

DOI: 10.20135/j.issn.1006-8147.2026.03.0256

论著

激光辅助治疗种植体周炎的疗效及对牙周菌群的影响

陆雨郡¹, 杨金花¹, 曹鸣芯², 李志远¹

(1. 贵州医科大学附属口腔医院牙周黏膜科, 贵阳 550004; 2. 天津医科大学口腔医院正畸科, 天津 300070)

摘要 目的: 探讨激光联合常规保守治疗种植体周炎的临床疗效及对牙周菌群结构的影响。方法: 选取2022年12月—2025年6月贵州医科大学附属口腔医院收治的90例种植体周炎患者, 随机分为对照组(45例, 常规机械菌斑清除)与激光组(45例, 常规治疗基础上联合激光照射), 治疗12周, 比较两组临床有效率、种植体周临床指标[探诊深度(PD)、菌斑指数(PLI)、临床附着丧失(CAL)、龈沟出血指数(SBI)]以及牙周菌群水平[牙龈卟啉单胞菌(Pg)、齿垢密螺旋体(Td)、具核梭杆菌(Fn)、中间普氏菌(Pi)]。结果: 治疗12周后, 激光组总有效率为95.56%(43/45)显著高于对照组77.78%(35/45)($\chi^2=6.154, P=0.013$); 两组PD、PLI、CAL、SBI均较治疗前显著降低(均 $P<0.05$), 且激光组改善幅度均显著优于对照组($t=5.656, 4.770, 6.019, 2.386$, 均 $P<0.05$)。两组牙周组织中Pg、Td、Fn、Pi水平均较治疗前明显下降(均 $P<0.05$), 且激光组各致病菌水平下降幅度显著大于对照组($t=6.499, 8.885, 3.055, 6.062$, 均 $P<0.05$)。结论: 激光联合常规保守治疗可显著提升种植体周炎的临床疗效, 有效抑制牙周致病菌增殖, 促进种植体周组织修复。

关键词 种植体周炎; 660 nm 激光; 牙周组织修复; 牙周菌群

中图分类号 R782.1

文献标志码 A

文章编号 1006-8147(2026)03-0256-05

Efficacy of laser-assisted therapy for peri-implantitis and its impact on periodontal microbiota

LU Yujun¹, YANG Jinhua¹, CAO Mingxin², LI Zhiyuan¹

(1. Department of Periodontology and Mucosa, Stomatological Hospital Affiliated to Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China; 2. Department of Orthodontics, Hospital of Stomatology, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China)

Abstract Objective: To investigate the clinical efficacy of laser combined with conventional conservative treatment for peri-implantitis and its impact on the structure of periodontal microbiota. **Methods:** A total of 90 patients with peri-implantitis admitted to the Stomatological Hospital Affiliated to Guizhou Medical University between December 2022 to June 2025 were randomly divided into control group (45 cases, routine mechanical plaque removal) and laser group (45 cases, laser irradiation combined with the basis of routine treatment). All patients were treated for 12 weeks. The clinical effective rate, peri-implant clinical indexes [probing depth (PD), plaque index (PLI), clinical attachment loss (CAL), sulcus bleeding index (SBI)] and levels of periodontal flora [*Porphyromonas gingivalis* (Pg), *Treponema denticola* (Td), *Fusobacterium nucleatum* (Fn), *Prevotella intermedia* (Pi)] were compared between the two groups. **Results:** After 12 weeks of treatment, the total effective rate was 95.56% (43/45) in the laser group, which was significantly higher than 77.78% (35/45) in the control group ($\chi^2=6.154, P=0.013$). PD, PLI, CAL and SBI in both groups were significantly lower than those before treatment (all $P<0.05$), and the improvement in the laser group was significantly better than that in the control group ($t=5.656, 4.770, 6.019, 2.386$; all $P<0.05$). Meanwhile, the levels of Pg, Td, Fn and Pi in periodontal tissue of both groups were significantly decreased compared with those before treatment (all $P<0.05$), and the decreases in the laser group were significantly greater than those in the control group ($t=6.499, 8.885, 3.055, 6.062$; all $P<0.05$). **Conclusion:** Laser combined with routine conservative treatment can significantly improve the clinical efficacy of peri-implantitis, effectively inhibit the proliferation of periodontal pathogenic bacteria, and promote the repair of peri-implant tissues.

Key words peri-implantitis; 660 nm laser; periodontal tissue repair; periodontal microbiota

种植体周炎是由菌斑堆积引发的种植体周组织感染性疾病, 可导致软组织炎症、骨吸收, 严重时造成种植体松动脱落, 影响牙种植体远期留存^[1]。其治疗核心是在保护种植体表面的基础上, 清除菌斑

生物膜、控制感染并促进组织再生^[2]。传统保守治疗(如机械刮治、局部抗菌药物)难以彻底清除隐匿区域生物膜, 且抗菌药易产生耐药性。激光因微创、精准等优势成为辅助治疗热点, 临床常用类型包括

基金项目 国家自然科学基金青年项目(82403921); 贵州省基础研究计划(黔科合基础-ZK[2023]一般338); 贵州省卫生健康委科学技术基金项目(gzkwj2023-440); 贵州医科大学附属口腔医院横向课题(GYKQ2022HX05); 贵州医科大学青年科技人才成长项目(22QNRC16)

作者简介 陆雨郡(1999-), 女, 硕士在读, 研究方向: 牙周病学; 通信作者: 李志远, E-mail: lzyuan@gmc.edu.cn.

Er:YAG 激光、Er,Cr:YSGG 激光、Nd:YAG 激光及需联合光敏剂的光动力疗法(PDT)^[3]。但这些激光存在或止血效果弱、易致热损伤等局限,或依赖光敏剂,可能引发组织毒性、过敏反应,操作相对复杂。660 nm 激光作为红光波段激光,具有适度的组织穿透能力,且对种植体表面无腐蚀、无碳化风险,理论上契合种植体周炎微创清菌与组织修复的治疗需求。但目前少见仅将 660 nm 激光用于种植体周炎治疗的相关报道,其临床疗效及对牙周菌群的影响缺乏数据支撑。本研究创新性采用单纯 660 nm 激光辅助治疗,无需添加外源性光敏剂,旨在探讨其临床效果及对牙周关键致病菌的作用,为种植体周炎的微创治疗提供新依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取贵州医科大学附属口腔医院 2022 年 12 月至 2025 年 6 月收治的 90 例种植体周炎患者,采用信封随机化法分为对照组与激光组。对照组 45 例(男 25 例,女 20 例),45 颗种植体;年龄 23~57 岁,平均(41.02±10.05)岁;病程 1~7 年,平均(4.13±1.60)年。激光组 45 例(男 23 例,女 22 例),45 颗种植体;年龄 23~56 岁,平均(41.33±9.21)岁;病程 1~7 年,平均(4.18±1.75)年。两组患者基线资料比较,差异无统计学意义(均 $P>0.05$),具有可比性。本研究经贵州医科大学附属口腔医院医学伦理委员会审核批准(伦理审批号:2025 伦审第 7 号),所有患者均签署知情同意书。

纳入标准:(1)根据 2018 年牙周病国际新分类标准确诊为种植体周炎,具体诊断标准为:种植体周围黏膜发红、肿胀;在轻微压力下(0.25 N)探查出血,伴有或不伴有化脓;探诊深度 ≥ 6 mm,且影像学检查显示种植体周围边缘骨丧失 ≥ 3 mm。(2)入组前 6 个月未接受过种植体周炎相关治疗。(3)全身状况良好,已控制全身危险因素(如糖尿病患者空腹血糖 ≤ 7.0 mmol/L、糖化血红蛋白 $\leq 7.0\%$);无吸烟史或已戒烟 ≥ 6 个月;天然牙牙周炎已控制(全口牙周探诊深度 ≤ 3 mm,探诊出血阴性)。(4)年龄 20~60 岁,性别不限。(5)无临床证据显示存在咬合负荷过重的情况。(6)患者及家属均知情同意且愿意配合完成治疗及定期随访。

排除标准:(1)存在牙髓炎或根尖周炎等需行根管治疗的患牙。(2)伴明显错颌畸形。(3)合并严重口腔软硬组织急性感染(如口腔颌面部间隙感染等)。(4)对激光治疗相关材料过敏者。(5)妊娠期或哺乳期妇女。(6)脏器功能严重器质性病变或合并全身感染性疾病。(7)合并严重精神系统疾病,不能

配合治疗者。

1.2 方法 对照组:采用常规保守治疗,即采用龈上洁治术和龈下刮治术,术前以 1%碘伏对术区牙龈缘进行消毒,采用 4%盐酸阿替卡因注射液(生产厂家:马鞍山丰原制药,国药准字 H20045881,规格:1.7 mL/支)行牙周局部浸润麻醉。麻醉起效后,使用 Gen-130B 型超声洁牙机(美国 Dentsply)及钛刮治器,依次完成龈上洁治术与龈下刮治,清除牙表面、种植体表面及种植体周袋内的菌斑、牙石及沉积物。经龈下内窥镜探查确认无残留牙石后,以生理盐水大量冲洗种植体周袋。分别于治疗结束后 4 周、12 周进行 2 次维护治疗,全程共治疗 3 次。

激光组:在对照组常规治疗基础上联合激光辅助治疗。机械清除菌斑治疗完成后,按以下流程操作:首先以生理盐水彻底冲洗牙周局部,对探针深度 ≥ 4 mm 的位点进行隔湿处理,吹干牙面及种植体面,采用激光口腔治疗仪(波长 660 nm,功率 200 mW,郑州嘉泰生物科技有限公司,医疗器械注册证号:豫械注准 20222090009)对目标种植体的每个位点进行照射,每位点照射时间 60 s,术后维护治疗与对照组一致,分别于 4 周、12 周联合激光治疗进行维护,全程共治疗 3 次。

两组患者均由同一专业医师团队完成治疗,治疗期间同步开展口腔健康宣教,向患者普及日常口腔清洁方法,提升患者牙周健康认知水平及依从性。

1.3 观察指标 疗效评估:于治疗 12 周后评价两组患者的临床疗效,分为显效、有效、无效 3 个等级。(1)显效:种植体周炎相关症状基本消失,种植体周袋较治疗前缩小 80%及以上,X 线检查显示牙槽骨吸收明显改善,随访 ≥ 3 个月无复发。(2)有效:种植体周炎症状较治疗前明显改善,种植体周袋较前有所改善,X 线检查显示牙槽骨吸收静止,随访 ≥ 3 个月无复发。(3)无效:未达到以上显效、有效标准,随访 ≥ 3 个月病情复发,或种植体周炎症状持续加重。疗效评估后将显效率和有效率之和定义为总有效率,治疗总有效率=(总例数-无效例数)/总例数 $\times 100\%$ 。

种植体周指标:于治疗前、治疗 12 周后,对两组患者的种植体周临床指标进行检测,包括:(1)探诊深度(probing depth, PD):采用标准化牙周探针,以 0.2 N 探诊力量探查牙龈边缘至种植体周袋底的距离,记录每颗种植体颊、腭(舌)侧近中、中央、远中 6 个位点的数值,取均值表示,单位为 mm。(2)菌斑指数(plaque index, PLI):龈缘区无菌斑为 0 分;龈缘区的牙面有薄的菌斑,但视诊不易见,探针尖

的侧面可刮出菌斑为 1 分;在龈缘区或邻面可见中等量菌斑及软垢,覆盖牙面面积 1/3~2/3 为 2 分;在龈缘区及邻面有大量菌斑及软垢,其覆盖面积达到或超过牙面 2/3 为 3 分。(3)临床附着丧失(clinical attachment loss, CAL):测量种植体颈部至龈沟底部的距离,记录每颗种植体其颊、腭(舌)侧近中、中央、远中 6 个位点的数值,取均值表示,单位为 mm。(4)龈沟出血指数(sulcus bleeding index, SBI):牙龈健康,无炎症及出血为 0 分;牙龈轻微炎症,颜色轻度改变,无明显肿胀,探诊时不出血或偶尔有少量散在的点状出血为 1 分;牙龈中度炎症,颜色改变明显,伴有轻度肿胀,探诊时牙龈出血呈线状,沿牙龈边缘扩散,但不溢出龈沟为 2 分;牙龈重度炎症,出现明显的血肿及颜色改变,探诊时出血量多并溢出龈沟,或出现自发性出血为 3 分。

牙周菌群水平检测:分别于治疗前、治疗 12 周后采集龈下菌斑样本,检测牙周菌群水平,包括伴牙龈卟啉单胞菌(*Porphyromonas gingivalis*, Pg)、齿垢密螺旋体(*Treponema denticola*, Td)、具核梭杆菌(*Fusobacterium nucleatum*, Fn)、中间普氏菌(*Prevotella intermedia*, Pi) 4 种主要牙周致病菌水平。采用 Thermo Scientific 全自动微生物鉴定系统对样本中 Pg、Td、Fn、Pi 菌落进行计数,结果以 CFU/mL 表示。

1.4 统计学处理 研究所得数据均录入 Excel

2010 软件进行整理校对,采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析。计数资料用[n(%)]表示,组间比较采用 χ^2 检验;正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组内治疗前后比较采用配对样本 *t* 检验,组间比较采用独立样本 *t* 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床疗效比较 激光组治疗显效 18 例,有效 25 例,无效 2 例;对照组治疗显效 4 例,有效 31 例,无效 10 例。激光组总有效率[95.56%(43/45)]明显高于对照组[77.78%(35/45)],差异具有统计学意义($\chi^2=6.154, P=0.013$),见表 1。

表 1 两组患者的临床疗效比较[n(%)]

组别	例数	显效	有效	无效	总有效率(%)
对照组	45	4(8.89)	31(68.89)	10(22.22)	77.78
激光组	45	18(40.00)	25(55.56)	2(4.44)	95.56
χ^2/P					6.154/0.013

2.2 两组种植体周指标比较 治疗前,两组 PD、PLI、CAL、SBI 差异无统计学意义(均 $P > 0.05$);与治疗前相比,治疗 12 周后两组 PD、PLI、CAL、SBI 均显著下降(均 $P < 0.05$);治疗 12 周后,激光组 PD、PLI、CAL、SBI 水平均显著低于对照组,差异具有统计学意义(均 $P < 0.05$),见表 2。

表 2 两组种植体周指标比较($\bar{x} \pm s$)

Tab.2 Comparison of peri-implant parameters between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	PD(mm)		PLI(分)		CAL (mm)		SBI(分)	
	治疗前	治疗 12 周	治疗前	治疗 12 周	治疗前	治疗 12 周	治疗前	治疗 12 周
对照组(n=45)	5.34±0.80	4.14±0.99*	1.69±0.60	1.09±0.47*	4.63±0.57	3.77±0.70*	3.33±0.88	1.51±0.69*
激光组(n=45)	5.43±0.82	3.19±0.52**	1.62±0.58	0.56±0.59**	4.68±0.61	2.88±0.69**	3.29±1.04	1.22±0.42**
<i>t</i>	-0.53	5.656	0.54	4.770	-0.405	6.019	0.219	2.386
<i>P</i>	0.597	<0.001	0.591	<0.001	0.687	<0.001	0.827	0.02

注:PD:探诊深度;PLI:菌斑指数;CAL:临床附着丧失;SBI:龈沟出血指数;与同组治疗前相比,* $P < 0.05$;与对照组治疗 12 周后相比,** $P < 0.05$

2.3 两组牙周菌群水平比较 治疗前,两组患者牙周菌群 Pg、Td、Fn、Pi 水平比较,差异无统计学意义(均 $P > 0.05$);与治疗前相比,治疗 12 周后两组牙周

菌群 Pg、Td、Fn、Pi 水平显著降低(均 $P < 0.05$),且激光组牙周菌群 Pg、Td、Fn、Pi 水平显著低于同期对照组,差异具有统计学意义(均 $P < 0.05$),见表 3。

表 3 两组牙周菌群水平比较($\bar{x} \pm s$)

Tab.3 Comparison of periodontal microbiota levels between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	Pg(CFU/mL)		Td(CFU/mL)		Fn(CFU/mL)		Pi(CFU/mL)	
	治疗前	治疗 12 周	治疗前	治疗 12 周	治疗前	治疗 12 周	治疗前	治疗 12 周
对照组(n=45)	7.68±0.66	4.10±0.65*	6.76±0.79	3.84±0.31*	5.32±0.77	3.33±0.37*	6.45±0.96	4.55±0.83*
激光组(n=45)	7.70±0.76	3.35±0.43**	6.76±0.83	3.23±0.34**	5.30±0.70	3.11±0.33**	6.55±0.82	3.62±0.61**
<i>t</i>	-0.153	6.499	-0.006	8.885	0.114	3.055	-0.569	6.062
<i>P</i>	0.879	<0.001	0.995	<0.001	0.909	0.003	0.571	<0.001

注:Pg:牙龈卟啉单胞菌;Td:齿垢密螺旋体;Fn:具核梭杆菌;Pi:中间普氏菌;与同组治疗前相比,* $P < 0.05$;与对照组治疗 12 周后相比,** $P < 0.05$

3 讨论

种植体周炎是种植体周围组织发生的渐进性炎症性病变,是导致种植体失败的主要病因之一^[4]。目前,临床治疗种植体周炎的核心目标是在最小化种植体表面损伤的前提下,彻底清除菌斑生物膜、控制局部炎症、促进牙周支持组织修复再生^[5]。然而,传统保守治疗(如机械清除菌斑治疗及局部抗菌药物应用)受限于器械的机械清除效能及细菌耐药性问题,难以完全去除种植体表面的致病性生物膜^[6]。近年来,激光治疗凭借其微创性、精准靶向性及生物调节效应,逐渐成为种植体周炎辅助治疗的重要手段,成为优化种植体周炎治疗方案的重要方向^[7]。

本研究以种植体周炎常规机械治疗为对照,探讨 660 nm 激光辅助治疗种植体周炎的临床价值。采用 660 nm 激光单纯照射辅助治疗,未添加任何外源性光敏剂。从而避免了外源性光敏剂可能引发的组织损伤、过敏反应及操作复杂性^[8]。与传统光动力治疗(PDT)需依赖光敏剂激活不同,本疗法更符合临床简化治疗的需求,具备良好的临床推广潜力。结果显示,激光组治疗总有效率显著高于对照组,提示在常规治疗基础上增加 660 nm 激光辅助治疗,能有效地提升种植体周炎的治疗的临床疗效。激光组的种植体周指标 PD、PLI、CAL 和 SBI 均较治疗前显著改善,且改善幅度显著优于对照组。提示 660 nm 激光辅助治疗对种植体周组织的各项关键临床指标有着积极且明显的影响,能够更全面地改善种植体周围组织的健康状态,如减轻炎症反应(SBI 降低)、减少菌斑堆积(PLI 降低)、促进牙周组织修复(CAL 改善)以及缩小种植体周袋深度(PD 降低)。

牙周菌群失衡是种植体周炎发生、发展的关键机制,Pg、Td、Fn、Pi 作为公认的牙周致病菌,可通过产生毒力因子、诱导免疫炎症反应、破坏牙周组织屏障,加速骨吸收进程。本研究结果显示,激光组牙周菌群 Pg、Td、Fn、Pi 均较治疗前明显下降,且下降趋势显著高于对照组,提示 660 nm 激光辅助治疗可更有效地抑制主要牙周致病菌增殖。值得注意的是,660 nm 激光对牙周菌群 Pg、Td、Fn、Pi 的抑制率存在差异(分别为 56.5%、52.2%、41.3%、44.7%)。这一差异可能与致病菌自身结构特征、生物膜定植状态及激光作用机制的靶向性相关:一方面,不同细菌的细胞膜成分、代谢活性存在差异,对激光能量的敏感性不同;另一方面,激光对生物膜的破坏效果可能受生物膜厚度、致密程度影响,进而导致致病菌清除效率存在差异。该机制仍需通过纯培养实

验、分子生物学检测等进一步验证,为优化激光治疗参数提供理论依据^[9-10]。

660 nm 激光属于红光波段,具备数毫米的组织穿透能力,可精准作用于种植体周病变区域,在种植体周炎辅助治疗中展现出显著的临床疗效,其治疗作用的潜在机制可从 3 个方面阐释^[11-13]:其一,促进牙周组织修复与再生:激光能量可被细胞内的光受体特异性吸收,激活细胞内一系列信号转导通路,进而促进细胞增殖相关基因的表达。同时促进成纤维细胞合成与分泌胶原蛋白,加速牙周组织的修复进程。其二,改善局部血液循环:激光照射可作用于局部血管平滑肌,诱导血管舒张,增加局部血流量与氧供,促进代谢废物排出,为受损组织修复提供良好的微环境。其三,抗菌及生物膜破坏作用:激光能量可直接破坏龈下菌斑生物膜的结构完整性,干扰细菌细胞膜的功能,影响细菌的代谢和能量产生过程,抑制细菌的生长和繁殖。通过减少龈下菌斑生物膜中的致病菌数量,降低细菌产生的毒素对牙周组织的刺激,进而减少骨吸收的发生,保护牙周组织的支持结构。

本研究存在一定局限性:其一,本研究为单中心小样本研究($n=90$),样本代表性有限,可能存在选择偏倚,结果需多中心、大样本研究进一步验证。其二,随访时间为 12 周,难以全面评估激光治疗的长期疗效及致病菌再定植情况,后续需延长随访周期,追踪种植体稳定性及牙周组织长期修复效果。其三,本研究检测了 4 种关键致病菌,未分析牙周菌群整体结构变化,未来可通过 16S rRNA 测序技术,研究激光治疗对牙周微生态的整体影响。

综上所述,660 nm 激光辅助常规机械治疗种植体周炎,可通过抑制牙周致病菌、改善种植体周临床指标、促进组织修复再生的多重协同作用,显著提升治疗效果,且操作简便、安全性高,为种植体周炎的临床治疗提供了更高效的方案。该治疗模式契合现代医学微创化、精准化的发展理念,在基层医疗机构及综合医院口腔科均具有广阔的推广应用前景。

参考文献:

- [1] WANG H L, AVILA-ORTIZ G, MONJE A, et al. AO/AAP consensus on prevention and management of peri-implant diseases and conditions: summary report[J]. J Periodontol, 2025, 96 (6): 519-541.
- [2] 郑桂婷,徐燕,吴明月. 种植体周围疾病治疗的专家共识及治疗方法的进展[J]. 国际口腔医学杂志, 2020, 47(6): 725-731.

- [2] WANG R H, WEN W X, JIANG Z P, et al. The clinical value of neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR), systemic immune-inflammation index (SII), platelet-to-lymphocyte ratio (PLR) and systemic inflammation response index (SIRI) for predicting the occurrence and severity of pneumonia in patients with intracerebral hemorrhage [J]. *Front Immunol*, 2023, 14: 1115031.
- [3] 郑艳兰, 谢姣, 卢美娟. 重症支原体肺炎患儿铁死亡水平与炎症反应、氧化应激的相关性及意义[J]. *中国妇幼健康研究*, 2024, 35(7): 32-37.
- [4] 冯柏潮, 陈广道, 梁少媛. 儿童肺炎支原体感染与微量元素缺乏的因果关系探讨[J]. *微量元素与健康研究*, 2016, 33(3): 23-26.
- [5] XU Y, FEI X. The relationship between IFN- γ , IL-10, IL-6 cytokines, and severity of the condition with serum zinc and Fe in children infected with *Mycoplasma pneumoniae*[J]. *Open Med (Wars)*, 2024, 19(1): 20240987.
- [6] 赵顺英, 钱素云, 陈志敏, 等. 儿童肺炎支原体肺炎诊疗指南(2023年版)[J]. *新发传染病电子杂志*, 2024, 9(1): 73-79.
- [7] 诸福荣. 实用儿科学(第8版)[J]. *中国临床医生杂志*, 2015, 43(7): 47.
- [8] 熊锦月, 敖仕芸, 许津莉, 等. 儿童肺炎支原体感染致肺外并发症研究进展[J]. *河北北方学院学报(自然科学版)*, 2025, 41(8): 51-55.
- [9] TAHERIS, ASADI S, NILASHI M, et al. A literature review on beneficial role of vitamins and trace elements: evidence from published clinical studies[J]. *Trace Elem Med Biol*, 2021, 67: 126789.
- [10] JIANG Z, LI S, ZHU C, et al. *Mycoplasma pneumoniae* infections: pathogenesis and vaccine development[J]. *Pathogens*, 2021, 10(2): 119.
- [11] CACCIOTTO C, CUBEDDU T, ADDIS M F, et al. *Mycoplasma* lipoproteins are major determinants of neutrophil extracellular trap formation[J]. *Cell Microbiol*, 2016, 18(12): 1751-1762.
- [12] LI D, ZHENG H, WANG X, et al. Investigation of T lymphocyte subsets in children with *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia[J]. *Immunol Res*, 2024, 73(1): 24.
- [13] 尚春香, 格日力. 血小板在炎症反应中的作用机制[J]. *中国高原医学与生物学杂志*, 2018, 39(4): 282-286.
- [14] 吴华和, 黎俊伶, 潘伟莲, 等. 系统免疫炎症指数预测小儿呼吸道合胞病毒性毛细支气管炎病情程度的临床研究[J]. *医药前沿*, 2024, 14(14): 60-63.
- [15] WANG S, WAN Y, ZHANG W. The clinical value of systemic immune inflammation index (SII) in predicting the severity of hospitalized children with *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia: a retrospective study[J]. *Int J Gen Med*, 2024, 17: 935-942.
- [16] RAHA S, MALLICK R, BASAK S, et al. Is copper beneficial for COVID-19 patients?[J]. *Med Hypotheses*, 2020, 142: 109814.
- [17] READ S A, OBEID S, AHLENSTIEL C, et al. The role of zinc in antiviral immunity[J]. *Adv Nutr*, 2019, 10(4): 696-710.
- [18] 李虹霖, 李婉怡, 刘小青, 等. 儿童下呼吸道细菌感染患者微量元素与PCT的关系[J]. *标记免疫分析与临床*, 2025, 32(2): 353-357.
- [19] 李润芝, 徐真谛. 反复呼吸道感染患儿家庭养育情况和血清微量元素的相关性研究[J]. *现代医药卫生*, 2020, 36(22): 3621-3623.
- [20] 卢海梅, 方桂容. 儿童反复呼吸道感染患者血清微量元素水平分析[J]. *吉林医学*, 2021, 42(1): 170-171.

(2025-11-03 收稿)

(上接第259页)

- [3] 黄亭亭, 吕宗凯. 激光辅助牙周治疗的研究进展[J]. *四川医学*, 2025, 46(8): 943-947.
- [4] MERLI M, BERNARDELLI F, GIULIANELLI E, et al. Inter-rater agreement in the diagnosis of mucositis and peri-implantitis[J]. *J Clin Periodontol*, 2014, 41(9): 927-933.
- [5] MCALLISTER B S. Peri-implant mucositis and peri-implantitis: a current understanding of their diagnoses and clinical implications [J]. *J Periodontol*, 2013, 84(4): 436-443.
- [6] SRINIVASAN M, KAMNOEDBOON P, PAPI P, et al. Efficacy of non-surgical laser therapy for the management of peri-implantitis: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Dent*, 2025, 154: 105562.
- [7] KOTSAKIS G A, KONSTANTINIDIS I, KAROUSSIS I K, et al. Systematic review and meta-analysis of the effect of various laser wavelengths in the treatment of peri-implantitis[J]. *J Periodontol*, 2014, 85(9): 1203-1213.
- [8] 邢博垚, 洪丽华, 宋嘉卓, 等. 光动力疗法在牙体牙髓病治疗中的研究进展[J]. *牙体牙髓牙周病学杂志*, 2025, 30(5): 304-310.
- [9] 艾鑫强, 税艳青, 杨禾丰. 激光疗法在牙周炎治疗中的应用[J]. *昆明医科大学学报*, 2021, 42(6): 152-155.
- [10] 尹燕飞, 李文霞, 杨茜, 等. 激光治疗对慢性牙周炎患者口腔菌群、牙龈微循环的影响[J]. *中国医学创新*, 2025, 22(8): 15-19.
- [11] NATTO Z S, ALADMAWY M, LEVI PA JR, et al. Comparison of the efficacy of different types of lasers for the treatment of peri-implantitis: a systematic review[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2015, 30(2): 338-345.
- [12] 赵文爽. 激光治疗种植体周围炎对骨再生的作用研究[D]. *中国人民解放军空军军医大学*, 2022.
- [13] 夏昕, 范榴, 程慧琳. 激光辅助治疗牙周炎的临床疗效分析[J]. *岭南急诊医学杂志*, 2025, 30(3): 280-282.

(2025-08-30 收稿)