差值为 1.09 (95%CI = -6.02; 8.12),激光与盆腔运动相比无明显差异,但治疗开始 4 个月后激光的 POPDI-6 评分开始低于盆腔运动,在 24 个月时无论是激光还是盆腔运动,均被要求进行额外的治疗,但随访期间均未发生严重的不良事件。综上,新型激光技术在治疗 SUI 方面显示出一定的应用潜力和疗效,而在 POP 疗效方面仍存在巨大的争议。治疗机制缺乏直接证据,目前仍无充分证据推荐激光用于 PFD 管理,未来仍需将激光与不同的治疗方法进行随机比较,并针对不同激光类型治疗的疗效展开更深层次的研究,或者对现有的激光治疗方案进行改进(如调整激光参数、治疗次数等)以提高其对女性 PFD 的治疗效果,进一步验证其长期效果和安全性,必要时进行活检,对治疗机制进行深入探讨。

3) 绝经期泌尿生殖综合征

绝经期泌尿生殖综合征(Genitourinary syndrome of menopause, GMS)该病名是北美绝经学会(NAMS)和国际妇女健康研究学会(ISSWSH)于 2014 年提出[48]。主要是指由于激素(主要是雌激素)对外阴阴道或下尿路的刺激减少而导致的一系列症状,可能包括但不限于外阴阴道干燥、烧灼感或刺激感,瘙痒,性交困难或尿急,紧迫性尿失禁、排尿困难或复发性尿路感染等泌尿系症状等,对妇女的生活质量及性功能有相当大的负面影响,症状通常呈进行性发展,且大多无法自行缓解[49] [50]。GMS 影响着绝经过渡期和大多数绝经后女性,患病率大约为 36%~90% [51]。研究发现经激光治疗可以增加阴道上皮厚度,增加阴道壁糖元及胶原蛋白含量,促进血管重建,从而全面改善泌尿生殖系统萎缩所致的各种症状[52]。Pinho 等[53]通过一项小型随机对照试验将 25 例患有 GMS 的绝经期妇女分为 CO₂ 点阵激光治疗组和雌激素治疗组,分别进行为期 3 个月的治疗,并在治疗前及治疗后 30 天于阴道壁近三分之一处进行组织活检,通过检测活检组织中的雌激素受体及孕激素受体的水平变化评估 CO₂ 点阵激光的疗效,并将之与雌激素治疗组对比。结果发现两组阴道壁活检组织中雌激素受体水平平均增加,且激光组雌激素受体水平可随时间增加,但并没有发现 CO₂ 点阵激光组与雌激素治疗组之间有统计学差异,两组孕激素受体水平在治疗前后维持不变。虽然此试验为小样本,但从另一面反映了激光治疗效果与外用激素相似。吕婷婷等[54]将 Er:YAG 激光与雌激素进行随机对照研究亦发现了两者对于围绝经期女性泌尿生殖系统综合征的症状以及泌尿和性功能有相似的改善程度。然而最新一篇关于激光治疗 GSM 的系统评价与荟萃分析[55]中纳入共 12 项随机对照试验,共 5147 名参与者,平均年龄范围为 57.6 岁~63.1 岁,干预措施为阴道激光治疗(CO₂ 点阵激光或 Er:YAG 激光),与安慰剂(假治疗)、不治疗或阴道雌激素治疗。将阴道健康指数(VHI)评分作为主要结局,次要结局为尿失禁改善情况,性交困难和性交干燥视觉模拟评分(VAS),瘙痒、灼烧和排尿困难阴道评估量表(VAS),女性性功能指数(FSFI),尿频尿急等量表,最终研究显示 CO₂ 点阵激光可提高阴道健康指数评分,降低性交痛、干燥和灼烧感,尤其是与假激光相比,因其中只有一项随机对照研究为 Er:YAG 激光,所以并未对 Er:YAG 激光治疗 GSM 得出系统总结。但由于这篇系统评价与荟萃分析在评估过程中,受到研究间不一致性、偏倚风险不确定或较高等因素的影响,证据确定性大多为低或极低。且 12 项 RCT 涉及不同国家的患者,使用的激光类型有 CO₂ 点阵激光和 Er:YAG 激光,治疗方案如激光治疗的次数和间隔不同,不同研究中的激光参数、操作流程等可能存在差异,这些差异均增加了结果的复杂性和不确定性,也降低了证据的质量。综上,新型激光技术治疗 GSM 亦显示出一定的短期疗效,在未来的研究中需要开展多中心、随机化高质量研究来评估其长期效果和安全性,若在不同地域、不同人种之间进行疗效的进一步比较,将更有助于精准化治疗。

4) 阴道松弛症

2012 年国际妇女泌尿医学学会(IUGA)正式提出阴道松弛症(Vaginal Relaxation Syndrome, VRS) [56]。患

者常表现为阴道口和阴道壁松弛,可致女性生活质量下降,性生活不满意等。研究[57]表明 CO₂ 点阵激光可使阴道黏膜等组织局部温度升高,提高组织转化生长因子水平,刺激组织中胶原蛋白增生,改善局部组织血流,可以瞬间增加阴道的紧致度和弹性。韦林宜等[58]将 100 例阴道松弛患者随机分为 CO₂ 点阵激光组及改良后壁阴道修补术组,观察治疗前后盆底肌电位、I 类肌纤维肌力、II 类肌纤维肌力、阴道健康指数及女性性功能量表变化,结果发现改良后壁阴道修补术比 CO₂ 点阵激光更加能改善盆腔肌肉松弛症状,提高盆底肌、阴道力量,修复生理支撑结构,提高性生活质量及优化阴道黏膜状态,且随访 3 个月后激光复发率为 52%,较改良后壁阴道修补术高 38%,差异具有统计学意义,说明较长期疗效而言,激光在手术面前呈现出一定的劣势。而 Setyningrum 等[59]对 24 例阴道松弛症患者在完成 Er:YAG 激光治疗后进行回顾性研究亦证实了其有效性及安全性。目前国内外暂无研究将阴道松弛手术治疗与 Er:YAG 激光治疗对比,亦无两种激光类型在治疗阴道松弛症上的对比研究。综上,新型激光技术治疗阴道松弛是一种有前景的治疗方法,可以改善患者的阴道紧致度和性满意度,同时具有较低的副作用风险,但其复发率较手术高,临床上就如何减少激光的复发率,展开与其它保守治疗方案联合或对比研究,确定其长期效果和安全性。

5) 阴道炎

阴道炎是指阴道内正常菌群失调导致的阴道内炎症,可因各种病原体感染引起,也可与外部刺激、激素水平等相关,可发生在女性各个年龄阶段,影响患者生活。研究[60] [61]表明 CO₂ 点阵激光可促进阴道黏膜血管新生,刺激阴道结缔组织新胶原蛋白合成,恢复阴道黏膜的健康状态,且具有一定的消炎镇痛效果。Athanasidou 等[62]对绝经后妇女每月进行一次阴道 CO₂ 点阵激光治疗,共三次,结果发现根据 Nugent 评分和 Hay-Ison 标准评估,正常阴道菌群在治疗后显著增加,细菌性阴道病、需氧性阴道炎等异常菌群减少,且阴道内乳酸杆菌菌种可能增加至绝经前正常水平。汤文静[63]通过一项随机对照试验将患有单纯性外阴阴道假丝酵母菌 60 例实验对象分为实验组及对照组,实验组予以 Er:YAG 激光联合克霉唑阴道片单次治疗,对照组予以克霉唑阴道片单次治疗,分别在治疗后第 7 天,治疗后第 30 天评估疗效,结果提示实验组可显著缓解瘙痒症状,缩短瘙痒时间,且在一定程度上可降低复发率,改善患者阴道 PH 值,整体改善阴道微生态。临床上单独使用激光治疗阴道炎症的研究罕见,大多在治疗 GSM 中发挥其治疗作用,且大多随访时间短,样本量少。以上研究均证实新型激光技术有助于恢复阴道微生态平衡状态,为激光在治疗阴道炎,尤其是复发性阴道炎,预防阴道感染提供了新的诊疗思路,但未来仍需要更大样本量和更长随访期的研究,并与其他治疗方式或安慰剂进行比较,以制定具体治疗方案,判断其有效性及安全性。

3. 总结

综上所述,激光在妇科领域的应用是多样化的,因其便捷、创伤小、恢复快在妇科领域中发挥着越来越重要的作用,不断推动着治疗方法的发展和创新,为患者提供更多的治疗选择。目前新型激光技术在妇科各疾病应用中具体参数和疗程,以及维持的方案都具有很大程度的随意性,激光治疗的不良反应和效果可能因个体差异、激光类型、治疗参数和疾病本身的特点而有所不同,各激光种类之间对比研究稀少。因此,建立一套标准化的方法是必要的,新型激光治疗的效果和安全性是未来研究的重要方向,临床需开展不同治疗方案如:手术与不同类型激光、不同类型激光与不同保守治疗方案联合或单独应用及各类型激光之间的随机对照研究,增大样本量,延长随访时间,确定能够产生最大疗效的最佳设置,同时将潜在的不良反应用到最低,充分发挥激光的治疗优势。通过文献计量分析和研究热点及前沿分析,可以进一步了解新型激光技术在妇科各疾病中的研究趋势。

参考文献

- [1] Maiman, T.H. (1960) Stimulated Optical Radiation in Ruby. *Nature*, **187**, 493-494. <https://doi.org/10.1038/187493a0>

- [2] Adelman, M.R., Tsai, L.J., Tangchitnob, E.P. and Kahn, B.S. (2013) Laser Technology and Applications in Gynaecology. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, **33**, 225-231. <https://doi.org/10.3109/01443615.2012.747495>
- [3] Keye, W.R. and Dixon, J. (1983) Photocoagulation of Endometriosis by the Argon Laser through the Laparoscope. *Obstetrics & Gynecology*, **62**, 383-386. <https://doi.org/10.1097/00006250-198309000-00023>
- [4] Liu, F., Zhou, Q., Tao, M., Shu, L. and Cao, Y. (2024) Efficacy and Safety of CO₂ Fractional Laser versus Er:YAG Fractional Laser in the Treatment of Atrophic Acne Scar: A Meta-Analysis and Systematic Review. *Journal of Cosmetic Dermatology*, **23**, 2768-2778. <https://doi.org/10.1111/jocd.16348>
- [5] Manstein, D., Herron, G.S., Sink, R.K., Tanner, H. and Anderson, R.R. (2004) Fractional Photothermolysis: A New Concept for Cutaneous Remodeling Using Microscopic Patterns of Thermal Injury. *Lasers in Surgery and Medicine*, **34**, 426-438. <https://doi.org/10.1002/lsm.20048>
- [6] Wen, J., Zhao, Z., Fang, F., Xiao, J., Wang, L., Cheng, J., et al. (2023) Prussian Blue Nanoparticle-Entrapped GelMA Gels Laden with Mesenchymal Stem Cells as Prospective Biomaterials for Pelvic Floor Tissue Repair. *International Journal of Molecular Sciences*, **24**, Article 2704. <https://doi.org/10.3390/ijms24032704>
- [7] Esmat, S., Shokeir, H.A., Samy, N.A., Mahmoud, S.B., Sayed, S.S.E.D., Shaker, E., et al. (2021) Automated Microneedling versus Fractional CO₂ Laser in Treatment of Traumatic Scars: A Clinical and Histochemical Study. *Dermatologic Surgery*, **47**, 1480-1485. <https://doi.org/10.1097/dss.0000000000003227>
- [8] Vizintin, Z., Lukac, M., Kazic, M. and Tettamanti, M. (2015) Erbium Laser in Gynecology. *Climacteric*, **18**, 4-8. <https://doi.org/10.3109/13697137.2015.1078668>
- [9] Li, Y., Shi, J., Tan, W., Ma, Q., Wu, X. and Gao, H. (2019) Prospective Observational Study of the Efficacy of Mixed Methylene Blue Compound Injection for Treatment of Vulvar Non-Neoplastic Epithelial Disorders. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, **148**, 157-161. <https://doi.org/10.1002/ijgo.13007>
- [10] 陈伟, 李珊山. 外阴硬化性苔藓 67 例临床分析[J]. 中国皮肤性病学杂志, 2017, 31(4): 398-399.
- [11] Chin, S., Scurry, J., Bradford, J., Lee, G. and Fischer, G. (2020) Association of Topical Corticosteroids with Reduced Vulvar Squamous Cell Carcinoma Recurrence in Patients with Vulvar Lichen Sclerosus. *JAMA Dermatology*, **156**, 813-814. <https://doi.org/10.1001/jamadermatol.2020.1074>
- [12] Iglesia, C.B., Choi, J.E. and Tadir, Y. (2024) Lasers in Gynecology. *Obstetrics & Gynecology*, **144**, 181-194. <https://doi.org/10.1097/aog.0000000000005635>
- [13] Mitchell, L., Goldstein, A.T., Heller, D., Mautz, T., Thorne, C., Joyce Kong, S.Y., et al. (2021) Fractionated Carbon Dioxide Laser for the Treatment of Vulvar Lichen Sclerosus: A Randomized Controlled Trial. *Obstetrics & Gynecology*, **137**, 979-987. <https://doi.org/10.1097/aog.0000000000004409>
- [14] Lee, A., Lim, A. and Fischer, G. (2015) Fractional Carbon Dioxide Laser in Recalcitrant Vulval Lichen Sclerosus. *Australasian Journal of Dermatology*, **57**, 39-43. <https://doi.org/10.1111/ajd.12305>
- [15] Burkett, L.S., Siddique, M., Zeymo, A., Brunn, E.A., Gutman, R.E., Park, A.J., et al. (2021) Clobetasol Compared with Fractionated Carbon Dioxide Laser for Lichen Sclerosus: A Randomized Controlled Trial. *Obstetrics & Gynecology*, **137**, 968-978. <https://doi.org/10.1097/aog.0000000000004332>
- [16] Salgado, H.C., Drumond, D.G., Pannain, G.D., de Melo e Costa, L.G., Sampaio, F.S. and Leite, I.C.G. (2023) Randomized Clinical Trial with Fractional CO₂ Laser and Clobetasol in the Treatment of Vulvar Lichen Sclerosus: A Clinic Study of Feasibility. *BMC Research Notes*, **16**, Article No. 33. <https://doi.org/10.1186/s13104-023-06300-7>
- [17] Gómez-Frieiro, M. and Laynez-Herrero, E. (2019) Use of Er:Yag Laser in the Treatment of Vulvar Lichen Sclerosus. *International Journal of Women's Dermatology*, **5**, 340-344. <https://doi.org/10.1016/j.ijwd.2019.05.007>
- [18] 邱又茜. Er:YAG 激光与派瑞松乳膏治疗外阴硬化性苔藓的疗效分析[D]: [硕士学位论文]. 十堰: 湖北医药学院, 2024.
- [19] 吴能秀, 李迎, 徐颖, 等. 二氧化碳点阵激光治疗女性外阴硬化性苔藓短期疗效分析[J]. 福建医科大学学报, 2023, 57(3): 199-203.
- [20] 辜佳婷. 外阴慢性单纯性苔藓的临床特征分析及 CO₂ 点阵激光的疗效评价[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广州医科大学, 2022.
- [21] Wei, D., Li, J., Zhang, Y., Meng, J., Chen, Y. and Niu, X. (2023) A Retrospective Comparative Cohort Study of Ultra-Pulse CO₂ Lattice Laser and Glucocorticoids in the Treatment of Vulvar Epithelial Nonneoplastic Lesions. *Annals of Translational Medicine*, **11**, 260-260. <https://doi.org/10.21037/atm-23-677>
- [22] 尹文秀. 点阵 CO₂ 激光在妇科常见外阴白色病变中的应用[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连医科大学, 2020.
- [23] Kim, K., Desai, M., Elsensohn, A. and Kraus, C.N. (2023) A Systematic Review of Laser Therapy for Vulvar Skin Conditions. *Journal of the American Academy of Dermatology*, **88**, 1200-1201. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2023.01.003>

- [24] Gao, Q., Wang, M., Zhang, J., Qing, Y., Yang, Z., Wang, X., *et al.* (2024) Pelvic Floor Dysfunction in Postpartum Women: A Cross-Sectional Study. *PLOS ONE*, **19**, e0308563. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308563>
- [25] Mittal, A., Saini, A., Panwar, V.K., Chezhian, S., Bahurupi, Y. and Gehlot, M. (2024) Female Pelvic Floor Disorders in Northern India: Uncommon or Underreported? *Cureus*, **16**, e74203. <https://doi.org/10.7759/cureus.74203>
- [26] Xu, Y., Yan, W. and Li, X. (2024) Research Progress in Female Pelvic Floor Rehabilitation Aids. *Journal of Central South University Medical Sciences*, **49**, 482-490.
- [27] Jármy-Di Bella, Z.I.K., Girão, M.J.B.C., Di Bella, V., Sartori, M.G.F., Szejnfeld, J., Baracat, E.C., *et al.* (2007) Hormonal Influence on Periurethral Vessels in Postmenopausal Incontinent Women Using Doppler Velocimetry Analysis. *Maturitas*, **56**, 297-302. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2006.09.004>
- [28] Ratz, C. (2019) Vaginale Lasertherapie bei Harninkontinenz und urogenitalem Syndrom der Menopause. *Der Urologe*, **58**, 284-290. <https://doi.org/10.1007/s00120-019-0861-1>
- [29] Hafidh, B., Baradwan, S., Latifah, H.M., Gari, A., Sabban, H., Abduljabbar, H.H., *et al.* (2023) CO₂ Laser Therapy for Management of Stress Urinary Incontinence in Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Therapeutic Advances in Urology*, **15**, 1-12. <https://doi.org/10.1177/17562872231210216>
- [30] da Fonseca, L.C., Giarreta, F.B.A., Peterson, T.V., Locali, P.K.M., Baracat, E.C., Ferreira, E.A.G., *et al.* (2023) A Randomized Trial Comparing Vaginal Laser Therapy and Pelvic Floor Physical Therapy for Treating Women with Stress Urinary Incontinence. *Neurourology and Urodynamics*, **42**, 1445-1454. <https://doi.org/10.1002/nau.25244>
- [31] O'Reilly, B.A., Viereck, V., Phillips, C., Tooze-Hobson, P., Kuhn, A., Athanasiou, S., *et al.* (2023) Vaginal Erbium Laser Treatment for Stress Urinary Incontinence: A Multicenter Randomized Sham-controlled Clinical Trial. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, **164**, 1184-1194. <https://doi.org/10.1002/ijgo.15222>
- [32] Blaganje, M., Šćepanović, D., Žgur, L., Verdenik, I., Pajk, F. and Lukanović, A. (2018) Non-Ablative Er:YAG Laser Therapy Effect on Stress Urinary Incontinence Related to Quality of Life and Sexual Function: A Randomized Controlled Trial. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, **224**, 153-158. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2018.03.038>
- [33] Lee, P., Perruzza, D., Edell, H., Jarvi, S., Kim, K., Sultana, R., *et al.* (2024) Double-blind Randomized Controlled Trial of Er: YAG Vaginal Laser to Treat Female Stress Urinary Incontinence. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2024.11.021>
- [34] Okui, N. (2018) Comparison between Erbium-Doped Yttrium Aluminum Garnet Laser Therapy and Sling Procedures in the Treatment of Stress and Mixed Urinary Incontinence. *World Journal of Urology*, **37**, 885-889. <https://doi.org/10.1007/s00345-018-2445-x>
- [35] 岳俊敏, 姚浩宇, 杨涛, 等. 经尿道 Er:YAG 钬激光在绝经后女性压力性尿失禁的疗效及安全性分析[J]. 临床泌尿外科杂志, 2023, 38(8): 605-608.
- [36] 吕坚伟, 吕婷婷, 司俊文, 等. 经尿道 Er:YAG 钬激光治疗女性轻中度压力性尿失禁的疗效分析[J]. 现代泌尿外科杂志, 2019, 24(4): 268-271.
- [37] Gaspar, A. and Brandi, H. (2017) Non-Ablative Erbium YAG Laser for the Treatment of Type III Stress Urinary Incontinence (Intrinsic Sphincter Deficiency). *Lasers in Medical Science*, **32**, 685-691. <https://doi.org/10.1007/s10103-017-2170-5>
- [38] Tseng, Y. and Su, C. (2023) Efficacy and Safety of Intraurethral Erbium:YAG Laser Treatment in Women with Stress Urinary Incontinence Following Failed Intravaginal Laser Therapy: A Retrospective Study. *Lasers in Medical Science*, **38**, Article No. 207. <https://doi.org/10.1007/s10103-023-03872-5>
- [39] Wang, Y., Ye, Q. and Zhang, Y. (2023) Effect Evaluation and Influencing Factor Analysis of Vaginal Carbon Dioxide Laser in the Treatment of Stress Urinary Incontinence. *Lasers in Medical Science*, **38**, Article No. 153. <https://doi.org/10.1007/s10103-023-03776-4>
- [40] Pardo, J.I., Solà, V.R. and Morales, A.A. (2016) Treatment of Female Stress Urinary Incontinence with Erbium-YAG Laser in Non-Ablative Mode. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, **204**, 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2016.06.031>
- [41] Franić, D. and Fističić, I. (2019) Laser Therapy in the Treatment of Female Urinary Incontinence and Genitourinary Syndrome of Menopause: An Update. *BioMed Research International*, **2019**, Article ID: 1576359. <https://doi.org/10.1155/2019/1576359>
- [42] Li, P. and Ding, D. (2023) Comparison of Er:Yag and CO₂ Laser Therapy for Women with Stress Urinary Incontinence. *Lasers in Surgery and Medicine*, **55**, 653-661. <https://doi.org/10.1002/lsm.23694>
- [43] Mackova, K., Van daele, L., Page, A., Geraerts, I., Krofta, L. and Deprest, J. (2020) Laser Therapy for Urinary Incontinence and Pelvic Organ Prolapse: A Systematic Review. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, **127**, 1338-1346. <https://doi.org/10.1111/1471-0528.16273>

- [44] Deprest, J.A., Cartwright, R., Dietz, H.P., Brito, L.G.O., Koch, M., Allen-Brady, K., *et al.* (2022) International Urogynecological Consultation (IUC): Pathophysiology of Pelvic Organ Prolapse (POP). *International Urogynecology Journal*, **33**, 1699-1710. <https://doi.org/10.1007/s00192-022-05081-0>
- [45] Xu, L., Yu, X., Zhang, N. and Chen, Y. (2024) Exosomes from Umbilical Cord Mesenchymal Stromal Cells Promote the Collagen Production of Fibroblasts from Pelvic Organ Prolapse. *World Journal of Stem Cells*, **16**, 708-727. <https://doi.org/10.4252/wjsc.v16.i6.708>
- [46] Athanasiou, S., Pitsouni, E., Cardozo, L., Zacharakis, D., Petrakis, E., Loutradis, D., *et al.* (2020) Can Pelvic Organ Prolapse in Postmenopausal Women Be Treated with Laser Therapy? *Climacteric*, **24**, 101-106. <https://doi.org/10.1080/13697137.2020.1789092>
- [47] Page, A., Borowski, E., Bauters, E., Housmans, S., Van der Aa, F. and Deprest, J. (2024) Vaginal Erbium Laser versus Pelvic Floor Exercises for the Treatment of Pelvic Organ Prolapse: A Randomised Controlled Trial. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, **303**, 165-170. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2024.10.042>
- [48] Portman, D.J., Gass, M.L.S. and Vulvovaginal Atrophy Terminology Consensus Conference Panel, (2014) Genitourinary Syndrome of Menopause: New Terminology for Vulvovaginal Atrophy from the International Society for the Study of Women's Sexual Health and the North American Menopause Society. *The Journal of Sexual Medicine*, **11**, 2865-2872. <https://doi.org/10.1111/jsm.12686>
- [49] Mercier, J., Dumoulin, C. and Carrier-Noreau, G. (2023) Pelvic Floor Muscle Rehabilitation for Genitourinary Syndrome of Menopause: Why, How and When? *Climacteric*, **26**, 302-308. <https://doi.org/10.1080/13697137.2023.2194527>
- [50] Phillips, N.A. and Bachmann, G.A. (2021) The Genitourinary Syndrome of Menopause. *Menopause*, **28**, 579-588. <https://doi.org/10.1097/gme.0000000000001728>
- [51] Alvisi, S., Gava, G., Orsili, I., Giacomelli, G., Baldassarre, M., Seracchioli, R., *et al.* (2019) Vaginal Health in Menopausal Women. *Medicina*, **55**, Article 615. <https://doi.org/10.3390/medicina55100615>
- [52] Alexiades, M.R., Iglesias, C., Sokol, E., Gaspar, A. and Tadir, Y. (2023) Light and Energy-based Therapeutics for Genitourinary Applications: Consensus on Protocols and Best Practices. *Lasers in Surgery and Medicine*, **55**, 444-454. <https://doi.org/10.1002/lsm.23672>
- [53] Pinho, S.C., Heinke, T., Dutra, P.F.S.P., Carmo, A., Salmeron, C., Karoleski, L., *et al.* (2023) Efficacy of Fractional Laser on Steroid Receptors in GSM Patients. *Bioengineering*, **10**, Article 1087. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10091087>
- [54] 吕婷婷, 司俊文, 吕坚伟. 经阴道钬激光和阴道雌激素疗法治疗绝经期泌尿生殖系统综合征的疗效对比研究[J]. 中国激光医学杂志, 2021, 30(1): 28.
- [55] Pessoa, L.d.L.M.N., Souza, A.T.B.d., Sarmiento, A.C.A., Ferreira Costa, A.P., Kelly dos Santos, I., Pereira de Azevedo, E., *et al.* (2024) Laser Therapy for Genitourinary Syndrome of Menopause: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trial. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, **46**, e-rbgo38. <https://doi.org/10.61622/rbgo/2024rbgo38>
- [56] Pauls, R.N., Fellner, A.N. and Davila, G.W. (2012) Vaginal Laxity: A Poorly Understood Quality of Life Problem; a Survey of Physician Members of the International Urogynecological Association (IUGA). *International Urogynecology Journal*, **23**, 1435-1448. <https://doi.org/10.1007/s00192-012-1757-4>
- [57] Toplu, G., Serin, M., Unveren, T. and Altinel, D. (2020) Patient Reported Vaginal Laxity, Sexual Function and Stress Incontinence Improvement Following Vaginal Rejuvenation with Fractional Carbon Dioxide Laser. *Journal of Plastic Surgery and Hand Surgery*, **55**, 25-31. <https://doi.org/10.1080/2000656x.2020.1828897>
- [58] 韦林宜, 蒋丽. 二氧化碳点阵激光对阴道松弛患者盆底肌松弛、性生活质量及阴道黏膜相关指标的影响[J]. 中国性科学, 2020, 29(6): 83-86.
- [59] Setyaningrum, T., Tjokropawiro, B.A., Listiawan, M.Y., Santoso, B. and Prakoeswa, C.R.S. (2022) Treating Vaginal Relaxation Syndrome Using Erbium: Yttrium Aluminum Garnet Fractional Laser: A Retrospective Study. *Gynecology and Minimally Invasive Therapy*, **11**, 23-27. https://doi.org/10.4103/gmit.gmit_141_20
- [60] Salvatore, S., França, K., Lotti, T., Parma, M., Palmieri, S., Candiani, M., *et al.* (2018) Early Regenerative Modifications of Human Postmenopausal Atrophic Vaginal Mucosa Following Fractional CO₂ Laser Treatment. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, **6**, 6-14. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2018.058>
- [61] R Hamblin, M. (2017) Mechanisms and Applications of the Anti-Inflammatory Effects of Photobiomodulation. *AIMS Biophysics*, **4**, 337-361. <https://doi.org/10.3934/biophy.2017.3.337>
- [62] Athanasiou, S., Pitsouni, E., Antonopoulou, S., Zacharakis, D., Salvatore, S., Falagas, M.E., *et al.* (2016) The Effect of Microablative Fractional CO₂ Laser on Vaginal Flora of Postmenopausal Women. *Climacteric*, **19**, 512-518. <https://doi.org/10.1080/13697137.2016.1212006>
- [63] 汤文静. Er:YAG 激光联合克霉唑阴道片对 VVC 的临床疗效[D]: [硕士学位论文]. 十堰: 湖北医药学院, 2022.