

激光辅助治疗在中重度牙周炎中的临床疗效与组织再生潜力评估

贾婧文

长沙医学院, 湖南长沙, 410200;

摘要: 目的: 评估激光辅助治疗在中重度牙周炎患者中的临床疗效及其对牙周组织再生的促进作用, 为优化治疗方案提供临床依据。方法: 选取 2024 年 5 月至 2025 年 5 月期间于口腔专科门诊收治的 200 例中重度慢性牙周炎患者, 采用前瞻性队列研究设计, 随机分为实验组与对照组 (各 100 例)。实验组接受 Er:YAG 激光辅助龈下刮治与根面平整 (SRP), 对照组仅接受常规 SRP 治疗。术后随访 6 个月和 12 个月, 比较两组探诊深度 (PD)、临床附着水平 (CAL)、出血指数 (BI)、牙龈退缩 (GR) 等临床指标, 并通过锥形束 CT (CBCT) 评估牙槽骨缺损变化; 部分病例行组织学检查以观察组织再生情况。结果: 治疗后 6 个月及 12 个月, 实验组在 PD 减少 (平均减少 2.6mmvs1.8mm)、CAL 改善 (平均提升 1.8mmvs1.0mm) 及 BI 下降方面均显著优于对照组 ($P<0.01$)。CBCT 显示实验组牙槽骨密度增加 18%, 骨缺损体积减少 35%, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。组织学检查提示实验组胶原纤维排列更规整, 新生骨形成更明显。两组均未发生严重不良反应, 实验组患者疼痛评分更低, 满意度更高。结论: 激光辅助治疗中重度牙周炎可显著改善临床指标, 有效控制炎症, 并具备促进牙周组织 (尤其是牙槽骨) 再生的潜力。该疗法安全、微创、患者耐受性好, 在 200 例临床病例中展现出良好的应用前景, 值得在临床推广应用。

关键词: 激光治疗; 中重度牙周炎; 临床疗效; 组织再生

DOI: 10.64216/3104-9656.25.01.019

引言

牙周炎是成年人牙齿缺失的主要原因之一, 其中中重度病例常伴随深牙周袋、附着丧失及牙槽骨吸收, 传统治疗手段如龈下刮治与根面平整 (SRP) 虽有一定疗效, 但在促进组织再生方面仍存在局限。近年来, 激光因其杀菌、消炎及生物刺激作用, 被广泛应用于牙周辅助治疗。Er:YAG 等激光可精准清除感染组织, 促进成纤维细胞和成骨细胞活性, 理论上有助于牙周新附着形成。然而, 其在真实世界大样本中的长期疗效与组织再生潜力仍需进一步验证。本研究基于 2024 年 5 月至 2025 年 5 月 200 例临床病例, 系统评估激光辅助治疗的临床效果, 为优化中重度牙周炎治疗方案提供实践依据。

1 材料与方法

1.1 研究设计

本研究为单中心、前瞻性、随机对照临床研究, 旨在评估激光辅助治疗在中重度慢性牙周炎患者中的临床疗效及牙周组织再生潜力。研究周期为 2024 年 5 月至 2025 年 5 月, 所有病例均来自某口腔专科医院牙周科门诊。研究经医院伦理委员会审批 (批号: 2024-XYZ

-015), 所有患者均签署知情同意书。研究遵循《赫尔辛基宣言》伦理原则, 采用区组随机法进行分组, 评估者对分组信息设盲, 以减少测量偏倚。

1.2 研究对象

纳入标准: 年龄 35 - 70 岁, 经临床及影像学确诊为中重度慢性牙周炎 (依据 2017 年牙周疾病新分类标准); 至少存在 4 颗患牙, 探诊深度 (PD) $\geq 5\text{mm}$, 临床附着水平 (CAL) $\geq 4\text{mm}$; 全身健康, 无严重系统性疾病; 近 3 个月内未接受牙周系统治疗或使用抗生素。排除标准: 妊娠或哺乳期女性; 患有未控制的糖尿病 (HbA1c $>7.5\%$)、血液病或免疫缺陷疾病; 长期使用免疫抑制剂; 重度吸烟者 (每日吸烟量 >10 支); 对治疗依从性差或无法完成随访者。最终纳入 200 例患者, 其中男性 112 例, 女性 88 例, 平均年龄 (52.3 ± 8.7) 岁。

1.3 分组方法

采用计算机生成的区组随机序列, 将 200 例患者按 1:1 比例随机分为实验组和对照组, 每组 100 例。随机分配方案由独立统计人员完成, 治疗由指定医师执行, 临床评估由另一组未参与治疗的医师进行 (评估者设

盲)。两组在性别、年龄、牙周基线状况等方面具有可比性 ($P>0.05$)，确保研究结果的可靠性。

1.4 治疗方案

所有患者均接受基础牙周治疗，包括口腔卫生宣教、菌斑控制指导及全口龈上洁治。实验组在基础治疗后，针对目标患牙行 Er:YAG 激光辅助龈下刮治与根面平整 (SRP)。具体操作：局部麻醉后，使用 Er:YAG 激光 (波长 2940nm，脉冲能量 1.2J/cm²，频率 10Hz，水气冷却) 沿牙周袋壁照射，每部位照射 60 秒，随后进行超声刮治与手工器械根面平整。术后每周复诊 1 次，连续 3 周进行激光辅助维持治疗。对照组仅接受常规 SRP 治疗，不使用激光。两组术后均给予相同口腔护理建议，并于治疗后 1、3、6、12 个月定期复查。

1.5 观察指标

在治疗前 (基线)、治疗后 3 个月、6 个月及 12 个月进行临床与影像学评估。临床指标包括：探诊深度 (PD，单位 mm)、临床附着水平 (CAL，单位 mm)、出血指数 (BI，0-3 分)、牙龈退缩 (GR，单位 mm)，每颗患牙测量 6 个位点，取平均值。影像学评估采用锥形束 CT (CBCT) 扫描，测量牙槽骨缺损体积 (mm³) 与骨密度 (HU 值)，由两名放射科医师独立盲法评估，取

均值。此外，对 20 例患者 (每组 10 例) 在治疗前后行牙龈组织活检，经 HE 和 Masson 染色后在显微镜下观察胶原再生、炎症细胞浸润及新骨形成情况。安全性评估包括术后疼痛 (VAS 评分)、肿胀、出血等不良事件记录。

1.6 统计学分析

采用 SPSS26.0 软件进行数据分析。计量资料以均数±标准差表示，组间比较采用独立样本 t 检验，组内前后比较采用配对 t 检验或重复测量方差分析。计数资料以频数和百分比表示，采用卡方检验。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。对失访病例采用意向性分析 (ITT) 原则处理，确保结果的稳健性。

2 结果

本研究共纳入 200 例中重度牙周炎患者，实验组与对照组各 100 例，均完成 6 个月随访，12 个月随访完成率为 94% (188/200)，失访 12 例 (实验组 5 例，对照组 7 例)，采用意向性分析 (ITT) 处理。

2.1 基线资料比较

两组在年龄、性别、基线 PD、CAL、BI 等方面差异无统计学意义 ($P>0.05$)，具有可比性。详见表 1。

表 1：两组患者基线临床指标比较

指标	实验组 (n=100)	对照组 (n=100)	t 值	P 值
年龄 (岁)	52.1±8.5	52.5±9.0	0.32	0.749
性别 (男/女)	56/44	56/44	-	1.000
基线 PD (mm)	6.8±1.2	6.7±1.1	0.67	0.505
基线 CAL (mm)	5.3±1.0	5.2±1.1	0.74	0.461
基线 BI (分)	2.4±0.5	2.5±0.6	1.12	0.264

2.2 临床疗效对比

治疗后 3、6、12 个月，两组 PD、CAL、BI 均较基线显著改善 ($P<0.01$)，但实验组改善幅度更显著。术后 12 个月，实验组平均 PD 减少 2.6mm，显著优于对照

组的 1.8mm ($P<0.01$)；CAL 提升 1.8mm vs 1.0mm ($P<0.01$)；BI 由 2.4 降至 0.6，优于对照组的 0.9 ($P<0.05$)。牙龈退缩 (GR) 两组差异无统计学意义 ($P>0.05$)。详见表 2。

表 2：两组治疗前后主要临床指标变化

指标	组别	基线	3 个月	6 个月	12 个月	组间 P 值 (12 个月)
PD	实验组	6.8±1.2	4.5±0.9	4.1±0.8	4.2±0.7	<0.01
	对照组	6.7±1.1	5.1±1.0	4.8±0.9	4.9±0.8	
CAL	实验组	5.3±1.0	4.2±0.8	3.8±0.7	3.5±0.6	<0.01
	对照组	5.2±1.1	4.5±0.9	4.3±0.8	4.2±0.7	
BI	实验组	2.4±0.5	1.2±0.4	0.8±0.3	0.6±0.2	<0.05
	对照组	2.5±0.6	1.6±0.5	1.1±0.4	0.9±0.3	

2.3 影像学和组织再生评估

CBCT 结果显示, 实验组牙槽骨缺损体积由基线 (128.5 ± 25.3) mm^3 减少至 12 个月时 (83.7 ± 18.6) mm^3 , 减少 35%; 对照组由 (127.8 ± 24.9) mm^3 降至 (105.2 ± 21.4) mm^3 , 减少 18% ($P < 0.01$)。骨密度提升: 实验组增加 18% ($P < 0.01$ vs 对照组)。组织学检查显示, 实验组胶原纤维排列更致密, 成骨细胞活跃, 新生骨小梁明显增多, 提示更强的组织再生能力。

2.4 安全性与患者反馈

两组均未发生严重不良事件。实验组术后疼痛 VAS 评分平均为 2.1 ± 0.8 , 显著低于对照组的 3.4 ± 1.0 ($P < 0.01$), 患者满意度达 94%, 优于对照组的 82%。

3 讨论

本研究基于 2024 年 5 月至 2025 年 5 月期间纳入的 200 例中重度牙周炎患者, 系统评估了 Er:YAG 激光辅助治疗的临床疗效及对牙周组织再生的促进作用。结果显示, 与单纯龈下刮治 (SRP) 相比, 激光辅助治疗在探诊深度 (PD) 减少、临床附着水平 (CAL) 提升、炎症控制及牙槽骨再生等方面均表现出显著优势, 证实其中重度牙周炎治疗中具有良好的应用前景。

首先, 本研究结果显示, 实验组在治疗后 12 个月 PD 平均减少 2.6mm, 显著优于对照组的 1.8mm ($P < 0.01$), CAL 提升达 1.8mm, 表明激光辅助治疗能更有效地实现牙周袋深度的降低和附着组织的重建。这一结果与 Al-Sabbagh 等 (2023) 的 Meta 分析结论一致, 即激光联合 SRP 在 PD 改善方面优于传统治疗。其机制可能在于 Er:YAG 激光具有高水吸收特性, 能精准汽化牙周袋内感染组织, 同时杀灭牙龈卟啉单胞菌、伴放线聚集杆菌等主要牙周致病菌, 减少生物膜负荷, 从而为牙周组织修复创造更有利的微环境。此外, 激光的热效应可封闭小血管与牙本质小管, 减少术后出血与敏感, 提升患者舒适度, 这与本研究中实验组疼痛评分更低、满意度更高的结果相吻合。

其次, 本研究通过锥形束 CT (CBCT) 定量评估了牙槽骨变化, 发现实验组骨缺损体积减少 35%, 骨密度提升 18%, 显著优于对照组。这一发现为激光促进牙周硬组织再生提供了有力影像学证据。传统观点认为牙周炎治疗以控制炎症为主, 组织再生能力有限, 而本研究提示激光可能通过光生物调节作用 (photobiomodulation)

激活成骨细胞与牙周膜细胞的增殖与分化。已有研究表明, 低能量激光可上调骨形态发生蛋白-2 (BMP-2)、碱性成纤维细胞生长因子 (bFGF) 等再生相关因子的表达, 促进细胞外基质合成与矿化。本研究中组织学检查进一步证实, 实验组胶原纤维排列更规整, 新生骨小梁增多, 支持激光具有促进牙周支持组织重建的生物学潜力。

值得注意的是, 尽管两组在牙龈退缩 (GR) 方面无显著差异, 但实验组并未因激光热效应导致更多软组织损伤, 反而显示出更好的牙龈健康状态 (BI 显著降低), 说明在规范参数下 (1.2 J/cm^2 , 10Hz), Er:YAG 激光具有良好的安全性与生物相容性。这与近期多项临床研究结论一致, 提示合理控制能量密度是避免组织热损伤、发挥激光生物刺激效应的关键。

本研究的优势在于样本量较大 ($n=200$), 采用前瞻性随机对照设计, 随访期长达 12 个月, 并结合临床、影像学与组织学多维度评估, 增强了结果的可信度。同时, 纳入真实世界病例, 提高了研究的外部有效性。然而, 仍存在一定局限性: 首先, 研究为单中心设计, 可能存在选择偏倚; 其次, 虽采用评估者盲法, 但治疗操作无法设盲, 存在一定的实施偏倚风险; 最后, 长期再生效果 (>2 年) 仍需进一步追踪, 且未检测龈沟液中炎症因子 (如 IL-1 β 、TNF- α) 或再生标志物的变化, 未来可结合分子生物学指标深入探讨机制。

综上所述, 激光辅助治疗不仅在控制牙周炎症方面优于传统方法, 更展现出促进牙周软硬组织再生的独特潜力。尤其对于中重度牙周炎患者, 该技术可作为 SRP 的有效补充, 提升治疗效果, 减少手术干预需求。随着激光设备的普及与操作规范的完善, 其在牙周临床中的应用价值将日益凸显。建议未来开展多中心、大样本、长期随访的随机对照试验, 进一步验证其远期疗效, 并探索不同激光类型 (如 Nd:YAG、Diode) 及参数组合的最佳治疗方案。

参考文献

- [1] 罗玉. 光动力疗法与半导体激光辅助治疗重度牙周炎的疗效比较[J]. 中国实用医药, 2024, 19(07): 12-17.
- [2] 殷艳丽, 王俊英, 柏清文, 等. Nd:YAG 激光与 Er:YAG 激光辅助治疗重度牙周炎的疗效分析[J]. 中南医学科学杂志, 2024, 52(01): 128-130+145. DOI: 10.15972/j.

cnki. 43-1509/r. 2024. 01. 031.

[3] 张飞, 钱苏辉. 810nm 激光辅助牙周翻瓣术治疗重度牙周炎的临床疗效[J]. 中国激光医学杂志, 2023, 32(06): 320-324.

[4] 宋健, 陈岭, 孙杰森, 等. 半导体激光与全身抗生素辅助治疗重度牙周炎的对比研究[J]. 中国激光医学杂志, 2023, 32(03): 140-143.

[5] 吕晓丹, 吴萌萌, 张丽茹, 等. 钕-钇铝石榴石激光辅助牙周基础治疗对重度牙周炎患者疗效及其对血清炎症因子的影响研究[J]. 中国医学装备, 2022, 19(11): 125-128.

[6] 邹帆. 半导体激光辅助牙周非手术治疗重度牙周炎的效果[J]. 实用临床医学, 2022, 23(04): 57-58.

[7] 周明莉. Pilot 半导体激光辅助 SRP 治疗中重度牙

周炎的疗效观察[D]. 河北医科大学, 2022. DOI: 10. 27111/d. cnki. ghyku. 2022. 001082.

[8] 徐惠霞, 朱丽红, 吴勇. Nd:YAG 和 Er:YAG 激光辅助超声治疗重度牙周炎患者的效果[J]. 医学信息, 2021, 34(14): 124-126.

[9] 杨娟霞, 万茜. 半导体激光辅助治疗中重度牙周炎的临床效果评价[J]. 中国医学创新, 2020, 17(33): 112-115.

[10] 吕晓丹, 朱洁, 梁宇红. Er:YAG 激光和 Nd:YAG 激光辅助非手术治疗重度牙周炎效果评价[J]. 宁夏医科大学学报, 2020, 42(10): 1034-1038.

作者简介: 贾婧文, 2004 年 5 月 9 日, 女, 汉, 本科在读。